รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

Study the innovation of high security closed-circuit television (CCTV) system of the Office of the Permanent Secretary for Defense

นรเศรษฐ์ พงษ์เจริญ
สุธี สีหะวัฒนกุล
ชนกศ์ จรจำรัส
ชัยสิทธิ์ ภาวศุทธิกุล
วิชาญ ทุมทอง

ธันวาคม 2567

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

แบบ กทปส. ME-003

รายงานฉบับสมบูรณ์

ทุนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา
สัญญารับทุนเลขที่ B 63-3-(2)-013

โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

Study the innovation of high security closed-circuit television (CCTV) system of the Office of the Permanent Secretary for Defense

คณะนักวิจัย

1. ที่ปรึกษาโครงการ
   1.1 พลโท นรเศรษฐ์ พงษ์เจริญ
   1.2 พลตรี สุธี สีหะวัฒนกุล
2. หัวหน้าโครงการ
   2.1 พลตรี ชนกศ์ จรจำรัส (เริ่มต้นโครงการ - วันที่ 30 พฤศจิกายน 2566)
   2.2 พลตรี ชัยสิทธิ์ ภาวศุทธิกุล (วันที่ 1 ธันวาคม 2566 - ปิดโครงการ)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ทุมทอง นักวิจัยหัวหน้าโครงการ

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

ธันวาคม 2567

แบบ กทปส. ME-003

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง
ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
ธันวาคม 2567

หลักการเหตุผลและความเป็นมา

สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมได้เข้าร่วมเป็นคณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ซึ่งได้จัดทำ (ร่าง) แผนปฏิบัติการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ เพื่อเป็นแนวทางการขับเคลื่อนให้เกิดการเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร และระดับประเทศและศึกษาแนวทางการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ได้แก่ ในพื้นที่บริเวณชายแดนและด่านตรวจคนเข้าเมืองต่างๆ และกรณีศึกษาการเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ในพื้นที่ชายแดนใต้ เป็นต้น เพื่อนำเสนอกับทางคณะกรรมการบริหารการบูรณาการแผน และระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ซึ่งมีรองนายกรัฐมนตรี พลเอก ประวิตร วงศ์สุวรรณ เป็นประธานคณะกรรมการเพื่อจะบูรณาการกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและเกิดความปลอดภัยด้านการรักษาความมั่นคงในเรื่องดังกล่าว สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการสร้างมาตรฐานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อการใช้งานด้านความมั่นคงและการบูรณาการระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ในส่วนงานของทหารและหน่วยงานด้านความมั่นคงให้เกิดความปลอดภัยที่ได้มาตรฐานสูง และสามารถเข้าถึงระบบดังกล่าวได้อย่างมั่นใจและสร้างมาตรฐานระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ด้านความมั่นคงของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้เพื่อ ให้สอดคล้องกับโครงการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อความมั่นคงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และให้สอดคล้องกับการขับเคลื่อนนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของประเทศได้ต่อไป นอกจากนี้ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ปัจจุบันมีระบบอัจฉริยะปัญญาประดิษฐ์เพิ่มเติม ทำให้การทำงานของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ปัจจุบันได้ปรับมาตรฐานเพื่อรองรับความเป็นอัจฉริยะของระบบดังกล่าวในอนาคต

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมจึงเห็นความจำเป็นที่ต้องดำเนินโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เพื่อศึกษาต้นแบบของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงที่จะได้มาตรฐานระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ด้านความปลอดภัยสูง ด้านความมั่นคงของประเทศในอนาคตต่อไป โดยโครงการมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ ได้แก่

1. เพื่อจัดซื้ออุปกรณ์ในโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

2. เพื่อศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เป็นต้นแบบยุทธภัณฑ์ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

3. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และระบบอัจฉริยะอื่นของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) กระทรวงกลาโหม

จากหลักการและเหตุผลข้างต้นสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ต้องการที่จะผลักดันให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูง พร้อมทั้งสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบอื่นๆ ได้

2. สามารถนำผลจากการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูงเข้าสู่กระบวนการเช็คสอบคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ได้

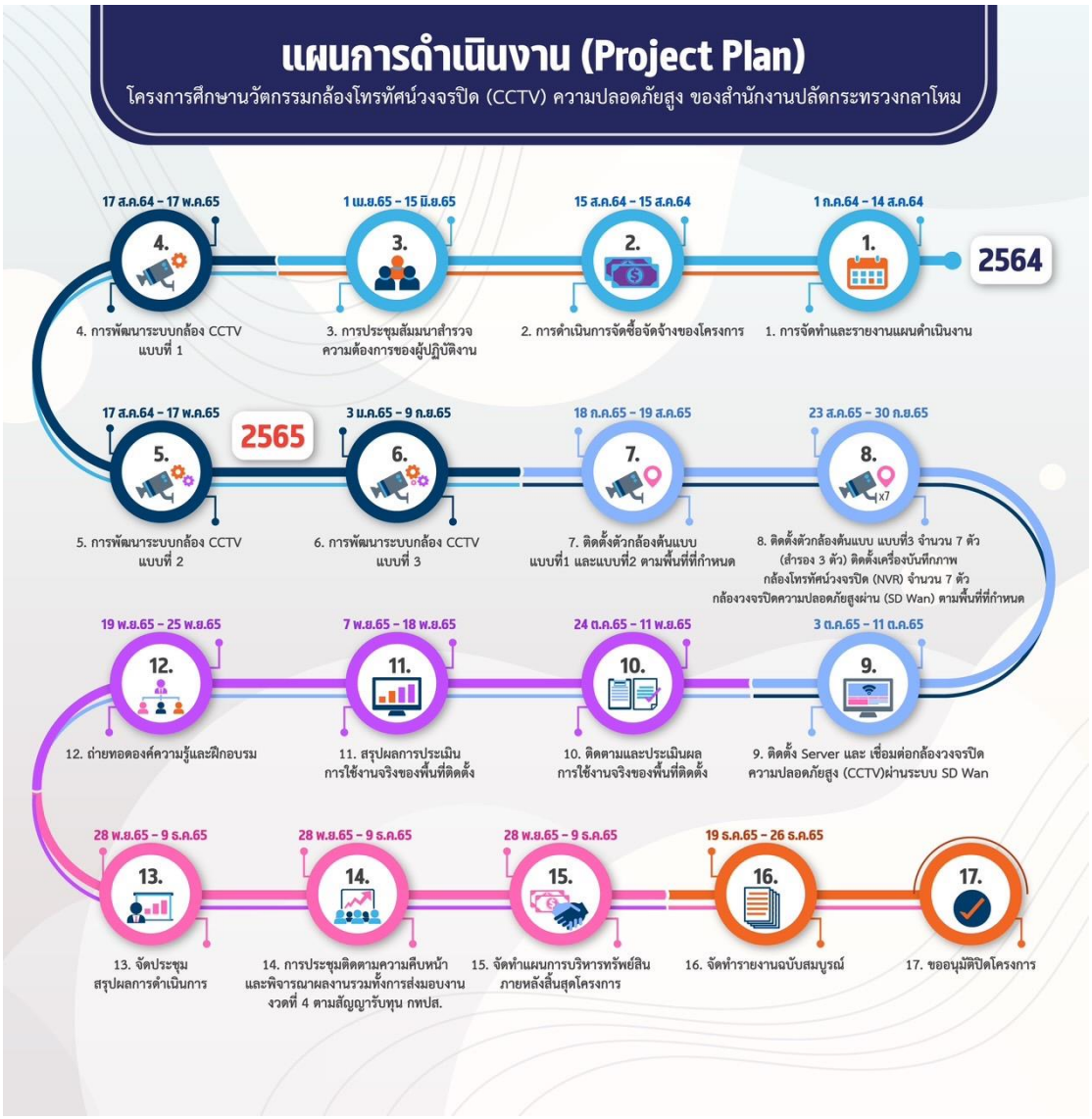
3. สามารถนำผลจากการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูงเข้าสู่สายการผลิตได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมได้

4. สามารถพัฒนาต่อยอดกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูงไปสู่การใช้งานทั้งด้านการทหารและพลเรือนได้อย่างสมบูรณ์แบบ

ขอบเขตงาน

- วิจัยและพัฒนาตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง
- ออกแบบทางวิศกรรมให้สามารถเข้าสู่สายการผลิตได้
- ออกแบบโครงสร้างของวงจร (Schematic)
- ออกแบบฮาร์ดแวร์สำหรับตัวกล้อง (PCB board)
- พัฒนาระบบปฏิบัติการสำหรับกล้อง (Linux)
- พัฒนา Kernel Driver สำหรับกล้อง
- พัฒนาซอฟต์แวร์บริหารจัดการกล้อง
- พัฒนา Firmware สำหรับกล้อง

ระยะเวลาในการดำเนินการ



ภาพที่ 1 แผนการดำเนินงานโครงการฯ

ปัญหาความปลอดภัยทางไซเบอร์

ปัจจุบันการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์เป็นปัญหาอย่างมากสำหรับหน่วยงานความมั่นคงและผู้ใช้งานทั่วไป และจะกลายเป็นปัญหามากขึ้นกับการพัฒนา กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ผู้ผลิตหลายรายเริ่มดำเนินการในเชิงรุกเพื่อมุ่งสู่ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยยิ่งขึ้นทั้งในโซลูชั่นด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมในฐานะผู้ริเริ่มการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยทางไซเบอร์และการปกป้องความเป็นส่วนตัว รักษามาตรฐานความปลอดภัยทางไซเบอร์ในระดับสูงเพื่อผลักดันผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและปรับปรุงการวิจัยและพัฒนาการรักษาความปลอดภัยข้อมูลด้านความมั่นคงการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีความปลอดภัยที่สำคัญ และการสร้างระบบตอบสนองฉุกเฉินด้านความปลอดภัยตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และนโยบายไทยแลนด์ 4.0

มุ่งเน้นไปที่การวิจัยเทคโนโลยีความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว

สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้สำรวจและพัฒนาเทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัยข้อมูลอย่างลึกซึ้งเพื่อความปลอดภัยของข้อมูลที่มั่นคง ได้พัฒนาเทคโนโลยีความปลอดภัยและนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปกป้องข้อมูลมาใช้ เช่น การรับรองความถูกต้อง การจัดการสิทธิ์ และการเข้ารหัสสตรีมวิดีโอ ในเวลาเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติศูนย์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สามารถวิเคราะห์ระดับความปลอดภัยของอุปกรณ์ได้ (เช่น รหัสผ่านที่ไม่รัดกุม การกำหนดค่าการทำงาน โมดูลความปลอดภัย ฯลฯ) ช่วยให้ผู้ใช้ตั้งค่าความปลอดภัยที่เหมาะสมได้อย่างสะดวกและรวดเร็วเพื่อให้เหมาะกับ สถานการณ์

การก้าวเข้าสู่โลกของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแห่งอนาคต

ในระยะเวลาอันใกล้นี้โลกของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะเกิดเปลี่ยนแปลงในวงกว้างทั้งด้านของการรักษาความปลอดภัยข้อมูล และการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนร่วมในการประมวลผลต่างๆ สำนักงานปลัดกรวงกลาโหมได้เล็งเห็นแนวโน้มดังกล่าวจึงได้ริเริ่มการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงขึ้น เพื่อนำไปสู่เทคโนโลยี Artificial Intelligence and Internet Of Things (AIoT) ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาผสมผสานกัน ได้แก่

1. เทคโนโลยีกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่มุ่งเน้นมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยชั้นสูงและเทคโนโลยีด้าน Polarization Image Sensor เพื่อความชัดเจน และความคมชัดของภาพเพื่อรองรับการประมวลด้วยปัญญาประดิษฐ์

2. เทคโนโลยีด้าน Internet Of Things (IoT) โดยนำเทคโนโลยี Un-license Brand Frequency ในรูปแบบ Low Energy Long Range (LoRa) มาใช้งานรวมกับตัวกล้องที่ประมวลผล Sensor ต่างๆ

3. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่

3.1) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

3.2) การเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์ (Machine learning)

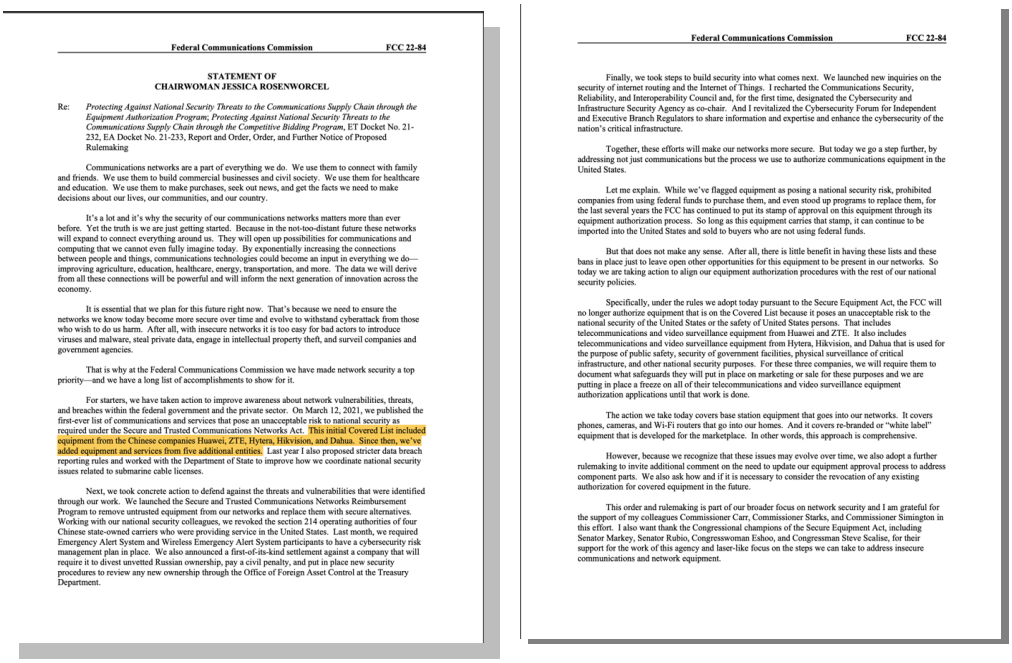
3.3) การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

ความไม่ปลอดภัยในข้อมูลของกล้องที่มีขายตามท้องตลาด

ปัจจุบันได้มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการรั่วไหลของข้อมูลจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่มีจำหน่ายและถูกใช้งานทั่วไปในท้องตลาด ส่งผลให้โครงการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด CCTV ความปลอดภัยสูง มีน้ำหนักและเหตุผลมากขึ้นในการดำเนินโครงการในระยะต่อไป เพื่อเข้าสู่สายการผลิตกล้องโทรทัศน์วงจรปิด CCTV ความปลอดภัยสูง สำหรับใช้งานภายในประเทศ เพื่อตอบสนองนโยบายไทยแลนด์ 4.0 และนโยบายด้านความมั่นคงตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

เอกสารรายละเอียดการรั่วไหลของข้อมูลจากรายงานของ Federal Communications Commission (FCC)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการส่งข้อมูลภาพกลับไปยังประเทศผู้ผลิตของกล้องโทรทัศน์วงวรปิด ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายอย่างจริงจังจากหลายหน่วยงานทั่วโลก ทั้งจากฝั่งอเมริกา และยุโรป และอีกองค์กรหนึ่งที่มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจังได้แก่ Federal Communications Commission หรือ FCC ซึ่งเป็นหน่วยงานมาตรฐานในการบังคับใช้ผลิตภัณฑ์อีเล็กทรอนิกส์ทั่วโลก ได้ออกมาเปิดเผยถึงการรั่วไหลของข้อมูลจากผลิตภัณฑ์หลายชนิดโดยเฉพาะกล้องโทรทัศน์วงจรปิด CCTV ที่มีการรั่วไหลของข้อมูลมากที่สุด ตามรายละเอียดเอกสารที่ปรากฏด้านล่าง ทั้งนี้การรั่วไหลของข้อมูลดังกล่าวถือเป็นเรื่องร้ายแรงสำหรับหน่วยงานความมั่นคงในหลายประเทศ และทางสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องนี้จึงได้มีการผลักดันให้มีการวิจัยและพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ขึ้นเพื่อใช้งานทดแทนกล้องที่ ใช้งานอยู่ปัจจุบัน เพื่อความมั่งคงตามแผนยุทธศาสตร์ 20 ปี มาอย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรม รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 2



Federal Communications Commission FCC 22-84

STATEMENT OF
CHAIRWOMAN JESSICA ROSENWORCEL

Re: *Protecting Against National Security Threats to the Communications Supply Chain through the Equipment Authorization Program*; *Protecting Against National Security Threats to the Communications Supply Chain through the Competitive Bidding Program*, ET Docket No. 21-232, EA Docket No. 21-233, Report and Order, Order, and Further Notice of Proposed Rulemaking

Communications networks are a part of everything we do. We use them to connect with family and friends. We use them to build commercial businesses and civil society. We use them for healthcare and education. We use them to make purchases, seek out news, and get the facts we need to make decisions about our lives, our communities, and our country.

It's a lot and it's why the security of our communications networks matters more than ever before. Yet the truth is we are just getting started. Because in the not-too-distant future these networks will expand to connect everything around us. They will open up possibilities for communications and computing that we cannot even fully imagine today. By exponentially increasing the connections between people and things, communications technologies could become an input in everything we do—improving agriculture, education, healthcare, energy, transportation, and more. The data we will derive from all these connections will be powerful and will inform the next generation of innovation across the economy.

It is essential that we plan for this future right now. That's because we need to ensure the networks we know today become more secure over time and evolve to withstand cyberattack from those who wish to do us harm. After all, with insecure networks it is too easy for bad actors to introduce viruses and malware, steal private data, engage in intellectual property theft, and surveil companies and government agencies.

That is why at the Federal Communications Commission we have made network security a top priority—and we have a long list of accomplishments to show for it.

For starters, we have taken action to improve awareness about network vulnerabilities, threats, and breaches within the federal government and the private sector. On March 12, 2021, we published the first-ever list of communications and services that pose an unacceptable risk to national security as required under the Secure and Trusted Communications Networks Act. This initial Covered List included equipment from the Chinese companies Huawei, ZTE, Hytera, Hikvision, and Dahua. Since then, we've added equipment and services from five additional entities. Last year I also proposed stricter data breach reporting rules and worked with the Department of State to improve how we coordinate national security issues related to submarine cable licenses.

Next, we took concrete action to defend against the threats and vulnerabilities that were identified through our work. We launched the Secure and Trusted Communications Networks Reimbursement Program to remove untrusted equipment from our networks and replace them with secure alternatives. Working with our national security colleagues, we revoked the section 214 operating authorities of four Chinese state-owned carriers who were providing service in the United States. Last month, we required Emergency Alert System and Wireless Emergency Alert System participants to have a cybersecurity risk management plan in place. We also announced a first-of-its-kind settlement against a company that will require it to divest unvetted Russian ownership, pay a civil penalty, and put in place new security procedures to review any new ownership through the Office of Foreign Asset Control at the Treasury Department.

Federal Communications Commission FCC 22-84

Finally, we took steps to build security into what comes next. We launched new inquiries on the security of internet routing and the Internet of Things. I recharted the Communications Security, Reliability, and Interoperability Council and, for the first time, designated the Cybersecurity and Infrastructure Security Agency as co-chair. And I revitalized the Cybersecurity Forum for Independent and Executive Branch Regulators to share information and expertise and enhance the cybersecurity of the nation's critical infrastructure.

Together, these efforts will make our networks more secure. But today we go a step further, by addressing not just communications but the process we use to authorize communications equipment in the United States.

Let me explain. While we've flagged equipment as posing a national security risk, prohibited companies from using federal funds to purchase them, and even stood up programs to replace them, for the last several years the FCC has continued to put its stamp of approval on this equipment through its equipment authorization process. So long as this equipment carries that stamp, it can continue to be imported into the United States and sold to buyers who are not using federal funds.

But that does not make any sense. After all, there is little benefit in having these lists and these bans in place just to leave open other opportunities for this equipment to be present in our networks. So today we are taking action to align our equipment authorization procedures with the rest of our national security policies.

Specifically, under the rules we adopt today pursuant to the Secure Equipment Act, the FCC will no longer authorize equipment that is on the Covered List because it poses an unacceptable risk to the national security of the United States or the safety of United States persons. That includes telecommunications and video surveillance equipment from Huawei and ZTE. It also includes telecommunications and video surveillance equipment from Hytera, Hikvision, and Dahua that is used for the purpose of public safety, security of government facilities, physical surveillance of critical infrastructure, and other national security purposes. For these three companies, we will require them to document what safeguards they will put in place on marketing or sale for these purposes and we are putting in place a freeze on all of their telecommunications and video surveillance equipment authorization applications until that work is done.

The action we take today covers base station equipment that goes into our networks. It covers phones, cameras, and Wi-Fi routers that go into our homes. And it covers re-branded or "white label" equipment that is developed for the marketplace. In other words, this approach is comprehensive.

However, because we recognize that these issues may evolve over time, we also adopt a further rulemaking to invite additional comment on the need to update our equipment approval process to address component parts. We also ask how and if it is necessary to consider the revocation of any existing authorization for covered equipment in the future.

This order and rulemaking is part of our broader focus on network security and I am grateful for the support of my colleagues Commissioner Carr, Commissioner Starks, and Commissioner Simington in this effort. I also want thank the Congressional champions of the Secure Equipment Act, including Senator Markey, Senator Rubio, Congresswoman Eshoo, and Congressman Steve Scalise, for their support for the work of this agency and laser-like focus on the steps we can take to address insecure communications and network equipment.

ภาพที่ 2 เอกสารรายการรั่วไหลของข้อมูลกล้องวงจรปิด

ผลลัพธ์ของโครงการและความเป็นไปได้ในการเข้าสู่สายการผลิตกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง

การศึกษาวิจัยและพัฒนากล้องต้นแบบ CCTV ทั้ง 3 รูปแบบทำให้เป็นถึงประสิทธิภาพการทำงานในกล้องแต่ละรูปแบบถูกนำมาบูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ มีผลการศึกษาทดลองจากการใช้งานจริงให้แต่ละพื้นที่ไปในทิศทางที่ดี ส่งผลให้ได้รับผลที่ดีสามารถตอบสนองต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานได้จริง ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าหากมีการขยายผลการศึกษาจนกระทั่งสามารถนำไปสู่การใช้งานจริงได้ โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม จะสามารถตอบสนองยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง และสามารถพัฒนาศักยภาพของประเทศให้พร้อมเผชิญภัยคุกคามที่กระทบต่อความมั่นคงของชาติ การพัฒนาและผนึกพลังอำนาจแห่งชาติ กองทัพและหน่วยงานความมั่นคง อีกทั้งต่อยอดไปสู่การใช้งานจริงในทั้งภาคพลเรือนและท้างด้านการทหาร แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการติดตั้งใช้งานกล้อง CCTV ต้นแบบ

ลำดับ	กล้องต้นแบบ	ผลการทดสอบห้องปฏิบัติการ	ผลการทดสอบหลังติดตั้งในพื้นที่ใช้งาน (CCTV Tester)	ผลการทดสอบใช้งานผ่าน Network (ไม่อยู่ขอบเขตงานวิจัย)	หมายเหตุ
1	กล้องต้นแบบแบบที่ 1	25	25	25	ใช้งานได้ 100%
2	กล้องต้นแบบแบบที่ 2	15	15	15	ใช้งานได้ 100%
3	กล้องต้นแบบแบบที่ 3	10	7	7	ใช้งานได้ 70%

จากตารางจะเห็นได้ว่ากล้องต้นแบบจากงานวิจัยสามารถใช้งานได้จริง จากผลการทดสอบทั้ง 3 ระยะ โดยกล้องต้นแบบแต่ละแบบมีเปอร์เซ็นต์การใช้ได้จริงในระบบที่สูงมาก ในเชิงการวิจัยและพัฒนาต้นแบบ จึงทำให้มั่นใจได้ว่าสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดและเข้าสู่สายการผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม

การศึกษาข้อมูลการพัฒนาโครงการฯ ไปสู่การจัดตั้งสายการผลิตฯ ดังนี้

วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. กระทรวงกลาโหม มีขีดความสามารถผลิตระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบประมวลผลข้อมูลอัจฉริยะ (AI) ความปลอดภัยสูงเชิงอุตสาหกรรม พร้อมทั้งมีระบบจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ภายใต้กำกับดูแลของ กห. เพื่อสนับสนุนให้หน่วยงานด้านความมั่นคง และหน่วยงานอื่นๆ มีการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ที่มีประสิทธิภาพ ป้องกันข้อมูลสำคัญรั่วไหลจากการใช้งาน กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ที่ผลิตจากบริษัทต่างประเทศ

2. กระทรวงกลาโหม สามารถออกแบบและผลิตระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ที่ตรงตามความต้องการได้เอง โดยเฉพาะพื้นที่ที่ต้องมีการเฝ้าระวังสูง หรือ พื้นที่ห่างไกล เช่น การพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ที่สามารถซ่อนพรางได้, การใช้งานกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในพื้นที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้า หรือห่างไกลจากจุดปล่อยสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ เป็นต้น

3. การพัฒนาขีดความสามารถของกำลังพลของกระทรวงกลาโหม ในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV), เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น การพัฒนาโปรแกรม, ปัญญาประดิษฐ์ (AI), ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ตลอดจนเป็นพื้นฐานไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีประเภทอื่น เช่น อุปกรณ์ตรวจสอบสภาวะแวดล้อม-สภาพอากาศ, การตรวจจับการเคลื่อนไหว, การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง เป็นต้น

ปัจจัยความสำเร็จในการจัดตั้งสายการผลิตฯ

1. การรับรองมาตรฐาน

1.1 สินค้าที่ผลิต ต้องได้รับรองมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานทางการทหาร, มาตรฐานอุตสาหกรรมภายในประเทศ, มาตรฐานกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, มาตรฐานสากล เช่น IEEE นอกจากนั้นต้องมีการวิจัยพัฒนาคุณภาพของสินค้าและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เป็นที่ต้องการของตลาด ก้าวทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

1.2 การบริหารโรงงาน และกระบวนการผลิต ต้องได้รับรองมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานโรงงาน, มาตรฐานการรักษาสิ่งแวดล้อม

2. ปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ภายใน สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดตั้งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบ เช่น สถาบันภายใต้มูลนิธิ, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน) ให้สามารถทำการผลิตโฆษณา การตลาด จำหน่าย รับประกันสินค้า บริการหลังการขาย พร้อมทั้งมีการบริหารงาน การจัดการกำลังพล งานการเงิน และการบัญชี เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งต้องมีการปรับปรุง กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ของ กระทรวงกลาโหม ที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถดำเนินการดังกล่าวได้

3. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อรองรับการใช้งานกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเชิงอุตสาหกรรม เช่น ศูนย์ข้อมูล (Data Center), พื้นที่จัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ (Cloud), ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI), ระบบรักษาความปลอดภัย (Cyber Security) ตลอดจนการบริหารคลังสินค้า, การขนส่ง, การปรนนิบัติและดำรงสภาพการใช้งานอุปกรณ์

4. การเตรียมความพร้อมด้านปริมาณและขีดความสามารถของกำลังพลจะต้องมีความครอบคลุมทุกกระบวนการทำงานและขั้นตอนการผลิตทุกขั้นตอน

5. การลงทุนจัดตั้งสายการผลิตระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เชิงอุตสาหกรรมของ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงควรขอรับการสนับสนุนงบประมาณลงทุนจากแหล่งเงินภายนอกกระทรวงกลาโหม เช่น กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) หรือกองทุนอื่นๆ พร้อมทั้งเสริมสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการดำเนินงาน

แผนงานการเข้าสู่สายการผลิตกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูง สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ตารางที่ 2 รายละเอียดต่อยอดการใช้งานไปสู่การใช้งานจริงในทั้งภาคพลเรือน และทางด้านการทหาร

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
1	**จัดตั้งคณะทำงานวิจัยและพัฒนา**	**บุคลากร**	**30**	**ทสอ.กห**	
		1.1 ประธานและที่ปรึกษาโครงการ			
		2.2 ผู้บริการโครงการ			
		1.3 คณะทำงานด้านฮาร์ดแวร์			
		1.4 คณะทำงานด้านซอฟต์แวร์			
		1.5 คณะทำงานด้านปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			
2	**จัดทำแผนการดำเนินงาน**	**2.1 แผนงานบุคคลากร**	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.1.1 ประธานโครงการ			
		2.1.2 ที่ปรึกษาโครงการ			
		2.1.3 ผู้บริการโครงการ			
		2.1.4 ปรึกษาด้านฮาร์ดแวร์			
		2.1.5 ที่ปรึกษาด้านซอฟต์แวร์			
		2.1.6 ที่ปรึกษาด้านปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.1.7 หัวหน้าทีมวิจัยด้านฮาร์ดแวร์			
		2.1.8 หัวหน้าทีมวิจัยด้านซอฟต์แวร์			
		2.1.9 หัวหน้าทีมวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			
		2.1.10 ผู้ช่วยนักวิจัยด้านฮาร์ดแวร์			
		2.1.11 ผู้ช่วยนักวิจัยด้านซอฟต์แวร์			
		2.1.12 ผู้ช่วยนักวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			
		2.2 แผนงานด้านการพัฒนานฮาร์ดแวร์	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.2.1 ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมฮาร์ดแวร์			
		2.2.2 กำหนดคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์			
		2.2.3 แผนงานการออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์ต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.2.4 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.2.5 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.2.6 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.2.7 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.2.8 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.2.9 แผนออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์ต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.2.10 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.2.11 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.2.12 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.2.13 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.2.14 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.2.15 แผนออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์ต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.2.16 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.2.17 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.2.18 แผนทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.2.19 แผนทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.2.20 แผนประเมิณผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.2.21 แผนสรุปผลการวิจัยกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3			
		2.3 แผนงานด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมซอฟต์แวร์			
		2.3.2 กำหนดคุณลักษณะของซอฟต์แวร์			
		2.3.3 แผนงานการออกแบบ และพัฒนา ซอฟต์แวร์ต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.3.4 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.3.5 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.3.6 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.3.7 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.3.8 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.3.9 แผนออกแบบ และพัฒนา ซอฟต์แวร์ต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.3.10 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.3.11 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.3.12 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.3.13 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.3.14 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.3.15 แผนออกแบบ และพัฒนา ซอฟต์แวร์ต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.3.16 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.3.17 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.3.18 แผนทดสอบการทำงาน ซอฟต์แวร์ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.3.19 แผนทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.3.20 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.3.21 แผนสรุปผลการวิจัยกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3			
		2.4 แผนงานด้านการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			
		2.4.2 กำหนดคุณลักษณะของประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล			
		2.4.3 แผนงานการออกแบบ และพัฒนา ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.4.4 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.4.5 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.4.6 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.4.7 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.4.8 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.4.9 แผนออกแบบ และพัฒนาปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.4.10 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นนแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.4.11 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.4.12 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.4.13 แผนทดสอบการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.4.14 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.4.15 แผนออกแบบ และพัฒนา ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.4.16 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		2.4.17 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		2.4.18 แผนทดสอบการทำงาน ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์ข้อมูลต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		2.4.19 แผนทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.4.20 แผนประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.4.21 แผนสรุปผลการวิจัยกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3			
		2.5 แผนการจัดซื้อ/จัดจ้าง	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.5.1 กำหนดคุณสมบัติทีมงานนักวิจัยและพัฒนา			
		2.5.2 กำหนดคุณลักษณะเครื่องมือสำหรับการพัฒนาและวิจัย			
		2.5.3 จัดทำ TOR สำหรับจัดจ้างที่ปรึกษาและทีมงานวิจัยและพัฒนา			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.5.4 จัดทำ TOR สำหรับจัดซื้อครุภัณฑ์สำหรับวิจัยและพัฒนา			
		2.6 แผนส่งมอบงาน	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.6.1 แผนส่งมอบงาน งวดงานที่ 1 แผนงานโครงการ			
		2.6.2 แผนส่งมอบงาน งวดงานที่ 2 ส่งมอบครุภัณฑ์ และกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		2.6.3 แผนส่งมอบงาน งวดงานที่ 3 ส่งมอบครุภัณฑ์ และกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		2.6.4 แผนส่งมอบงาน งวดงานที่ 4 ส่งมอบครุภัณฑ์ และกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		2.7 แผนสำรวจความคิดเห็น และพื้นที่ติดตั้ง	**5**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ**	
		2.7.1 แผนสำรวจความคิดเห็นและพื้นที่ติดตั้ง กล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน)			
		2.7.2 แผนสำรวจความคิดเห็นและพื้นที่ติดตั้ง กล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 ค่ายสิรินธร จังหวัดปัตตานี			
		2.7.3 แผนสำรวจความคิดเห็นและพื้นที่ติดตั้ง กล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		2.7.4 แผนสำรวจความคิดเห็นและพื้นที่ติดตั้ง กล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์			
	3. การวิจัยและพัฒนา	**3.1 การพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 1**	**45**	**ทีมพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ทสอ.กห**	
		3.1.1 ออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ต้นแบบ แบบที่ 1			
		3.1.2 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		3.1.3 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		3.1.4 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		3.1.5 ทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			
		3.1.6 ประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 1			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		3.2 การพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 2	**75**	**ทีมพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ทสอ.กห**	
		3.2.1 ออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบ แบบที่ 2			
		3.2.2 ทดสอบการทำงานฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		3.2.3 ทดสอบการทำงานฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		3.2.4 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		3.2.5 ทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			
		3.2.6 ประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 2			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		3.3 การพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 3	**105**	**ทีมพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ทสอ.กห**	
		3.3.1 ออกแบบ และพัฒนา ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบ แบบที่ 3			
		3.3.2 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 1			
		3.3.3 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 2			
		3.3.4 ทดสอบการทำงาน ฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์/ปัญญาประดิษฐ์ ต้นแบบภายใน Lab ครั้งที่ 3			
		3.3.5 ทดสอบติดตั้งใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		3.3.6 ประเมินผลการใช้งานกล้องต้นแบบ แบบที่ 3			
		3.3.7 สรุปผลการวิจัยกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	4. การเช็คสอบคุณภาพและขอใบรับรอง	**4.1 การขอใบรับรองคุณภาพอุปกรณ์อีเล็คทรอนิค Conformite Europeene (CE)**	**75**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ / ทสอ.กห**	**ดำเนินการคู่ขนานกับข้อที่ 5**
		4.1.1 กำหนด CE ที่ต้องการเช็คสอบคุณภาพ (Directives)			
		4.1.2 ทดสอบอุปกรณ์ตามข้อกำหนดของ CE (Verification)			
		4.1.3 จัดทำข้อมูลทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ (Technical file)			
		4.1.4 จัดทำใบรับรองตนเอง (Declaration of Conformity)			
		4.1.5 แสดงเครื่องหมาย CE (CE Marking)			
		4.2 การขอใบรับรองคุณภาพอุปกรณ์อีเล็คทรอนิค Federal Communications Commission (FCC)			
		4.2.1 กำหนด FCC ที่ต้องการเช็คสอบคุณภาพ (Directives)			
		4.2.2 ทดสอบอุปกรณ์ตามข้อกำหนดของ FCC (Verification)			
		4.2.3 จัดทำข้อมูลทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ (Technical file)			
		4.2.4 จัดทำใบรับรองตนเอง (Declaration of Conformity)			
		4.2.5 แสดงเครื่องหมาย FCC (FCC Marking)			
		4.2.6 แสดงเครื่องหมาย IP (IP Marking)			

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	5. การเข้าสู่สายการผลิต	**กระบวนการวางแผนการผลิต**	**75**	**ที่ปรึกษาโครงการฯ / ทสอ.กห**	**ดำเนินการคู่ขนานกับข้อที่ 4**
		5.1 จัดทำแผนความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement Planning)			
		5.2 จัดทำแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning)			
		5.3 วางแผนการผลิต (Production Planning)			
		5.3.1 วางแผนกระบวนการ (Process Planning)			
		5.3.2 วางแผนการเครื่องจักร (Machine Planning)			
		5.3.3 วางแผนด้านแรงงาน (Man Planning)			
		5.3.4 การวางแผนการจัดเก็บ (Store Planning)			

โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)
ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
ธันวาคม 2567

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูง 2) ศึกษานวัตกรรมกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูง 3) ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสนับสนุนภาระกิจของหน่วยงานด้านความมั่นคงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้และหน่วยงานด้านความมั่นคง งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนากล้องต้นแบบ 3 แบบ คือ กล้องต้นแบบแบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว เป็นกล้องที่มีคุณสมบัติเหมือนกันกับกล้องโดยทั่วไป เพื่อการใช้งานในหน่วยงานด้านความมั่นคงและพลเรือน กล้องต้นแบบแบบที่ 2 จำนวน 15 ตัว เพิ่มคุณสมบัติการประมวลผลด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนวัตถุต้องสงสัย และรับส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ไอโอที ผ่านโครงข่ายลอร่าได้ และกล้องต้นแบบแบบที่ 3 เป็นกล้องที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนงานด้านความมั่นคง ที่มีความฉลาดและอัจฉริยะมากขึ้น โดยกล้องต้นแบบได้นำไปติดตั้งใน 4 พื้นที่ได้แก่ 1) สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี 2) โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์ 3) ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี และ 4) กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน ภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ซึ่งหลังจากติดตั้งและมีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมแล้ว สามารถส่งข้อมูลภาพกลับมายังเครื่องแม่ข่ายเพื่อประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: กล้องโทรทัศน์วงจรปิด, กล้องอัจฉริยะ, ปัญญาประดิษฐ์, การเรียนรู้ของเครื่อง

Study the innovation of high security closed-circuit television (CCTV) system of the Office of the Permanent Secretary for Defense

December 2024

This research aims to 1) design and develop a prototype of a high-security closed-circuit television camera, 2) study the innovation of high-security closed-circuit television camera, and 3) promote human resource development in artificial intelligence technology to support the mission of security agencies in the southern border provinces and security agencies. This research has designed and developed prototype cameras, such as 1) 25 cameras of the 1st prototype, which are cameras with the same characteristics as general cameras for use in security agencies and civilians, 2) 15 cameras of the second prototype, add artificial intelligence processing features to detect and alert suspicious objects and transmit and receive data from sensors or IoT devices through the Laura network, and 3) 10 cameras of the third prototype is a camera designed to support security work, it's smarter and more intelligent the prototype. All cameras have been installed in 4 areas: 1) Office of the Permanent Secretary for Defense (Srisamarn), Nonthaburi Province 2) Military Explosives Factory Nakhon Sawan Province 3) Weapon Manufacturing Center Lopburi Province and 4) the Internal Security Operations Command, southern border provinces. After installation and connection to the internal network of the Office of the Permanent Secretary for Defense, the images can be sent back to the server for processing with artificial intelligence software efficiently.

Keywords: CCTV, Smart AI Camera, Artificial Intelligence, Machine Learning

สารบัญ

หน้า

บทสรุปผู้บริหาร ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย 1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ 2
สารบัญ 3
สารบัญตาราง 5
บทที่ 1 บทนำ 13
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ 13
1.2 วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับผลผลิตสำคัญของโครงการ 17
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
2.1 กล้องวงจรปิด (CCTV: Close Circuit Television) 21
2.2 การจัดการภาพและสื่อนำสัญญาณสำหรับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 26
2.3 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) 30
2.4 การตรวจจับและจำแนกวัตถุด้วย Deep Learning 34
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Work) 35
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 37
3.1 การเตรียมการวิจัย (Planning and Requirement Analysis) 37
3.2 การออกแบบ (Designing Project Architecture) 107
3.3 การพัฒนา (Development and Programming) 153
3.4 การทดสอบ (Testing) 174
3.5 การติดตั้ง (Deployment) 178
3.6 การเชื่อมต่อโครงข่ายระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 189
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย 198
4.1 ผลการติดตั้ง และเชื่อมต่ออุปกรณ์ 198
4.2 ผลการทดสอบการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 203
4.3 ผลการทดสอบการใช้เชื่อมโยงโครงข่ายภายใน 221
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 225
5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 225
5.2 อภิปรายผล 233
5.3 ข้อเสนอแนะของคณะทำงานที่ปรึกษา 234
5.4 ความเป็นไปได้ในการเข้าสู่สายการผลิต 276

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 278
ภาคผนวก 280
ภาคผนวก ก PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 281
ภาคผนวก ข PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 306
ภาคผนวก ค PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 339
ภาคผนวก ง เครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบเครือข่าย (NVR) 356
ภาคผนวก จ หน้าการใช้งานซอฟต์แวร์และเทรนนิ่งดาต้า 359
ภาคผนวก ฉ ปัญญาประดิษฐ์ AI 401
ภาคผนวก ช เอกสารประกอบการฝึกอบรม 408
ภาคผนวก ซ รายงานผลการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) 436
ภาคผนวก ฌ Software Flow Chart 457
ภาคผนวก ญ อักษรย่อและคำย่อ (Abbreviation) 478
ประวัตินักวิจัย 487

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการติดตั้งใช้งานกล้อง CCTV ต้นแบบ ..... ช
ตารางที่ 2 รายละเอียดต่อยอดการใช้งานไปสู่การใช้งานจริงในทั้งภาคพลเรือนและทางด้านการทหาร ..... ญ
ตารางที่ 1-1 ผลผลิตสำคัญ 19
ตารางที่ 3-1 แผนการดำเนินงาน (Project Plan) 39
ตารางที่ 3-2 แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1 43
ตารางที่ 3-3 แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 2 51
ตารางที่ 3-4 การจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน 56
ตารางที่ 3-5 แผนการดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ 66
ตารางที่ 3-6 แผนการประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน 68
ตารางที่ 3-7 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 71
ตารางที่ 3-8 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2 75
ตารางที่ 3-9 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3 78
ตารางที่ 3-10 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และแบบที่ 2 ตามพื้นที่ที่กำหนด 81
ตารางที่ 3-11 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) กล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูงผ่าน (SD WAN) 87
ตารางที่ 3-12 แผนการติดตั้ง Server และ เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN 91
ตารางที่ 3-13 แผนการสรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง 92
ตารางที่ 3-14 แผนการสรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง 93
ตารางที่ 3-15 การถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม 94
ตารางที่ 3-16 แผนการจัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ 96
ตารางที่ 3-17 การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส. 97
ตารางที่ 3-18 จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ 103
ตารางที่ 3-19 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ 103
ตารางที่ 3-20 ขออนุมัติปิดโครงการ 104
ตารางที่ 3-21 จุดสำรวจและวันที่สำรวจ 107
ตารางที่ 3-22 ตารางข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 143
ตารางที่ 3-23 ข้อซักถามและคำชี้แจงพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ 144

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 3-24 ข้อซักถามและข้อชี้เจงเพิ่มเติม พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน)... 145
ตารางที่ 3-25 ข้อซักถามและคำชี้แจง พื้นที่ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร...146
ตารางที่ 3-26 ข้อซักถามและคำชี้แจง พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์..... 147
ตารางที่ 3-27 ตารางแสดงพื้นที่สำรวจ..... 149
ตารางที่ 3-28 คำปรึกษาในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) 162
ตารางที่ 3-29 รายการครุภัณฑ์สำหรับการประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 172
ตารางที่ 3-30 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 1..... 174
ตารางที่ 3-31 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 2..... 176
ตารางที่ 3-32 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 3..... 177
ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งการติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด..... 198
ตารางที่ 4-2 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม 200
ตารางที่ 4-3 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิด จังหวัดนครสวรรค์..... 201
ตารางที่ 4-4 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี 202
ตารางที่ 4-5 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้..... 202
ตารางที่ 4-6 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 1 โดยการทดสอบ 3 ระยะ 204
ตารางที่ 4-7 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 2 โดยการทดสอบ 3 ระยะ 212
ตารางที่ 4-8 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 3 โดยการทดสอบ 3 ระยะ 217
ตารางที่ 4-9 สรุปการติดตั้ง ผ่านห้องคอนโทรล ที่มีการติดตั้ง NVR 220
ตารางที่ 5-1 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1..... 225
ตารางที่ 5-2 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2..... 226
ตารางที่ 5-3 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3..... 226
ตารางที่ 5-4 ผลการติดตั้งโดยรวม..... 227
ตารางที่ 5-5 ผลการติดตั้ง NVR 229
ตารางที่ 5-6 การให้คำแนะนำในขั้นตอนการสำรวจพื้นที่ 234
ตารางที่ 5-7 การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในขั้นตอนการติดตั้ง..... 254

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนการดำเนินงานโครงการฯ ..... ค
ภาพที่ 2 เอกสารรายการรั่วไหลของข้อมูลกล้องวงจรปิด ..... ฉ
ภาพที่ 2-1 กล้องสีแบบมาตรฐาน 22
ภาพที่ 2-2 กล้องสีแบบอินฟราเรด (Weather Proof IR Camera) 22
ภาพที่ 2-3 ตัวกล้องสีแบบทรงโดม (Fixed Dome Color Camera) 23
ภาพที่ 2-4 ตัวกล้องสีอินฟราเรดแบบทรงโดม (Fixed IR Dome Color Camera) 23
ภาพที่ 2-5 กล้องซูมแบบมาตรฐาน (Fixed Zoom Color Camera) 24
ภาพที่ 2-6 ตัวกล้องแบบสปีดโดม (PTZ Speed Dome Camera) 25
ภาพที่ 2-7 ตัวกล้องแบบไร้สาย (Wireless IP Camera หรือ IP Camera) 25
ภาพที่ 2-8 เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบการ์ด (DVR Card) 26
ภาพที่ 2-9 เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (PC-Based DVR) 27
ภาพที่ 2-10 จอรับภาพแบบทีวีแอลซีดี (LCD TV) 29
ภาพที่ 2-11 ประเภทของ Machine Learning 31
ภาพที่ 2-12 ตัวอย่าง Deep Learning 33
ภาพที่ 2-13 ตัวอย่าง Deep Learning สำหรับการเรียนรู้และจดจำใบหน้า 33
ภาพที่ 2-14 การจำแนกวัตถุ 34
ภาพที่ 3-1 ประชุมติดตามงานแบบออนไลน์ 37
ภาพที่ 3-2 ประชุมติดตามงานแบบออนไลน์ 38
ภาพที่ 3-3 เอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 1 42
ภาพที่ 3-4 เอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 2 50
ภาพที่ 3-5 ประชุมสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ 106
ภาพที่ 3-6 อุปกรณ์เครือข่ายห้องควบคุมสัญญาณ กอ.รมน. ภาค4 ส่วนหน้า ค่ายสิรินธร 108
ภาพที่ 3-7 บริเวณด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี 109
ภาพที่ 3-8 กล้องบริเวณจุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา 110
ภาพที่ 3-9 อุปกรณ์มอนิเตอร์และบันทึกภาพบริเวณจุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา 110
ภาพที่ 3-10 อุปกรณ์เครือข่ายห้องควบคุมสัญญาณ กองบัญชาการมณฑลทหารบกที่ 46 111
ภาพที่ 3-11 บริเวณจุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี 112
ภาพที่ 3-12 กล้องตรวจจับใบหน้าและกล้องอนาล็อก บริเวณจุดตรวจบ่อทอง 112

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3-13 ศูนย์อำนวยการชุมสาย สถานีสื่อสาร ฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2 113
ภาพที่ 3-14 บริเวณด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ. ชลาทัศน์ 114
ภาพที่ 3-15 ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป. 115
ภาพที่ 3-16 แนวกำแพงด้านหน้า สป. 116
ภาพที่ 3-17 ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า) และ ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก) 117
ภาพที่ 3-18 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า-ออก) 118
ภาพที่ 3-19 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า) และ ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) ... 118
ภาพที่ 3-20 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ภายใน) 119
ภาพที่ 3-21 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า) 119
ภาพที่ 3-22 บริเวณประตูทางเข้าออก 120
ภาพที่ 3-23 บริเวณประตูทางเข้า บก.รวท.อท.ศอพท. 121
ภาพที่ 3-24 กล้องวงจรปิดของเดิมที่มีการติดตั้งบริเวณทางเข้า - ออก บก.รวท.อท.ศอพท. 121
ภาพที่ 3-25 บริเวณแผนกรักษาความปลอดภัย 122
ภาพที่ 3-26 จุดเชื่อมต่อ SD WAN ในแผนกรักษาความปลอดภัย 122
ภาพที่ 3-27 กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก จำนวน 2 ตัว 123
ภาพที่ 3-28 กล้องวงจรปิดของเดิม จำนวน 2 ตัว 123
ภาพที่ 3-29 จุดติดตั้ง SD WAN 124
ภาพที่ 3-30 อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น 124
ภาพที่ 3-31 อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 125
ภาพที่ 3-32 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 125
ภาพที่ 3-33 ทางเดินเข้าคลังเก็บวัตถุระเบิด NG/NC PASTE 126
ภาพที่ 3-34 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบเดิม 126
ภาพที่ 3-35 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M12 127
ภาพที่ 3-36 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11 128
ภาพที่ 3-37 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอนาล็อก ของอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11 128
ภาพที่ 3-38 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M10 129

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3-39 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M13 129
ภาพที่ 3-40 อาคารเก็บดินส่งกระสุน M13 130
ภาพที่ 3-41 จุดสำรวจอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28 130
ภาพที่ 3-42 บริเวณติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 อาคาร P28 131
ภาพที่ 3-43 บริเวณอาคารรีดแผ่นดินส่งกระสุน 131
ภาพที่ 3-44 ห้องควบคุมมอนิเตอร์การทำงาน 131
ภาพที่ 3-45 กล้องวงจรปิดที่มีติดตั้งภายในโรงงาน 132
ภาพที่ 3-46 อาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์ 132
ภาพที่ 3-47 บริเวณรางน้ำที่ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์ PH อาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์ .. 133
ภาพที่ 3-48 บริเวณประตูทางเข้า – ออก ศอว.ศอพท. 134
ภาพที่ 3-49 บริเวณที่ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ขาเข้า-ออก 134
ภาพที่ 3-50 บริเวณทางเข้า – ออก หน้าโรงงาน 135
ภาพที่ 3-51 กล้องวงจรปิดของเดิมแบบอนาล็อก เพื่อใช้ตรวจจับคนเดินเข้า - ออก ประตู 135
ภาพที่ 3-52 บริเวณแยกหอพระ 136
ภาพที่ 3-53 บริเวณโรงงานต้นแบบการวิจัย คลังกระสุน 136
ภาพที่ 3-54 เสาไฟฟ้าที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิด โดยให้หันกล้องไปทางโรงงานต้นแบบการวิจัย . 137
ภาพที่ 3-55 บริเวณคลังน้ำมัน สป.3 137
ภาพที่ 3-56 เสาไฟฟ้าที่ต้องการให้ติดตั้งกล้องวงจรปิด 138
ภาพที่ 3-57 บริเวณโรงงานต้นแบบ 3 138
ภาพที่ 3-58 บริเวณภายในโรงงานต้นแบบ 3 139
ภาพที่ 3-59 มุมมองกล้องที่ต้องการให้เห็นการทำงานของเจ้าหน้าที่ 139
ภาพที่ 3-60 บริเวณประตูทางเข้าที่มีกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอลของเดิม 1 ตัว 140
ภาพที่ 3-61 จุดที่ต้องการให้ติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อให้สามารถมองเห็นการทำงานเจ้าหน้าที่ 140
ภาพที่ 3-62 บริเวณโรงงานต้นแบบ 1 141
ภาพที่ 3-63 บริเวณภายในโรงงานต้นแบบ 1 141
ภาพที่ 3-64 อาคารกองบังคับการโรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ 142
ภาพที่ 3-65 NVR Hikvision แบบ 16 พอร์ตของกล้องดิจิตอลเดิม 142

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3-66 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ CPE 150
ภาพที่ 3-67 ตัวอย่างการใช้งานพลังงานโซล่าเซลล์ ร่วมกับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 151
ภาพที่ 3-68 ตัวอย่างการติดตั้งเพื่อตรวจจับทะเบียน 152
ภาพที่ 3-69 การออกแบบวงจรกล้องต้นแบบที่ 1 155
ภาพที่ 3-70 การออกแบบวงจรกล้องต้นแบบที่ 2 157
ภาพที่ 3-71 ตัวอย่างแผงวงจร Extension Board Model 3 159
ภาพที่ 3-72 การออกแบบเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 161
ภาพที่ 3-73 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก) 178
ภาพที่ 3-74 ประตูทางเข้าด้านหลัง สป. (เข้า) 178
ภาพที่ 3-75 ประตูทางเข้าด้านหลัง สป. (ออก) 179
ภาพที่ 3-76 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า) 179
ภาพที่ 3-77 ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง (รถดาวเทียมจอดบริเวณนั้น) 179
ภาพที่ 3-78 ป้อมรักษาการณ์ (ออก) 180
ภาพที่ 3-79 ป้อมรักษาการณ์ (เข้า) 180
ภาพที่ 3-80 ห้อง Data Center ชั้น ๖ ทสอ.กห.ภายใน 180
ภาพที่ 3-81 ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป. 181
ภาพที่ 3-82 แนวกำแพงด้านหน้า สป. 181
ภาพที่ 3-83 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า) 181
ภาพที่ 3-84 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม 181
ภาพที่ 3-85 ประตูทางเข้า รวท.อท.ศอพท 182
ภาพที่ 3-86 ประตูทางออก รวท.อท.ศอพท 182
ภาพที่ 3-87 จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก 182
ภาพที่ 3-88 ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ) 183
ภาพที่ 3-89 ประตูทางเดินเข้า – ออกโรงงาน 183
ภาพที่ 3-90 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 183
ภาพที่ 3-91 อาคารผลิตกระสุน P28 184
ภาพที่ 3-92 ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.) 184
ภาพที่ 3-93 ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 184

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3-94 ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 185
ภาพที่ 3-95 บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 185
ภาพที่ 3-96 บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 185
ภาพที่ 3-97 คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 185
ภาพที่ 3-98 คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. 186
ภาพที่ 3-99 จุดตรวจบ่อทอง 186
ภาพที่ 3-100 จุดตรวจบ่อทอง กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 186
ภาพที่ 3-101 จุดตรวจขุนไวย์ 187
ภาพที่ 3-102 จุดตรวจขุนไวย์ กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 187
ภาพที่ 3-103 ด่านตรวจเขาตูม 187
ภาพที่ 3-104 ด่านตรวจเขาตูม กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 188
ภาพที่ 3-105 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์ 188
ภาพที่ 3-106 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม 189
ภาพที่ 3-107 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม 189
ภาพที่ 3-108 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม..... 190
ภาพที่ 3-109 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน โรงงานวัตถุระเบิดทหาร 190
ภาพที่ 3-110 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย โรงงานวัตถุระเบิด 191
ภาพที่ 3-111 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN โรงงานวัตถุระเบิด 191
ภาพที่ 3-112 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ 192
ภาพที่ 3-113 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ 192
ภาพที่ 3-114 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ..... 192
ภาพที่ 3-115 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจบ่อทอง 193
ภาพที่ 3-116 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจบ่อทอง มทบ.46 เสาที่ 1 193
ภาพที่ 3-117 การติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Master) จุดตรวจบ่อทอง 194
ภาพที่ 3-118 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN มทบ.46 194
ภาพที่ 3-119 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN มทบ.46 194
ภาพที่ 3-120 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจขุนไวย์ 195
ภาพที่ 3-121 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจขุนไวย์ 195

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3-122 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจเขาตูม 196
ภาพที่ 3-123 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจเขาตูม 196
ภาพที่ 3-124 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN..... 196
ภาพที่ 3-125 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา..... 197
ภาพที่ 3-126 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา..... 197
ภาพที่ 4-1 ผลการเชื่อมต่ออุปกรณ์ SD WAN และ NVR ห้อง Data Center สป.กห.ศรีสมาน ... 222
ภาพที่ 4-2 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของ บก.รวท.อท.ศอพท.(นครสวรรค์).... 222
ภาพที่ 4-3 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ 223
ภาพที่ 4-4 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจบ่อทอง 223
ภาพที่ 4-5 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจขุนไวย์ 224
ภาพที่ 4-6 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจเขาตูม..... 224
ภาพที่ 4-7 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN สถานีสื่อสาร ฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2 224
ภาพที่ 5-1 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) 231
ภาพที่ 5-2 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection/Face Recognition) 232
ภาพที่ 5-3 การตรวจจับทะเบียนรถ (License Plate Detection) 232

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ประเทศไทย 2580 ว่า “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” มีเป้าหมายการพัฒนาประเทศ คือ “ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เศรษฐกิจพัฒนา อย่างต่อเนื่อง สังคมเป็นธรรมฐาน ทรัพยากรธรรมชาติยั่งยืน” โดยยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง มีเป้าหมายหนึ่ง กล่าวคือ กองทัพ หน่วยงานด้านความมั่นคง ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน มีความพร้อมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาความมั่นคง และการบริหารจัดการความมั่นคงมีผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับประเด็นยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง การพัฒนาศักยภาพของประเทศให้พร้อมเผชิญ ภัยคุกคามที่กระทบต่อความมั่นคงของชาติ การพัฒนาและผนึกพลังอำนาจแห่งชาติ กองทัพและหน่วยงานความมั่นคง รวมทั้ง ภาครัฐและภาคประชาชน ให้พร้อมป้องกันและรักษาอธิปไตยของประเทศ และเผชิญกับภัยคุกคามได้ทุกมิติ ทุกรูปแบบและทุกระดับ โดยได้กำหนดให้มีการส่งเสริม การวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีป้องกันประเทศ การพลังงานทหาร กิจการอวกาศ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างหลักประกันให้ประเทศไทยก้าวไปสู่การมีอุตสาหกรรมป้องกันประเทศแบบอัจฉริยะในอนาคต มีเทคโนโลยีเป็นของตนเอง สามารถแข่งขัน และลดการพึ่งพาหรือนำเข้าจากต่างประเทศได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถสนับสนุนนโยบายและยุทธศาสตร์สำคัญของประเทศได้

ตามคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารการบูรณาการแผนและระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ โดยมีพลเอกประวิตร วงศ์สุวรรณ รองนายกรัฐมนตรีเป็นประธานคณะกรรมการฯ โดยมีอำนาจหน้าที่ในการบริหารจัดการข้อมูล ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) รวมทั้งบริหารจัดการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในระดับประเทศ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ การบำรุงรักษา การรักษาความปลอดภัยศูนย์ควบคุมและข้อมูลของระบบเชื่อมโยงข้อมูลระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในระดับจังหวัด ทั้งนี้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหมเป็นกรรมการจึงทำให้กระทรวงกลาโหมมีส่วนร่วมในการบริหารการบูรณาการระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศด้วยเช่นกัน

เนื่องจากสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมได้เข้าร่วมเป็นคณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ซึ่งได้จัดทำ (ร่าง) แผนปฏิบัติการเชื่อมโยงระบบ

กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ เพื่อเป็นแนวทางการขับเคลื่อนให้เกิดการเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ของจังหวัดกรุงเทพมหานคร และระดับประเทศ และศึกษาแนวทางการเชื่อมโยงระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ได้แก่ ในพื้นที่บริเวณชายแดนและด่านตรวจคนเข้าเมืองต่างๆ และกรณีศึกษาการเชื่อมโยงระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ในพื้นที่ชายแดนใต้ เป็นต้น เพื่อนำเสนอกับทางคณะกรรมการบริหารการบูรณาการแผน และระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ซึ่งมีรองนายรัฐมนตรี พล.อ.ประวิตร วงศ์สุวรรณ เป็นประธานคณะกรรมการ เพื่อจะบูรณาการกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ทั่วประเทศ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและเกิดความปลอดภัยด้านการรักษาความมั่นคงในเรื่องดังกล่าว

ทั้งนี้ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการสร้างมาตรฐานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อการใช้งานด้านความมั่นคงและการบูรณาการระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ในส่วนงานของทหารและหน่วยงานด้านความมั่นคงให้เกิดความปลอดภัยที่ได้มาตรฐานสูง และสามารถเข้าถึงระบบดังกล่าวได้อย่างมั่นใจ และสร้างมาตรฐานระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ด้านความมั่นคงของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับโครงการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อความมั่นคงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และให้สอดคล้องกับการขับเคลื่อนนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของประเทศ

นอกจากนี้ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ปัจจุบันมีระบบอัจฉริยะปัญญาประดิษฐ์เพิ่มเติม ทำให้การทำงานของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ปัจจุบันได้ปรับมาตรฐานเพื่อรองรับความเป็นอัจฉริยะของระบบดังกล่าวในอนาคต

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมจึงเห็นความจำเป็นที่ต้องดำเนินโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมเพื่อศึกษาต้นแบบของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงที่จะได้มาตรฐานระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ด้านความปลอดภัยสูงด้านความมั่นคงของประเทศในอนาคตต่อไป

จากความจำเป็นในการสนับสนุนของภาครัฐเพื่อผลักดันนโยบายพัฒนาประเทศไทยไปสู่ประเทศไทย 4.0 ของรัฐบาลปัจจุบัน เพื่อให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลและนโยบายไทยแลนด์ 4.0 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมจึงได้จัดตั้งคณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายด้านดิจิทัลเพื่อสนับสนุน “ไทยแลนด์ 4.0” ของกระทรงกลาโหม ขึ้นและได้จัดตั้งคณะทำงานเฉพาะด้านย่อย 4 คณะ อันประกอบด้วย คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อสนับสนุน “ไทยแลนด์ 4.0” ของกระทรงกลาโหม คณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายด้านไซเบอร์และระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุน “ไทยแลนด์ 4.0” ของกระทรงกลาโหม คณะทำงานขับเคลื่อน

นโยบายด้านกิจการอวกาศเพื่อสนับสนุน “ไทยแลนด์ 4.0” ของกระทรงกลาโหมและคณะทำงานขับเคลื่อนนโยบายด้านการพัฒนาทักษะดิจิทัลภาครัฐเพื่อสนับสนุน “ไทยแลนด์ 4.0” ของกระทรงกลาโหมและจากยุทธศาสตร์การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี อุตสาหกรรมป้องกันประเทศกระทรวงกลาโหม พ.ศ. 2560 - 2564 ภายใต้แรงผลักดันที่สำคัญ อาทิ นโยบายรัฐบาล การสนับสนุนของกองทัพ เทคโนโลยีที่เกิดจากการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมและกฎหมาย กฎระเบียบที่กำหนดกรอบอำนาจหน้าที่ที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างมั่นคงยั่งยืน การปฏิรูปการดำเนินงานรวมทั้งโครงสร้างการดำเนินงานด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศทั้งของกระทรวงกลาโหม หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เหล่าทัพ และภาคเอกชน ให้มีความพร้อมในการร่วมมือกันพัฒนางานด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของชาติไปสู่เป้าหมายในอนาคตต่อไป โดยต้องการรวบรวมข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อนำมาประมวลผล วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ มุ่งจัดระเบียบหน่วยผลิตภายในกระทรวงกลาโหม จัดทำแผนความต้องการสิ่งอุปกรณ์ การซ่อมบำรุง และผลงานวิจัยล่วงหน้าระยะ 5 ปี โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศด้านฐานข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ข้อมูลเข้ามาช่วยให้สามารถนำผลงานวิจัยพัฒนา ไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์โดยภาคเอกชน รวมทั้ง จำหน่ายผลิตภัณฑ์ของกระทรวงกลาโหมได้ จากนั้นบูรณาการข้อมูลเพื่อกำหนดความต้องการยุทโธปกรณ์ในการป้องกันประเทศของกระทรวงกลาโหมเพื่อเป็นแรงส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศขึ้นภายในประเทศ โดยกระทรวงกลาโหมแนวคิดในการจัดตั้งศูนย์บูรณาการข้อมูลอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ เพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงวิเคราะห์ในการกำหนดนโยบายและบูรณาการขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

พัฒนาประสิทธิภาพของโรงงานผลิตยุทโธปกรณ์ของราชการให้สอดคล้องกับการดำเนินงานในภาคเอกชนในประเทศ พัฒนางานด้านการมาตรฐานให้เด่นชัดและเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วน เป็นองค์กรหลักในการประสานงานสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชน สามารถนำผลงานวิจัยไปสู่ภาคการผลิตเชิงพาณิชย์ได้ รวมทั้งเป็นศูนย์กลางข้อมูลด้านเทคโนโลยีป้องกันประเทศเพื่อสนับสนุนให้ทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ส่งเสริมให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตและซ่อมบำรุงยุทโธปกรณ์ ส่งเสริมให้ภาคเอกชนภายในประเทศรวมกลุ่มเพื่อจัดตั้งเป็นสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของไทยและเข้าเป็นสมาชิกสภาอุตสาหกรรมของประเทศต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็นการสนับสนุนการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและเป็นความสอดคล้องตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ปลัดกระทรวงกลาโหมจึงกรุณาดำริให้แต่งตั้งคณะทำงานศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาสายการผลิตระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกรวงกลาโหม ตามคำสั่ง สป.กห.(เฉพาะ) ที่ ๓๐๒/๖๓ ลง ๒๕ มิ.ย. ๖๓

ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเป็นไปได้ในการจัดทำระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ใช้งานในหน่วยงานของทางสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมเอง และหน่วยขึ้นตรงของกองบัญชาการกองทัพไทย กองทัพบก กองทัพเรือ กองทัพอากาศ รวมทั้งหน่วยงานความมั่นคงอื่นๆ ที่มีความจำเป็นใช้งานกล้องโทรทัศน์วงจรปิดฯ ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องศึกษาความเป็นไปได้ด้านการผลิต ติดตั้งและการจำหน่ายระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาในระบบอุตสาหกรรมป้องกันเทศของกระทรวงกลาโหมได้ต่อไป

ผลการศึกษาเพิ่มเติมของระบบกล้องวงจรปิด (CCTV)สำหรับหน่วยงานภาครัฐในประเทศไทย พบว่า ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นระบบปิด มีการเชื่อมโยงอยู่เฉพาะภายในหน่วยงานของตนเอง ไม่มีการเชื่อมโยงในลักษณะการบูรณาการข้อมูลของระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) จากหลายๆ หน่วยงาน รวมถึงการเชื่อมโยงกับข้อมูลอื่นๆ ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการบูรณาข้อมูลกล้องวงจรปิด (CCTV) มากที่สุด คือ การจัดเก็บข้อมูลของกล้องวงจรปิด (CCTV) จัดเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ภายในพื้นที่อุปกรณ์ที่ติดตั้ง คือ กล้องจะบันทึกภาพและจัดเก็บข้อมูลลงในอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (NVR) ที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ของหน่วยงานนั้นๆ โดยไม่มีรูปแบบ และระยะเวลาจัดเก็บที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งนี้การบูรณาการกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) จำเป็นต้องมีมาตรฐานสำหรับกล้องแต่ละแบบที่แตกต่างกันในการใช้งานในแต่ละพื้นที่และภารกิจงาน จากการศึกษาในปัจจุบันจะเห็นว่ามาตรฐานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในปัจจุบันนอกจากความคมชัดในการใช้งานแล้วยังมีมาตรฐานในด้านการเพิ่มเติมระบบปัญญาประดิษฐ์(AI) เพื่อให้กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ปัจจุบันมีความอัจฉริยะในตัวกล้องเพิ่มขึ้น อีกทั้งการเพิ่มระบบเซ็นเซอร์และระบบอินเทอร์เน็ตของทุกๆสิ่ง (Internet of thing: IoT) เข้าไปจึงทำให้ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในปัจจุบันตอบสนองภารกิจทางการทหารมากขึ้นจนสามารถพิจารณาให้เป็นยุทธภัณฑ์ทางการทหารได้อีกด้วย

ดังนั้น เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานให้กับการจัดหาระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ของหน่วยงานภาครัฐให้เกิดความคุ้มค่า และสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์จึงได้ออกแบบแผนผังระบบ (System Diagram) ของระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) สำหรับหน่วยงานภาครัฐ ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยระบบศูนย์ควบคุมกลางในพื้นที่ศาลาว่าการกระทรวงกลาโหม

กระบวนการในสายการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม จะประกอบด้วยการรับชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อดำเนินการในการนำเข้าสู่สายการผลิต ซึ่งจะต้องแบ่งสถานที่ในการจัดเก็บอุปกรณ์ให้เหมาะสมเพื่อจะได้นำเข้าสู่สายการผลิตและขึ้นรูปอย่างเป็นมาตรฐานในกระบวนการขั้นต้น

และใน กระบวนการขั้นปลายจะเป็นการนำเอาอุปกรณ์ที่เป็นต้นแบบมาวิเคราะห์และศึกษาระบบ Firmware และ Hardware จากนั้นทำการวิจัยระบบ Firmware และ Hardware เพื่อเขียนรหัสต้นแบบ (Code) และสร้างผังวงจรเพื่อจัดทำนวัตกรรมต้นแบบของอุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม และพัฒนาโปรแกรมใช้งานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ ก่อนนำสู่กระบวนการตรวจสอบซึ่งเป็นการทำกระบวนการ Quality Control (QC) อุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เพื่อจัดทำแผนการติดตั้งทดสอบใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้และเตรียมการเก็บข้อมูลเพื่อนำสู่สายงานผลิตใช้งานอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับผลผลิตสำคัญของโครงการ

1.2.1 วัตถุประสงค์

1.2.1.1 เพื่อจัดซื้ออุปกรณ์ในโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

1.2.1.2 เพื่อศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เป็นต้นแบบยุทธภัณฑ์ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของกระทรวงกลาโหม

1.2.1.3 เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และระบบอัจฉริยะอื่นของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) กระทรวงกลาโหม

1.2.2 ขอบเขตของการวิจัยและกิจกรรมดำเนินงาน

1.2.2.1 เตรียมการงานด้านธุรการและการจัดซื้อจัดจ้าง

1.2.2.2 การศึกษาและวิเคราะห์อุปกรณ์ต้นแบบ โดยการจัดสัมมนาวิเคราะห์ความต้องการระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ของหน่วยงานที่ปฏิบัติภารกิจในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานสนับสนุนการปฏิบัติงานได้ตรงตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีความปลอดภัยสูง

1.2.2.3 การพัฒนาวิจัยและพัฒนาระบบ Hardware และระบบ Firmware ของอุปกรณ์ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

(1) การวิจัยและพัฒนาระบบเลนส์บันทึกภาพและอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Charge Coupled Device : CCD และ Complementary Metal Oxide Semiconductor : CMOS) จะใช้วิธีจัดซื้อจากโรงงานผลิตในต่างประเทศ เนื่องจาก การผลิต

แผงวงจรดังกล่าวต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูงเช่นเดียวกับการผลิตวงจร Integrated Circuit ในระดับ CPU อีกทั้งการนำมาใช้งานในการวิจัยและพัฒนา ไม่มีผลกระทบทางด้านความปลอดภัย เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวทำหน้าที่เพียงแค่รับภาพและแปลงสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้มีการทำงานที่เกี่ยวกับควบคุมการส่งสัญญาณในระบบเครือข่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

(2) การวิจัยและพัฒนาวงจรควบคุมกล้องโทรทัศน์วงจรปิด จะมีการใช้ Central Processing Unit (CPU) ประเภท Advanced Reduced Instruction Set Computing Machine (ARM) ที่มี Datasheet แสดงโครงสร้างและวงจรภายในของ CPU มาใช้ในการประกอบแผงวงจรที่จะต้องมีการออกแบบวงจรและผลิตเองในแบบ Surface-Mount Technology ที่มีขนาดเล็กระดับ Micron อีกทั้งการพัฒนาโปรแกรม Firmware ที่ใช้ในการควบคุมแผงวงจรเป็นการวิจัยและพัฒนาโดยทีมงานวิจัยเอง ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของ CPU และแผงวงจรตลอดจนการส่งสัญญาณในระบบเครือข่ายต่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มั่นใจได้ว่ามีการควบคุมการส่งสัญญาณทุกชนิด ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการเท่านั้น ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ในเรื่องความปลอดภัยสูงของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

1.2.2.4 การวิจัยและพัฒนาโปรแกรมระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) จะเป็นการดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยใช้โปรแกรมแบบ Open Source ที่มีขีดความสามารถในระดับต้น อาทิเช่น ระบบตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้า Face Recognition และ ระบบตรวจสอบอักษรและตัวเลขภาษาไทย ซึ่งจะต้องใช้ขีดความสามารถของระบบ Graphical Processing Unit (GPU) ที่อยู่ในแผงวงจรควบคุมภายในกล้องโทรทัศน์วงจรปิด อุปกรณ์ Network Video Recording (NVR) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย Server ในระบบคลาวด์ Cloud ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการพัฒนาโปรแกรมระบบปัญญาประดิษฐ์ควบคู่ไปกับการออกแบบทางด้าน Hardware ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาแผงวงจรควบคุมกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในขั้นต้น จะใช้แผงวงจรสำเร็จรูปแบบเอนกประสงค์ Nvidia Nano Jetson มาใช้เป็นแผงวงจรควบคุมกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ซึ่งการพัฒนาแผงวงจรตามข้อ 1.2.2.3 มีคุณลักษณะเช่นเดียวกัน ทำให้สามารถใช้งานกับระบบโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ได้เช่นเดียวกัน

1.2.2.5 การวางแผนและติดตั้งระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในหน่วยงานเป้าหมายในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

1.2.2.6 รายงานสรุปผล และขออนุมัติปิดโครงการ

1.2.3 ประโยชน์ของการวิจัย

1.2.3.1 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม มีนวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง เพื่อสนับสนุนหน่วยงานของกระทรวงกลาโหมในส่วน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้และหน่วยงานด้านความมั่นคงอื่น

1.2.3.2 มีการเชื่อมโยงและบูรณาการระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) อัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการดำเนินงานด้านกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงกับหน่วยงานด้านความปลอดภัยและหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง

1.2.3.3 ได้พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และระบบอัจฉริยะอื่นสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนตามแนวนโยบาย Thailand 4.0 ของรัฐบาล และการพึ่งพาตนเอง

1.2.4 ผลผลิตสำคัญ

“โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม” มีผลผลิตสำคัญแสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ผลผลิตสำคัญ

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	ตัวชี้วัด (เชิงคุณภาพ/เชิงคุณภาพ)
1	ระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว	กล้อง CCTV ต้นแบบต้องผ่านการทดสอบ 3 ระยะ ได้แก่ - ผลการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) - ผลการทดสอบหลังจากการติดตั้งด้วยอุปกรณ์ CCTV Tester (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) - ผลการทดสอบใช้งานผ่านระบบ Network (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) ***หมายเหตุ*** *: การทดสอบผ่านระบบ Network ไม่ได้อยู่ในขอบเขตงานวิจัย*
2	ระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2 จำนวน 15 ตัว	กล้อง CCTV ต้นแบบต้องผ่านการทดสอบ 3 ระยะได้แก่ - ผลการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์)

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	ตัวชี้วัด (เชิงคุณภาพ/เชิงคุณภาพ)
		- ผลการทดสอบหลังจากการติดตั้งด้วยอุปกรณ์ CCTV Tester (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) - ผลการทดสอบใช้งานผ่านระบบ Network (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) ***หมายเหตุ*** *: การทดสอบผ่านระบบ Network ไม่ได้อยู่ในขอบเขตงานวิจัย*
3	ระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3 จำนวน 10 ตัว	กล้อง CCTV ต้นแบบต้องผ่านการรทดสอบ 3 ระยะได้แก่ - ผลการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) - ผลการทดสอบหลังจากการติดตั้งด้วยอุปกรณ์ CCTV Tester (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) - ผลการทดสอบใช้งานผ่านระบบ Network (ผ่านการทดสอบไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) ***หมายเหตุ*** *: การทดสอบผ่านระบบ Network ไม่ได้อยู่ในขอบเขตงานวิจัย*

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้องวงจรปิด (CCTV: Close Circuit Television)

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV: Close Circuit Television) เหมาะสำหรับงานรักษาความปลอดภัย ที่ใช้ตรวจการณ์เฝ้าระวังภัยหรือสอดส่องดูแล ด้วยการจับดูภาพในตำแหน่งที่ต้องการและบันทึกภาพเก็บไว้เพื่อดูเหตุการณ์ต่างๆ ในระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประกอบด้วยส่วนรับภาพ กับส่วนจัดการภาพ และส่วนของสื่อนำสัญญาณ ส่วนสำคัญของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดนอกจาก มาตรฐานการผลิตและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตของอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดแล้ว การติดตั้งระบบที่ได้มาตรฐานก็เป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก เพราะถ้าเลือกซื้อตัวกล้องและเครื่องบันทึกภาพที่ดีแล้ว แต่การติดตั้งไม่ดีเช่น ใช้สายนำสัญญาณภาพที่คุณภาพต่ำ ใช้สายไฟที่จะไปจ่ายไฟเลี้ยงตัวกล้องไม่ถูก ขนาดวางแผนการจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงตัวกล้องไม่ดีติดตั้งเดินท่อร้อยสายสัญญาณ ไม่ถูกหลักกับมีการตัดต่อเชื่อมสายต่างๆ ภายในบล็อกและเลือกใช้สายนำสัญญาณภาพที่มีคุณสมบัติของระยะทางการติดตั้งไกลสุดของสายจากตัวกล้องไปถึง

เครื่องบันทึกภาพไม่เพียงพอกับระยะทางที่แท้จริง เพราะสายแต่ละชนิดจะมีระยะทางการเดินไกลมากสุดกำหนดไว้อยู่ซึ่งปัญหาการติดตั้งที่ไม่ดีไม่มีคุณภาพเหล่านี้จะเป็นปัญหาที่สำคัญมากที่สุดทั้งในระยะสั้น และระยะยาวของการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ชุดอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดประกอบด้วยส่วนหลักๆ 4 อย่างได้แก่ ส่วนรับภาพ, ส่วนจัดการภาพ, ส่วนของสื่อนำสัญญาณ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ส่วนรับภาพ (ตัวกล้อง) ส่วนรับภาพ (ตัวกล้อง) จะมีประเภทและคุณสมบัติดังนี้

2.1.1 ตัวกล้องสีแบบมาตรฐาน (Standard Color Camera) จะเป็นตัวกล้องที่สามารถถอดเลนส์เปลี่ยนได้ส่วนใหญ่จะขายตัวกล้องแบบไม่รวมเลนส์เพราะจะได้ให้ลูกค้าเลือกใช้เลนส์ให้เหมาะสม กับพื้นที่ๆ ต้องการจับดูภาพ และตัวกล้องที่มีวางจำหน่ายในปัจจุบัน จะเป็นกล้องสีเกือบทั้งหมด สามารถติดตั้งตัวกล้องแบบนี้ได้ทั้งภายในอาคารสถานที่และภายนอกอาคารสถานที่ต้องติดตั้งกล่อง หุ้มกล้อง (Housing) ถ้าใช้ในพื้นที่ๆ มีฝุ่นหรือโดนฝนสาดได้แต่ตัวกล้องประเภทนี้จะต้องมีแสงสว่าง ช่วยในการจับภาพตลอดเวลาหากบริเวณนั้นไม่มีแสงสว่างเลยกล้องก็จะจับภาพไม่ได้

ภาพที่ 2-1 กล้องสีแบบมาตรฐาน

2.1.2 ตัวกล้องสีแบบอินฟราเรด (Weather Proof IR Camera) จะเป็นกล้องสีแบบมีดวงไฟอินฟราเรด ประกอบรวมกันอยู่ในตัวกล้อง สามารถจับภาพได้ทั้งในเวลาที่มีแสงสว่างปกติหรือไม่มีแสงสว่างเลยแบบมืดสนิท โดยหลอดเอลอีดีอินฟราเรด (IR LED) จะทำงานก็ต่อเมื่อตัวตรวจจับ (Sensor) ที่ตัวกล้องพบว่าแสงสว่างตรงบริเวณนั้นๆ มีไม่เพียงพอในการจับภาพก็จะสั่งให้ดวงหลอดไฟ เอลอีดีอินฟราเรดทำงานช่วยเพิ่มความสว่างแสงให้กับ ตัวกล้องทันทีแต่ภาพที่ได้จะเป็นภาพขาว-ดำ แทนภาพสีในเวลาที่มีแสงสว่างปกติตัวกล้องชนิดนี้ส่วนใหญ่จะขายพร้อมกับเลนส์แบบกำหนดตายตัว (Fixed Lens) คือ ตัวเลนส์จะไม่สามารถปรับหมุนมุมให้กว้าง หรือให้แคบได้ แต่ก็มีบางยี่ห้อที่ขายตัว กล้องอินฟราเรดมาให้พร้อมกับเลนส์แบบ ปรับความเหมาะสมอัตโนมัติ (Varifocal Auto Iris Lens) ซึ่งจะสามารถปรับหมุนมุมให้กว้างและแคบได้ ยังสามารถปรับแสงในการจับภาพย้อนแสงได้อีกทั้งตัวกล้องยังสามารถถอดเปลี่ยนเลนส์ได้อีกด้วย อีกหนึ่งข้อดีของตัวกล้องแบบอินฟราเรดคือ ตัวกล้องจะ ออกแบบมาเพื่อกันฝนสาด โดยมีหมวกให้บังแดด บังฝน ทำให้ไม่ต้องใส่กล่องหุ้มกล้องหากติดตั้งภายนอกอาคารสถานที่ หรือจะใส่กล่องหุ้มกล้องก็ได้

ภาพที่ 2-2 กล้องสีแบบอินฟราเรด (Weather Proof IR Camera)

2.1.3 ตัวกล้องสีแบบทรงโดม (Fixed Dome Color Camera) จะเป็นกล้องที่ติดตั้งหลบสายตา ผู้คนได้ดีเหมาะสำหรับพื้นที่ ที่ไม่ต้องการให้เห็นตัวกล้องเด่นชัดเกินไป ตัวกล้องมีรูปทรงแบบโดมเมื่อติดตั้งแล้วจะดูกลมกลืนกับฝ้าเพดานในห้องโถง หรือห้องอื่นภายในอาคารสถานที่หรือติดตั้งในลิฟต์ทั่วๆ ไปตัวกล้องส่วนใหญ่จะขายพร้อมเลนส์แบบจับภาพในมุมกว้าง ตัวกล้องมองภาพได้ในระยะใกล้สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคารที่มีที่บังฝนสาด แต่ตัวกล้องแบบโดมประเภทนี้จะต้องมีแสงสว่างช่วยในการจับภาพตลอดเวลา หากบริเวณที่ติดตั้งไม่มีแสงสว่างเลยกล้องแบบโดมนี้ก็จะจับภาพไม่ได้

ภาพที่ 2-3 ตัวกล้องสีแบบทรงโดม (Fixed Dome Color Camera)

2.1.4 ตัวกล้องสีอินฟราเรดแบบทรงโดม (Fixed IR Dome Color Camera) จะเป็นกล้องที่ติดตั้งหลบสายตาผู้คนได้ดี เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ไม่ต้องการให้เห็นตัวกล้องเด่นชัดเกินไป และตัวกล้องเป็นสีแบบมีดวงไฟอินฟราเรดประกอบรวมกันอยู่ในตัวกล้อง สามารถจับภาพได้ทั้งในเวลาที่มีแสงสว่างปกติ หรือไม่มีแสงสว่างเลยแบบมืดสนิท โดยอินฟราเรดจะทำงานก็ต่อเมื่อตัวตรวจจับที่ตัวกล้องพบว่าแสงสว่างตรงบริเวณนั้นๆ มีไม่เพียงพอในการจับภาพ ก็จะไปสั่งให้หลอดเอลอีดีอินฟราเรดทำงานช่วยเพิ่มความสามารถในการจับภาพให้กับตัวกล้องทันที แต่ภาพที่ได้จะกลับกลายเป็นภาพขาวดำแทนภาพสี ในเวลาที่มีแสงสว่างปกติตัวกล้องชนิดนี้ส่วนใหญ่จะขายมาพร้อมกับเลนส์แบบกำหนดตามตัว (Fixed Lens) คือตัวเลนส์จะจับภาพแบบมุมกว้างและมองภาพได้ในระยะใกล้สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคารที่มีที่บังฝน

ภาพที่ 2-4 ตัวกล้องสีอินฟราเรดแบบทรงโดม (Fixed IR Dome Color Camera)

2.1.5 ตัวกล้องซูมแบบมาตรฐาน (Fixed Zoom Color Camera) จะเป็นกล้องแบบรวมเลนส์ซูมไว้ภายในตัวกล้อง เรื่องการซูมกี่เท่าตัวและระยะการจับภาพขึ้นอยู่กับขนาดของเลนส์ที่ใช้ในตัวกล้อง เป็นกล้องที่ต้องมีแสงสว่างช่วยในการจับภาพตลอดเวลา เมื่อนำตัวกล้องนี้ไปต่อกับเครื่องบันทึกภาพ จะสามารถเรียกซูมดูภาพใกล้และไกลได้ โดยจะใช้ระบบซูมจากตัวเครื่องบันทึกภาพ หรือจะซื้อชุดแผง ควบคุม (PTZ Controller Keyboard) ที่ใช้ควบคุมเฉพาะมาใช้ได้ หรือหากต้องการติดตั้งให้ตัวกล้อง หมุนจับภาพได้ก็ต้องไปซื้ออุปกรณ์ฐานมอเตอร์หมุนได้ (Pan-Tilt) มาต่อกับตัวกล้อง แต่ต้องใส่กล่อง หุ้มกล้อง (Housing) ด้วยหากติดตั้งภายนอกอาคารสถานที่

ภาพที่ 2-5 กล้องซูมแบบมาตรฐาน (Fixed Zoom Color Camera)

2.1.6 ตัวกล้องแบบสปีดโดม (PTZ Speed Dome Camera) เป็นกล้องที่สามารถซูมจับภาพและหมุนแพนได้ 360 องศา การซูมภาพและจับภาพได้แบบกี่เท่าตัวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแต่ละตัวกล้อง และขนาดของเลนส์กล้องเป็นหลักตัวกล้องประเภทนี้ส่วนใหญ่จะทำเป็นรูปแบบทรงโดมขนาดใหญ่ หรือเล็กแล้วแต่รุ่นของกล้อง โดยตัวกล้องตัวเดียวจะรวมทั้งเลนส์แบบซูมและมอเตอร์หมุนแพนตัวกล้องไว้ในกล้องทั้งหมด สามารถที่จะใช้ระบบซูมดูภาพจากตัวเครื่องบันทึกภาพหรือจะซื้อแผงควบคุม (PTZ Controller Keyboard) ที่ใช้ควบคุมเฉพาะมาใช้ก็ได้ข้อดีของกล้องสปีดโดมคือ สามารถควบคุมการจับภาพ และดูภาพได้ตามจุดต่างๆที่ต้องการ สามารถดูได้ทั่วทุกๆ บริเวณพื้นที่ที่ติดตั้งตัวกล้องสปีดโดมชนิดนี้เพียงตัวเดียวจะมีทั้งแบบติดตั้งไว้ภายในสถานที่และแบบติดตั้งไว้ภายนอกสถานที่ให้เลือกใช้ แต่ข้อเสียคือตัวกล้องสปีดโดมจะมีราคาแพงกว่ากล้องธรรมดาทั่วไปหลายสิบเท่าตัว

ภาพที่ 2-6 ตัวกล้องแบบสปีดโดม (PTZ Speed Dome Camera)

2.1.7 ตัวกล้องแบบไร้สาย (Wireless IP Camera หรือ IP Camera) จะเป็นตัวกล้องที่มีการนำเอาเทคโนโลยีเสียงไร้สาย (Wireless LAN Audio) มาใช้ในตัวกล้องทำให้ไม่ต้องติดตั้งเดินสายนำสัญญาณภาพจากตัวกล้องไปต่อเข้าเครื่องบันทึกภาพให้ยุ่งยาก เพราะตัวกล้องจะทำงานแบบไร้สายและไม่ต้องต่อเข้าเครื่องบันทึกภาพในการบันทึกภาพ เพราะมีซอฟต์แวร์ให้ใช้งานบนระบบเครือข่ายโดยสามารถตั้งค่าการควบคุมภาพและดูภาพจากตัวกล้องผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือดูผ่านที่มือถือที่รองรับระบบ 3G ได้ แต่กรณีที่ต้องติดตั้ง เดินสายนำสัญญาณจากกล้องไปต่อเข้าเครื่องบันทึกภาพก็สามารถทำได้เพราะที่ตัวกล้องแบบไร้สายนี้จะมีขั้วให้ต่อสายแบบยูทีพี (UTP) แต่ตัวกล้องชนิดนี้ที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ไม่ค่อยมีความเสถียรในการใช้งานแบบไร้สายเท่าที่ควร และมีราคาที่สูงกว่ากล้องแบบธรรมดาอยู่มาก

ภาพที่ 2-7 ตัวกล้องแบบไร้สาย (Wireless IP Camera หรือ IP Camera)

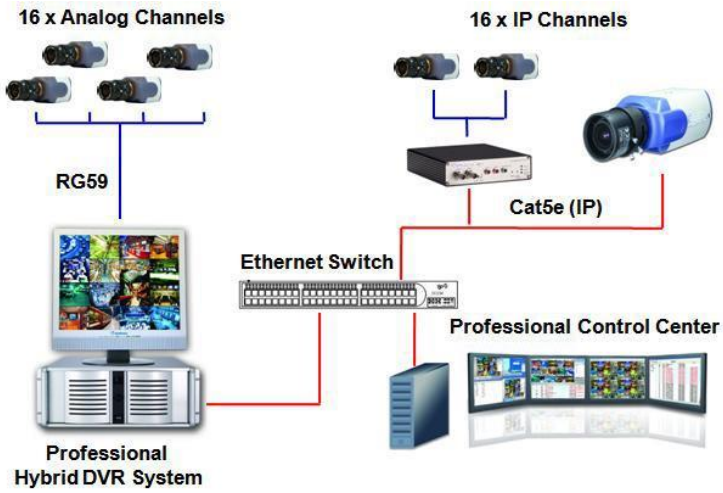
2.2 การจัดการภาพและสื่อนำสัญญาณสำหรับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

2.2.1 ส่วนจัดการภาพ

2.2.1.1 เครื่องบันทึกสัญญาณภาพ (Recorder) ปัจจุบันจะนิยมใช้เครื่องบันทึกสัญญาณภาพที่เป็นระบบดิจิตอล (Digital Video Recorder) เนื่องจากสะดวก ประหยัด และมีคุณภาพในการบันทึกดีกว่าระบบเทป โดยปกติจะมีรุ่นที่มีช่องต่อตัวกล้องได้ในแบบ 4, 8, 9, 12, 16, 24, 32, 48 และ 64 ช่อง ในการ 27 ต่อใช้งานกล้องส่วนเครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลจะมีทั้งแบบที่เป็นการ์ด (DVR Card) กับ ไม่มีคอมพิวเตอร์(Non-PC DVR) และแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (PC-Based DVR) เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบการ์ด (DVR Card) หรือการ์ดแคปเจอร์ (Capture Card) จะติดตั้งลงในเครื่องคอมพิวเตอร์พื้นฐานทั่วไปคุณสมบัติของเครื่องตามแต่การ์ดดีวีอาร์ กำหนดไว้และจะมีซอฟต์แวร์แถมมาให้พร้อมกับตัวการ์ดในการใช้งานควบคุมระบบกล้องวงจรปิด และจะมีการ์ดให้เลือกต่อกล้องใช้งานทั้งแบบรุ่น 4, 8, 12 และ 16 ช่อง ในการต่อตัวกล้องเข้าใช้งานจะบันทึกภาพลงในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งการ์ด ปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวการ์ดและซอฟต์แวร์ให้ผู้ซื้อสามารถดูภาพจากกล้องผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ โดยการต่อเชื่อมกับผู้ให้บริการ (ISP) ที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงทั่วๆ ไป ส่วนคุณสมบัติในการแสดงผลของภาพจากตัวกล้องที่ฉายออกไปจอมอนิเตอร์ หรือจอทีวี และคุณสมบัติในการบันทึกภาพลงฮาร์ดดิสก์กับฟังก์ชันการจัดการระบบกล้องหรือฟังก์ชันการใช้งานระบบก็แล้วแต่รุ่นและยี่ห้อของตัวการ์ด เรื่องการใช้งานระบบการ์ด ดีวีอาร์นี้ผู้ใช้จะต้องมีความรู้เรื่องระบบคอมพิวเตอร์มากพอสมควร ถ้าผู้ใช้มีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์น้อยก็จะมีปัญหาในการใช้งานได้และเรื่องความเสถียรในการเปิดใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ให้บันทึกภาพจากกล้องแบบ 24 ชั่วโมง จะไม่เทียบเท่าเครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอล แบบนอนพีซีและพีซีเบส

ภาพที่ 2-8 เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบการ์ด (DVR Card)

เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบไม่มีคอมพิวเตอร์ (Non-PC DVR หรือ Standalone DVR)จะเป็นเครื่องที่ถูกออกแบบมาให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไป โดยรูปทรงตัวเครื่องและหน้าจอกับปุ่มกดควบคุมต่างๆ จะเหมือนกับพวกเครื่องเล่นซีดีหรือดีวีดีทั่วไป มีซอฟต์แวร์สำเร็จรูปแถมมาให้พร้อมกับ ตัวเครื่อง ระบบบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบนี้จะมี ช่องระบายอากาศและพดัลมระบายความร้อนภายในตัวเครื่องมีรุ่นต่อกล้องได้แบบ 4, 8, 9 และ 16 ช่อง ในการต่อตัวกล้องเข้าใช้งาน และมีช่องต่อใส่ฮาร์ดดิสก์ในเครื่องเพื่อบันทึกภาพ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบและซอฟต์แวร์ให้ผู้ซื้อสามารถดูภาพจากตัวกล้องผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ระบบบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบนี้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องระบบคอมพิวเตอร์มากก็ได้เพราะใช้งานง่ายและไม่ยุ่งเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์มากเท่าไหร่ ส่วนเรื่องความเสถียรในการเปิดใช้งานตัวเครื่อง เพื่อให้บันทึกภาพจากกล้องแบบตลอดต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงจะดีกว่าแบบการ์ดมาก เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (PC-Based DVR) จะเป็นเครื่องที่มีระบบอุปกรณ์เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป ตัวเครื่องจะประกอบสำเร็จมาจากโรงงานที่ผลิต และมีช่องระบายอากาศกับระบบพดัลมระบายความร้อนที่ดีรองรับการทำงานระบบได้แบบต่อเนื่อง มีรุ่นที่รองรับการต่อกล้องได้ทั้งแบบ 4, 8, 16, 24, 32, 48 และ 64 ช่อง จะมีซอฟต์แวร์สำเร็จรูปแถมรวมมาให้พร้อมกับเครื่อง สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเพื่อดูภาพจากตัวกล้องผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ส่วนเรื่องการใช้งานหากผู้ใช้ไม่มีพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ก็จะมีปัญหามาก ในเรื่องของฟังก์ชันการดูภาพผ่านมอนิเตอร์หรือการโปรแกรมควบคุมระบบและการบันทึกภาพของเครื่องแบบนี้จะมีฟังก์ชันและระบบบันทึกภาพที่สูงกว่าแบบการ์ดและแบบไม่มี คอมพิวเตอร์แต่ราคาก็จะสูงขึ้น



ภาพที่ 2-9 เครื่องบันทึกสัญญาณภาพระบบดิจิตอลแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (PC-Based DVR)

2.2.1.2 จอรับภาพ (Monitor) ส่วนแสดงผลการดูภาพจากกล้องควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งานและการรองรับของเครื่องบันทึกภาพปัจจุบัน สามารถเลือกจอรับภาพต่อมาใช้ได้หลายแบบ จอรับภาพแบบกล้องวงจรปิด (CCTV Monitor) จะเป็นมอนิเตอร์ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้งานในระบบกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ และจะมีความละเอียดในการแสดงภาพสูง เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความละเอียดสูง จอภาพที่มีอายุการใช้งานยาวนานเหมาะกับการเปิดแสดงผลตลอด 24 ชั่วโมง จอรับภาพแบบซีอาร์ที (CRT Monitor: Cathode Ray Tube Monitor) การทำงานของจอประเภทนี้จะทำงานโดยอาศัยหลอดภาพที่สร้างภาพ โดยการยิงลำแสงอิเล็กตรอนไปยังที่ผิวหน้าจอที่มีสารพวกสารประกอบของฟอสฟอรัสฉาบอยู่ที่ผิว ซึ่งจะเกิดภาพขึ้นมาเมื่อสารเหล่านี้เกิดการเรืองแสงขึ้นมาเมื่อมีอิเล็กตรอนมากระทบ ซึ่งในส่วนของจอแบบชาโดว์มาส์ก (Shadow Mask) จะมีการนำโลหะที่มีรูเล็กๆ มาใช้ในการกำหนดให้แสงอิเล็กตรอนยิงมาได้ถูกต้องและแม่นยำมาก ซึ่งระยะห่างระหว่างรูนี้เรียกว่าดอทพิทส์ (Dot Pitch) ซึ่งในรูนี้จะมีสารประกอบของฟอสฟอรัสวางเรียงกันอยู่เป็น 3 จุด 3 มุม โดยแต่ละจุดจะเป็นสีของแม่สีนั้นก็คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งแต่ละจุดนี้เรียกว่า เธรด (Triad) ในส่วนของจอแบบทิรนิทรอน (Trinitron) จะมีการทำงานที่เหมือนกัน แต่ต่างกันที่ไม่ได้ใช้โลหะเป็นรูแต่จะใช้โลหะที่เป็นเส้นเล็กๆ ขึงพาดไปตามแนวตั้งเพื่อที่จะให้อิเล็กตรอน นั้นตกกระทบกับผิวจอที่มีสารประกอบของฟอสฟอรัสได้มากขึ้น จอรับภาพแบบแอลซีดี(LCD Monitor: Liquid Crystal Display) การทำงานนั้นจะไม่เหมือนกับจอแบบแรกซึ่งการแสดงภาพนั้นจะซับซ้อนการทำงานนั้นอาศัยหลักของการใช้ความร้อนที่ได้จากขดลวดมาทำการเปลี่ยนและบังคับให้ผลึกเหลวแสดงสีต่างๆ ออกมาตามที่ต้องการ ซึ่งการแสดงสีนั้นจะเป็นไปตามที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานของแต่ละบริษัท จึงทำให้จอแบบแอลซีดีมีขนาดที่บางกว่าจอแบบซีอาร์ทีอยู่มาก อีกทั้งยังกินไฟน้อยกว่า จึงทำให้ผู้ผลิตนำไปใช้งานกับ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนที่ทำให้เครื่องมีขนาดที่บางและเล็กสามารถพกพาไปได้สะดวก จอรับภาพแบบทีวี (TV) โทรทัศน์ธรรมดานิยมนำมาใช้ดูภาพในระบบกล้องวงจรปิดเพราะ จะมีราคาถูกกว่ามอนิเตอร์แบบกล้องวงจรปิดแถมยังใช้ดูรายการโทรทัศน์ต่างๆ ทั่วไปได้อีกด้วย เหมาะกับลูกค้าบ้าน หรืออาคารเล็กๆ ทั่วไปจอรับภาพแบบทีวีแอลซีดี (LCD TV) เป็นโทรทัศน์ธรรมดา แต่มีจอเป็นแอลซีดีซึ่งจะให้ความละเอียดของภาพแบบเป็นธรรมชาติแต่จอรับภาพแบบทีวีแอลซีดีจะมีราคาที่แพงกว่าจอรับภาพแบบทีวีธรรมดาทั่วไปมากถ้าเทียบกันที่นิ้วต่อนิ้วของขนาดจอและส่วนใหญ่จะไม่นิยมนำมาใช้รวมกับการฉายภาพให้ดูจากระบบกล้องวงจรปิด เพราะราคาสูงเกินไปและยังสู้จอรับภาพแบบกล้องวงจรปิดที่ทำมาสำหรับใช้กับงานระบบกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะไม่ได้ในหลายๆ ด้าน

ภาพที่ 2-10 จอรับภาพแบบทีวีแอลซีดี (LCD TV)

2.2.2 ส่วนของสื่อนำสัญญาณ

2.2.2.1 สายนำสัญญาณภาพปกติระบบกล้องวงจรปิดจะต้องใช้สื่อสายนำสัญญาณภาพเท่านั้น เนื่องจากสายนำสัญญาณจะมีความเร็วในการส่งสัญญาณที่ดีมีลวดถักหุ้มฉนวนสายยางอีกชั้น (shield) ป้องกันสัญญาณรบกวน สายที่นิยมนำมาใช้ดินติดตั้งในระบบกล้องวงจรปิดคือ สายอาร์จี59 (RG59), อาร์จี6 (RG6), อาร์จี11 (RG11), ยูทีพี (UTP) หรือ สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) การเลือกใช้สายแต่ละประเภทก็ต้องขึ้นอยู่กับระยะทางในการเดินสายจากตัวกล้องไปถึงเครื่องบันทึกภาพว่าระยะเท่าไหร่ เลือกใช้สายให้ถูกกับระยะทางโดยดูจากคุณสมบัติระยะทางไกลสุดของสายแต่ละประเภท อีกประการที่สำคัญคือการรองรับการใช้สายของตัวกล้องว่ารองรับสายประเภทใด และไม่ควรใช้คุณสมบัติของสายที่ต่ำกว่าระยะติดตั้งจริง ระบบกล้องวงจรปิดแบบเดินสายจะมีความปลอดภัยสูงมากกว่าระบบกล้องวงจรปิดแบบไร้สาย (IP CAMERA) ที่ใช้คลื่นวิทยุเพราะจะมีโอกาสถูกลักลอบแอบดูดภาพได้โดยง่าย เนื่องจากคลื่นสัญญาณภาพจะแพร่กระจายไปทั่วยากที่จะป้องกันการลักลอบดักสัญญาณ และมีโอกาสถูกคลื่นสัญญาณรบกวนได้สูง

2.2.2.2 หัวข้อต่อ (Connector) อุปกรณ์หัวข้อต่อเสียบเข้าตัวกล้องและเครื่องบันทึกภาพจะใช้ในการต่อกับ ปลายสายนำสัญญาณภาพทั้ง 2 ข้าง โดยปลายสายข้างหนึ่งจะต่อเข้ากับตัวกล้อง และปลายอีกข้างจะต่อเข้ากับ เครื่องบันทึกภาพ หัวข้อต่อที่นิยมใช้คือ บีเอ็นซีชนิดเอฟ (BNC F Type), หัวข้อต่อชนิดเอฟ (F Type), หัวข้อต่อ ชนิดเอฟคู่ (F Type Coupling), หัวข้อต่อบีเอ็นซีแปลงอาร์ซีเอตัวเมีย (BNC to RCA Female), หัวข้อต่อบีเอ็นซีแปลงอาร์ซีเอตัวผู้ (BNC to RCA male), หัวข้อต่อบีเอ็นซีคู่ (BNC Coupling), หัวข้อต่ออาร์ซีเอชนิดเอฟ (RCA F Type), หัวข้อต่อบีเอ็นซีเกลียว (BNC Twist) เป็นต้น

2.2.2.3 อุปกรณ์แปลง (Converter) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยแปลงของสัญญาณสาย เช่น อุปกรณ์แปลง สายโคแอคเชียลเป็นยูทีพี (Coaxial to UTP Converter Transmitter/Receiver) หรือ อุปกรณ์แปลงสาย อาร์จี 6 เป็นยูทีพี (RG6 to UTP Video Media Converter) และอุปกรณ์แปลงสัญญาณของภาพเช่น บูสเตอร์ (BOOSTER), อุปกรณ์แปลงวิดีโอเป็นวีจีเอ (VDO to VGA) หรือ อุปกรณ์แปลงพีซีเป็นทีวี (PC to TV) เป็นต้น

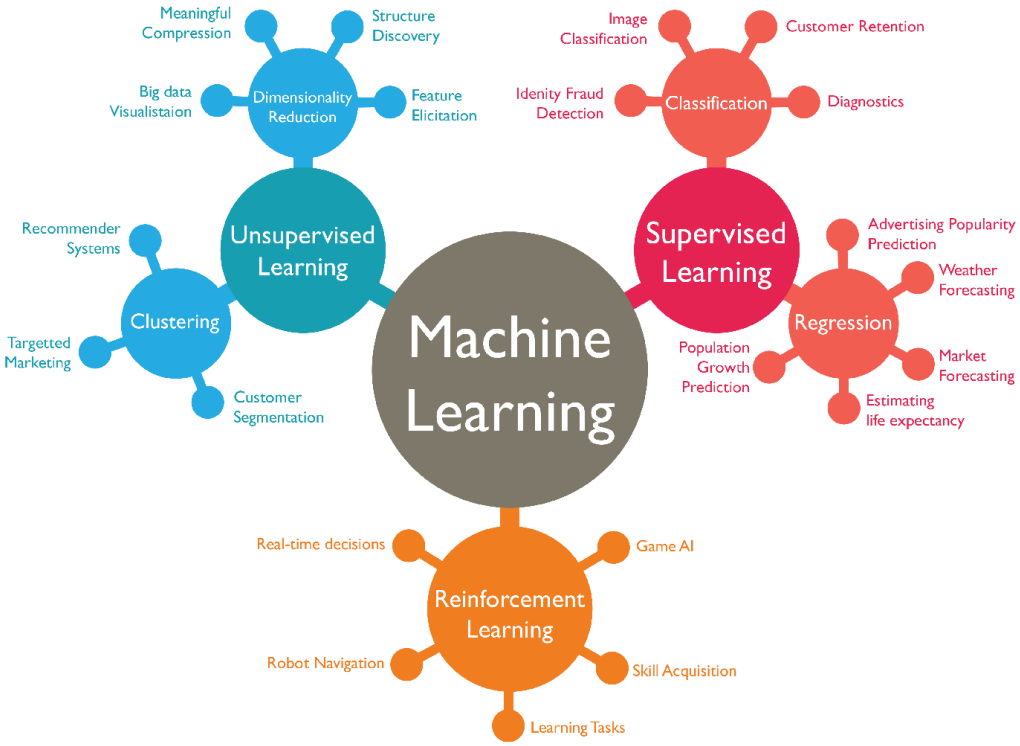
2.2.2.4 แหล่งจ่ายไฟและสายไฟสำหรับจ่ายไฟเลี้ยงตัวกล้อง ส่วนของแหล่งจ่ายไฟจะขึ้นอยู่กับตัวกล้องว่ารับการจ่ายไฟแบบใด โดยปกติจะมีแบบ 12 โวลต์กระแสตรง, 24 โวลต์กระแสสลับ และ 220 โวลต์กระแสสลับ ถ้าตัวกล้องใช้ไฟเลี้ยงแบบ 12 โวลต์กระแสตรง ต้องใช้หม้อแปลงไฟ (Adaptor) ในการแปลงไฟจ่ายไฟเลี้ยงตัวกล้อง หรือตู้ควบคุมแปลงไฟรวมต่อเดินสายไปจ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัวกล้อง ถ้าตัวกล้องใช้ไฟแบบ 220 โวลต์กระแสสลับ ก็เดินไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ ไปทำปลั๊กต่อได้เลยแต่ปัจจุบันนี้กล้องแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ กระแสสลับจะมีน้อย

2.2.2.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ในบางครั้งการใช้งานที่เป็นระบบใหญ่ๆ หรือในสภาพที่แวดล้อมมีความต้องการที่แตกต่างจากปกติก็จะมีอุปกรณ์เสริมพิเศษอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น กล่องหุ้มกล้อง (Housing) สำหรับกล้องที่ต้องการป้องกันแดด ป้องกันฝน หรือฝุ่นละอองต่างๆ จะมี 2 แบบ กล่องหุ้มกล้องแบบธรรมดา จะมีทั้งแบบเปิดฝาข้างและเปิดฝาด้านหลังกล่องใส่ตัวกล้อง กล่องหุ้มกล้องแบบมีพัดลมระบายความร้อนในกล่อง มีทั้งแบบเปิดฝาข้างและเปิดฝาด้านหลังกล่องกล่องหุ้มกล้องแบบทรงโดม มีฐานรองยึดเพดานกับโคมโดมแยกจากกันเพื่อเปิดใส่ตัวกล้อง 32 ขายึดตัวกล้อง (Bracket) สำหรับติดยึดตัวกล้องหรือติดยึดกล่องหุ้มกล้อง มีหลากหลายแบบให้เลือกเช่น แบบขาพลาสติกแบบขาอลูมิเนียม หรือแบบขาเหล็กฐานรองหมุนตัวกล้อง (Pan-Tilt) เป็นฐานรองหมุนต่อกับตัวกล้องให้สามารถควบคุมหมุนจับภาพได้จะมีทั้งแบบติดตั้งภายในสถานที่และแบบติดตั้งภายนอกสถานที่ กล่องเครื่องควบคุมการหมุน (Controller) มีทั้งแบบเป็นกล่องและแบบเป็นคีย์บอร์ด

2.3 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI)

Machine Learning เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากชุดข้อมูล (data set) เพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์ มีความฉลาดมากยิ่งขึ้นในการเรียนรู้ ทำนาย หรือแก้ไขปัญหาโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบโดยอาศัยหลักการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้และจดจำในรูปแบบของสมการเงื่อนไข หรือตัวเลข เรียกว่า “อัลกอริทึม (algorithm)” ซึ่งเป็นคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อรองรับข้อมูลนำเข้า (input)

ประมวลผลข้อมูลตามเงื่อนไข สมการ หรือ ข้อกำหนดที่ถูกออกแบบจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล (data scientist) เพื่อให้ได้สมการในการทำนาย หาความสัมพันธ์ หรือแยกองค์ประกอบของข้อมูลได้ในรูปแบบอัตโนมัติ เพื่อให้ผลการทำนายที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ สมการจะต้องได้รับการเรียนรู้เงื่อนไขในการทำนายจากข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเพื่อให้อัลกอริทึมสามารถเรียนรู้และจดจำเงื่อนไขเพื่อใช้สำหรับการทำนาย เพื่อส่งออกผลของการทำนาย (output) โดย Machine Learning มีหลายประเภท ได้แก่



ภาพที่ 2-11 ประเภทของ Machine Learning

หมายเหตุ. จาก https://towardsdatascience.com/machine-learning-types-2-c1291d4f04b1

2.3.1 Supervised learning

เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยให้อัลกอริทึมเรียนรู้จากข้อมูลที่มีการระบุป้ายกำกับเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถแก้ปัญหา ตัดสินใจ ตามเงื่อนไขอะไรบางอย่าง เช่น การวิเคราะห์ความถดถอย (regression) การแบ่งกลุ่ม (classification) เป็นต้น

2.3.2 Unsupervised learning

เป็นการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอนหรือป้ายกำกับข้อมูล เช่น การจำแนกกลุ่มของข้อมูล (clustering) ที่ไม่มีกฎชัดเจน เป็นต้น

2.3.3 Semi-supervised learning

เป็นการรวมทั้งสองประเภททั้งที่มีและไม่มีป้ายกำกับ เช่น ถ้าเป็นข้อมูลที่ตรงตามที่เคยเรียนรู้มาให้ทำนายโดยใช้รูปแบบ Supervised learning แต่หากไม่พบหรือไม่แน่ใจในการทำนายข้อมูลให้เปลี่ยนไปใช้แบบ Unsupervised learning เป็นต้น

2.3.4 Reinforcement Learning

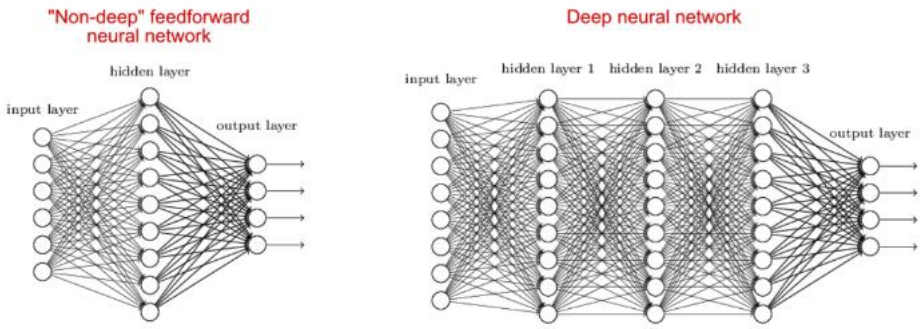
เป็นการเรียนรู้ตามสภาพแวดล้อมผ่านการให้รางวัล ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนาเกมส์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทุกการเคลื่อนไหวของระบบคอมพิวเตอร์ และคำนวณเส้นทางเดินตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น การทำงานของหุ่นยนต์ การเล่นเกมส์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.3.5 Association Analysis

เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เพื่อสร้างเป็นความสัมพันธ์

จะเห็นว่า Machine Learning มีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของของนักวิจัย ในปัจจุบันถูกนำมาใช้ในงานวิจัยที่หลากหลายประเภท ทั้งงานวิเคราะห์ข้อมูล งานด้านอุตสาหกรรม เกมส์คอมพิวเตอร์ การเรียนรู้ภาษาธรรมชาติ หุ่นยนต์บริการ

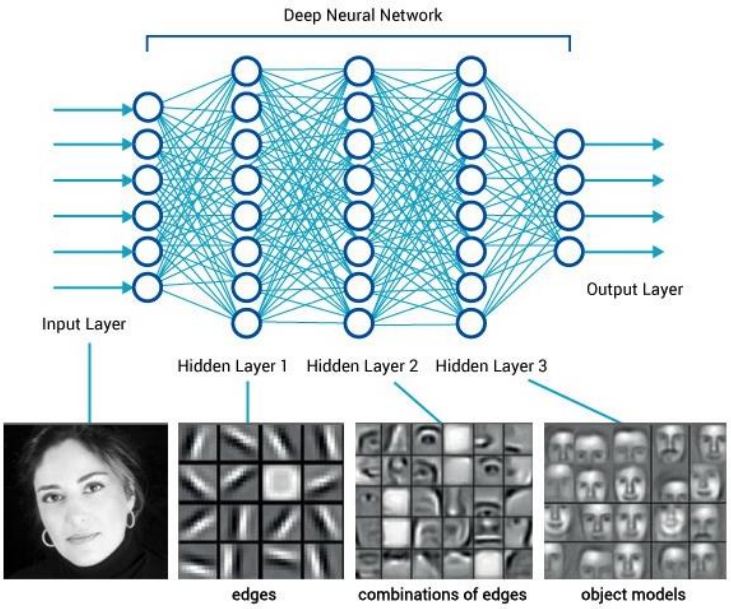
Deep Learning เป็นวิธีการหนึ่งในกระบวนการของ Machine Learning เพื่อใช้สำหรับสร้างระดับของการเรียนรู้ ตั้งแต่การแยกองค์ประกอบในระดับพื้นฐาน ไปจนจำแนกลักษณะเฉพาะของวัตถุ เช่น ตา คิ้ว ปาก ชนิดของพืช ประเภทของสัตว์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละระดับมีความสัมพันธ์กันและมีการนำเทคโนโลยีเครือข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) เข้ามาช่วยในการเลือกและจัดการความสัมพันธ์ของแต่ละระดับที่มีความซับซ้อน เช่น การจัดกลุ่มขององค์ประกอบที่อยู่ภายในภาพ การจดจำองค์ประกอบและจำแนกชนิดขององค์ประกอบของภาพ เป็นต้น



ภาพที่ 2-12 ตัวอย่าง Deep Learning

หมายเหตุ. จาก https://medium.com/@athivvat/deep-leaning-คืออะไร-785e16d01773

โครงข่ายประสาทเทียมนั้นเป็นแนวคิดที่อาศัยหลักการทำงานมาจากโครงข่ายใยประสาทของมนุษย์เพื่อเชื่อมโยงกลุ่มเซลล์ประสาทเพื่อให้สามารถรับรู้สิ่งต่างๆ และนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือตัดสินใจเหมือนมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีชุดข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้เพื่อป้อนเข้าไป (input layer) เพื่อให้สกัดคุณสมบัติของข้อมูลและประเมินความสัมพันธ์เป็นลำดับชั้น (hidden layer) ซึ่งลำดับชั้นจะลึกลงไปเรื่อยๆ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของข้อมูล ซึ่งสุดท้ายแล้วจะได้เป็นผลการทำนาย ข้อมูล ผลสรุป หรือองค์ความรู้ (output) เพื่อใช้เป็นสมการไว้สำหรับทำนายข้อมูลชุดอื่นในรูปแบบเดียวกัน เช่น การเรียนรู้และจดจำใบหน้า การแยกประเภทของสัตว์ การแบ่งกลุ่มของอายุจากใบหน้า เป็นต้น

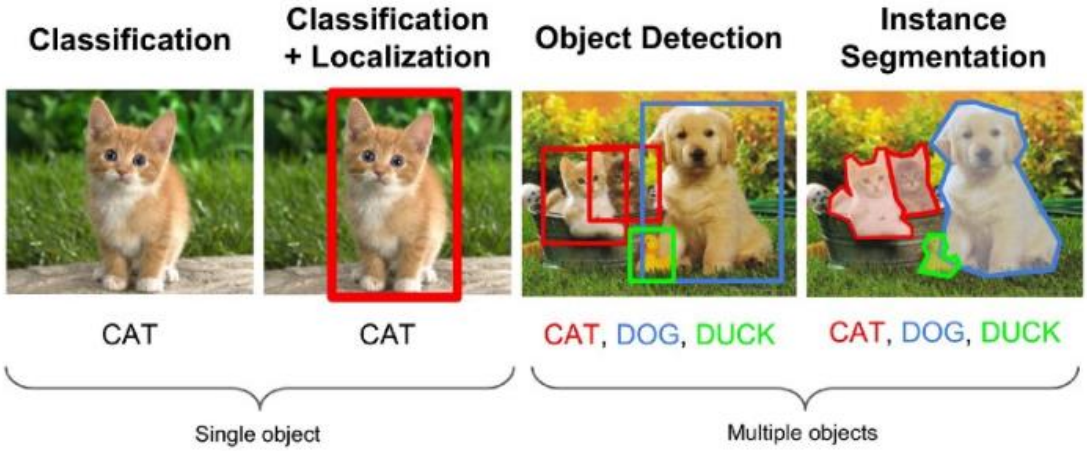


ภาพที่ 2-13 ตัวอย่าง Deep Learning สำหรับการเรียนรู้และจดจำใบหน้า

หมายเหตุ. จาก https://medium.com/@athivvat/deep-leaning-คืออะไร-785e16d01773

2.4 การตรวจจับและจำแนกวัตถุด้วย Deep Learning

Deep Learning มีอัลกอริทึมและเครื่องมือที่หลากหลายในการสร้างลำดับชั้นและเทคนิคของการเรียนรู้ขึ้นอยู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัย อัลกอริทึมสำหรับการจำแนกหรือแบ่งกลุ่มวัตถุ (classification algorithms) ที่ได้รับความนิยมได้แก่ Decision Tree, Rule Base, Naïve Bayesian, Convolutional Neural Network (CNN), K Nearest Neighbor (KNN), Multilayer Perceptron (MLP), Support Vector Machine (SVM), Region-based Convolutional Network (R-CNN) [1], Fast Region-based Convolutional Network (Fast R-CNN) [2], Faster Region-based Convolutional Network (Faster R-CNN) [3], Region-based Fully Convolutional Network (R-FCN) [4] , You Only Look Once (YOLO), Single-Shot Detector (SSD), Neural Architecture Search Net (NASNet), Deep Belief Networks (DBN) และอื่น ๆ เป็นต้น จะเห็นว่าอัลกอริทึมมีให้เลือกใช้หลากหลายมาก แต่ละอัลกอริทึมมีวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งประสิทธิภาพของการจำแนกขึ้นอยู่กับการสกัดคุณลักษณะของวัตถุ (feature engineering) และการปรับเกณฑ์ของสมการในการจำแนก



ภาพที่ 2-14 การจำแนกวัตถุ

หมายเหตุ. จาก https://medium.com/comet-app/review-of-deep-learning-algorithms-for-object-detection-c1f3d437b852

ช่วงหลายปีที่ผ่านมา Convolutional Neural Network เป็นสถาปัตยกรรมเครือข่ายประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมสำหรับจำแนกองค์ประกอบโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ [5] ซึ่งสามารถนำเสนอลำดับชั้นที่อยู่ภายในเครือข่ายที่กำหนด สามารถเรียนรู้คุณลักษณะจำนวนมากเพื่อแสดงถึงความคล้ายคลึงกันของพื้นที่ที่พบภายในภาพ และมีการนำเสนอบทความวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม [6] [7]

ในปี 2018 Stefan Schneider และคณะ ได้ทำการวิจัยโดยใช้ Deep Learning ในการตรวจจับวัตถุที่อยู่ในภาพ เพื่อใช้สำหรับการตรวจหาสัตว์แล้วจำแนกประเภทจากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ ใช้ชุดข้อมูลสัตว์เพื่อนำมาใช้ในการแยกประเภทและสอนให้ระบบเรียนรู้ในการจำแนกประเภทสัตว์ โดยใช้อัลกอริทึม Faster R-NN และเปรียบเทียบกับ YOLO2.0 เพื่อทำนายประเภทของสัตว์จากชุดข้อมูลใหม่ ซึ่งได้ผลประสิทธิภาพของการทำนายที่ระดับ 93.0% และ 76.7% ตามลำดับ [6]

ในปี 2018 Noor Mualla และคณะได้ทำการวิจัยเพื่อใช้ Deep Learning ในการประมาณอายุจากใบหน้าด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของภาพ เพื่อการวิเคราะห์ภาพโดยการประมาณตามกลุ่มของอายุ โดยใช้ Super Vector Machine : SVM และ K-Nearest Neighbors : K-NN ทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในเครื่องขายอัตโนมัติ หรือเครื่องหยอดเหรียญ เช่น เครื่องขายสุราบุหรี่ แบบอัตโนมัติ ที่จะต้องมีการระบุระดับอายุของผู้ซื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถระบุกลุ่มของใบหน้าตามกลุ่มอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Work)

This section reviews several algorithms that have recently been used for license plate detection and recognition in different countries. For example, Montazzolli and Jung [5] developed a real-time Brazilian license plate detection and recognition using deep convolutional neural network architectures. A publicly available dataset of Brazilian plates was utilized. The authors claimed that the system could detect and recognize all seven characters correctly. The segmentation of each character can reach an accuracy of 99%, and the recognition of the character has an accuracy of 93%.

Laroca et al. [8] introduced a real-time automatic license plate recognition based on the YOLO detector. This research studies the detection and recognition of vehicle license plate numbers from video input data. At the first step, the plate numbers were detected using YOLOv2 and Fast-YOLO with 99% and 97.3% accuracy, respectively. The next step applied the CNN to segmentation and recognition of the character, with a recognition rate of 78.33% [8].

Agbemenu et al. [9] proposed an automatic license plate number recognition system using OpenCV and Tesseract OCR engines. The authors of this research used edge detection and feature detection techniques to locate the plate. The Tesseract OCR engine was used to identify the detected characters. The accuracy of license plate detection reached 90.8% and 60% for the plate number recognition.

Hendry and Chen [10] presented an automatic license plate recognition system via sliding window darknet YOLO Deep Learning and formed a tiny YOLO with 13 convolution layers. The plate number detection and recognition could reach 98.22% and 78% accuracy.

Setiyono et al. [11] presented a vehicle plate number recognition using YOLOv3 to automate the process of character and number identification from the license plate. The highest number plate recognition accuracy obtained 88%, and the character recognition accuracy was 98.2%.

Based on the above reviews, most techniques utilize a combination of algorithms classified into three stages: 1) license plate detection (CNN [5], ANN, YOLO [8] [10], template matching [9] and edge detection [9]); 2) character segmentation (CNN [8], YOLO [10] [11] and OpenCV [9]); and 3) character recognition (CNN [8], YOLO [10] [11] and OCR Engine [9]). Therefore, this research proposes license plate detection from CCTV images using the YOLOv4 method for character segmentation, OpenCV for contour extraction, and Tesseract OCR engine for character recognition.

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การเตรียมการวิจัย (Planning and Requirement Analysis)

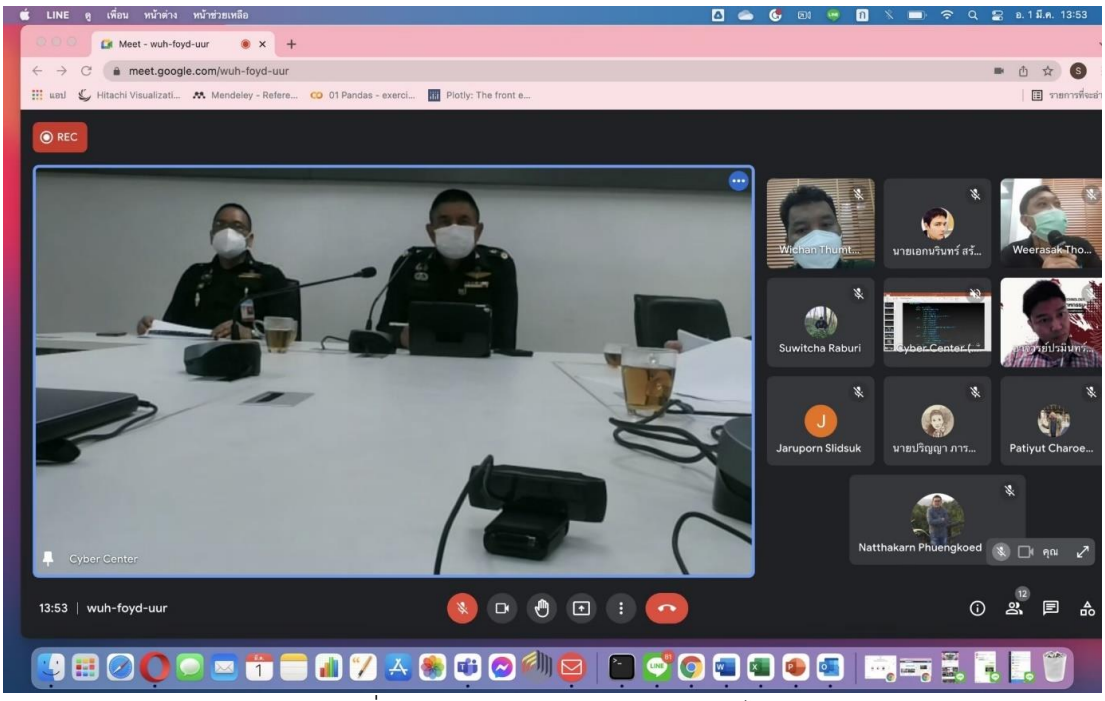
ในการดำเนินการเตรียมการวิจัย เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะทำงานได้ดำเนินการประชุมวางแผนเพื่อการบริหารจัดการโครงการให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยได้แบ่งหัวข้อออกเป็นดังนี้

3.1.1 จัดทำแผนการดำเนินงาน

คณะทำงานที่ปรึกษาร่วมกับคณะทำงานวิจัยของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้จัดประชุมเพื่อติดตามงาน วางแผนการดำเนินการ และการให้คำปรึกษาในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) แบบที่ 1 ประกอบด้วย การออกแบบด้าน Hardware, Software และ ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ตลอดจนแผนในการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดในแบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว ในระยะแรก ซึ่งรวมไปถึงแผนดำเนินการติดตั้งและทดสอบ

ในการนี้คณะทำงานที่ปรึกษาได้จัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการ ในหัวข้อเรื่อง Getting Start with Embed AI on Nvidia Jetson เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อแนะนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การเขียนซอฟต์แวร์ การเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับการประมวลผลภาพและวิดีโอแบบเรียลไทม์ และอื่นๆ รายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 3-1 ประชุมติดตามงานแบบออนไลน์



ภาพที่ 3-2 ประชุมติดตามงานแบบออนไลน์

จากการประชุมเพื่อดำเนินงานโครงการ ซึ่งได้จัดทำแผนดำเนินงานโครงการ (Project Plan) เพื่อจัดทำตารางเวลา รายละเอียด และขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ โดยแบ่งเป็นแผนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนแสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 3-1

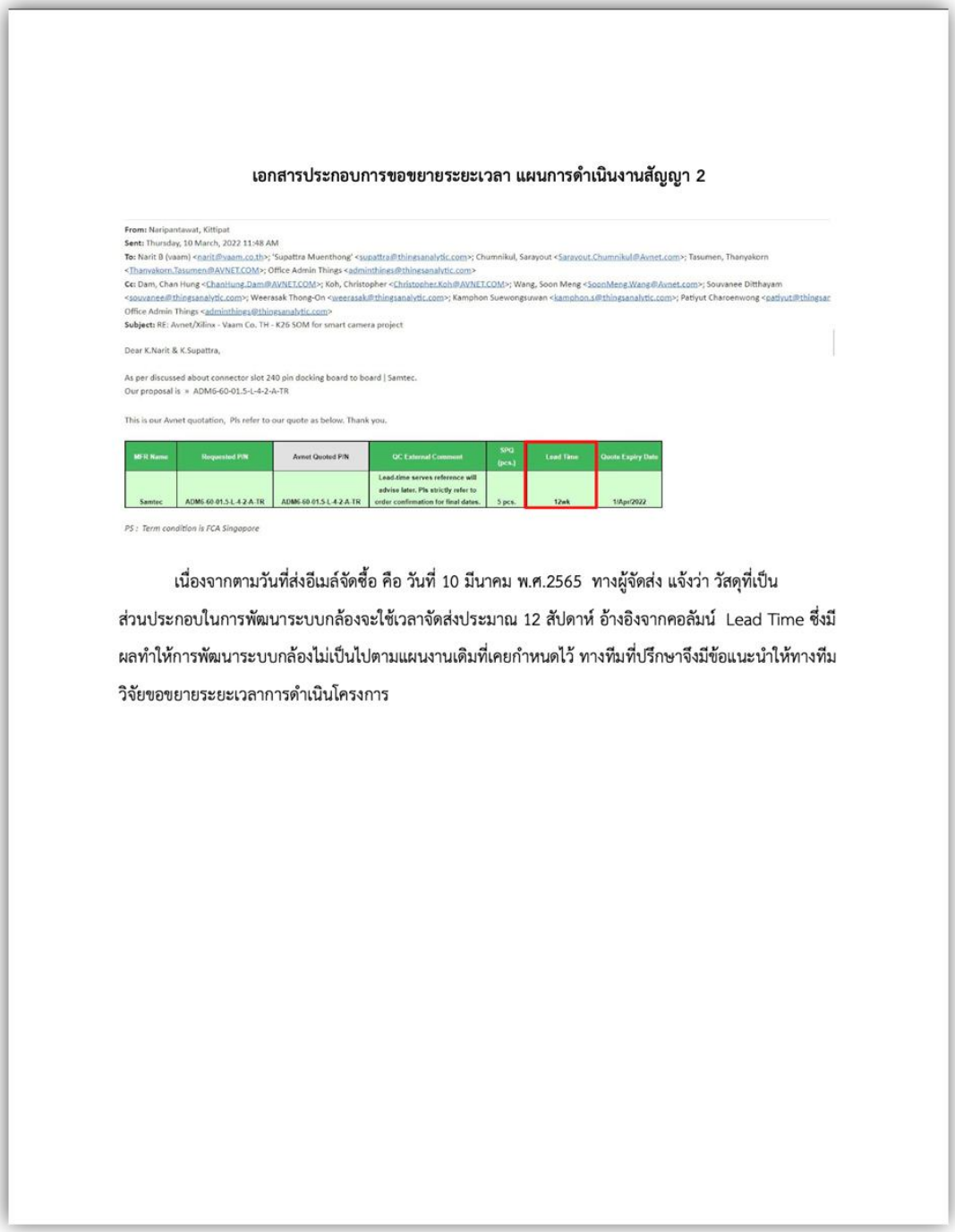
ตารางที่ 3-1 แผนการดำเนินงาน (Project Plan)

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาดำเนินงานจริง/ ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	สถานะ การดำเนินงาน
1	การจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน (Project Plan)	1 ก.ค. 64 - 14 ส.ค. 64	2 ก.ค. 64 - 14 ส.ค. 64	ดำเนินการแล้วเสร็จ
2	การดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ	15 ก.ค. 64 - 30 มิ.ย. 65	15 ก.ค. 64 - 30 มิ.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ
3	การประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน	1 มี.ค. 65 - 15 เม.ย. 65	1 มี.ค. 65 - 15 เม.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ
4	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1	7 มี.ค. 65 - 30 เม.ย.65	7 มี.ค. 65 - 30 เม.ย.65	กำลังดำเนินการ
5	การส่งมอบระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว	1 เม.ย. 65 - 15 ก.ค. 65	1 เม.ย. 65 - 15 ก.ค. 65	กำลังดำเนินการ
6	การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 2 ตามสัญญารับทุน กทปส.	1 ก.ค. 65 - 15 ก.ค. 65	1 ก.ค. 65 - 15 ก.ค. 65	กำลังดำเนินการ
7	พัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2	1 มี.ค. 65 - 7 พ.ค. 65	1 มี.ค. 65 - 7 พ.ค. 65	กำลังดำเนินการ
8	การส่งมอบระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2	1 มิ.ย. 65 - 15 ส.ค. 65	1 มิ.ย. 65 - 15 ส.ค. 65	กำลังดำเนินการ
9	การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 3 ตามสัญญารับทุน กทปส.	1 ส.ค. 65 - 30 ก.ย. 65	1 ส.ค. 65 - 30 ก.ย. 65	กำลังดำเนินการ
10	พัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3	25 เม.ย. 65 - 30 มิ.ย. 65	25 เม.ย. 65 - 30 มิ.ย. 65	กำลังดำเนินการ
11	ส่งมอบระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3	25 มี.ค. 65 - 15 ก.ย. 65	25 มี.ค. 65 - 15 ก.ย. 65	กำลังดำเนินการ
12	ถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม	25 ก.ย. 65 - 7 ต.ค. 65	25 ก.ย. 65 - 7 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ
13	จัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ	1 ต.ค. 65 - 15 ต.ค. 65	1 ต.ค. 65 - 15 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาดำเนินงานจริง/ ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	สถานะ การดำเนินงาน
14	การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส.	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ
15	จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ
16	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ
17	ขออนุมัติปิดโครงการ	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	7 ต.ค. 65 - 25 ต.ค. 65	กำลังดำเนินการ

จากแผนการดำเนินงาน (Project Plan) ครั้งที่ 1 ตารางที่ 3-1 คณะทำงานที่ปรึกษาปฏิบัติงานโดยให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะด้าน ICT แก่คณะทำงานศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง โดยทางที่ปรึกษาได้ดำเนินงานสำหรับจัดเตรียมการประกอบระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3 แต่อันเนื่องจากการประสบปัญหาในการจัดหาชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่สำคัญในการประกอบกล้อง CCTV แบบที่ 3 ซึ่งทางผู้ผลิตหรือผู้ได้รับสิทธิ์ในการจัดจำหน่ายไม่สามารถทำการส่งมอบสินค้าได้ตามระยะเวลาที่ถูกกำหนดเนื่องจากสถานการณ์โควิด และภาวะสงครามของประเทศมหาอำนาจ ทำให้เกิดสภาวะขาดแคลน Chipset และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดทำขึ้นโดยเฉพาะจากต่างประเทศ ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงมีความเห็นร่วมกัน โดยแนะนำให้ทีมวิจัยขอขยายเวลาการดำเนินโครงการออกไปตามระยะเวลาที่ผู้จัดจำหน่ายชี้แจง ดังนั้นจึงมีการพิจารณาวางการดำเนินโครงการใหม่เพื่อให้สอดคล้องต่อการทำงานเอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงานของที่ปรึกษา ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1 รายละเอียดดังภาพที่ 3-3 และแสดงรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังตารางที่ 3-2

รายละเอียดเอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 1



เอกสารประกอบการขอขยายระยะเวลา แผนการดำเนินงานสัญญา 2

From: Naripantawat, Kittipat
Sent: Thursday, 10 March, 2022 11:48 AM
To: Narit B (vaam) <narit@vaam.co.th>; 'Supattra Muenthong' <supattra@thingsanalytic.com>; Chumnikul, Sarayout <Sarayout.Chumnikul@Avnet.com>; Tasumen, Thanyakorn <Thanyakorn.Tasumen@AVNET.COM>; Office Admin Things <adminthings@thingsanalytic.com>
Cc: Dam, Chan Hung <ChanHung.Dam@AVNET.COM>; Koh, Christopher <Christopher.Koh@AVNET.COM>; Wang, Soon Meng <SoonMeng.Wang@Avnet.com>; Souvanee Ditthayam <souvanee@thingsanalytic.com>; Weerasak Thong-On <weerasak@thingsanalytic.com>; Kamphon Suewongsuwan <kamphon.s@thingsanalytic.com>; Patiyut Charoenwong <patiyut@thingsar Office Admin Things <adminthings@thingsanalytic.com>
Subject: RE: Avnet/Xilinx - Vaam Co. TH - K26 SOM for smart camera project

Dear K.Narit & K.Supattra,

As per discussed about connector slot 240 pin docking board to board | Samtec.
Our proposal is » ADM6-60-01.5-L-4-2-A-TR

This is our Avnet quotation, Pls refer to our quote as below. Thank you.

MFR Name	Requested P/N	Avnet Quoted P/N	QC External Comment	SPQ (pcs.)	Lead Time	Quote Expiry Date
Samtec	ADM6-60-01.5-L-4-2-A-TR	ADM6-60-01.5-L-4-2-A-TR	Lead.time serves reference will advise later. Pls strictly refer to order confirmation for final dates.	5 pcs.	12wk	1/Apr/2022

PS : Term condition is FCA Singapore

เนื่องจากตามวันที่ส่งอีเมล์จัดซื้อ คือ วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ.2565 ทางผู้จัดส่ง แจ้งว่า วัสดุที่เป็นส่วนประกอบในการพัฒนาระบบกล้องจะใช้เวลาจัดส่งประมาณ 12 สัปดาห์ อ้างอิงจากคอลัมน์ Lead Time ซึ่งมีผลทำให้การพัฒนาระบบกล้องไม่เป็นไปตามแผนงานเดิมที่เคยกำหนดไว้ ทางทีมที่ปรึกษาจึงมีข้อแนะนำให้ทางทีมวิจัยขอขยายระยะเวลาการดำเนินโครงการ

ภาพที่ 3-3 เอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 1

ตารางที่ 3-2 แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงาน ตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1	การจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
2	การดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ	15 ส.ค. 64 – 15 ส.ค. 64	15 ส.ค.64 – 15 ส.ค. 64	15 ส.ค. 64 – 15 ส.ค. 64	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
3	การประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน	1 มี.ค. 65 – 6 เม.ย. 65	1 เม.ย. 65 – 28 พ.ค. 65	1 เม.ย. 65 – 28 พ.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
4	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1	9 มี.ค. 64 – 12 เม.ย. 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	- มีการขออนุญาตเลื่อนกำหนดการดำเนินงานการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 เนื่องจากชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่สำคัญในการประกอบกล้อง CCTV แบบที่ 1 ทางผู้ผลิตหรือผู้ได้รับสิทธิ์ในการจัดจำหน่ายไม่สามารถทำการส่งมอบสินค้าได้ตามระยะเวลาที่ถูกกำหนด เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดทำขึ้น

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงาน ตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
						โดยเฉพาะการใช้งานจากต่างประเทศ ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงมีความเห็นร่วมกัน โดยแนะนำให้ทีมวิจัยขอขยายเวลาการดำเนินโครงการออกไป
5	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2	21 มี.ค.65 – 7 พ.ค 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
6	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3	12 เม.ย. 65 – 17 มิ.ย. 65	17 ส.ค. 65 – 26 ส.ค. 65	17 ส.ค. 64 – 26 ส.ค. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	- เนื่องจากการที่ผู้ผลิตไม่สามารถจัดส่งหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Chipset) ได้ตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด ส่งผลให้การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ - รวมทั้งการติดตั้งและทดสอบการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนด

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
7	ติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และแบบที่ 2 ตามพื้นที่ที่กำหนด	**- กล้องต้นแบบแบบที่ 1** 2 พ.ค. 65 – 27 พ.ค. 65 **- กล้องต้นแบบแบบที่ 2** 1 มิ.ย. 65 – 2 มิ.ย. 65	11 ก.ค. 65 – 11 ส.ค. 65	11 ก.ค.65 – 11 ส.ค. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	เพื่อต้องการลดค่าใช้จ่าย และกล้องต้นแบบแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เสร็จสิ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกัน จึงรวมการติดตั้งกล้องต้นแบบแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ให้มีการติดตั้งพร้อมกัน
8	ติดตั้งตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 3 จำนวน 7 ตัว ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 7 ตัว กล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูงผ่าน SD WAN ตามพื้นที่ที่กำหนด	3 ก.ค. 65 – 22 ส.ค. 65	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-

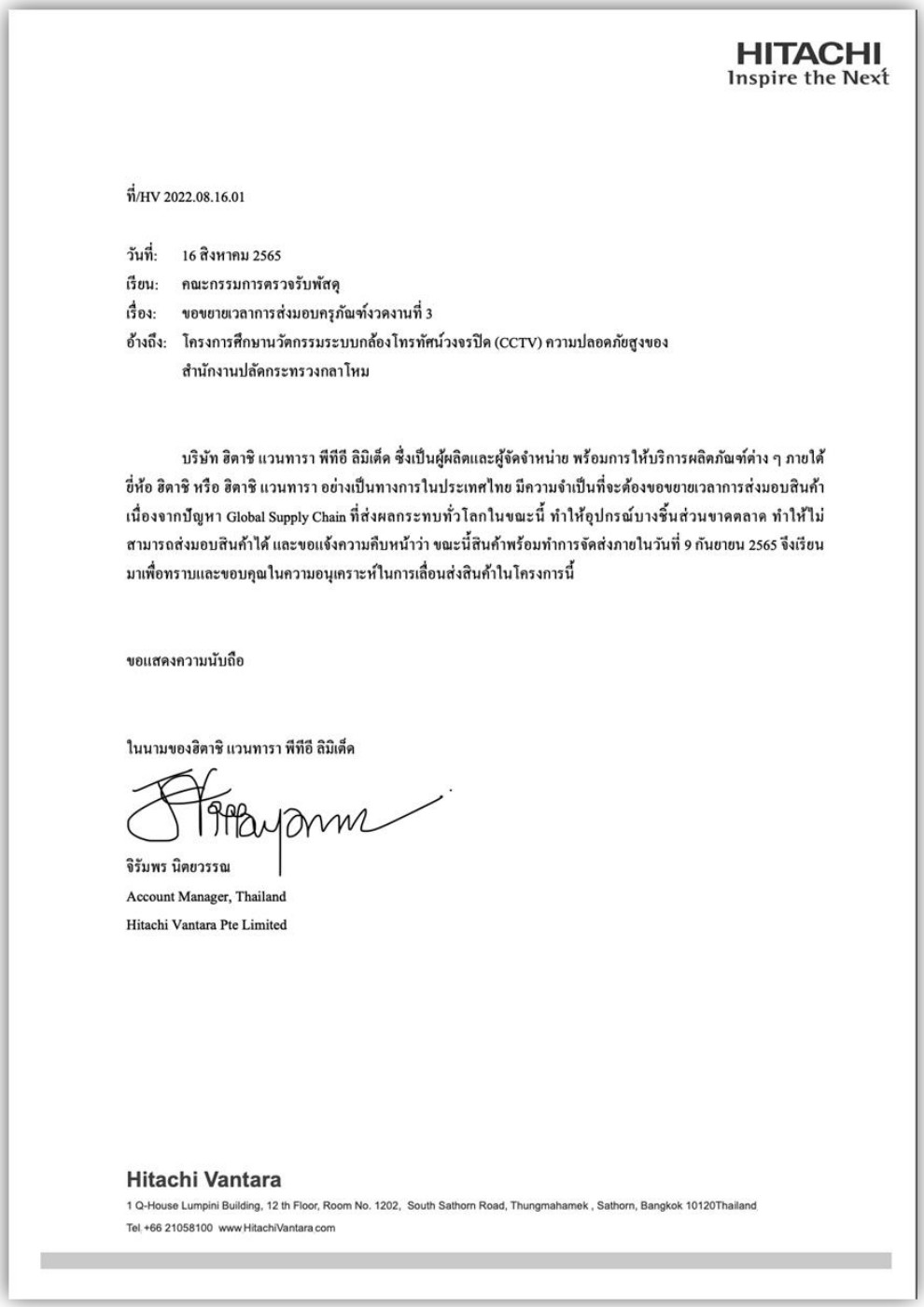
ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
9	ติดตั้ง Server และ เชื่อมต่อกล้อง CCTV ผ่านระบบ SD WAN	4 ก.ค. 65 – 22 ส.ค. 65	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-
10	ติดตามและประเมินผลการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง	**- กล้องต้นแบบแบบที่ 1** 6 มิ.ย. 65 – 8 ก.ค. 65 **- กล้องต้นแบบแบบที่ 2** 4 ก.ค. 65 – 29 ก.ค. 65 **- กล้องต้นแบบแบบที่ 3** 25 ก.ค. 65 – 19 ส.ค. 65	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย. 65	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย.65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	เนื่องจากต้องมีการเชื่อมโยงระบบพร้อมกัน จึงปรับให้มีการประเมินพร้อมกัน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
11	สรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง	**- กล้องต้นแบบแบบที่ 1** 6 มิ.ย. 65 – 8 ก.ค. 65 **- กล้องต้นแบบแบบที่ 2** 4 ก.ค. 65 – 29 ก.ค. 65 **- กล้องต้นแบบแบบที่ 3** 25 ก.ค. 65 – 19 ส.ค. 65	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย. 65	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	เนื่องจากต้องมีการเชื่อมโยงระบบพร้อมกัน จึงปรับให้มีการประเมินพร้อมกัน
12	ถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม	12 ก.ย. 65 – 7 ต.ค.65	12 ก.ย.65 – 23 ก.ย. 65	12 ก.ย. 65 – 23 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
13	จัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ	3 ต.ค. 65 – 14 ต.ค. 65	12 ก.ย. 65 – 23 ก.ย. 65	12 ก.ย. 65 – 23 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-
14	การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงานรวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส.	10 ต.ค. 65 – 28 ต.ค. 65	29 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-
15	จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ	17 ต.ค. 65 – 28 ต.ค. 65	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-
16	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	24 ต.ค. 65 – 28 ต.ค. 65	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย.65	อยู่ระหว่างดำเนินการ	-
17	ขออนุมัติปิดโครงการ					

จากแผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไขครั้งที่ 1 ตารางที่ 3-2 คณะทำงานที่ปรึกษาปฏิบัติงานโดยให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะด้าน ICT แก่คณะทำงานศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาสายการผลิตระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงโดยทางที่ปรึกษาได้ดำเนินงานสำหรับเชื่อมต่อ และทดสอบระบบ แต่ประสบปัญหาในการส่งมอบครุภัณฑ์ เนื่องจากบริษัท ฮิตาชิ แวนทารา พีทีอี ลิมิเต็ด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่าย พร้อมการให้บริการผลิตภัณฑ์ต่างๆ ภายใต้ยี่ห้อ ฮิตาชิ หรือ ฮิตาชิ แวนทารา อย่างเป็นทางการในประเทศไทย ประสบปัญหา Global Supply Chain ซึ่งเป็นปัญหาที่ได้รับผลกระทบทั่วโลกในขณะนี้ ส่งผลในชิ้นส่วนบางชิ้นขาดตลาดจึงไม่สามารถดำเนินการส่งสินค้าภายในระยะเวลาที่กำหนดได้ ทำให้ส่งผลกระทบกับขั้นตอนดำเนินการติดตั้งและเชื่อมโยงระบบในพื้นที่ สป.(ศรีสมาน), ศอว.ศอพท., รวท.อท.ศอพท. และ กอ.รมน.ภาค 4 สน. ฉะนั้นจากการประชุมกันของที่ปรึกษา ได้แนะนำให้เลื่อนเวลาการดำเนินงานออกไปด้วยเหตุนี้จากระยะเวลาการดำเนินงานที่มีอย่างจำกัดจึงมีการปรับแผนการทำงานเป็นครั้งที่ 2 ให้มีระยะเวลาการทดสอบและประเมินผลการใช้งานที่เหมาะสม เอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงานแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 3-4 และแผนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนดัง ตารางที่ 3-3

รายละเอียดเอกสารเอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 2



HITACHI
Inspire the Next

ที่/HV 2022.08.16.01

วันที่: 16 สิงหาคม 2565
เรียน: คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
เรื่อง: ขอขยายเวลาการส่งมอบครุภัณฑ์งวดงานที่ 3
อ้างถึง: โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

บริษัท ฮิตาชิ แวนทารา พีทีอี ลิมิเต็ด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่าย พร้อมการให้บริการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ภายใต้ยี่ห้อ ฮิตาชิ หรือ ฮิตาชิ แวนทารา อย่างเป็นทางการในประเทศไทย มีความจำเป็นที่จะต้องขอขยายเวลาการส่งมอบสินค้า เนื่องจากปัญหา Global Supply Chain ที่ส่งผลกระทบทั่วโลกในขณะนี้ ทำให้อุปกรณ์บางชิ้นส่วนขาดตลาด ทำให้ไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ และขอแจ้งความคืบหน้าว่า ขณะนี้สินค้าพร้อมทำการจัดส่งภายในวันที่ 9 กันยายน 2565 จึงเรียนมาเพื่อทราบและขอบคุณในความอนุเคราะห์ในการเลื่อนส่งสินค้าในโครงการนี้

ขอแสดงความนับถือ

ในนามของฮิตาชิ แวนทารา พีทีอี ลิมิเต็ด

จิรัมพร นิตยวรรณ
Account Manager, Thailand
Hitachi Vantara Pte Limited

Hitachi Vantara
1 Q-House Lumpini Building, 12 th Floor, Room No. 1202, South Sathorn Road, Thungmahamek , Sathorn, Bangkok 10120Thailand
Tel. +66 21058100 www.HitachiVantara.com

ภาพที่ 3-4 เอกสารประกอบขอขยายเวลาดำเนินงาน ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 2

ตารางที่ 3-3 แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 2

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1	การจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	1 ก.ค. 64 – 14 ส.ค. 64	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
2	การดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ	15 ส.ค. 64 – 15 ส.ค. 64	15 ส.ค. 64 – 15 ส.ค. 64	15 ส.ค. 64 – 15 ส.ค. 64	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
3	การประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของปฏิบัติงาน	1 เม.ย. 65 – 28 พ.ค. 65	1 เม.ย. 65 – 15 มิ.ย. 65	1 เม.ย. 65 – 15 มิ.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
4	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	- มีการขออนุญาตเลื่อนกำหนดการดำเนินงานการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 เนื่องจากชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่สำคัญในการประกอบกล้อง CCTV แบบที่ 1 ทางผู้ผลิตหรือผู้ได้รับสิทธิ์ในการจัดจำหน่ายไม่สามารถทำการส่งมอบสินค้า

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
						ได้ตามระยะเวลาที่ถูกกำหนดเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดทำขึ้นโดยเฉพาะการใช้งานจากต่างประเทศ ดังนั้น ทางที่ปรึกษาจึงมีความเห็นร่วมกัน โดยแนะนำให้ทีมวิจัยขอขยายเวลาการดำเนินโครงการออกไป
5	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค.65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	17 ส.ค. 64 – 17 พ.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-เนื่องจากบริษัท ฮิตาชิ แวนทารา พีทีอี ลิมิเต็ด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายพร้อมการให้บริการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ภายใต้ยี่ห้อ ฮิตาชิ หรือ ฮิตาชิ แวนทารา อย่างเป็นทางการในประเทศไทย ประสบปัญหา Global Supply Chain ซึ่งเป็นปัญหาที่ได้รับผลกระทบทั่วโลกในขณะนี้ ส่งผลในชิ้นส่วนบางชิ้นขาดตลาด จึงไม่สามารถดำเนินการส่งสินค้าภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
6	การพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3	17 ส.ค. 64 – 26 ส.ค. 65	3 ม.ค. 65 – 9 ก.ย. 65	3 ม.ค. 65 – 9 ก.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	- เนื่องจากการที่ผู้ผลิตไม่สามารถจัดส่งหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Chipset) ได้ตามกรอบระยะเวลที่กำหนด ส่งผลให้การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ - รวมทั้งการติดตั้งและทดสอบการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนด
7	ติดตั้งตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ตามพื้นที่ที่กำหนด	11 ก.ค. 65 – 11 ส.ค. 65	18 ก.ค. 65 – 19 ส.ค. 65	18 ก.ค. 65 – 19 ส.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
8	ติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 7 ตัว (สำรอง 3 ตัว) ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 7 ตัว กล้องวงจรปิด ผ่าน SD WAN ตามพื้นที่ที่กำหนด	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	23 ส.ค. 65 – 30 ก.ย. 65	23 ส.ค. 65 – 30 ก.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	- เนื่องจากจะดำเนินการติดตั้งและเชื่อมโยงระบบในพื้นที่ สป.(ศรีสมาน), ศอว.ศอพท., รวท.อท.ศอพท. และ กอ.รมน.ภาค 4 สน. จะเสร็จสิ้นในวันที่ 20 ก.ย. 65 และเพื่อให้มีระยะเวลาการทดสอบและประเมินผลการใช้งานที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องขยายระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
9	ติดตั้ง Server และ เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN	15 ส.ค. 65 – 16 ก.ย. 65	3 ต.ค. 65 – 11 ต.ค. 65	3 ต.ค. 65 – 11 ต.ค. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
10	ติดตามและประเมินผลการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย. 65	24 ต.ค 65 – 11 พ.ย. 65	24 ต.ค 65 – 11 พ.ย. 65	ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
11	สรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง	12 ก.ย. 65 – 16 ก.ย. 65	7 พ.ย. 65 – 18 พ.ย. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
12	ถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม	12 ก.ย. 65 – 23 ก.ย. 65	19 พ.ย. 65 – 25 พ.ย. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
13	จัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ	12 ก.ย. 65 – 23 ก.ย. 65	28 พ.ย. 65 – 9 ธ.ค. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	แผนงานตามสัญญา	ระยะเวลาที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	แผนงานที่ขอปรับเปลี่ยน	สถานะการดำเนินงาน	หมายเหตุ
14	การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส.	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	28 พ.ย. 65 – 9 ธ.ค. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
15	จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ	19 ก.ย. 65 – 26 ก.ย. 65	28 พ.ย. 65 – 9 ธ.ค. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
16	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	19 ธ.ค. 65 – 26 ธ.ค. 65	19 ธ.ค. 65 – 26 ธ.ค. 65		ดำเนินการแล้วเสร็จ	-
17	ขออนุมัติปิดโครงการ					

เนื่องจากมีการขอขยายระยะเวลาการดำเนินงาน 2 ครั้งจากปัญหาทางด้านการสั่งซื้อและการจัดส่งสินค้าที่เป็นปัญหาทั่วโลกในช่วงสถานะการณ์โควิด-19 และภาวะสงครามของประเทศมาหาอำนาจ จึงส่งผลให้กรอบระยะเวลาการดำเนินการเดิมมีการปรับแผนการทำงานเป็นครั้งที่ 2 เพื่อให้มีระยะเวลาการทดสอบและประเมินผลการใช้งานที่เหมาะสม แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ฉบับแก้ไขครั้งที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ โดยแบ่งเป็นแผนย่อยดังนี้

3.1.1.1 แผนการจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน (Project Plan) ซึ่งประกอบไปด้วย ดำเนินงานจัดจ้างที่ปรึกษาโครงการ จัดประชุมชี้แจงโครงการและกำหนดแนวทางการดำเนินงาน จัดทำร่างแผนการดำเนินงาน (Project Plan) รายงานแผนการดำเนินงาน (Project Plan) การเตรียมงานด้านธุรการการจัดทำแผน และขั้นตอนการจัดซื้อ/จัดจ้าง การจัดทำรายงานฉบับที่ 1 รายงานฉบับเบื้องต้น (Inception Report) รายละเอียดดัง ตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การจัดทำและรายงานแผนการดำเนินงาน

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.1	ดำเนินงานจัดจ้างที่ปรึกษาโครงการ																																						
1.2	จัดประชุมชี้แจงโครงการและกำหนดแนวทางการดำเนินงาน																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- ประชุมชี้แจง ความคืบหน้าและ พิจารณาแนวทาง การบริหารโครง การกรอบระยะ เวลา รวมทั้งแผน การดำเนินงาน																																						
	- ประชุมชี้แจง ความคืบหน้าและ พิจารณาร่างคำสั่ง แต่งตั้งคณะทำงาน บริหารโครงการ รวมทั้งแนวทางการ ดำเนินงาน																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- ประชุมชี้แจงโครงการและติดตามความคืบหน้า																																								
1.3	จัดทำร่างแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																								
	- ประชุมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพื่อชี้แจงการเนินงาน ประสานงาน และแบ่งมอบความรับผิดชอบ																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- จัดทำร่างคำสั่งแต่งตั้งคณะที่ปรึกษาเพื่อสนับสนุนการดำเนินโครงการ																																								
	- จัดประชุมคณะทำงานที่รับผิดชอบการบริหารโครงการเพื่อพิจารณาแนวทางการดำเนินโครงการ ร่างคำสั่งแต่งตั้งคณะที่ปรึกษาและร่างแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- จัดทำร่างขอบเขตงาน (TOR) และราคากลาง รวมทั้งดำเนินการจัดซื้อ/จัดจ้าง																																								
1.4	รายงานแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																								
	ส่งมอบรายงานฉบับที่ 1 รายงานฉบับเบื้องต้น (Inception Report) ในลักษณะเอกสารสิ่งพิมพ์และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	(.doc และ.pdf) จำนวน 7 ชุด โดยมีรายละเอียดอย่างน้อย คือ รายงานแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																						
1.5	การเตรียมงานด้านธุรการ การจัดทำแผนและขั้นตอนการจัดซื้อ/จัดจ้าง																																						
	- ประชุมหารือแนวทางการดำเนินงาน																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- จัดทำร่างคำสั่งแต่งตั้งคณะที่ปรึกษาเพื่อสนับสนุนการดำเนินโครงการ																																								
	- จัดประชุมคณะทำงานที่รับผิดชอบการบริหารโครงการเพื่อพิจารณาแนวทางการดำเนินโครงการ ร่างคำสั่งแต่งตั้งคณะที่ปรึกษา และร่างแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- จัดทำร่างขอบเขตงาน (TOR) และราคากลาง รวมทั้งดำเนินการจัดซื้อ/จัดจ้าง																																								
1.6	การจัดทำรายงานฉบับที่ 1 รายงานฉบับเบื้องต้น (Inception Report)																																								
	- จัดทำร่างแผนการดำเนินงาน (Project Plan)																																								
	- ปรับปรุงร่างแผนการดำเนินงาน																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	(Project Plan) ตามข้อเสนอแนะของคณะทำงานที่รับผิดชอบการบริหารโครงการและคณะที่ปรึกษาที่ได้แต่งตั้ง																																						
	- จัดทำเอกสารสิ่งพิมพ์และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf)																																						
	- ส่งมอบรายงานฉบับที่ 1 รายงานฉบับเบื้องต้น (Inception																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Report) จำนวน 7 ชุด แผนการดำเนินงาน (Project Plan) ให้กับสำนักงาน กสทช.																																								

3.1.1.2 แผนการดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ ประกอบไปด้วย การเตรียมการด้านธุรการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตงาน (TOR) แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาราคากลางงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ และดำเนินการอนุมัติจัดซื้อจัดจ้าง ดำเนินงานจัดจ้างที่ปรึกษาโครงการ ดำเนินงานจัดซื้อครุภัณฑ์โครงการ รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แผนการดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างของโครงการ

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2.1	เตรียมการด้านธุรการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตงาน (TOR), แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาราคากลางงานจัดซื้อ																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	จัดจ้างของโครงการ และดำเนินการอนุมัติจัดซื้อจัดจ้าง																																								

3.1.1.3 แผนการประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน ประกอบไปด้วย เตรียมการด้านธุรการ และเตรียมความพร้อม ดำเนินการจัดประชุมสัมมนา (แบบออนไลน์) และสรุปผลการดำเนินการ สำรวจพื้นที่ติดตั้งตามที่กำหนด และรายงานผล พื้นที่ตามที่มอบหมายได้แก่ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี พื้นที่ 3 จชต., จว.ลพบุรี และ จว.นครสวรรค์ รายงานผลการสัมมนา และสำรวจพื้นที่ในการติดตั้งกล้อง CCTV ภาพรวม สรุปความต้องการของพื้นที่สำรวจและผู้ปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 แผนการประชุมสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3.1	เตรียมการด้านธุรการและเตรียมความพร้อม																																								
3.2	ดำเนินการจัดประชุมสัมมนา (แบบออนไลน์) และสรุปผลการประชุม																																								
3.3	สำรวจพื้นที่ติดตั้งตามที่กำหนด																																								
	ค่ายสิรินธร																																								
	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมือง ยะลา จ.ยะลา																																								
	มทบ.46																																								
	จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี																																								
	กองทัพเรือภาคที่ 2 จังหวัด สงขลา																																								
	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์ ต.บ่อยาง อ.เมือง สงขลา จ.สงขลา																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- สำรวจพื้นที่ ศอว.ศอพท.																																								
	- สำรวจพื้นที่ บก.รวท.อท. ศอพท.																																								
3.4	สรุปความต้องการของพื้นที่สำรวจและผู้ปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน																																								

3.1.1.4 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 ทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1 รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4.1	ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน																																										
4.2	ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																										
4.3	ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																										

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4.4	พัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน																																								
4.5	พัฒนฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องแบบ แบบที่ 1																																								
4.6	พัฒนาซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1																																								
4.7	กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4.8	เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวแบบกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																								
4.9	ทดสอบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																								
4.10	ทดสอบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 1																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4.11	รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 1																																								

3.1.1.5 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2 ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2 รายละเอียดแผนดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2

ลำดับ	กิจกรรม	2564																2565															
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5.1	ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียนและต่อยอดกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																								
5.2	ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																								
5.3	ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 2																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																	
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5.4	พัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียนและต่อยอดกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																						
5.5	พัฒนาฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องแบบ แบบที่ 2																																						
5.6	พัฒนาซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																						
5.7	กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2564																				2565																			
		ส.ค				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5.8	เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวแบบกล้องต้นแบบแบบที่ 2																																								
5.9	ทดสอบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																								
5.10	ทดสอบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2																																								
5.11	รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 2																																								

3.1.1.6 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3 ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ทดสอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3 รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 แผนการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6.1	ออกแบบแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียนและต่อยอดกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																						
6.2	ออกแบบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6.3	ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบแบบที่ 3																																								
6.4	พัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียนและต่อยอดกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								
6.5	พัฒนาฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องแบบ แบบที่ 3																																								
6.6	พัฒนาซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6.7	กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								
6.8	เตรียมความพร้อมสำหรับการทำตัวแบบกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								
6.9	ทดสอบฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								
6.10	ทดสอบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3																																								
6.11	รายงานผลการพัฒนาระบบกล้อง CCTV แบบที่ 3																																								

3.1.1.7 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และแบบที่ 2 ตามพื้นที่ที่กำหนด ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 14 ตัว (สำรอง 1 ตัว) ตามพื้นที่ที่กำหนด ดังนี้ สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 3 ตัว ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหารศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหารในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว ค่ายสิรินธร ในพื้นที่จังหวัดปัตตานี แบบที่ 1 จำนวน 10 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 7 ตัว สรุปปัญหาในการติดตั้งและปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน ประชุมความคืบหน้าการติดตั้ง กล้องต้นแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 รายละเอียดแผนดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และแบบที่ 2 ตามพื้นที่ที่กำหนด

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7.1	ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 พื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ดังนี้																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																			
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว																																								
	- จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 3 ตัว																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว																																						
	- ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์ ต.บ่อยาง อ.เมือง สงขลา จ.สงขลา ตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7.2	ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ติดตั้งกล้องต้นแบบแบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 4 ตัว																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7.3	ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 ศอว.ศอพท. ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว																																						
7.4	ติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 บก.รวท.อท.ศอพท. ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7.5	สรุปปัญหาในการติดตั้งและปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน																																								
7.6	ประชุมความคืบหน้าการติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2																																								

3.1.1.8 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 7 ตัว (สำรอง 3 ตัว) ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 7 ตัว กล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูงผ่าน (SD WAN) ตามพื้นที่ที่กำหนด ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ติดตั้งสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี แบบที่ 3 จำนวน 4 ตัว ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 3 ตัว ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 1 ตัว ติดตั้งพื้นที่ บก.รวท.อท.ศอพท. (โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์) ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 3 ตัว ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 1 ตัว ติดตั้งพื้นที่ ศอว.ศอพท.(ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี) ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 3 ตัว ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 1 ตัว ติดตั้งพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ แบบที่ 3 จำนวน 3 ตัว ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 5 ตัว ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 4 ตัว สรุปปัญหาในการติดตั้งและปฏิบัติงานและจัดทำรายงาน ประชุมความคืบหน้าการติดตั้ง กล้องต้นแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 แผนการติดตั้งตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) กล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูงผ่าน (SD WAN) ตามพื้นที่ที่กำหนด

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8.1	- ติดตั้งสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 4 ตัวติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 3 ตัว																																						
8.2	- ติดตั้งพื้นที่ บก.รวท.อท.ศอพท.																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8.3	- ติดตั้งพื้นที่ ศอว.ศอพท.																																								
8.4	ติดตั้งพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ดังนี้																																								
	ค่ายสิรินธร ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 2 ตัว																																								
	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัวในพื้นที่จังหวัด																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	นนทบุรี ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 5 ตัว และแบบที่ 2 จำนวน 4 ตัว																																								
	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัว																																								
	จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัว																																								

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	ทัพเรือภาคที่ 2 ติดตั้งเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 1 ตัว																																						

3.1.1.9 แผนการติดตั้ง Server และ เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ติดตั้ง Server ที่ห้อง Data Center สป.กห. เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 แผนการติดตั้ง Server และ เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9.1	ติดตั้ง Server ที่ห้อง Data Center สป.กห.																																								
9.2	เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดความปลอดภัยสูง (CCTV) ผ่านระบบ SD WAN																																								

3.1.1.10 แผนการติดตามและประเมินผลการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ติดตามและประเมินผลการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 และแบบที่ 3 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี รายละเอียดแผนดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 แผนการสรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
11.1	ติดตามและประเมินผลการใช้งานจริง ของพื้นที่ติดตั้งกล้องต้นแบบแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี																																						

3.1.1.11 แผนการสรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ติดตามและประเมินผลการใช้งานจริง ของพื้นที่ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 และแบบที่ 3 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 แผนการสรุปผลการประเมินการใช้งานจริงของพื้นที่ติดตั้ง

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
11.1	สรุปผลการใช้งานจริง ของพื้นที่ติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 และแบบที่ 3 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี																																						

3.1.1.12 การถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรมด้านซอฟต์แวร์และ แพลตฟอร์ม รวมทั้งด้านฮาร์ดแวร์และรูปแบบการเชื่อมต่อ จัดทำรายงานผลการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้าน วิจัยและพัฒนาระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูง ให้กับบุคลากรของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-15

ตารางที่ 3-15 การถ่ายทอดองค์ความรู้และฝึกอบรม

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12.1	ถ่ายทอดองค์ความรู้ และฝึกอบรมด้านซอฟต์แวร์และแพลตฟอร์ม รวมทั้งด้านฮาร์ดแวร์และรูปแบบการเชื่อมต่อ																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12.2	จัดทำรายงานผลการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้าน วิจัยและพัฒนาระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูง ให้กับบุคลากรของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม																																						

3.1.1.13 แผนการจัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ ประกอบไปด้วยกิจกรรมดังนี้ เตรียมการด้านธุรการ เตรียมความพร้อม และดำเนินการสรุปผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนา พร้อมข้อเสนอแนะของโครงการ รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-16 แผนการจัดประชุมสรุปผลการดำเนินการ

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
13.1	เตรียมการด้านธุรการ เตรียมความพร้อม และดำเนินการ																																								
13.2	สรุปผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนา พร้อมข้อเสนอแนะของโครงการ																																								

3.1.1.14 การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส. ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้ ส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส. โดยส่งมอบรายงานการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย รายงานความก้าวหน้า และผลการดำเนินงานที่ผ่านมา รายงานผลการจัดจ้างที่ปรึกษาของโครงการ รายงานผลการจัดซื้อครุภัณฑ์ของโครงการ และจัดทำบัญชีรายการครุภัณฑ์ทั้งหมดของโครงการ รายงานผลการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านวิจัยและพัฒนาระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูง ให้กับบุคลากรของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม รายงานสรุปผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนาพร้อมข้อเสนอแนะของโครงการ ตลอดจนการจัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ รายงานผลการดำเนินงานฉบับย่อสำหรับตีพิมพ์ในวารสารสำนักงาน กสทช. รายงานเอกสารทางวิชาการของที่ปรึกษาโครงการฯ เรื่อง ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสายการผลิตระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม สำหรับติดตั้งในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคง รายงานผลการสำรวจพื้นที่และติดตั้งระบบกล้อง CCTV ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยงานของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมและในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ รายงานผลการสัมมนา และสำรวจพื้นที่ในการติดตั้งกล้อง CCTV ภาพรวม รายละเอียดแผนดังตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3-17 การประชุมติดตามความคืบหน้าและพิจารณาผลงาน รวมทั้งการส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส.

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
14.1	จัดประชุมคณะทำงานที่รับผิดชอบการบริหารโครงการเพื่อติดตามความคืบหน้า และพิจารณาผลงาน																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
14.2	ส่งมอบงานงวดที่ 4 ตามสัญญารับทุน กทปส. โดยส่งมอบรายงานการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย - รายงานความก้าวหน้า และผลการดำเนินงานที่ผ่านมา																																						
	- รายงานผลการจัดจ้างที่ปรึกษาของโครงการ																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- รายงานผลการจัดซื้อครุภัณฑ์ของโครงการ และจัดทำบัญชีรายการครุภัณฑ์ทั้งหมดของโครงการ																																						
	- รายงานผลการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านวิจัยและพัฒนาระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูงให้กับบุคลากรของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- รายงานสรุปผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนา พร้อมข้อเสนอแนะของโครงการตลอดจนการจัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ																																						
	- รายงานผลการดำเนินงานฉบับย่อสำหรับตีพิมพ์ในวารสารสำนักงาน กสทช.																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- รายงานเอกสารทางวิชาการของที่ปรึกษาโครงการฯ เรื่อง ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสายการผลิตระบบกล้อง CCTV ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม สำหรับติดตั้งในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคง																																						

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	- รายงานผลการสำรวจพื้นที่และติดตั้งระบบกล้อง CCTV ในพื้นที่ที่ตั้งหน่วยงานของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมและในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้																																						

3.1.1.15 จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	จัดทำแผนการบริหารทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดโครงการ																																						

3.1.1.16 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ รายละเอียดแผนดังตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์																																						

3.1.1.17 ขออนุมัติปิดโครงการ รายละเอียดแผนดัง ตารางที่ 3-20

ตารางที่ 3-20 ขออนุมัติปิดโครงการ

ลำดับ	กิจกรรม	2565																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	ขออนุมัติปิดโครงการ																																								

3.1.2 ประชุมสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

คณะทำงานวิจัยได้ลงพื้นที่ค่ายสิรินธร จังหวัดยะลา เพื่อจัดสัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยมีคณะทำงานร่วมลงพื้นที่ตามแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ระหว่างวันที่ 19-21 เมษายน 2565 โดยมีกำหนดการดังนี้

กำหนดการ

วันที่ 18 เม.ย. 2565

เวลา 18:00-20:00 ออกเดินทางจาก สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ไปยัง กอ.รมน.ภาค 4 ส่วนหน้า ค่ายสิรินธร

วันที่ 19 เม.ย. 2565

เวลา 09:00-16:00 พิธีเปิด สัมมนาสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ในหัวข้อ การดำเนินโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
ประธานกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ
วัตถุประสงค์ของโครงการ
ทีมวิทยากรบรรยายเกี่ยวกับหลักการทำงาน ของโครงการศึกษานวัตกรรมกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
ผลสัมฤทธิ์ของโครงการ
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ
ความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่
ตอบคำถามข้อสงสัย

วันที่ 20 เม.ย. 2565

เวลา 09:00-16:00 สำรวจพื้นที่ติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ความปลอดภัยสูง ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

วันที่ 21 เม.ย. 2565

เวลา 08:00-20:00 เดินทางกลับ

ภาพบรรยากาศการดำเนินงาน

ในที่จัดประชุมสัมมนามีคณะทำงานที่เกี่ยวข้องหลายภาคส่วน ซึ่งจัดในห้องประชุม และแบบออนไลน์เพื่อจำกัดจำนวนผู้เข้าอบรม ซึ่งได้บรรยายสรุปเกี่ยวกับโครงการ และรับฟังปัญหาของคณะทำงานในพื้นที่ ข้อจำกัด และการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน ซึ่งรวมไปถึงการตอบข้อซักถามเกี่ยวกับงานวิจัย และระบบที่จะพัฒนาในรูปแบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความปลอดภัยสูง ที่จะช่วยสนับสนุนการทำงานในพื้นที่ และมีซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์เพื่อช่วยในการเฝ้าระวัง ตรวจจับและแจ้งเตือน เป็นต้น

ภาพที่ 3-5 ประชุมสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

3.2 การออกแบบ (Designing Project Architecture)

หลังจากคณะทำงานได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจความต้องการของผู้ปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้ว และได้นำข้อมูล สภาพปัญหา ทรัพยากรสารสนเทศที่มีอยู่ในพื้นที่ ความต้องการ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำมาประชุมหาข้อสรุปถึงการออกแบบระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ในแบบต่างๆ รวมไปถึงการเชื่อมต่อระบบเพื่อให้กล้องสามารถเชื่อมโยงกับโครงข่ายภายในของหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สำรวจพื้นที่และความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

คณะทีมวิจัยของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม และคณะทีมที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่ตามแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง เพื่อสำรวจความต้องการของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ชายแดนใต้ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้งานและแนวทางการพัฒนาคุณลักษณะของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ ซึ่งการลงพื้นที่ประกอบไปด้วยจุดสำรวจดัง ตารางที่ 3-21

ตารางที่ 3-21 จุดสำรวจและวันที่สำรวจ

ลำดับ	จุดสำรวจ	วันที่สำรวจ
1	ค่ายสิรินธร	20 เมษายน 2565
2	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี	20 เมษายน 2565
3	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา	20 เมษายน 2565
4	มณฑลทหารบกที่ 46	20 เมษายน 2565
5	จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี	20 เมษายน 2565
6	กองทัพเรือภาคที่ 2 จังหวัด สงขลา	21 เมษายน 2565
7	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์ ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา	21 เมษายน 2565
8	สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน)	6 พฤษภาคม 2565
9	สำรวจพื้นที่ บก.รวท.อท.ศอพท. (โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์)	10 พฤษภาคม 2565
10	สำรวจพื้นที่ ศอว.ศอพท.(ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี)	11 พฤษภาคม 2565

3.2.2 ผลการสำรวจพื้นที่

ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความต้องการใช้งานระบบ ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัด และตอบข้อซักถามจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ โดยสรุปผลการสำรวจพื้นที่ ดังนี้

3.2.2.1 พื้นที่ชายแดนใต้

คณะทีมวิจัยของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม และคณะทีมที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่ ตามแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง เพื่อสำรวจความต้องการของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ชายแดนใต้ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การใช้งานและแนวทางการพัฒนาคุณลักษณะของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ซึ่งการลงพื้นที่ประกอบไปด้วยจุดสำรวจดังนี้

วันพุธที่ 20 เมษายน พ.ศ.2565

จุดสำรวจที่ 1 ค่ายสิรินธร

- ห้อง JOC เพื่อใช้เป็นห้องติดตั้ง NVR และระบบสื่อสารของกล้องต้นแบบ
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ต เจ้าหน้าที่ประสานงาน ร.ท.พิษณุ 094-804-0866

ภาพที่ 3-6 อุปกรณ์เครือข่ายห้องควบคุมสัญญาณ กอ.รมน. ภาค4 ส่วนหน้า ค่ายสิรินธร

จุดสำรวจที่ 2 ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี เป็นจุดตรวจที่มีการรวมกำลัง 3 ฝ่ายเพื่อรักษาความสงบ จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

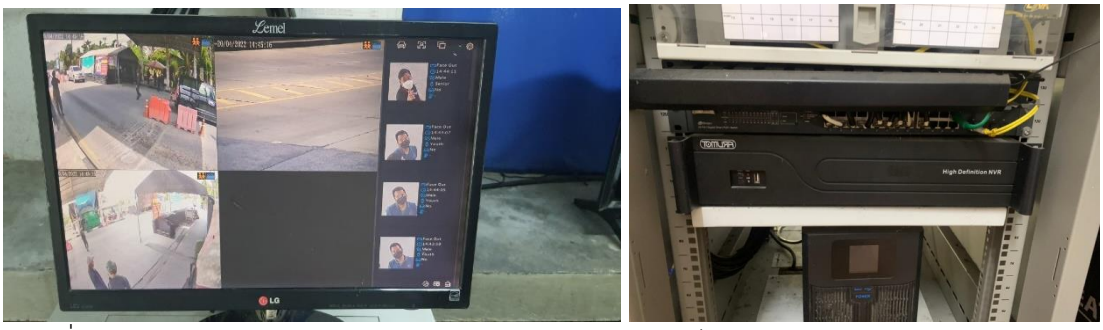
- กล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจ จำนวน 4 ตัว
- กล้องแบบปรับมุมมองได้ จำนวน 4 ตัว
- กล้องวงจรปิดแบบฟิก จำนวน 4 ตัว
- กล้องวงจรปิดแบบมุมมองกว้าง Overview จำนวน 2 ตัว
- ภาพทั้งหมดจะถูกส่งไปยัง Server ศูนย์ กอ.รมน.ภาค 4
- รวมถึงมีกล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจปส. จำนวน 3 ตัว
- โดยด่านตรวจเขาตูม อยู่ห่างจากสำนักอำนวยการข่าวกรอง 1 กิโลเมตร
- เจ้าหน้าที่ประสานงานด่านตรวจเขาตูม (สามฝ่าย) ร.ท.พิษณุ 094 – 804-0866

ภาพที่ 3-7 บริเวณด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี

จุดสำรวจที่ 3 จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา เป็นจุดตรวจที่มีการรวมกำลัง 3 ฝ่ายเพื่อรักษาความสงบ จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- กล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจ จำนวน 4 ตัว
- กล้องวงจรปิดแบบฟิก ตรวจจับใบหน้า จำนวน 2 ตัว
- กล้องวงจรปิดแบบฟิก ของศอ.บต. จำนวน 12 ตัว ซึ่งกล้องบางตัวมีการชำรุด
- เจ้าหน้าที่ประสานงานจุดตรวจขุนไวย์ คุณธนวัฒน์ 098 – 857-2693

ภาพที่ 3-8 กล้องบริเวณจุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา



ภาพที่ 3-9 อุปกรณ์มอนิเตอร์และบันทึกภาพบริเวณจุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา

จุดสำรวจที่ 4 ห้องควบคุมสัญญาณ กองบัญชาการมณฑลทหารบกที่ 46 ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- ห้องควบคุมระบบเพื่อใช้เป็นห้องติดตั้ง NVR และระบบสื่อสารของกล้องต้นแบบ
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ต เจ้าหน้าที่ประสานงาน คุณนฤเบศร์ สุวรรณพรรค 090-2153366 ,073-340145

ภาพที่ 3-10 อุปกรณ์เครือข่ายห้องควบคุมสัญญาณ กองบัญชาการมณฑลทหารบกที่ 46

จุดสำรวจที่ 5 จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- กล้องตรวจจับใบหน้าแบบใส่ซิมสีดำ การใช้งานดูผ่าน Application จากส่วนกลาง จำนวน 1 ตัว
- กล้องอนาล็อก แบบฟิกปรับเลนส์ไม่ได้ จำนวน 4 ตัว
- โดยกล้องแบบฟิกติดตั้งบริเวณขาเต้นท์ ตั้งเสา และ หน้าทางเข้าด่านที่รถขับผ่าน
- จุดตรวจบ่อทอง จะอยู่ห่างจากห้องควบคุมกองบัญชาการมณฑลทหารบกที่ 46 ซึ่งเป็นห้องควบคุมประมาณ 1.5 กม.
- เจ้าหน้าที่ประสานงานประจำจุดตรวจบ่อทอง จ่าสุวรรณพจน์ 098-582-3121

ภาพที่ 3-11 บริเวณจุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี

ภาพที่ 3-12 กล้องตรวจจับใบหน้าและกล้องอนาล็อก บริเวณจุดตรวจบ่อทอง

วันพฤหัสบดีที่ 21 เมษายน พ.ศ.2565

จุดสำรวจที่ 1 กองบัญชาการทัพเรือภาคที่ 2 ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา

เป็นศูนย์อำนวยการชุมสาย สถานีสื่อสาร ฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้

- มีการเดินสายแบบไฟเบอร์ โดยมีพอร์ตให้สามารถใช้งานได้จำนวน 1 พอร์ต ซึ่งทำ Load Balance เพื่อให้การทำงานเสถียรยิ่งขึ้น
- เจ้าหน้าที่ประสานงานกองบัญชาการทัพเรือภาคที่ 2 องค์การ 074-3114515-5 และ ร.ต.นพดล บุญกล่อมกลิ่น 089-654-8772

ภาพที่ 3-13 ศูนย์อำนวยการชุมสาย สถานีสื่อสาร ฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2

จุดสำรวจที่ 2 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ. ชลาทัศน์ จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- กล้องวงจรปิดแบบฟิก จำนวน 2 ตัว ระยะสายห่างจากชุมสายประมาณ 1.5 กม. เบื้องต้น
- ในอนาคตถนนเส้นนี้จะปรับภูมิทัศน์ โดยนำเสาไฟ และสายไฟออก เพื่อทำการเดินสายไฟลงดิน
- เจ้าหน้าที่ประสานงานด่านความมั่นคง พ.ต.อ.สมภพ เติมแต้ม 089 – 205-2568

ภาพที่ 3-14 บริเวณด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ. ชลาทัศน์

3.2.2.2 พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี

ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความต้องการใช้งานระบบ ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัด และตอบข้อซักถามจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

ในส่วนของพื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาร่วมกับตัวแทนคณะทำงานวิจัยโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจภูมิประเทศและจุดติดตั้ง ในระหว่างวันที่ 6 พฤษภาคม 2565 โดยสรุปดังต่อไปนี้

วันศุกร์ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2565

จุดสำรวจที่ 1 ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป. จำนวน 2 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- ไม่พบอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิม
- ไม่มีสายนำส่งสัญญาณกล้องวงจรปิด

ภาพที่ 3-15 ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.

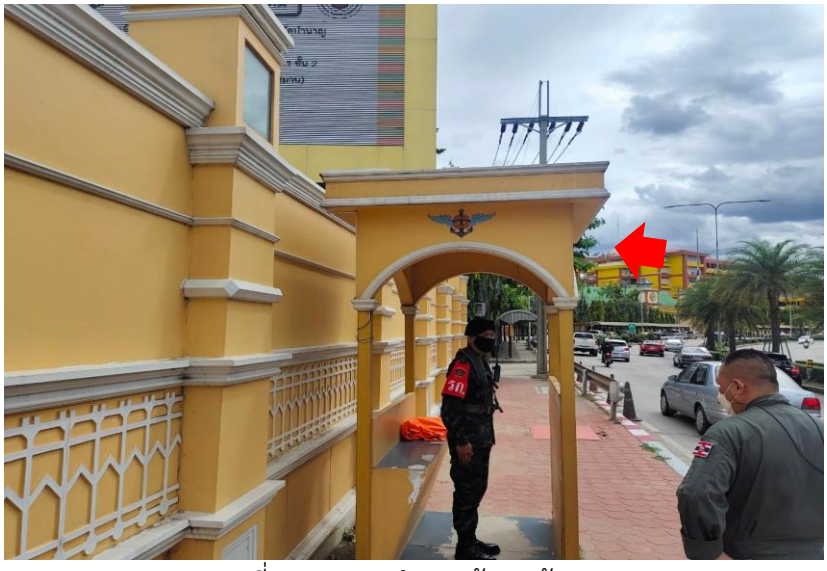
ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และ สามารถจับภาพผ่านเงาสะท้อนของกระจกได้ (กล้องต้นแบบ แบบที่ 3) และกล้องรักษาความปลอดภัยทั่วไป (กล้องต้นแบบ แบบที่ 1)

จุดสำรวจที่ 2 แนวกำแพงด้านหน้า สป. จำนวน 1 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- ไม่พบอุปกรณ์กล้องวงจรปิด
- ไม่มีสายนำส่งสัญญาณกล้องวงจรปิด



ภาพที่ 3-16 แนวกำแพงด้านหน้า สป.

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องที่สามารถจับภาพผ่านเงาสะท้อนของกระจกได้ (กล้องต้นแบบ แบบที่ 3) โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งไปทางโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง นนทบุรี

จุดสำรวจที่ 3 ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า-ออก) จำนวน 2 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อส่องแผ่นป้ายทะเบียน (ขาเข้า)

- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อส่องแผ่นป้ายทะเบียน และตรวจจับอุณหภูมิ (ขาออก)
- โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งเข้า สป.กห.(ศรีสมาน)

ภาพที่ 3-17 ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า) และ ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก)

จุดสำรวจที่ 4 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า-ออก) จำนวน 2 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- ไม่มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่
- ไม่มีอุปกรณ์นำส่งสัญญาณภาพ

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องที่สามารถส่องผ่านเงากระจกได้ กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 (เข้า)
- โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งเข้า บ้านพักข้าราชการสป.กห.(ศรีสมาน)
- การติดตั้งต้องมีอุปกรณ์ชุดโซล่าเซลล์เพิ่มเติม
- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียนรถ (ออก)
- โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งออก บ้านพักข้าราชการสป.กห.(ศรีสมาน)

ภาพที่ 3-18 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า-ออก)

จุดสำรวจที่ 5 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า-ออก) จำนวน 3 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

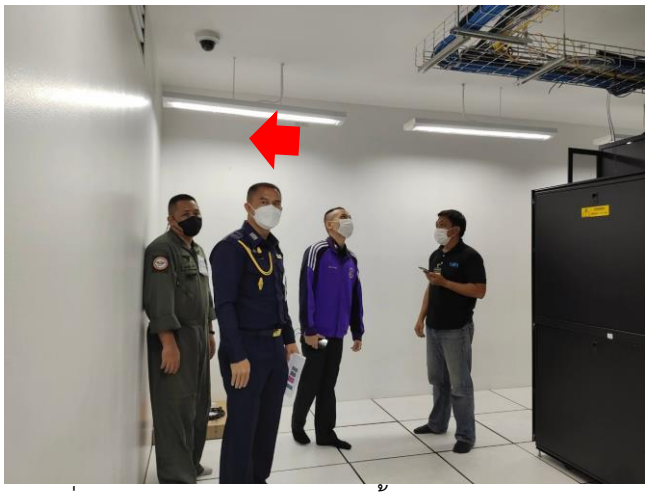
- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียนรถ (เข้า)
- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียนรถ (ออก)
- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ที่สามารถส่องผ่านเงากระจกได้

ภาพที่ 3-19 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า) และ ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)

จุดสำรวจที่ 6 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.ภายใน จำนวน 1 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่



ภาพที่ 3-20 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ภายใน)

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อตรวจจับใบหน้าและอุณหภูมิ

จุดสำรวจที่ 7 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า) จำนวน 1 ตัว

จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้

- ไม่มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิด

ภาพที่ 3-21 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้

- ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับใบหน้า

3.2.2.3 พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดนครสวรรค์

ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความต้องการใช้งานระบบ ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัด และตอบข้อซักถามจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

ในส่วนของพื้นที่โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดนครสวรรค์ ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาร่วมกับตัวแทนคณะทำงานวิจัยโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจภูมิประเทศและจุดติดตั้ง ในระหว่างวันที่ 10-11 พฤษภาคม 2565 โดยสรุปดังต่อไปนี้

วันอังคารที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2565

จุดสำรวจที่ 1 บริเวณทางเข้า – ออก กองรักษาความปลอดภัย จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก ยี่ห้อ UNV จำนวน 2 ตัว ภาพพื้นที่ที่ทำการสำรวจบริเวณทางเข้า – ออก กองรักษาความปลอดภัย ดังภาพ

ภาพที่ 3-22 บริเวณประตูทางเข้าออก

ภาพที่ 3-23 บริเวณประตูทางเข้า บก.รวท.อท.ศอพท.

ภาพที่ 3-24 กล้องวงจรปิดของเดิมที่มีการติดตั้งบริเวณทางเข้า - ออก บก.รวท.อท.ศอพท.

จุดสำรวจที่ 2 บริเวณทางเข้า – ออก กองรักษาความปลอดภัย จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก ยี่ห้อ UNV จำนวน 2 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และตรวจจับใบหน้า แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว ติดตั้งกล้องตรวจจับใบหน้า ที่สามารถสแกนข้อมูลหน้าบัตรประชาชนพร้อมเก็บข้อมูลบุคคล แบบที่ 1 จำนวน 1 ตัว โดยหากเชื่อมต่อกับกล้องเดิมได้ก็ให้ทางทีมติดตั้งดำเนินการในส่วนของจุดติดตั้งให้ทางทีมติดตั้ง ติดตั้งตามความเหมาะสมอีกครั้ง ระยะทางสาย SD WAN ประมาณ 100 เมตร ภาพสถานที่ที่ทำการสำรวจ ดังภาพ

ภาพที่ 3-25 บริเวณแผนกรักษาความปลอดภัย

ภาพที่ 3-26 จุดเชื่อมต่อ SD WAN ในแผนกรักษาความปลอดภัย

จุดสำรวจที่ 3 จุดตรวจประตูทางเข้า – ออกโรงงาน จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก จำนวน 2 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับบุคคล แบบที่ 1 จำนวน 1 ตัว บริเวณทางเดินเข้า – ออกประตูทางเข้าออกโรงงาน จุดเชื่อมกล้องแผนกตรวจทางเคมี SD WAN ระยะทางห่างจากจุดทางเข้า - ออกประมาณ 350 เมตร ภาพพื้นที่ที่สำรวจ บริเวณจุดตรวจประตูทางเข้า – ออกโรงงาน

ภาพที่ 3-27 กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก จำนวน 2 ตัว

ภาพที่ 3-28 กล้องวงจรปิดของเดิม จำนวน 2 ตัว

ภาพที่ 3-29 จุดติดตั้ง SD WAN

จุดสำรวจที่ 4 อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น เป็นพื้นที่เก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นแบบอนาล็อก ภาพพื้นที่ที่สำรวจ บริเวณอาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น ดังภาพ

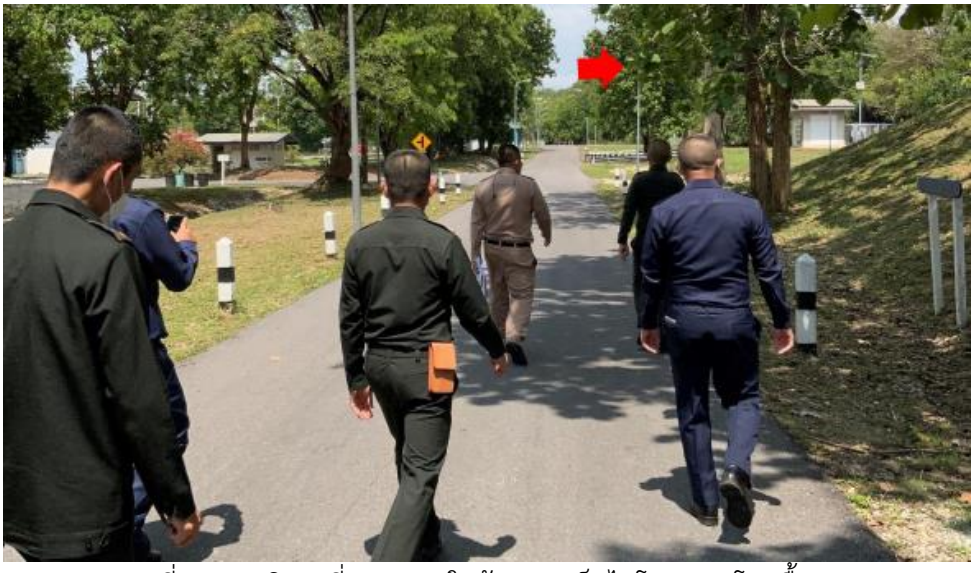
ความต้องการเพิ่มเติม ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นเพิ่ม ไม่น้อยกว่า 30 % โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2

ภาพที่ 3-30 อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น

ภาพที่ 3-31 อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1

จุดสำรวจที่ 5 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 เป็นบริเวณจุดตัด แยกใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 และใกล้โรงงานผลิตดินส่งกระสุน จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ สามารถใช้เสาไฟฟ้าในการติดตั้งกล้องวงจรปิด แบบที่ 1 ได้

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบที่ 2 สามารถรับสัญญาณเซ็นเซอร์ได้ สามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพพื้นที่ที่สำรวจบริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1 ดังภาพที่ 3-32



ภาพที่ 3-32 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1

จุดสำรวจที่ 6 คลังเก็บวัตถุระเบิด NG/NC PASTE เป็นคลังเก็บสาร NG/NC PASTE จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ แบบอนาล็อก

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยให้แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2 ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพพื้นที่ที่สำรวจ บริเวณคลังเก็บวัตถุระเบิด NG/NC PASTE

ภาพที่ 3-33 ทางเดินเข้าคลังเก็บวัตถุระเบิด NG/NC PASTE

ภาพที่ 3-34 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบเดิม

จุดสำรวจที่ 7 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M12 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ แบบอนาล็อก ไม่มีกล้องวงจรปิด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยให้แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2 ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพพื้นที่ที่ทำการสำรวจ บริเวณอาคารเก็บดินส่งกระสุน M12 ดังภาพ

ภาพที่ 3-35 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M12

จุดสำรวจที่ 8 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ แบบอนาล็อก ไม่มีกล้องวงจรปิด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยให้แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2 ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพพื้นที่ที่ลงสำรวจ บริเวณอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11 ดังนี้

ภาพที่ 3-36 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11

ภาพที่ 3-37 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอนาล็อก ของอาคารเก็บดินส่งกระสุน M11

จุดสำรวจที่ 9 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M10 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ แบบอนาล็อก ไม่มีกล้องวงจรปิด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยให้แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2 ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ให้ติดตั้งที่เสาไฟฟ้า ด้านหน้าอาคาร M10 จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพการสำรวจพื้นที่บริเวณอาคารเก็บดินส่งกระสุน M10 ดังภาพ

ภาพที่ 3-38 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M10

จุดสำรวจที่ 10 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M13 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ แบบอนาล็อก ไม่มีกล้องวงจรปิด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยให้แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยที่เซ็นเซอร์จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปยังกล้องวงจรปิดแบบที่ 2 ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณอาคารเก็บดินส่งกระสุน M13 ดังภาพ

ภาพที่ 3-39 จุดสำรวจอาคารเก็บดินส่งกระสุน M13

ภาพที่ 3-40 อาคารเก็บดินส่งกระสุน M13

จุดสำรวจที่ 11 จุดสำรวจอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28 จากการสำรวจยังไม่มีกล้องวงจรปิด อาคารจะมีเวลางานตั้งแต่ 07:00 – 17:00 น ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับใบหน้า ติดตั้งกล้องตรวจจับความเคลื่อนไหว ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28 ดังภาพ

ภาพที่ 3-41 จุดสำรวจอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28

ภาพที่ 3-42 บริเวณติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 อาคาร P28

จุดสำรวจที่ 12 โรงงานผลิตดินส่งกระสุน จากการสำรวจ เจ้าหน้าที่นำมาดูขั้นตอนการผลิต เพื่อเป็นเป็นแนวทางหากมีการพัฒนาเทียบเท่าหรือมากกว่า Scada

ภาพที่ 3-43 บริเวณอาคารรีดแผ่นดินส่งกระสุน

ภาพที่ 3-44 ห้องควบคุมมอนิเตอร์การทำงาน

ภาพที่ 3-45 กล้องวงจรปิดที่มีติดตั้งภายในโรงงาน

จุดสำรวจที่ 13 อาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์ จากการสำรวจอาคารนี้อาจมีแอลกอฮอล์รั่วไหลได้ ไม่มีระบบเซ็นเซอร์เพื่อแจ้งเตือน ความร้อน สารเคมี

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่าสารเคมีที่ปนเปื้อนมากับทางระบายน้ำอาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์ ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่า PH ทางระบายน้ำ ติดตั้งเซ็นเซอร์ควันติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ บริเวณโรงกลั่นแอลกอฮอล์ ต้องการให้มีเซ็นเซอร์เพื่อส่งข้อมูลให้เจ้าหน้าที่ทราบล่วงหน้ากรณีมีการรั่วไหลหรือเหตุการณ์ผิดปกติก่อนการเข้าพื้นที่ เจ้าหน้าที่ประสานงานที่สามารถติดต่อได้ พ.อ.ชยพล กองแก้ว โทร. 081-777-2834

ภาพที่ 3-46 อาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์

ภาพที่ 3-47 บริเวณรางน้ำที่ต้องการติดตั้งเซ็นเซอร์ PH อาคารผลิตอีเธอร์และกลั่นแอลกอฮอล์

3.2.2.4 พื้นที่ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดลพบุรี

ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศและพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศ พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความต้องการใช้งานระบบ ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัด และตอบข้อซักถามจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

ในส่วนของพื้นที่ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดลพบุรี ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาร่วมกับตัวแทนคณะทำงานวิจัยโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจภูมิประเทศและจุดติดตั้ง ในระหว่างวันที่ 10-11 พฤษภาคม 2565 โดยสรุปดังต่อไปนี้

วันพุธที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ.2565

จุดสำรวจที่ 1 บริเวณประตูทางเข้า – ออก ศอว.ศอพท.(ลพบุรี) จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบอนาล็อกบริเวณประตูทางเข้า - ออก จำนวน 2 ตัว บริเวณประตูมีรถยนต์ขนาดใหญ่เข้า – ออกประตู ทำให้ไม่สามารถตั้งเสาตรงกลางถนนได้ เนื่องจากพื้นที่ค่อนข้างจำกัด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และตรวจจับคนแบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว เพิ่มเติมทีมติดตั้งจะทำการติดตั้งกล้อง บริเวณริมถนนด้านซ้ายและขวาแทน

เพื่อไม่ให้กระทบกับพื้นที่เข้า – ออกที่จำกัด การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณประตูทางเข้า – ออก ศอว.ศอพท.(ลพบุรี) ดังนี้

ภาพที่ 3-48 บริเวณประตูทางเข้า – ออก ศอว.ศอพท.

ภาพที่ 3-49 บริเวณที่ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ขาเข้า-ออก

จุดสำรวจที่ 2 บริเวณทางเข้า – ออก หน้าโรงงาน จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบอนาล็อกบริเวณประตูทางเข้า จำนวน 1 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และตรวจจับคน แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณทางเข้า – ออก หน้าโรงงาน ดังภาพ

ภาพที่ 3-50 บริเวณทางเข้า – ออก หน้าโรงงาน

ภาพที่ 3-51 กล้องวงจรปิดของเดิมแบบอนาล็อก เพื่อใช้ตรวจจับคนเดินเข้า - ออก ประตู

จุดสำรวจที่ 3 บริเวณแยกหอพระ เป็นแยกที่มีการสัญจรเพื่อเข้าสู่ถนนหลักจากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบอนาล็อก จำนวน 1 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้อต้องการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ แบบที่ 1 จำนวน 1 ตัว การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง เบื้องต้นจะมีการตั้งเสาเพื่อติดตั้งกล้อง ภาพการลงสำรวจพื้นที่ บริเวณแยกหอพระ ดังนี้

ภาพที่ 3-52 บริเวณแยกหอพระ

จุดสำรวจที่ 4 โรงงานต้นแบบการวิจัย คลังกระสุน จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ บริเวณนี้เดิมมีกล้องวงจรปิด แต่ไม่สามารถใช้งานได้แล้ว

ภาพที่ 3-53 บริเวณโรงงานต้นแบบการวิจัย คลังกระสุน

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง แบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการสำรวจพื้นที่บริเวณคลังกระสุน ดังภาพที่

ภาพที่ 3-54 เสาไฟฟ้าที่สามารถติดตั้งกล้องวงจรปิด โดยให้หันกล้องไปทางโรงงานต้นแบบการวิจัย

จุดสำรวจที่ 5 คลังน้ำมัน สป3. จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล จำนวน 1 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง แบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์จะต้องไม่มีประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการลงพื้นที่สำรวจ บริเวณ คลังน้ำมัน สป3. ดังนี้

ภาพที่ 3-55 บริเวณคลังน้ำมัน สป.3

ภาพที่ 3-56 เสาไฟฟ้าที่ต้องการให้ติดตั้งกล้องวงจรปิด

จุดสำรวจที่ 6 โรงงานต้นแบบ 3 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ บริเวณโรงงานต้นแบบ 3 จากการสำรวจไม่มีกล้องวงจรปิดติดตั้ง

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง แบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์จะต้องไม่มีประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณ โรงงานต้นแบบ 3 ดังภาพ

ภาพที่ 3-57 บริเวณโรงงานต้นแบบ 3

ภาพที่ 3-58 บริเวณภายในโรงงานต้นแบบ 3

ภาพที่ 3-59 มุมมองกล้องที่ต้องการให้เห็นการทำงานของเจ้าหน้าที่

จุดสำรวจที่ 7 โรงงานต้นแบบ 2 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล ด้านหน้าประตูทางเข้าโรงงาน 1 ตัว

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง แบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์จะต้องไม่มีประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการลงพื้นที่สำรวจ บริเวณโรงงานต้นแบบ 2 ดังนี้

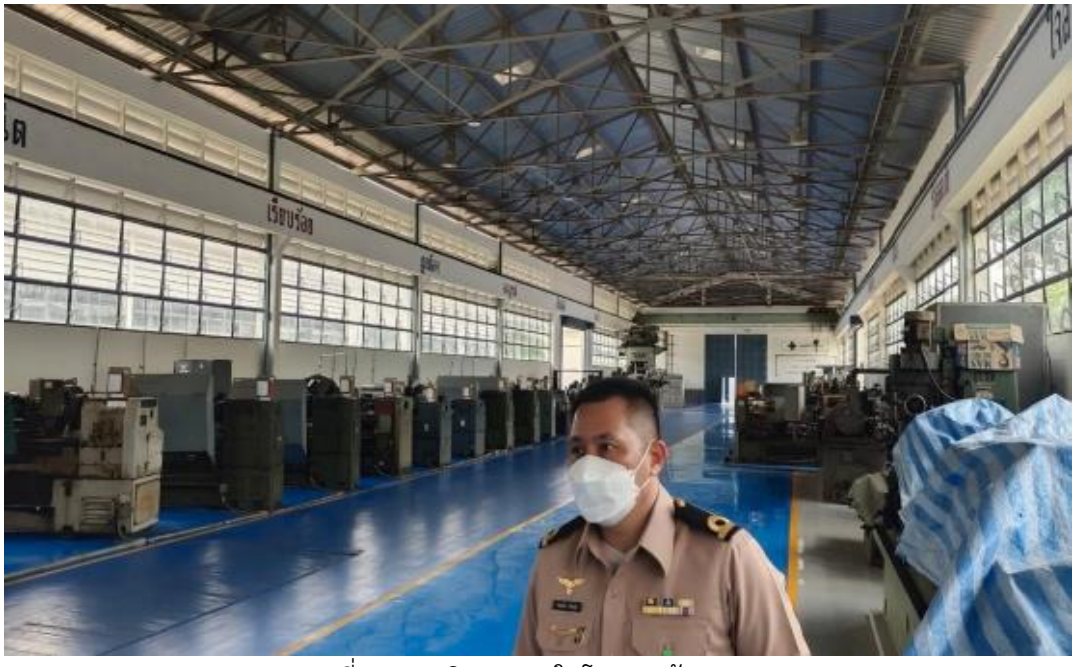
ภาพที่ 3-60 บริเวณประตูทางเข้าที่มีกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอลของเดิม 1 ตัว

ภาพที่ 3-61 จุดที่ต้องการให้ติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อให้สามารถมองเห็นการทำงานเจ้าหน้าที่

จุดสำรวจที่ 8 โรงงานต้นแบบ 1 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ บริเวณโรงงานต้นแบบนี้ไม่มีกล้องวงจรปิด

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง แบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่ เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์จะต้องไม่มีประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณ โรงงานต้นแบบ 1 ดังภาพ

ภาพที่ 3-62 บริเวณโรงงานต้นแบบ 1



ภาพที่ 3-63 บริเวณภายในโรงงานต้นแบบ 1

จุดสำรวจที่ 9 อาคารกองบังคับการโรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ เป็นอาคารที่เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล ของโรงงานต้นแบบการวิจัยทั้งหมด จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ ภายในจะมีหน้าจอแสดงการมอนิเตอร์กล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล 8 ตัว NVR Hikvision แบบ 16 พอร์ต มีจุดเชื่อมต่อ SD WAN

ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการรวมการมอนิเตอร์วงจรปิดเดิม กับกล้องวงจรปิดใหม่ ให้กล้องวงจรปิดของเดิมมี AI เพื่อสามารถตรวจจับข้อมูลได้ เจ้าหน้าที่ประสานงาน ศอว.ศอพท. (ลพบุรี) ร.ท. ธนกร ลิ้มประสาท โทร. 091-185-6798, พ.อ.ฐิติพงษ์ กองเพ็ชร โทร. 094-298-0213 ภาพการสำรวจพื้นที่อาคารกองบังคับการโรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ ดังนี้

ภาพที่ 3-64 อาคารกองบังคับการโรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ

ภาพที่ 3-65 NVR Hikvision แบบ 16 พอร์ตของกล้องดิจิตอลเดิม

3.2.2.5 สรุปข้อเสนอแนะ ข้อซักถามและคำชี้แจงในพื้นที่

หลังจากลงพื้นที่เพื่อสำรวจภูมิประเทศ พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล ความต้องการจุดใช้งานระบบ ข้อเสนอแนะ ข้อจำกัด และตอบข้อซักถามจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ คณะทำงานได้รวบรวมข้อเสนอแนะ ข้อซักถามและคำชี้แจงผู้ปฏิบัติงานรายพื้นที่ทั้ง 4 พื้นที่ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-22 ตารางข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ลำดับ	หัวข้อ
พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้	
1	การติดตั้งกล้อง ผู้ใช้งานเสนอให้คณะทำงานเป็นผู้กำหนดจุดติดตั้งได้ตามความเหมาะสม
2	สามารถแจ้งเตือนบุคคลต้องสงสัย หรือ รถต้องสงสัยก่อนถึงจุดตรวจได้
3	หลีกเลี่ยงการเดินไฟและสายสัญญาณในที่สูง เพื่อป้องกันการบดบังทัศนียภาพและทัศนวิสัยในการทำงานของเจ้าหน้าที่
พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี	
1	เนื่องจากเป็นพื้นที่เปิด ทำให้ยากต่อการเดินสายนำสัญญาณ และสายไฟ ควรติดตั้งเป็นชุดแหล่งจ่ายไฟจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์
2	เนื่องจากจุดติดตั้งแต่ละจุดค่อนข้างไกลกัน และยากต่อการเดินสายนำสัญญาณ ควรใช้การส่งสัญญาณแบบไร้สาย Point to Point เพื่อความรวดเร็วและสะดวกสำหรับการติดตั้งเพื่อทดสอบระบบ
พื้นที่ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดลพบุรี	
1	ผู้ใช้งานต้องการทราบแผนการจัดการและทำงานของระบบในระยะยาวหลังสิ้นสุดโครงการ
พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิดทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร จังหวัดนครสวรรค์	
1	ผู้ใช้งานต้องการใช้งานในส่วนของ IoT Sensor ร่วมกับตัวกล้องด้วย

ตารางที่ 3-23 ข้อซักถามและคำชี้แจงพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
1	สามารถมอนิเตอร์ดูได้หรือไม่	สามารถมอนิเตอร์ดูได้ผ่าน NVR และ Server ส่วนกลาง
2	จุดสำรวจเพื่อติดตั้งกล้องหลายจุดมีระยะห่างจากห้องควบคุมค่อนข้างไกล	สามารถใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายระยะไกล หรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE Point to Point)
3	ในกรณีใช้งานผ่านระบบโซล่าเซลล์จะต้องคำนวณความจุของแบตเตอรี่ให้เพียงพอต่อการใช้งานในช่วงที่มีแสงแดดน้อย	ทีมที่ปรึกษาและคณะวิจัยได้ทำการคำนวณ Load การใช้งานของอุปกรณ์ พร้อมทั้ง เลือกใช้ขนาดของ Battery ให้หมาะสมและ เพียงพอต่อการใช้ในเวลากลางคืน โดยคำนวน ระยะการใช้งานในเวลากลางคืนไว้ที่ 12 ชั่วโมง
4	ความชัดเจนและความคมชัดของกล้องในเวลากลางคืน ในกรณีใช้งาน License Plate	สามารถแก้ปัญหาได้จากการเพิ่มแสง ในบางพื้นที่สามารถติดตั้งหลอดไฟ LED ที่ใช้ไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้เพื่อให้กล้องวงจรปิดมีแสงเพิ่มขึ้นเพื่อการตรวจจับภาพที่มีความชัดเจนมากขึ้นในกรณีที่ใช้สำหรับการตรวจจับทะเบียนหรือการตรวจจับใบหน้า
5	ระบบหรืออุปกรณ์ป้องกันกล้องโดนทำลาย และโดนขโมย	การป้องกันการขโมยป้องกันได้ยาก ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตงานวิจัย แต่สามารถป้องกันเบื้องต้นในขั้นตอนการติดตั้ง ซึ่งจะต้องเลือกพื้นที่วัสดุอุปกรณ์ ที่มั่นคง อุปกรณ์มาตรฐานอุตสาหกรรมติดตั้งกล้องแต่ละจุดให้มีพื้นที่การมองเห็นภาพของกันและกันระหว่างกล้องแต่ละตัวในพื้นที่
6	ระบบตรวจนับจำนวนคนเข้า-ออกพื้นที่เฝ้าระวัง	ในกรณีนี้คณะที่ปรึกษาเห็นควรตั้งกล้อง หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่อ่านข้อมูลจากกล้องเพื่อการประมวลผลภาพจากกล้องที่ติดตั้งไว้แบบเวลาจริง
7	เพิ่มการเก็บภาพจากตัวกล้องจาก 30 วัน เป็น 45 วันเป็นอย่างน้อย	การเก็บภาพไว้หลายวันนั้นเป็นเรื่องของพื้นที่การจัดเก็บ ซึ่งถ้าสามารถเพิ่มขนาดความจุของหน่วยความจำได้

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
8	มีระบบแจ้งเตือนรถต้องสงสัยก่อนถึงด่าน 1-2 กิโลเมตร	คณะที่ปรึกษาเห็นควรตั้งกล้อง หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่อ่านข้อมูลจากกล้องเพื่อการประมวลผลภาพจากกล้องที่ติดตั้งไว้แบบเวลาจริง ซึ่งสามารถใช้กล้องวงจรปิดโดยทั่วไป หรือใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ AI Smart Camera ที่ติดตั้งระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการวิเคราะห์ภาพก่อนถึงหน้าด่านซึ่งอุปกรณ์ประมวลผลขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

ตารางที่ 3-24 ข้อซักถามและข้อชี้เจงเพิ่มเติม พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน)

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
1	กรณีใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับกล้องจะสามารถใช้งานตอนกลางคืนได้ตลอดทั้งคืนหรือไม่	ทีมที่ปรึกษาและคณะวิจัยได้ทำการคำนวณ Load การใช้งานของอุปกรณ์ พร้อมทั้งเลือกใช้ขนาดของ Battery ให้หมาะสมและเพียงพอต่อการใช้ในเวลากลางคืน โดยคำนวนระยะการใช้งานในเวลากลางคืนไว้ที่ 12 ชั่วโมง
2	กรณีใช้ตัวรับส่งสัญญาณภาพไร้สายระยะไกลแบบ CPE Point to Point เพื่อส่งสัญญาณภาพจะมีผลกระทบอะไรหรือไม่	ทีมที่ปรึกษาและคณะวิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ที่เป็นความถี่ 5.2GHz เพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดของสัญญาณ 2.4GHz ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และเลือกใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่มีกำลังส่งสูง สามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 6km และรองรับความเร็วการส่งข้อมูลที่ 300 Mbps เป็นตัวแม่ข่าย และเลือกใช้อุปกรณ์การรับสัญญาณที่มีกำลังสูง สามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 2km และรองรับความเร็วการส่งสัญญาณที่ 150 Mbps สำหรับกล้องแต่ละตัว เพื่อให้แน่ใจว่าจะสามรถรับส่งสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3	การทำงานของ AI สามาถใช้ได้กับกล้องทั้ง 3 แบบหรือไม่	การใช้งาน AI สามารถใช้ได้กับกล้องทั้ง 3 แบบ

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
4	Model AI ที่จะใช้งานกับกล้องทั้ง 3 แบบ มีอะไรบ้าง	Model AI ที่จะใช้งานมี ประเภท ดังนี้ 1. ตรวจจับบุคคลและวิเคราะห์ใบหน้า 2. ตรวจจับป้ายทะเบียนและวิเคราะห์ป้ายทะเบียน 3. ตรวจจับบุคคลและรถเฝ้าระวัง

ตารางที่ 3-25 ข้อซักถามและคำชี้แจง พื้นที่ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
1	ตัวบอร์ดที่ทำการส่งข้อมูลมีความคงทนต่อความร้อนมากน้อยเพียงใด มีการทดสอบมาตรฐานแล้วหรือไม่	ตัวบอร์ดที่ใช้ในการพัฒนากล้องต้นแบบจะใช้วัสดุที่เป็นเกรดมาตรฐานทางอุตสาหกรรม ซึ่งมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและความร้อนที่สูง
2	กล้องที่ทำมีการรองรับในส่วนการแจ้งเตือนหรือมาตรฐานภัยคุกคามต่าง ๆ หรือไม่	ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีการตรวจจับและการแจ้งเตือนต่าง ๆ ได้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ต้องการ
3	หลังมีการสำรวจแล้วจะมีการวางแผนเพิ่มเติมอย่างไร	หลังจากมีการสำรวจความต้องการแล้ว จะมีการวางแผนการติดตั้งและแจ้งให้ทางเจ้าหน้าที่ของแต่ละพื้นที่ รับทราบล่วงหน้าอีกครั้ง
4	กล้องที่เป็นแบบมุมมองปรับภาพได้สามารถใช้งานได้ดีหรือ มีมาตรฐานรองรับหรือไม่	การพัฒนากล้องต้นแบบคณะวิจัยเลือกใช้วัสดุที่เป็นเกรดมาตรฐานทางอุตสาหกรรม
5	การส่งสัญญาณข้อมูลจะใช้เครือข่ายใดในการเชื่อมโยงสัญญาณ	เครือข่ายหลักที่ใช้จะเป็น SD WAN ซึ่งเป็นระบบโครงข่าย ของหน่วยงาน ทสอ.
6	ตัวNVR (Network Video Recorder) หรือเครื่องบันทึกวิดีโอวงจรปิดระบบเครือข่าย สามารถเชื่อมต่อกล้องได้ครั้งละกี่ตัว	ในการวิจัยและพัฒนา NVR ต้นแบบ คณะวิจัยมีการออกแบบให้สามารถรองรับกล้องได้จำนวน 8 กล้อง

ตารางที่ 3-26 ข้อซักถามและคำชี้แจง พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิดทหาร จังหวัดนครสวรรค์

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
1	กล้องและเซ็นเซอร์ ที่สามารถตรวจสอบ วัตถุเคมีในคลังวัตถุมีหรือไม่	เซ็นเซอร์สามารถตรวจสอบได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งานจะเลือกใช้เซ็นเซอร์ใดในการตรวจสอบ
2	กล้องสามารถตรวจสอบ พฤติกรรมคนในคลังวัตถุระเบิดที่ผิดปกติได้หรือไม่	สามารถพัฒนาต่อยอดได้ในส่วนของ Object Detection
3	การส่งข้อมูลจะส่งผ่านไฟเบอร์ หรือสัญญาณมือถือ ที่ระยะทาง 1 กม	สามารถใช้ CPE Point to Point กระจายสัญญาณแบบเครื่องต่อเครื่องได้
4	การแจ้งเตือนความชื้น จะแจ้งเตือนผ่าน control room หรือ แจ้งเตือนผ่านมือถือ	สามารถพัฒนาต่อยอดตามความต้องการของผู้ใช้ได้
5	การแจ้งเตือนสามารถแจ้งเตือนจำนวนสูงสุดได้เท่าไร	เนื่องจากซอฟต์แวร์พัฒนาเองทั้งหมด การแจ้งเตือนจึงไม่ได้จำกัดจำนวนครั้ง
6	รอบๆ พื้นที่มีไฟป่า จะสามารถแจ้งเตือนได้อย่างไรเมื่อมีควัน หรือความชื้นผิดปกติ	อ่านค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์ กำหนดช่วงความชื้นที่ต้องการให้แจ้งเตือน กรณีเป็นไฟป่าสามารถเทรนโมเดลในการตรวจจับควันไฟ เพิ่มเติมได้
7	กล้องสามารถรองรับเซ็นเซอร์ได้กี่แบบ	ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งานในพื้นที่ ซึ่งหากเป็นเซ็นเซอร์ดิจิตอล สามารถส่งข้อมูลเข้าอุปกรณ์ได้ ก็สามารถส่งผ่านเครือข่ายได้
8	ช่องประตูฝั่งเข้า - ออก กล้องที่ตรวจจับใบหน้าต้องการให้มีเซ็นเซอร์ตรวจจับโลหะ	ระบบมีปัญญาประดิษฐ์ (AI) สำหรับตรวจจับใบหน้า แต่เซ็นเซอร์ตรวจจับโลหะไม่ได้รองรับในโครงการนี้
9	กรณีเซ็นเซอร์มีปัญหาเราจะตั้งค่าให้ส่งข้อมูลทุกๆ กี่นาที หากตัวใดไม่มีการส่งข้อมูลจะต้องมี Dashboard แจ้งเตือนได้หรือไม่	สามารถเขียนซอฟต์แวร์ แจ้งสถานะของอุปกรณ์ได้

ลำดับ	ข้อซักถาม	คำชี้แจง
10	การมอนิเตอร์ กล้องสามารถดูผ่าน mobile /control room ได้หรือไม่ หากได้ต้องมีห้อง control room หรือไม่	สามารถทำได้ทั้งสองแบบทั้งดูผ่าน mobile / control room ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข
11	เซ็นเซอร์สามารถติดตั้งได้กี่จุด	เซ็นเซอร์สามารถติดตั้งจำนวนไม่จำกัด แต่กล้องปัจจุบัน สามารถรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ได้ 1 : 4
12	การเก็บข้อมูล 30 วัน มีผลต่อความคมชัดของกล้องหรือไม่	ไม่มีผลในความคมชัดข้อมูล แต่จะมีผลกับอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล
13	การดูระยะทางที่รถขับผ่าน ตัว AI สามารถแจ้งเตือนได้หรือไม่	ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ไม่ได้ประมวลวัดระยะการขับขี่ของรถในการพัฒนาครั้งนี้

3.2.4. บทสังเคราะห์ความต้องการระบบของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

จากการที่ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษา โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ได้รับแต่งตั้งและลงนามสัญญาจ้างที่ปรึกษา เพื่อให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ตามสัญญาจ้างที่ 2/2564 นั้น ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษาได้ส่งมอบแผนการดำเนินงานโครงการไปเรียบร้อยแล้วนั้น คณะทำงานที่ปรึกษาได้ลงพื้นที่สำรวจพื้นที่ติดตั้ง ลักษณะทางภูมิศาสตร์ รวมไปถึงการร่วมลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่ตามที่ได้รับมอบหมาย คณะทำงานที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูล และจัดสรุปผลการสำรวจพื้นที่เพื่อส่งมอบไปยังสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมเพื่อพิจารณา

ในการนี้คณะทำงานที่ปรึกษาได้จัดประชุมหารือ และเขียนบทวิเคราะห์เกี่ยวกับการใช้งานและแนวทางการพัฒนาคุณลักษณะของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ตามโครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม หลังจากลงพื้นที่ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

3.2.4.1. พื้นที่สำรวจ

จากการลงพื้นที่ตามแผนการดำเนินงานการสำรวจภูมิประเทศ และพื้นที่ติดตั้ง โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ซึ่งประกอบไปด้วยจุดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3-27 ตารางแสดงพื้นที่สำรวจ

ลำดับ	สถานที่สำรวจ	วันที่สำรวจ
1	ค่ายสิรินธร	20 เมษายน 2565
2	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี	20 เมษายน 2565
3	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา	20 เมษายน 2565
4	มณฑลทหารบกที่ 46	20 เมษายน 2565
5	จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี	20 เมษายน 2565
6	กองทัพเรือภาคที่ 2 จังหวัด สงขลา	21 เมษายน 2565
7	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์ ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา	21 เมษายน 2565
8	สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน)	6 พฤษภาคม 2565
8	สำรวจพื้นที่ บก.รวท.อท.ศอพท.	10 พฤษภาคม 2565
9	สำรวจพื้นที่ ศอว.ศอพท.	11 พฤษภาคม 2565

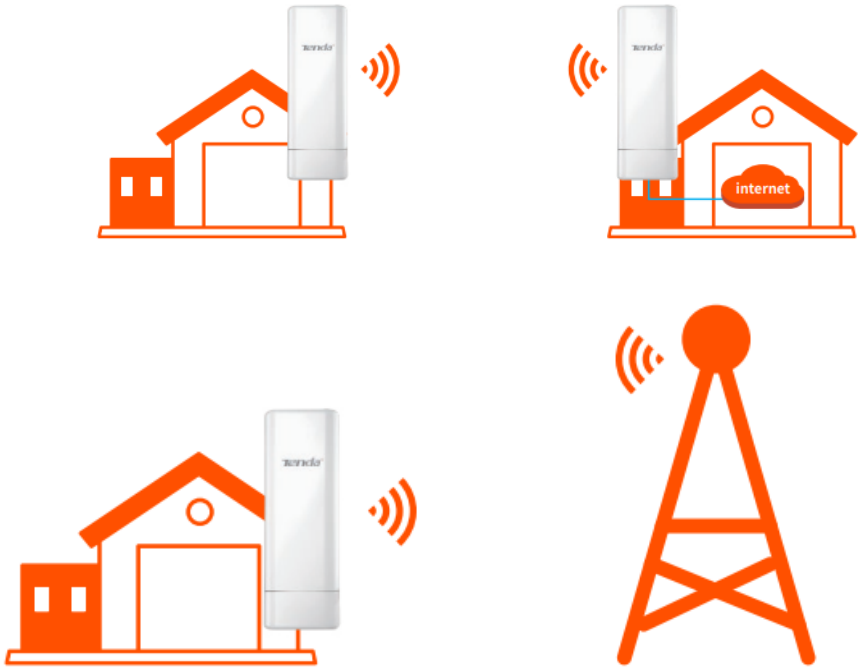
ลักษณะพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น กล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่มีอยู่เดิม การติดตามและมอนิเตอร์กล้อง ระบบกล้องตรวจจับใบหน้า การตรวจจับทะเบียน ระยะทางจากศูนย์กลางระบบโครงข่าย การใช้งานระบบโครงข่าย อุปกรณ์ติดตั้ง ระบบพลังงาน ผู้รับผิดชอบ เป็นต้น

ซึ่งจะเห็นถึงปัญหาหลายอย่างในการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในพื้นที่ เช่น การเรียกดูกล้องย้อนหลัง บางจุดไม่รู้ว่าใครเป็นเจ้าของ ขาดการรวมศูนย์ในบางจุด หรือระบบโครงข่ายที่ไกลจากศูนย์กลาง สัญญาณไม่ถึงมีการใช้งานซิมหรือสัญญาณ 4G จากผู้ให้บริการหน้างานไม่สามารถเรียกดูกล้องได้ เป็นต้น ซึ่งคณะทำงานที่ปรึกษาหลังจากลงพื้นที่ สำรวจพื้นที่และได้สอบถามถึงรูปแบบการใช้งานระบบกล้องเดิม การวางโครงข่าย รวมไปถึงความต้องการของผู้ใช้งานและผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลมานำเสนอและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาในระยะยาวต่อไป

3.2.4.2. แนวทางการพัฒนา บทวิเคราะห์และข้อชี้แจงเพิ่มเติม

จากการสอบถามและข้อซักถามเพิ่มเติมของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ซึ่งมีข้อกังวลและข้อคำถามเกี่ยวกับระบบที่จะดำเนินการพัฒนา เช่น ระยะทางที่ไกลจากห้องควบคุม ระบบพลังงาน การรวมศูนย์ การแจ้งเตือนล่วงหน้า เป็นต้น ซึ่งคณะทำงานที่ปรึกษามีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูง ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เป็นไปอย่างเรียบร้อยและตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการดังนี้

(1) จุดติดตั้งหลายจุดอยู่ไกลจากห้องควบคุม ซึ่งส่งผลต่อการเชื่อมโยงสัญญาณภาพ ซึ่งจากคำแนะนำให้ใช้เส้นใยนำแสง (Fiber optic) ลากสายสัญญาณมาจากห้องควบคุม มายังจุดติดตั้ง เพื่อความเสถียรของสัญญาณภาพนั้น คณะที่ปรึกษาได้ให้บทวิจารณ์และข้อสังเกตเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE Point to Point) สำหรับอุปกรณ์ที่อยู่ในที่โล่งระยะทางไม่เกิน 2 กิโลเมตร เพื่อป้องกันเรื่องของความไม่เสถียรของสัญญาณเมื่อใช้โครงข่าย WiFi ซึ่งไม่แน่นอนเหมือนโครงข่ายแบบใช้สาย แต่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายและงบประมาณจากการเดินเส้นใยนำแสง (Fiber optic)



ภาพที่ 3-66 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ CPE

(2) กรณีจุดติดตั้งไม่มีไฟฟ้า หลายจุดติดตั้งไม่มีไฟฟ้า หรืออาจจะเกิดความยุ่งยากในการขออนุญาตใช้ไฟฟ้าของพื้นที่ ในขั้นตอนการติดตั้งสามารถเลือกใช้ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบพึ่งพาตัวเอง โดยใช้พลังงานที่ผลิตจากแสงอาทิตย์ โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เพื่อผลิตไฟฟ้าในตอนกลางวันและกักเก็บพลังงานไว้ใช้งานในตอนกลางคืน ซึ่งการใช้งานจริงจะต้องมีการคำนวณกระแสไฟฟ้าที่จะใช้งานกับทุก ๆ อุปกรณ์ที่ต่อพ่วง รวมไปถึงค่าเสื่อมของระบบกักเก็บพลังงานหรือชุดแบตเตอรี่ เพื่อให้ระบบสามารถคงสภาพอยู่ได้อย่างน้อย 2 วัน ในกรณีที่ไม่มีแดดหรือเลือกใช้แผงพลังงานโซล่าเซลล์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้แม้ในช่วงฟ้าครึ้มหรือแสงน้อย เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ที่เลือกใช้ให้เหมาะสมก็มีส่วนสำคัญ ตัวอย่างเช่น 1) แผงพลังงาน โซล่าเซลล์ 2) อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ 3) ชุดแบตเตอรี่ 4) กล้องโทรทัศน์วงจรปิด 5) อุปกรณ์แปลงสัญญาณ 4G เป็นสัญญาณอินเทอร์เน็ต หรือ 4G Router ซึ่งคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน เพื่อเลือกใช้แบตเตอรี่ให้เหมาะสม

ภาพที่ 3-67 ตัวอย่างการใช้งานพลังงานโซล่าเซลล์ ร่วมกับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

(3) ความชัดเจนของกล้องในเวลากลางคืน ในตอนกลางคืนที่แสงน้อยจะมีปัญหาเกี่ยวกับภาพที่กล้องไม่สามารถตรวจจับได้หรือ ได้ภาพมาไม่ชัด ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้จากการเพิ่มแสงในบางพื้นที่สามารถติดตั้งหลอดไฟ LED ที่ใช้ไฟจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ เพื่อให้กล้องวงจรปิดมีแสงเพิ่มขึ้น เพื่อการตรวจจับภาพที่มีความชัดเจนมากขึ้น ในกรณีที่ใช้สำหรับการตรวจจับทะเบียนหรือการตรวจจับใบหน้า แต่หากไม่สามารถดำเนินการได้ สามารถเพิ่มความแรงของอินฟราเรด หรือ IR เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ในเวลากลางคืน ซึ่งจะสะท้อนป้ายทะเบียนรถได้ดีมาก แต่จะมีปัญหาตอนที่มีฝนตกเนื่องจากอินฟราเรดจะสะท้อนกับเม็ดฝน ทำให้มีปัญหากับบันทึกภาพที่ได้

ภาพที่ 3-68 ตัวอย่างการติดตั้งเพื่อตรวจจับทะเบียน

(4) การเก็บภาพเป็นจำนวน 30-45 วัน การเก็บภาพไว้หลายวันนั้นเป็นเรื่องของพื้นที่การจัดเก็บ ซึ่งถ้าสามารถเพิ่มขนาดความจุของหน่วยความจำได้ จะสามารถจัดเก็บข้อมูลได้นานเพิ่มขึ้นแต่ส่วนกลางสามารถใช้เครื่อง DVR/NVR ระบบบันทึกสัญญาณภาพกล้องวงจรปิดเพื่อเพิ่มขนาดพื้นที่ของการบันทึกภาพที่มีขนาดเพิ่มขึ้น ซึ่งการบันทึกภาพหากมีระบบปัญญาประดิษฐ์หรือ AI เข้ามาช่วยในการคัดกรองภาพที่จำเป็น และบันทึกเฉพาะภาพที่จำเป็น เพื่อลดการใช้งานพื้นที่หน่วยความจำ ซึ่งจะทำให้ใช้พื้นที่น้อยลง และจัดเก็บได้นานขึ้น เพื่อการค้นหาย้อนหลังได้

(5) การแจ้งเตือนต้องสงสัยก่อนถึงด่าน ในกรณีนี้คณะที่ปรึกษาเห็นควรตั้งกล้องหรือระบบเอไอที่อ่านข้อมูลจากกล้องเพื่อการประมวลผลภาพจากกล้องที่ติดตั้งไว้แบบเวลาจริง ซึ่งสามารถใช้กล้องวงจรปิดโดยทั่วไป หรือใช้ระบบ AI Smart Camera ที่ติดตั้งระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการวิเคราะห์ภาพก่อนถึงหน้าด่าน ซึ่งอุปกรณ์ประมวลผลขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น การแจ้งเตือนการตรวจจับวัตถุ การอ่านป้ายทะเบียน การตรวจจับใบหน้า เป็นต้น ซึ่งมีหลายอุปกรณ์สามารถทำการประมวลผลเบื้องต้นได้ เช่น Raspberry Pi, Nvidia Jetson, AI Camera เป็นต้น

3.2.5. การออกแบบคุณลักษณะกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในโครงการวิจัย

การออกแบบคุณลักษณะของกล้อง เพื่อให้รองรับการใช้งานหลายภาคส่วน ทั้งภาคประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านความมั่นคงนั้น ได้แบ่งรูปแบบของกล้องออกเป็น 3 แบบ โดยแตกต่างที่คุณลักษณะของกล้องที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะและความคิดเห็นจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ดังนี้

3.2.5.1. กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เป็นแบบ Peer to Peer เก็บข้อมูลที่ตัวกล้อง NVR หรือ คลาวด์ ซึ่งจะเป็นกล้องที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากล้องที่มีในท้องตลาด เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้งานได้

3.2.5.2. กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 Fixed or PTZ + Face Recognition และ LPR, LORA & NVR-AI เก็บข้อมูลบนกล้อง NVR และคลาวด์ ซึ่งเป็นกล้องที่มีคุณสมบัติเพิ่มเติมขึ้นมาจากกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อให้สามารถประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับและแจ้งเตือนวัตถุ รวมไปถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผลภาพจากกล้องได้ ที่เพิ่มเติมคุณสมบัติอีกส่วนคือเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายผ่านโครงข่าย LoRa ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานและรับส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ได้ในระยะไกล รูปแบบของกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ดังภาพ

3.2.5.3. กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 เป็นแบบ Fixed-AI และ NVR-AI ร่วมกับ Smart Sensor, Auto Tracking, Stabilizer, LORA, Smart Alert Alarm, Remote Sensing, e-Fence, License Plate Recognition, Face Recognition, Battery, and Power Management เก็บข้อมูลที่ตัวกล้อง NVR และคลาวด์ ซึ่งเป็นกล้องที่ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการทหาร ที่สามารถอ่านค่าเซ็นเซอร์ และส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย LORA ได้ในระยะไกล เพื่อสนับสนุนทางการทหาร

3.3. การพัฒนา (Development and Programming)

ในขั้นตอนการพัฒนา คณะทำงานวิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามความต้องการของผู้ใช้งาน จากการสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลความต้องการระบบของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ซึ่งการพัฒนาประกอบไปด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้

3.3.1. ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของกล้อง

ได้แบ่งกล้องออกเป็น 3 แบบ ซึ่งมีคุณลักษณะของกล้องแต่ละแบบดังนี้

3.3.1.1. กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 ในการออกแบบและพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 1 ทีมวิจัยและพัฒนาได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาให้เป็นไปตามคุณลักษณะพื้นฐานตามข้อกำหนดในเอกสาร TOR ของโครงการ ดังนี้

คุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์กล้องมีความละเอียดอย่างน้อย 1920x1080 pixels หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixels มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)

(2) อุปกรณ์ประมวลผล มีหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1 GHz มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 2GB รองรับ eMMC Storage ไม่น้อยกว่า 2GB สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth รองรับ Hardware Decode 1080p/30 เป็นอย่างน้อย รองรับ Hardware Decode ในรูปแบบ H.264 เป็นอย่างน้อย รองรับ Video Core Graphics OpenGL: ES3.0

(3) รองรับ IPV4 เป็นอย่างน้อย

(4) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ POE 10/100 base-T เป็นอย่างน้อย

(5) รองรับ HTTP, HTTPS, NTP, SNTP, SNMP, RTSP, IEEE802.1X เป็นอย่างน้อย

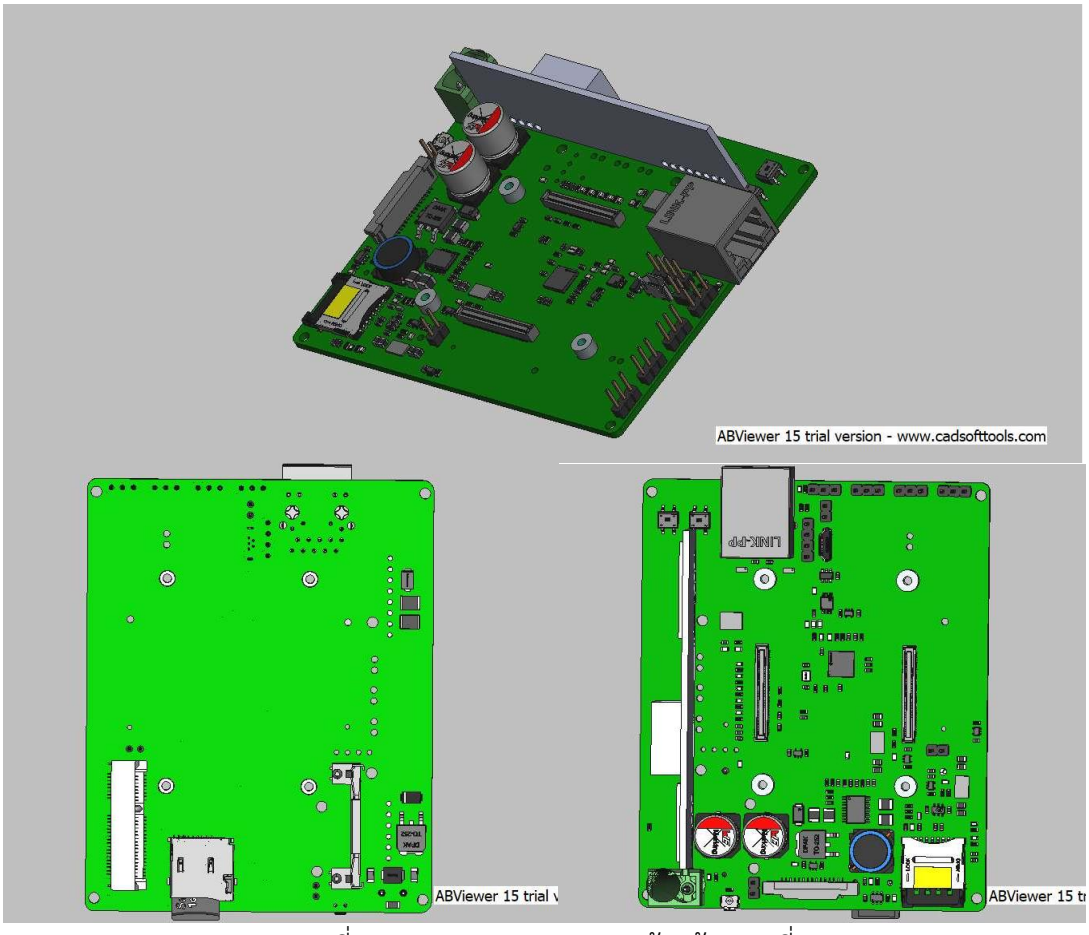
(6) การเชื่อมต่อ LTE รองรับการทำงานแบบ 3G ได้เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ GSM/GPRS/EDGE เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ TCP, UDP, PPP, HTTP, FTP, MQTT, SMS เป็นอย่างน้อย

(7) วัสดุของ PCB ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ เป็นแบบกระดาษฟีนอล หรือ อีพ็อกซี่ ประเภท FR-1, FR-2, FR-3, FR-4 หรือ CEM-1, CEM-3 เป็นอย่างน้อย ประเภทของเรซิ่นที่จะนำมาประกอบ PCB ต้องเป็น อีพ็อกซี่เรซิ่น หรือ พีโอเรซิ่นเป็นอย่างน้อย สารหน่วงไฟของ PCB ต้องเป็น UL94-V0 หรือ UL94-V1 คุณสมบัติสารหน่วงไฟไม่ติดไฟต้องอยู่ในระดับ UL94-HB เป็นอย่างน้อย

(8) มีมุมมองคงที่เป็นอย่างน้อย

(9) ติดตั้งใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างน้อย

(10) Camera Housing ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ มีขนาด กว้างxยาวxสูง ไม่น้อยกว่า 14.5x6x4.25 นิ้ว สามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้ มียายึดติดผนังหรือฝ้าเพดานได้ มีกระจกใสด้านหน้า วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม ตัว Camera Housing สามารถกันน้ำได้



ภาพที่ 3-69 การออกแบบวงจรกล้องต้นแบบที่ 1

หมายเหตุ : การออกแบบวงจรการทำงานของกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 แบบละเอียด ตามภาคผนวก ก หน้าที่ 281

3.3.1.2. กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐาน และอุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 2 คุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์กล้องมีความละเอียดอย่างน้อย 2560x1920 pixels หรือไม่น้อยกว่า 4,915,200 pixels มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)

(2) อุปกรณ์ประมวลผล มีหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1 GHz มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 2GB รองรับ eMMC Storage ไม่น้อยกว่า 2 GB สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth รองรับ Hardware Decode 1080p/30 เป็นอย่างน้อยรองรับ Hardware Decode ในรูปแบบ H.264 เป็นอย่างน้อย รองรับ Video Core Graphics OpenGL: ES3.0

(3) รองรับ IPV4 เป็นอย่างน้อย

(4) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ POE 10/100 base-T เป็นอย่างน้อย

(5) รองรับ HTTP, HTTPS, NTP, SNTP, SNMP, RTSP, IEEE802.1X เป็นอย่างน้อย

(6) การเชื่อมต่อ LTE รองรับการทำงานแบบ 3G ได้เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ GSM/GPRS/EDGE เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ TCP, UDP, PPP, HTTP, FTP, MQTT, SMS เป็นอย่างน้อย

(7) วัสดุของ PCB ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ เป็นแบบกระดาษฟีนอล หรือ อีพ็อกซี่ ประเภท FR-1, FR-2, FR-3, FR-4 หรือ CEM-1, CEM-3 เป็นอย่างน้อย ประเภทของเรซิ่นที่จะนำมาประกอบ PCB ต้องเป็น อีพ็อกซี่เรซิ่น หรือ พีโอเรซิ่นเป็นอย่างน้อย สารหน่วงไฟของ PCB ต้องเป็น UL94-V0 หรือ UL94-V1 คุณสมบัติสารหน่วงไฟไม่ติดไฟต้องอยู่ในระดับ UL94-HB เป็นอย่างน้อย

(8) ส่งสัญญาณภาพตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย

(9) มีมุมมองคงที่เป็นอย่างน้อย

(10) ติดตั้งใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างน้อย

(11) Camera Housing ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ มีขนาด กว้างxยาวxสูง ไม่น้อยกว่า 14.5x6x4.25 นิ้ว สามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้ มียางยึดติดผนังหรือฝ้าเพดานได้ มีกระจกใสด้านหน้า วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม ตัว Camera Housing สามารถกันน้ำได้

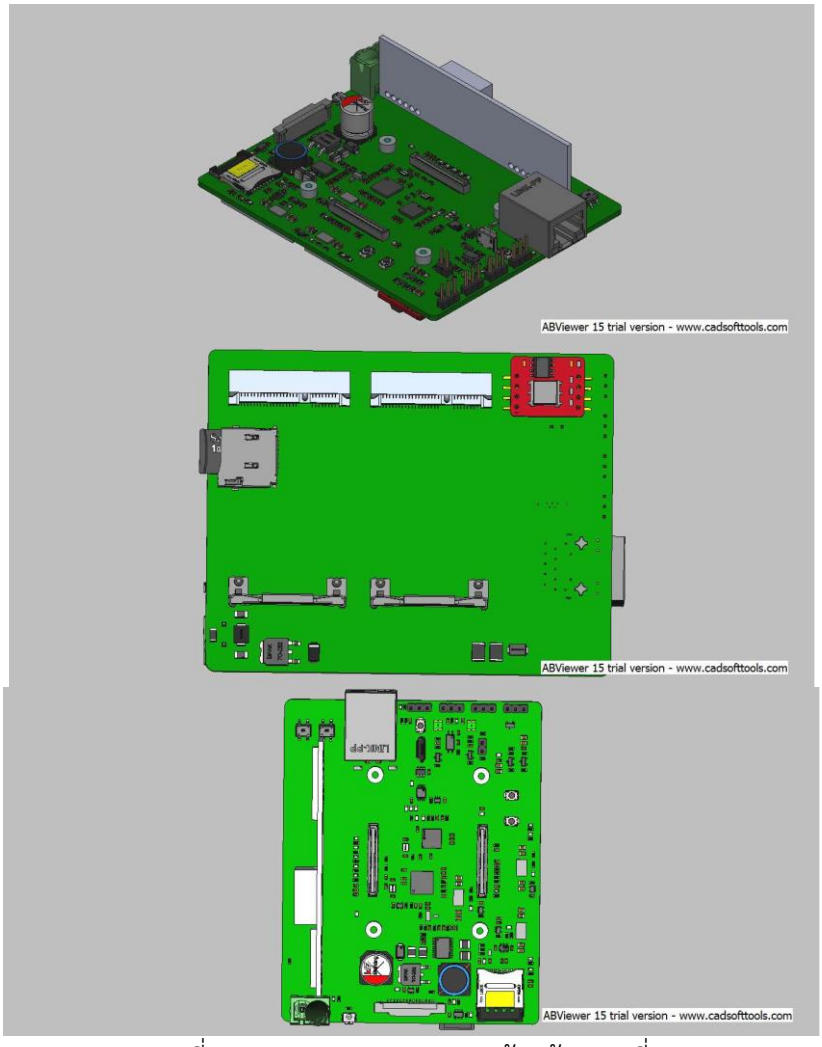
(12) สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ (License Plate Detection) ได้

(13) สามารถตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ได้

(14) สามารถวัดอากาศ (multi-Sensor) ได้ เช่น Humidity Sensor, Wind speed Sensor, Temperature Sensor

(15) สามารถเชื่อมต่อและส่งข้อมูลเซ็นเซอร์ผ่านเครือข่ายลอร่า

(16) มีการติดตั้งระบบพลังงานผ่านแบตเตอรี่และโซล่าเซลล์ (Solar Power) แบตเตอรี่ มีขนาด 12V 7Ah เป็นอย่างน้อย โซล่าเซลล์ มีขนาด 100W เป็นอย่างน้อย



ภาพที่ 3-70 การออกแบบวงจรกล้องต้นแบบที่ 2

หมายเหตุ : การออกแบบวงจรการทำงานของกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 แบบละเอียด ตามภาคผนวก ข หน้าที่ 306

3.3.1.3. กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐาน และอุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 3 คุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์กล้องมีความละเอียดอย่างน้อย 2560x1920 pixels หรือไม่น้อยกว่า 4,915,200 pixels มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)

(2) อุปกรณ์ประมวลผล มีหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานแบบ 4 แกน ไม่น้อยกว่า 1 GHz มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ และมีความสามารถในการคำนวณ 1TLOPS เป็นอย่างน้อย มี System Logic cell ไม่ต่ำกว่า 128K มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 4GB รองรับ eMMC Storage ไม่น้อยกว่า 16GB รองรับ Video Encoder 4x1080p/30fps หรือ 9x720p/30fps (H.246/H.265) เป็นอย่างน้อย รองรับ Video Decoder 8x1080p/30fps หรือ 18x720p/30fps (H.246/H.265) เป็นอย่างน้อย รองรับ Camera Serial Interface Version 2 (MIPI CSI-2) เป็นอย่างน้อย รองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ SD/SDIO หรือ GPIO เป็นอย่างน้อย รองรับ Operating Temperature ได้ที่ 25 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า รองรับ Storage Temperature ที่ -25 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n, ac) และ Bluetooth

(3) รองรับ IPV4 เป็นอย่างน้อย

(4) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ POE 10/100 base-T เป็นอย่างน้อย

(5) รองรับ HTTP, HTTPS, NTP, SNTP, SNMP, RTSP, IEEE802.1X เป็นอย่างน้อย

(6) การเชื่อมต่อ LTE รองรับการทำงานแบบ 3G ได้เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ GSM/GPRS/EDGE เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ TCP, UDP, PPP, HTTP, FTP, MQTT, SMS เป็นอย่างน้อย รองรับการทำงานแบบ AT-Command เป็นอย่างน้อย รองรับ Serial port 9600 Baud Rate เป็นอย่างน้อย

(7) วัสดุของ PCB ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ เป็นแบบกระดาษ ฟีนอล หรือ อีพ็อกซี่ ประเภท FR-1, FR-2, FR-3, FR-4 หรือ CEM-1, CEM-3 เป็นอย่างน้อย ประเภทของ เรซิ่นที่จะนำมาประกอบ PCB ต้องเป็น อีพ็อกซี่เรซิ่น หรือ พีโอเรซิ่นเป็นอย่างน้อยสารหน่วงไฟของ PCB ต้องเป็น UL94-V0 หรือ UL94-V1 คุณสมบัติสารหน่วงไฟไม่ติดไฟต้องอยู่ในระดับ UL94-HB เป็นอย่างน้อย

(8) มีมุมมองคงที่เป็นอย่างน้อย

(9) ติดตั้งใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างน้อย

(10) Camera Housing ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ มีขนาด กว้างxยาวxสูง ไม่น้อยกว่า 14.5x6x4.25 นิ้ว สามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้ มียางยึดติดผนัง หรือฝ้าเพดานได้ มีกระจกใสด้านหน้า วัสดุทำมาจากอลูมิเนียม ตัว Camera Housing สามารถกันน้ำได้

(11) สามารถตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ (License Plate Detection) ได้

(12) สามารถตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ได้

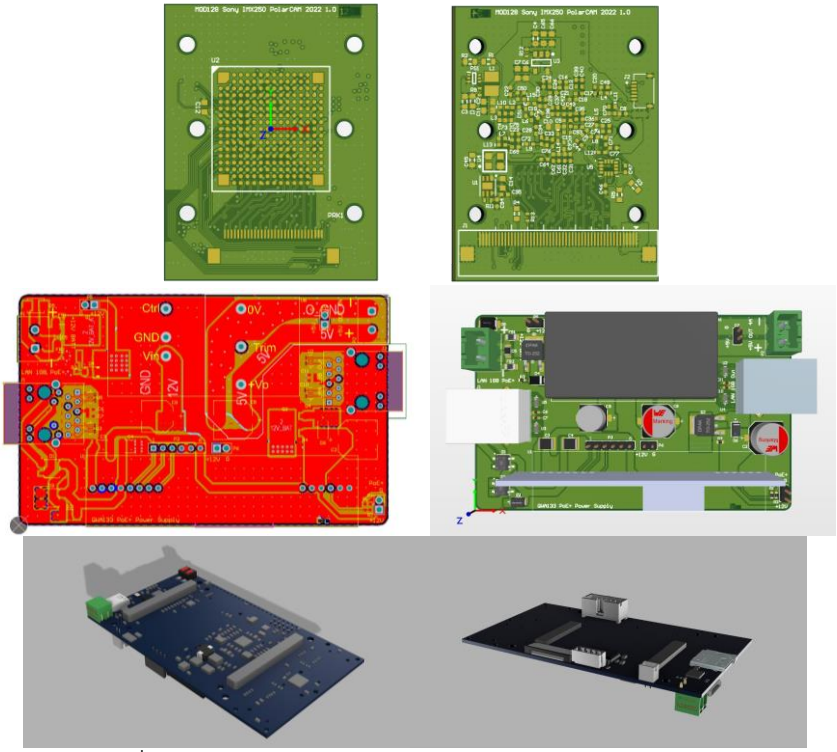
(13) สามารถวัดอากาศ (multi-Sensor) ได้ เช่น Humidity Sensor, Wind speed Sensor และ Temperature Sensor

(14) สามารถเชื่อมต่อและส่งข้อมูลเซ็นเซอร์ผ่านเครือข่ายลอร่า

(15) มีการติดตั้งระบบพลังงานผ่านแบตเตอรี่และโซล่าเซลล์ (Solar Power) แบตเตอรี่ มีขนาด 12V 7Ah เป็นอย่างน้อย โซล่าเซลล์ มีขนาด 100W เป็นอย่างน้อย

(16) สามารถระบุตำแหน่งและค้นหาอุปกรณ์ผ่านระบบจีพีเอสได้

(17) สามารถใช้งานทางทหารและพลเรือนได้



ภาพที่ 3-71 ตัวอย่างแผงวงจร Extension Board Model 3

หมายเหตุ : การออกแบบวงจรการทำงานของกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 แบบละเอียด ตามภาคผนวก ค หน้าที่ 339

3.3.1.4. อุปกรณ์สำหรับประกอบเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ติดตั้งหน่วยประมวลผลแบบ Graphical และระบบปัญญาประดิษฐ์แบบวิเคราะห์ภาพวีดิโอ (Artificial Intelligence Video Analytic) ข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐาน และอุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 3 คุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

(1) ชุดอุปกรณ์สำหรับประมวลผล มีหน่วยประมวลผลกลาง แบบ 4 แกนหลัก (2 Core) ต่อหน่วย หรือดีกว่า สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะ และแต่ละหน่วยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่ต่ำกว่า 1.0 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

(2) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 RDIMM หรือ LRDIMM หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

(3) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 base-T หรือดีกว่าจำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ

(4) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ POE 10/100 base-T หรือดีกว่าจำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ

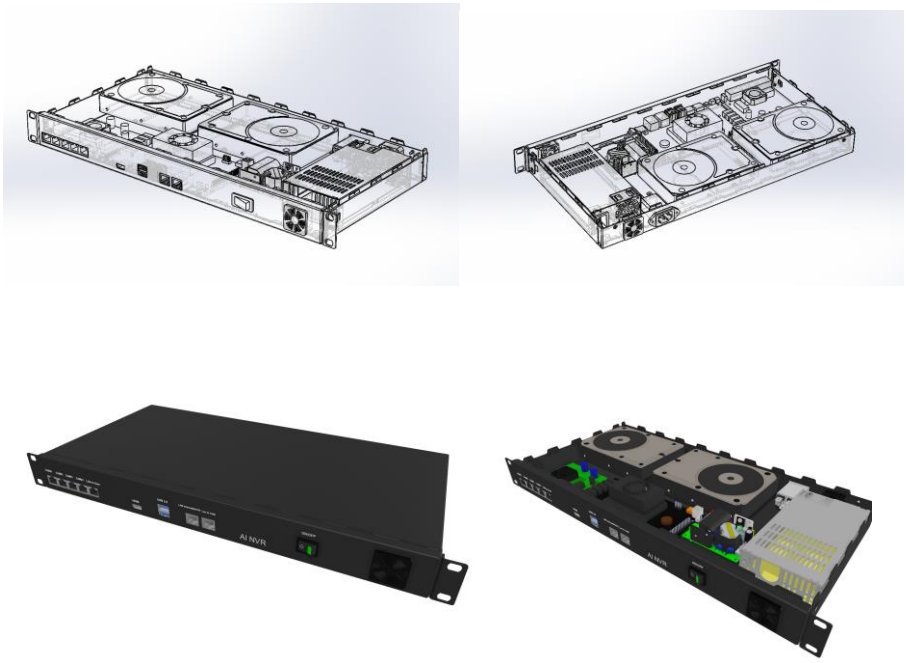
(5) รองรับหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาด 3.5 นิ้ว ความจุ 1 TB ได้รวมไม่น้อยกว่า 2 หน่วย ได้เป็นอย่างน้อย

(6) มีหน่วยประมวลผลกราฟิก (Graphic Processing Unit: GPU) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย ซึ่งใช้เทคโนโลยีแบบ Tensor Core GPU หรือดีกว่า

(7) มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

(8) รองรับการทำงานร่วมกับ Windows 2016 Server / Windows 2019 Server หรือ Red Hat Enterprise Linux หรือ Ubuntu หรือ VMware ได้เป็นอย่างน้อย

(9) มี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 250 Watt จำนวน 1 หน่วย



ภาพที่ 3-72 การออกแบบเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

หมายเหตุ : การออกแบบวงจรเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบละเอียด ตามภาคผนวก ง หน้าที่ 356

3.3.2 คำปรึกษาในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

การออกแบบด้าน Hardware, Software และ ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) การออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

3.3.2.1 การออกแบบด้าน Hardware เป็นการอออกแบบแยกกันของกล้องต้นแบบในแต่ละแบบซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะแตกต่างกันออกไป

3.3.2.2 ระบบปัญญาประดิษฐ์ และซอฟต์แวร์กล้อง เป็นออกแบบเพื่อใช้งานร่วมกันของกล้องต้นแบบ ทั้ง 3 แบบ

แสดงรายละเอียดในการออกแบบดัง ตารางที่ 3-28

ตารางที่ 3-28 คำปรึกษาในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
1	ออกแบบระบบเพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียนของกล้องตัวต้นแบบแบบที่ 1, 2 และ 3	คณะทำงานที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ได้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ ดังนี้ การออกแบบระบบเพื่อประมวลผลปัญญาประดิษฐ์สำหรับระบบตรวจจับทะเบียนรถนั้น แบ่งออกเป็นหลายประเด็นที่ต้องพิจารณา ดังต่อไปนี้ 1 กล้องตรวจจับป้ายทะเบียน ความละเอียดของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดซึ่งจะต้องมีความละเอียดมากพอในการอ่านรายละเอียดจากป้ายทะเบียนเพื่อนำมาแยกตัวอักษรจากภาพ การตั้งเฟรมเรทของกล้องที่จะต้องมีความเร็วมากพอในการอ่านรถที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว แสดงที่จะต้องส่องเห็นป้ายทะเบียนชัดเจน หากเป็นกลางคืนที่ไม่มีระบบส่องสว่างสามารถใช้ไออาร์ หรืออินฟราเรดส่องกระทบป้ายทะเบียนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนในช่วงเวลากลางคืนได้ เพื่อให้ภาพที่ได้เหมาะสมต่อการนำไปประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ต่อไป 2 การประมวลผล สามารถประมวลผลได้ทั้งในพื้นที่โดยการติดตั้งคอมพิวเตอร์แบบฝังตัวไว้ที่หัวกล้อง หรือติดตั้งบริเวณใกล้เคียงกับกล้องเพื่อนำภาพที่ได้จากหัวกล้องมาประมวลผลแบบเวลาจริง ซึ่งวิธีนี้จะต้องใช้โมเดลเอไอขนาดเล็ก เพื่อให้การประมวลผลบนอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัดสามารถประมวลผลการตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนได้ หรืออีกส่วนคือสามารถประมวลผลผ่านคลาวด์หรือใช้เครื่องแม่ข่ายเชื่อมต่อกับ

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		ระบบเน็ตเวิร์คเพื่อส่งข้อมูลจากหัวกล้องไปประมวลผล วิธีนี้ทำได้กรณีที่โครงข่ายการเชื่อมต่อมีความเสถียรมากพอสำหรับการส่งภาพไปยังเครื่องแม่ข่ายหรือระบบคลาวด์ภายใน 3 การจัดเก็บและแสดงผลข้อมูล หลังการประมวลผลเสร็จแล้วจะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสืบค้นภายหลังได้ ซึ่งจะต้องมีการออกแบบระบบฐานข้อมูล หรือใช้ฐานข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง และจะต้องมีการออกแบบส่วนแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของฟรอนท์เอนที่ต้องการ เช่น เว็บแอปพลิเคชัน หรือโมบายแอปพลิเคชัน เป็นต้น
2	ออกแบบ ฮาร์ดแวร์ของ ตัวกล้อง ต้นแบบ แบบที่ 1	ในการออกแบบกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 นั้น คณะทำงานที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำดังนี้ จากทิศทางของงานวิจัยที่กำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 1 ให้มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกับกล้องที่มีในท้องตลาดโดยทั่วไปเพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถใช้งานแทนกล้องวงจรปิดแบบเดิมได้ คณะทำงานที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำว่า ฮาร์ดแวร์ของตัวกล้องเพื่อให้สามารถจัดซื้อจัดจ้างในภาครัฐได้ง่ายนั้นควรมีสเปคหรือคุณลักษณะพื้นฐานตรงตามสเปคของกล้องที่กำหนดไว้สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างในภาครัฐ ซึ่งอ้างอิงตามข้อมูลการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐดังนี้ **คุณสมบัติของกล้องต้นแบบ แบบที่ 1** **การประมวลผลภาพ** - หน่วยประมวลผลภาพ CMOS 1/2,7" - ความเร็วชัตเตอร์ 1/100~1/10000s - อินฟราเรด 4 LED IR light with 1W **วิดีโอ** - ความละเอียด 1920 x 1080, 1280 x 720, CIF - การบีบอัดข้อมูล H.264 / MJPEG - จำนวนการแสดงผลภาพ 30FPS

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		- การแสดงผลภาพแบบต่อเนื่อง Main Stream and Sub Stream **รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล** - การรับส่งข้อมูล Re-transmission (Yes) - Protocol IPv4, IPv6, TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPs, DNS, NTP, FTP, ARP, RTSP, ICMP, IGMP Onvif-S **การเชื่อมต่อ** - Network 1 Network interface 10/100Mbps, RJ45 - Serial Port RS485 - Storage Micro-SD Max. 128GB - Storage 1 interface USB Type A **การใช้งานทั่วไป** - กำลังไฟฟ้าขณะเปิด IR 4W - กำลังไฟสูงสุด 9W (0.75Amp Max.) - อุณหภูมิ -30 +75 C RH 95% - การป้องกันอุปกรณ์ IP66 - กำลังไฟฟ้า 90-220V AC, 12V DC, or POE (IEEE802.3af, 802.3at) - น้ำหนัก 0.8 กิโลกรัม **คุณสมบัติการตรวจจับและวิเคราะห์ (On Cloud)** -การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) -การตรวจจับวัตถุ (Object Detection)
3	ออกแบบ ฮาร์ดแวร์ของ ตัวกล้อง ต้นแบบที่ 2	ในการออกแบบกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 นั้น คณะทำงานที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำดังนี้ จากทิศทางของงานวิจัยที่กำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 2 ให้มีลักษณะดีกว่ากล้องที่มีในท้องตลาดโดยทั่วไป ทั้งนี้ในส่วนของของการสื่อสารและการเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Sensor ได้มีมีข้อแนะนำให้นำ Module การเชื่อมต่อในรูปแบบต่าง ๆ เช่น 3G 4G Wi-Fi และ LoRa เข้ามาใช้งานร่วมกับตัวกล้อง โดยแบ่งการเชื่อมต่อและ Function ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		1 การเชื่อมต่อแบบ Local Network ทั้งแบบสาย และไร้สาย (Lan, Wireless) 2 การเชื่อมต่อแบบ Public Network (LTE 3G 4G) 3 การเชื่อมต่อด้วย Unlicensed Brand Network LoRa Wan เพื่อรองรับ Sensor แบบต่างๆ จาก นอกจากนี้ตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ยังสามารถปรับ Mode การใช้งานของตัวกล้องให้เป็นไปตามต้องการของผู้ใช้งานได้อีก 1 รูปแบบ ได้แก่ 1 กล้อง พร้อม LoRa Node 2 กล้อง พร้อม LoRa Gateway 3 กล้อง พร้อม LoRa Server **คุณสมบัติของกล้องต้นแบบ แบบที่ 2** **การประมวลผลภาพ** - หน่วยประมวลผลภาพ CMOS 1/2,7" - ความเร็วชัตเตอร์ 1/100~1/10000s - อินฟราเรด 4 LED IR light with 1W **วิดีโอ** - ความละเอียด 1920 x 1080, 1280 x 720, CIF - การบีบอัดข้อมูล H.264 / MJPEG - จำนวนการแสดงผลภาพ 30FPS - การแสดงผลภาพแบบต่อเนื่อง Main Stream and Sub Stream **รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล** - การรับส่งข้อมูล Re-transmission (Yes) - Protocol IPv4, IPv6, TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPs, DNS, NTP, FTP, ARP, RTSP, ICMP, IGMP Onvif-S **การเชื่อมต่อ** - Network 1 Network interface 10/100Mbps, RJ45 - Serial Port RS485

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		- Storage Micro-SD Max. 128GB - Storage 1 interface USB Type A **การใช้งานทั่วไป** - กำลังไฟฟ้าขณะเปิด IR 4W - กำลังไฟสูงสุด 9W (0.75Amp Max.) - อุณหภูมิ -30 +75 C RH 95% - การป้องกันอุปกรณ์ IP66 - กำลังไฟฟ้า 90-220V AC, 12V DC, or POE (IEEE802.3af, 802.3at) - น้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม **คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์ IoT (Lora)** - ความถี่ 920-925MHz (AS923) - กำลังส่งระยะทาง 1.5 กิโลเมตร **พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)** - กำลังไฟฟ้า 5-24 โวลต์ **การวัดค่า (Sensor)** -ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature and Humidity) -ค่าความเร็วลม (Wind Speed) **คุณสมบัติการตรวจจับและวิเคราะห์ (On Cloud)** -การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) -การตรวจจับวัตถุ (Object Detection)
4	ออกแบบ ฮาร์ดแวร์ของ ตัวกล้อง ต้นแบบ แบบที่ 3	ในการออกแบบกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 นั้น คณะทำงานที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำดังนี้ จากทิศทางของงานวิจัยที่กำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 3 ให้มีลักษณะดีกว่ากล้องที่มีในท้องตลาด ทั้งนี้กล้องต้นแบบแบบที่ 3 มุ่งเน้นให้สามารถใช้งานได้ทั้งภาคพลเรือน และทางการทหาร (Dual Use) โดยพัฒนาต่อยอดจากกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ที่มีคุณสมบัติในส่วนของการสื่อสารและการเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Sensor ได้มีมีข้อแนะนำให้นำ Module การเชื่อมต่อในรูปแบบต่าง ๆ เช่น 3G 4G WiFi และ

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		LoRa เข้ามาใช้งานร่วมกับตัวกล้อง โดยแบ่งการเชื่อมต่อและ Function ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1 การเชื่อมต่อแบบ Local Network ทั้งแบบสาย และไร้สาย (Lan, Wireless) 2 การเชื่อมต่อแบบ Public Network (LTE 3G 4G) 3 การเชื่อมต่อด้วย Unlicensed Brand Network LoRa Wan เพื่อรองรับ Sensor แบบต่างๆ จาก นอกจากนี้ตัวกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 ยังสามารถปรับ Mode การใช้งานของตัวกล้องให้เป็นไปตามต้องการของผู้ใช้งานได้อีก 3 รูปแบบ ได้แก่ 1 กล้อง พร้อม LoRa Node 2 กล้อง พร้อม LoRa Gateway 3 กล้อง พร้อม LoRa Server นอกจากนี้กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ได้เพิ่มคุณสมบัติของในส่วนของ Image Sensor ให้เป็นแบบ Polarizations เพื่อรองรับการใช้งานในรูปแบบการตัดแสงเงาสะท้อนของกระจกและพื้นน้ำ (Reduce Reflections) เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนแม่นยำสำหรับนำไปวิเคราะห์ด้วย AI Model ในรูปแบบต่างๆ พร้อมกับเพิ่มประสิทธิภาพของ Lens ให้สามารถดูภาพในระยะไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพเข้าไปเพิ่มเติมด้วย โดยกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ยังได้เปลี่ยนรูปแบบของหน่วยประมวลจาก System on Module (SoM) มาเป็นแบบ Field Programmable Gate Array (FPGA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 ให้ดียิ่งขึ้น และนำไปสู่การใช้งานแบบ Dual Use ได้อย่างแท้จริง **คุณสมบัติของกล้องต้นแบบ แบบที่ 3** **การประมวลผลภาพ** - หน่วยประมวลผลภาพ 5.07M-Effective Pixel Monochrome and Color CMOS Image Sensor - ความเร็วชัตเตอร์ 1/100~1/10000s

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		- อินฟราเรด 4 LED IR light with 1W **วิดีโอ** - ความละเอียด 2464 (H) × 2056 (V) approx. 5.07M pixels - การบีบอัดข้อมูล H.264 / MJPEG - จำนวนการแสดงผลภาพ 30FPS - การแสดงผลภาพแบบต่อเนื่อง Streams Main Stream and Sub Stream **รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล** - การรับส่งข้อมูล Re-transmission (Yes) - Protocol IPv4, IPv6, TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPs, DNS, NTP, FTP, ARP, RTSP, ICMP ,IGMP Onvif-S **การเชื่อมต่อ** - Network 1 Network interface 10/100Mbps, RJ45 - Serial Port RS485 - Storage Micro-SD Max. 512GB - Storage 1 interface USB Type A **การใช้งานทั่วไป** - กำลังไฟฟ้าขณะเปิด IR 19W - กำลังไฟสูงสุด 24W (2.00Amp Max.) - อุณหภูมิ -30 +75 C RH 95% - การป้องกันอุปกรณ์ IP66 - กำลังไฟฟ้า 90-220V AC, 12V DC, or POE (IEEE802.3af, 802.3at) - น้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม **คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์ IoT (Lora)** -ความถี่ 920-925MHz (AS923) -กำลังส่งระยะทาง 1.5 กิโลเมตร **พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell)** -กำลังไฟฟ้า 5-24 โวลต์

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		การวัดค่า (Sensor) -ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature and Humidity) -ค่าความเร็วลม (Wind Speed) **คุณสมบัติการตรวจจับและวิเคราะห์ (On-Camera and Cloud)** -การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) -การวิเคราะห์ใบหน้า (Face Recognition) -การตรวจจับป้ายทะเบียน (License plate Detection) -การวิเคราะห์ป้ายทะเบียน (License plate Recognition) -การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) -การวิเคราะห์วัตถุ (Object Recognition)
5	ออกแบบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ 1, 2 และ 3	ซอฟต์แวร์ของตัวกล้อง คณะทำงานที่ปรึกษาได้จัดประชุมและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ ดังนี้ เนื่องจากกล้องที่พัฒนาเป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ที่มีความปลอดภัยสูง ดังนั้นการออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์จึง มีความสำคัญ ซึ่งซอฟต์แวร์ผู้พัฒนาหรือทีมวิจัยจะต้องกำหนดสเปกได้เอง เพื่อป้องกันปัญหาการใช้งานซอฟต์แวร์ตลาดและการส่งข้อมูลไปภายนอกโดยที่ไม่ได้รับอนุญาตการออกแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์จึงสำคัญ เพื่อให้สามารถอ่านภาพจากกล้อง และประมวลผลด้านปัญญาประดิษฐ์เบื้องต้น หรือ ส่งข้อมูลไปยังคลาวด์ภายในของหน่วยงานเอง ประเด็นที่ต้องพิจารณา ได้แก่ - ระบบปฏิบัติการแบบกำหนดเอง (Customization Embedded Linux) - ไดร์เวอร์ (Kernel Driver) - เฟิร์มแวร์ (MCU Firmware) - แพ็กเกจซอฟต์แวร์ที่จำเป็น (Additional Software Package) ประกอบด้วย 1 Nvidia A100 Driver 2 Nvidia Package 3 Cuda Package

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		4 Python Package 5 MongoDB **หมายเหตุ :** *การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับกล้องต้นแบบ จะเป็นการพัฒนาโดยการใช้งาน Opensource เป็นพื้นฐานในการพัฒนาทั้งหมด*
6	การให้คำแนะนำด้านซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์เพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน	คณะทำงานที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำว่า การพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์เพื่อประมวลผลภาพป้ายทะเบียน โดยขั้นตอนจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ 1 การอ่านภาพจากหัวกล้อง สามารถเขียนซอฟต์แวร์เพื่อดึงภาพจากหัวกล้องมาประมวลผลได้ ซึ่งสามารถอ่านภาพผ่านโปรโตคอล RTSP ซึ่งเป็นโปรโตคอลมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูล โดยใช้รหัสคำสั่งหรือซอร์สโค๊ดโปรแกรมที่เขียนเพิ่มเติมได้ 2 การทำระบบตรวจจับป้ายทะเบียน เพื่อความแม่นยำในการอ่านข้อมูลจากป้ายทะเบียนระบบจำเป็นต้องพัฒนาปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับป้ายทะเบียนเพื่อป้องกันการตรวจจับที่ผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลต่อความแม่นยำด้วย อัลกอลิทึมสำหรับการตรวจจับวัตถุมีหลากหลาย เช่น YOLO Object Detection, SSD เป็นต้น ขึ้นอยู่กับความต้องการของนักพัฒนา 3 การแบ่งตัวอักษร (character segmentation) สามารถทำแบ่งตัวอักษรจากภาพหรือการทำ Segmentation ซึ่งจะตัดส่วนมาเฉพาะตัวอักษรหรือส่วนที่สนใจ เพื่อแยกส่วนของตัวอักษรที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งเมื่อได้ตัวอักษรและตัวเลขที่สนใจแล้ว จะนำไปใช้สำหรับการแปลงภาพเป็นตัวอักษร ซึ่งสามารถใช้เทคนิคโอซีอาร์ (OCR) ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน 4 การรู้จำตัวอักษร (character recognition) เทคนิคการแปลงภาพเป็นตัวอักษรสามารถใช้เทคนิค การอ่านอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition) ซึ่งสามารถใช้อัลกอลิทึมที่หลากหลายที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น Tesseract OCR, Easy OCR เป็นต้น ในส่วนของการพัฒนาได้มีข้อแนะนำเพิ่มเติมในส่วนของการรักษา

ลำดับ	การ ดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และ ภาพประกอบ
		ความปลอดภัยโดยการทำ Secure Coding and Configuration ด้วยOWASP ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้กันทั่วไปประกอบด้วย 1 Broken Access Control 2 Cryptographic Failures 3 Injection 4 Insecure Design 5 Security Misconfiguration 6 Vulnerable and Outdated Components 7 Identification and Authentication Failures
7	ทดสอบซอฟต์แวร์ของตัวกล้องต้นแบบ	การทดสอบซอฟต์แวร์ คณะทำงานที่ปรึกษาให้คำปรึกษาว่า การทดสอบซอฟต์แวร์สามารถทำได้ในขั้นตอนการพัฒนาซึ่งสามารถแบ่งชุดดาต้าเซ็ตออกเป็นข้อมูลสำหรับเทรนโมเดล ข้อมูลสำหรับการเทสโมเดล และข้อมูลสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล ซึ่งสามารถนำมาใช้สำหรับการทดสอบความถูกต้องของโมเดล เพื่อดูความแม่นยำและหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ในส่วนของการพัฒนาและทดสอบได้แนะให้ใช้ Software Development Life Cycle : SDLC เข้ามาจับในแต่ละขบวนการประกอบด้วย 1 การวางแผน (Planning) 2 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ Requirement 3 การออกแบบซอฟต์แวร์ (Design Software) 4 การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development) 5 การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing) 6 การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Operations and Maintenance) **หมายเหตุ :** *รายละเอียดการ Training Dataset และตัวอย่างหน้าการใช้งานซอฟต์แวร์ ตามภาคผนวก จ หน้า 359*

3.3.3 การผลิต การส่งมอบกล้องต้นแบบ และครุภัณฑ์ที่จำเป็นต่อการวิจัย

คณะทำงานวิจัยได้ทำการออกแบบกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 แบบที่ 2 และ แบบที่ 3 จากนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตตามแบบที่ได้วางไว้ ซึ่งได้มีการวางแผนดำเนินการในการจัดซื้อจัดจ้างครุภัณฑ์ เพื่อใช้สำหรับการประกอบอุปกรณ์กล้อง เพื่อให้ทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ รายละเอียดการส่งมอบดังนี้

ตารางที่ 3-29 รายการครุภัณฑ์สำหรับการประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน
1	อุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 1	25 ชุด
2	Oscilloscope	2 เครื่อง
3	Spectrum Analyzer	1 เครื่อง
4	Function Generator	2 เครื่อง
5	Lab Power Supply	2 เครื่อง
6	CCTV Tester	2 เครื่อง
7	Rework Tools	2 ชุด
8	Multi Meter	5 เครื่อง
9	Work Bench	3 ชุด
10	Anti-Static Material	3 ชุด
11	อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบ PoE (PoE L2 Switch) 8 ช่อง	50 ชุด
12	เครื่องผลิตแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบ Computer Numerical Controlled (CNC)	1 ชุด
13	โปรแกรมออกแบบวงจรและแผ่นพิมพ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์	5 ชุด
14	เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คประสิทธิภาพสูง	17 เครื่อง
15	อุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 2	15 ชุด
16	ค่าเช่าระบบคลาวด์แบบประมวลผลด้วย Graphical (Cloud and Software Management with Server installed Graphical processing unit)	1 ระบบ
17	เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED ขาวดำ สำหรับกระดาษขนาด A3	1 เครื่อง
18	เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Inkjet printer) สำหรับกระดาษขนาด A3	1 เครื่อง
19	เครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ พร้อมเครื่องแสกนภาพ 3 มิติ แบบประสิทธิภาพสูง	1 เครื่อง
20	อุปกรณ์สำหรับประกอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบที่ 3	10 ชุด

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน
21	อุปกรณ์สำหรับประกอบเครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิดติดตั้งหน่วยประมวลผลแบบ Graphical และระบบปัญญาประดิษฐ์แบบวิเคราะห์ภาพวีดิโอ (Artificial Intelligence Video Analytic)	10 ชุด
22	อุปกรณ์เครือข่ายแบบไร้สาย(Wireless Network) และ lora Gateway	20 ชุด
23	สายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ	1 ชุด
24	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายติดตั้งหน่วยประมวลผลแบบ Graphical สำหรับการประมวลผลแบบปัญญาประดิษฐ์วิเคราะห์ภาพวีดิโอ (Server with Graphical Processing Unit for Video Analytic Platform & AI Development and Testing Environment)	2 ชุด
25	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายติดตั้งหน่วยประมวลผลแบบ Graphical สำหรับการประมวลผลแบบวิเคราะห์ภาพวีดิโอ (Server with Graphical Processing Unit for Video Analytic Platform for Pilot Environment)	1 ชุด

3.4 การทดสอบ (Testing)

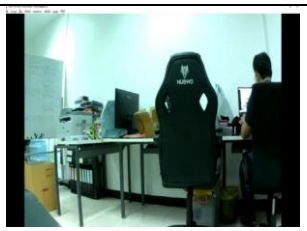
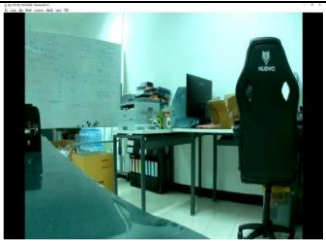
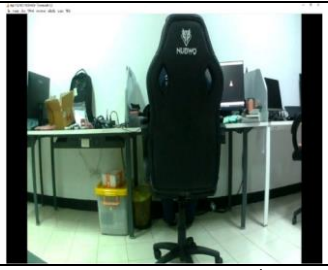
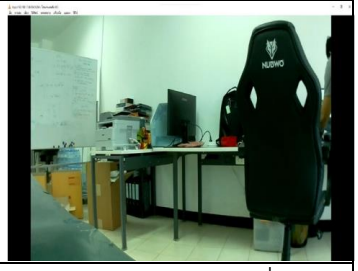
หลังจากทีมวิจัยได้ดำเนินการพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 1-3 แล้ว จึงได้นำกล้องต้นแบบเข้าสู่กระบวนการ การทดสอบเพื่อปรับปรุงและปรับใช้ให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 3-30 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 1

กล้องต้นแบบ แบบที่ 1		
การทดสอบกล้องตัวที่ 1	การทดสอบกล้องตัวที่ 2	การทดสอบกล้องตัวที่ 3
การทดสอบกล้องตัวที่ 4	การทดสอบกล้องตัวที่ 5	การทดสอบกล้องตัวที่ 6
การทดสอบกล้องตัวที่ 7	การทดสอบกล้องตัวที่ 8	การทดสอบกล้องตัวที่ 9
การทดสอบกล้องตัวที่ 10	การทดสอบกล้องตัวที่ 11	การทดสอบกล้องตัวที่ 12

การทดสอบกล้องตัวที่ 13	การทดสอบกล้องตัวที่ 14	การทดสอบกล้องตัวที่ 15
การทดสอบกล้องตัวที่ 16	การทดสอบกล้องตัวที่ 17	การทดสอบกล้องตัวที่ 18
การทดสอบกล้องตัวที่ 19	การทดสอบกล้องตัวที่ 20	การทดสอบกล้องตัวที่ 21
การทดสอบกล้องตัวที่ 22	การทดสอบกล้องตัวที่ 23	การทดสอบกล้องตัวที่ 24
การทดสอบกล้องตัวที่ 25		

ตารางที่ 3-31 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 2

กล้องต้นแบบ แบบที่ 2		
		
การทดสอบกล้องตัวที่ 1	การทดสอบกล้องตัวที่ 2	การทดสอบกล้องตัวที่ 3
การทดสอบกล้องตัวที่ 4	การทดสอบกล้องตัวที่ 5	การทดสอบกล้องตัวที่ 6
		
การทดสอบกล้องตัวที่ 7	การทดสอบกล้องตัวที่ 8	การทดสอบกล้องตัวที่ 9
การทดสอบกล้องตัวที่ 10	การทดสอบกล้องตัวที่ 11	การทดสอบกล้องตัวที่ 12
		
การทดสอบกล้องตัวที่ 13	การทดสอบกล้องตัวที่ 14	การทดสอบกล้องตัวที่ 15

ตารางที่ 3-32 การทดสอบกล้องในห้องปฏิบัติการแบบที่ 3

กล้องต้นแบบ แบบที่ 3		
การทดสอบกล้องตัวที่ 1	การทดสอบกล้องตัวที่ 2	การทดสอบกล้องตัวที่ 3
การทดสอบกล้องตัวที่ 4	การทดสอบกล้องตัวที่ 5	การทดสอบกล้องตัวที่ 6
การทดสอบกล้องตัวที่ 7	การทดสอบกล้องตัวที่ 8	การทดสอบกล้องตัวที่ 9
การทดสอบกล้องตัวที่ 10		

3.5 การติดตั้ง (Deployment)

ตัวแทนคณะทำงานที่ปรึกษา และตัวแทนคณะวิจัยของกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ได้ดำเนินการออกแบบพัฒนากล้องในแบบที่ 1, 2 และ 3 เพื่อทดสอบระบบและนำไปติดตั้งในพื้นที่ ทั้ง 4 พื้นที่ รายละเอียดจุดติดตั้ง ดังนี้

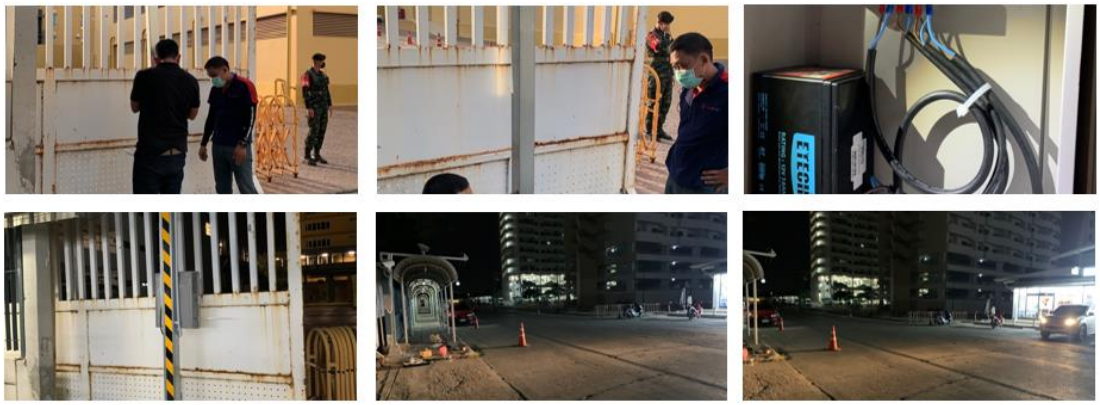
3.5.1 พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

การติดตั้งตามจุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1,2 และ 3 ดังนี้

3.5.1.1 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1

ภาพการดำเนินงาน

ภาพที่ 3-73 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)



ภาพที่ 3-74 ประตูทางเข้าด้านหลัง สป. (เข้า)

ภาพที่ 3-75 ประตูทางเข้าด้านหลัง สป. (ออก)

ภาพที่ 3-76 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)

ภาพที่ 3-77 ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง (รถดาวเทียมจอดบริเวณนั้น)

3.5.1.2 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2

ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-78 ป้อมรักษาการณ์ (ออก)

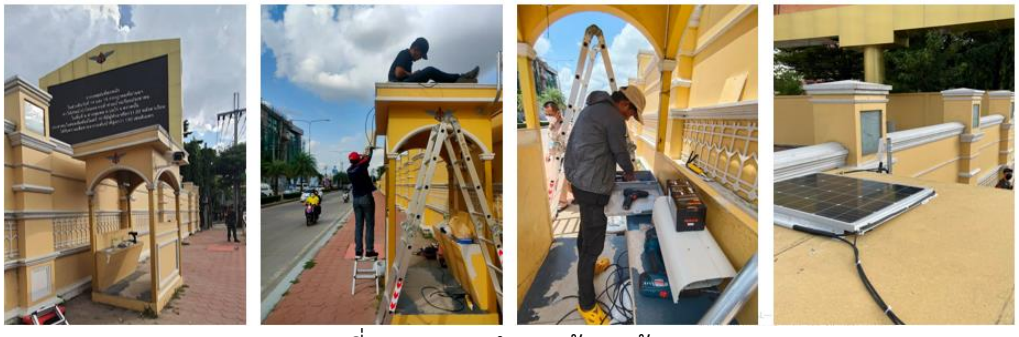
ภาพที่ 3-79 ป้อมรักษาการณ์ (เข้า)

ภาพที่ 3-80 ห้อง Data Center ชั้น ๖ ทสอ.กห.ภายใน

3.5.1.3 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3

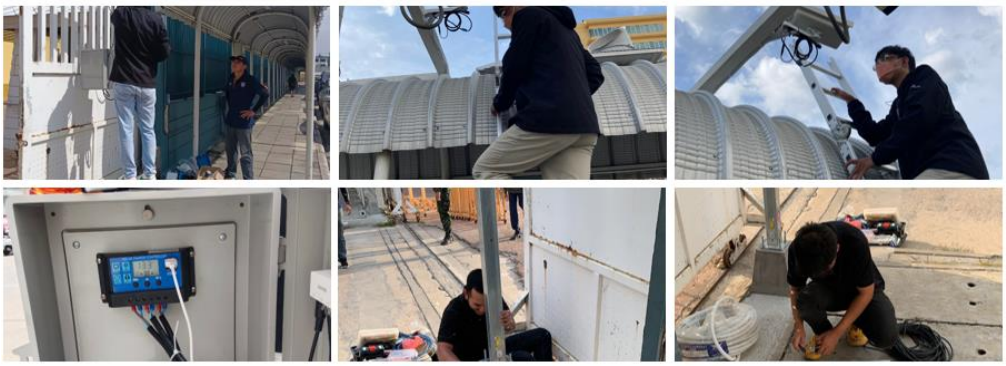
ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-81 ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.



ภาพที่ 3-82 แนวกำแพงด้านหน้า สป.

ภาพที่ 3-83 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)



ภาพที่ 3-84 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม

3.5.2 โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

การติดตั้งตามจุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 และ 2 ดังนี้

3.5.2.1 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1

ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-85 ประตูทางเข้า รวท.อท.ศอพท

ภาพที่ 3-86 ประตูทางออก รวท.อท.ศอพท

ภาพที่ 3-87 จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก

ภาพที่ 3-88 ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ)

ภาพที่ 3-89 ประตูทางเดินเข้า – ออกโรงงาน

3.5.2.2 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2

ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-90 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1

ภาพที่ 3-91 อาคารผลิตกระสุน P28

3.5.3 ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหารในพื้นที่จังหวัดลพบุรี

การติดตั้งตามจุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1และ 2 ดังนี้

3.5.3.1 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1

ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-92 ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.)

ภาพที่ 3-93 ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

ภาพที่ 3-94 ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

ภาพที่ 3-95 บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

ภาพที่ 3-96 บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

5.3.2 การติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2

ภาพดำเนินการ

ภาพที่ 3-97 คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

ภาพที่ 3-98 คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.

3.5.4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

การติดตั้งตามจุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1,2 และ 3 ดังนี้

3.5.4.1 จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี

(1) จุดตรวจบ่อทอง กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ตัว และกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว

ภาพที่ 3-99 จุดตรวจบ่อทอง

(2) จุดตรวจบ่อทอง ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัว

ภาพที่ 3-100 จุดตรวจบ่อทอง กล้องต้นแบบ แบบที่ 3

3.5.4.2 จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา

(1) จุดตรวจขุนไวย์ กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 3 ตัว และกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 จำนวน 3 ตัว

ภาพที่ 3-101 จุดตรวจขุนไวย์

(2) จุดตรวจขุนไวย์ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัว

ภาพที่ 3-102 จุดตรวจขุนไวย์ กล้องต้นแบบ แบบที่ 3

3.5.4.3 ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี

(1) ด่านตรวจเขาตูม กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว และกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 จำนวน 2 ตัว

ภาพที่ 3-103 ด่านตรวจเขาตูม

5.4.3.2 ด่านตรวจเขาตูม ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 1 ตัว

ภาพที่ 3-104 ด่านตรวจเขาตูม กล้องต้นแบบ แบบที่ 3

3.5.4.4 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์

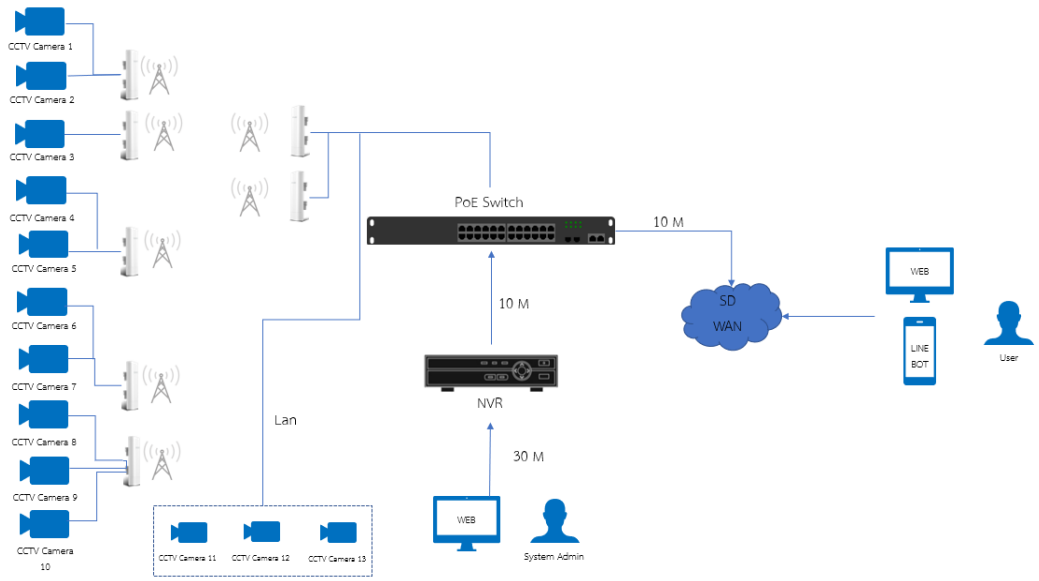
(1) ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์ กล้องต้นแบบแบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว

ภาพที่ 3-105 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์

3.6 การเชื่อมต่อโครงข่ายระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

หลังจากติดตั้งแล้วเสร็จทั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1,2 และแบบที่ 3 ในพื้นที่ที่ได้กำหนดเอาไว้ทีมคณะทำงานวิจัยทำการเชื่อมต่อโครงข่ายภายในของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมกับกล้องที่ติดตั้ง เพื่อทำการเชื่อมโยงโครงข่ายการแสดงผลภาพมายังส่วนกลาง รูปแบบการเชื่อมต่อมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับพื้นที่และอุปกรณ์โครงข่ายที่มีอยู่ในพื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยรูปแบบการเชื่อมโยงโครงข่ายมีดังนี้

3.6.1 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม เชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพ การออกแบบระบบดังภาพ

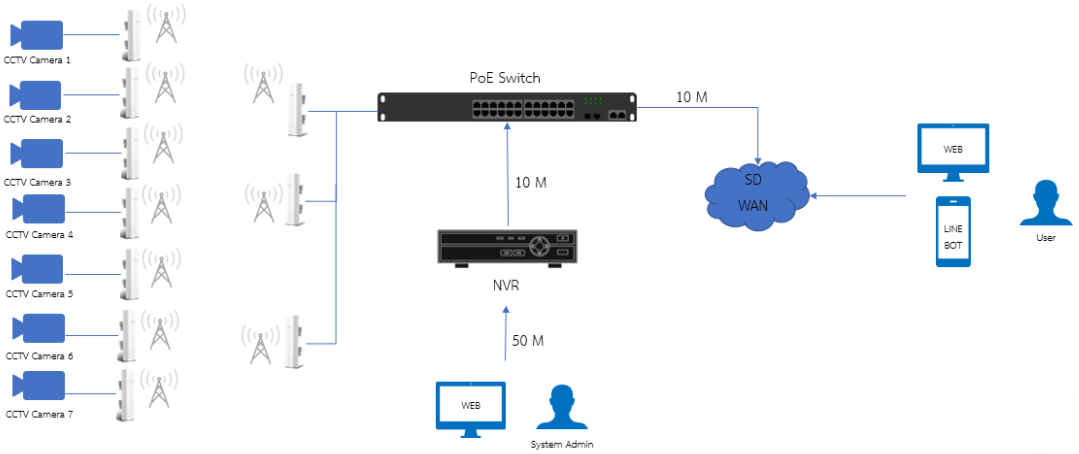


ภาพที่ 3-106 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ภาพที่ 3-107 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ภาพที่ 3-108 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

3.6.2 โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ดังภาพ

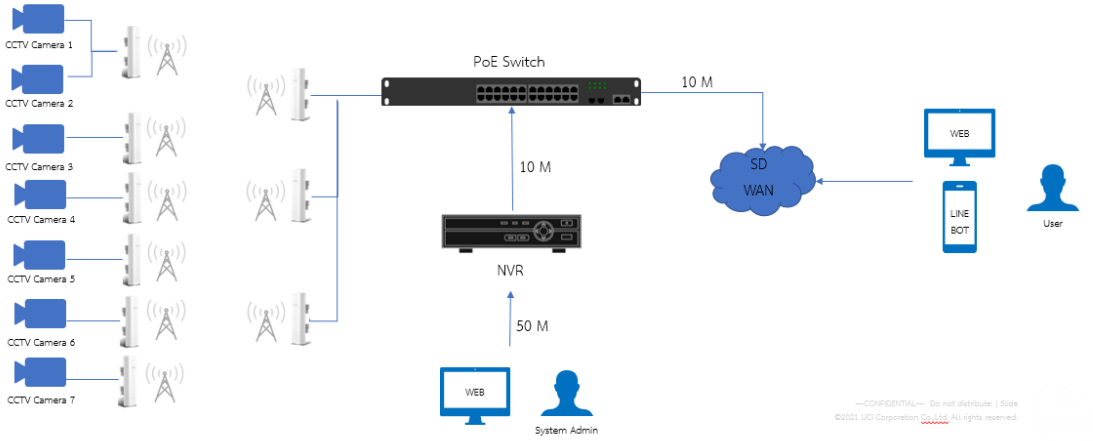


ภาพที่ 3-109 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน โรงงานวัตถุระเบิดทหาร

ภาพที่ 3-110 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย โรงงานวัตถุระเบิด

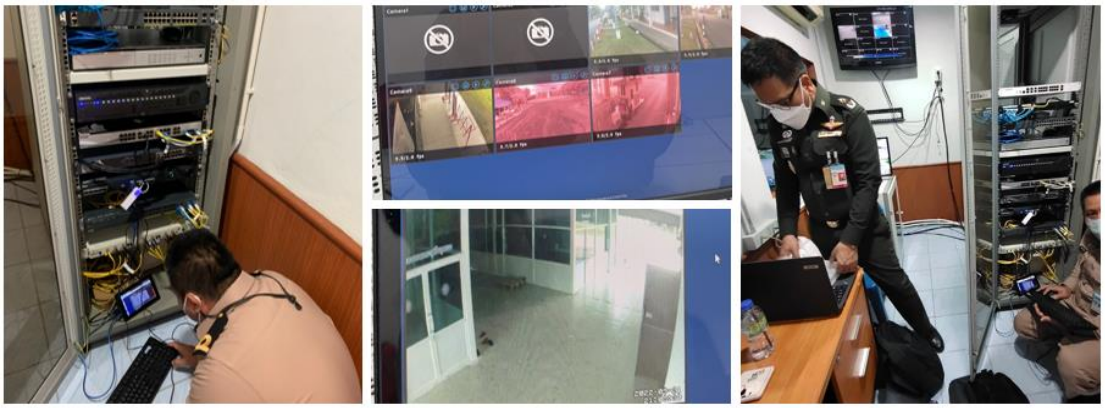
ภาพที่ 3-111 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN โรงงานวัตถุระเบิด

3.6.3 ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ดังนี้



ภาพที่ 3-112 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ

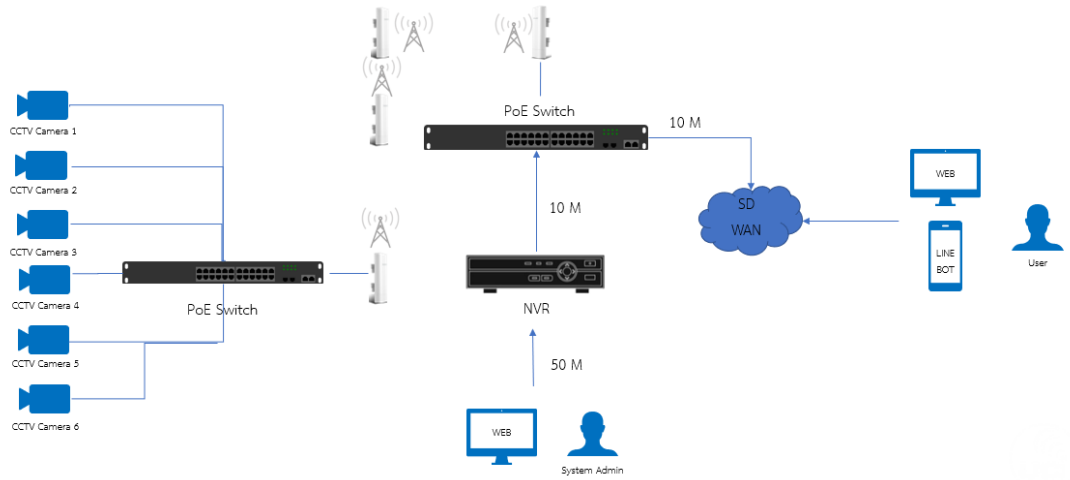
ภาพที่ 3-113 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ



ภาพที่ 3-114 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ

3.6.4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ดังนี้

3.6.4.1 จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี



ภาพที่ 3-115 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจบ่อทอง

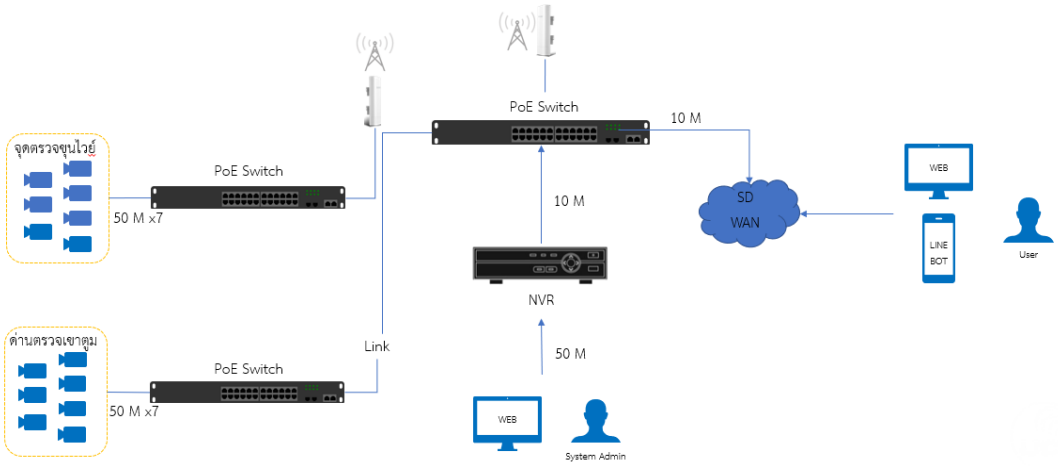
ภาพที่ 3-116 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจบ่อทอง มทบ.46 เสาที่ 1

ภาพที่ 3-117 การติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Master) จุดตรวจบ่อทอง

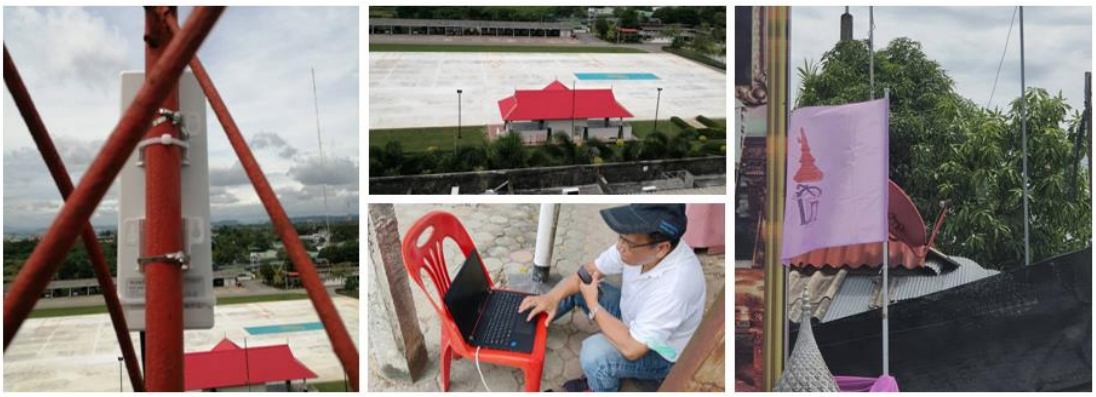
ภาพที่ 3-118 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN มทบ.46

ภาพที่ 3-119 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN มทบ.46

3.6.4.2 จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา เชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายังสป.กห.ศรีสมาน ดังนี้

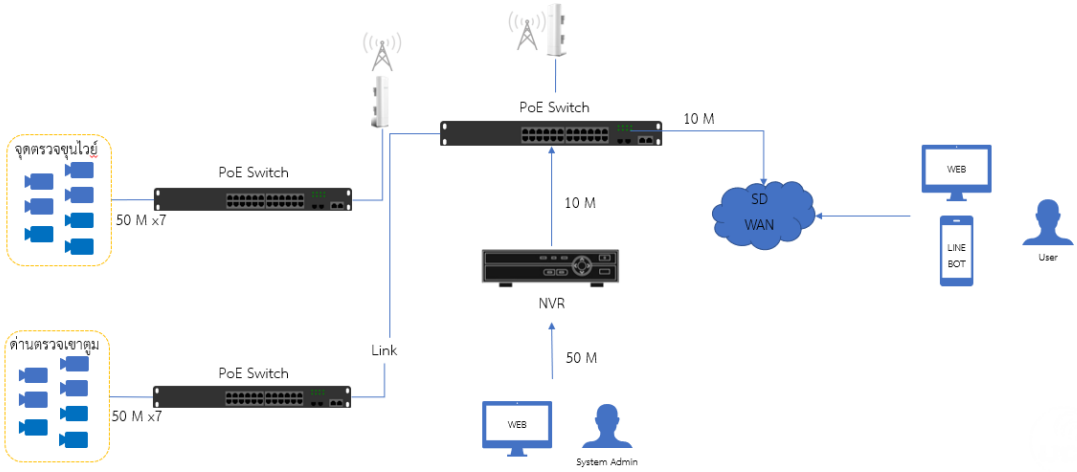


ภาพที่ 3-120 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจขุนไวย์



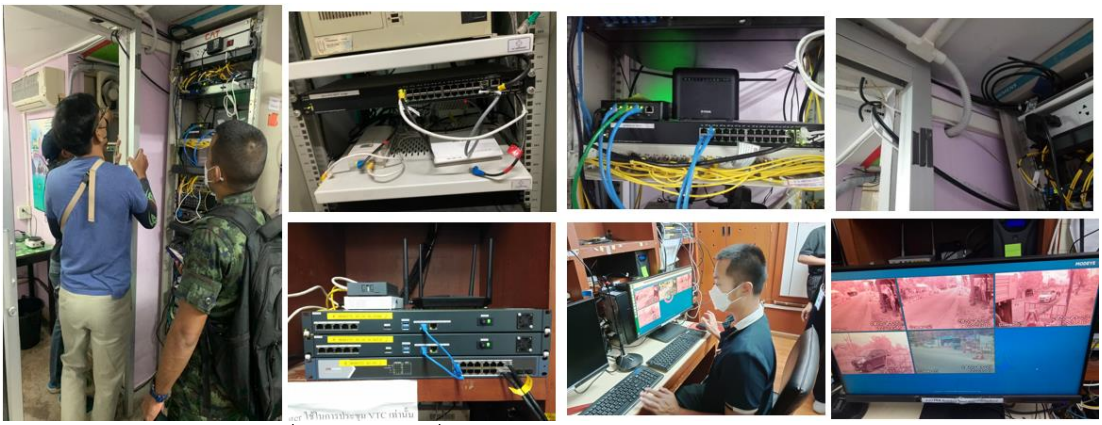
ภาพที่ 3-121 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจขุนไวย์

3.6.4.3 ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี เชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ดังนี้



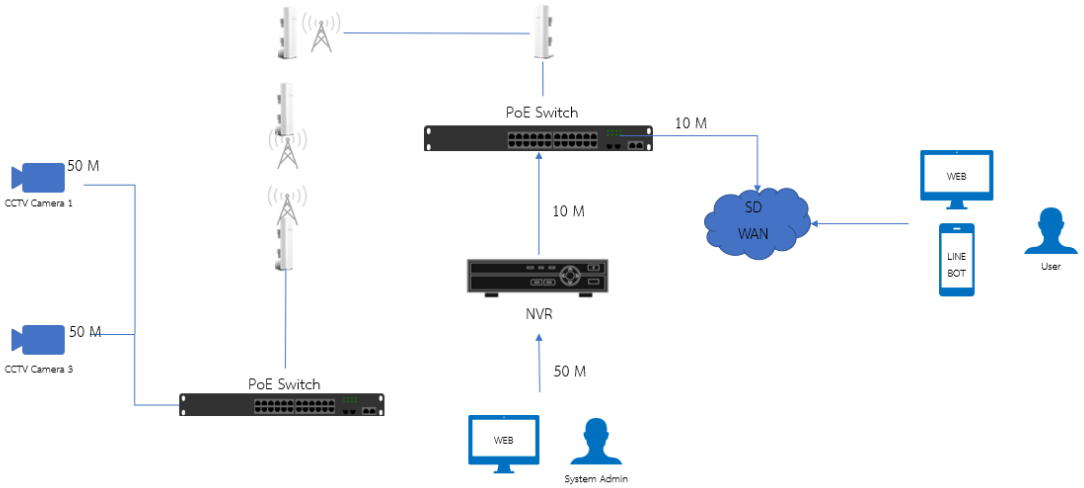
ภาพที่ 3-122 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน จุดตรวจเขาตูม

ภาพที่ 3-123 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย จุดตรวจเขาตูม



ภาพที่ 3-124 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN

3.6.4.4 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์ เชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ดังนี้



ภาพที่ 3-125 การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายใน ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา

ภาพที่ 3-126 การติดตั้งระบบสื่อสารไร้สาย ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการติดตั้ง และเชื่อมต่ออุปกรณ์

ตัวแทนคณะทำงานได้ดำเนินการติดตั้งไปแล้ว 4 พื้นที่ ได้แก่ กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้, สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี, ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี และโรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ มีรายละเอียดการติดตั้งดังนี้

ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งการติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สป.							
ลำดับ	**หน่วย**	**พื้นที่และจุดติดตั้ง**		**จำนวนกล้อง CCTV**			
				แบบที่ 1	**แบบที่ 2**	**แบบที่ 3**	**รวม**
1	**สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี**			**5**	**3**	**4**	**12**
		1.1	ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.			1	
		1.2	แนวกำแพงด้านหน้า สป.			1	
		1.3	ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า)		1		
		1.4	ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก)		1		
		1.5	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)			1	
		1.6	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)	1			
		1.7	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า)	1			
		1.8	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)	1			
		1.9	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม			1	
		1.10	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ภายใน)		1		

การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สป.							
ลำดับ	หน่วย	พื้นที่และจุดติดตั้ง		จำนวนกล้อง CCTV			
				แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	รวม
		1.11	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)	1			
		1.12	ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง (รถดาวเทียมจะจอดบริเวณนั้น)	1			
2	**ศอว.ศอพท.**			**5**	**2**	**0**	**7**
		2.1	ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.)	1			
		2.2	ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.3	ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.4	บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.5	บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.6	คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.		1		
		2.7	คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.		1		
3	**รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์**			**5**	**2**	**0**	**7**
		3.1	ประตูทางเข้า บก.รวท.อท.	1			
		3.2	ประตูทางออก บก.รวท.อท.	1			
		3.3	จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก	1			
		3.4	ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ)	1			
		3.5	ประตูทางเดินเข้า - ออกโรงงาน	1			
		3.6	บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคาร P1		1		
		3.7	อาคารผลิตกระสุน P28		1		

การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สป.							
ลำดับ	หน่วย	พื้นที่และจุดติดตั้ง		จำนวนกล้อง CCTV			
				แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	รวม
4	กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้			10	7	3	20
		4.1	จุดตรวจบ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี	3	2	1	
		4.2	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา	3	3	1	
		4.3	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี	2	2	1	
		4.4	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์	2			
			รวมที่ติดตั้ง	**25**	**14**	**7**	**46**
5	กล้องสำรอง ห้องต้นแบบสายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.			0	1	3	4
รวมทั้งสิ้น				25	15	10	50

4.1.1 พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี

จุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ลำดับ	จุดติดตั้ง	กล้องต้นแบบ	ระบบสื่อสารในพื้นที่ติดตั้ง
1	ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.	แบบที่ 3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
2	แนวกำแพงด้านหน้า สป.	แบบที่ 3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
3	ป้อมรักษาการณ์ (เข้า)	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
4	ป้อมรักษาการณ์ (ออก)	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
5	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)	แบบที่ 3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
6	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
7	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า)	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
8	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล

ลำดับ	จุดติดตั้ง	กล้องต้นแบบ	ระบบสื่อสารในพื้นที่ติดตั้ง
9	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม	แบบที่ 3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
10	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ภายใน)	แบบที่ 2	LAN
11	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)	แบบที่ 1	LAN
12	ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล

4.1.2 โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

จุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1, 2 และ 3 ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่โรงงานวัตถุระเบิด จังหวัดนครสวรรค์

ลำดับ	จุดติดตั้ง	กล้องต้นแบบ	ระบบสื่อสารในพื้นที่ติดตั้ง
1	ประตูทางเข้า รวท.อท.ศอพท	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
2	ประตูทางออก รวท.อท.ศอพท	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
3	จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
4	ประตูทางออกโรงงาน	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
5	ประตูทางเดินเข้า - ออกโรงงาน	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
6	บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคาร P1	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
7	อาคารผลิตกระสุน P28	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล

4.1.3 ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี

จุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1,2 และ 3 ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ จังหวัดลพบุรี

ลำดับ	จุดติดตั้ง	กล้องต้นแบบ	ระบบสื่อสารในพื้นที่ติดตั้ง
1	ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.)	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
2	ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
3	ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
4	บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
5	บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
6	คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
7	คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	แบบที่ 2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล

4.1.4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

จุดติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1,2 และ 3 ดังตาราง

ตารางที่ 4-5 จุดติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

ลำดับ	จุดติดตั้ง	กล้องต้นแบบ	ระบบสื่อสารในพื้นที่ติดตั้ง
1	จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี	แบบที่ 1,2,3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
2	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา	แบบที่ 1,2,3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
3	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี	แบบที่ 1,2,3	เครือข่ายไร้สายระยะไกล
4	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์	แบบที่ 1	เครือข่ายไร้สายระยะไกล

4.2 ผลการทดสอบการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

4.2.1 หลังจากทีมวิจัยได้ดำเนินการพัฒนากล้องต้นแบบ แบบที่ 1-3 แล้ว จึงได้นำกล้องต้นแบบเข้าสู่กระบวนการ การทดสอบเพื่อปรับปรุงและปรับใช้ให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละพื้นที่ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ระยะได้แก่

ระยะที่ 1 การทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง

ระยะที่ 2 การมอนิเตอร์จากส่วนกลางผ่าน NVR ขณะติดตั้ง (SD-WAN)

ระยะที่ 3 การมอนิเตอร์จากส่วนกลางผ่าน Server หลังการติดตั้ง (SD-WAN)

หมายเหตุ : การติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไม่อยู่ในขอบเขตงานวิจัย

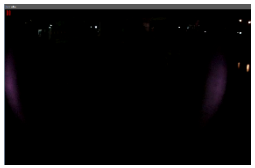
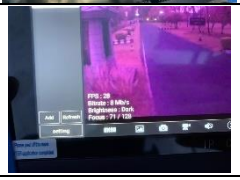
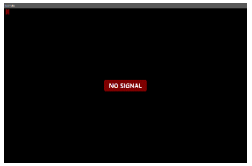
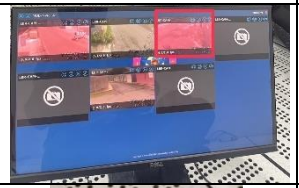
กล้องต้นแบบที่ 1

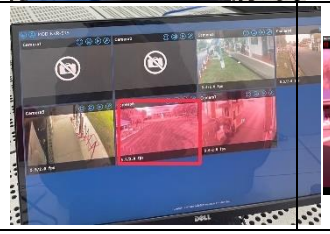
ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง ระหว่าง วันที่ 11 กรกฎาคม 2565 – 11 สิงหาคม 2565
การมอนิเตอร์จากส่วนกลางผ่าน NVR ขณะติดตั้ง (SD-WAN) ระหว่าง วันที่ 12 กันยายน 2565 – 30 กันยายน 2565
การมอนิเตอร์จากส่วนกลางผ่าน Server หลังการติดตั้ง (SD-WAN) วันที่ 1 พฤศจิกายน 2565

ตารางที่ 4-6 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 1 โดยการทดสอบ 3 ระยะ

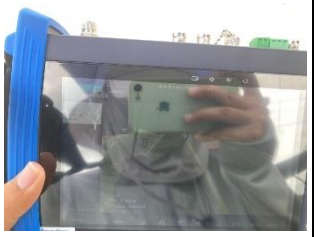
	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี						
1	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
2	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า)				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
3	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
4	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)				LAN	ติดผนังห้อง ติดตั้งมุมกว้าง
5	ประตูทางเข้า ลานจอดรถ ด้านขวาริมกำแพง				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งผนังป้อม ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
ศอว.ศอพท.(ลพบุรี)						
6	ประตูทางเข้า รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
7	ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
8	ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดผนังเสาสูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง
9	บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า สูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
10	บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า สูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง
รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์						
11	ประตูทางเข้า บก.รวท.อท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งเสาป้อมรักษาการ สูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง
12	ประตูทางออก บก.รวท.อท.				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งเสาป้อมรักษาการ สูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
13	จุดแลกบัตรบุคคลภายนอก				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งบนผนังจุดแลกบัตรสูง 3 M ติดตั้งมุมกว้าง
14	ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ)				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
15	ประตูทางเดินเข้า – ออกโรงงาน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้						
	จุดตรวจบ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี					
16	จุดตรวจรถจักรยานยนต์ ขาเข้า มทบ.46		Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
17	จุดตรวจรถขาเข้า มทบ.46		Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
18	จุดตรวจรถขาออก มทบ.46		Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา					
19	จุดตรวจรถจักรยานยนต์ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องบน แบบที่ 1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งเสาป้อม รักษาการ สูง 3 M ติดมุมกว้าง
20	จุดตรวจรถ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องล่าง แบบที่ 1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
21	จุดตรวจรถ ขาออกตัวเมืองยะลา กล้องล่าง แบบที่ 1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M

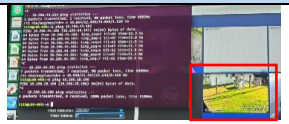
	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี					
22	จุดตรวจรถ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องล่าง แบบที่ 1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
23	จุดตรวจรถ ขาออกตัวเมืองยะลา กล้องล่าง แบบที่ 1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์ ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา					
24	จุดตรวจรถขาเข้า หาดชลาทัศน์				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
25	จุดตรวจรถขาออก หาดชลาทัศน์				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง

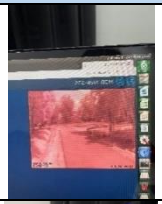
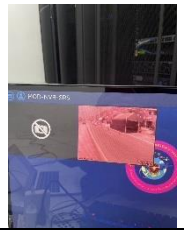
กล้องต้นแบบที่ 2

ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง ระหว่าง วันที่ 11 กรกฎาคม 2565 – 11 สิงหาคม 2565
มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย NVR ขณะติดตั้ง ระหว่าง วันที่ 12 กันยายน 2565 – 30 กันยายน 2565
มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย Server วันที่ 1 พฤศจิกายน 2565

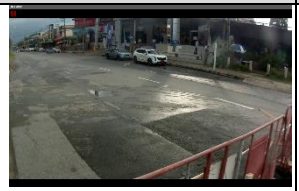
ตารางที่ 4-7 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 2 โดยการทดสอบ 3 ระยะ

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี						
1	ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า)				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ติดผนังป้อมสูง 3 M มุมกว้าง
2	ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก)				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ติดผนังป้อมสูง 3 M มุมกว้าง
3	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ภายใน)				Fiber Optic	ติดผนังห้องสูง 3 M มุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
5	กล้องสำรองห้องต้นแบบ สายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	-	-	-	-	-
ศอว.ศอพท.(ลพบุรี)						
5	คลังกระสุนรง.ตวพ.ศอว.ศอพท.			กล้องดับไม่สามารถเชื่อมต่อได้	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
6	คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์						
7	บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชั้น P1				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M ติดตั้งมุมกว้าง
8	อาคารผลิตกระสุน P28				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดผนังห้อง มุมกว้าง
กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้						
	จุดตรวจบ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี					
9	จุดตรวจรถขาเข้า มทบ.46			Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M มุมกว้าง

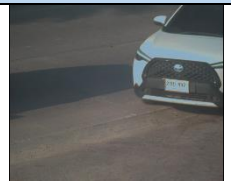
	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
10	จุดตรวจรถขาออก มทบ.46		Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M มุมกว้าง
	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา					
11	จุดตรวจรถจักรยานยนต์ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องบน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งเสาป้อมสูง 3 M มุมกว้าง
12	จุดตรวจรถยนต์ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องบน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M

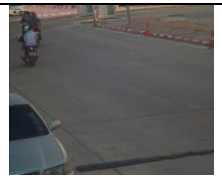
	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
13	จุดตรวจรถยนต์ ขาออกตัวเมืองยะลา กล้องบน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี					
14	จุดตรวจรถ ขาเข้าตัวเมืองยะลา กล้องบน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
15	จุดตรวจรถ ขาออกตัวเมืองยะลา กล้องบน				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M

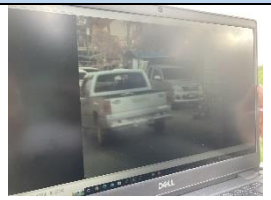
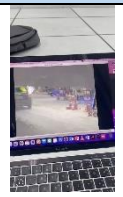
กล้องต้นแบบที่ 3

ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง ระหว่าง วันที่ 12 กันยายน 2565 – 30 กันยายน 2565
มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย NVR ขณะติดตั้ง ระหว่าง วันที่ 12 กันยายน 2565 – 30 กันยายน 2565
มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย Server วันที่ 1 พฤศจิกายน 2565

ตารางที่ 4-8 สรุปการติดตั้งกล้องต้นแบบที่ 3 โดยการทดสอบ 3 ระยะ

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลางโดย Server	การส่งสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี						
1	ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ติดตั้งผนังป้อมสูง 3 M
2	แนวกำแพงด้านหน้า สป.				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ติดตั้งผนังป้อมสูง 3 M

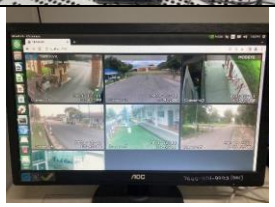
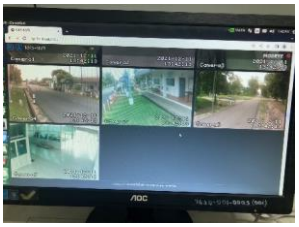
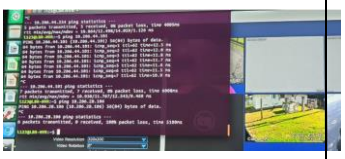
	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จาก ส่วนกลางโดย Server	การส่ง สัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
3	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)			กล้องดับไม่สามารถ เชื่อมต่อได้	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
4	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)				เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	ติดตั้งหลังคาป้อมสูง 3 M
5	กล้องสำรองห้องต้นแบบ สายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	-	-	-	-	-
6	กล้องสำรองห้องต้นแบบ สายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	-	-	-	-	-
7	กล้องสำรองห้องต้นแบบ สายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	-	-	-	-	-

	สถานที่	ทดสอบโดย CCTV Test ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จากส่วนกลาง โดย NVR ขณะติดตั้ง	มอนิเตอร์จาก ส่วนกลางโดย Server	การส่ง สัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง
กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้						
	จุดตรวจบ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี					
8	จุดตรวจรถขาเข้า มทบ.46		Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	Secure Shell ได้ แต่ดูกล้องไม่ได้ เนื่องจากสัญญาณขาดหาย	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา					
9	จุดตรวจรถยนต์ขาเข้าตัวเมืองยะลา				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M
	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี					
10	จุดตรวจรถขาออกตัวเมืองยะลา				เครือข่ายไร้สายระยะไกล	ตั้งเสาสูง 2 M

สรุปการติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด CCTV โครงการศึกษานวัตกรรมระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ผ่านห้องคอนโทรล ที่มีการติดตั้ง NVR

ระหว่าง 12 กันยายน 2565 – 30 กันยายน 2565

ตารางที่ 4-9 สรุปการติดตั้ง ผ่านห้องคอนโทรล ที่มีการติดตั้ง NVR

ลำดับ	สถานที่	การรับสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
1	ห้อง Data center สป.กห.ศรีสมาน	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล		
2	รวท.อท.ศอพท. โรงงานวัตถุระเบิด ทหาร นครสวรรค์	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	 	
3	ศอว.ศอพท. ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ลพบุรี	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล		

ลำดับ	สถานที่	การรับสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
4	มทบ.46	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล		การมอนิเตอร์ที่ห้องคอนโทรลที่ติดตั้ง NVR ไม่สามารถดูกล้องได้เนื่องจากเป็นพื้นที่หุบเขาและมีตึกบดบังทำให้สัญญาณขาดหาย
5	กอ.รมน.ภาค.4 สน. ค่ายสิรินธร	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล	จุดตรวจขุนไวย์ ด่านตรวจเขาตูม	
6	ห้องสื่อสาร ทรภ.2	เครือข่ายไร้สาย ระยะไกล		

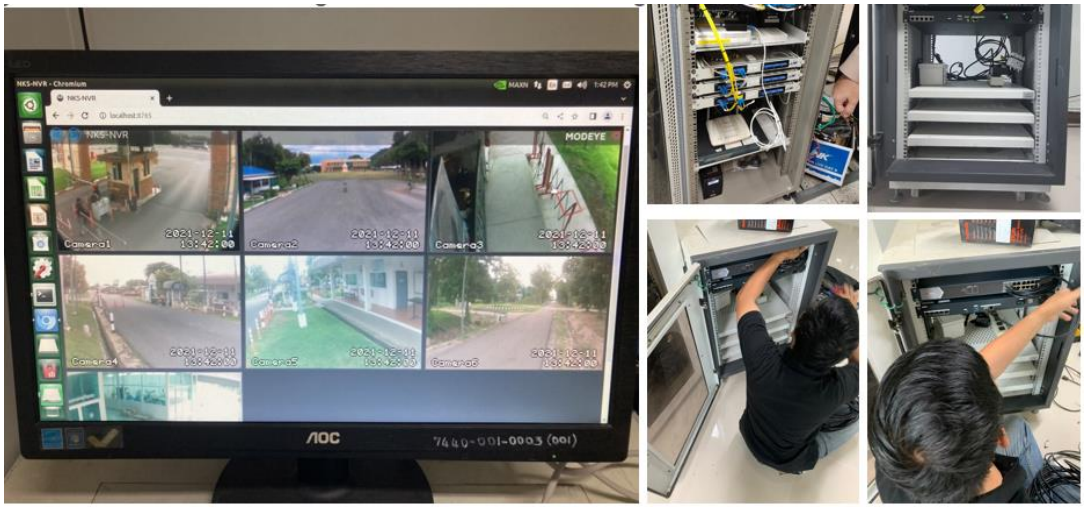
4.3 ผลการทดสอบการใช้เชื่อมโยงโครงข่ายภายใน

หลังจากมีการทดสอบการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด คณะทำงานวิจัยได้ดำเนินการทดสอบการเชื่อมโยงโครงข่ายภายใน เพื่อเชื่อมต่อกล้องโทรทัศน์วงจรปิดร่วมกันกับระบบโครงข่ายของส่วนกลาง สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ผลการเชื่อมต่อดังนี้

4.3.1 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี จุดเชื่อมต่ออุปกรณ์ SD WAN และ NVR ห้อง Data Center สป.กห.ศรีสมาน

ภาพที่ 4-1 ผลการเชื่อมต่ออุปกรณ์ SD WAN และ NVR ห้อง Data Center สป.กห.ศรีสมาน

4.3.2 โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายังสป.กห.ศรีสมาน ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของ บก.รวท.อท.ศอพท. (นครสวรรค์) ดังภาพ



ภาพที่ 4-2 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของ บก.รวท.อท.ศอพท.(นครสวรรค์)

4.3.3 ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ดังภาพ

ภาพที่ 4-3 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ

4.3.4 กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ การเชื่อมต่อระบบโครงข่ายเน็ตเวิร์คภายในเพื่อส่งสัญญาณภาพมายัง สป.กห.ศรีสมาน ผลการเชื่อมต่อดังนี้

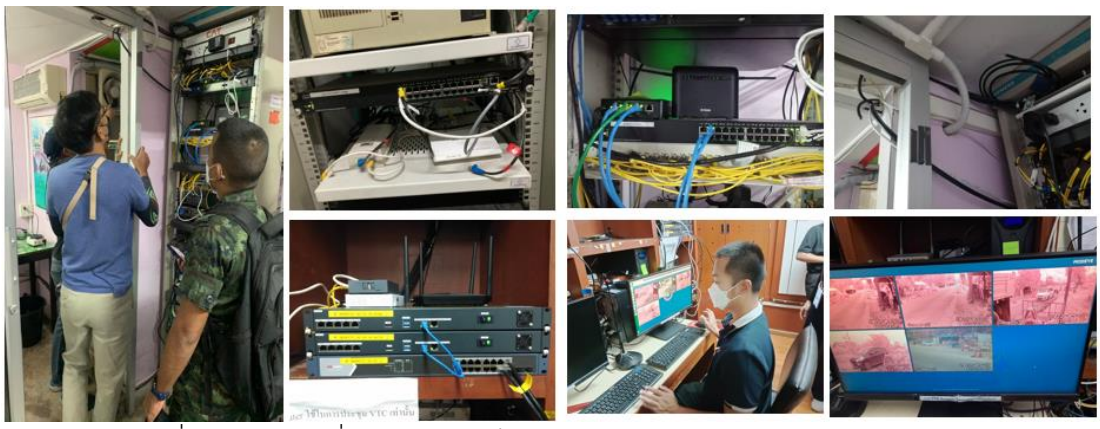
4.3.4.1 จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี ดังภาพ

ภาพที่ 4-4 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจบ่อทอง

4.3.4.2 จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา ดังภาพ

ภาพที่ 4-5 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจขุนไวย์

4.3.4.3 ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี ดังภาพ



ภาพที่ 4-6 ผลการเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN ของจุดตรวจเขาตูม

4.3.4.4 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ.ชลาทัศน์ ดังภาพ

ภาพที่ 4-7 จุดเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คภายใน SD WAN สถานีสื่อสาร ฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาตามกระบวนการที่ผ่านมานั้น คณะทำงานวิจัยได้สรุปและอภิปรายผล และให้คำแนะนำเกี่ยวกับระบบที่พัฒนา ซึ่งจากผลการดำเนินงานวิจัย สรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 ผลการผลิตกล้องต้นแบบ ติดตั้งและเชื่อมต่อระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

คณะทำงานวิจัยได้ดำเนินการผลิตกล้องต้นแบบเพื่อติดตั้งและเชื่อมต่อระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ทั้งหมด 50 ตัว แยกติดตั้งทั้ง 4 พื้นที่ ได้แก่ กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 ส่วนหน้า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้, สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ศรีสมาน) ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี, ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี และโรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งแบ่งออกเป็น

5.1.1.1 กล้องต้นแบบ แบบที่ 1 จำนวน 25 ตัว แยกติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 5-1 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1

ลำดับ	พื้นที่	จำนวนติดตั้ง
1	สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี	5 ตัว
2	ศอว.ศอพท. จังหวัดลพบุรี	5 ตัว
3	รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์	5 ตัว
4	กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้	10 ตัว

5.1.1.2 กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 จำนวน 15 ตัว แยกติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 5-2 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2

ลำดับ	พื้นที่	จำนวนติดตั้ง
1	สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี	3 ตัว
2	ศอว.ศอพท. จังหวัดลพบุรี	2 ตัว
3	รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์	2 ตัว
4	กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้	7 ตัว
5	กล้องสำรอง ห้องต้นแบบสายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	1 ตัว

5.1.1.3 กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 จำนวน 10 ตัว แยกติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 5-3 จำนวนติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 3

ลำดับ	พื้นที่	จำนวนติดตั้ง
1	สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี	4 ตัว
2	ศอว.ศอพท. จังหวัดลพบุรี	-
3	รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์	-
4	กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้	3 ตัว
5	กล้องสำรอง ห้องต้นแบบสายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.	3 ตัว

ผลการติดตั้งโดยรวมของกล้องแต่ละแบบแยกตามพื้นที่โดยรวม ดังตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ผลการติดตั้งโดยรวม

การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สป.							
ลำดับ	**หน่วย**	**พื้นที่และจุดติดตั้ง**		**จำนวนกล้อง CCTV**			
				แบบที่ 1	**แบบที่ 2**	**แบบที่ 3**	**รวม**
1	**สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี**			**4**	**3**	**4**	**12**
		1.1	ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.			1	
		1.2	แนวกำแพงด้านหน้า สป.			1	
		1.3	ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า)	1			
		1.4	ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก)		1		
		1.5	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)			1	
		1.6	จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)	1			
		1.7	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า)	1			
		1.8	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)		1		
		1.9	ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม			1	
		1.10	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ภายใน)		1		
		1.11	ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห.(ทางเข้า)	1			
		1.12	ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง (รถดาวเทียมจะจอดบริเวณนั้น)		1		
2	**ศอว.ศอพท.**			**5**	**2**	**0**	**7**
		2.1	ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.)	1			
		2.2	ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.3	ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.4	บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			

การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ความปลอดภัยสูงของ สป.							
ลำดับ	**หน่วย**	**พื้นที่และจุดติดตั้ง**		**จำนวนกล้อง CCTV**			
				แบบที่ 1	**แบบที่ 2**	**แบบที่ 3**	**รวม**
		2.5	บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.	1			
		2.6	คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.		1		
		2.7	คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.		1		
3	**รวท.อท.ศอพท. จังหวัดนครสวรรค์**			**5**	**2**	**0**	**7**
		3.1	ประตูทางเข้า บก.รวท.อท.	1			
		3.2	ประตูทางออก บก.รวท.อท.	1			
		3.3	จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก	1			
		3.4	ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ)	1			
		3.5	ประตูทางเดินเข้า - ออกโรงงาน	1			
		3.6	บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคาร P1		1		
		3.7	อาคารผลิตกระสุน P28		1		
4	**กอ.รมน. ภาค 4 สน. จังหวัดชายแดนภาคใต้**			**10**	**7**	**3**	**20**
		4.1	จุดตรวจบ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี	3	2	1	
		4.2	จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา	3	3	1	
		4.3	ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี	2	2	1	
		4.4	ด่านความมั่นคง ถ.ชลาทัศน์	2			
			รวมที่ติดตั้ง	**25**	**15**	**7**	**46**
5	**กล้องสำรอง** **ห้องต้นแบบสายการผลิต CCTV ชั้น 14 อาคารบริการ สป.**			**0**	**1**	**3**	**4**
<u>รวมทั้งสิ้น</u>				**<u>25</u>**	**<u>15</u>**	**<u>10</u>**	**<u>50</u>**

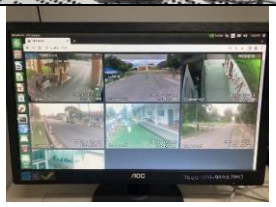
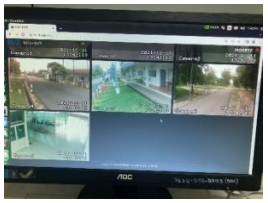
5.1.2 ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์

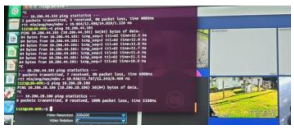
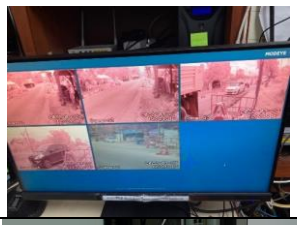
จากการพัฒนาซอฟต์แวร์ในโครงการแบ่งออกเป็นซอฟต์แวร์ส่วนต่างๆ ดังนี้

5.1.2.1 ระบบปฏิบัติการณ์ของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ออกแบบ ซึ่งได้เลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Linux ที่เป็นแบบกำหนดค่าสำหรับอุปกรณ์เอง เรียกว่า โครงการ YOCTO ซึ่งเป็นเครื่องมือในการผลิตและกระบวนการช่วยให้การสร้างระบบปฏิบัติการลินุกซ์สำหรับอุปกรณ์แบบสมองกลฝังตัว หรือซอฟต์แวร์ประเภทไอโอที ที่เป็นอิสระต่อการเลือกเซอร์วิสที่จำเป็นต่อการใช้งานมาติดตั้งบนอุปกรณ์ เพื่อลดขนาดของซอฟต์แวร์และติดตั้งเฉพาะแพ็กเกจที่จำเป็นต่อการใช้งาน ทำให้ระบบปฏิบัติการมีขนาดเล็ก และทำงานเฉพาะส่วนที่คณะผู้วิจัยต้องการ ตัดฟังก์ชันที่ไม่จำเป็นออกไป ทำให้มั่นใจได้ว่าไม่มีแพ็กเกจไหนที่จะลักลอบส่งออกไปโดยไม่ได้รับอนุญาต

5.1.2.2 ระบบบันทึกภาพจากกล้อง ซึ่งติดตั้งบนเครื่อง NVR ที่เชื่อมต่อกับกล้องในพื้นที่ ซึ่งคณะทำงานวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมานอกเหนือขอบเขตของงานวิจัย แต่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด และให้ระบบมีความเป็นสากลมากขึ้น ซึ่งสามารถเพิ่มกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่อยู่ในระบบเครือข่ายของตัวเอง และทำการบันทึกข้อมูลลงในฮาร์ดดิสก์เพื่อเรียกดูภาพที่บันทึกไว้ในภายหลัง ซึ่งได้ดำเนินการติดตั้ง NVR ตามโครงการดังนี้

ตารางที่ 5-5 ผลการติดตั้ง NVR

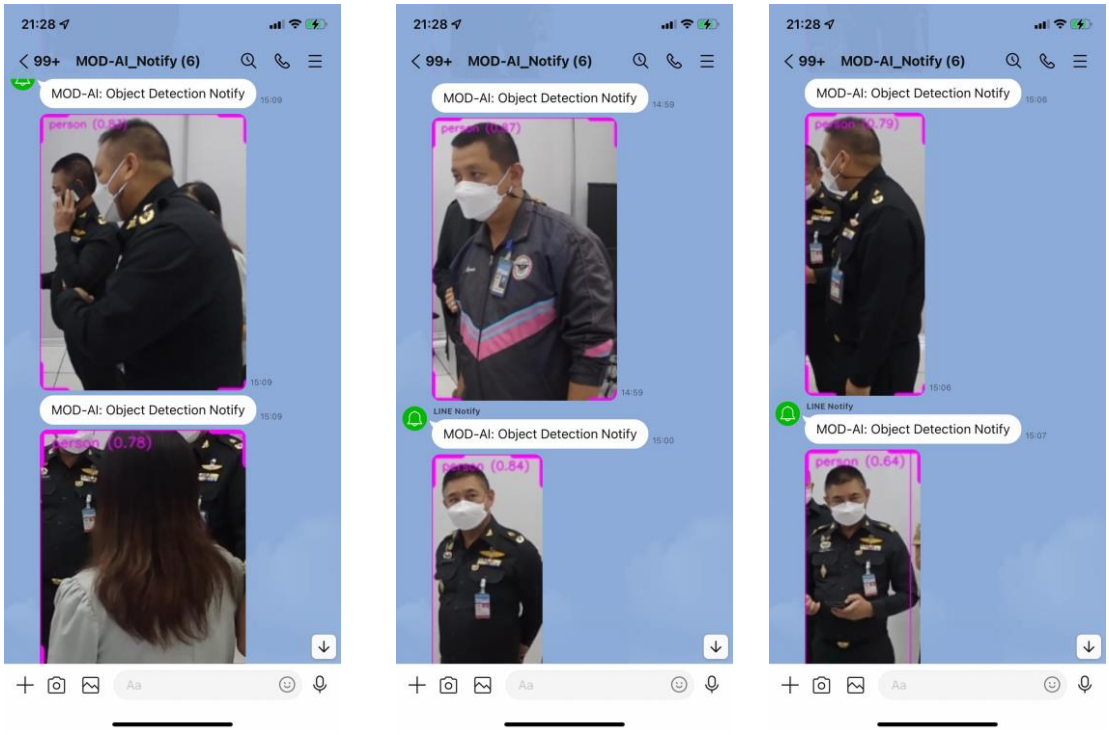
ลำดับ	สถานที่	การรับสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
1	ห้อง Data center สป.กห.ศรีสมาน	เครือข่ายไร้สายระยะไกล		
2	รวท.อท.ศอพท. โรงงานวัตถุระเบิดทหารนครสวรรค์	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	 	

ลำดับ	สถานที่	การรับสัญญาณ	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
3	ศอว.ศอพท. ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ลพบุรี	เครือข่ายไร้สายระยะไกล		
4	มทบ.46	เครือข่ายไร้สายระยะไกล		การมอนิเตอร์ที่ห้องคอนโทรลที่ติดตั้ง NVR ไม่สามารถดูกล้องได้เนื่องจากเป็นพื้นที่หุบเขาและมีตึกบดบังทำให้สัญญาณขาดหาย
5	กอ.รมน.ภาค.4 สน. ค่ายสิรินธร	เครือข่ายไร้สายระยะไกล	จุดตรวจขุนไวย์ ด่านตรวจเขาตูม 	
6	ห้องสื่อสาร ทรภ.2	เครือข่ายไร้สายระยะไกล		

5.1.3 ระบบปัญญาประดิษฐ์

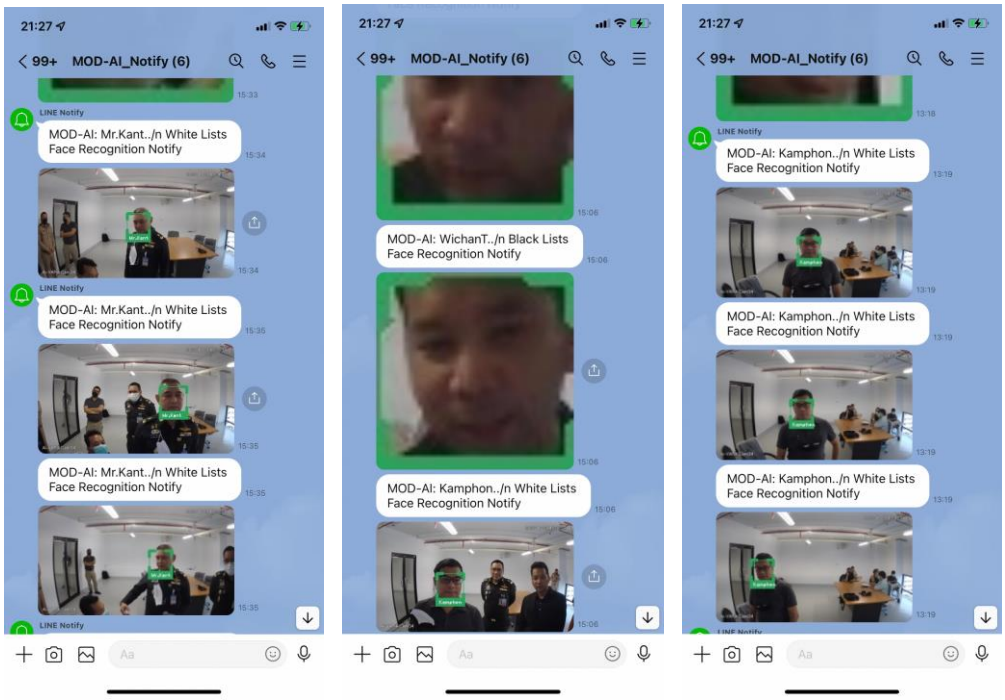
ระบบปัญญาประดิษฐ์คณะทำงานวิจัยได้ออกแบบไว้ที่ส่วนของ NVR และบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ซึ่งประกอบไปด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ดังนี้

5.1.3.1 การตรวจจับวัตถุ (object detection) สำหรับตรวจจับและแจ้งเตือนวัตถุที่ต้องสงสัยในพื้นที่ที่กำหนด เช่น การตรวจจับคน ตรวจจับรถ สิ่งของ เป็นต้น สำหรับคัดกรองในพื้นที่ต้องห้าม เช่น ห้องแม่ข่ายที่ไม่ควรมีคนเข้าไปบ่อยมากนัก หรือจุดเฝ้าระวังที่ไม่ควรมีรถผ่านเข้าไป เป็นต้น



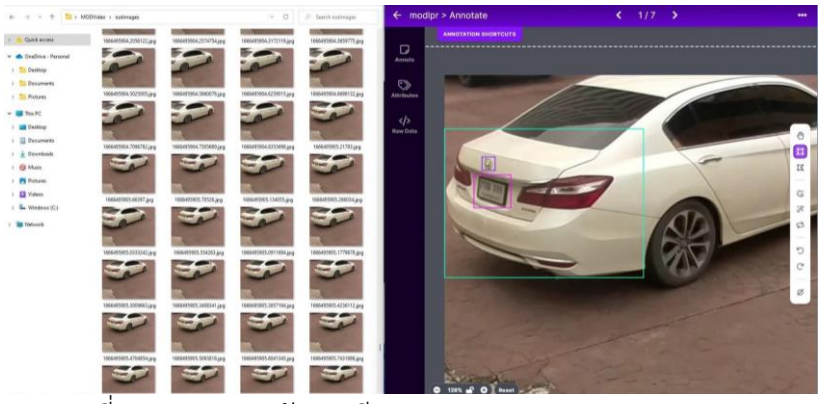
ภาพที่ 5-1 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection)

5.1.3.2 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection/Face Recognition) เป็นระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับใบหน้า ซึ่งสามารถเพิ่มใบหน้าเฝ้าระวังพิเศษได้ เพื่อแจ้งเตือนไปยังกลุ่มผู้ใช้งานที่ต้องการ



ภาพที่ 5-2 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection/Face Recognition)

5.1.3.3 การตรวจจับทะเบียนรถ (License plate detection) เป็นการตรวจจับทะเบียนรถที่ผ่านเข้าออกในพื้นที่ที่กำหนด เพื่อทำการบันทึกข้อมูลการเข้าออกของรถ รวมไปถึงการติดตามรถต้องสงสัย เป็นต้น



ภาพที่ 5-3 การตรวจจับทะเบียนรถ (License Plate Detection)

หมายเหตุ : ผลการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ แบบละเอียด ตามภาคผนวก ซ หน้าที่ 436

5.2 อภิปรายผล

จากผลการปฏิบัติงานการวิจัย คณะทำงานที่ปรึกษาและคณะทำงานวิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจความคิดเห็น วิเคราะห์และออกแบบระบบ รวมไปถึงติดตั้งและทดสอบระบบ ซึ่งพบปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถอภิปรายผลการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนากล้องโทรทัศน์วงจรปิด

5.2.2.1 การทำงานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 1 สามารถทำงานมีประสิทธิภาพเทียบเท่าระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามท้องตลาด ซึ่งสามารถทดแทนกล้องแบบทั่วไปได้ เพื่อป้องกันการส่งข้อมูลออกนอกโครงข่ายไปยังต่างประเทศ เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลจากภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาต แต่จะมีข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการวิจัยในระหว่างกระบวนการติดตั้ง ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัย เช่น ระบบพลังงานของกล้องการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ พื้นที่ภูมิประเทศที่ติดตั้ง เป็นต้น ซึ่งส่งผลประสิทธิภาพของสัญญาณภาพและความต่อเนื่อง และจะพูดถึงในหัวข้อการอภิปรายผลต่อไป

5.2.2.2 การทำงานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 2 จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการและติดตั้งในพื้นที่จริง พบว่ากล้องต้นแบบ แบบที่ 2 นี้ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับระบบส่วนกลาง อ่านภาพผ่านระบบโครงข่าย การประมวลผลปัญญาประดิษฐ์จากหัวกล้องตามโมเดลการประมวลผลที่กำหนด เช่น การตรวจจับใบหน้าการตรวจจับทะเบียน เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่ตรวจพบหน้างานระหว่างการติดตั้งและใช้งานจริงนั้นส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดจากปัจจัยภายนอกที่อยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัย เช่น ระบบพลังงาน โครงข่ายที่มีการเชื่อมต่อแบบไร้สายระยะไกลเกินขอบเขตที่กำหนด หรือภูมิประเทศที่มีอาคารบังทัศนวิสัยในการรับส่งข้อมูล เป็นต้น ในกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 นี้ มีการเพิ่มเติมการรับส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายลอร่า โดยใช้ช่วงความถี่คลื่น 920MHz – 925 MHz ซึ่ง เป็นช่วงคลื่นที่เปิดให้ประชาชนสามารถใช้งานได้ฟรี สำหรับการรับส่งข้อมูลในระยะไกล และประหยัดพลังงาน สำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับงานด้านเมืองอัจฉริยะ (smart city) ทำให้กล้องต้นแบบ แบบที่ 2 นี้มีคุณสมบัติที่ โดดเด่นในเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด เซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม การพัฒนาระบบรั้วอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อส่งข้อมูลที่เกิดการสื่อสารระหว่างกล้องในแบบที่ 2 มายังส่วนกลาง เป็นต้น

5.2.2.3 การทำงานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบที่ 3 จากการเก็บรวบรวมข้อมูล มีการออกแบบระบบกล้องที่แตกต่างจากการออกแบบในระยะแรก เนื่องจากเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลง และด้วยปัญหาการสั่งซื้อชิปเซ็ตในการประมวลผล ที่อยู่ในช่วงขาดแคลนที่เป็นผลจากปัจจัยทางเศรษฐกิจของโลก เช่น สงครามระหว่างยูเครนกับรัสเซีย ข้อพิพาธระหว่างจีน

กับไต้หวัน หรือสงครามของชาติมหาอำนาจทางด้านเศรษฐกิจระหว่างจีนกับสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และจำนวนการผลิต ที่ทำให้ชิปเซ็ตที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดตามที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนการดำเนินงานมีความขาดแคลน คณะทำงานวิจัยจึงเปลี่ยนเทคโนโลยีการประมวลผลภาพแบบใหม่ เพื่อให้การทำงานยังสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ตามเดิม หรือดีกว่า ทำให้เกิดเป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในแบบที่ 3 ซึ่งเลือกใช้อิมเมจเซ็นเซอร์และเลนส์แบบพิเศษ ที่สามารถส่องผ่านเงานสะท้อนของกระจกได้ ซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในนวัตกรรมกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ท้องตลาดยังขาดคุณสมบัติเหล่านี้ ทั้งนี้ยังได้มีการปรับปรุงในส่วนของระบบประมวลผลเป็นแบบ Field Programmable Gate Array (FPGA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับ Polarization Image Sensing เพื่อความชัดเจนของภาพที่จะนำไปประมวลผลในส่วนรของระบบปัญญาประดิษฐ์ต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะของคณะทำงานที่ปรึกษา

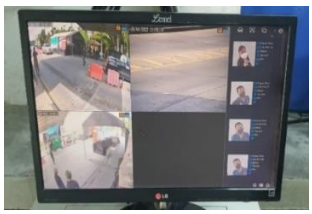
การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะของคณะทำงานที่ปรึกษา ดังนี้

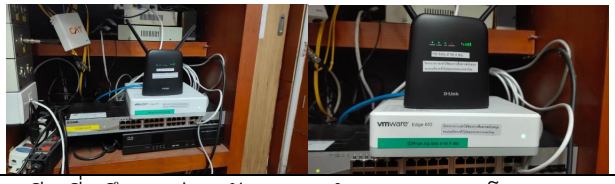
5.3.1 การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในขั้นตอนการดำเนินการสำรวจ

ตารางที่ 5-6 การให้คำแนะนำในขั้นตอนการสำรวจพื้นที่

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
พื้นที่ 3 + 1 จังหวัดชายแดนภาคใต้		
1	**1.1 จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี** จากการสำรวจพื้นที่ของทีมติดตั้งและคณะทำงานปรากฏว่ามีการสำรวจจุดติดตั้งมากกว่าจำนวนกล้องที่สามารถติดตั้งได้ ทีมติดตั้งจึงขอคำแนะนำจากทางคณะที่ปรึกษาว่าจะสามารถติดตั้งจุดใดได้บ้างและจากการสำรวจ	ทางทีมที่ปรึกษาร่วมกับคณะทำงาน ทสอ. โดยประธานที่ปรึกษาได้มอบหมายและแบ่งงานการสำรวจเป็น 3 คณะ เพื่อทำการสำรวจและเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน และให้แนวทางกับทีมสำรวจติดตั้งดังนี้ - ให้ทำการสอบถามความต้องการกับผู้ดูแลพื้นที่ ว่าต้องการติดตั้งจุดสำคัญจุดหลักใดบ้าง - เมื่อได้ข้อมูลจุดที่ต้องการแล้วให้นำมาปรึกษากับทางทีมที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อทำการวางแผนแนะนำการติดตั้ง - เนื่องจากจุดตรวจนี้เป็นด่านที่สามารถรื้อถอนได้ จึงไม่ควรติดตั้งกล้องและอุปกรณ์อื่นๆกับเสาของด่าน - แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่าน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	มีอุปกรณ์ ดังนี้ - กล้องตรวจจับใบหน้าแบบใส่ซิมสีดำ การใช้งานดูผ่านแอปพลิเคชัน จากส่วนกลาง จำนวน 1 ตัว - กล้องอนาล็อก แบบฟิก ปรับเลนส์ไม่ได้ จำนวน 4 ตัว - โดยกล้องแบบฟิกติดตั้งบริเวณขาเต้นท์ตั้งเสา และ หน้าทางเข้าด่านที่รถขับผ่าน	- ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้
	1.2 ระยะทางจากจุดตรวจบ่อทองถึงห้องควบคุม มทบ.46 อยู่ห่างจากห้องควบคุม กองบัญชาการมณฑลทหารบกที่ 46 ประมาณ 1.5 กม.เดิมทางทีมติดตั้งจะดำเนินการใช้เส้นใยแก้วนำแสง (Fiber optic) ลากสายสัญญาณมาจากห้องควบคุม	ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด จึงได้เสนอให้ใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายระยะไกล แบบ Point to Point ในการรับส่งสัญญาณภาพจากล้องต้นแบบมายังห้องควบคุมในพื้นที่

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.3 ห้องควบคุมการส่งสัญญาณ SD-WAN กองบัญชาการ มทบ.46 จากการสำรวจมีอุปกรณ์ส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ต	ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายแบบ Point to Point ไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับจุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์ลูกข่ายเพื่อให้รับสัญญาณตรงกัน
2	**2.1 จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา** เป็นจุดตรวจที่มีการรวมกำลัง 3 ฝ่ายเพื่อรักษาความสงบ จากการสำรวจมีอุปกรณ์ ดังนี้ - กล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจ จำนวน 4 ตัว - กล้องวงจรปิดแบบฟิกตรวจจับใบหน้า จำนวน 2 ตัว - กล้องวงจรปิดแบบฟิกของ ศอ.บต. จำนวน 12 ตัว ซึ่งกล้องบางตัวชำรุด	ทางทีมที่ปรึกษาร่วมกับคณะทำงาน ทสอ. โดยประธานที่ปรึกษาได้มอบหมายและแบ่งงานการสำรวจเป็น 3 คณะ เพื่อทำการสำรวจและเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน และให้แนวทางกับทีมสำรวจติดตั้งดังนี้ – เนื่องจากจุดตรวจนี้ เสาที่ด่านมีความมั่นคงแข็งแรงและไม่เสี่ยงต่อการรื้อถอน จึงสามารถติดตั้งกล้องกับเสาของด่านได้ รวมถึงสามารถ ให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่านด้วย - ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้ 

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	2.2 ห้องควบคุม สัญญาณค่ายสิรินธร ห้องควบคุมมีระยะทางห่างจากจุดตรวจขุนไวย์ ประมาณ 600 เมตร	ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด จึงได้เสนอให้ใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายระยะไกล แบบ Point to Point ในการรับส่งสัญญาณภาพจากกล้องต้นแบบมายังห้องควบคุมในพื้นที่ 
3	**3.1 ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี** มีอุปกรณ์ ดังนี้ - กล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจ จำนวน 4 ตัว - กล้องแบบปรับมุมมองได้ จำนวน 4 ตัว -กล้องวงจรปิดแบบฟิก จำนวน 4 ตัว - กล้องวงจรปิดแบบมุมมองกว้างจำนวน 2 ตัว ภาพทั้งหมดจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ศูนย์ กอ.รมน.ภาค 4 - รวมถึงมีกล้องตรวจจับทะเบียนรถของตำรวจ ปส. จำนวน 3 ตัว	ทางทีมที่ปรึกษาร่วมกับคณะทำงาน ทสอ. โดยประธานที่ปรึกษาได้มอบหมายและแบ่งงานการสำรวจเป็น 3 คณะ เพื่อทำการสำรวจและเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน และให้แนวทางกับทีมสำรวจติดตั้งดังนี้ - เนื่องจากจุดตรวจนี้เป็นด่านที่สามารถรื้อถอนได้ จึงไม่ควรติดตั้งกล้องและอุปกรณ์อื่นๆกับเสาของด่าน - แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่าน - และให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ - การติดตั้งกล้องให้หันหน้ากล้องเพื่อตรวจจับรถที่วิ่งเข้ามายังด่าน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	3.2 ห้องควบคุมสัญญาณค่ายสิรินธร ห้องควบคุมมีระยะทางห่างจากด่านตรวจเขาตูมประมาณ 1.6 กิโลเมตร	ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด จึงได้เสนอให้ใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายระยะไกล แบบ Point to Point ในการรับส่งสัญญาณภาพจากกล้องต้นแบบมายังห้องควบคุมในพื้นที่
4	**4.1 กองบัญชาการทัพเรือภาคที่ 2** ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา เป็นศูนย์อำนวยการชุมสาย สถานีสื่อสารฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ 2 มีอุปกรณ์ดังนี้ มีการเดินสายไฟเบอร์ โดยมีพอร์ตให้สามารถใช้งาน ได้จำนวน 1 พอร์ต ซึ่งทำ Load Balance เพื่อให้การทำงานเสถียรยิ่งขึ้น	ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์ลูกข่ายเพื่อให้รับสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	4.2 ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา **ถ. ชลาทัศน์** มีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบฟิก จำนวน 2 ตัว ระยะสายห่างจากชุมสายประมาณ 1.5 กม. ในอนาคตถนนเส้นนี้จะปรับภูมิทัศน์ โดยนำเสาไฟและสายไฟออกเพื่อทำการเดินสายไฟลงดิน	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดตรวจนี้เป็นด่านที่สามารถรื้อถอนได้ จึงไม่ควรติดตั้งกล้องและอุปกรณ์อื่นๆกับเสาของด่าน แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่าน ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้
พื้นที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ศรีสมาน		
1	**1.1 สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ศรีสมานประตูทางเข้าออกด้านหน้า** มีอุปกรณ์ ดังนี้ - ไม่มีสายนำส่งสัญญาณกล้องวงจรปิด ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ - ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และสามารถจับภาพผ่านเงาสะท้อนของกระจกได้	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ - เนื่องจากจุดนี้มีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ - ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ได้ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด - ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.2 แนวกำแพงด้านหน้า สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม จากการสำรวจมีดังนี้ - ไม่มีสายนำส่งสัญญาณกล้องวงจรปิด ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ - ติดตั้งกล้องที่สามารถจับภาพผ่านเงาสะท้อนของกระจกได้	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซล่าเซลล์ได้ทางทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำว่า วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน
	1.3 ป้อมกองรักษาการณ์ (เข้า) จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อส่องแผ่นป้ายทะเบียนโดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งเข้า สป.กห. (ศรีสมาน)	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์ไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศา หันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.4 ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก) มีอุปกรณ์ ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งออกจาก สป.กห. (ศรีสมาน) ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อส่องแผ่นป้ายทะเบียนและตรวจจับอุณหภูมิ โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งเข้า สป.กห. (ศรีสมาน)	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน
	1.5 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า) มีอุปกรณ์ ดังนี้ ไม่มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ ไม่มีอุปกรณ์นำส่งภาพความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ติดตั้งกล้องที่สามารถส่องผ่านเงากระจกได้ กล้องต้นแบบแบบที่ 3 โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งเข้า บ้านพักข้าราชการ สป.กห. (ศรีสมาน)	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ - เนื่องจากจุดนี้แม้จะมีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ แต่หากติดตั้งที่เสาป้อมอาจทำให้เสาป้อมเสียหาย - จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของป้อม - ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ - และให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์ โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ - ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ วัตถุประสงค์ของโครงการที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการวางโครงสร้างระบบโครงข่ายใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่องบประมาณที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลต่องบประมาณและการส่งมอบตามกรอบระยะเวลาที่มีจำกัด - ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
		ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับอุปกรณ์กล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้รับสัญญาณตรงกัน
	1.6 จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก) มีอุปกรณ์ ดังนี้ ไม่มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ไม่มีอุปกรณ์นำส่งสัญญาณภาพ ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบแบบที่ 1 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียน โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งออกบ้านพักข้าราชการ สป.กห. (ศรีสมาน)	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้แม้จะมีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ แต่หากติดตั้งที่เสาป้อมอาจทำให้เสาป้อมเสียหาย จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของป้อม ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ และให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ จึงให้ทำการติดตั้งกล้องแบบด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซล่าเซลล์ได้ ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณโดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

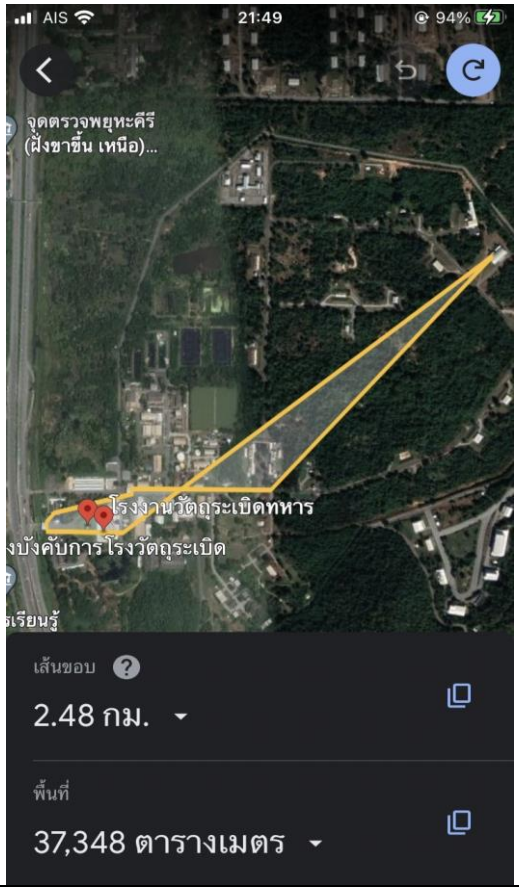
ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.7 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า) มีอุปกรณ์ ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียน โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งออกบ้านพักข้าราชการ สป.กห. (ศรีสมาน)	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้แม้จะมีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ แต่หากติดตั้งที่เสาป้อมอาจทำให้เสาป้อมเสียหาย จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของป้อม ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับจุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน การติดตั้งกล้องให้หันหน้ากล้องเพื่อตรวจจับรถที่วิ่งเข้ามายังป้อม
	1.8 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) มีอุปกรณ์ ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียนและอุณหภูมิ	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ จุดนี้เป็นป้อมตรวจแบบไม่ถาวร หลังประตู จึงไม่ควรติดตั้งกล้องและอุปกรณ์อื่นๆกับเสาของป้อม แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของป้อม ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้ การติดตั้งกล้องให้หันหน้ากล้องเพื่อตรวจจับรถที่วิ่งเข้ามายังป้อม
	1.9 ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก) เพิ่ม มีอุปกรณ์ ดังนี้ - มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ความต้องการ	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ - เนื่องจากจุดนี้แม้จะมีป้อมที่สามารถติดตั้งกล้องได้ แต่หากติดตั้งที่เสาป้อมอาจทำให้เสาป้อมเสียหาย - จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของป้อม - ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงาน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	เพิ่มเติม ดังนี้ - ติดตั้งกล้องที่สามารถส่องผ่านเงากระจกได้ กล้องต้นแบบ แบบที่ 3 - โดยกล้องหันส่องรถที่วิ่งออก บ้านพักข้าราชการ สป.กห. (ศรีสมาน)	จากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ - ด้านบนหลังคาป้อมสามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ - ในการแก้ปัญหาสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน - การติดตั้งกล้องให้หันหน้ากล้องเพื่อตรวจจับรถที่วิ่งเข้ามายังป้อม
	1.10 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ภายใน) มีอุปกรณ์ ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อตรวจจับใบหน้าและอุณหภูมิ ทางเดินเข้าห้อง ต้องการติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับใบหน้า	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ สามารถติดตั้งกล้องกับผนังของห้อง Data Center ได้ ส่วนการเชื่อมสัญญาณสามารถใช้สายสัญญาณเส้นใยนำแสง (Fiber optic) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์กล้องได้ เนื่องจากด้านในห้องมีจุดปล่อยสัญญาณอยู่ โดยให้ลากสายสัญญาณผ่านด้านบนฝ้าเพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.11 ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ภายใน) มีอุปกรณ์ ดังนี้ มีอุปกรณ์กล้องวงจรปิดเดิมอยู่ ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 2 เพื่อตรวจจับใบหน้าและอุณหภูมิ ทางเดินเข้าห้อง ต้องการติดตั้งกล้องต้นแบบ แบบที่ 1 เพื่อตรวจจับใบหน้า	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ สามารถติดตั้งกล้องกับผนังของห้อง Data Center ได้ ส่วนการเชื่อมสัญญาณสามารถใช้สายสัญญาณเส้นใยนำแสง (Fiber optic) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์กล้องได้ เนื่องจากด้านในห้องมีจุดปล่อยสัญญาณอยู่ โดยให้ลากสายสัญญาณผ่านด้านบนฝ้าเพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบ
บก.รวท.อท.ศอพท. (นครสวรรค์)		
1	**1.1 บก.รวท.อท.ศอพท. (นครสวรรค์) บริเวณทางเข้า – ออก กองรักษาความปลอดภัย** มีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก ยี่ห้อ UNV จำนวน 2 ตัว	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีป้อมและเสาที่สามารถติดตั้งกล้องได้ จึงสามารถติดตั้งกล้องที่เสาป้อมได้ พร้อมทั้งให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อให้มีไฟเลี้ยงอุปกรณ์กล้องกรณีไฟฟ้าดับ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.2 บริเวณทางเข้า – ออก กองรักษาความปลอดภัย มีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก ยี่ห้อ UNV จำนวน 2 ตัว ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และตรวจจับใบหน้า แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว ติดตั้งกล้องตรวจจับใบหน้า ที่สามารถสแกนข้อมูลหน้าบัตรประชาชนพร้อมเก็บข้อมูลบุคคล แบบที่ 1 จำนวน 1 ตัว โดยหากเชื่อมต่อกับกล้องเดิมได้ก็ให้ทางทีมติดตั้งดำเนินการ ในส่วนของจุดติดตั้งให้ทางทีมติดตั้งดูตามความเหมาะสมอีกครั้ง ระยะทางสาย SD WAN ประมาณ 100 เมตร	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีป้อมและเสาที่สามารถติดตั้งกล้องได้จึงสามารถติดตั้งกล้องที่เสาป้อมได้ พร้อมทั้งให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์บนหลังคาจุดแลกบัตรโดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์เพื่อให้มีไฟเลี้ยงอุปกรณ์กล้องกรณีไฟฟ้าดับ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีม ติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.3 จุดตรวจประตูทางเข้า - ออกโรงงาน มีอุปกรณ์ ดังนี้ กล้องวงจรปิดบริเวณประตูทางเข้า - ออก จำนวน 2 ตัว ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับบุคคล แบบที่ 1 จำนวน 1 ตัว บริเวณทางเดินเข้า – ออกประตูทางเข้าออกโรงงาน จุดเชื่อมสัญญาณแผนกตรวจทางเคมี SD WAN ระยะทางห่างจากจุดทางเข้า - ออก ประมาณ 350 เมตร	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่าน ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.4 บริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น P1 เป็นบริเวณจุดตัดแยกใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น P1 และใกล้โรงงานผลิตดินส่งกระสุน จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ สามารถใช้เสาไฟฟ้าในการติดตั้งกล้องวงจรปิดแบบที่ 1 ได้ ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบที่ 2 สามารถรับสัญญาณเซ็นเซอร์ได้ สามารถติดตั้งอุปกรณ์โซล่าเซลล์ได้ ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพพื้นที่ที่สำรวจบริเวณสี่แยก NG ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น P1	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดตรวจนี้ไม่มีเสาหรือที่ติดตั้งอื่น แนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับเสาของด่าน และไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีม ติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน 

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.5 จุดสำรวจอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28 จากการสำรวจ ยังไม่มีกล้องวงจรปิด อาคารจะมีเปิดเวลาตั้งแต่ 07:00 – 17:00 น ความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ติดตั้งกล้องตรวจจับใบหน้า ติดตั้งกล้องตรวจจับความเคลื่อนไหว ข้อควรระวังบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจะต้องไม่มีอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ รวมถึงมีอุปกรณ์ป้องกันประกายไฟ จุดติดตั้งสามารถปรับได้ตามความเหมาะสม ภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณอาคารโรงงานผลิตกระสุน P28	ทางทีมที่ปรึกษาจึงให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ สามารถติดตั้งกล้องกับผนังของห้อง ให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์เพื่อกรณีไฟฟ้าดับกล้องก็ยังสามารถบันทึกข้อมูลได้ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ให้ทีม ติดตั้งอุปกรณ์ลูกข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน
พื้นที่ ศอว.ศอพท.(ลพบุรี)		
1	**1.1 ศอว.ศอพท.(ลพบุรี) บริเวณประตูทางเข้า – ออก ศอว.ศอพท. (ลพบุรี)** จากการสำรวจความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้อง	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้ไม่มีป้อมและเสาที่สามารถติดตั้งกล้องได้ จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับป้อมและเสา พร้อมทั้งให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	ตรวจจับป้ายทะเบียนรถและตรวจจับคน แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว ทีมติดตั้งจะทำการติดตั้งกล้องบริเวณริมถนนด้านซ้ายและขวาแทน เพื่อไม่ให้กระทบกับพื้นที่เข้า – ออกที่จำกัด	สัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน
	1.2 บริเวณทางเข้า – ออก หน้าโรงงาน ความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถและตรวจจับคน แบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ดังภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณทางเข้า – ออกหน้าโรงงาน	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีเสาขนาดใหญ่ และให้สามารถส่องรถเข้า - ออกได้ และ ส่องคนเดินเข้า - ออก กรณีประตูปิดจึงให้ติดตั้งที่เสาประตูรั้ว ในส่วนการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ ให้ทำการติดตั้งโซล่าเซลล์ที่เสา stand-alone ต่างหากเนื่องจากตรงหลังคาป้อมมีพุ่มไม้บดบังแสง ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.3 บริเวณแยกหอพระ เป็นแยกที่มีการสัญจรเพื่อเข้าสู่ถนนหลัก จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องวงจรปิดแบบอนาล็อก จำนวน 1 ตัว ความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถแบบที่ 1 จำนวน 2 ตัว การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง เบื้องต้นจะมีการตั้งเสาเพื่อติดตั้งกล้อง	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้มีเสาไฟขนาดใหญ่ และให้สามารถส่องรถมุมกว้างได้ ในส่วนการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์ โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ ให้ทำการติดตั้งโซล่าเซลล์ที่เสา stand-alone ต่างหาก ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน
	1.4 โรงงานต้นแบบการวิจัย คลังกระสุน มีอุปกรณ์ ดังนี้ บริเวณนี้เดิมมีกล้องวงจรปิด แต่ไม่สามารถใช้งานได้แล้ว ความต้องการเพิ่มเติมดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องแบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้ไม่มีป้อมและเสาที่สามารถติดตั้งกล้องได้ จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับป้อมและเสา พร้อมทั้งให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	การติดตั้งให้เจ้าหน้าที่ติดตั้งดูความเหมาะสมอีกครั้ง ดังภาพการสำรวจพื้นที่ บริเวณคลังกระสุน	
	1.5 คลังน้ำมัน สป3. มีอุปกรณ์ ดังนี้ เดิมมีกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล จำนวน 1 ตัว ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการติดตั้งกล้องแบบที่ 2 เพื่อให้สามารถตรวจจับบุคคลที่เข้าไปบริเวณนั้น ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายนอก แจ้งเตือนที่ 38 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์จะต้องไม่มีประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟไหม้ได้	ทางทีมที่ปรึกษาให้แนวทางกับทีมติดตั้ง ดังนี้ เนื่องจากจุดนี้ไม่มีป้อมและเสาที่สามารถติดตั้งกล้องได้ จึงแนะนำให้ใช้อุปกรณ์การติดตั้งแบบ stand-alone โดยไม่ต้องพึ่งพาการติดตั้งกับป้อมและเสา พร้อมทั้งให้มีการจัดการพลังงานที่มาจากโซล่าเซลล์โดยรับพลังงานจากแสงอาทิตย์และส่งพลังงานมาที่อุปกรณ์ ในการแก้ปัญหาการส่งสัญญาณภาพสามารถใช้อุปกรณ์ยิงสัญญาณไวไฟหรือสัญญาณแบบจุดต่อจุด (CPE) ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงจุดติดตั้งกล้อง โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์แม่ข่ายเพื่อให้ส่งสัญญาณตรงกัน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ข้อเสนอแนะ/ข้อแนะนำของที่ปรึกษา ผู้ให้คำปรึกษา และภาพประกอบ
	1.6 อาคารกองบังคับการโรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ เป็นอาคารที่เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล ของโรงงานต้นแบบการวิจัยทั้งหมด จากการสำรวจมีอุปกรณ์ดังนี้ ภายในจะมีหน้าจอแสดงการมอนิเตอร์กล้องวงจรปิดแบบดิจิตอล 8 ตัว NVR Hikvision แบบ 16 พอร์ต มีจุดเชื่อมต่อ SD WAN ความต้องการเพิ่มเติม ดังนี้ ต้องการรวมการมอนิเตอร์วงจรปิดเดิม กับกล้องวงจรปิดใหม่ ให้กล้องวงจรปิดของเดิมมี AI เพื่อสามารถตรวจจับข้อมูลได้	ทีมที่ปรึกษาให้คำแนะนำ ดังนี้ ให้ทีมติดตั้ง ติดตั้งอุปกรณ์แม่ข่ายไร้สายไว้ที่บริเวณใกล้เคียงกับ จุดเชื่อมสัญญาณ โดยให้องศาหันไปทางอุปกรณ์ลูกข่ายเพื่อให้รับสัญญาณตรงกัน

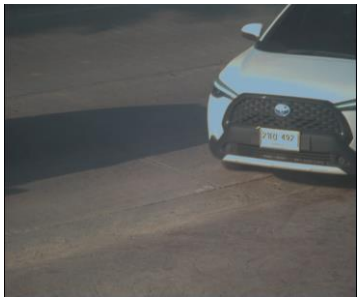
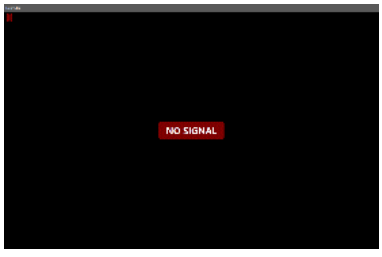
5.3.2 การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในขั้นตอนการติดตั้ง

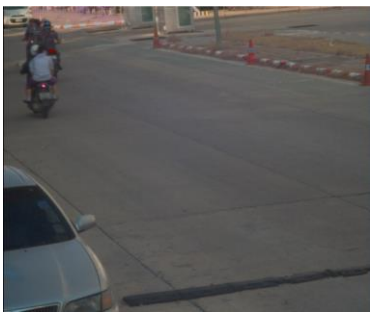
ตารางที่ 5-7 การให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในขั้นตอนการติดตั้ง

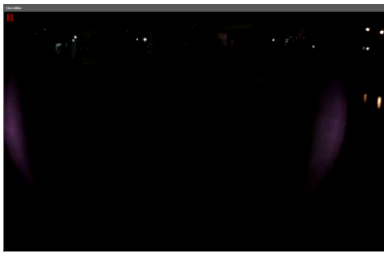
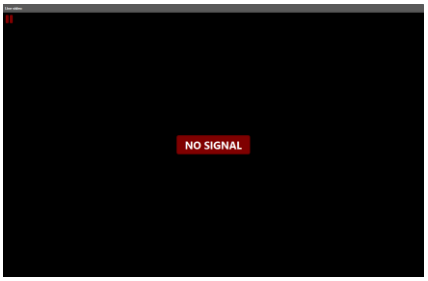
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
สป. (ศรีสมาน) จังหวัดนนทบุรี		
1	**ป้อมกองรักษาการณ์(เข้า) : คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
2	**จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (ออก)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
3	**ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ทางเข้า)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
4	**ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (เข้า)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
5	**ป้อมกองรักษาการณ์ (ออก)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ:** *การเลือกตำแหน่งเลนส์กล้องในขั้นตอนการติดตั้ง ควรวางในตำแหน่งที่เหมาะสมและทดสอบภาพก่อน ซึ่งส่งผลต่อภาพที่ได้*	

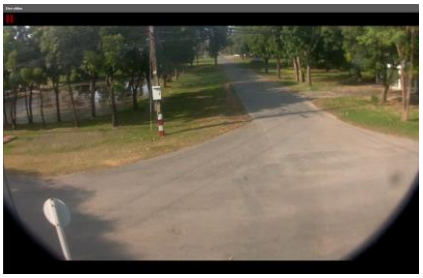
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
6	**ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *การประกอบกล้องกับเฮาส์ซิ่งควรวางตำแหน่งที่เหมาะสม เนื่องจากเลนส์มุมกว้างถ่ายติดขอบของเฮาส์ซิ่ง*	
7	**ห้อง Data Center ชั้น 6 ทสอ.กห. (ภายใน)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
8	**ลานจอดรถด้านขวาริมกำแพง (รถดาวเทียมจะจอดบริเวณนั้น)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

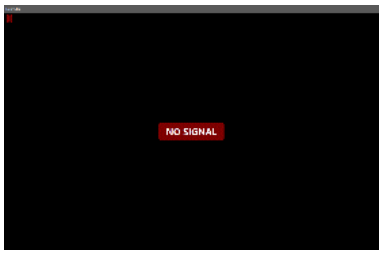
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
9	**ประตูทางเข้าออกด้านหน้า สป.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
10	**แนวกำแพงด้านหน้า สป.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
11	**จุดรักษาความปลอดภัย ทิศตะวันออก (เข้า)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** ***หมายเหตุ :*** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
	ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์	
12	**ประตูทางเข้าออกด้านหลัง สป. (ออก)** **เพิ่ม** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี		
1	**ประตูทางเข้า โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ (รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.)** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย ***หมายเหตุ :*** *กล้องมืดอาจเกิดจากอินฟราเรดไม่ทำงาน ซึ่งจะต้องตรวจสอบการทำงานของอินฟราเรดหรืออุปกรณ์วัดความเข้มของแสง ที่ทำหน้าที่เปิดการทำงานของอินฟราเรด*	
2	**ประตูทางออก รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของ*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
	อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์	
3	**ทางเดินเข้า-ออกประตู รง.ตวพ.ศอว. ศอพท.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

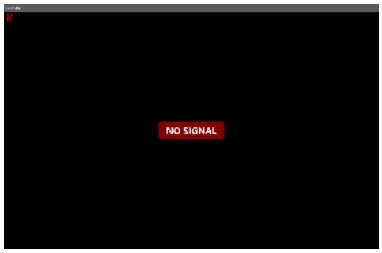
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
4	**บริเวณแยกหอพระ (เข้า) รง.ตวพ.ศอว. ศอพท.คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *เนื่องจากเลนส์มุมกว้างถ่ายติดขอบของเฮาส์ซิ่ง ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่*	
5	**บริเวณแยกหอพระ (ออก) รง.ตวพ.ศอว. ศอพท.คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
6	**คลังกระสุน รง.ตวพ.ศอว.ศอพท. คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

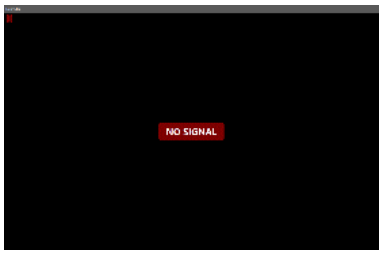
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
7	**คลังน้ำมัน สป.3 รง.ตวพ.ศอว.ศอพท.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์*	

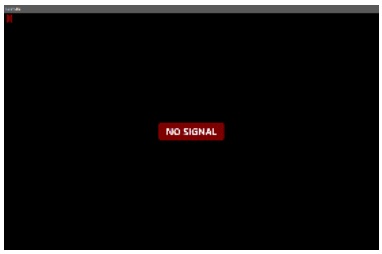
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์		
1	**ประตูทางเข้า บก.รวท.อท.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
2	**ประตูทางออก บก.รวท.อท.** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	

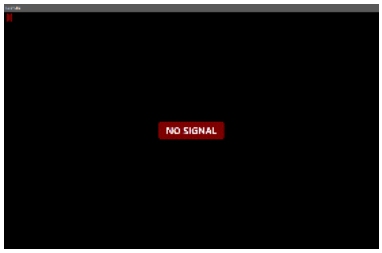
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
3	**จุดแลกบัตร บุคคลภายนอก คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
4	**ประตูทางเข้า - ออกโรงงาน (รถ) คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
5	**ประตูทางเดินเข้า - ออกโรงงาน คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	

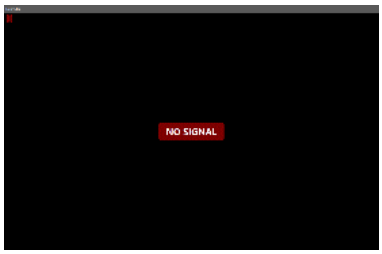
ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
6	**บริเวณสี่แยก NG** **ใกล้อาคารเก็บไนโตรเซลลูโลสชื้น P1** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
7	**อาคารผลิตกระสุน P28** **คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
กอ.รมน. ภาค 4 สน. 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้		
จุดตรวจบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.หนองจิก จ.ปัตตานี		
1	**กล้องตัวที่ 1 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
2	**กล้องตัวที่ 2 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่ กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และนครสวรรค์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
3	**กล้องตัวที่ 3 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
4	**กล้องตัวที่ 6 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
5	**กล้องตัวที่ 6 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **หมายเหตุ :** *ไม่มีสัญญาณภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น แบตเตอรี่พลังงานชาร์จไม่เพียงพอ หรือ สัญญาณโครงข่ายไร้สายขาดหายไปในบางช่วง ซึ่งอาจต้องคำนวณการใช้พลังงาน และทดสอบสัญญาณไร้สายใหม่* *กรณีสัญญาณภาพ No Signal ปัญหาหลักเกิดจาก อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างตัวกล้องที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ ไม่สามารถส่งสัญญาณภาพกลับมายังศูนย์ควบคุมได้ จากปัญหาดังกล่าว ในส่วนของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายไม่ได้รวมอยู่ในขอบเขตงานวิจัย และเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมในการทำงานของกล้องที่สามารถส่งข้อมูลภาพผ่าน Network ระยะไกลได้ จึงได้มีข้อตกลงร่วมกันของทีมงานวิจัยในการเลือกใช้อุปกรณ์รับส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้งานเพื่อเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานเพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบเท่านั้น ทั้งนี้ในส่วนของตัวกล้องที่เป็นเป็นวิจัยหลักยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยสามารถอ้างอิงได้จากรายงานสำรวจการใช้งานกล้องต้นแบบ เมื่อวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2566 โดยทำการสำรวจที่ จังหวัดลพบุรี และ นครสวรรค์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
จุดตรวจขุนไวย์ ต.สะเตง อ.เมืองยะลา จ.ยะลา		
1	**กล้องตัวที่ 1 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
2	**กล้องตัวที่ 2 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
3	**กล้องตัวที่ 3 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
4	**กล้องตัวที่ 4 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
5	**กล้องตัวที่ 5 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
6	**กล้องตัวที่ 6 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
7	**กล้องตัวที่ 7 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
ด่านตรวจเขาตูม ต.เขาตูม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี		
1	**กล้องตัวที่ 1 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
2	**กล้องตัวที่ 2 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
3	**กล้องตัวที่ 3 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
4	**กล้องตัวที่ 4 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย	
5	**กล้องตัวที่ 5 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	

ลำดับ	พื้นที่ติดตั้ง	ภาพประกอบจากการติดตั้ง
ด่านความมั่นคง อ.เมืองสงขลา ถ. ชลาทัศน์		
1	**กล้องตัวที่ 1 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	
2	**กล้องตัวที่ 2 คำแนะนำจากที่ปรึกษา** **สภาพแวดล้อมจริง** : เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้จึงทำให้ภาพที่ได้ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรปรับจูนทั้งในส่วนของการปรับตั้งค่าซอฟต์แวร์ และการปรับตั้งค่าฮาร์ดแวร์ร่วมด้วย **หมายเหตุ :** *ภาพสีชมพู ซึ่งเกิดจากอินฟราเรดทำงาน ตอนแสงน้อย แล้วไม่ได้ตัดปิดในเวลาแสงมาก ซึ่งจะต้องตรวจสอบเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง หรือการติดตั้งอาจบดบังเซ็นเซอร์*	

5.4 ความเป็นไปได้ในการเข้าสู่สายการผลิต

การเข้าสู่กระบวนการผลิตมีความเป็นไปได้สูงมาก เนื่องจากกล้องที่พัฒนาสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่วางไว้จากกล้องทั้ง 3 แบบ ซึ่งมีการใช้งานซอฟต์แวร์ทั้งที่เป็นระบบปฏิบัติการ ซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการ รวมไปถึงระบบปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นมาจากทีมงานวิจัยเอง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงแพ็กเกจ หรือข้อมูลที่ถูกส่งออกไปจากอุปกรณ์เพื่อจำกัดการส่งข้อมูลออกสู่ภายนอก รวมไปถึงซอฟต์แวร์สามารถพัฒนาต่อยอดขึ้นมาเอง ระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถเทรนให้โมเดลมีความฉลาดตามที่ต้องการได้

5.4.1 แต่ทั้งนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพิ่มเติมก่อนการเข้าสู่กระบวนการผลิตมีดังนี้

5.4.1.1 การออกแบบระบบความปลอดภัย ซึ่งจะต้องมีการเพิ่มเติมในส่วนของการเข้ารหัสข้อมูลทั้งในส่วนของอุปกรณ์ก่อนส่งออกมา และมีการถอดรหัสที่เครื่องแม่ข่าย เพื่อป้องกันการนำเอาข้อมูลไปใช้ระหว่างทางโดยไม่ได้รับอนุญาต เลือกเปิดอนุญาตให้เข้าถึงอุปกรณ์ทั้งกล้องและเครื่อง NVR เฉพาะช่องทางที่ใช้งานจริง ส่วนไหนไม่ได้ใช้จะต้องปิดการใช้งานทั้งหมด เพื่อป้องกันซอฟต์แวร์ที่สุ่มเข้าถึงอุปกรณ์

5.4.1.2 การออกแบบระบบพลังงงาน หากเข้าสู่สายการผลิตจะต้องมีการออกแบบระบบพลังงานที่เพียงพอต่อการประมวลผลและการใช้งานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ซึ่งจากการติดตั้งตัวต้นแบบจะเห็นว่ากล้องบางตัว หายไปจากระบบไม่สามารถเชื่อมต่อได้ ซึ่งบางส่วนอาจมีผลมาจากระบบพลังงานที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งบางจุดมีการต่อพ่วงอุปกรณ์ที่มากกว่ากล้อง เช่น เราท์เตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย เป็นต้น ซึ่งมีการใช้พลังงาน และจะต้องออกแบบระบบพลังงานใหม่ เพื่อให้เพียงพอต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงที่เพิ่มเข้ามา

5.4.1.3 การออกแบบระบบสื่อสาร เนื่องจากระบบสื่อสารในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น มีระบบแบบใช้สาย หรือเป็นระบบแบบไร้สายทั้งระบบ รวมไปถึงจุดติดตั้งอยู่ห่างจากจุดเชื่อมสัญญาณหลัก ซึ่งจะมีการยิงสัญญาณแบบเครื่องต่อเครื่องในระยะทางที่ไกลมาก เช่น 1-2 กิโลเมตร ทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อการขาดติดต่อตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น ตึก ต้นไม้ที่มีการกีดขวางสัญญาณ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น

5.4.1.4 การออกแบบอุปกรณ์ติดตั้ง ซึ่งรวมไปถึงเฮาส์ซิ่งสำหรับประกอบอุปกรณ์ซึ่งจะต้องมีขนาดกระทัดรัด มีช่องทางสำหรับการติดตั้งที่ง่าย ป้องกันน้ำและแมลง ป้องกันการขโมย เป็นต้น ซึ่งในกรณีที่ติดตั้งแบบ Stand-Alone อาจรวมถึงเสาและฐานปูนสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ด้วย เพื่อความมั่นคงถาวรของอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ป้องกันน้ำแมลง และการขโมยอุปกรณ์ในเบื้องต้น

5.4.1.5 การออกเข้ารหัสข้อมูล แน่นอนว่าข้อมูลที่ได้จากกล้องที่บันทึกตลอด 24 ชั่วโมง ทั้ง 7 วันนี้ จะต้องเป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะส่งผลต่อขนาดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล

การเข้ารหัสข้อมูลจึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลง สามารถจัดเก็บได้เยอะขึ้น นานขึ้น และรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยที่ความละเอียดของข้อมูลไม่เปลี่ยนไป

5.4.1.6 การออกแบบระบบบริหารจัดการข้อมูลกลาง ระบบฐานข้อมูลกลางถือเป็นส่วนสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ซึ่งรวมไปถึงการบริหารจัดการผู้ใช้งาน การเพิ่มกล้องเข้าสู่ระบบ การบันทึกวิดีโอ การสตรีมมิ่งภาพเคลื่อนไหวแบบเรียลไทม์ การประมวลผลวิดีโอ การจัดเก็บผลที่ได้จากการตรวจจับเพื่อการค้นหา คัดกรอง และเข้าถึง ที่สะดวกรวดเร็ว ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องแม่ข่ายที่จะต้องมีประสิทธิภาพสูง และมีระบบสำรองข้อมูลป้องกันการสูญหายหรือกรณีเครื่องแม่ข่ายมีปัญหาในการใช้งาน

5.4.1.7 การออกแบบระบบปัญญาประดิษฐ์กลาง แน่นอนว่าบุคลากรจากหน่วยงานที่มีการใช้งานกล้องของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ไม่ได้มีบุคคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ทุกที่ ทำให้อาจเกิดปัญหาในภายหลังหากต้องให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบและพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อใช้งานในหน่วยงานเอง ซึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือโมเดลกลางสำหรับการประมวลผลปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ สามารถดาวน์โหลดไปติดตั้งและเลือกใช้งานเฉพาะโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมกับหน่วยงานของตนเอง

5.4.1.8 การออกแบบระบบแอปพลิเคชันส่วนแสดงผล การเข้าถึงภาพและวิดีโอจากหัวกล้องเป็นส่วนที่สำคัญของระบบโทรทัศน์วงจรปิด เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ง่าย จะต้องมีการออกแบบแอปพลิเคชัน หรือเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงกล้องที่ตัวเองรับผิดชอบได้ง่าย สะดวก เข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา รองรับในทุก ๆ อุปกรณ์ที่แสดงผล

5.4.1.9 การขอการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงถึงความเป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ที่เป็นที่ยอมรับจากหน่วยงานภายนอก จะต้องมีการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อขอการรับรองมาตรฐานในระดับที่ยอมรับได้ เช่น การกันน้ำของกล้องในระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งาน การรับรองการส่งข้อมูลไม่รั่วไหลสู่ภายนอก การรับรองมาตรฐานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด เป็นต้น ซึ่งสามารถสร้างความเชื่อถือให้กับกล้องได้ เป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

[1] Y. Alginahi, "Automatic Arabic License Plate Recognition," *International Journal of Computer and Electrical Engineering,* vol. 3, no. 3, pp. 454-460, 2011.

[2] S. Nigussie and Y. Assabie, "Automatic recognition of Ethiopian license plates," *IEEE AFRICON Conf,* pp. 14-17, 2015.

[3] H. M. Alyahya, M. K. Alharthi, A. M. Alattas and V. Thayananthan, "Saudi License Plate Recognition System Using Artificial Neural Network Classifier," *2017 International Conference on Computer and Applications (ICCA),* pp. 6-7, 2017.

[4] N. Wang, X. Zhu and J. Zhang, "License Plate Segmentation and Recognition of Chinese Vehicle Based on BPNN," *2016 12th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS),* pp. 16-19, 2016.

[5] S. Montazzolli and C. R. Jung, "Real-Time Brazilian License Plate Detection and Recognition Using Deep Convolutional Neural Networks," *Conference on Graphics, Patterns and ImagesAt: Niterói, Rio de Janeiro, Brazil,* 2017.

[6] B. Setiyono, D. R. Sulistyaningrum, R. Sulistyaningrum and A. P. Usadha, "The Rain Noise Reduction Using Guided Filter to Improve Performance of Vehicle Counting," *International journal of innovative computing, information & control: IJICIC,* pp. 1353-1370, 2020.

[7] B. Setiyono, D. R. Sulistyaningrum, Soetrisno and D. W. Wicaksono, "Multi Vehicle Speed Detection Using Euclidean Distance Based on Video Processing," *International Journal of Computing,* vol. 18, no. 4, pp. 431-422, 2019.

[8] R. Laroca, E. Severo, L. A. Zanlorensi, L. S. Oliveira, G. R. Gonçalves, W. R. Schwartz and D. Menotti, " A Robust Real-Time Automatic License Plate Recognition Based on the YOLO Detector," *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN),* pp. 1-10, 2018.

[9] A. S. Agbemenu, J. Yankey and E. O. Addo, " An Automatic Number Plate Recognition System using OpenCV and Tesseract OCR Engine," *International Journal of Computer Applications,* 2018.

[10] Hendry and R. C. Chen, "Automatic License Plate Recognition via sliding-window darknet-YOLO deep learning," *Image and Vision Computing,* vol. 87, pp. 47-57, 2019.

[11] B. Setiyono, D. A. Amini and D. R. Sulistyaningrum, "Number plate recognition on vehicle using YOLO - Darknet," *Journal of Physics: Conference Series International Conference on Mathematics: Pure, Applied and Computation (ICOMPAC) 2020,* vol. 1821, 2020.

[12] L. Yang, P. Luo, C. C. Loy and X. Tang, "A Large-Scale Car Dataset for Fine-Grained Categorization and Verification," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),* pp. 3973-3981, 2015.

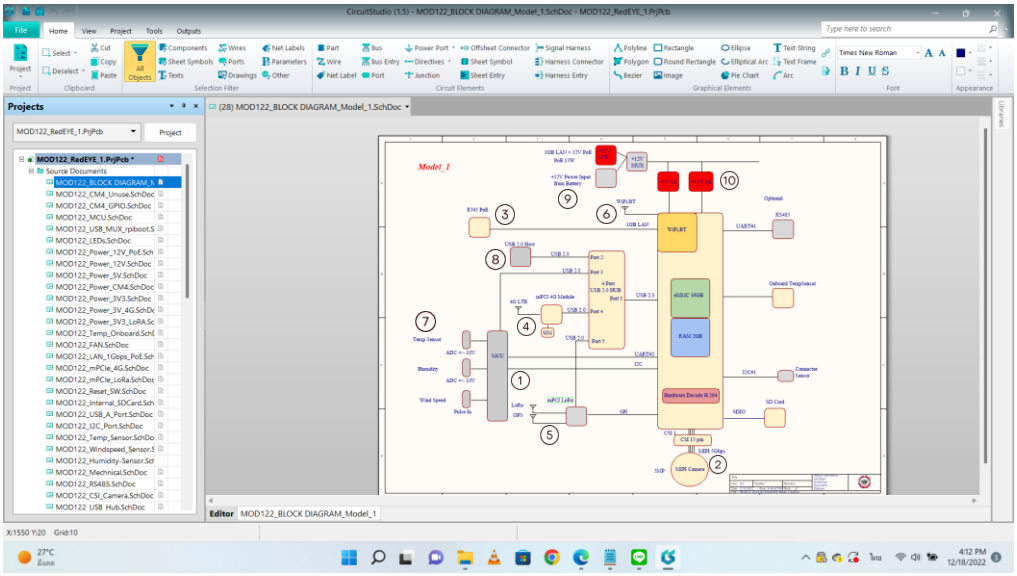
[13] Y. Zhang and C. Zhang, "A new algorithm for character segmentation of license plate," *Intelligent Vehicles Symposium IEEE,* pp. 106-109, 2003.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 1

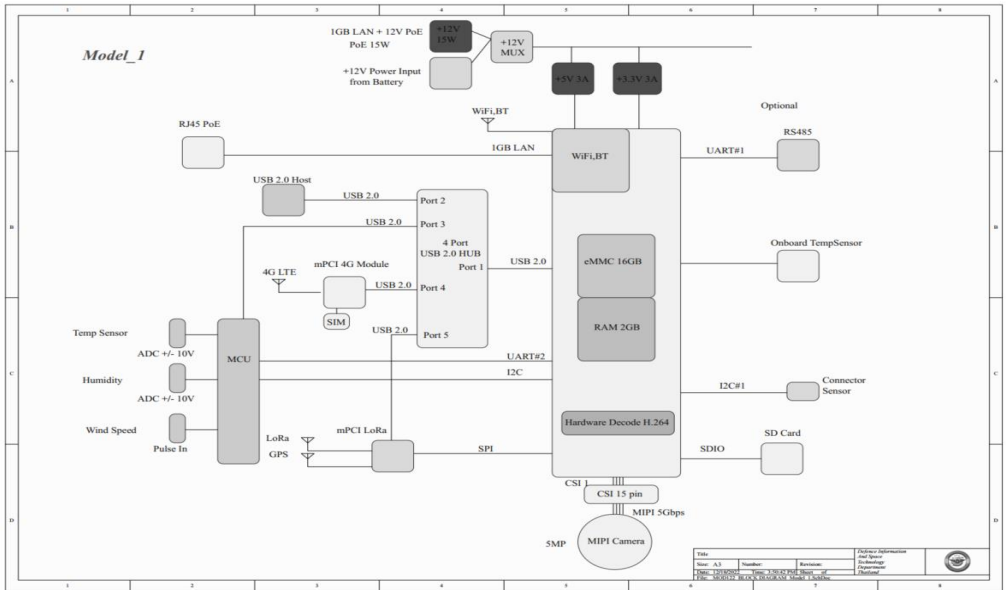
PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 1



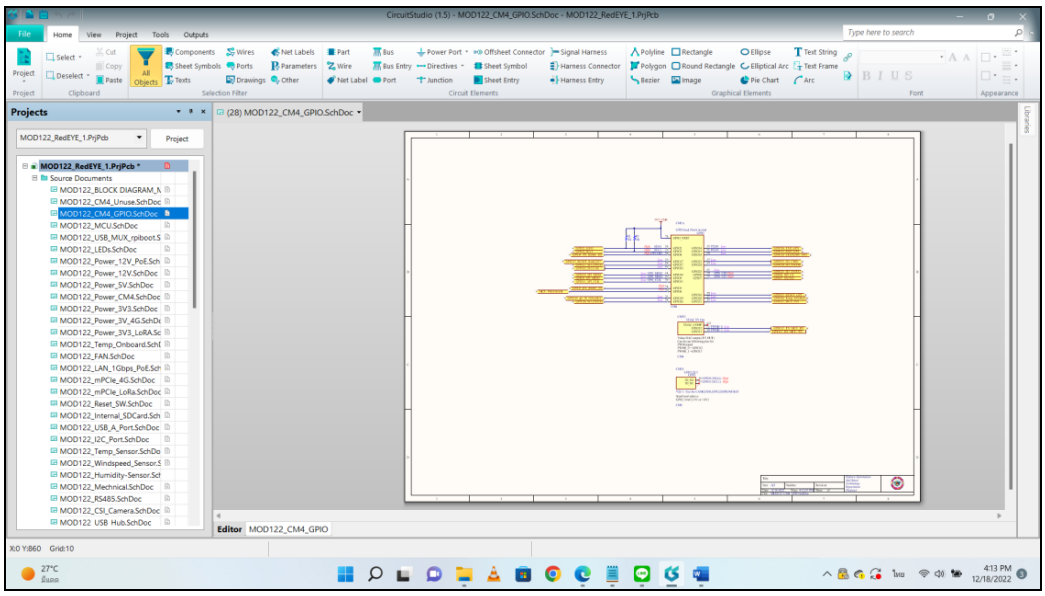
ภาพที่ 1 Block Diagram

ประกอบด้วย

1. ส่วนการควบคุมและประมวลผลระบบ (MCU)
2. ส่วนการประมวลผลภาพ (Camera)
3. ส่วนการสื่อสารแบบ Gigabit Network และ Power On Ehternet
4. ส่วนการสื่อสารแบบ LTE Network
5. ส่วนการสื่อสารแบบ LoRa Network และ GPS
6. ส่วนการสื่อสารแบบ WiFi และ Bluetooth
7. ส่วนการต่อขยายอุปกรณ์ภายนอก (สำหรับรองรับ Sensor)
8. ส่วนการต่อขยายอุปกรณ์ภายนอก (สำหรับ USB)
9. ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน 12 โวลท์
10. ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน 3 โวลท์ และ 5 โวลท์



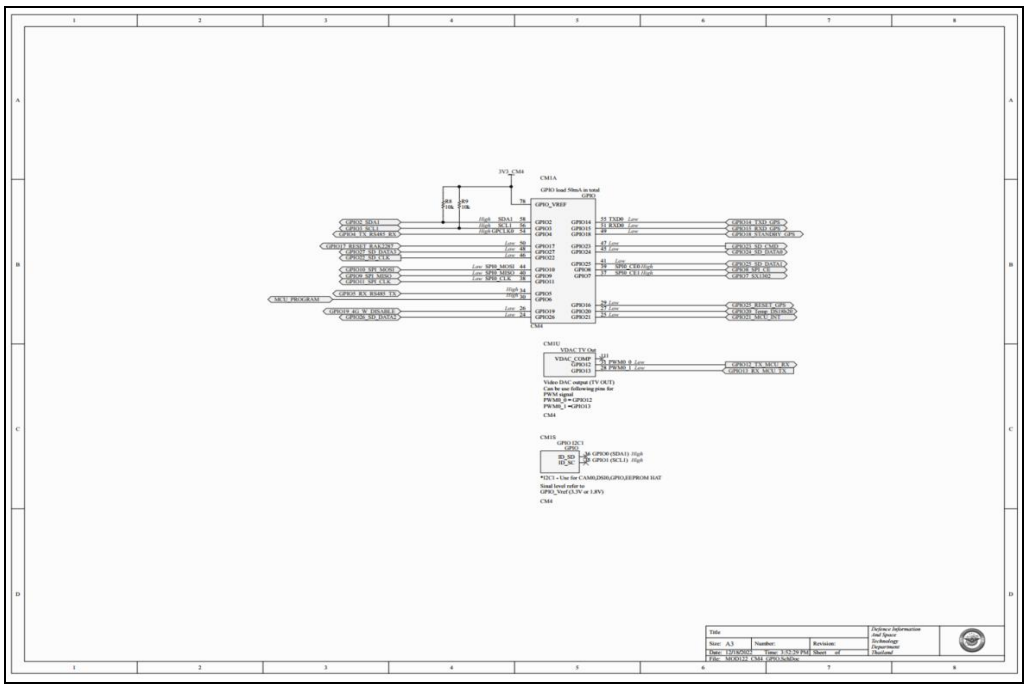
ผลลัพธ์ (Output)



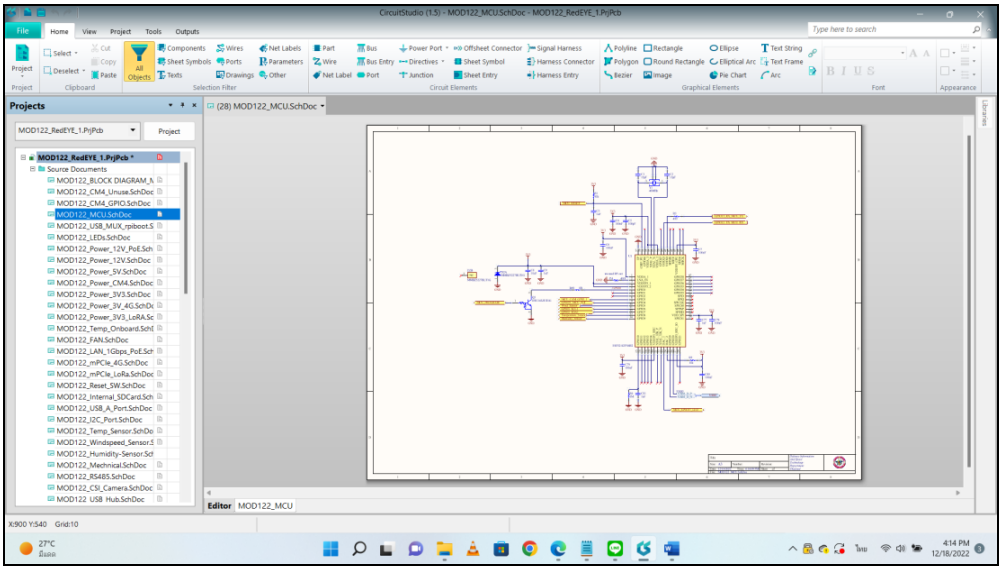
ภาพที่ 3 GPIO ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับควบคุมอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. ส่วนการใช้งานขาเข้า Input
2. ส่วนการใช้งานขาออก Output



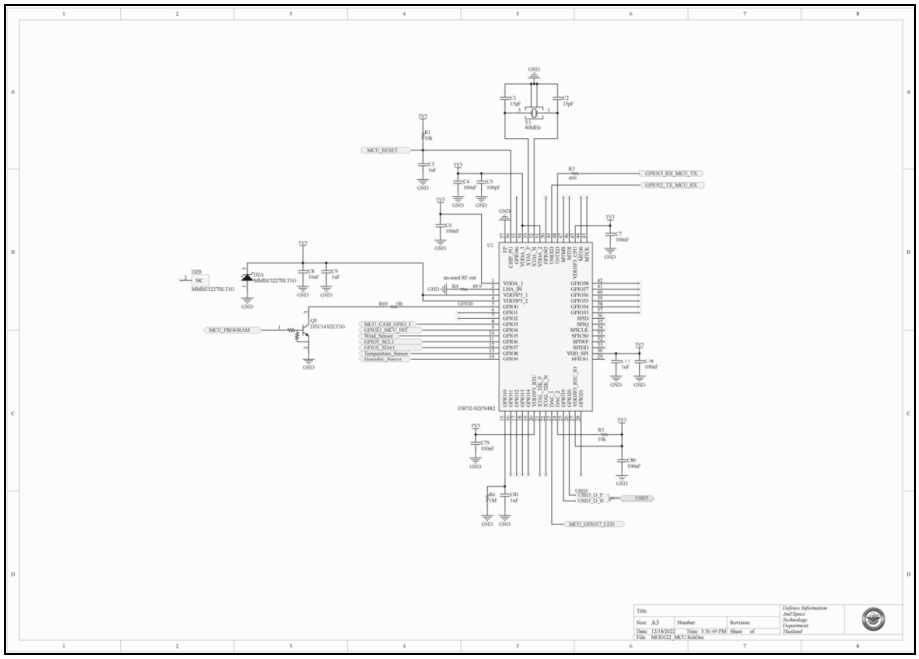
ผลลัพธ์ (Output)



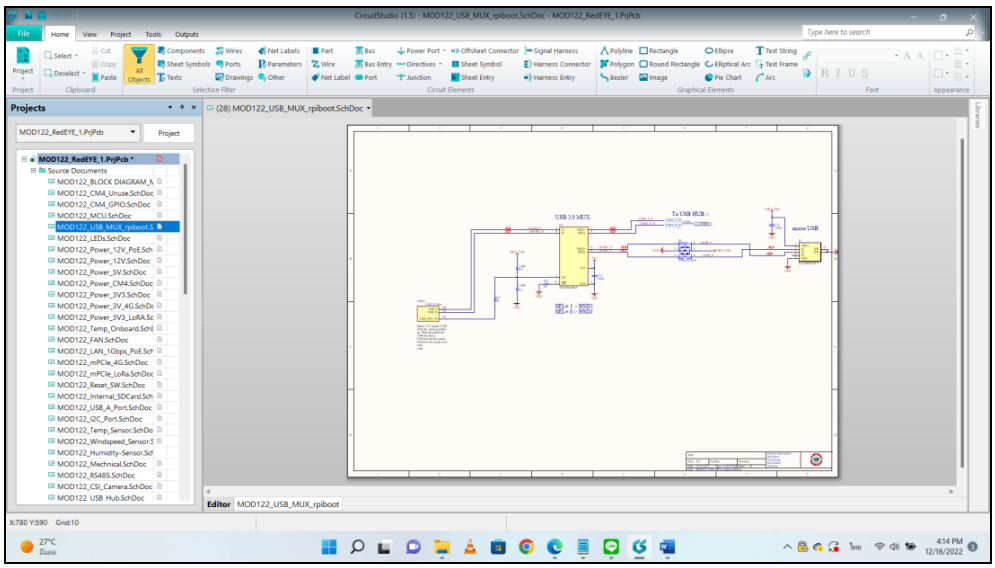
ภาพที่ 4 MCU ส่วนการควบคุมและประมวลผล

ประกอบด้วย

1. CPU หน่วยประมวลผลหลัก
2. ROM/RAM หน่วยความจำหลัก/หน่วยความจำสำรอง
3. Port ช่องทางการส่งข้อมูล Input และ Output
4. Bus ช่องทางการส่งข้อมูลระหว่าง CPU และ ROM/RAM
5. Clock วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมการทำงานของ MCU



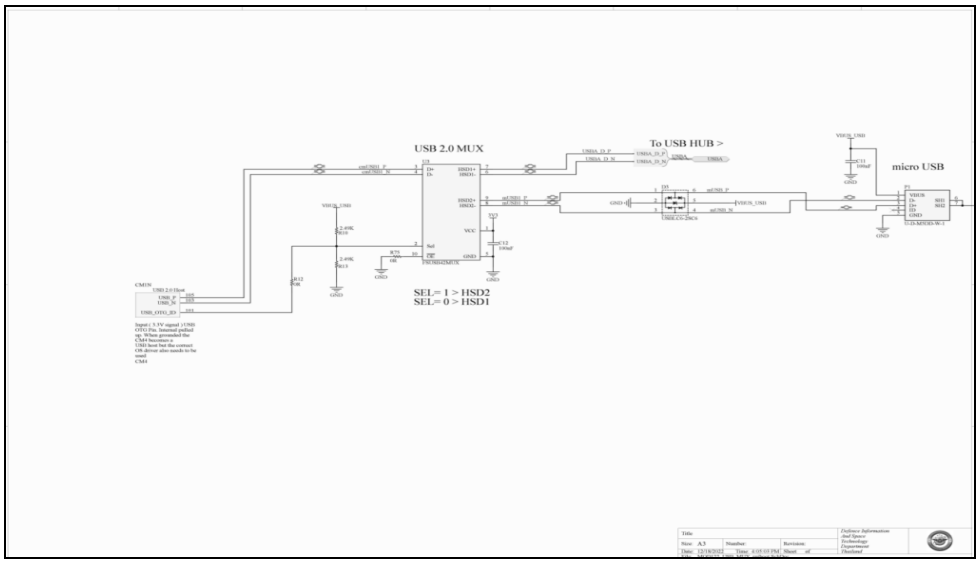
ผลลัพธ์ (Output)



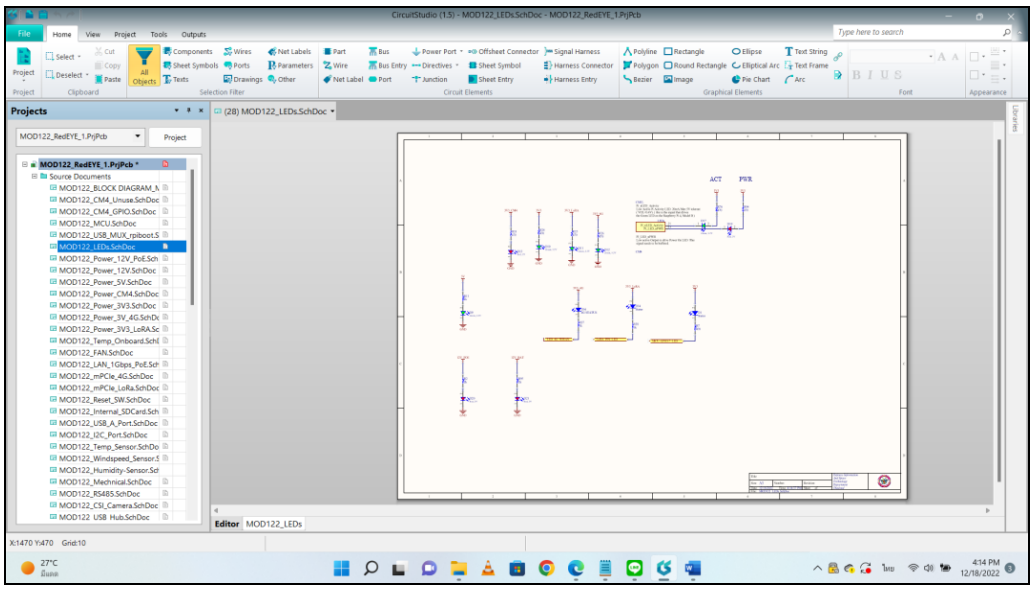
ภาพที่ 5 USB Boot ส่วนตัวเลือกการเริ่มต้นระบบ

ประกอบด้วย

1. USB MUX ตัวเลือกช่องทางการเริ่มต้นระบบ
2. USB Power แหล่งพลังงานของอุปกรณ์การเริ่มต้นระบบ



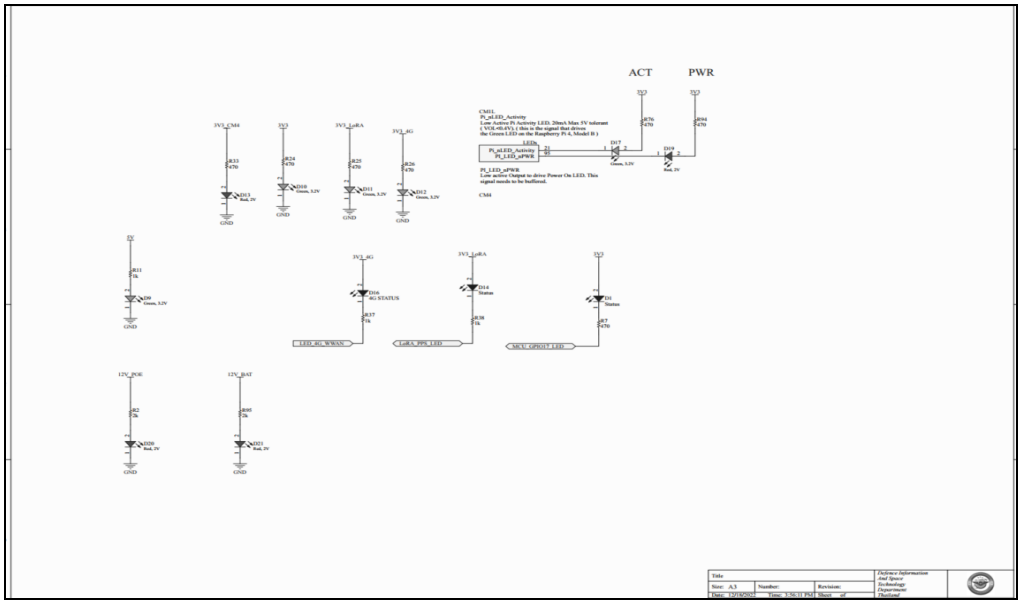
ผลลัพธ์ (Output)



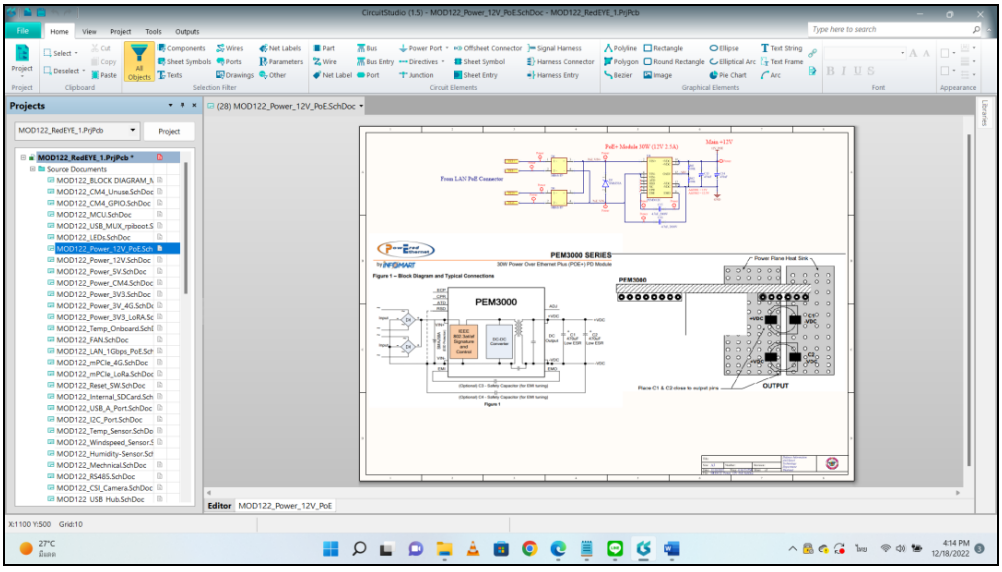
ภาพที่ 6 LED ส่วนไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. LED Power สถานะการทำงานของแหล่งพลังงาน
2. LED ACT สถานะการทำงานของอุปกรณ์



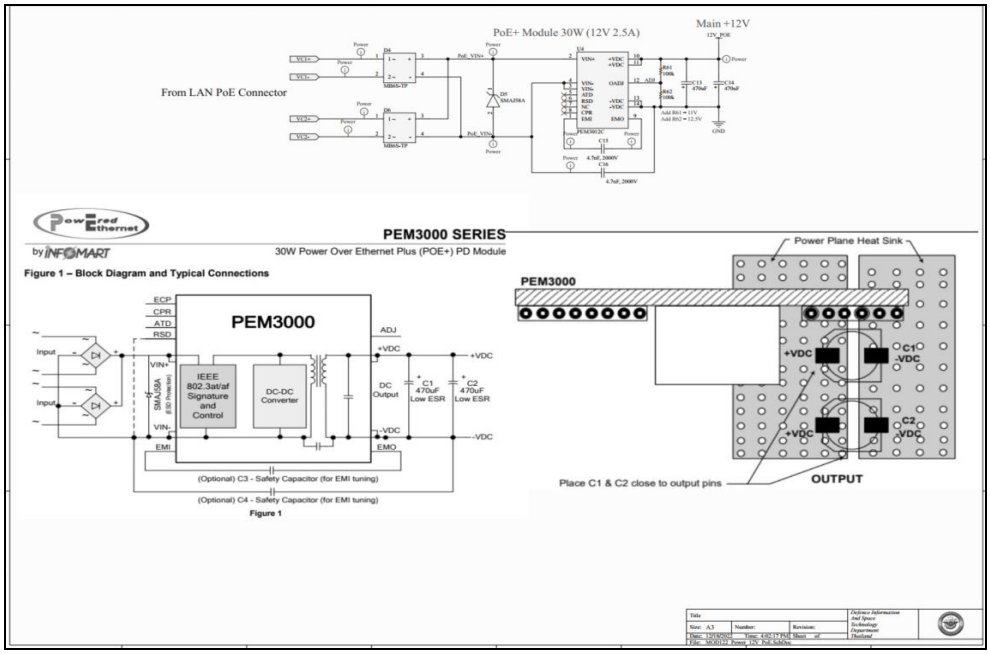
ผลลัพธ์ (Output)



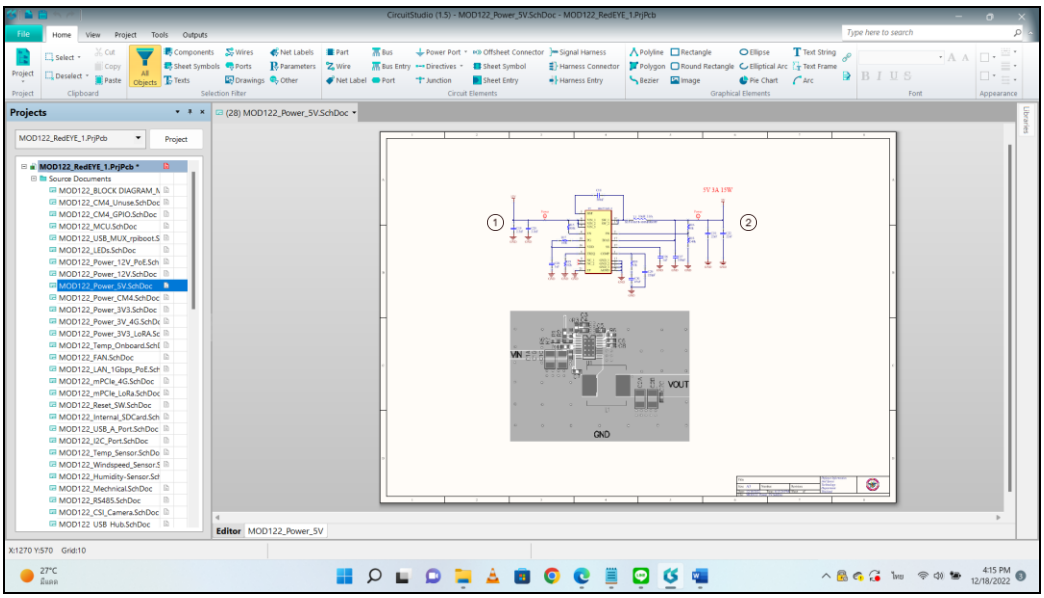
ภาพที่ 7 PoE Power แหล่งพลังของอุปกรณ์แบบ Power On Ethenet

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก
3. DC to DC Convertor ส่วนการแปลงค่ากระแสไฟฟ้าแบบตรง (12v. to 5v.)



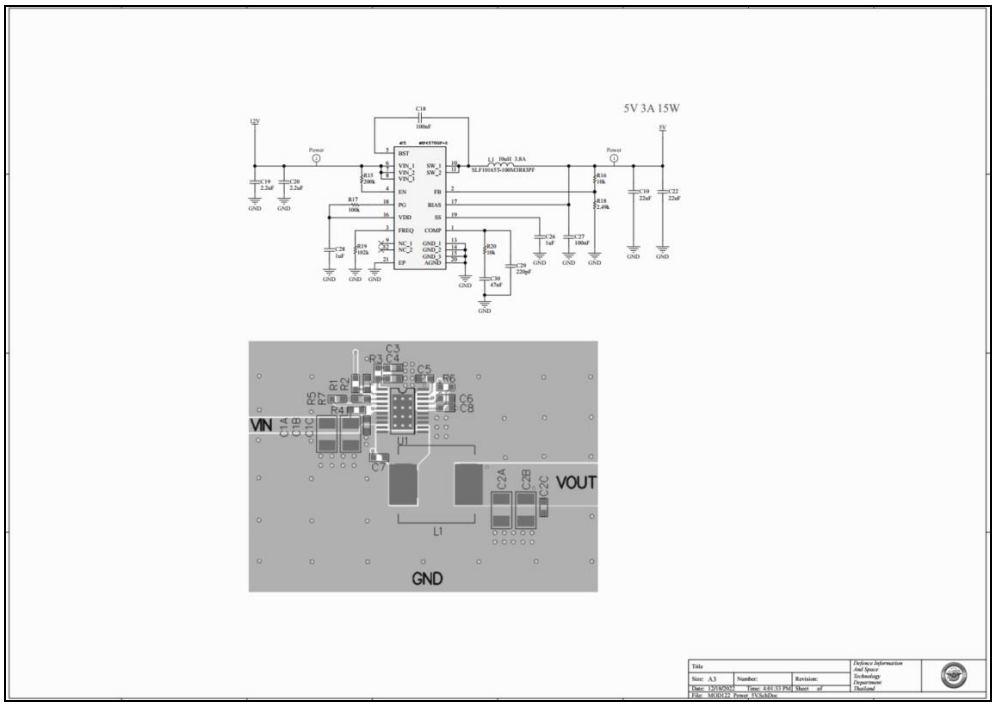
ผลลัพธ์ (Output)



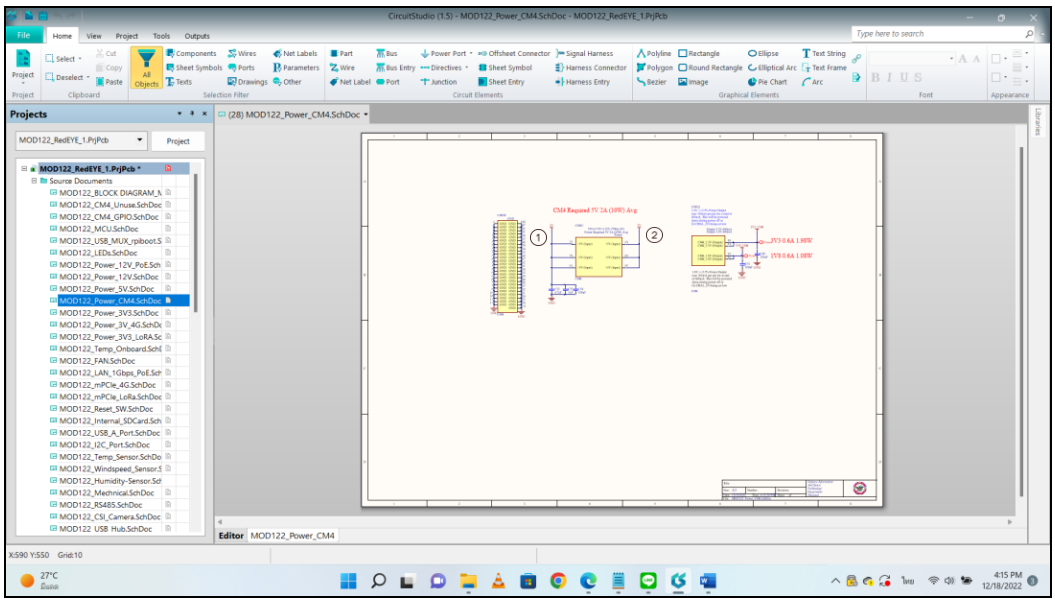
ภาพที่ 8 5 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของเมนบอร์ดวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (5 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (5 โวลท์)



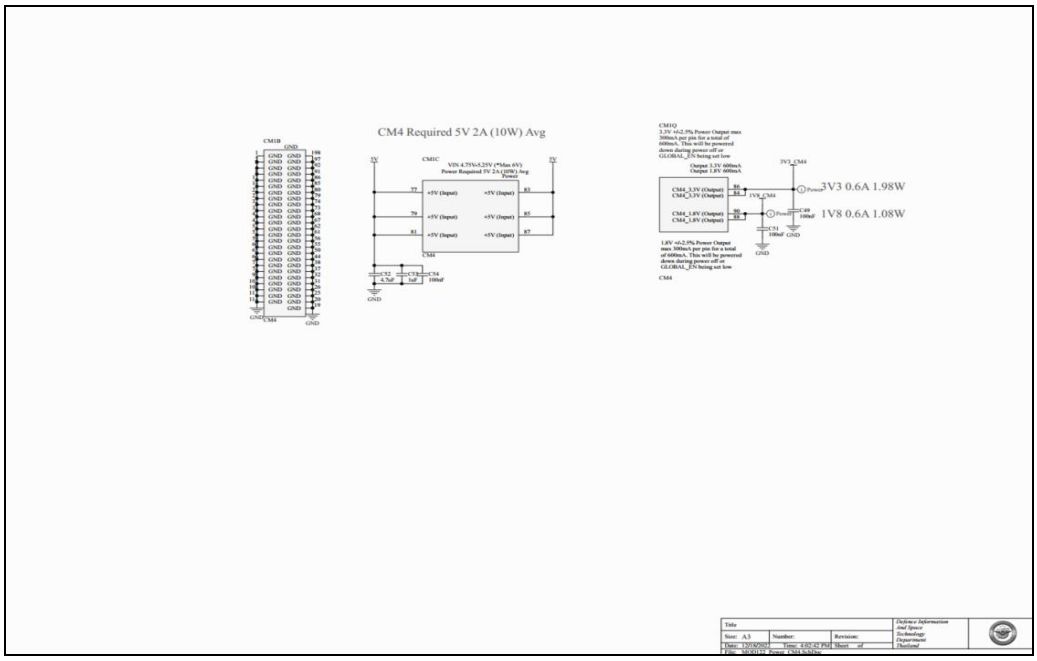
ผลลัพธ์ (Output)



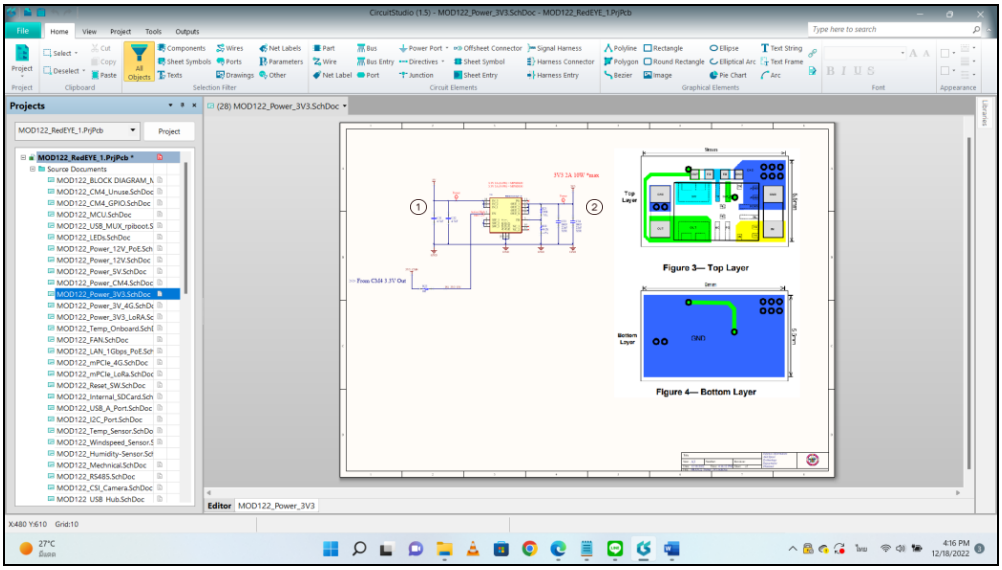
ภาพที่ 9 5 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (5 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (5 โวลท์)



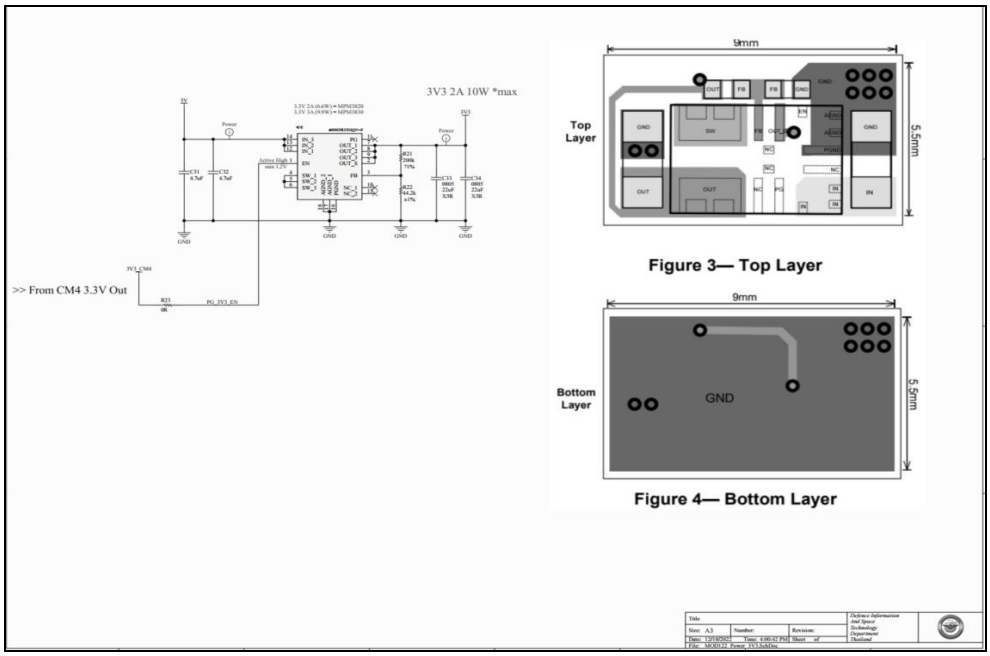
ผลลัพธ์ (Output)



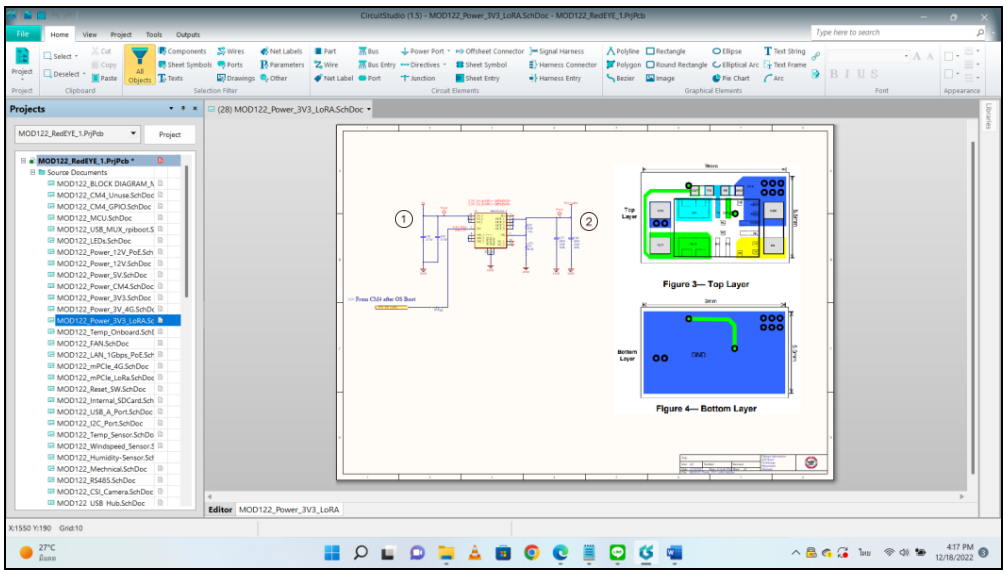
ภาพที่ 10 3 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (3 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (3 โวลท์)



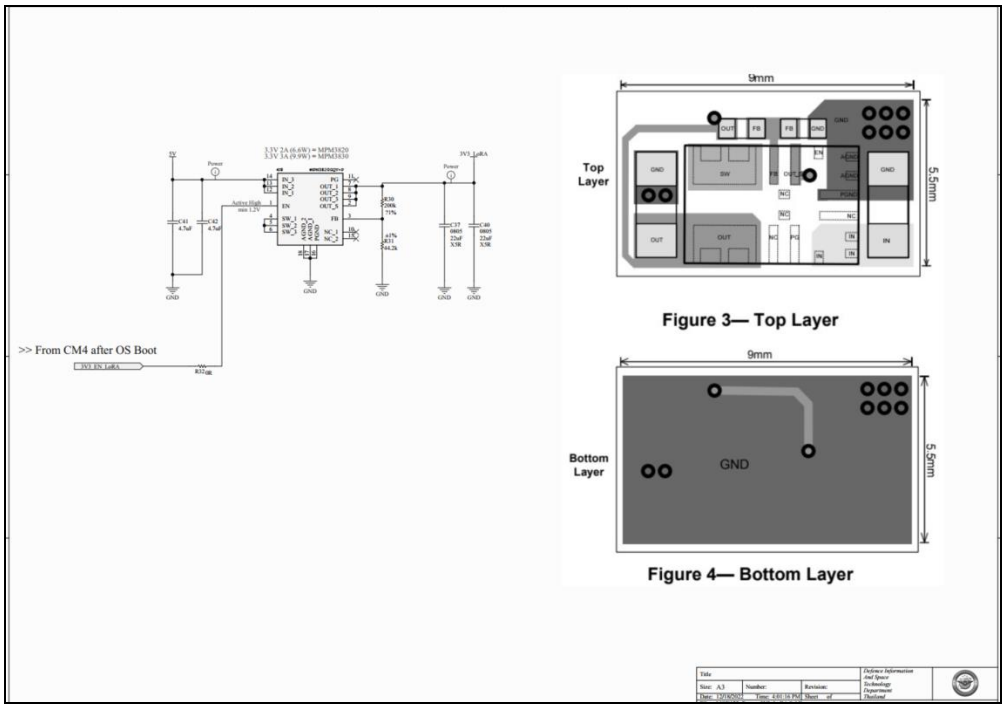
ผลลัพธ์ (Output)



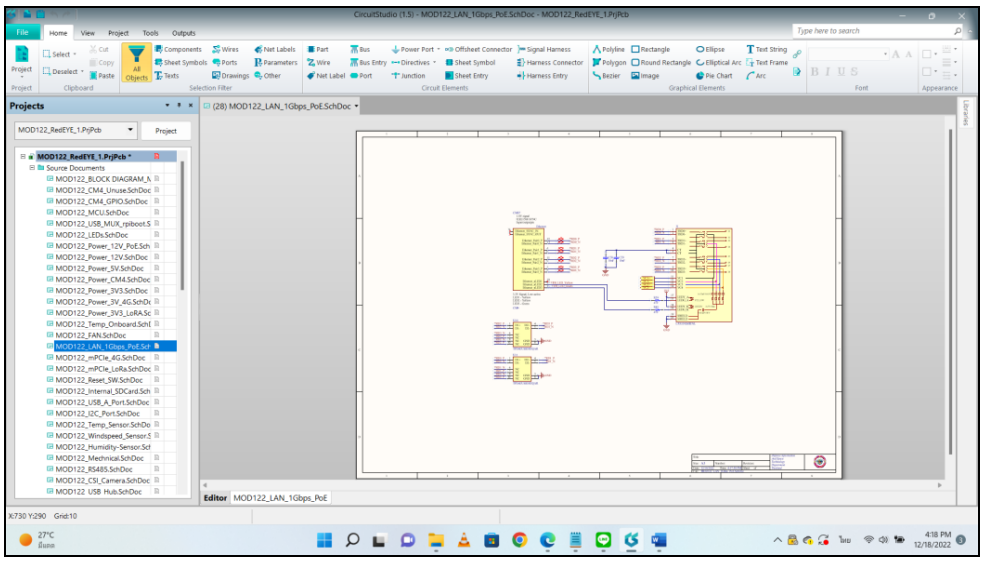
ภาพที่ 11 รองรับ 3 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของวงจร LoRa Networ

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (3 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (3 โวลท์)

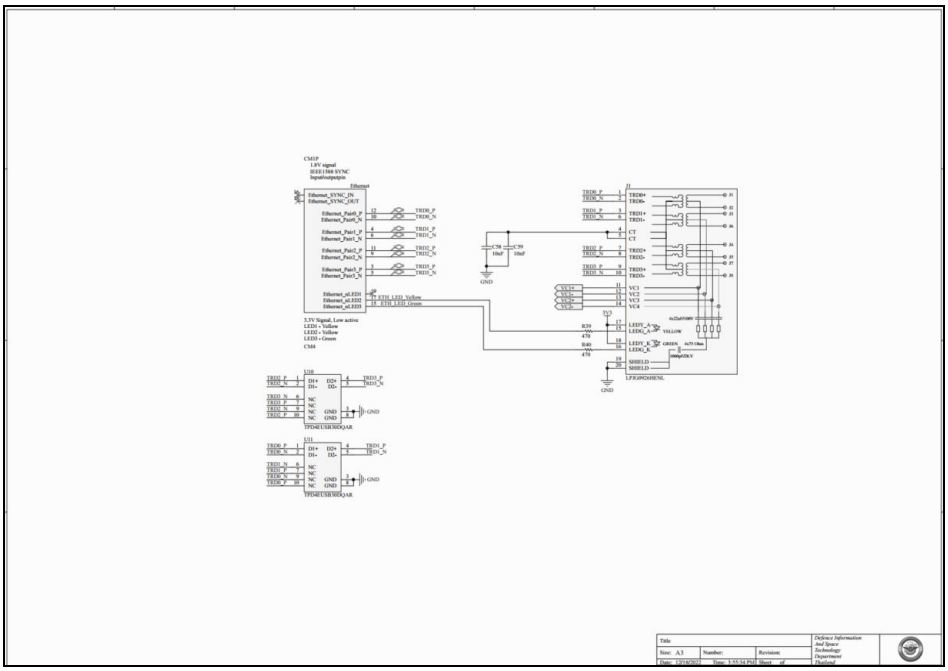


ผลลัพธ์ (Output)

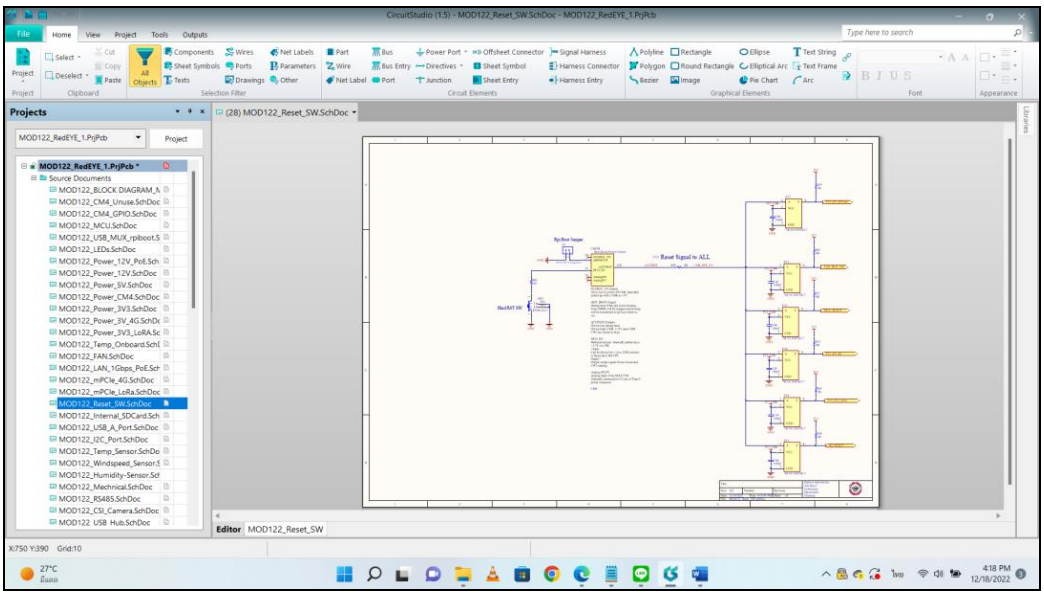


ภาพที่ 12 Gigabit Network ส่วนการเชื่อมต่อ Network แบบ 1,000Mbps ประกอบด้วย

1. Signal Input แหล่งสัญญาณขาเข้า
2. Signal Output แหล่งสัญญาณขาออก
3. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า
4. Power Output แหล่งพลังงานขาออก



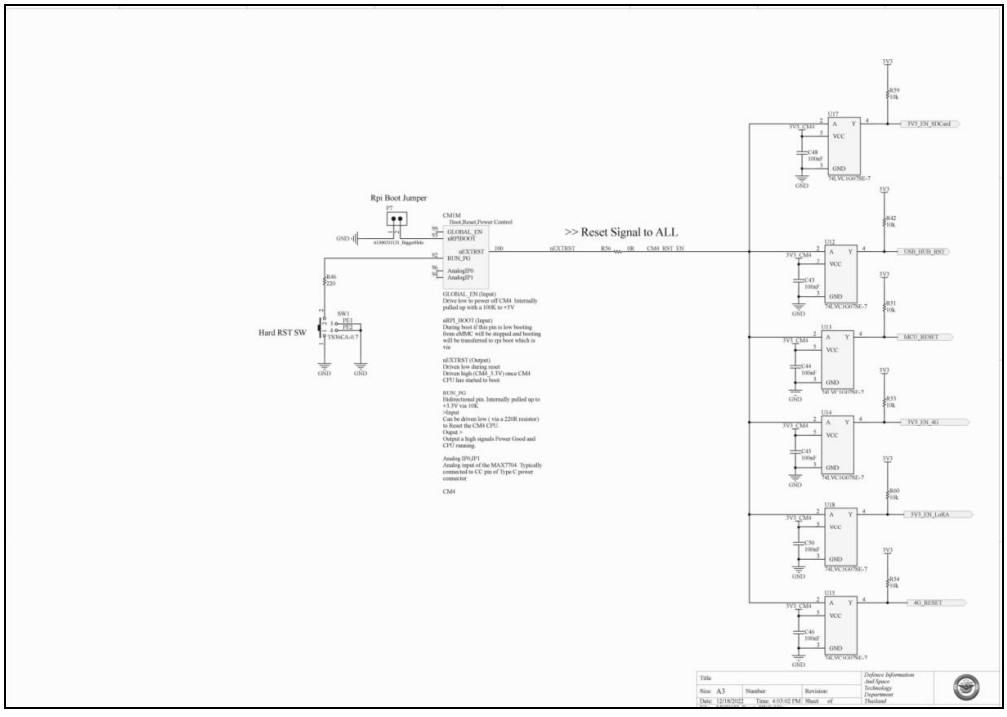
ผลลัพธ์ (Output)



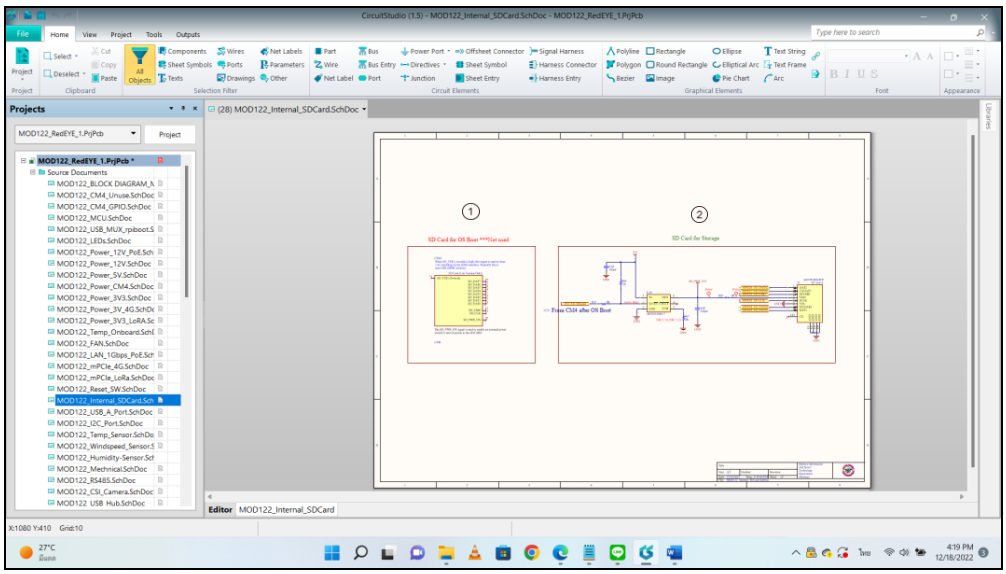
ภาพที่ 13 Reset Switch ส่วนการรีเซ็ตอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. Reset Switch ส่วนปุ่มกดรีเซ็ตอุปกรณ์
2. Boot Jumper ส่วนกำหนดค่าการรีเซตอุปกรณ์
3. Reset Signal ส่วนรีเซ็ตอุปกรณ์ทั้งหมด

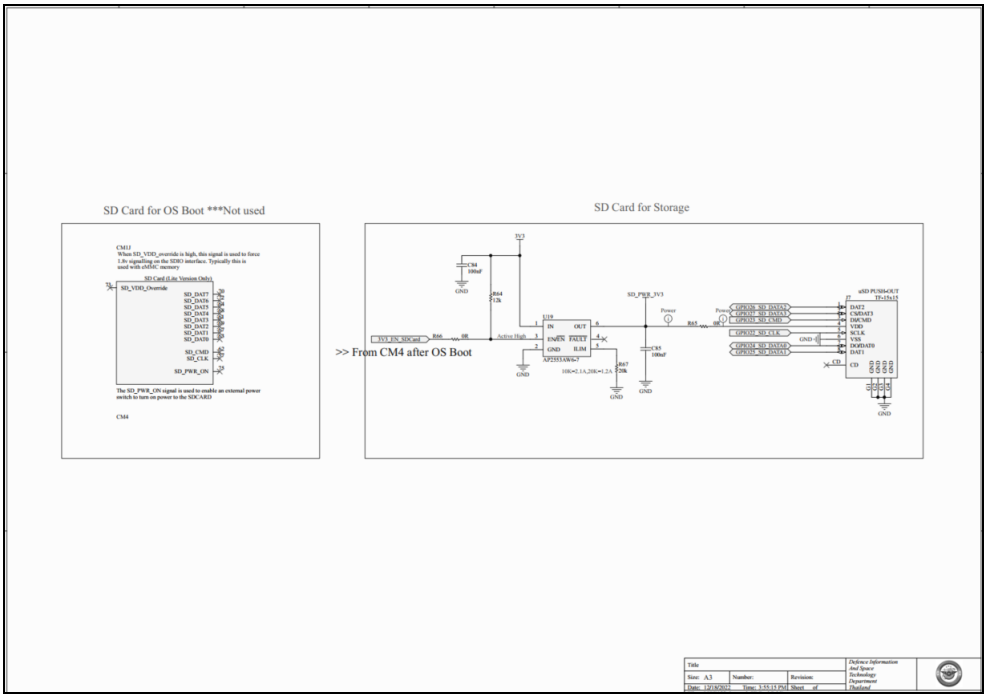


ผลลัพธ์ (Output)

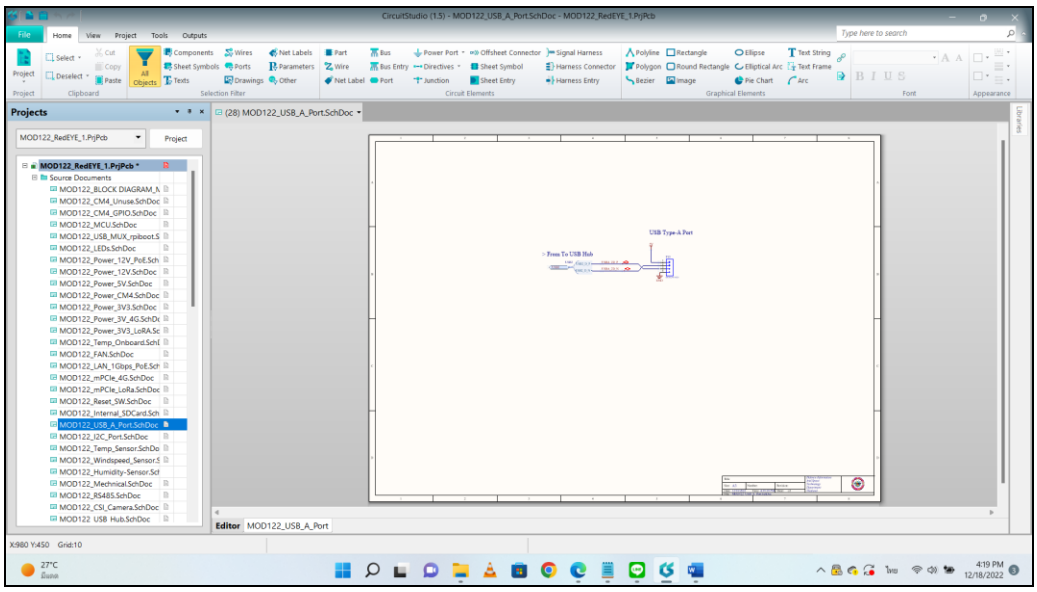


ภาพที่ 14 Internal SD Crad ส่วนเพิ่มเติมหน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่อง ประกอบด้วย

1. SD for Boot หน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่องสำหรับเริ่มต้นการทำงานระบบ
2. SD for Storage หน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่องสำหรับพื้นที่จัดเก็บข้อมูล



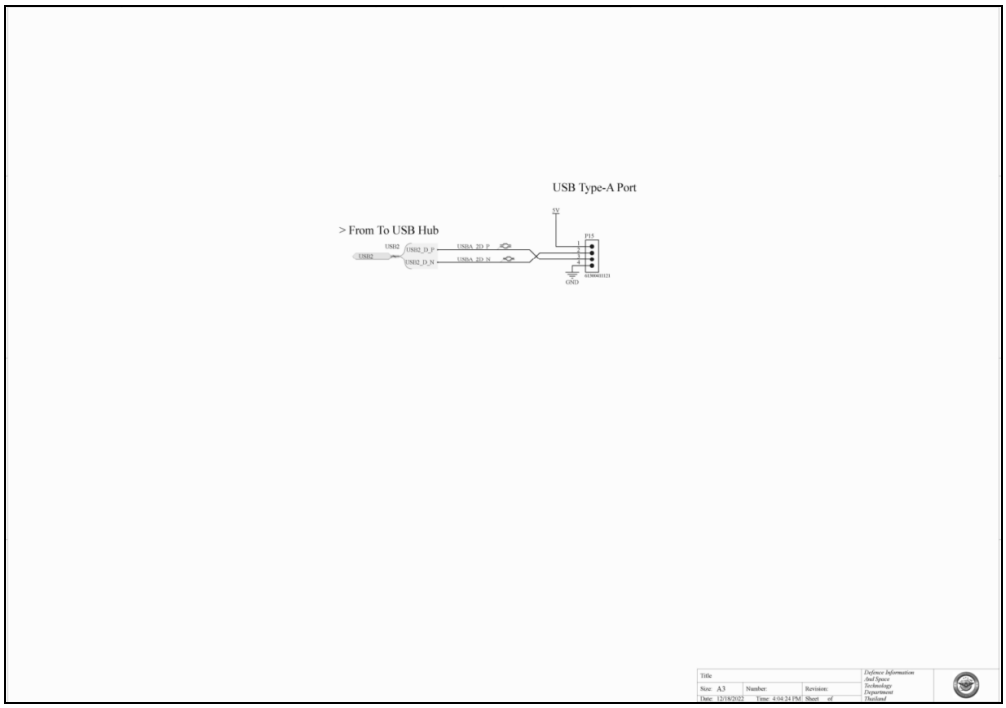
ผลลัพธ์ (Output)



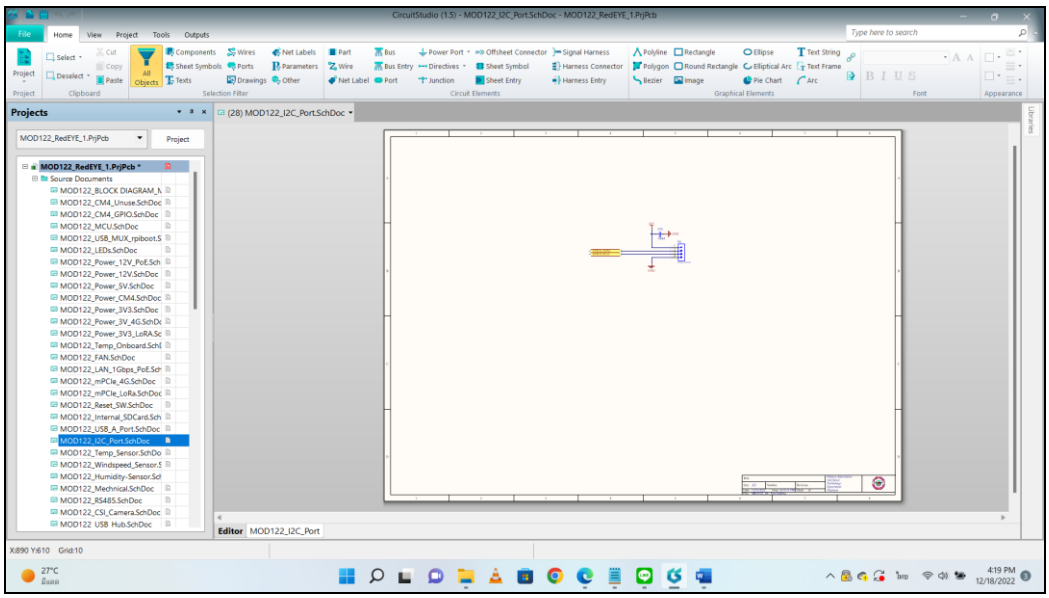
ภาพที่ 15 USB Port ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ USB

ประกอบด้วย

1. USB Power แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. USB Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล



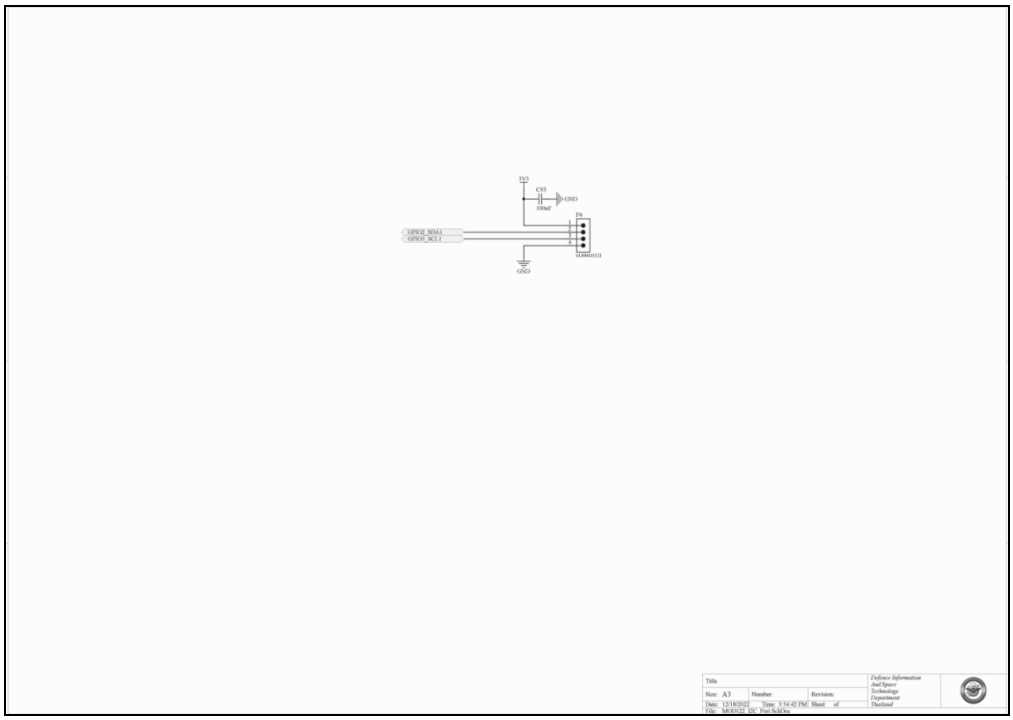
ผลลัพธ์ (Output)



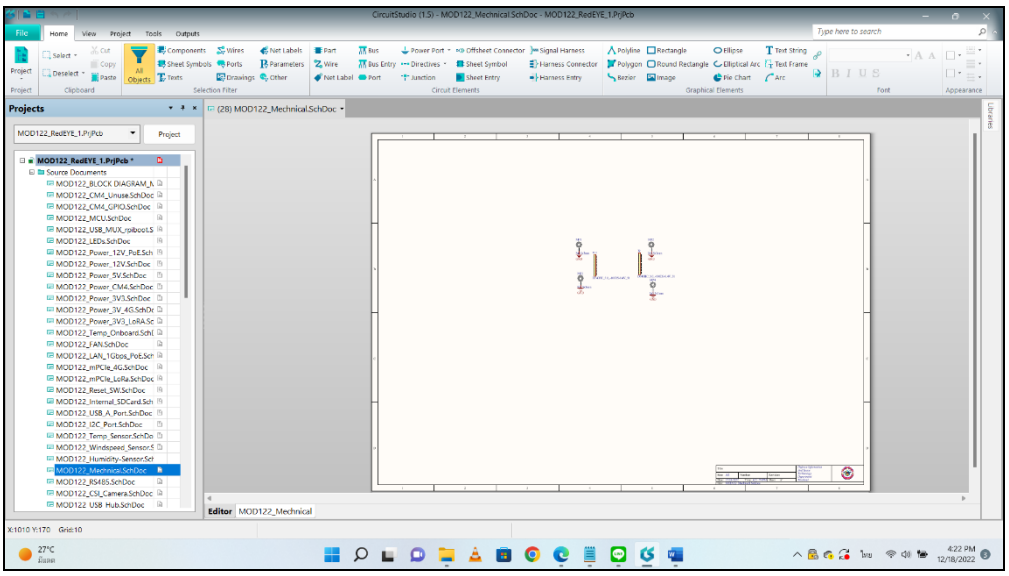
ภาพที่ 16 I2C Port ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ I2C

ประกอบด้วย

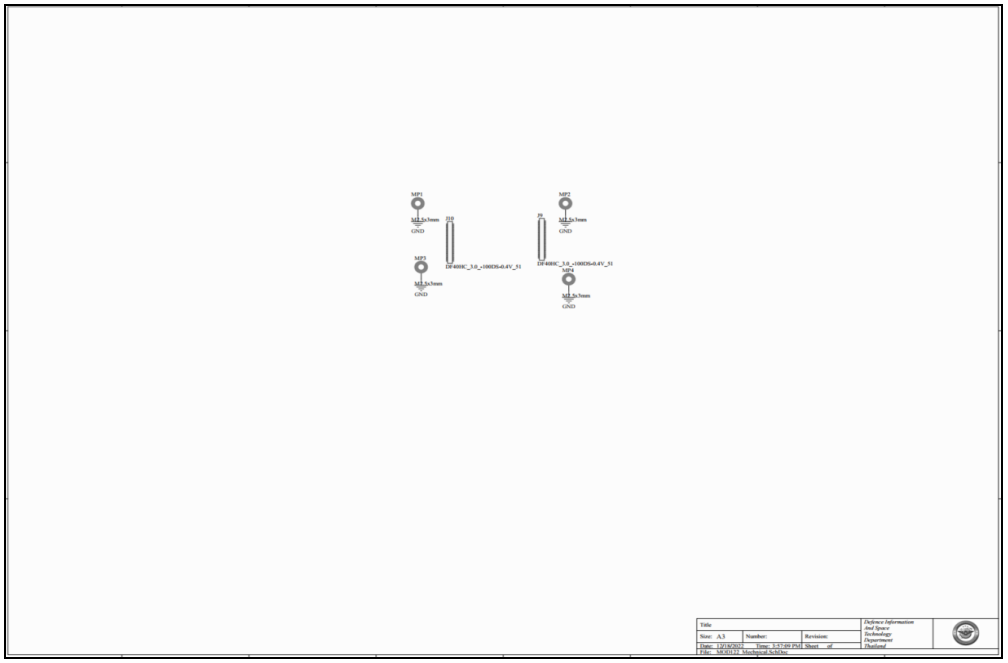
1. I2C Power แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. I2C Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล



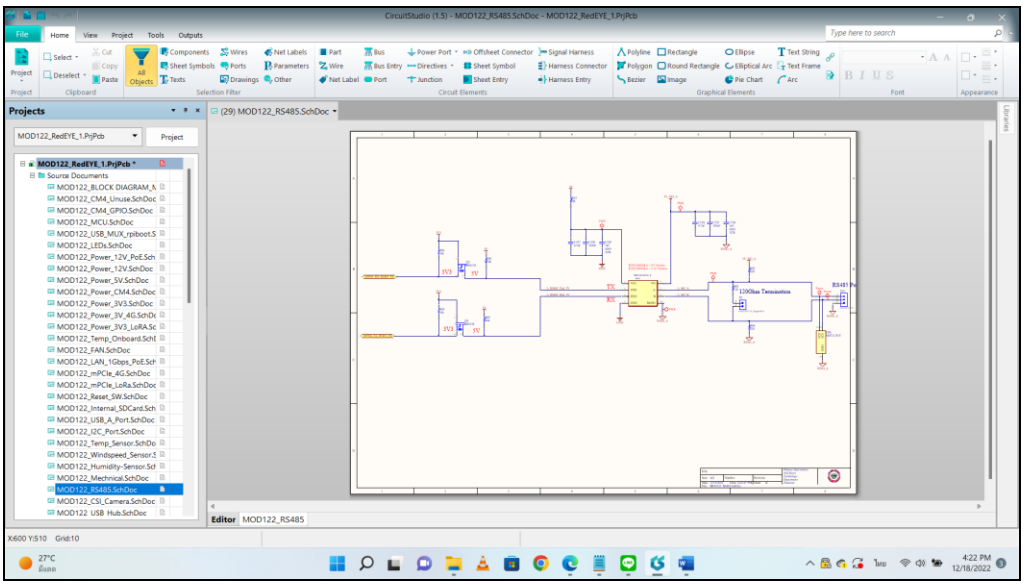
ผลลัพธ์ (Output)



ภาพที่ 17 Mechanical ขาอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลและเมนบอร์ด



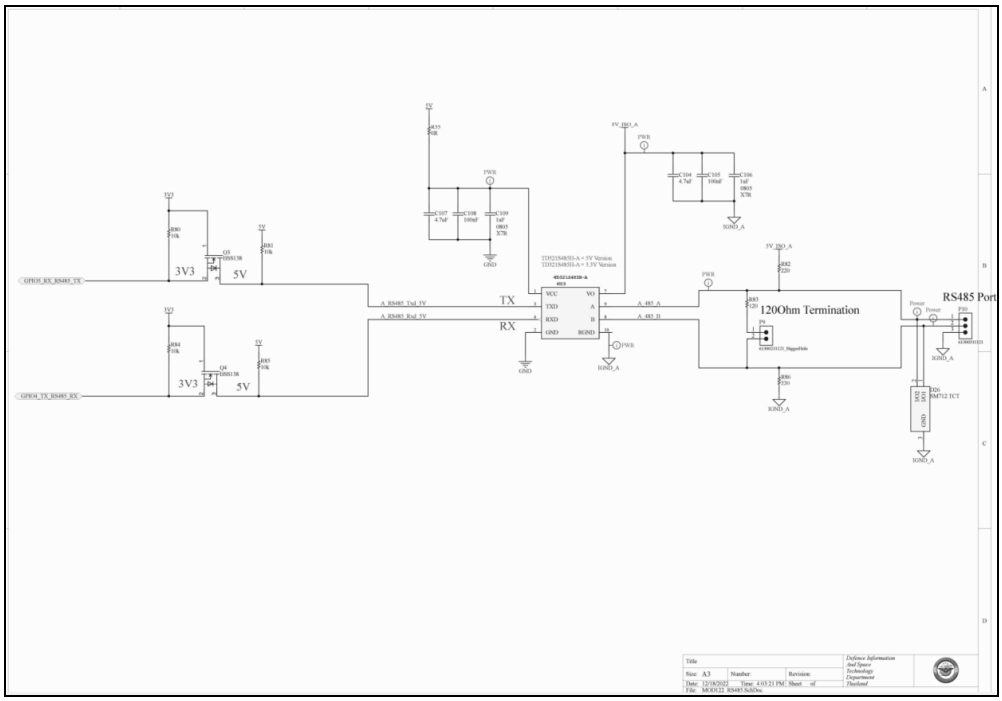
ผลลัพธ์ (Output)



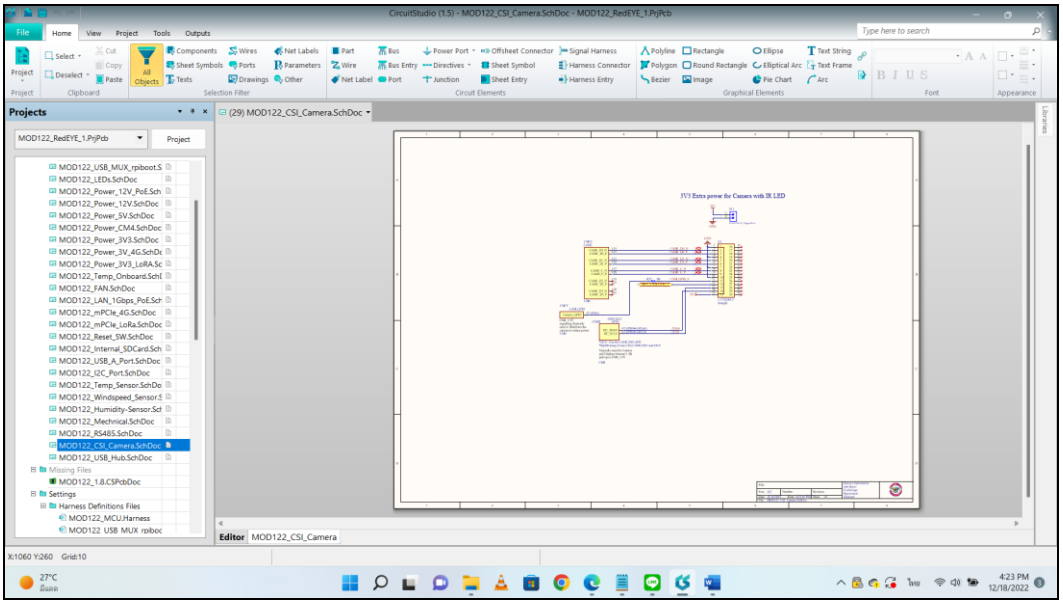
ภาพที่ 18 RS485 ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบอนุกรมชนิด RS485

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. TX ส่วนการส่งข้อมูล
3. RX ส่วนการรับข้อมูล
4. Interface ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์



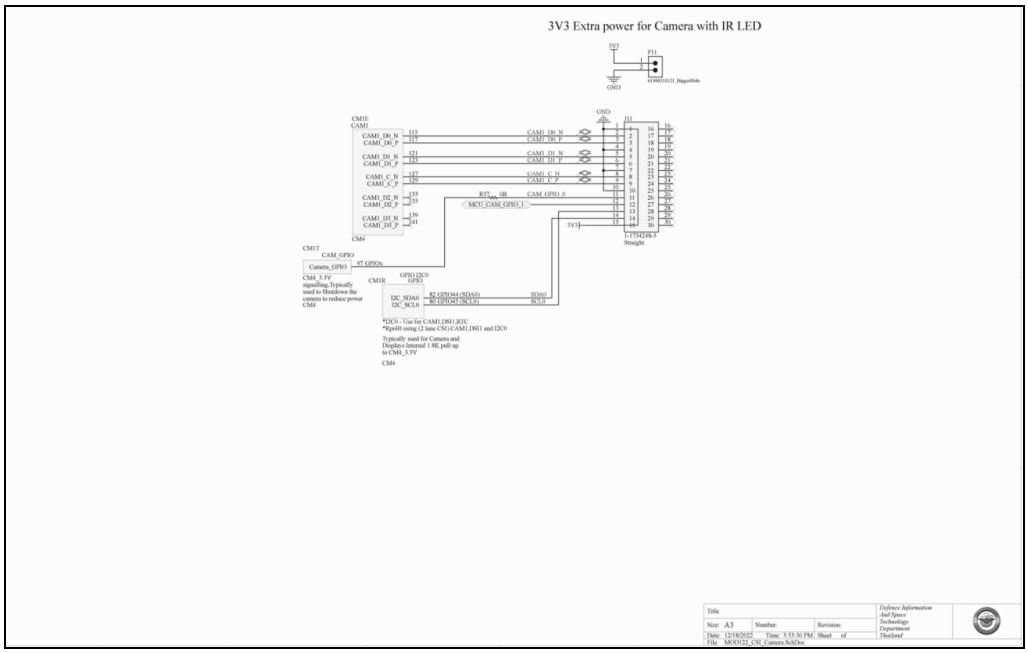
ผลลัพธ์ (Output)



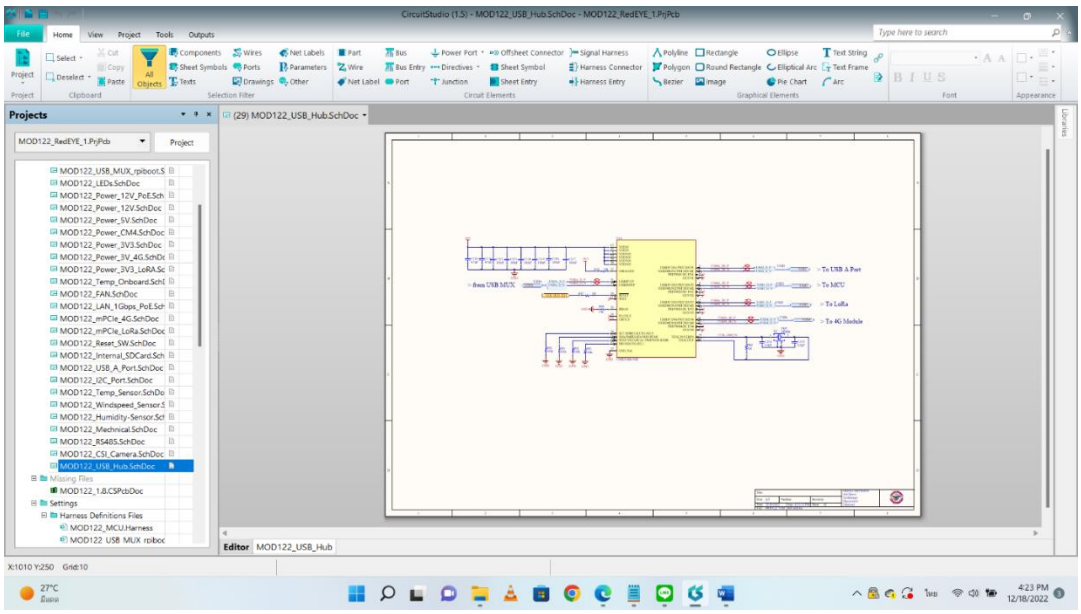
ภาพที่ 19 CSI Camera ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประมวลผลภาพ

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. Camera GPIO ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาพ
3. Camera MCU ส่วนการประมวลผลภาพ

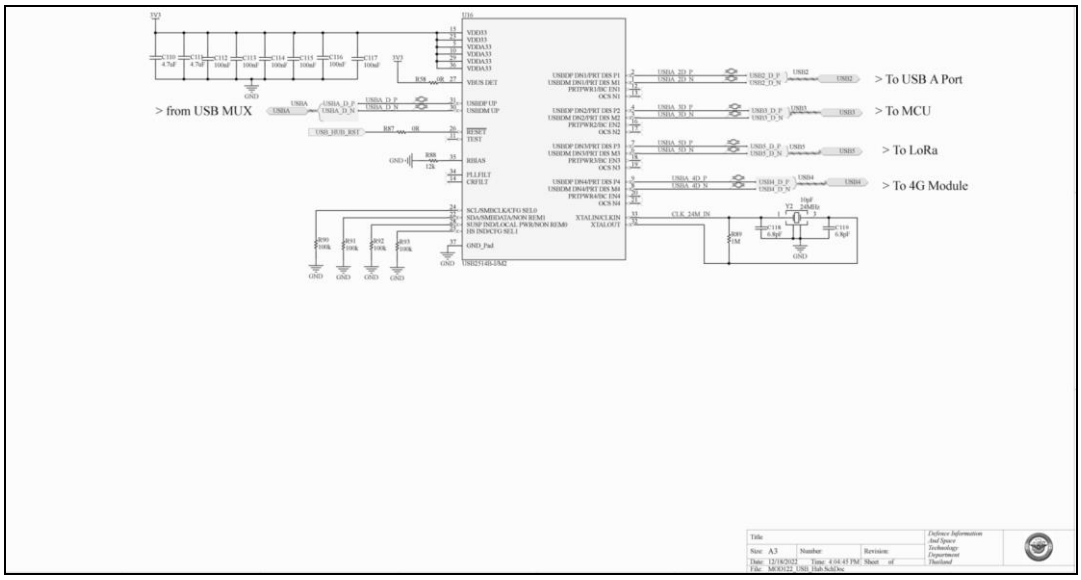


ผลลัพธ์ (Design Output)



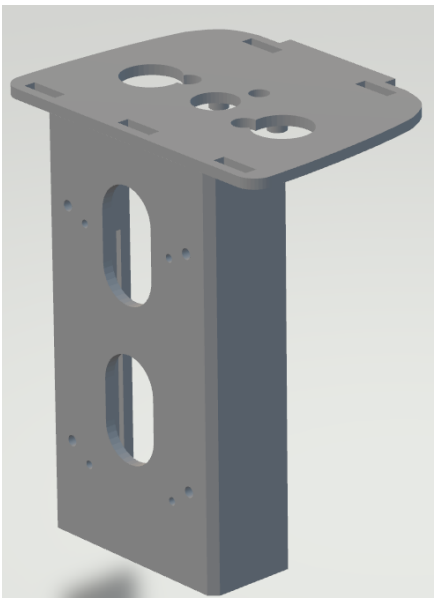
ภาพที่ 20 USB Hub ส่วนการรวมสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ USB ประกอบด้วย

1. BUS MUX Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับการเริ่มต้นการทำงานระบบ
2. USB Port Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์ภายนอกแบบ Universal
3. MCU Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับหน่วยประมวลผล
4. LTE Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

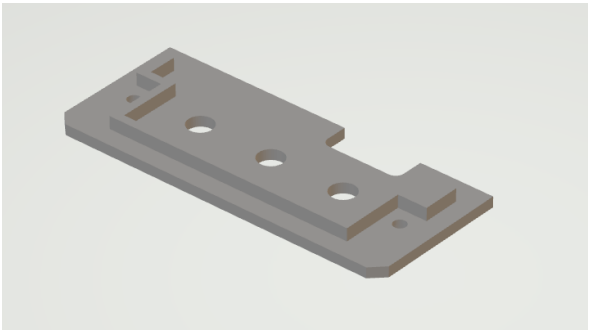


ผลลัพธ์ (Output)

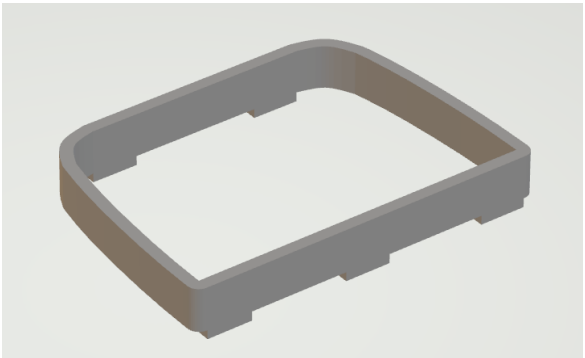
Camera Case Module



1.โครงสร้างหลักสำหรับยึดติดอุปกรณ์กล้อง



2.ฝาครอบด้านหลังสำหรับยึดติดสายอากาศ LTE, WiFi, LoRa



3.ฝาครอบด้านหน้าสำหรับยึดติดอุปกรณ์ IR

รายการอุปกรณ์สำหรับกล้อง CCTV แบบที่ 1

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
WCAP-CSGP_0603_H=	100pF, 16V	CMP-01590-1	C5	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	1	Wurth Electronics	885012206028
WCAP-CSGP_1210_H=	22uF, 16V	CMP-01485-1	C10, C22	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 1210,	2	Wurth Electronics	885012109010
WCAP-CSGP_0603_H=	100nF, 50V	CMP-01659-2	C11, C12, C43, C44, C45, C46,	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	16	Wurth Electronics	885012206095
WCAP-ASLI_D10H10.5	8.6508E+11	CMP-019-000066-1	C13, C14	WCAP-ASLI Aluminum Electrolytic Capacitor, V-Chip, SMT,	2	Wurth Electronics	865080457015
WCAP-CSMH_1812_H2	4.7nF, 2000V	CMP-007-000099-1	C15, C16	WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1812, X7R Class II,	2	Wurth Electronics	885342211008
WCAP-CSMH_1206_H1	10nF, 500V	CMP-007-000063-1	C17	WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1206, X7R Class II,	1	Wurth Electronics	885342208009
WCAP-CSGP_0603_H=	100nF, 25V	CMP-01633-1	C18, C27, C49, C51, C54	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	5	Wurth Electronics	885012206071
WCAP-CSGP_1210_H=	2.2uF, 25V	CMP-01929-1	C19, C20	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 1210,	2	Wurth Electronics	885012209025
WCAP-CSGP_0603_H=	1uF, 25V	CMP-01639-1	C26, C28, C53	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	3	Wurth Electronics	885012206076
WCAP-CSGP_0603_H=	220pF, 16V	CMP-01592-1	C29	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	1	Wurth Electronics	885012206030
WCAP-CSGP_0603_H=	47nF, 25V	CMP-01631-1	C30	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	1	Wurth Electronics	885012206069
WCAP-CSGP_0805_H=	4.7uF, 16V	CMP-01726-1	C31, C32, C38, C39	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0805,	4	Wurth Electronics	885012207053
WCAP-CSGP_0805_H=	22uF, 10V	CMP-01446-1	C33, C34, C35, C36	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0805,	4	Wurth Electronics	885012107011
WCAP-CSGP_0603_H=	4.7uF, 10V	CMP-01424-1	C52	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	1	Wurth Electronics	885012106012
WCAP-CSGP_0603_H=	10nF, 50V	CMP-01652-1	C58, C59	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	2	Wurth Electronics	885012206089
WCAP-CSGP_0603_H=	33pF, 10V	CMP-01119-1	C67, C68, C69, C70	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	4	Wurth Electronics	885012006005
WCAP-CSGP_0603_H=	4.7uF, 6.3V	CMP-01417-1	C110, C111	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	2	Wurth Electronics	885012106005
WCAP-CSGP_0603_H=	100nF, 10V	CMP-01582-1	C112, C113, C114, C115,	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	6	Wurth Electronics	885012206020
WCAP-CSGP_0603_H=	6.8pF, 25V	CMP-01145-1	C118, C119	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603,	2	Wurth Electronics	885012006031
STM-SOT23-6L_V	USBLC6-2SC6	CMP-000093-3	D3	TVS DIODE 5.25V 17V SOT23-6	1	STMicroelectronics	USBLC6-2SC6

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
FP-MBS-1-MFG	MB6S-TP	CMP-000022-1	D4, D6	Diode Rectifier Bridge Single 600V 0.8A 4-Pin Case MBS-1 T/R	2	MCC	MB6S-TP
FP-SMAJ-MFG	SMAJ58A	CMP-000235-1	D5	Diode TVS Single Uni-Dir 58V 400W 2-Pin SMA	1	Bourns	SMAJ58A
WE-TVSP_DO-214AA_Bidirecti	600W, 15VDC	CMP-080-000177-1	D7	WE-TVSP SMT Power TVS Diode, DO-214AA, 600W, 15VDC, Bidirectional	1	Wurth Electronics	824521151
DO-214AC_SMA	D Zener	CMP-639-000001-1	D8	SZ1010 10V/1W, Iz=25mA	1		
WL-SMCW_0603_H	Green, 3.2V	CMP-00983-1	D9, D10, D12, D17	WL-SMCW SMT Mono-color Chip LED Waterclear, size 0603, Green, 3.2V,	4	Wurth Electronics	150060GS75000
WL-SMCW_0603_H	Red, 2V	CMP-00986-1	D13, D19, D20, D21	WL-SMCW SMT Mono-color Chip LED Waterclear, size 0603, Red, 2V,	4	Wurth Electronics	150060RS75000
FP-95400-MFG	RB050L-60TE25	CMP-639-000019-1	D15	RB050 Series 3 A 60 V SMT Schottky Barrier Diode - SOD-106	1	Rohm	RB050L-60TE25
WL-SMCD_0603	Blue, 3.2V, 140deg	CMP-01011-1	D16	WL-SMCD SMT Mono-color Chip LED Diffused, size 0603, Blue, 3.2V, 140deg	1	Wurth Electronics	150060BS55040
FP-SOT23-6L-MFG	DALC208SC6	CMP-000044-1	D18	ESD Suppressor Diode Arrays 15KV 6-Pin SOT-23 T/R	1	STMicroelectronics	DALC208SC6
FP-BLM31-0_2-t1_1-MFG	120 ohm,3.5A	CMP-000085-1	FB1, FB2	MURATA - BLM31PG121SN1L - Ferrite Bead, 1206 [3216 Metric], 120 ohm,	2	Murata	BLM31PG121SN1L
LPJG0926HENL-Footprint-1	LPJG0926HENL	CMP-002-00003-6	J1	Single Port Ethernet(PoE+) RJ45 Female Connector with 10/100/1000	1	TE Connectivity	5-2337992-8
MINI_PCIE_52PIN_CARD_LATC	MM60-EZH059-B5-R650	CMP-634-000004-1	J2	CONN MINI EXPRESS CARD LATCH SMD	1	JAE Electronics	MM60-EZH059-B5-R650
V5_MINI_PCIE_1759547-1	MINI_PCIE_1759547-1SMD	CMP-634-000003-1	J3	Mini PCI-express connector Based on TE Connectivity's mSATA/mini PCI-	1	TE Connectivity	1759547-1
6.93022E+11	Hinge	CMP-142-000003-1	J4	WR-CRD Micro SIM Card Connector Hinge Type	1	Wurth Electronics	693022010811

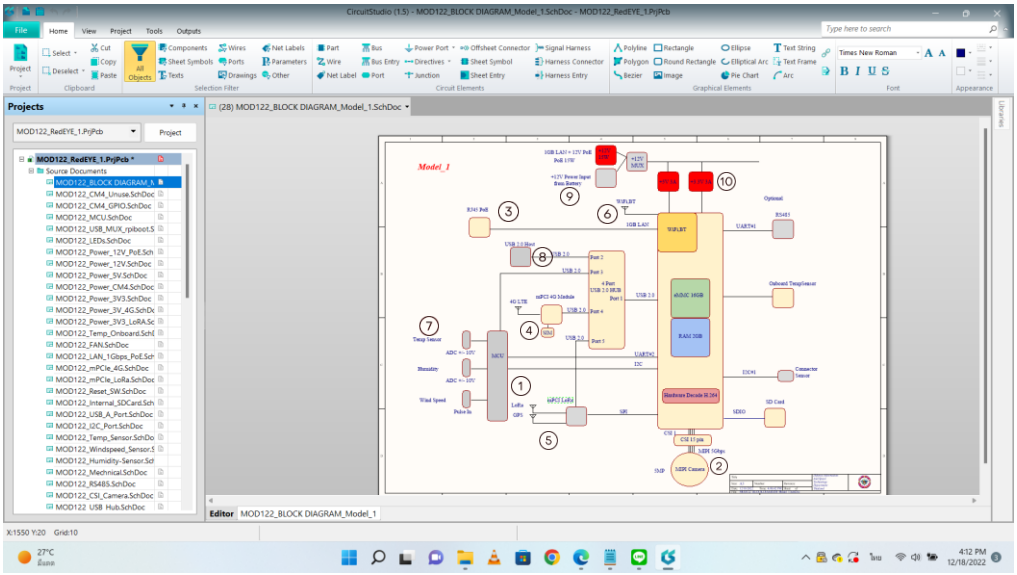
Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
SD_MICROSD-PUSH-OUT	uSD PUSH-OUT	CMP-634-000002-2	J7	TF-15x15 uSD PUSH-OUT microSD? Memory Card 9 connector&Ejector	1		
CM4-DF40	DF40HC_3.0_-100DS-0.4V_51	CMP-634-000001-1	J9, J10	Conn Board to Board RCP 100 POS 0.4mm Solder ST SMD T/R	2	Hirose	DF40HC(3.0)-100DS-0.4V(51
117342485	1-1734248-5	CMP-634-000000-2	J11	FFC & FPC Connectors 15P 1.0 FPC, Zip V/T SMT	1	TE Connectivity	1-1734248-5
SLF10165T-100M3R83PF-	SLF10165T-100M3R83PF	CMP-006-00012-1	L1	Inductor Power Shielded Wirewound 10uH 20% 100KHz Ferrite 3.8A	1	TDK	SLF10165T-100M3R83PF
9774030151	M2.5x3mm	CMP-177-000085-1	MP1, MP2, MP3, MP4	WA-SMSI SMT Steel Spacer, internal Thread, OD 5.1mm, M2.5x3mm	4	Wurth Electronics	9774030151R
U-D-M5DD-W-1-Footprint-1	U-D-M5DD-W-1	CMP-002-00071-2	P1	Vertical USB 2.0 1 5 Female Micro-B Plugin USB	1	HRO Electronics	U-D-M5DD-W-1
6.91312E+11	6.91312E+11	CMP-126-000335-1	P2	WR-TBL Serie 3117 Close Vertical PCB Header, Pluggable, THT, pitch	1	Wurth Electronics	691311700102
61300211121	61300211121_BiggerHole	CMP-002-00010-1	P3, P7, P11	WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 2p	3	Wurth Electronics	61300211121
61300311121	61300311121	CMP-148-000133-1	P5, P6, P8, P10	WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 3p	4	Wurth Electronics	61300311121
61300411121	61300411121	CMP-148-000137-1	P15	WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 4p	1	Wurth Electronics	61300411121
FDD6685	FDD6685	CMP-633-000013-2	Q1, Q6	Fairchild FDD6685 P-channel MOSFET Transistor, 11 A, -30 V, 3-Pin TO-252	2	ON Semiconductor /	FDD6685
ONSC-SC-75-3-463-01_V	DTC143ZET1G	CMP-633-000075-1	Q2	DTC143ZET1G NPN Digital Transistor; 100 mA 50V 4.7 kOhms; Ratio Of 0.1;	1	ON Semiconductor	DTC143ZET1G
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ202V	CMP-770-000768-2	R2, R95	RES SMD 2K OHM 5% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3GEYJ202V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4990V	CMP-771-000744-2	R3	RES SMD 499 OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF4990V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ103V	CMP-770-000719-2	R8, R9, R42, R51, R53, R54,	RES SMD 10K OHM 5% 1/10W 0603	8	Panasonic	ERJ-3GEYJ103V
RESC1608X55X30LL15T15	2.49K	CMP-009-00001-3	R10, R13	PANASONIC- ERJ-3EKF2491V- RES SMD 2.49K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3EKF2491V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1001V	CMP-771-000340-2	R11, R37	RES SMD 1K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ3EKF1001V
RESC1608X55X25ML10T15	0R	CMP-009-00030-2	R12, R23, R29, R34, R36, R41,	Yageo RC0603JR-070RL RES SMD 0 OHM JUMPER 1/10W 0603	14	Yageo	RC0603JR-070RL
SMD-0603-RES	RES SMD 100K OHM 1% 1/10W	CMP-238-000138-2	R14, R17, R68, R90, R91, R92,	RES SMD 100K OHM 1% 1/10W 0603	7		
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF2003V	CMP-770-000306-2	R15	RES SMD 200K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF2003V
SMD-0603-RES	ERJ-PA3F1002V	CMP-771-001126-2	R16	RES SMD 10K OHM 1% 1/4W 0603	1	Panasonic	ERJ-PA3F1002V

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF2491V	CMP-770-000359-2	R18	RES SMD 2.49K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF2491V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1023V	CMP-770-000143-2	R19	RES SMD 102K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF1023V
SMD-0603-RES	ERJ-PA3J103V	CMP-771-000158-2	R20	RES SMD 10K OHM 5% 1/4W 0603	1	Panasonic	ERJ-PA3J103V
SMD-0603-RES	ERJ-PA3F2003V	CMP-770-001018-2	R21, R27	RES SMD 200K OHM 1% 1/4W 0603	2	Panasonic	ERJ-PA3F2003V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4422V	CMP-771-000716-2	R22, R28	RES SMD 44.2K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3EKF4422V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ471V	CMP-771-001033-2	R24, R26, R33, R76	RES SMD 470 OHM 5% 1/10W 0603	4	Panasonic	ERJ-3GEYJ471V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4701V	CMP-770-000526-2	R35	RES SMD 4.7K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF4701V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4700V	CMP-770-000525-2	R39, R40	RES SMD 470 OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ3EKF4700V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ220V	CMP-771-000976-2	R43, R44, R45	RES SMD 22 OHM 5% 1/10W 0603	3	Panasonic	ERJ-3GEYJ220V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ221V	CMP-771-000977-2	R46	RES SMD 220 OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ221V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ123V	CMP-771-000936-2	R64	RES SMD 12K OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ123V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ203V	CMP-770-000769-2	R67	RES SMD 20K OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ203V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1202V	CMP-771-000383-2	R88	RES SMD 12K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ3EKF1202V

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ471V	CMP-770-000829-2	R94	RES SMD 470 OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ471V
SW-SMD_TS36CA	TS36CA-0.7	CMP-643-000001-2	SW1	SPST 50mA @ 12VDC Side operation Rectangle button 250?50gf SMD Tactile	1		
FP-846AP-IPC_A	FSUSB42MUX	CMP-000090-3	U3	ON SEMICONDUCTOR - FSUSB42MUX - Analogue Switch,	1	ON Semiconductor /	FSUSB42MUX
PEM3012C	PEM3012C	CMP-02541-3	U4	MODULE, POE, 802.3AF / AT, 12V, 30W; Processor Type: -; Module	1	Infomart	PEM3012C
SOP65P640X120-21N	MP4570GF-Z	CMP-668-000004-2	U5	MP4570 Series 55 V 3 A Fully Integrated Step-Down Converter -	1	Monolithic Power Systems	MP4570GF
MPM3820GQVP	MPM3820GQV-P	CMP-668-000005-2	U6, U7	MPM3820GQV-P VIN 6V, 1.2 MHz, 2A	2	Monolithic Power Systems	MPM3830GQV-P
MAXM-S8-2_N	DS18B20Z SOIC	CMP-633-000009-2	U9	High-Precision 1-Wire Digital Thermometer, -55 to 125 degC, 8-Pin	1	Maxim	DS18B20Z
DQA0010A_V	TPD4EUSB30DQAR	CMP-000046-2	U10, U11	TEXAS INSTRUMENTS TPD4EUSB30DQAR ESD	2	Texas Instruments	TPD4EUSB30DQAR
SOT65P210X110-5N	74LVC1G07SE-7	CMP-633-000001-3	U12, U13, U14, U15, U17, U18	Buffer/Driver 1-CH Non-Inverting Open Drain CMOS 5-Pin SOT-353 T/R	6	STMicroelectronics	74LX1G07CTR
FP-36SQFN-3706-6x6B-	USB2514B-I/M2	CMP-000200-6	U16	USB251XB Series 3.6 V 24 MHz SMT USB 2.0 High-Speed Hub Controller -	1	Microchip	USB2514B-I/M2
SOT95P285X140-6N	AP2553AW6-7	CMP-633-000003-5	U19	Active High Power Switch ICs - Power Distribution 2.1A Precision ADJ 5.5V	1	Diodes	AP2553AW6-7
WE-XTAL_CFPX-218	24MHz	CMP-003-00329-1	Y2	WE-XTAL Quartz Crystal, SMT, CFPX-218, 24MHz, +/-10ppm	1	Wurth Electronics	830108208209

ภาคผนวก ข

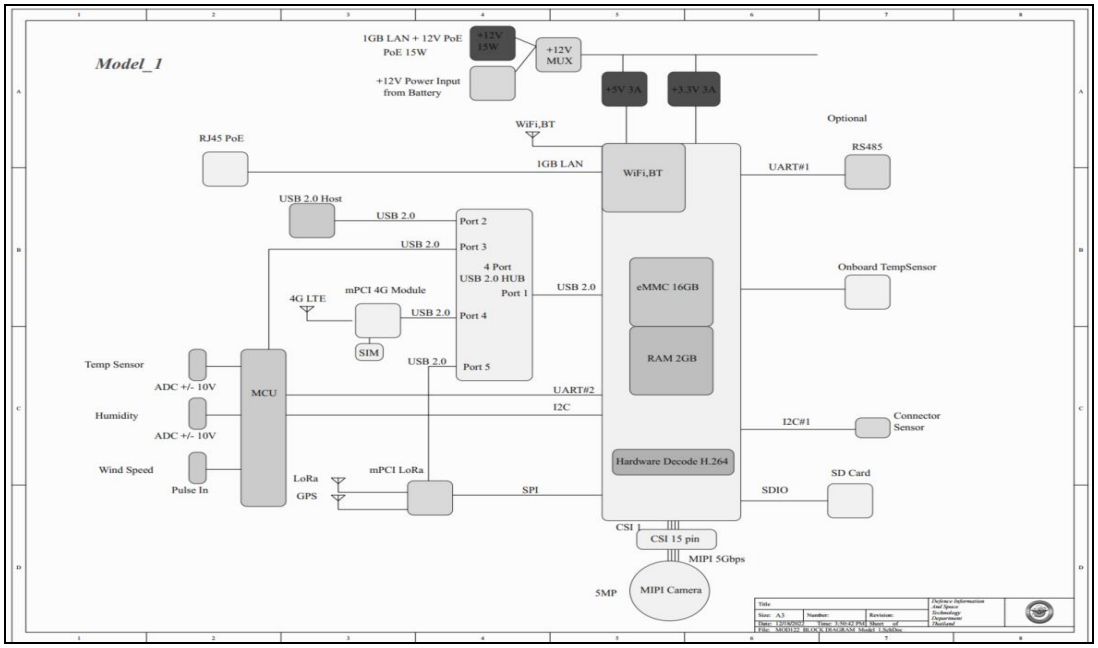
PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 2



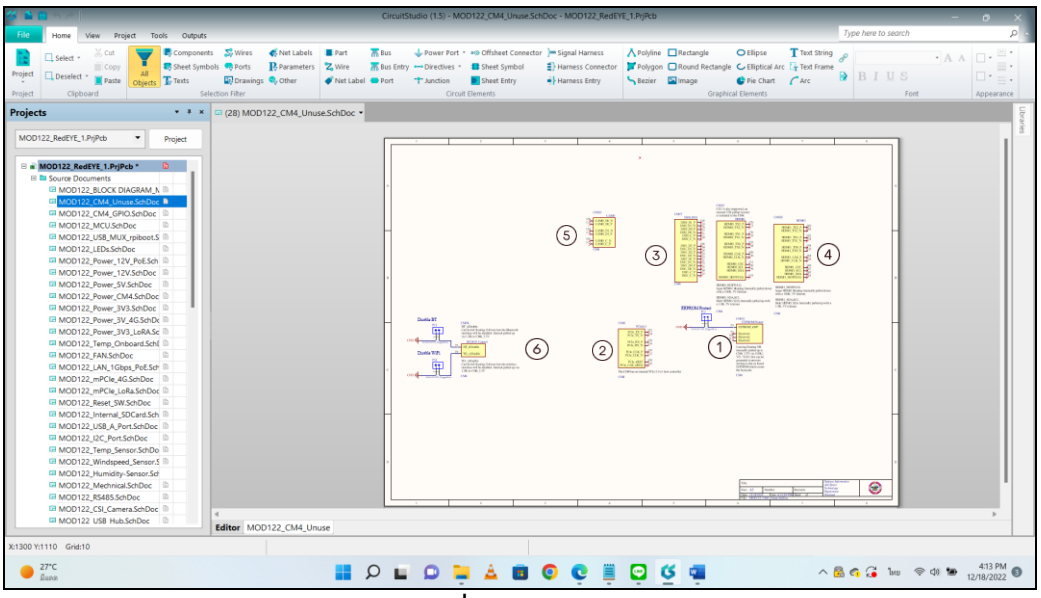
ภาพที่ 1 Block Diagram

ประกอบด้วย

1. ส่วนการควบคุมและประมวลผลระบบ (MCU)
2. ส่วนการประมวลผลภาพ (Camera)
3. ส่วนการสื่อสารแบบ Gigabit Network และ Power On Ehternet
4. ส่วนการสื่อสารแบบ LTE Network
5. ส่วนการสื่อสารแบบ LoRa Network และ GPS
6. ส่วนการสื่อสารแบบ WiFi และ Bluetooth
7. ส่วนการต่อขยายอุปกรณ์ภายนอก (สำหรับรองรับ Sensor)
8. ส่วนการต่อขยายอุปกรณ์ภายนอก (สำหรับ USB)
9. ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน 12 โวลท์
10. ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน 3 โวลท์ และ 5 โวลท์



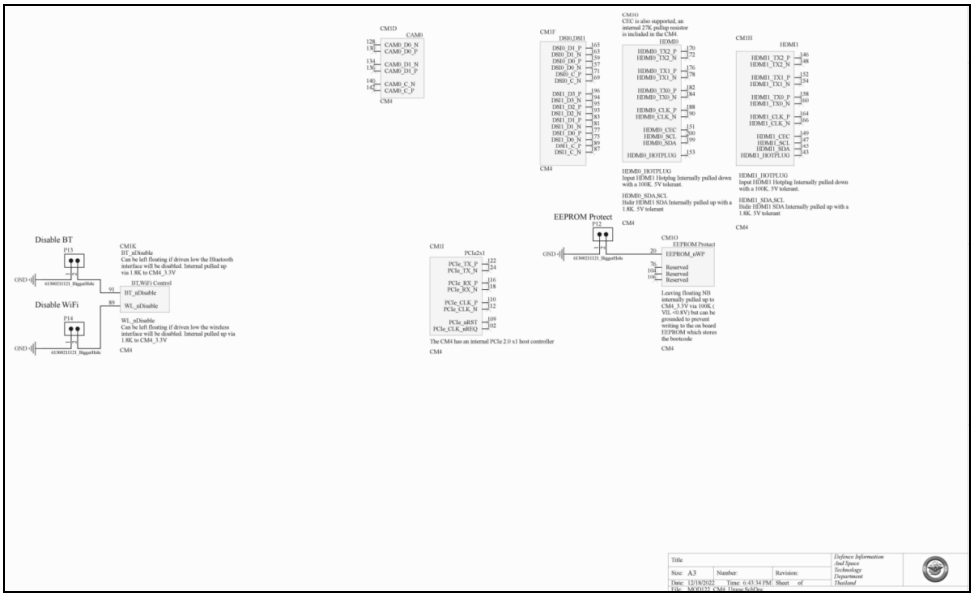
ผลลัพธ์ (Output)



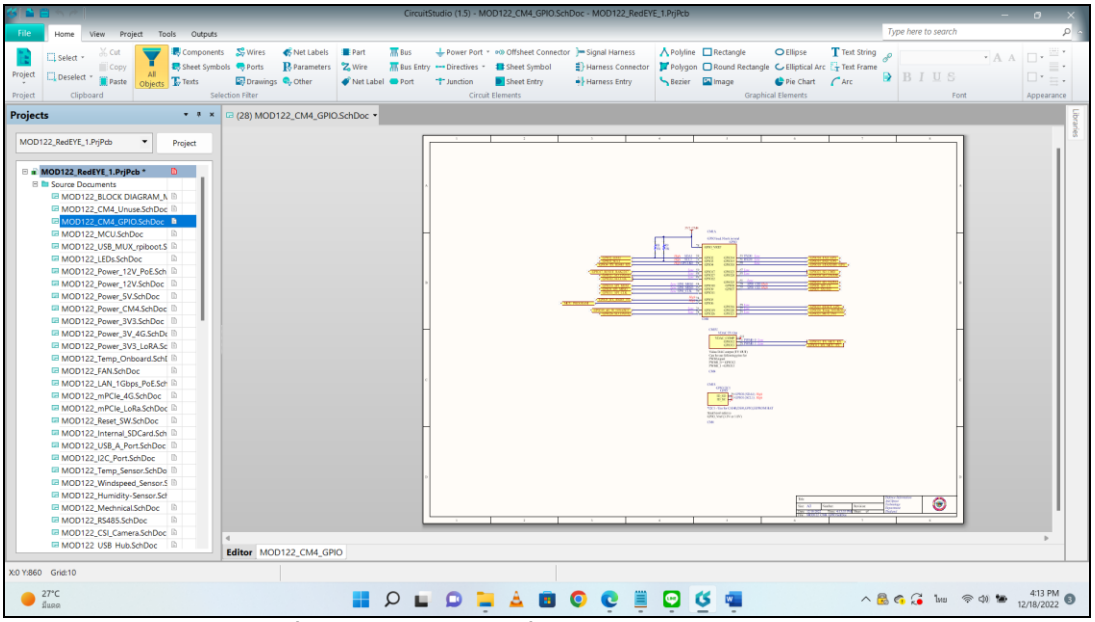
ภาพที่ 2 Processing

ประกอบด้วย

1. EEPROM หน่วยความจำแบบคงที่
2. PCIe ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบคู่ขนานความเร็วสูง
3. GPIO ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับควบคุมอุปกรณ์
4. HDMI ส่วนการแสดงผลภาพความละเอียดสูง
5. URAT ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบอนุกรม
6. Power ส่วนการจ่ายพลังงาน



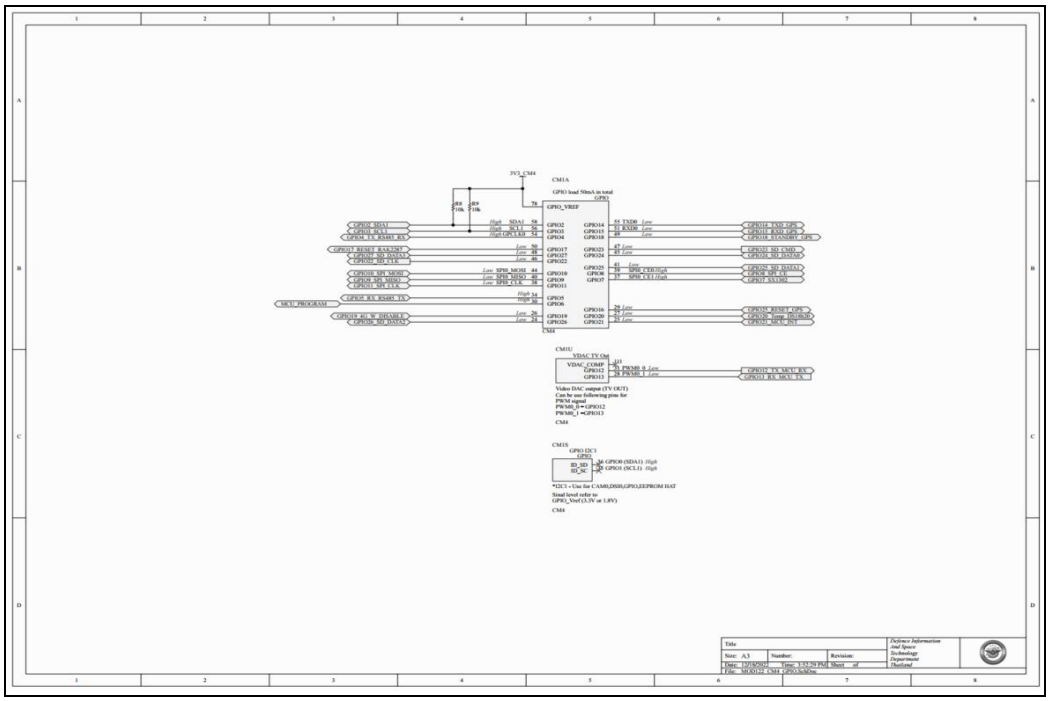
ผลลัพธ์ (Output)



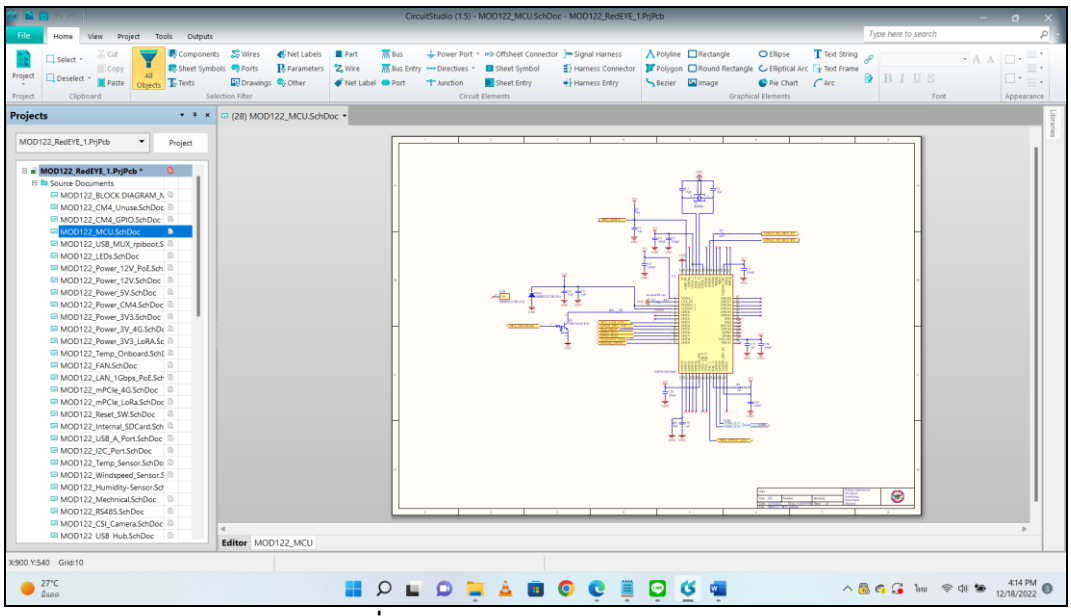
ภาพที่ 3 GPIO ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับควบคุมอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. ส่วนการใช้งานขาเข้า Input
2. ส่วนการใช้งานขาออก Output



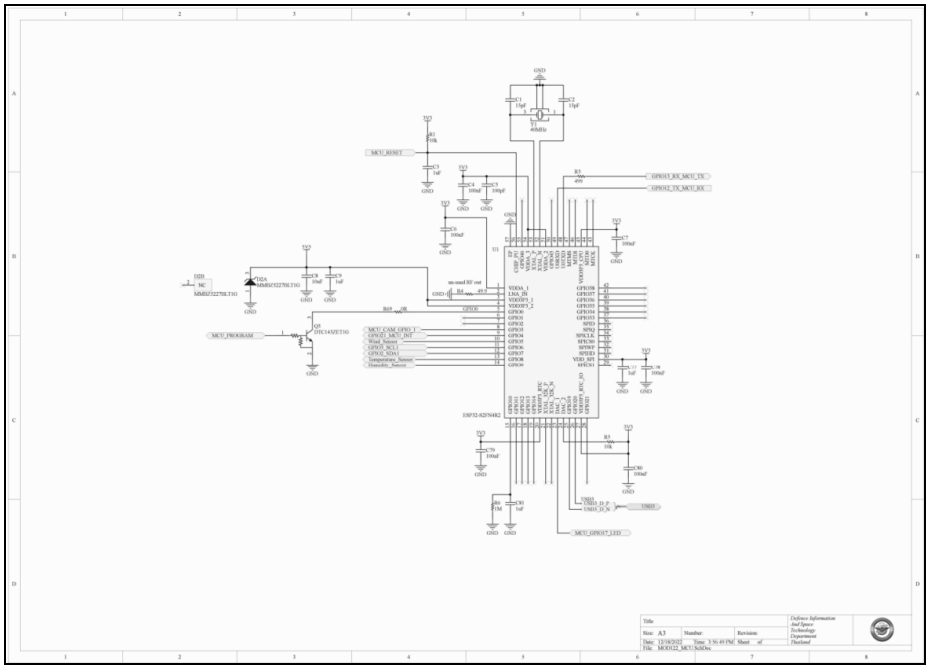
ผลลัพธ์ (Output)



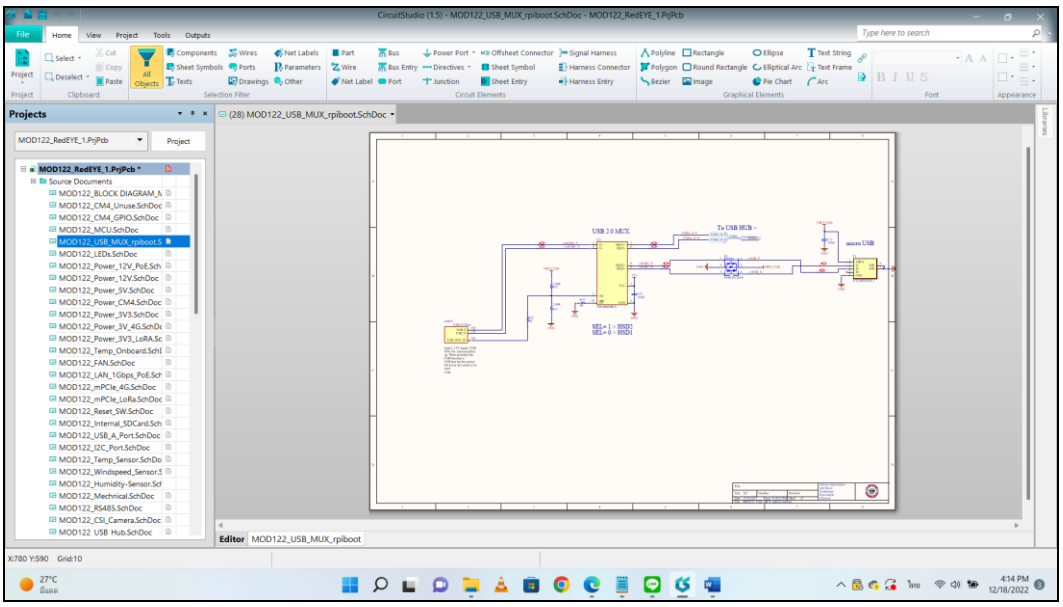
ภาพที่ 4 MCU ส่วนการควบคุมและประมวลผล

ประกอบด้วย

1. CPU หน่วยประมวลผลหลัก
2. ROM/RAM หน่วยความจำหลัก/หน่วยความจำสำรอง
3. Port ช่องทางการส่งข้อมูล Input และ Output
4. Bus ช่องทางการส่งข้อมูลระหว่าง CPU และ ROM/RAM
5. Clock วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมการทำงานของ MCU



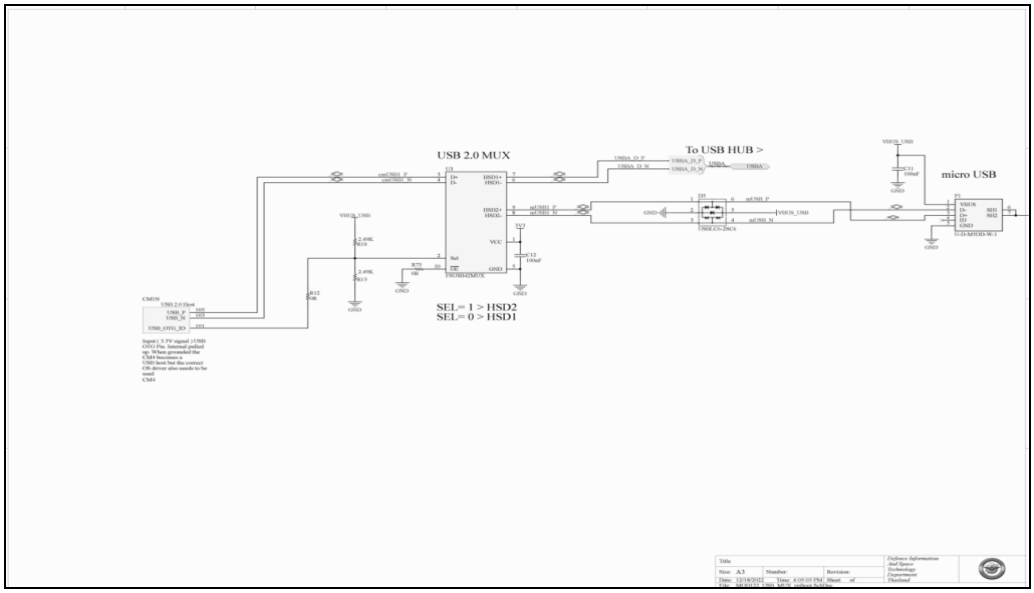
ผลลัพธ์ (Output)



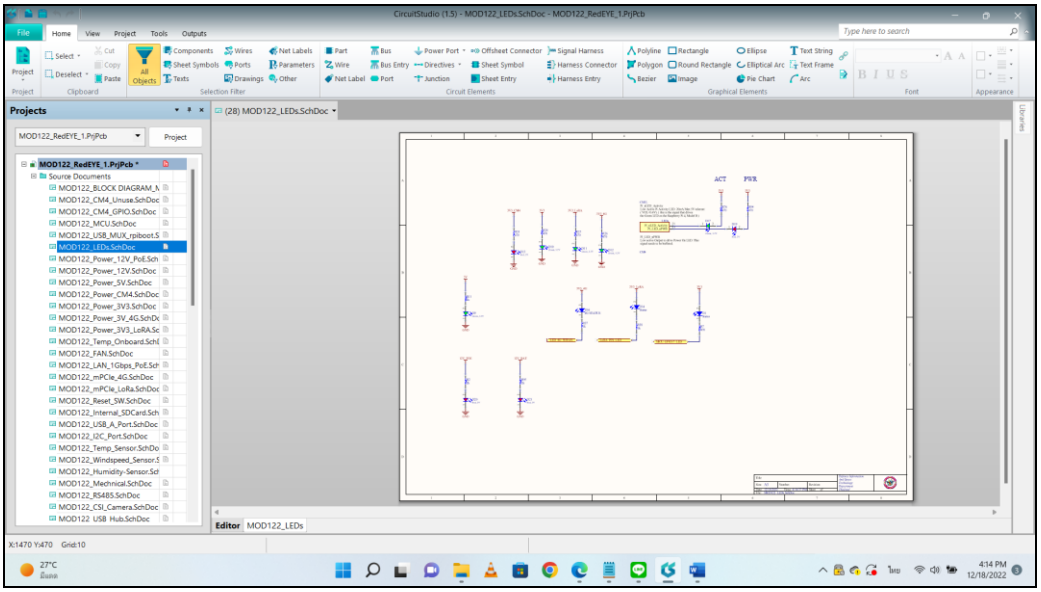
ภาพที่ 5 USB Boot ส่วนตัวเลือกการเริ่มต้นระบบ

ประกอบด้วย

1. USB MUX ตัวเลือกช่องทางการเริ่มต้นระบบ
2. USB Power แหล่งพลังงานของอุปกรณ์การเริ่มต้นระบบ



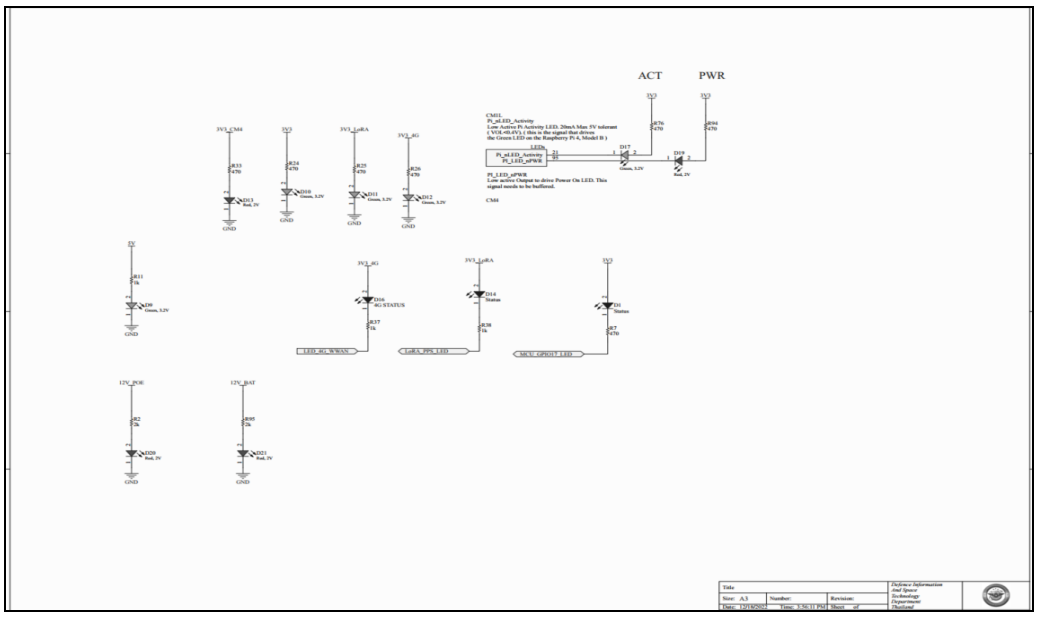
ผลลัพธ์ (Output)



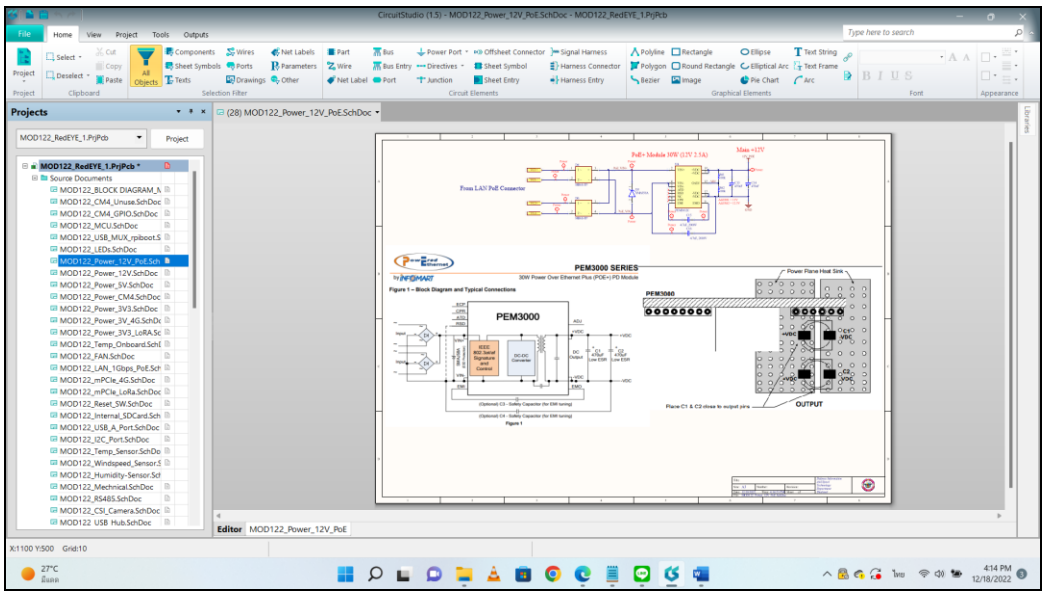
ภาพที่ 6 LED ส่วนไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. LED Power สถานะการทำงานของแหล่งพลังงาน
2. LED ACT สถานะการทำงานของอุปกรณ์



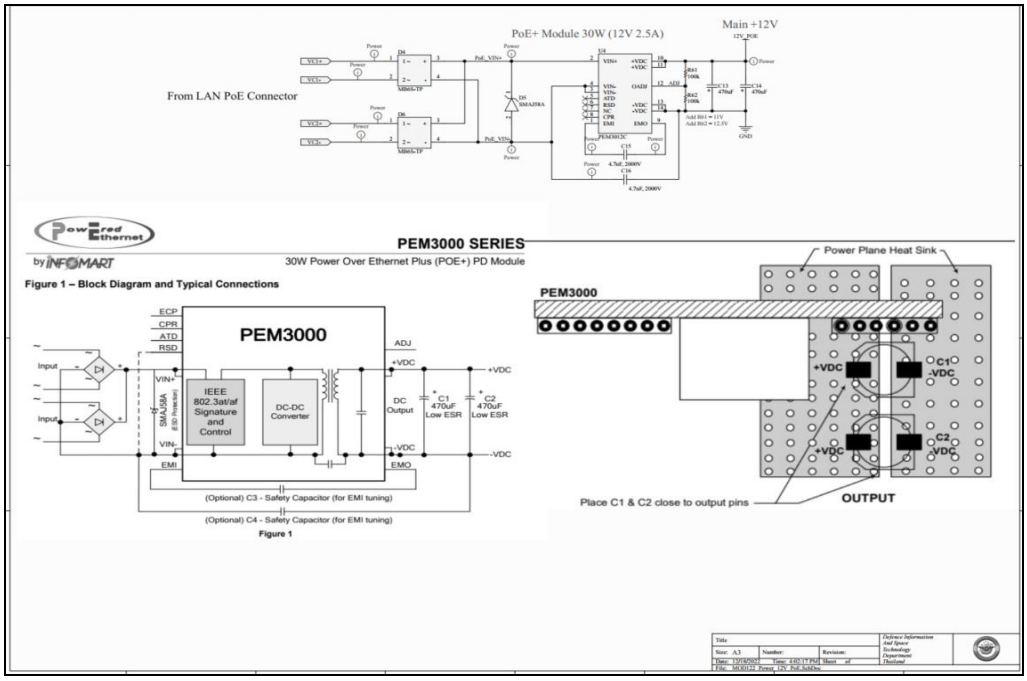
ผลลัพธ์ (Output)



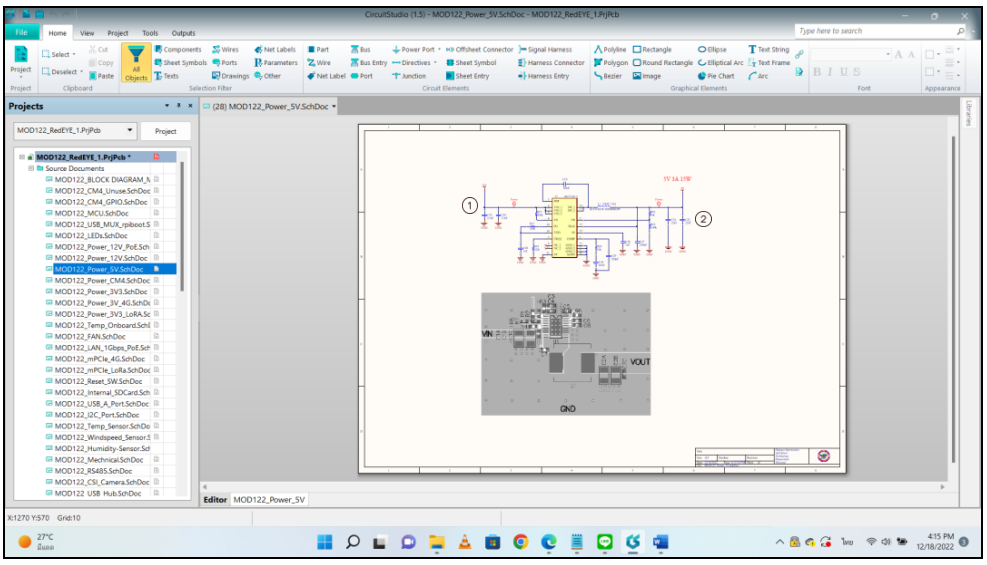
ภาพที่ 7 PoE Power แหล่งพลังของอุปกรณ์แบบ Power On Ethenet

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก
3. DC to DC Convertor ส่วนการแปลงค่ากระแสไฟฟ้าแบบตรง (12v. to 5v.)



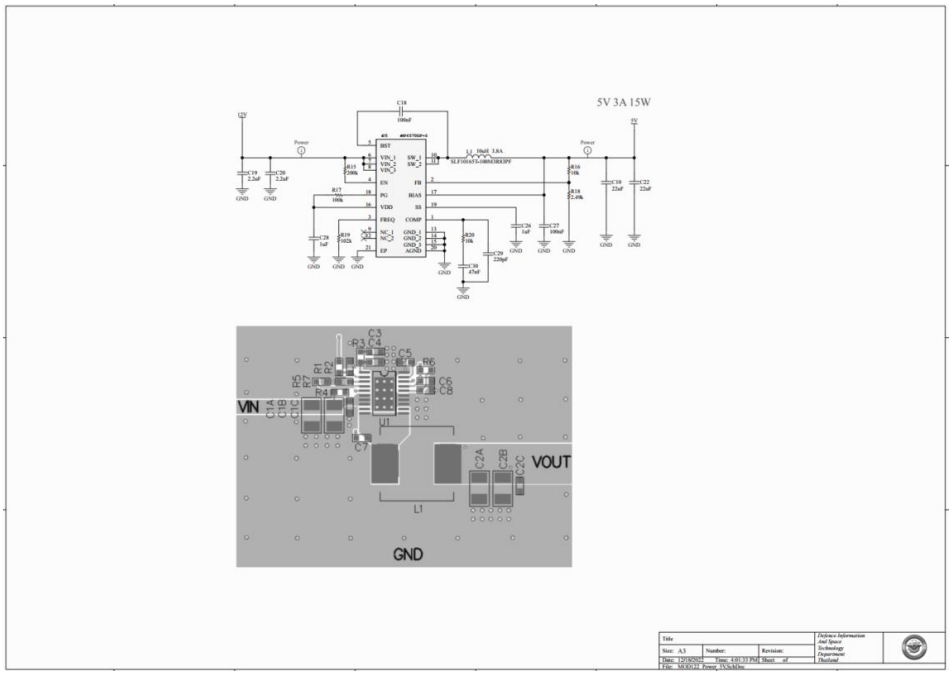
ผลลัพธ์ (Output)



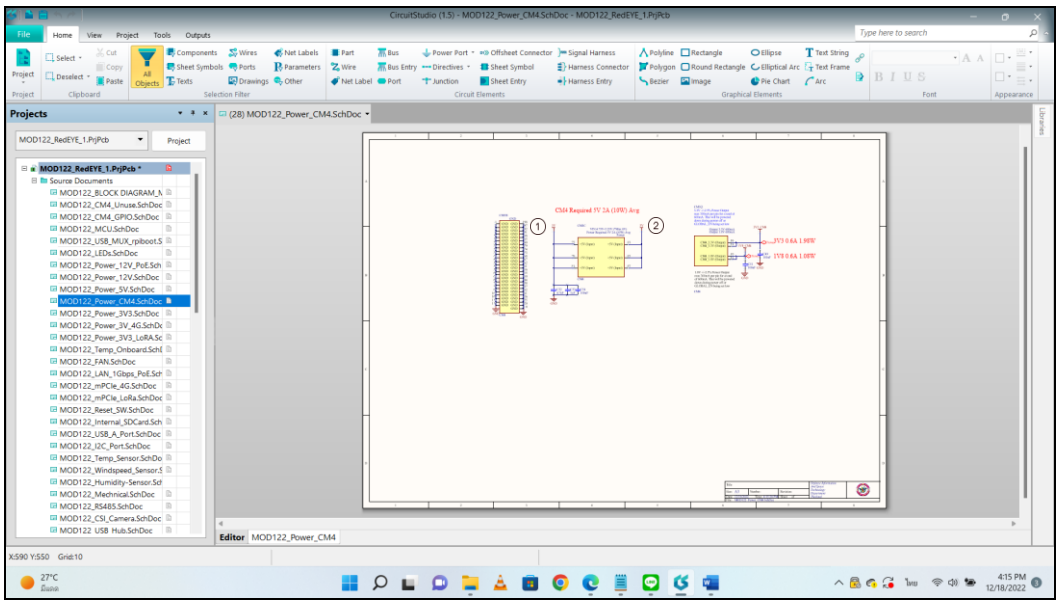
ภาพที่ 8 5 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของเมนบอร์ดวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (5 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (5 โวลท์)



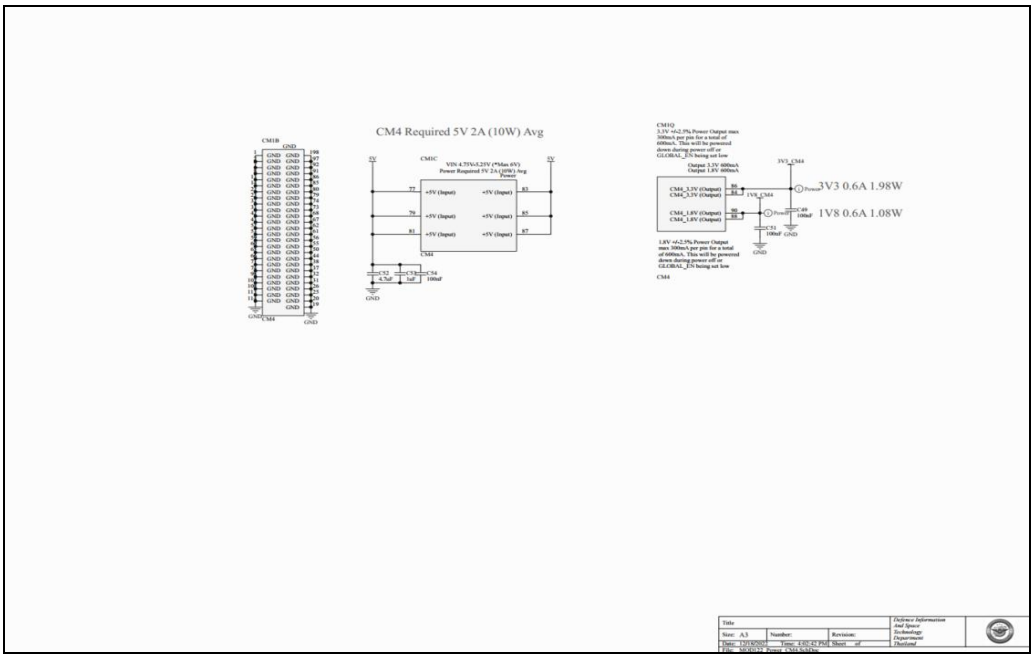
ผลลัพธ์ (Output)



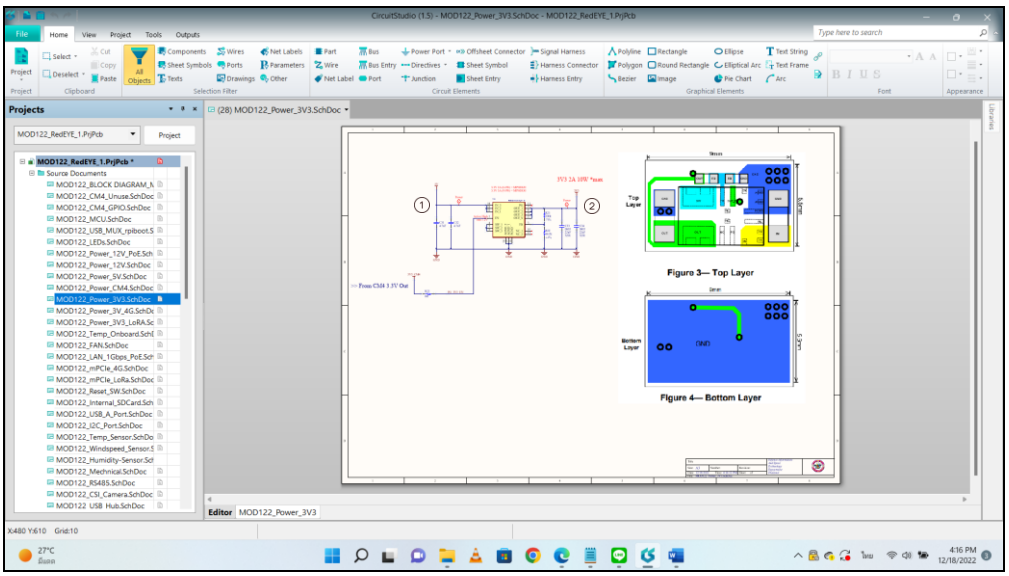
ภาพที่ 9 5 โวลท์ DC Power แหล่งพลังของวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (5 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (5 โวลท์)



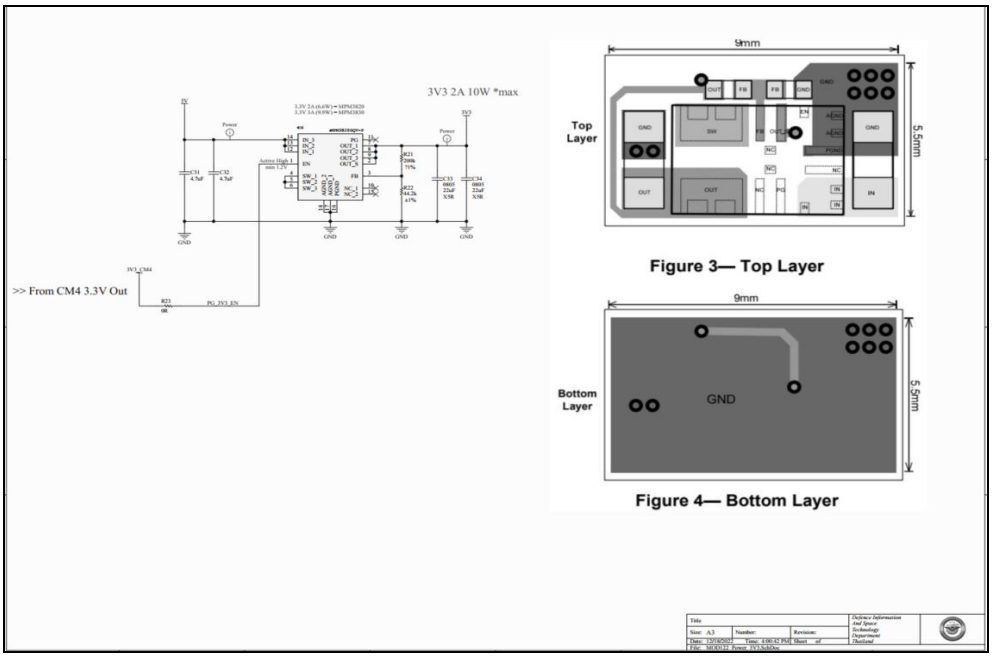
ผลลัพธ์ (Output)



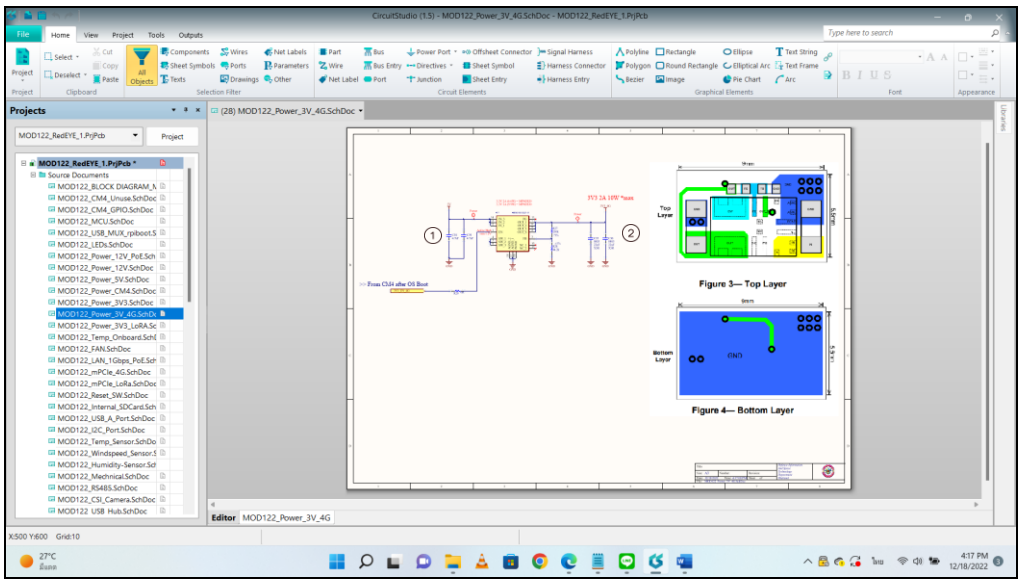
ภาพที่ 10 (3 โวลท์) DC Power แหล่งพลังของวงจรประมวลผล

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (3 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (3 โวลท์)



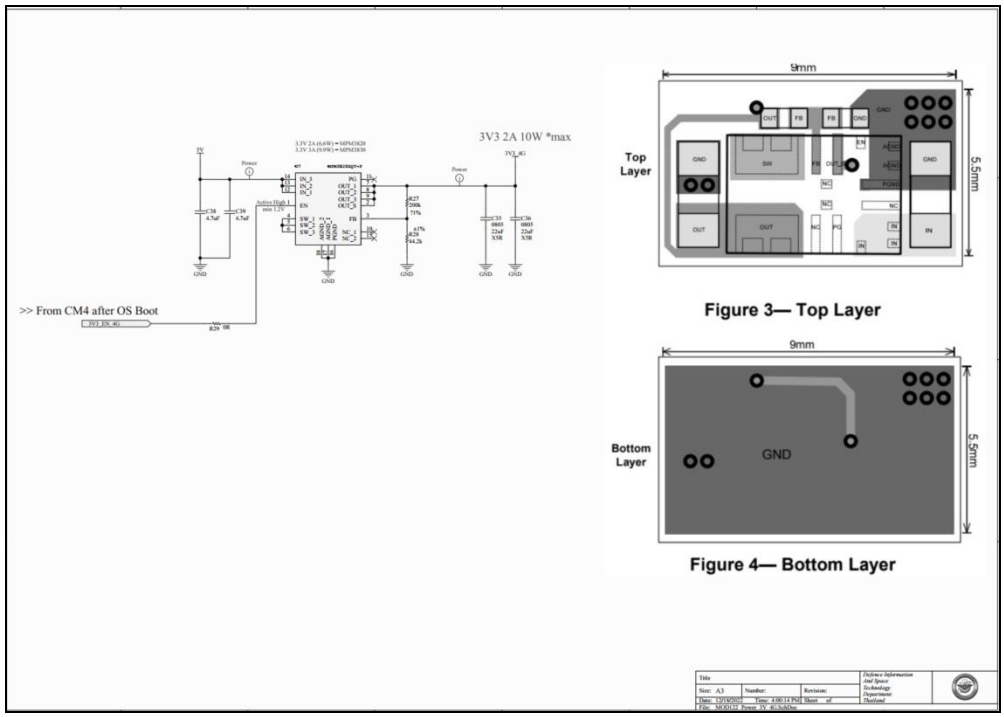
ผลลัพธ์ (Output)



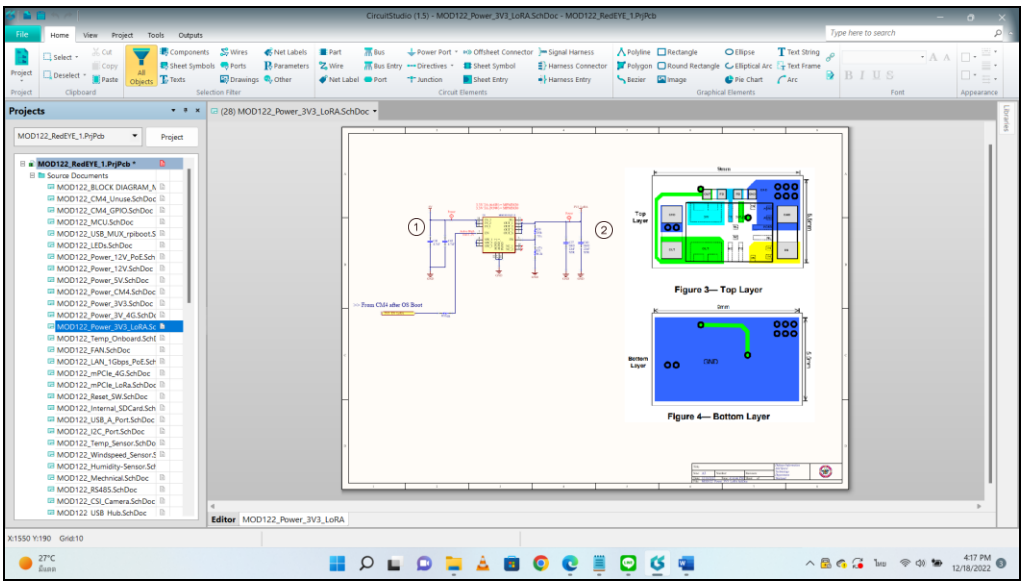
ภาพที่ 11 (3 โวลท์) DC Power แหล่งพลังของวงจร 4G

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (3 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (3 โวลท์)



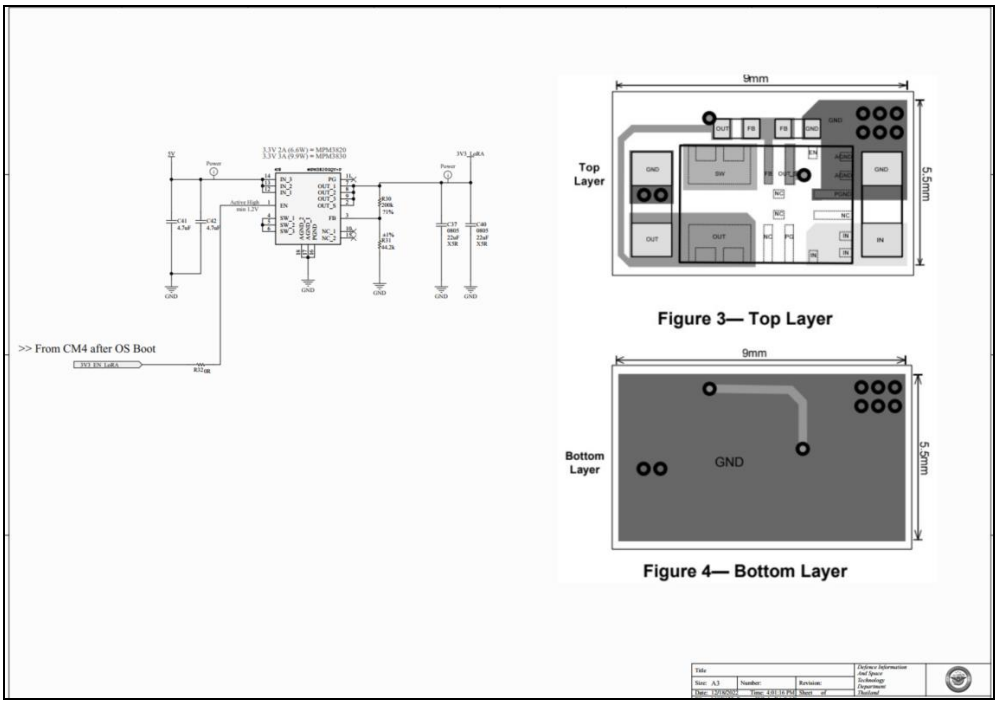
ผลลัพธ์ (Output)



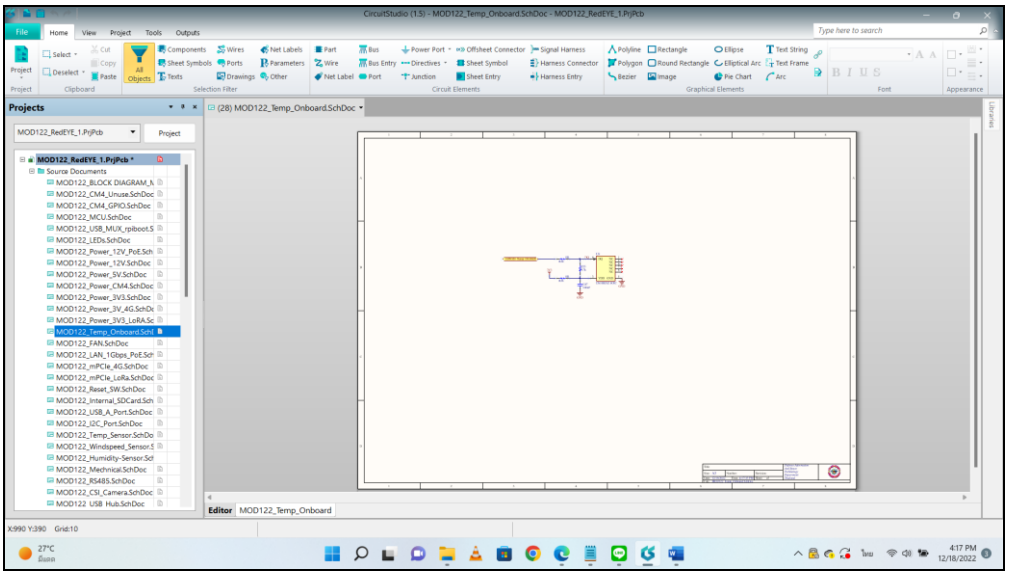
ภาพที่ 12 (3 โวลท์) DC Power แหล่งพลังของวงจร LoRa Network

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า (3 โวลท์)
2. Power Output แหล่งพลังงานขาออก (3 โวลท์)

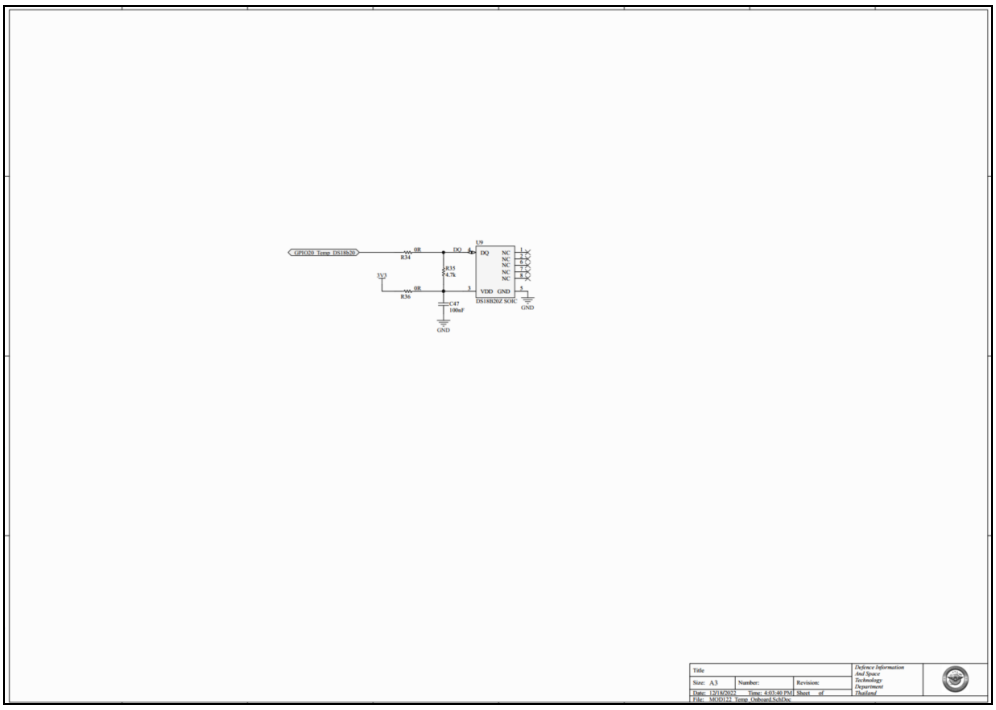


ผลลัพธ์ (Output)

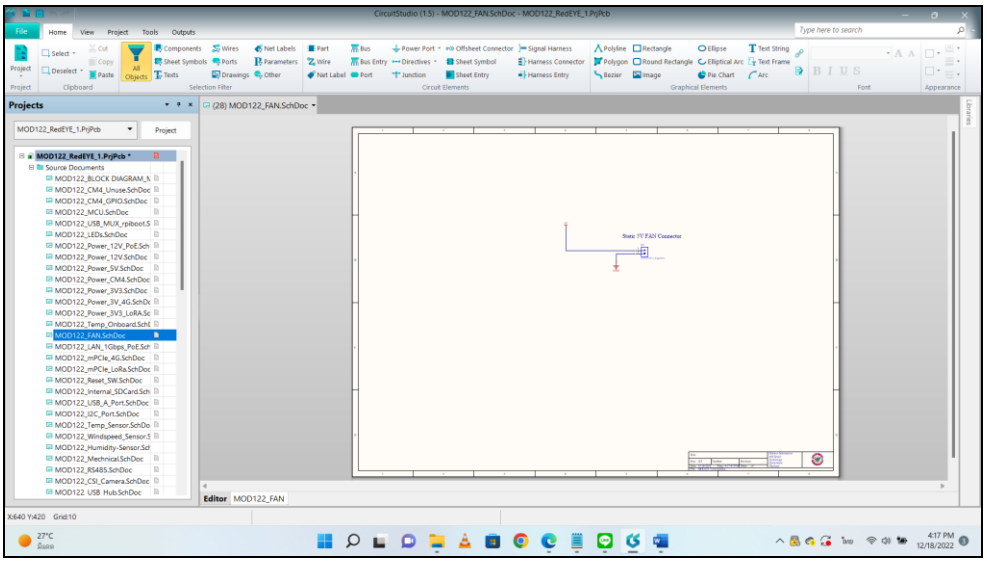


ภาพที่ 13 Temparatuer Onboard ส่วนการรับค่าอุณหภูมิภายในตัวอุปกรณ์ประกอบด้วย

1. Sensor Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับรับค่าเซ็นเซอร์
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์



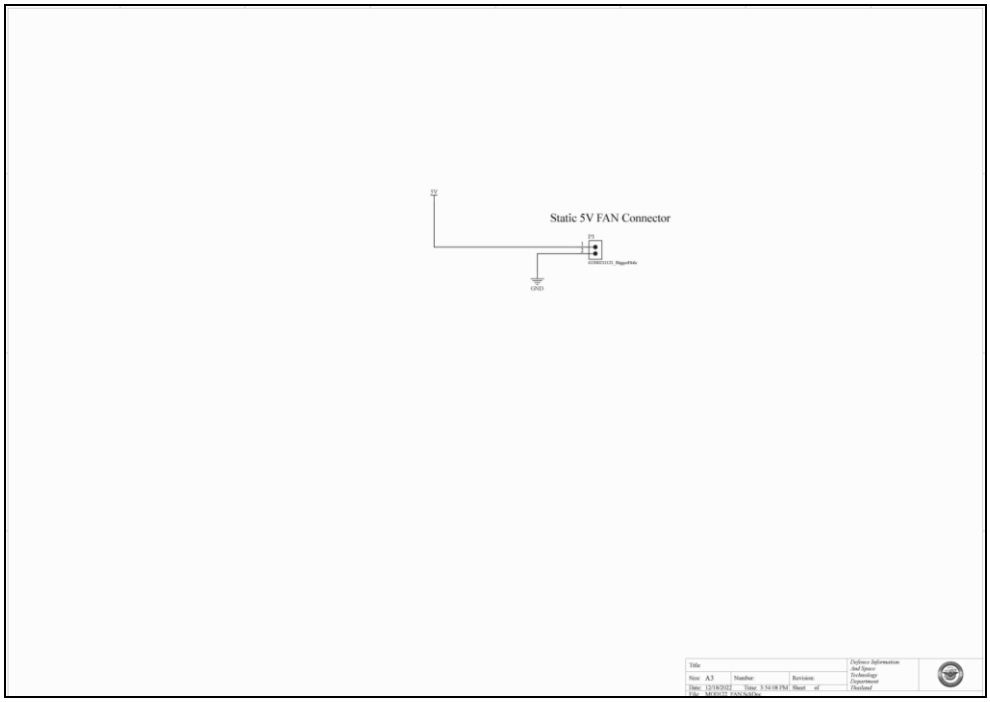
ผลลัพธ์ (Design Output)



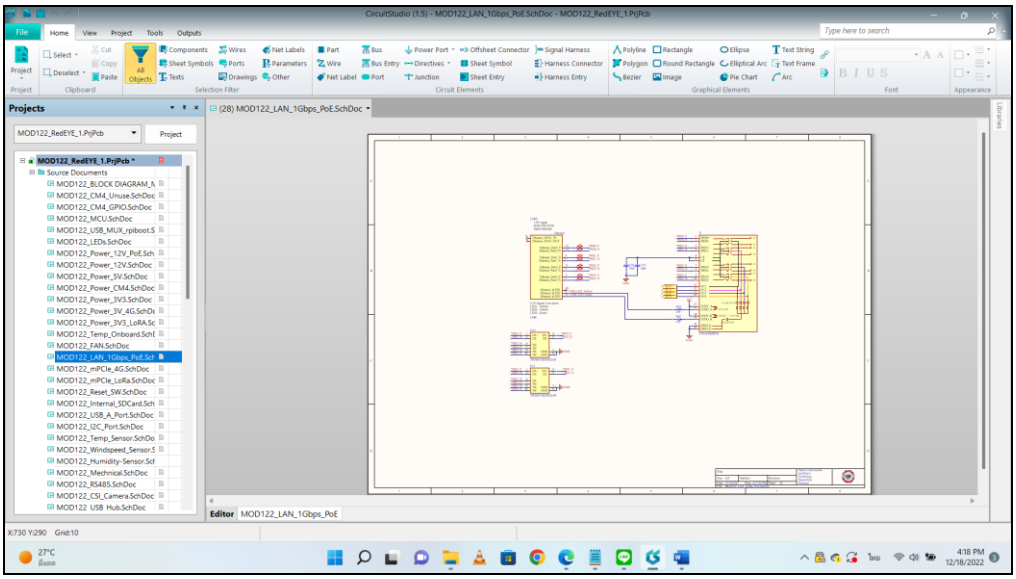
ภาพที่ 14 Fan พัดลม

ประกอบด้วย

1. Fan Interface ส่วนการเชื่อมต่อพัดลม
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์

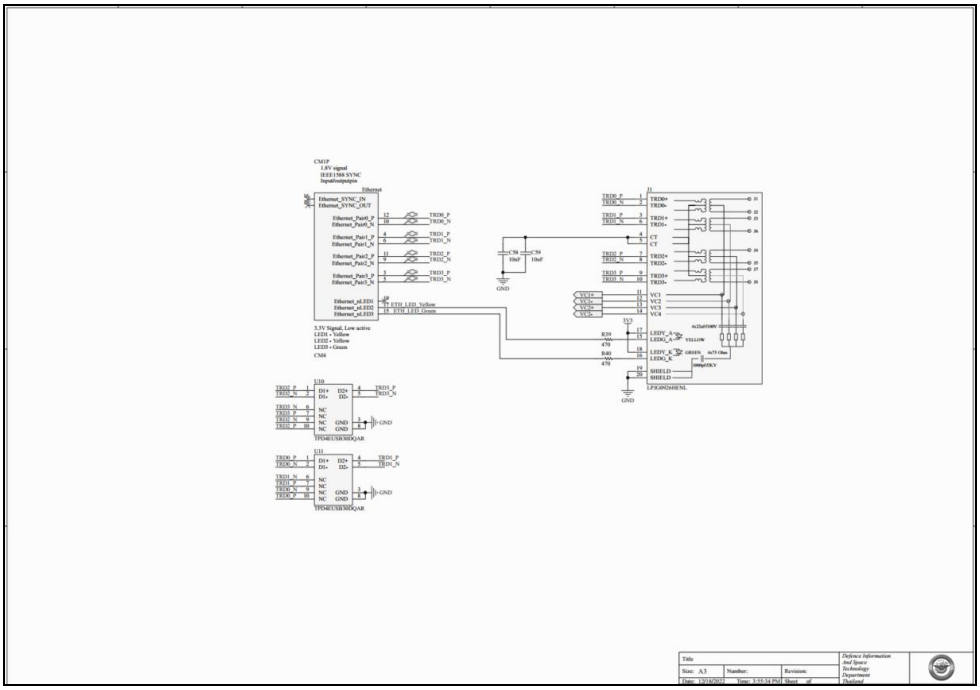


ผลลัพธ์ (Output)

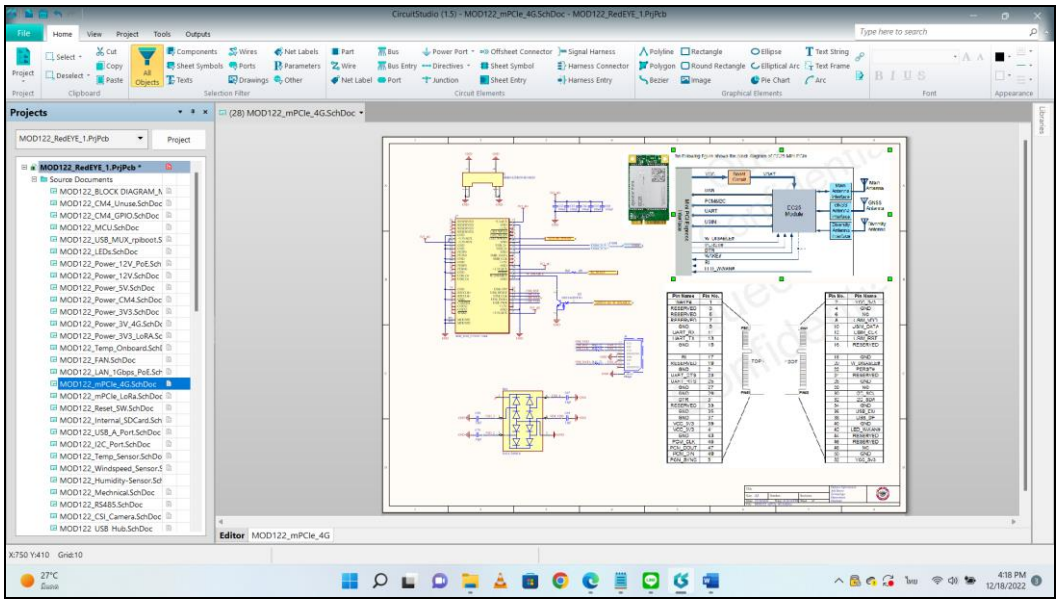


ภาพที่ 15 Gigabit Network ส่วนการเชื่อมต่อ Network แบบ 1,000Mbps ประกอบด้วย

1. Signal Input แหล่งสัญญาณขาเข้า
2. Signal Output แหล่งสัญญาณขาออก
3. Power Input แหล่งพลังงานขาเข้า
4. Power Output แหล่งพลังงานขาออก



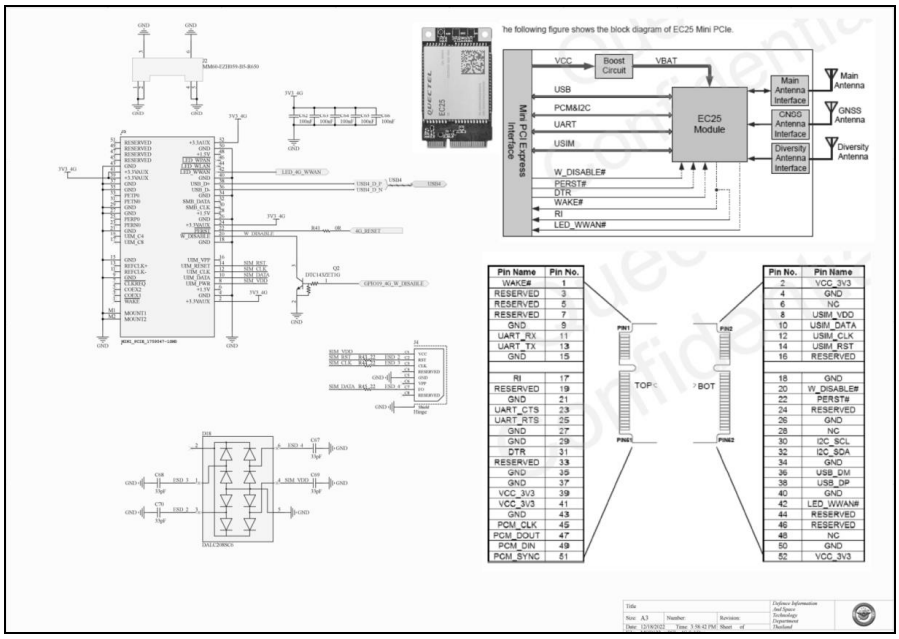
ผลลัพธ์ (Output)



ภาพที่ 16 mPCIe for 4G ส่วนการสื่อสารไร้สายแบบ Cellular

ประกอบด้วย

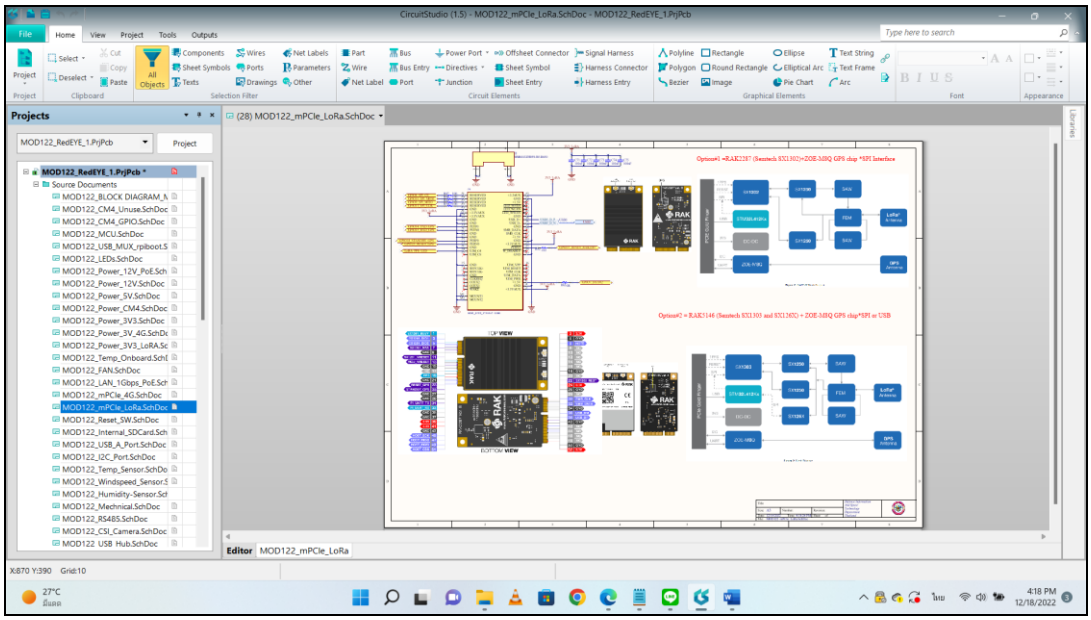
1. mPCIe Interface ส่วนการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลผ่าน Cellular Module
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ PCIe
3. Data Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล
4. Antenna ส่วนเสาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สาย
5. LED Siganl ส่วนไฟบอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์



Pin Name	Pin No.
WAKE#	1
RESERVED	3
RESERVED	5
RESERVED	7
GND	9
UART_RX	11
UART_TX	13
GND	15
RI	17
RESERVED	19
GND	21
UART_CTS	23
UART_RTS	25
GND	27
GND	29
DTR	31
RESERVED	33
GND	35
GND	37
VCC_3V3	39
VCC_3V3	41
GND	43
PCM_CLK	45
PCM_DOUT	47
PCM_DIN	49
PCM_SYNC	51

Pin No.	Pin Name
2	VCC_3V3
4	GND
6	NC
8	USIM_VDD
10	USIM_DATA
12	USIM_CLK
14	USIM_RST
16	RESERVED
18	GND
20	W_DISABLE#
22	PERST#
24	RESERVED
26	GND
28	NC
30	I2C_SCL
32	I2C_SDA
34	GND
36	USB_DM
38	USB_DP
40	GND
42	LED_WWAN#
44	RESERVED
46	RESERVED
48	NC
50	GND
52	VCC_3V3

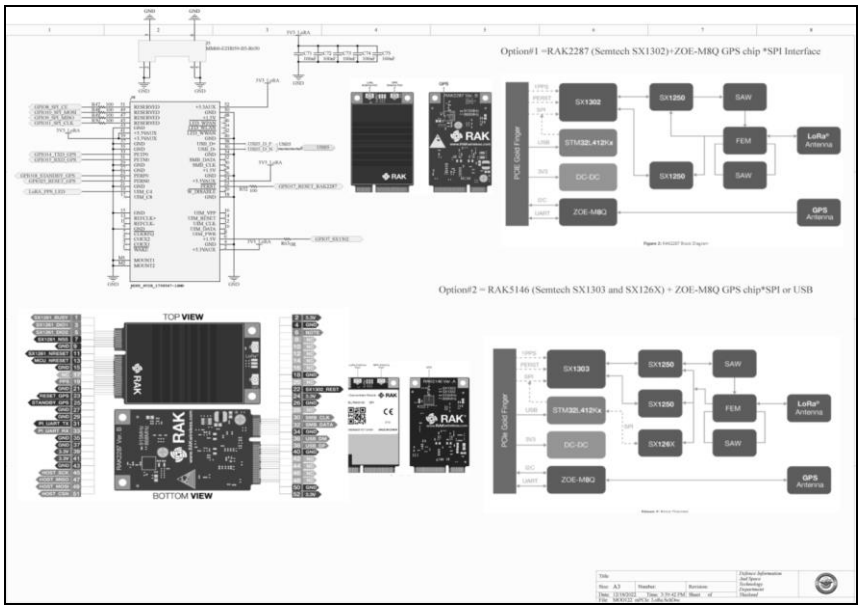
ผลลัพธ์ (Output)



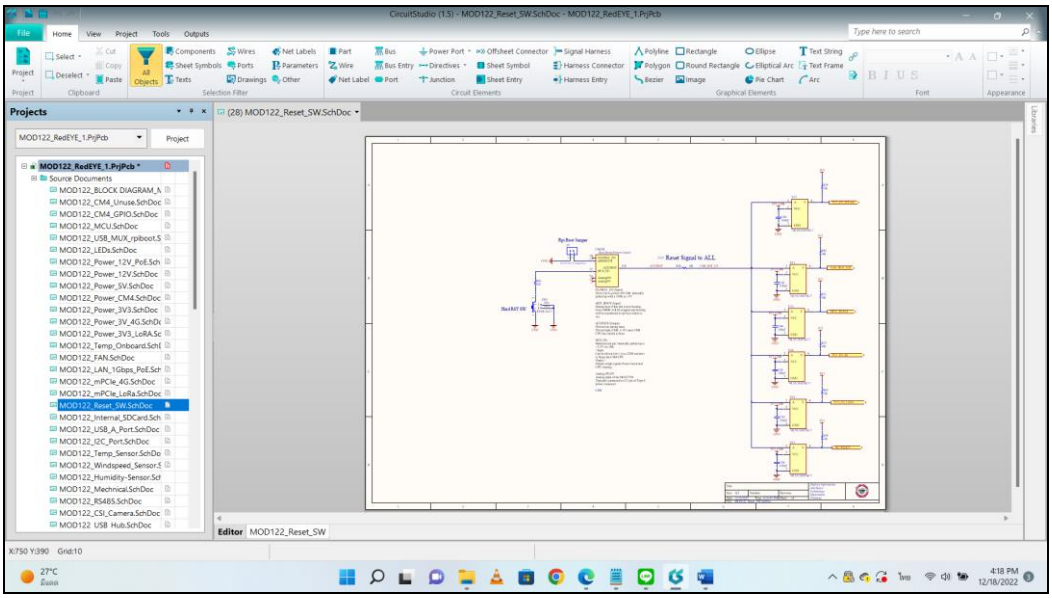
ภาพที่ 17 mPCIe for LoRa ส่วนการสื่อสารไร้สายแบบ LoRa

ประกอบด้วย

1. mPCIe Interface ส่วนการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลผ่าน LoRa Module
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ PCIe
3. Data Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล
4. Antenna ส่วนเสาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สาย
5. LED Siganl ส่วนไฟบอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์



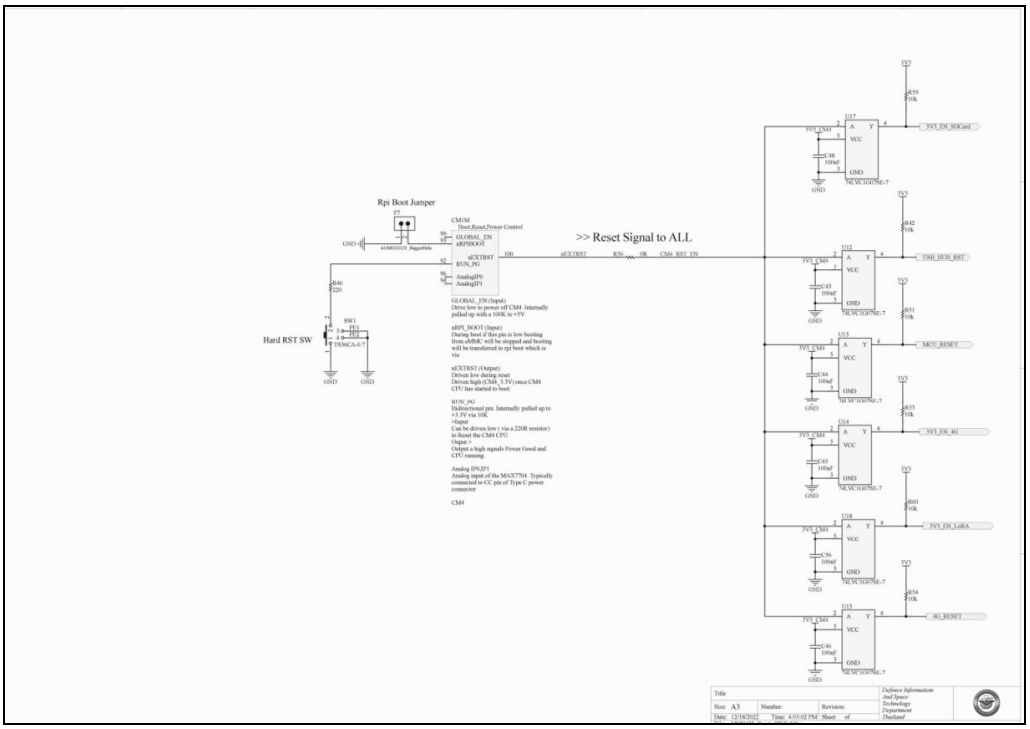
ผลลัพธ์ (Output)



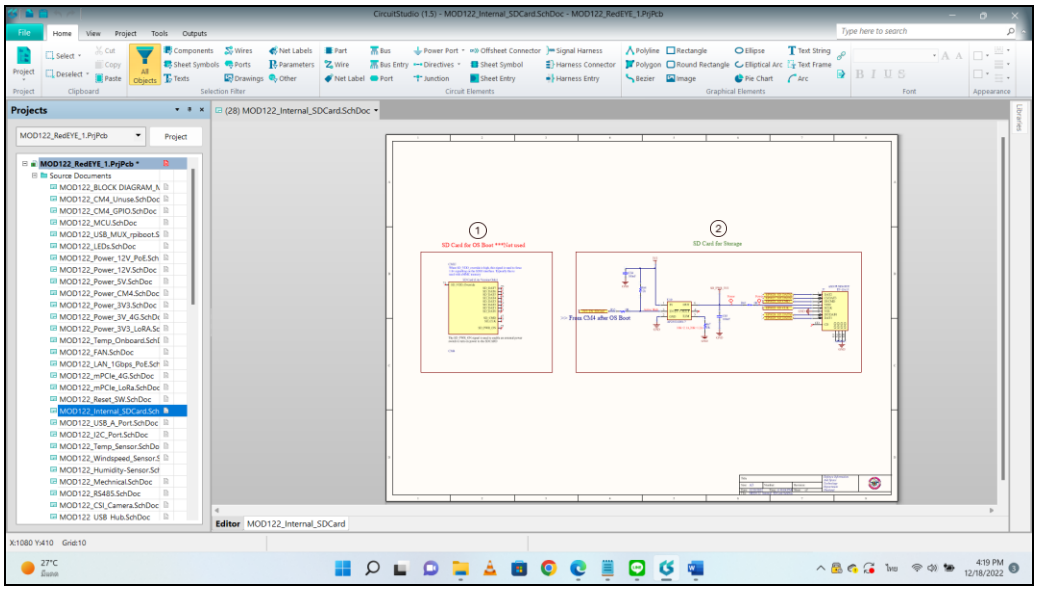
ภาพที่ 18 Reset Switch ส่วนการรีเซ็ตอุปกรณ์

ประกอบด้วย

1. Reset Switch ส่วนปุ่มกดรีเซ็ตอุปกรณ์
2. Boot Jumper ส่วนกำหนดค่าการรีเซ็ตอุปกรณ์
3. Reset Signal ส่วนรีเซ็ตอุปกรณ์ทั้งหมด

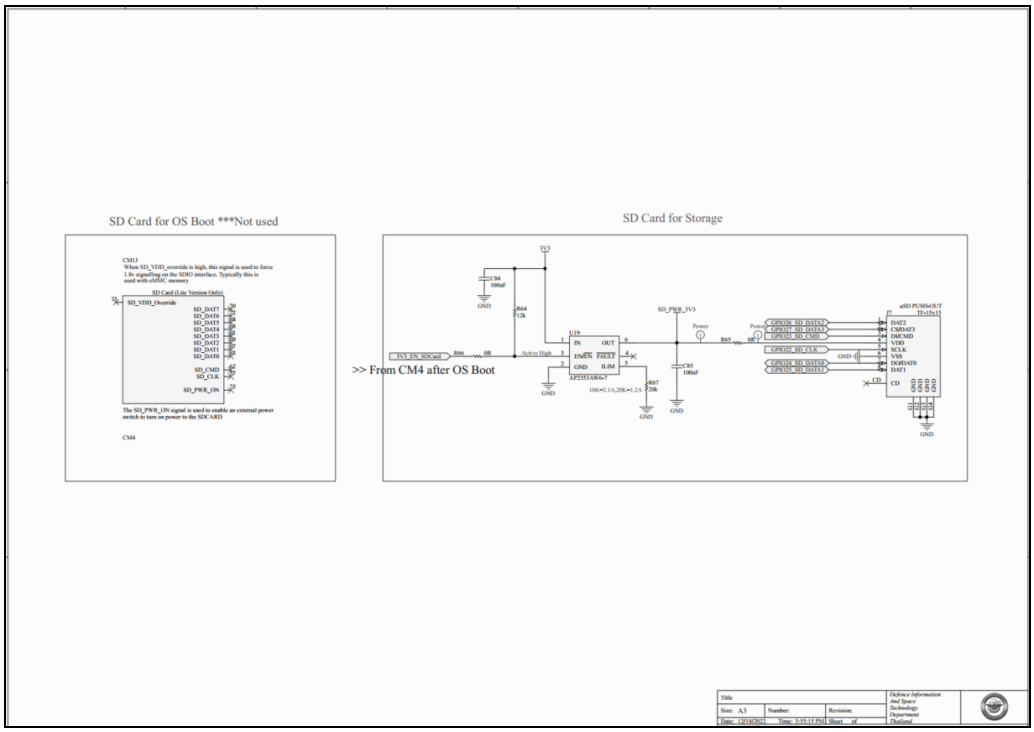


ผลลัพธ์ (Output)

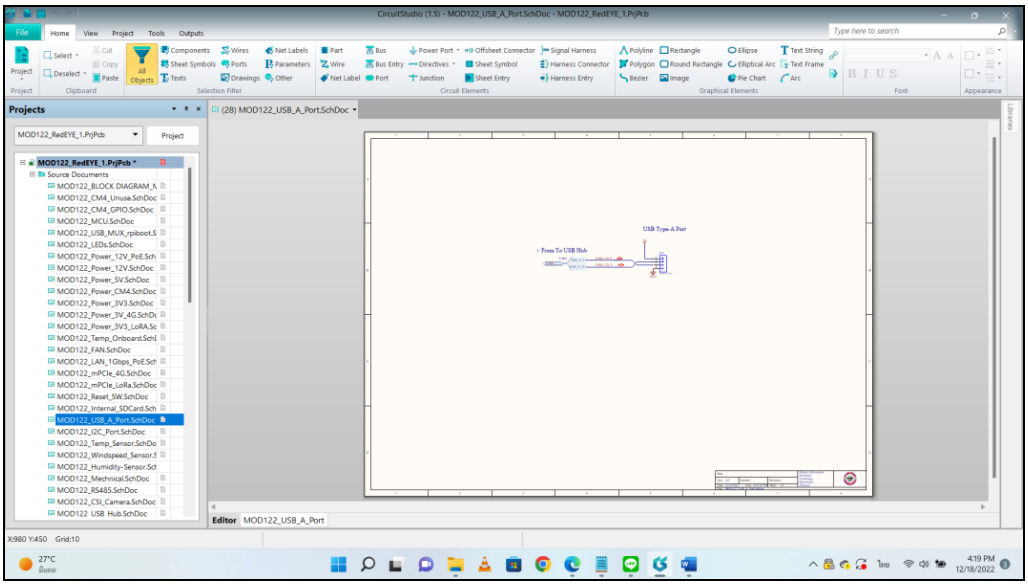


ภาพที่ 19 Internal SD Crad ส่วนเพิ่มเติมหน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่อง ประกอบด้วย

1. SD for Boot หน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่องสำหรับเริ่มต้นการทำงานระบบ
2. SD for Storage หน่วยจัดเก็บข้อมูลภายในตัวเครื่องสำหรับพื้นที่จัดเก็บข้อมูล



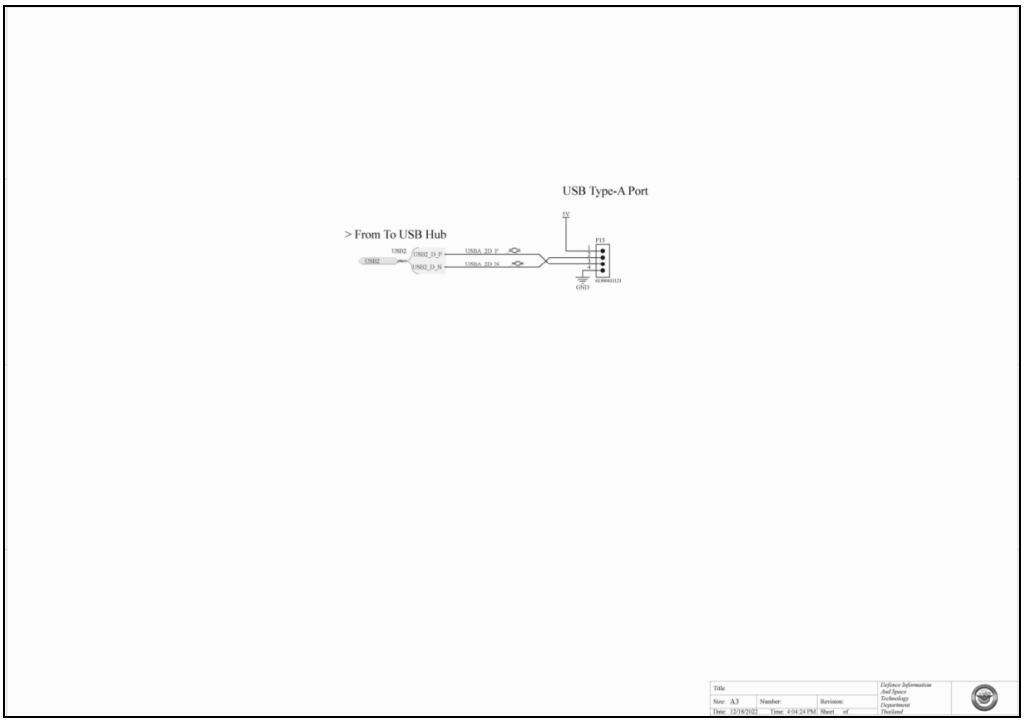
ผลลัพธ์ (Output)



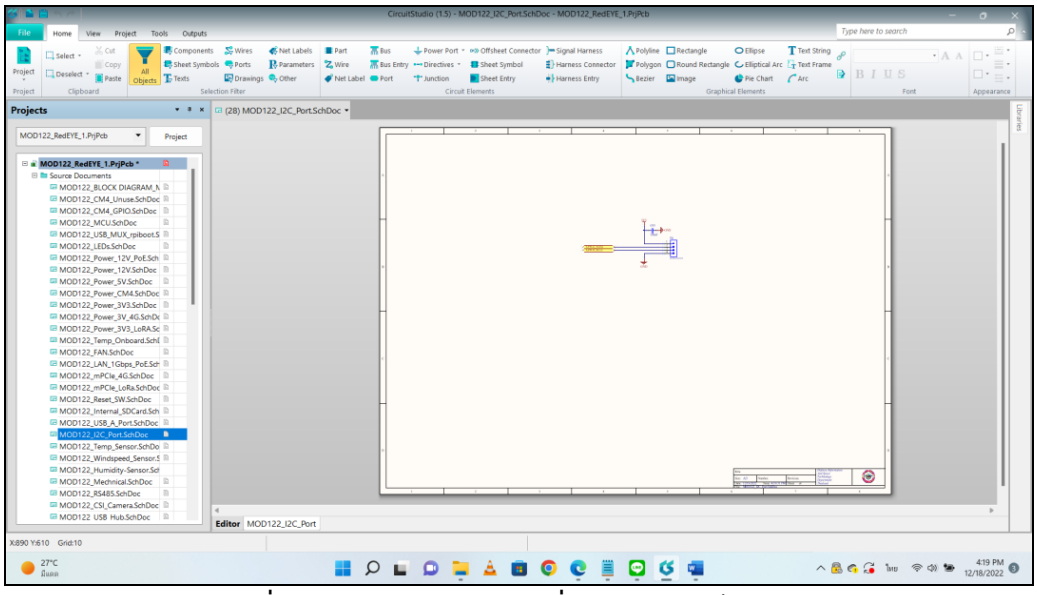
ภาพที่ 20 USB Port ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ USB

ประกอบด้วย

1. USB Power แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. USB Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล



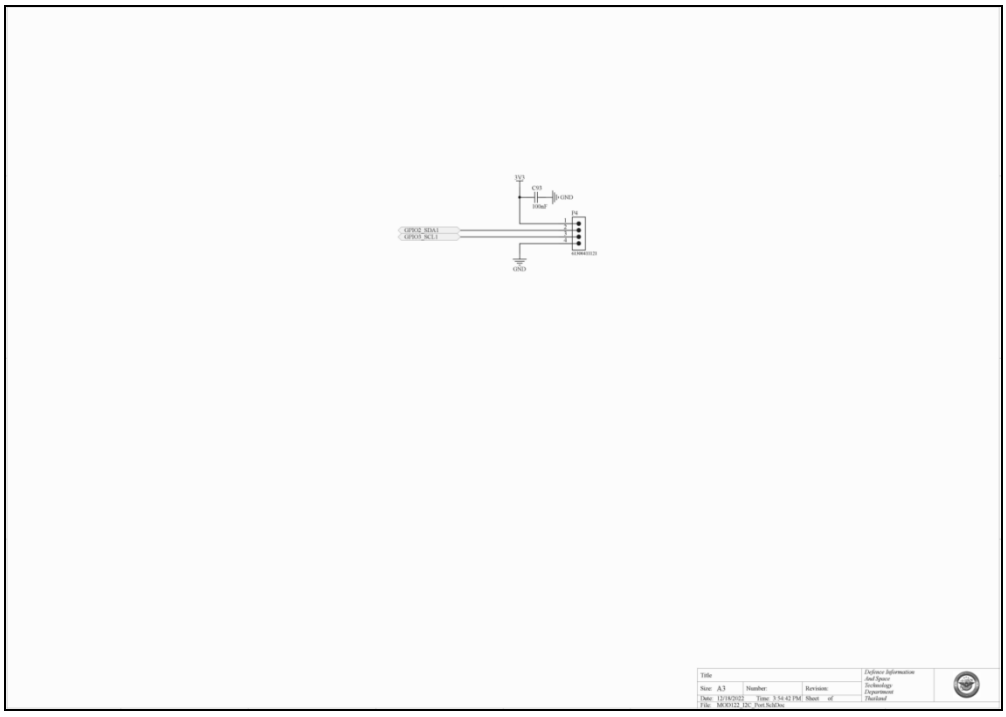
ผลลัพธ์ (Output)



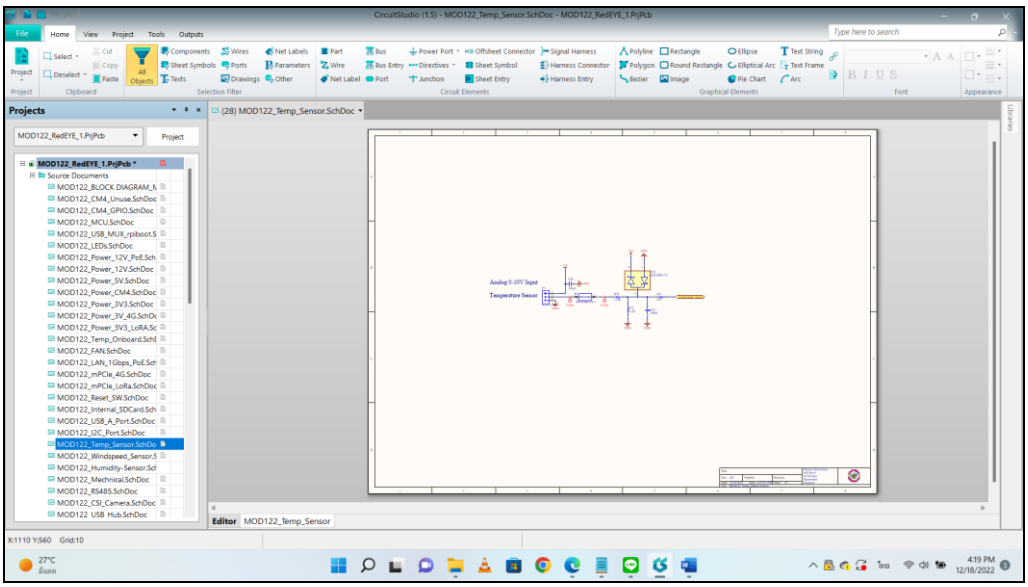
ภาพที่ 21 I2C Port ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ I2C

ประกอบด้วย

1. I2C Power แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. I2C Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล



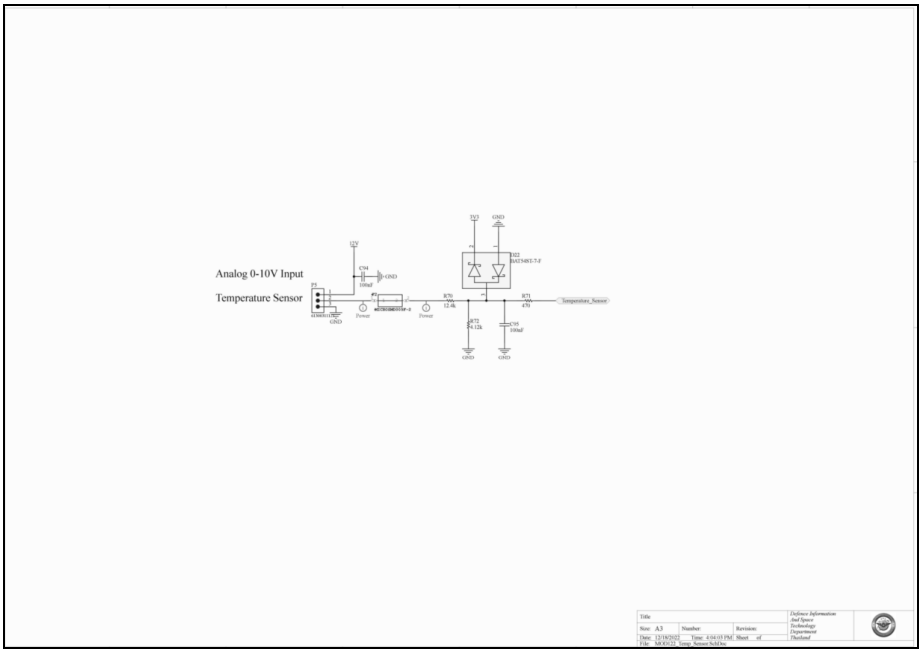
ผลลัพธ์ (Output)



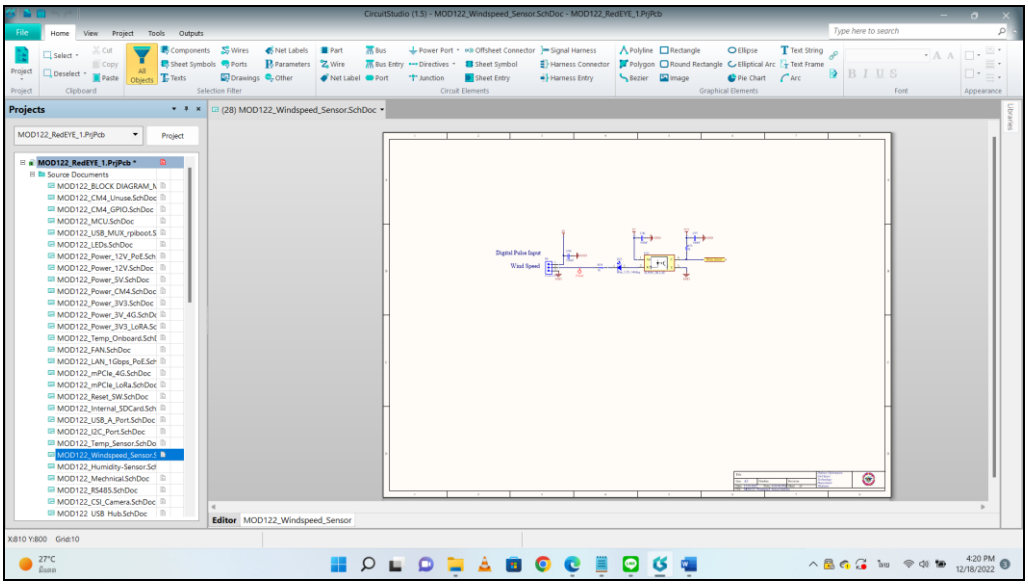
ภาพที่ 22 mPCIe for 4G ส่วนการสื่อสารไร้สายแบบ Cellular

ประกอบด้วย

1. mPCIe Interface ส่วนการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลผ่าน Cellular Module
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ PCIe
3. Data Signal ส่วนการรับส่งข้อมูล
4. Antenna ส่วนเสาอุปกรณ์รับส่งสัญญาณไร้สาย
5. LED Siganl ส่วนไฟบอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์

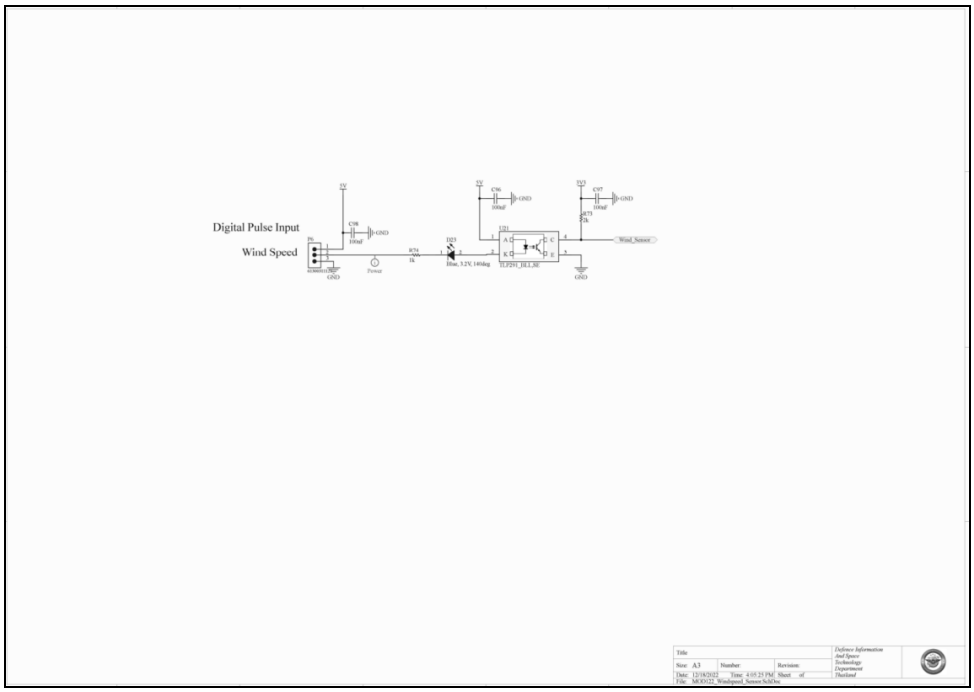


ผลลัพธ์ (Output)

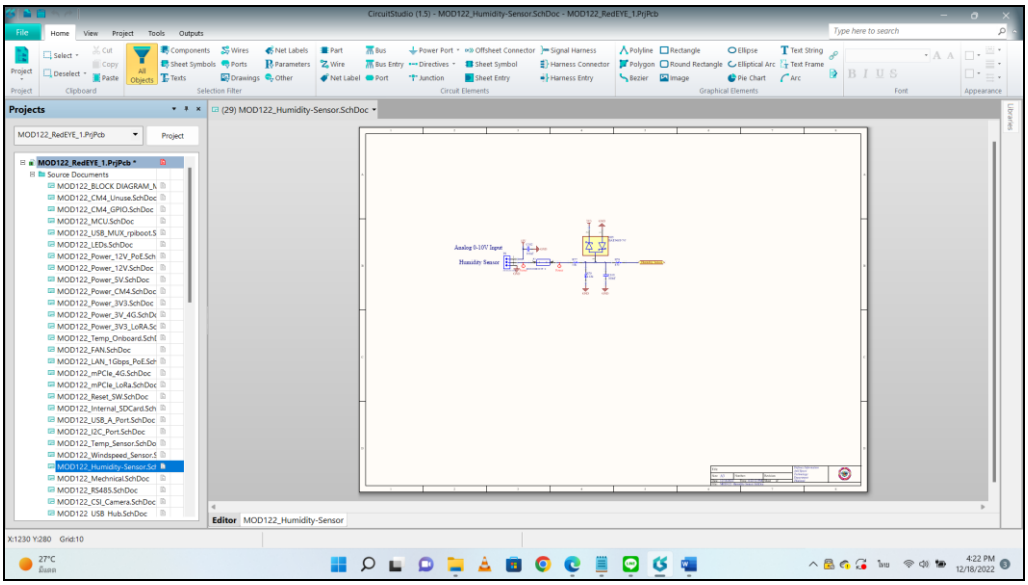


ภาพที่ 23 RS485 ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอแบบอนุกรมชนิด RS485 ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. TX ส่วนการส่งข้อมูล
3. RX ส่วนการรับข้อมูล
4. Interface ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์

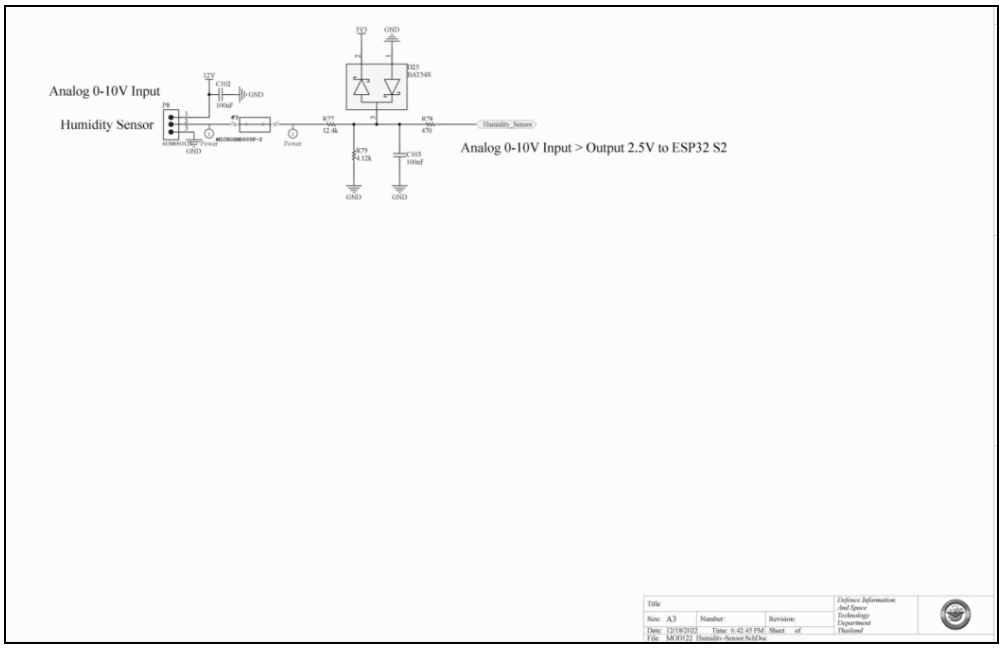


ผลลัพธ์ (Output)

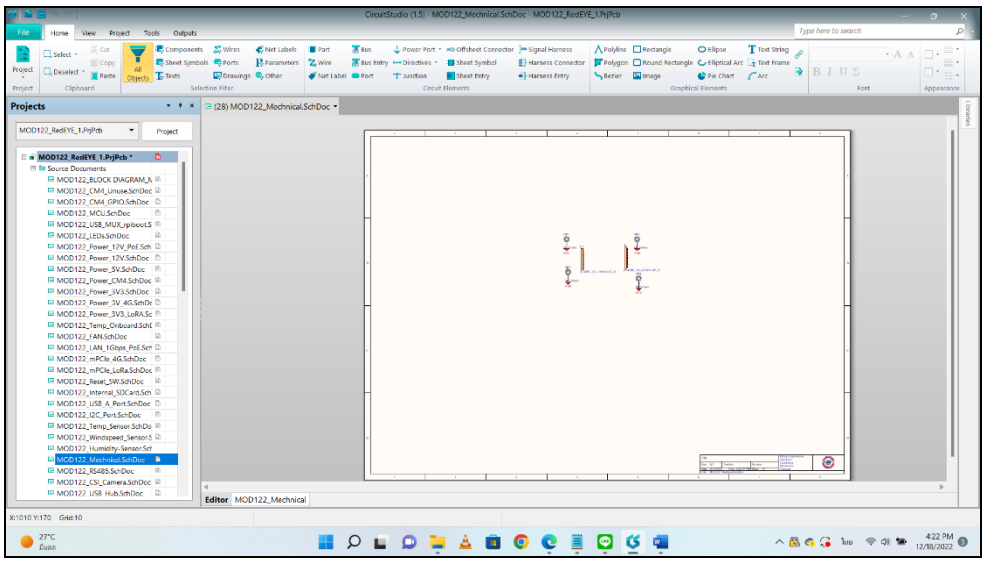


ภาพที่ 24 Analog Temparatuer ส่วนการรับค่าตัววัดอุณภูมิจากภายนอก ประกอบด้วย

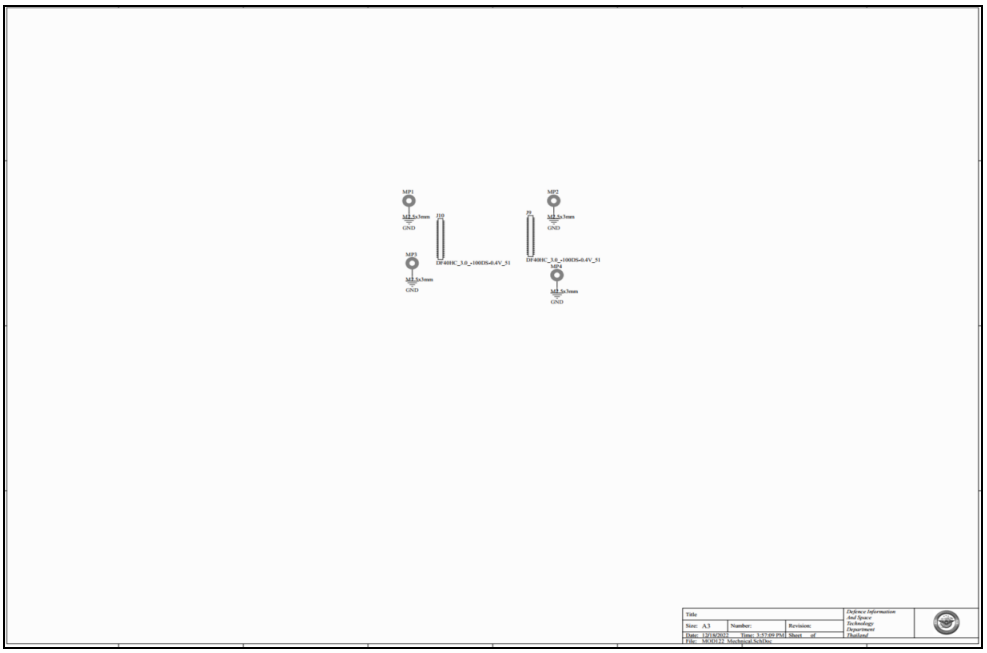
1. Analog Sensor Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับรับค่าเซ็นเซอร์แบบอนาล็อค
2. Power Source แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์



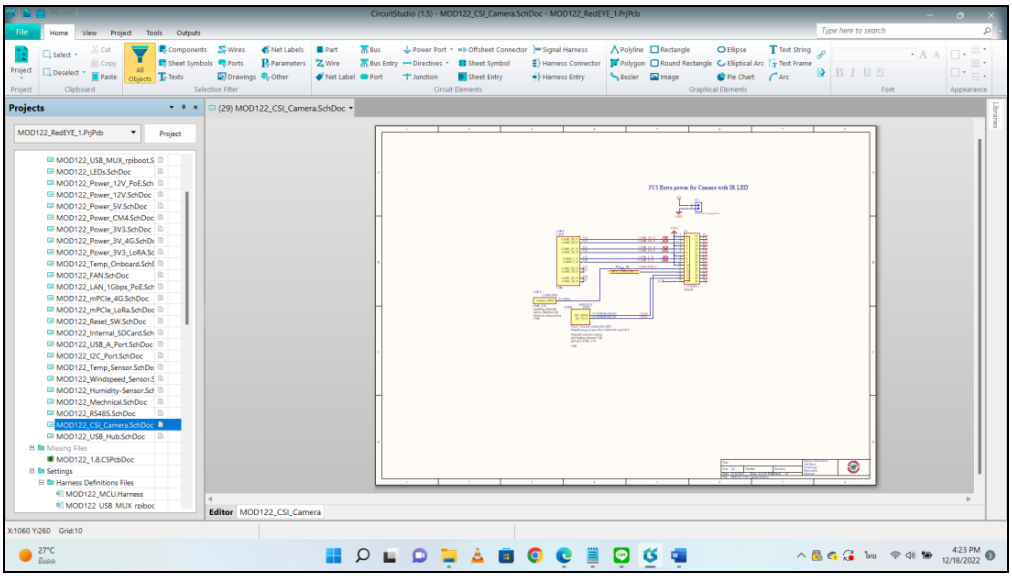
ผลลัพธ์ (Output)



ภาพที่ 25 Mechanical ขาอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลและเมนบอร์ด



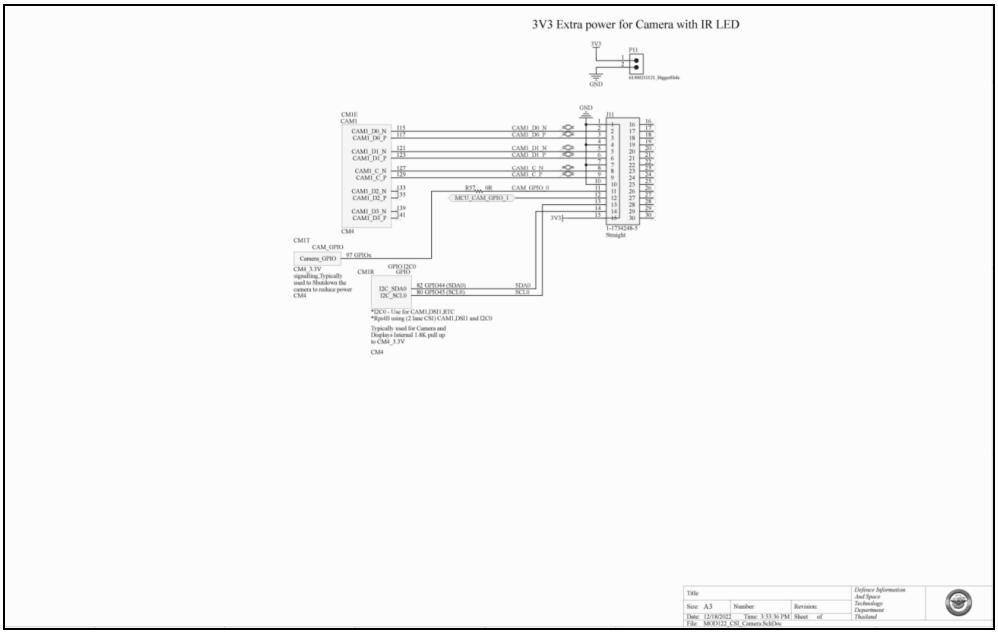
ผลลัพธ์ (Output)



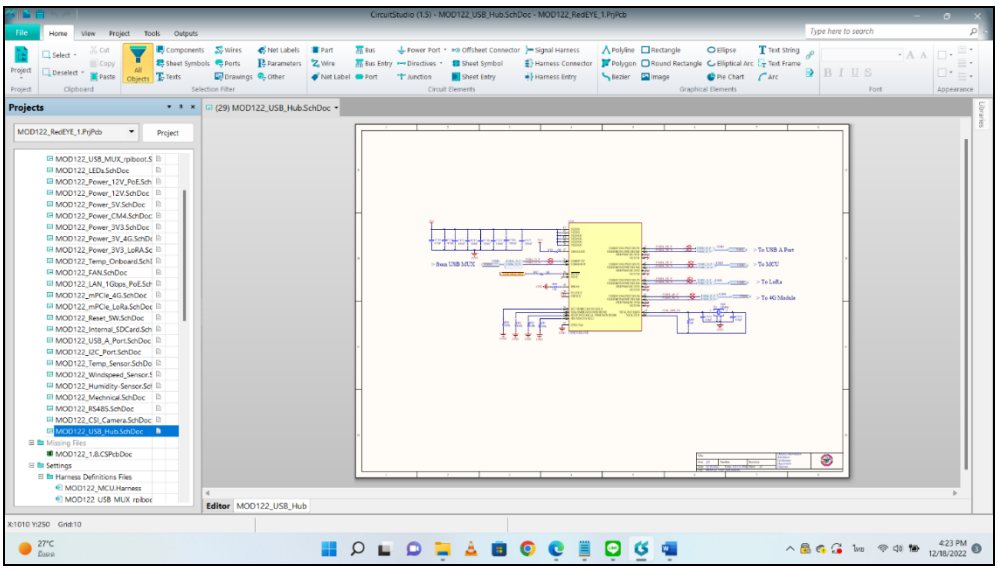
ภาพที่ 26 CSI Camera ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประมวลผลภาพ

ประกอบด้วย

1. Power Input แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์
2. Camera GPIO ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาพ
3. Camera MCU ส่วนการประมวลผลภาพ

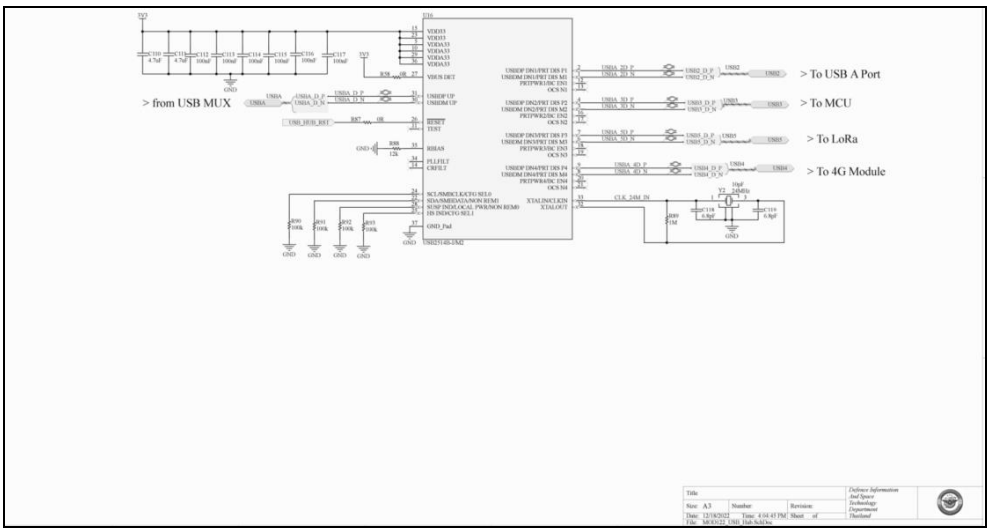


ผลลัพธ์ (Output)



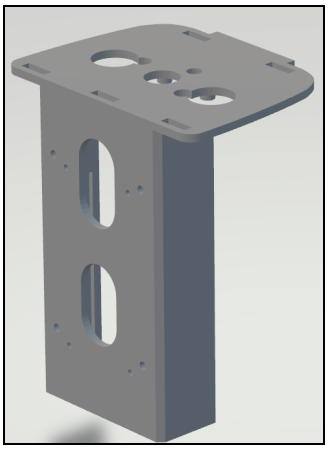
ภาพที่ 27 USB Hub ส่วนการรวมสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ USB ประกอบด้วย

1. BUS MUX Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับการเริ่มต้นการทำงานระบบ
2. USB Port Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์ภายนอกแบบ Universal
3. MCU Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับหน่วยประมวลผล
4. LTE Interface ส่วนการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

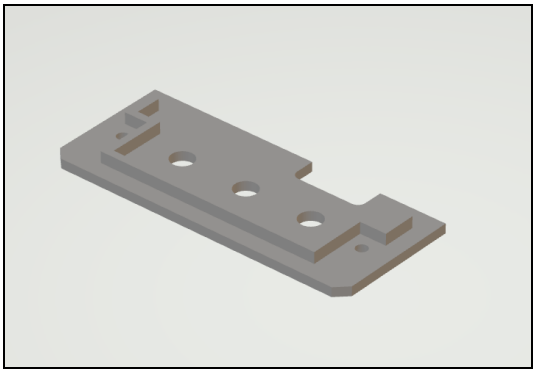


ผลลัพธ์ (Output)

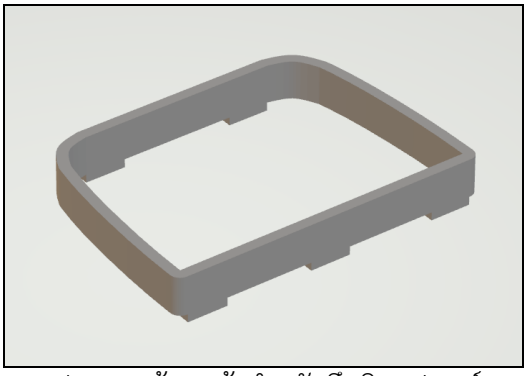
Camera Case Module



1.โครงสร้างหลักสำหรับยึดติดอุปกรณ์กล้อง



2.ฝาครอบด้านหลังสำหรับยึดติดสายอากาศ LTE,WiFi,LoRa



3.ฝาครอบด้านหน้าสำหรับยึดติดอุปกรณ์ IR

รายการอุปกรณ์สำหรับกล้อง CCTV แบบที่ 2

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
PEM3012C	PEM3012C	CMP-02541-4	U4	MODULE, POE, 802.3AF / AT, 12V, 30W; Processor Type: -; Module Interface: (Not Available)	1	Infomart	PEM3012C
LPJG0926HENL-Footprint-1	LPJG0926HENL	CMP-002-00003-6	J1	Single Port Ethernet(PoE+) RJ45 Female Connector with 10/100/1000 Base-T Integrated Magnetics, Green/Yellow LED, Tab Down, RoHS	1	TE Connectivity	5-2337992-8
SOP65P640X120-21N	MP4570GF-Z	CMP-668-000004-5	U5	MP4570 Series 55 V 3 A Fully Integrated Step-Down Converter - TSSOP-20EP	1	Monolithic Power Systems	MP4570GF-Z
ESP32-S2FN4R2-Footprint-1	ESP32-S2FN4R2	CMP-633-000079-1	U1	WiFi 802.11b/g/n Transceiver Module 2.4GHz Antenna Not Included Surface Mount	1	Espressif Systems	ESP32-S2FN4R2
693022010811	Hinge	CMP-142-000003-1	J4	WR-CRD Micro SIM Card Connector Hinge Type	1	Wurth Electronics	693022010811.00
FDD6685	FDD6685	CMP-633-000013-2	Q1, Q6	Fairchild FDD6685 P-channel MOSFET Transistor, 11 A, -30 V, 3-Pin TO-252	2	ON Semiconductor / Fairchild	FDD6685
SLF10165T-100M3R83PF-Footprint-1	SLF10165T-100M3R83PF	CMP-006-00012-1	L1	Inductor Power Shielded Wirewound 10uH 20% 100KHz Ferrite 3.8A 22.2mOhm DCR Blister T/R	1	TDK	SLF10165T-100M3R83PF
MINI_PCIE_52PIN_CARD_LATCH	MM60-EZH059-B5-R650	CMP-634-000004-1	J2, J5	CONN MINI EXPRESS CARD LATCH SMD	2	JAE Electronics	MM60-EZH059-B5-R650
FP-846AP-IPC_A	FSUSB42MUX	CMP-000090-3	U3	ON SEMICONDUCTOR - FSUSB42MUX - Analogue Switch, UART, 2 Channels, DPDT, 4.5 ohm, 2.4V to 3.6V, MSOP, 10 Pins	1	ON Semiconductor / Fairchild	FSUSB42MUX
WCAP-CSMH_1812_H2	4.7nF, 2000V	CMP-007-000099-1	C15, C16	WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1812, X7R Class II, 4.7nF, 2000V	2	Wurth Electronics	885342211008.00
WCAP-CSGP_1210_H=1.6mm	2.2uF, 25V	CMP-01929-1	C19, C20	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 1210, X7R, 2.2uF, 25V	2	Wurth Electronics	885012209025.00
SOIC127P700X230-4N	TLP291_BLL,SE	CMP-633-000028-2	U21	TLP291 Optocoupler Transistor Output 1 Channel	1	Toshiba	TLP291(GB-TP,SE
WE-XTAL_CFPX-218	24MHz	CMP-003-00329-1	Y2	WE-XTAL Quartz Crystal, SMT, CFPX-218, 24MHz, +/-10ppm	1	Wurth Electronics	830108208209.00
WE-XTAL_CFPX-218	40MHz	CMP-003-00331-1	Y1	WE-XTAL Quartz Crystal, SMT, CFPX-218, 40MHz, +/-10ppm	1	Wurth Electronics	830108208709.00
117342485	1-1734248-5	CMP-634-000000-2	J11	FFC & FPC Connectors 15P 1.0 FPC, Zip V/T SMT	1	TE Connectivity	1-1734248-5
WCAP-CSGP_0805_H=1.25mm	22uF, 10V	CMP-01446-2	C33, C34, C35, C36, C37, C40	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0805, X5R, 22uF, 10V	6	Wurth Electronics	885012107011.00

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
DQA0010A_V	TPD4EUSB30DQAR	CMP-000046-2	U10, U11	TEXAS INSTRUMENTS TPD4EUSB30DQAR ESD Protection Device, Array, 8 V, SON, 10 Pins	2	Texas Instruments	TPD4EUSB30DQAR
V5_MINI_PCIE_1759547-1	MINI_PCIE_1759547-1SMD	CMP-634-000003-1	J3, J6	Mini PCI-express connector Based on TE Connectivity's mSATA/mini PCI-E 7H G/F See: http://www.te.com/usa-en/product-1759547-1.html	2	TE Connectivity	1759547-1
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	1uF, 25V	CMP-01639-2	C26, C28, C53	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 1uF, 25V	3	Wurth Electronics	885012206076.00
FP-95400-MFG	RB050L-60TE25	CMP-639-000019-1	D15	RB050 Series 3 A 60 V SMT Schottky Barrier Diode - SOD-106	1	Rohm	RB050L-60TE25
691311700102	6.91312E+11	CMP-126-000335-1	P2	WR-TBL Serie 3117 Close Vertical PCB Header, Pluggable, THT, pitch 5mm, 2p	1	Wurth Electronics	691311700102.00
WCAP-CSGP_0805_H=1.25mm	4.7uF, 16V	CMP-01726-2	C31, C32, C38, C39, C41, C42, C104, C107	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0805, X7R, 4.7uF, 16V	8	Wurth Electronics	885012207053.00
SMD-0603-RES	ERJ-P03F2001V	CMP-771-001114-2	R73	RES SMD 2K OHM 1% 1/5W 0603	1	Panasonic	ERJ-P03F2001V
WCAP-CSGP_0805_H=1.25mm	1uF, 50V	CMP-01776-2	C106, C109	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0805, X7R, 1uF, 50V	2	Wurth Electronics	885012207103.00
SMD-0603-RES	ERJ-P03F4700V	CMP-771-001118-2	R71, R78	RES SMD 470 OHM 1% 1/5W 0603	2	Panasonic	ERJ-P03F4700V
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	4.7uF, 10V	CMP-01424-2	C52	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X5R, 4.7uF, 10V	1	Wurth Electronics	885012106012.00
STM-SOT23-6L_V	USBLC6-2SC6	CMP-000093-3	D3	TVS DIODE 5.25V 17V SOT23-6	1	STMicroelectronics	USBLC6-2SC6
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	4.7uF, 6.3V	CMP-01417-2	C110, C111	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X5R, 4.7uF, 6.3V	2	Wurth Electronics	885012106005.00
U-D-M5DD-W-1-Footprint-1	U-D-M5DD-W-1	CMP-002-00071-2	P1	Vertical USB 2.0 1 5 Female Micro-B Plugin USB	1	HRO Electronics	U-D-M5DD-W-1
WL-SMCD_0603	Blue, 3.2V, 140deg	CMP-01011-1	D1, D14, D16, D23	WL-SMCD SMT Mono-color Chip LED Diffused, size 0603, Blue, 3.2V, 140deg	4	Wurth Electronics	150060BS55040
ONSC-SC-75-3-463-01_V	DTC143ZET1G	CMP-633-000075-1	Q2, Q5	DTC143ZET1G NPN Digital Transistor; 100 mA 50V 4.7 kOhms; Ratio Of 0.1; 3-Pin SC-75	2	ON Semiconductor	DTC143ZET1G
FP-SOT23-6L-MFG	DALC208SC6	CMP-000044-1	D18	ESD Suppressor Diode Arrays 15KV 6-Pin SOT-23 T/R	1	STMicroelectronics	DALC208SC6
SMD-0603-RES	ERJ-PA3F1002V	CMP-771-001126-2	R16	RES SMD 10K OHM 1% 1/4W 0603	1	Panasonic	ERJ-PA3F1002V
FP-BLM31-0_2-t1_1-MFG	120 ohm,3.5A	CMP-000085-1	FB1, FB2	MURATA - BLM31PG121SN1L - Ferrite Bead, 1206 [3216 Metric], 120 ohm, 3.5 A, EMIFIL BLM31P Series, 0.02 ohm, ± 25%	2	Murata	BLM31PG121SN1L

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
WL-SMCW_0603_H=0.7mm	Green, 3.2V	CMP-00983-1	D9, D10, D11, D12, D17	WL-SMCW SMT Mono-color Chip LED Waterclear, size 0603, Green, 3.2V, 140deg	5	Wurth Electronics	150060GS75000
WL-SMCW_0603_H=0.7mm	Red, 2V	CMP-00986-1	D13, D19, D20, D21	WL-SMCW SMT Mono-color Chip LED Waterclear, size 0603, Red, 2V, 140deg	4	Wurth Electronics	150060RS75000
SMD-0603-RES	ERJ-PA3F2003V	CMP-770-001018-2	R21, R27, R30	RES SMD 200K OHM 1% 1/4W 0603	3	Panasonic	ERJ-PA3F2003V
WCAP-CSMH_1206_H1.25	10nF, 500V	CMP-007-000063-1	C17	WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1206, X7R Class II, 10nF, 500V	1	Wurth Electronics	885342208009.00
61300211121	61300211121_BiggerHole	CMP-002-00010-1	P9	WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 2p	1	Wurth Electronics	61300211121.00
61300311121	61300311121	CMP-148-000133-1	P5, P6, P8, P10	WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 3p	4	Wurth Electronics	61300311121.00
SMD-0603-RES	ERJ-PA3J105V	CMP-770-001104-2	R6	RES SMD 1M OHM 5% 1/4W 0603	1	Panasonic	ERJ-PA3J105V
SMD-0603-RES	ERJ-PA3J103V	CMP-771-000158-2	R1, R20	RES SMD 10K OHM 5% 1/4W 0603	2	Panasonic	ERJ-PA3J103V
ONSC-SOT-23-3-318-08_V	MMBZ5227BLT1G	CMP-639-000022-1	D2	MMBZ5227BL Series 225 mW 10 mA 3.6 V SMT Zener Voltage Regulator - SOT-23-3	1	ON Semiconductor	MMBZ5227BLT1G
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	6.8pF, 25V	CMP-01145-2	C118, C119	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, NP0, 6.8pF, 25V	2	Wurth Electronics	885012006031.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	15pF, 25V	CMP-01147-2	C1, C2	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, NP0, 15pF, 25V	2	Wurth Electronics	885012006033.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	47nF, 25V	CMP-01631-2	C30	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 47nF, 25V	1	Wurth Electronics	885012206069.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	100pF, 16V	CMP-01590-2	C5	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 100pF, 16V	1	Wurth Electronics	885012206028.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	220pF, 16V	CMP-01592-2	C29	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 220pF, 16V	1	Wurth Electronics	885012206030.00
FP-SMAJ-MFG	SMAJ58A	CMP-000235-1	D5	Diode TVS Single Uni-Dir 58V 400W 2-Pin SMA	1	Bourns	SMAJ58A
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1242V	CMP-771-000392-2	R70, R77	RES SMD 12.4K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3EKF1242V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF2003V	CMP-770-000306-2	R15	RES SMD 200K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF2003V
FP-MBS-1-MFG	MB6S-TP	CMP-000022-1	D4, D6	Diode Rectifier Bridge Single 600V 0.8A 4-Pin Case MBS-1 T/R	2	MCC	MB6S-TP
SMD-0603-RES	ERJ-PA3F1000V	CMP-771-001124-2	R47, R48, R49, R50, R52	RES SMD 100 OHM 1% 1/4W 0603	5	Panasonic	ERJ-PA3F1000V

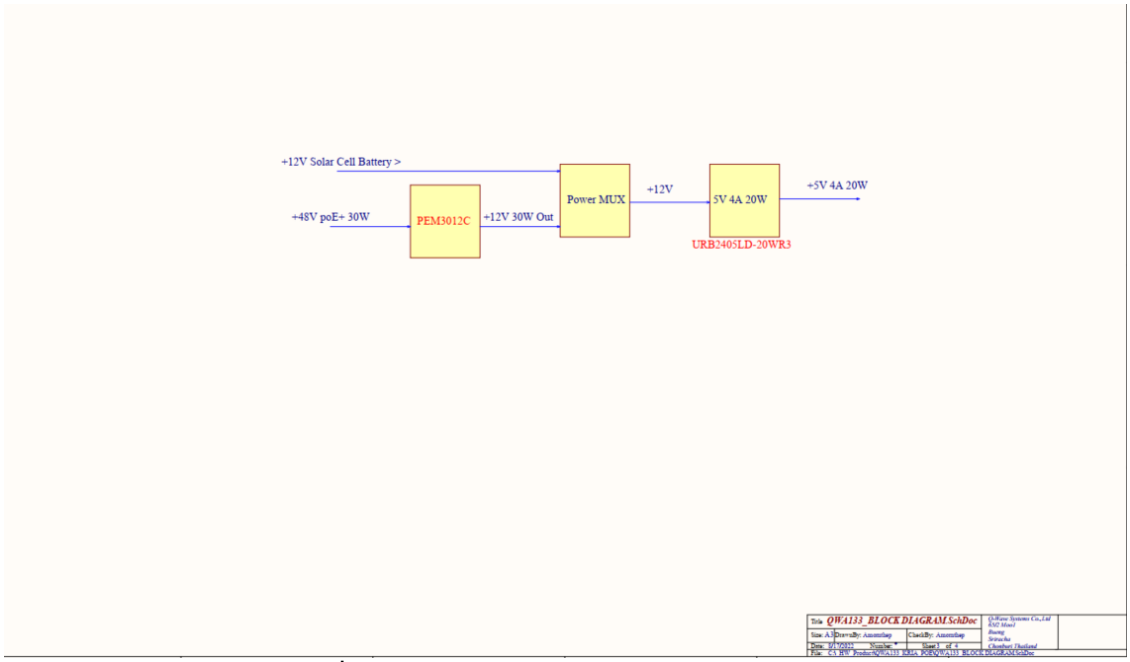
Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	100nF, 10V	CMP-01582-2	C112, C113, C114, C115, C116, C117	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 100nF, 10V	6	Wurth Electronics	885012206020.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	100nF, 25V	CMP-01633-2	C18, C27, C49, C51, C54	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 100nF, 25V	5	Wurth Electronics	885012206071.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	1uF, 6.3V	CMP-01415-2	C3, C9, C77, C81	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X5R, 1uF, 6.3V	4	Wurth Electronics	885012106003.00
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	33pF, 10V	CMP-01119-2	C67, C68, C69, C70	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, NP0, 33pF, 10V	4	Wurth Electronics	885012006005.00
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1202V	CMP-771-000383-2	R88	RES SMD 12K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ3EKF1202V
RESC1608X55X25ML10T15	0R	CMP-009-00030-2	R12, R23, R29, R32, R41, R55, R56, R57, R58, R63, R65, R66, R75, R87	Yageo RC0603JR-070RL RES SMD 0 OHM JUMPER 1/10W 0603	14	Yageo	RC0603JR-070RL
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	100nF, 50V	CMP-01659-3	C4, C6, C7, C11, C12, C43, C44, C45, C46, C48, C50, C62, C63, C64, C65, C66, C71, C72, C73, C74, C75, C78, C79, C80, C84, C85, C94, C95, C96, C97, C98, C102, C103, C105, C108	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 100nF, 50V	35	Wurth Electronics	885012206095.00
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF49R9V	CMP-770-000544-2	R4	RES SMD 49.9 OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ3EKF49R9V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4121V	CMP-770-000491-2	R72, R79	RES SMD 4.12K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3EKF4121V

Footprint	Name	LibRef	Designator	Description	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4700V	CMP-770-000525-2	R39, R40	RES SMD 470 OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ3EKF4700V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ221V	CMP-771-000977-2	R46, R82, R86	RES SMD 220 OHM 5% 1/10W 0603	3	Panasonic	ERJ-3GEYJ221V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1023V	CMP-770-000143-2	R19	RES SMD 102K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF1023V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ123V	CMP-771-000936-2	R64	RES SMD 12K OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ123V
FP-SOT-23-MFG	BAT54S	CMP-639-000023-7	D22, D25	Diode Array 1 Pair Series Connection Schottky 30V 200mA (DC) Surface Mount SOT-23	2	Sangdest Microelectronics	BAT54S
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF1001V	CMP-771-000340-2	R11, R37, R38, R74	RES SMD 1K OHM 1% 1/10W 0603	4	Panasonic	ERJ3EKF1001V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF4422V	CMP-771-000716-2	R22, R28, R31	RES SMD 44.2K OHM 1% 1/10W 0603	3	Panasonic	ERJ-3EKF4422V
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	10nF, 50V	CMP-01652-2	C58, C59	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 10nF, 50V	2	Wurth Electronics	885012206089.00
RESC1608X55X30LL15T15	2.49K	CMP-009-00001-3	R10, R13	PANASONIC- ERJ-3EKF2491V- RES SMD 2.49K OHM 1% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3EKF2491V
SMD-0603-RES	ERJ-3EKF2491V	CMP-770-000359-2	R18	RES SMD 2.49K OHM 1% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3EKF2491V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ103V	CMP-771-000923-2	R5	RES SMD 10K OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ103V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ103V	CMP-770-000719-2	R8, R9, R42, R51, R53, R54, R59, R60, R80, R81, R84, R85	RES SMD 10K OHM 5% 1/10W 0603	12	Panasonic	ERJ-3GEYJ103V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ203V	CMP-770-000769-2	R67	RES SMD 20K OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ203V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ220V	CMP-771-000976-2	R43, R44, R45	RES SMD 22 OHM 5% 1/10W 0603	3	Panasonic	ERJ-3GEYJ220V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ471V	CMP-771-001033-2	R7, R24, R25, R26, R33, R76	RES SMD 470 OHM 5% 1/10W 0603	6	Panasonic	ERJ-3GEYJ471V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ471V	CMP-770-000829-2	R94	RES SMD 470 OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ471V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ121V	CMP-770-000730-2	R83	RES SMD 120 OHM 5% 1/10W 0603	1	Panasonic	ERJ-3GEYJ121V
SMD-0603-RES	ERJ-3GEYJ202V	CMP-770-000768-2	R2, R95	RES SMD 2K OHM 5% 1/10W 0603	2	Panasonic	ERJ-3GEYJ202V
WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	10uF, 25V	CMP-01435-2	C8	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X5R, 10uF, 25V	1	Wurth Elektronik	885012106031.00
WCAP-CSGP_1210_H=2.5mm	22uF, 16V	CMP-01485-1	C10, C22	WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 1210, X5R, 22uF, 16V	2	Wurth Electronics	885012109010.00
SOT65P210X110-5N	74LVC1G07SE-7	CMP-633-000001-3	U12, U13, U14, U15, U17, U18	Buffer/Driver 1-CH Non-Inverting Open Drain CMOS 5-Pin SOT-353 T/R	6	Diodes	74LVC1G07SE-7
WE-TVSP_DO-214AA_Bidirectional	600W, 15VDC	CMP-080-000177-1	D7	WE-TVSP SMT Power TVS Diode, DO-214AA, 600W, 15VDC, Bidirectional	1	Wurth Electronics	824521151.00
WCAP-ASLI_D10H10.5	8.6508E+11	CMP-019-000066-1	C13	WCAP-ASLI Aluminum Electrolytic Capacitor, V-Chip, SMT, D10xH10.5mm, 470uF, 25V	1	Wurth Electronics	865080457015.00
SOT95P285X140-6N	AP2553AW6-7	CMP-633-000003-5	U19	Active High Power Switch ICs - Power Distribution 2.1A Precision ADJ 5.5V 2.1A 210kOhm	1	Diodes	AP2553AW6-7
SOT-23-3	BSS138	CMP-633-000007-4	Q3, Q4	N-Channel 50V 220mA (Ta) 360mW (Ta) Surface Mount SOT-23-3	2	NXP Semiconductors	BSS138BK215

ภาคผนวก ค

PCB Circuit Design กล้องต้นแบบ แบบที่ 3

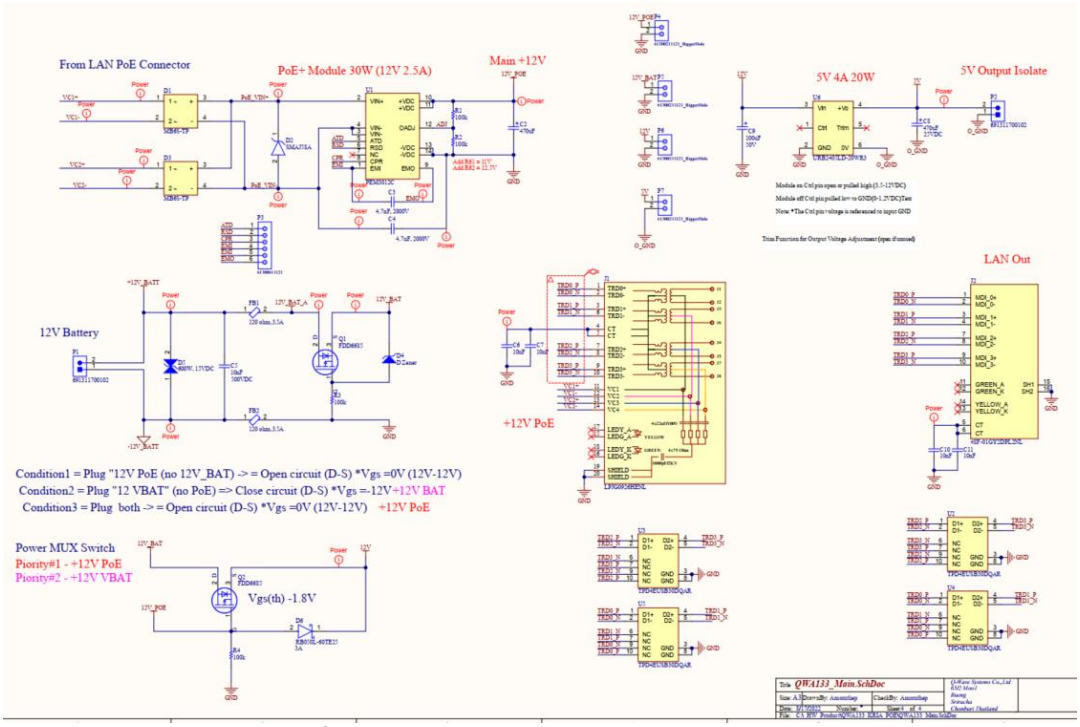
Block Diagram



ภาพที่ 1 Power Over Ethenet (PoE) Block Diagram

ประกอบด้วย

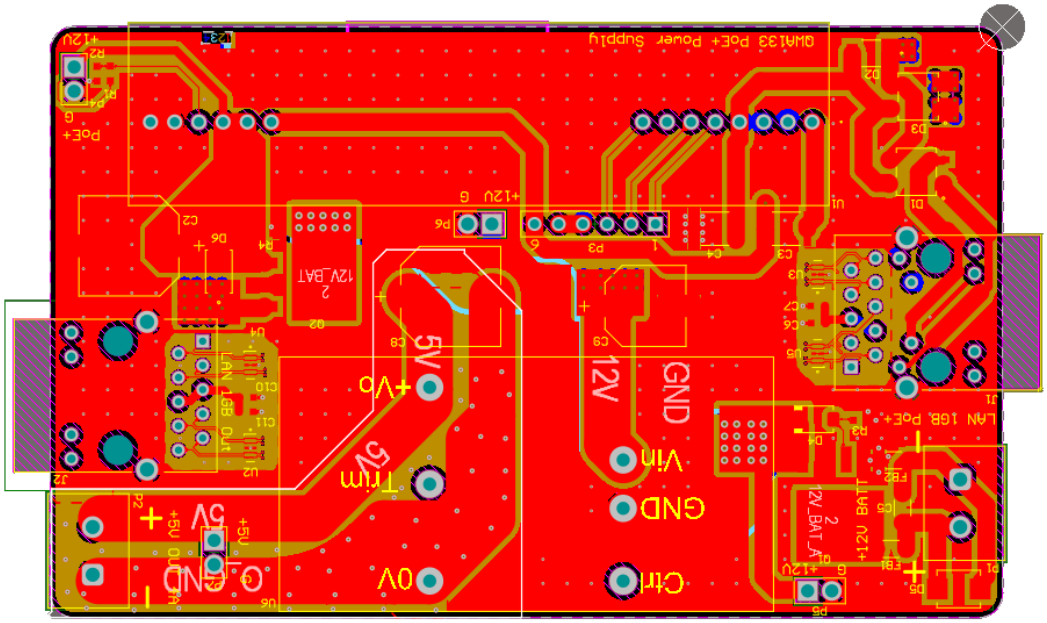
1. Power Input 12/48 โวลท์
2. Power Invertor 12 โวลท์
3. Power Invertor 5 โวลท์



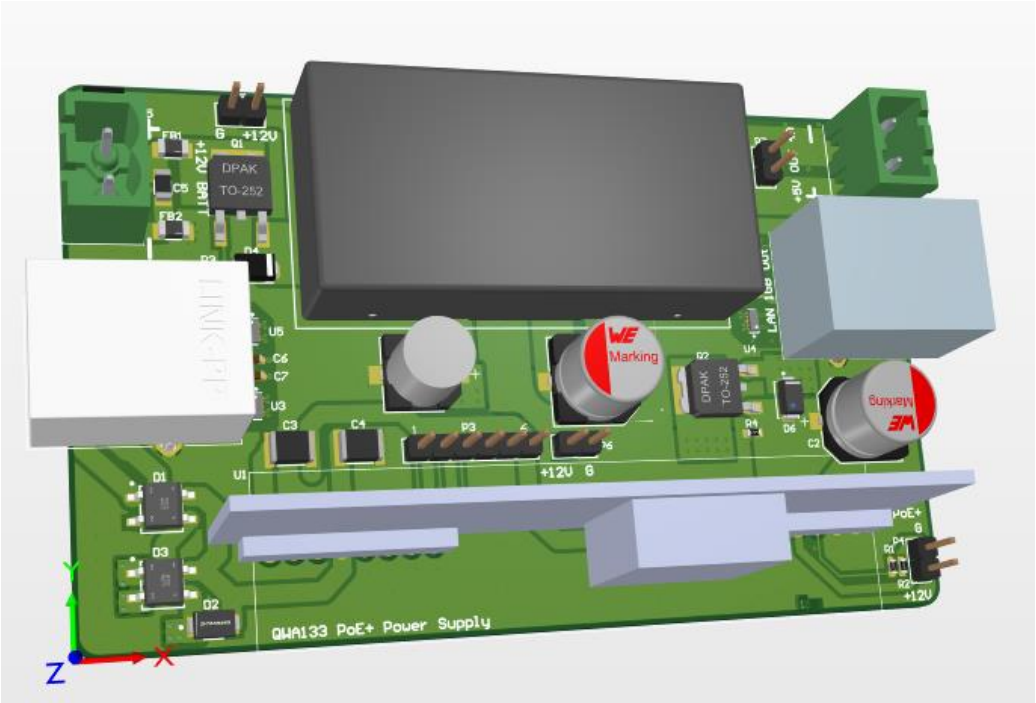
ภาพที่ 2 Power Over Ethenet (PoE) Circuirt

ประกอบด้วย

1. Power Input 12 โวลท์ (Battery) พลังงานขาเข้า 12 โวลท์
2. Power Input 48 โวลท์ (LAN PoE Connector) พลังงานขาเข้า 48 โวลท์
3. PoE Invertor 12 โวลท์ ส่วนการแปลงกระแสไฟแบบตรง 12 โวลท์ จาก LAN Connector
4. Power Invertor 12 โวลท์ Output ส่วนการแปลงกระแสไฟแบบตรง 12 โวลท์
5. Power Invertor 5 โวลท์ Output ส่วนการแปลงกระแสไฟแบบตรง 5 โวลท์
6. Ethernet Signal ส่วนการรับส่งข้อมูลผ่าน LAN Connecto



ผลลัพธ์ (Output)



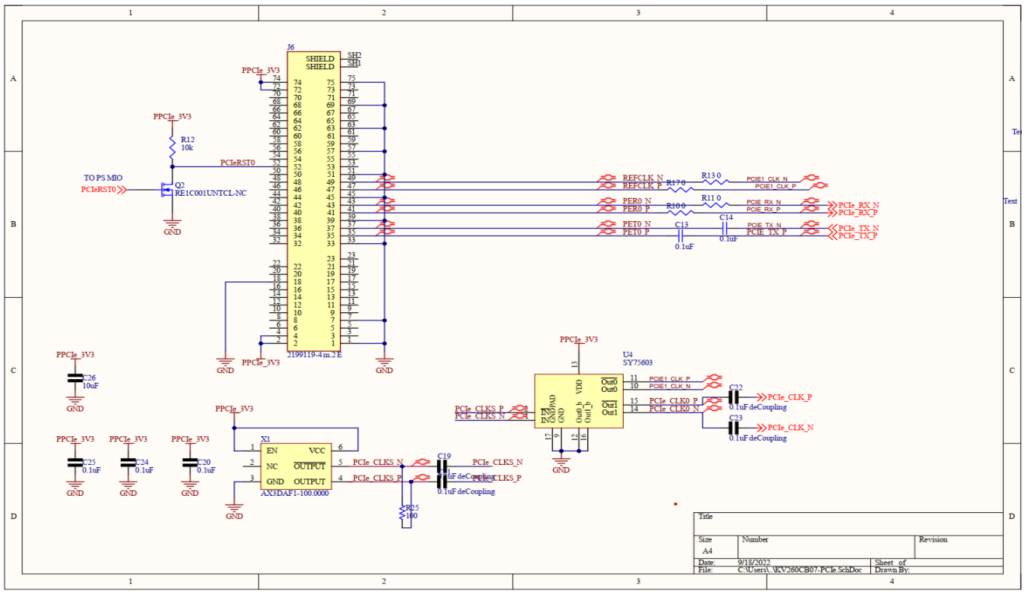
ผลลัพธ์ (Output)

รายการอุปกรณ์ประกอบ PoE Extension Module

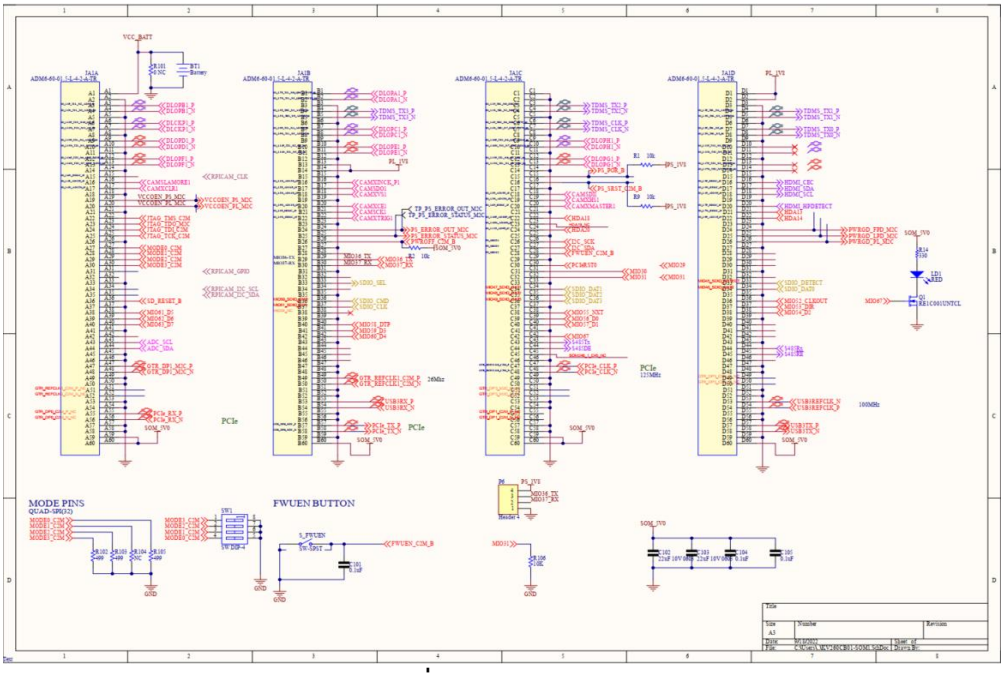
Description	Designator	Footprint	Revision ID	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
WCAP-ASLI Aluminum Electrolytic Capacitor, V-Chip, SMT, D10xH10.5mm, 470uF, 25V	C2, C8	WCAP-ASLI_D10H10.5	CMP-019-000066-2	2	Wurth Electronics	865080457015
WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1812, X7R Class II, 4.7nF, 2000V	C3, C4	WCAP-CSMH_1812_H2	CMP-007-000099-2	2	Wurth Electronics	885342211008
WCAP-CSMH Multilayer Ceramic Chip Capacitor, size 1206, X7R Class II, 10nF, 500V	C5	WCAP-CSMH_1206_H1.25	CMP-007-000063-2	1	Wurth Electronics	885342208009
WCAP-CSGP Multilayer Ceramic Chip Capacitor, General Purpose, size 0603, X7R, 10nF, 50V	C6, C7, C10, C11	WCAP-CSGP_0603_H=0.8mm_Reflow	CMP-01652-4	4	Wurth Electronics	885012206089
EMVE500ADA101MHA0G Cap Aluminum Lytic 100uF 50V 20%(8 X 10mm) SMD 230mA 2000h 105C Automotive T/R	C9	WCAP-ASLL_D8H10.5	CMP-001-00091-2	1	United Chemi-Con	EMVE500ADA101MHA0G
Diode Rectifier Bridge Single 600V 0.8A 4-Pin Case MBS-1 T/R	D1, D3	FP-MBS-1-MFG	CMP-000022-3	2	MCC	MB6S-TP
Diode TVS Single Uni-Dir 58V 400W 2-Pin SMA	D2	FP-SMAJ-MFG	CMP-000235-2	1	Bourns	SMAJ58A
SZ1010 10V/1W, Iz=25mA	D4	DO-214AC_SMA	CMP-639-000001-3	1		
WE-TVSP SMT Power TVS Diode, DO-214AA, 600W, 15VDC, Bidirectional	D5	WE-TVSP_DO-214AA_Bidirectional	CMP-080-000177-2	1	Wurth Electronics	824521151
RB050 Series 3 A 60 V SMT Schottky Barrier Diode - SOD-106	D6	FP-95400-MFG	CMP-639-000019-2	1	Rohm	RB050L-60TE25
MURATA - BLM31PG121SN1L - Ferrite Bead, 1206 [3216 Metric], 120 ohm, 3.5 A, EMIFIL BLM31P Series, 0.02 ohm, ± 25%	FB1, FB2	FP-BLM31-0_2-t1_1-MFG	CMP-000085-2	2	Murata	BLM31PG121SN1L
Single Port Ethernet(PoE+) RJ45 Female Connector with 10/100/1000 Base-T Integrated Magnetics, Green/Yellow LED, Tab Down, RoHS	J1	LPJG0926HENL-Footprint-1	CMP-002-00003-7	1	TE Connectivity	5-2337992-8
Ethernet Single Port Ethernet(NoN PoE) RJ45 Female Connector with 10/100/1000 Base-T Integrated Magnetics, Green/Yellow LED, Tab Down, RoHS	J2	48F-01GY2DPL2NL	CMP-668-000001-3	1	Link-PP	LPJG0801EBNL
WR-TBL Serie 3117 Close Vertical PCB Header, Pluggable, THT, pitch 5mm, 2p	P1, P2	691311700102	CMP-126-000335-2	2	Wurth Electronics	691311700102

Description	Designator	Footprint	Revision ID	Quantity	Manufacturer 1	Manufacturer Part Number 1
WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 6p	P3	61300611121	CMP-148-000153-1	1	Wurth Electronics	61300611121
WR-PHD Pin Header, THT, pitch 2.54mm, Single Row, Vertical, 2p	P4, P5, P6, P7	61300211121	CMP-002-00010-1	4	Wurth Electronics	61300211121
Fairchild FDD6685 P-channel MOSFET Transistor, 11 A, -30 V, 3-Pin TO-252	Q1, Q2	FDD6685	CMP-633-000013-2	2	ON Semiconductor / Fa	FDD6685
RES SMD 100K OHM 1% 1/10W 0603	R1, R2	SMD-0603-RES	CMP-771-000342-3	2	Panasonic	ERJ3EKF1003V
RES SMD 100K OHM 1% 1/10W 0603	R3, R4	SMD-0603-RES	CMP-238-000138-4	2		
MODULE, POE, 802.3AF / AT, 12V, 30W; Processor Type: -; Module Interface: (Not Available)	U1	PEM3012C	CMP-02541-4	1	Infomart	PEM3012C
TEXAS INSTRUMENTS TPD4EUSB30DQAR ESD Protection Device, Array, 8 V, SON, 10 Pins	U2, U3, U4, U5	DQA0010A_V	CMP-000046-4	4	Texas Instruments	TPD4EUSB30DQAR
Vin 24V to 5V 4A 20W DC to DC Converter Module / DC/DC Converter	U6	URB2405LD-20WR3-Footprint-1	CMP-02296-1	1	MORNSUN	URB2405LD-20WR3
URB2405LD-20WR3	Vin 24V to 5V 4A 20W DC to DC	U6	URB2405LD-20WR3-Footprint-1	1	2725-URB2405LD-20WR3-ND	70

FPGA Circuirt



ภาพที่ 3 FPGA Circuirt

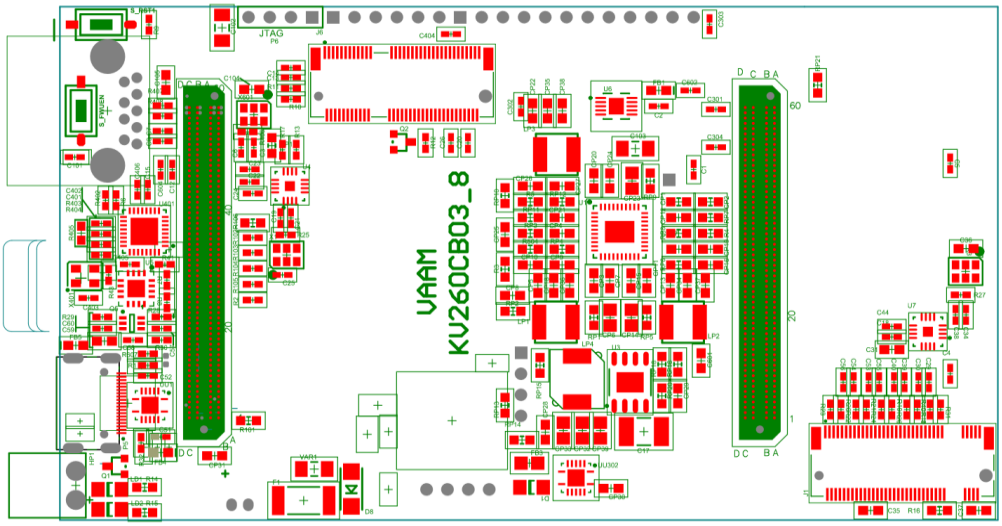


ภาพที่ 4 FPGA Circuirt

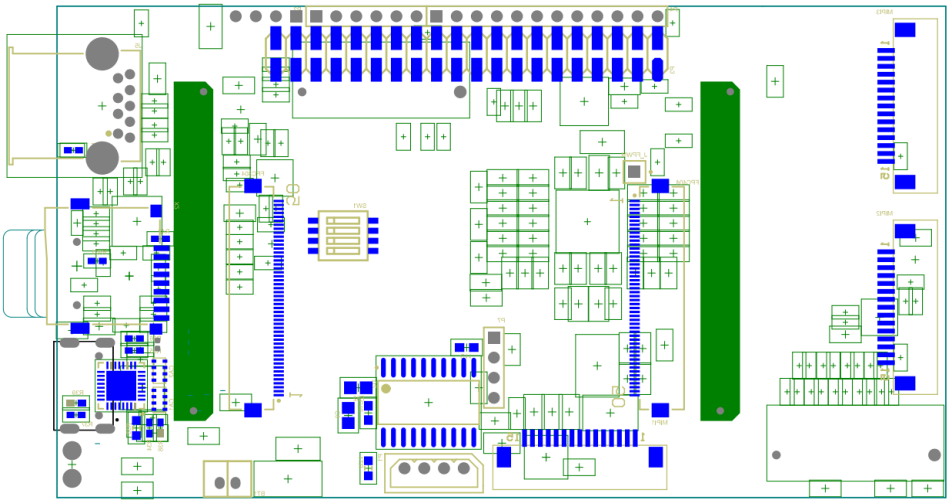
ภาพที่ 3-4 FPGA Circuirt ส่วนการเชื่อมต่อการประมวลผลด้วย Field Programmable Gate Array

ประกอบด้วย

1. mPCIe Interface ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประมวลผล
2. Data Signal ส่วนการเชื่อมต่อสัญญาณประมวลผล
3. Power Source แหล่งพลังงานอุปกรณ์
4. Shield Pinout ช่องทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์
5. SOM Pinout ช่องทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประมวลผล



ผลลัพธ์ (Output)



ผลลัพธ์ (Output)

รายการอุปกรณ์ประกอบ System on Module (SOM)

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
0	Resistor	R16, R17, RP1, RP5, RP9, RP14, RP17, RP21	RESC1608M	Res3, Res	8
0	Resistor	R401, R402, R407, R408	RESC1005M	Res	4
0 Dampling	Resistor	R10, R11, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R26	RESC1005M	Res3	10
0 Jump for USB5V	Resistor	RP13	RESC1608M	Res	1
0 NC	Resistor	R101	RESC1608M	Res	1
0.1uF	Capacitor	C10, C11, C31, C32, C33, C35, C36, C37, C104, C105, C601, CP7, CP15, CP24, CP28, CP30, CP31	CAPC1608M	Cap	17
0.1uF	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C302, C303, C304, C401, C403, C404, C405, C406, C602, C604	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	21
0.1uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model), Capacitor	C18, C19, C21, C22, C23, C34, C38, C44, C46, C48	CAPC1005M	Cap Semi, Cap	10
0.1uF USB-deCoupling	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C3, C6, C7, C8	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	4
0.22uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	C13, C14, C15, C16, C27, C28, C29, C30, C39, C40, C41, C42, C43, C45, C47, C49, C53, C54, C55, C56	CAPC1005M	Cap Semi	20
0.47uF 10v	Cap Cer 470nF 10% 25V X5R 0402	C57, C58	CAPC1005M	CAP_NP	2
0/NC	Resistor	R32	RESC1005M	R	1
0-SEL	Resistor	R34, R37, R38, R39	RESC1005M	Res	4
1.5nF	Capacitor	CP10, CP19, CP27, CP29	CAPC1608M	Cap	4
10	Resistor	R6	RESC1005M	Res	1
100	Resistor	R25, R27	RESC1005M	Res	2
100	Resistor	R406	RESC1005M	Res	1
100k	Resistor	RP2, RP6, RP10, RP15	RESC1608M	Res	4
10K	Resistor	R106	RESC1608M	Res	1
10k	Resistor, Res 10K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R1, R2, R7, R8, R9, R12, R29, R30, R403, R404	RESC1005M	Res, Res3	10
10uF	Cap Cer 10uF 20% 10V X5R 0402	C59	CAPC1608M	CAP_NP	1
10uF	Capacitor	C26	CAPC1005M	Cap	1

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
10uf	Capacitor	CP1, CP2	RESC1608M	Cap	2
110k	Resistor	RP18	RESC1608M	Res	1
12.4k 1%	Resistor	R33	RESC1608M	Res	1
120	Resistor	RT1	RESC1608M	Res	1
1-2199119-5 m.2 M	67 Position Female Connector M.2 _NGFF_ Mini Card Gold 0.020	J1, J2	TE_1-2199119-5	1-2199119-5	2
130k	Resistor	R3	RESC1608M	Res	1
15EDGRC-3.5-02P	Plug-In Terminal Block 2 Pins,Male,300V/8A Pitch 3.5mm	HP1	15EDGRC-3.5-02PS	15EDGRC-3.5-02P	1
16k	Resistor	R4, R504	RESC1608M	Res	2
1k	Res 1K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R28	RESC1005M	RES	1
1nF	Capacitor	CP8, CP16	CAPC1608M	Cap	2
2.2nF	Capacitor	CP9, CP17, CP25, CP26	CAPC1608M	Cap	4
2.2uF	Capacitor	C402	CAPC1005M	Cap	1
20k	Resistor	RP3, RP7, RP16, RP20	RESC1608M	Res	4
2199119-4 m.2 E	CONNECTOR, BACKPLANE, HOUSING, RCPT, 67POS, 2ROW; Connector Type:	J3, J4, J6	TE_2199119-4	2199119-4	3
22uF	Capacitor	C9	CAPC2012M	Cap	1
22uF 10V 0603	Capacitor	C102, C103	CAPC3216M	Cap	2
22uF 10V 0603	Capacitor, GRM188R61A226ME15D	CP6, CP14, CP23, CP32, CP33, CP39	CAPC2012M	Cap	6
22uF 10V 0603	GRM188R61A226ME15D	CP5, CP13, CP18, CP22, CP34, CP35, CP36, CP37, CP38	CAPC1608M	Cap	9
22uf 20v T491B226K020AT	Polarized Capacitor (Radial)	C17	CAPC4532M	Cap Pol1	1
24k	Resistor	R5	RESC1608M	Res	1

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
0	Resistor	R16, R17, RP1, RP5, RP9, RP14, RP17, RP21	RESC1608M	Res3, Res	8
0	Resistor	R401, R402, R407, R408	RESC1005M	Res	4
0 Dampling	Resistor	R10, R11, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R26	RESC1005M	Res3	10
0 Jump for USB5V	Resistor	RP13	RESC1608M	Res	1
0 NC	Resistor	R101	RESC1608M	Res	1
0.1uF	Capacitor	C10, C11, C31, C32, C33, C35, C36, C37, C104, C105, C601, CP7, CP15, CP24, CP28, CP30, CP31	CAPC1608M	Cap	17
0.1uF	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C1, C2, C12, C20, C24, C25, C51, C52, C60, C101, C301, C302, C303, C304, C401, C403, C404, C405, C406, C602, C604	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	21
0.1uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model), Capacitor	C18, C19, C21, C22, C23, C34, C38, C44, C46, C48	CAPC1005M	Cap Semi, Cap	10
0.1uF USB-deCoupling	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C3, C6, C7, C8	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	4
0.22uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	C13, C14, C15, C16, C27, C28, C29, C30, C39, C40, C41, C42, C43, C45, C47, C49, C53, C54, C55, C56	CAPC1005M	Cap Semi	20
0.47uF 10v	Cap Cer 470nF 10% 25V X5R 0402	C57, C58	CAPC1005M	CAP_NP	2
0/NC	Resistor	R32	RESC1005M	R	1
0-SEL	Resistor	R34, R37, R38, R39	RESC1005M	Res	4
1.5nF	Capacitor	CP10, CP19, CP27, CP29	CAPC1608M	Cap	4
10	Resistor	R6	RESC1005M	Res	1
100	Resistor	R25, R27	RESC1005M	Res	2
100	Resistor	R406	RESC1005M	Res	1
100k	Resistor	RP2, RP6, RP10, RP15	RESC1608M	Res	4
10K	Resistor	R106	RESC1608M	Res	1
10k	Resistor, Res 10K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R1, R2, R7, R8, R9, R12, R29, R30, R403, R404	RESC1005M	Res, Res3	10
10uF	Cap Cer 10uF 20% 10V X5R 0402	C59	CAPC1608M	CAP_NP	1
10uF	Capacitor	C26	CAPC1005M	Cap	1

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
10uf	Capacitor	CP1, CP2	RESC1608M	Cap	2
110k	Resistor	RP18	RESC1608M	Res	1
12.4k 1%	Resistor	R33	RESC1608M	Res	1
120	Resistor	RT1	RESC1608M	Res	1
1-2199119-5 m.2 M	67 Position Female Connector M.2 _NGFF_ Mini Card Gold 0.020 _0.50mm_	J1, J2	TE_1-2199119-5	1-2199119-5	2
130k	Resistor	R3	RESC1608M	Res	1
15EDGRC-3.5-02P	Plug-In Terminal Block 2 Pins,Male,300V/8A Pitch 3.5mm	HP1	15EDGRC-3.5-02PS	15EDGRC-3.5-02P	1
16k	Resistor	R4, R504	RESC1608M	Res	2
1k	Res 1K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R28	RESC1005M	RES	1
1nF	Capacitor	CP8, CP16	CAPC1608M	Cap	2
2.2nF	Capacitor	CP9, CP17, CP25, CP26	CAPC1608M	Cap	4
2.2uF	Capacitor	C402	CAPC1005M	Cap	1
20k	Resistor	RP3, RP7, RP16, RP20	RESC1608M	Res	4
2199119-4 m.2 E	CONNECTOR, BACKPLANE, HOUSING, RCPT, 67POS, 2ROW; Connector Type:	J3, J4, J6	TE_2199119-4	2199119-4	3
22uF	Capacitor	C9	CAPC2012M	Cap	1
22uF 10V 0603	Capacitor	C102, C103	CAPC3216M	Cap	2
22uF 10V 0603	Capacitor, GRM188R61A226ME15D	CP6, CP14, CP23, CP32, CP33, CP39	CAPC2012M	Cap	6
22uF 10V 0603	GRM188R61A226ME15D	CP5, CP13, CP18, CP22, CP34, CP35, CP36, CP37, CP38	CAPC1608M	Cap	9
22uf 20v T491B226K020AT	Polarized Capacitor (Radial)	C17	CAPC4532M	Cap Pol1	1
24k	Resistor	R5	RESC1608M	Res	1

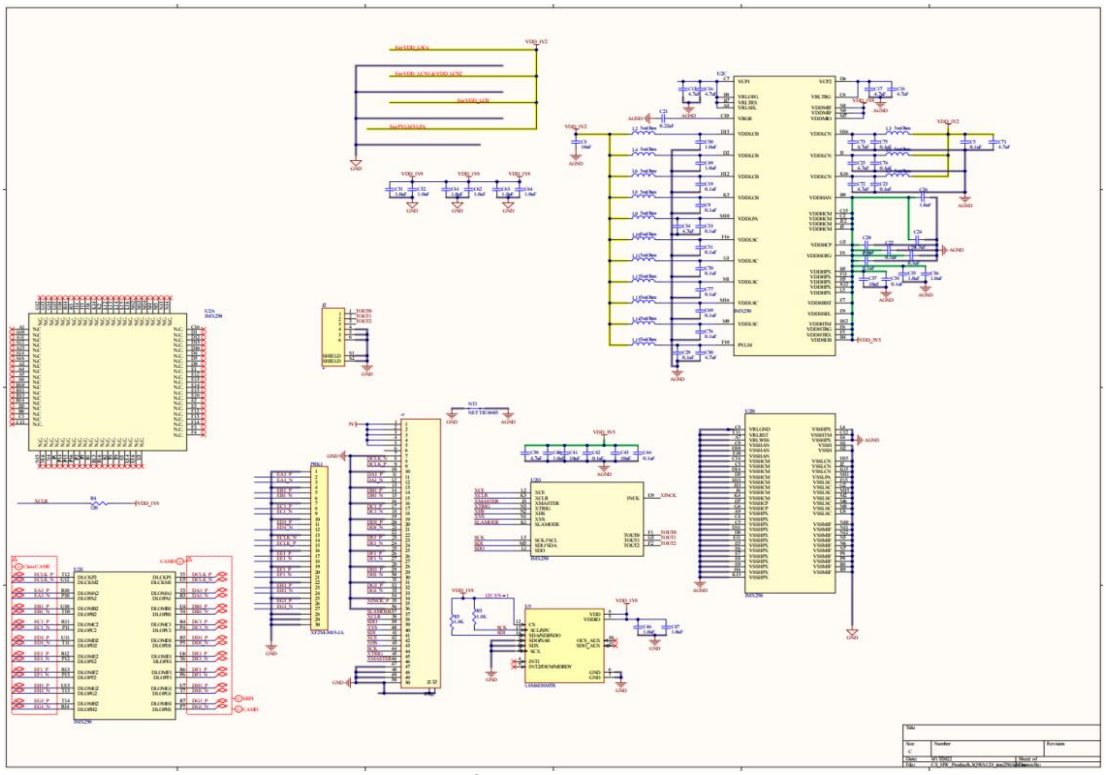
Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
0	Resistor	R16, R17, RP1, RP5, RP9, RP14, RP17, RP21	RESC1608M	Res3, Res	8
0	Resistor	R401, R402, R407, R408	RESC1005M	Res	4
0 Dampling	Resistor	R10, R11, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R26	RESC1005M	Res3	10
0 Jump for USB5V	Resistor	RP13	RESC1608M	Res	1
0 NC	Resistor	R101	RESC1608M	Res	1
0.1uF	Capacitor	C10, C11, C31, C32, C33, C35, C36, C37, C104, C105, C601, CP7, CP15, CP24, CP28, CP30, CP31	CAPC1608M	Cap	17
0.1uF	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C1, C2, C12, C20, C24, C25, C51, C52, C60, C101, C301, C302, C303, C304, C401, C403, C404, C405, C406, C602, C604	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	21
0.1uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model), Capacitor	C18, C19, C21, C22, C23, C34, C38, C44, C46, C48	CAPC1005M	Cap Semi, Cap	10
0.1uF USB-deCoupling	Capacitor, Cap Cer 100nF 10% 25V X5R 0402	C3, C6, C7, C8	CAPC1005M	Cap, CAP_NP	4
0.22uF deCoupling	Capacitor (Semiconductor SIM Model)	C13, C14, C15, C16, C27, C28, C29, C30, C39, C40, C41, C42, C43, C45, C47, C49, C53, C54, C55, C56	CAPC1005M	Cap Semi	20
0.47uF 10v	Cap Cer 470nF 10% 25V X5R 0402	C57, C58	CAPC1005M	CAP_NP	2
0/NC	Resistor	R32	RESC1005M	R	1
0-SEL	Resistor	R34, R37, R38, R39	RESC1005M	Res	4
1.5nF	Capacitor	CP10, CP19, CP27, CP29	CAPC1608M	Cap	4
10	Resistor	R6	RESC1005M	Res	1
100	Resistor	R25, R27	RESC1005M	Res	2
100	Resistor	R406	RESC1005M	Res	1
100k	Resistor	RP2, RP6, RP10, RP15	RESC1608M	Res	4
10K	Resistor	R106	RESC1608M	Res	1
10k	Resistor, Res 10K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R1, R2, R7, R8, R9, R12, R29, R30, R403, R404	RESC1005M	Res, Res3	10
10uF	Cap Cer 10uF 20% 10V X5R 0402	C59	CAPC1608M	CAP_NP	1
10uF	Capacitor	C26	CAPC1005M	Cap	1

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
10uf	Capacitor	CP1, CP2	RESC1608M	Cap	2
110k	Resistor	RP18	RESC1608M	Res	1
12.4k 1%	Resistor	R33	RESC1608M	Res	1
120	Resistor	RT1	RESC1608M	Res	1
1-2199119-5 m.2 M	67 Position Female Connector M.2 _NGFF_ Mini Card Gold 0.020 _0.50mm_	J1, J2	TE_1-2199119-5	1-2199119-5	2
130k	Resistor	R3	RESC1608M	Res	1
15EDGRC-3.5-02P	Plug-In Terminal Block 2 Pins,Male,300V/8A Pitch 3.5mm	HP1	15EDGRC-3.5-02PS	15EDGRC-3.5-02P	1
16k	Resistor	R4, R504	RESC1608M	Res	2
1k	Res 1K 1% 1/16W 100PPM 50V 0402	R28	RESC1005M	RES	1
1nF	Capacitor	CP8, CP16	CAPC1608M	Cap	2
2.2nF	Capacitor	CP9, CP17, CP25, CP26	CAPC1608M	Cap	4
2.2uF	Capacitor	C402	CAPC1005M	Cap	1
20k	Resistor	RP3, RP7, RP16, RP20	RESC1608M	Res	4
2199119-4 m.2 E	CONNECTOR, BACKPLANE, HOUSING, RCPT, 67POS, 2ROW; Connector Type:	J3, J4, J6	TE_2199119-4	2199119-4	3
22uF	Capacitor	C9	CAPC2012M	Cap	1
22uF 10V 0603	Capacitor	C102, C103	CAPC3216M	Cap	2
22uF 10V 0603	Capacitor, GRM188R61A226ME15D	CP6, CP14, CP23, CP32, CP33, CP39	CAPC2012M	Cap	6
22uF 10V 0603	GRM188R61A226ME15D	CP5, CP13, CP18, CP22, CP34, CP35, CP36, CP37, CP38	CAPC1608M	Cap	9
22uf 20v T491B226K020AT	Polarized Capacitor (Radial)	C17	CAPC4532M	Cap Pol1	1
24k	Resistor	R5	RESC1608M	Res	1

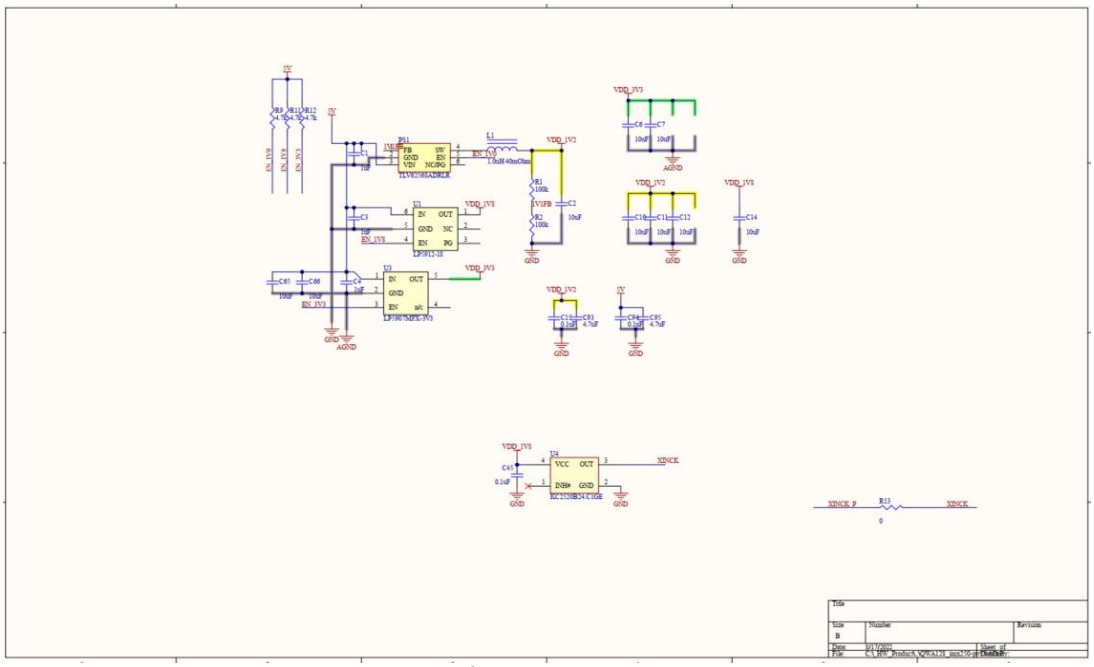
Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
3.3uH 2.4A	Inductor	LP1, LP2, LP3	COIL SMD 5X5	Inductor	3
3.3uH SPM6530T-3R3M	NRS5040T2R2NMGJ	LP4	SPM6530T-3R3M	Inductor	1
330	Fix Res	R14, R15	RESC1608M	R	2
37.5k/36k	Resistor	RP4, RP8, RP12	RESC1608M	Res	3
4.7k	Resistor	R35, R36, R607	RESC1005M	Res	3
47nF	Capacitor	CP3, CP11, CP20	CAPC1608M	Cap	3
499	Resistor	R102, R103, R105	RESC1005M	Res	3
5.1V	Zener Diode	D1	CD3216-1206	D Zener	1
75k	Resistor	RP11	RESC1608M	Res	1
8.06k	Resistor	R405	1608[0603]	Res	1
ADM6-60-01.5-L-4-2-A-TR	Conn Rcpt Male Vert 240 Pos 4x60 0.635mm P Black SMT	JA1, JA2	CON_SAMTEC_ADM6_60_4	SAMTEC-ADx6-60X4	2
ADS1115IDGST	Integrated Circuit	U6	QFN50P305X305X80-10M	ADS1115IDGST	1
AX3DAF1-100.0000	Standard Clock Oscillators 186fs 125.00MHZ LVDS XO	X1, X3, X601	AX3DAF1	AX3DAF1-125.0000	3
Battery	Multicell Battery	BT1	CONT2MM 1X2 wafer	Battery	1
BD9C601EFJ-E2		U3	SOP127P650X265_HS-9N	BD9C301FJe2	1
C Array		CA1, CA2	R0603ARRAY4	CPACK_4	2
Diode	Default Diode	D8	Diode-214	Diode	1
ECS-3225Q-18-240-DP-TR	Oscillators 24.576MHz ±20ppm SMD3225-4P 3.3V 20mA ROHS	X401	OSC3225	S3D24.576000B20F30T	1
HDMI_MINI	806-KMDMIX-P-G MOUSER	P5	HDMI_MINI_SMD	HDMI_MINI	1
Header 12	Header, 12-Pin	P4	HDR1X12	Header 12	1
Header 20X2 CH81402M101-00	Header, 20-Pin, Dual row	P3	HEADER 20X2 SMD BARE	Header 20X2	1
Header 4	Header, 4-Pin	P1	Molex 22-03-5045	Header 4	1
Header 4	Header, 4-Pin	P6, P7	HDR1X4	Header 4	2
Header 6	Header, 6-Pin	P2	HDR1X6	Header 6	1

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
Isolator		U2	SOIC127P1040X265-20N	ADM2587	1
LMK00306		U7	QFN50P605X605X80_HS-37N	LMK00306	1
MAX13035EETE+T	1.62V~3.2V Open Drain, Push-pull 2.2V~3.6V -40°C~+85°C Bi-Directional	U5	QFN16_4x4mm	MAX13035EETE+T	1
MINISMDC150F/24-2	Fuse	F1	RESC6332M	Fuse 1	1
MMZ1608B301C	MMZ1608B301C	FB1	INDC1608M	MMZ1608B301C	1
MPZ2012S101AT	MMZ1608B301C	FB2, FB3	INDC2012M	MMZ1608B301C	2
MPZ2012S101AT	MMZ1608B301C	FB4, FB5	INDC1608M	MMZ1608B301C	2
NC	Capacitor	CP4, CP12, CP21	CAPC1608M	Cap	3
NC	Resistor	R104	RESC1005M	Res	1
PTN3366BS			QFN50P538X538X80_HS-33N	PTN3366BS	1
RE1C001UNTCL	N-Channel MOSFET	Q1, Q2	smdsot23-fet	MOSFET-N	2
RED	Typical RED GaAs LED	LD1, LD2	CD3216-1206	LED1	2
Socket	Socket	J_FPWM	PIN1	Socket	1
Socket_Mini		TP_PS_ERROR_OUT_M2C, TP_PS_ERROR_STATUS_M2C	Socket12	Socket_Mini	2
SSM6L09FU		Q5	sot23-6	SSM6L09FU	1
SW DIP-4	DIP Switch, 4 Position, SPST	SW1	DIP-SW-127-4	SW DIP-4	1
SW-SPST	Single-Pole, Single-Throw Switch	S_FWUEN, S_RST1	SWITCH 4 SMD	SW-SPST	2
SY75603		U4	QFN50P325X325X80-16N	SY75603	1
TFP-09-2-12B	SD Card TFP-09-2-12B	X2	TFP-09-2-12B	TFP-09-2-12B	1
TPS65288RHATCT-ND	4.5-V to 18-V Input, High Current, Synchronous Step Down Three DC-DC	U1	VQFN-40	TPS65288	1
TXS0104ERGYR	4-BIT BIDIRECTIONAL VOLTAGE-LEVEL TRANSLATOR WITH AUTO-DIRECTION	UU1, UU302	S-PVQFN-N14	TXS0104ERGYR	2
USB1075-XX-X-X_revE	USB 3.0 Receptecal, Type A, 9 Pin, Through Hole, Horizontal, Top Mount,	J5	USB1075-XX-X-X_revE	USB1075-XX-X-X_revE	1
USB3320C-EZK	Transceiver USB 2.0 1/1 QFN-32_5x5x05P USB ICs ROHS	U401	32M1-A_N	USB3320C-EZK	1
VJ20M00250KBA	Varistor (Voltage-Sensitive Resistor)	VAR1	RESC3216M	Res Varistor	1
WE-ZIF Connector WR-FPC 68611514422	WR-FPC 1.00mm SMT ZIF Horizontal Bottom Contact	FPC301	68611514422	WE-ZIF Connector WR-FPC 68611514422	1
WE-ZIF Connector WR-FPC 68715014522	WR-FPC 0.50mm SMT ZIF Horizontal Bottom Contact	FPC304, FPC404	FFC/SM0.5-2H50	WE-ZIF Connector WR-FPC 68715014522	2

Polarization Image Sensor Circuirt



ภาพที่ 5 FPGA Circuirt

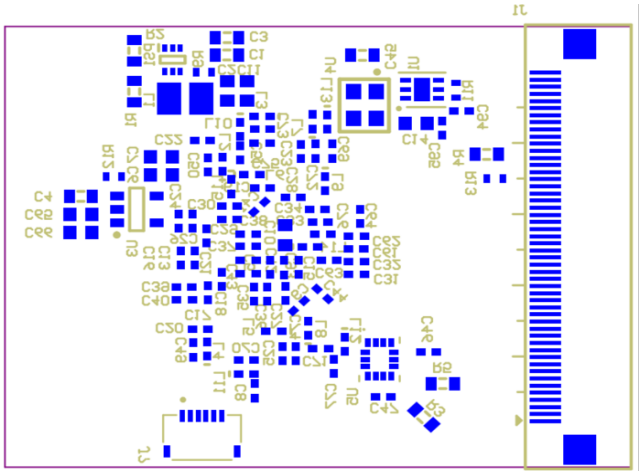


ภาพที่ 6 FPGA Circuirt

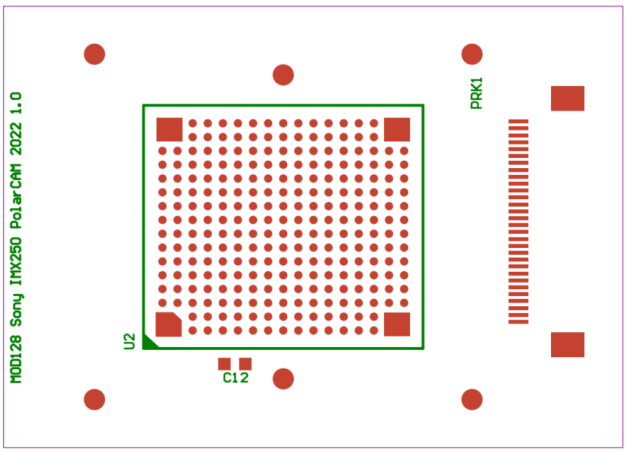
ภาพที่ 5-6 FPGA Circuirt ส่วนการเชื่อมต่อการประมวลผลด้วย Field Programmable Gate Array

ประกอบด้วย

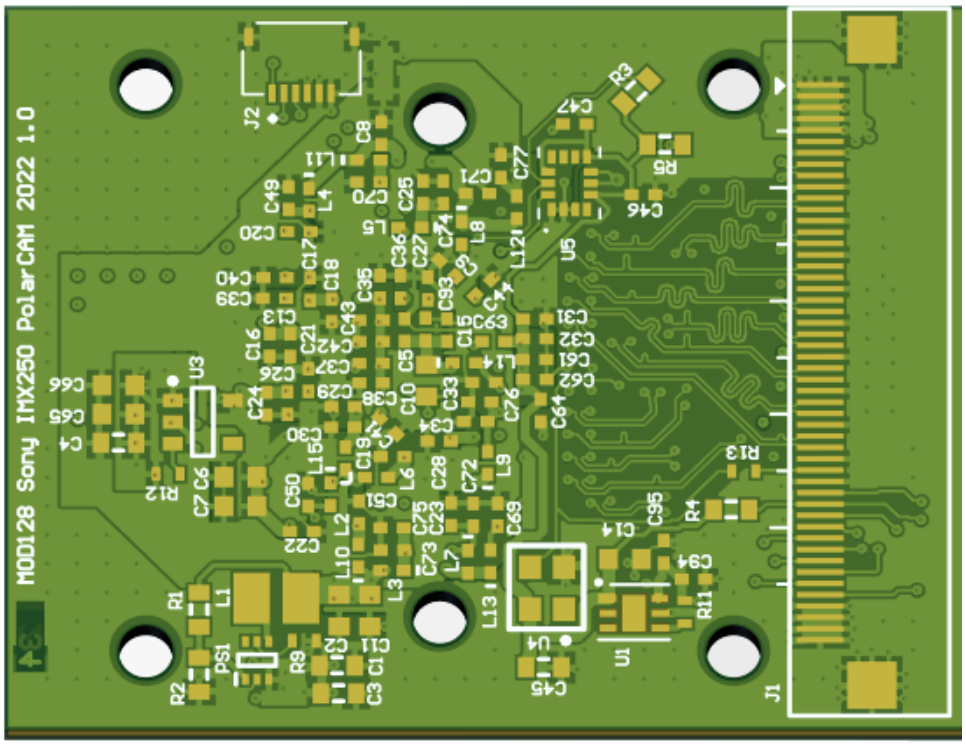
1. Sensor Interface ส่วนการเชื่อมต่ออุปกรณ์ประมวลผลกล้อง
2. Sensor Processing ส่วนการประมวลผลกล้อง
3. Power Source แหล่งพลังงานอุปกรณ์
4. Shield Pinout ช่องทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์
5. Data Signal ส่วนการส่งผ่านข้อมูล



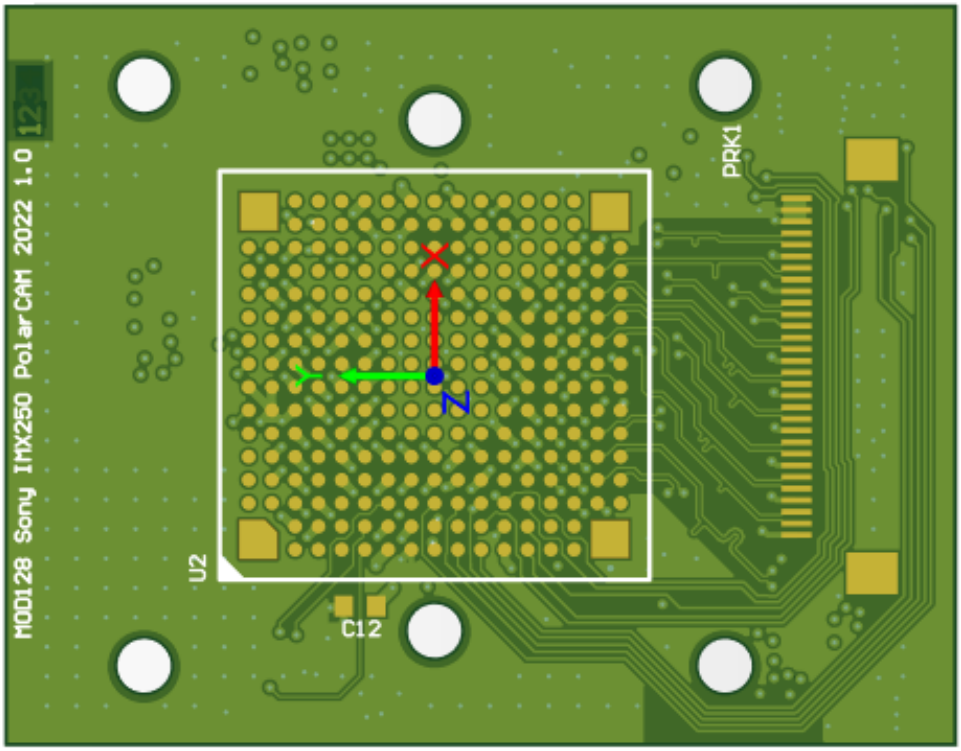
ผลลัพธ์ (Output)



ผลลัพธ์ (Output)

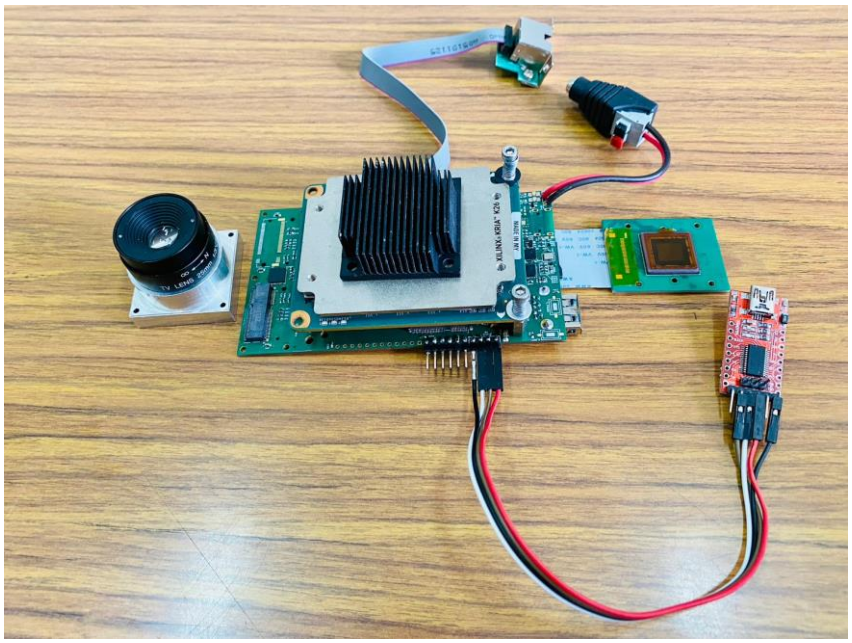


ผลลัพธ์ (Output)



ผลลัพธ์ (Output)

ตัวอย่าง อุปกรณ์กล้องต้นแบบ แบบที่ 3



รายการอุปกรณ์ประกอบ Polarization Camera

Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
J2	*	BottomLayer	TE_2328702-6	-13.3413mm	5.8768mm	90.00	8 Position FPC Connector Contacts, Top and Bottom 0.020 _0.50mm_ Surface Mount, Right Angle
L15	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	4.0123mm	4.0092mm	180.00	BLM15BB050SH1D
L14	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-0.2041mm	-1.0454mm	270.00	BLM15BB050SH1D
L13	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	8.5589mm	-2.1630mm	180.00	BLM15BB050SH1D
L12	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-7.0621mm	-3.2806mm	180.00	BLM15BB050SH1D
L11	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-9.1469mm	3.0187mm	270.00	BLM15BB050SH1D
L10	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	8.3145mm	3.4669mm	180.00	BLM15BB050SH1D
L9	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	4.2155mm	-2.0360mm	180.00	BLM15BB050SH1D
L8	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-5.9279mm	-0.9282mm	0.00	BLM15BB050SH1D
L7	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	8.5763mm	-1.1978mm	0.00	BLM15BB050SH1D
L6	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	4.8505mm	2.6884mm	270.00	BLM15BB050SH1D
L5	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-6.1731mm	1.2660mm	90.00	BLM15BB050SH1D
L4	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	-7.3923mm	5.5586mm	0.00	BLM15BB050SH1D
L3	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	8.9653mm	2.0280mm	90.00	BLM15BB050SH1D

Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
C45	Cap	BottomLayer	J1-0603	13.2325mm	-4.4236mm	270.00	Capacitor
U4	KC2520B24.C1GE	BottomLayer	KC2520B-C1	9.7421mm	-4.5644mm	180.00	
C46	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-7.6209mm	-8.6654mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C47	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-10.7451mm	-5.7444mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
R3		BottomLayer	J1-0603	-12.1929mm	-8.3606mm	225.00	Resistor
R5		BottomLayer	J1-0603	-9.8307mm	-9.5798mm	270.00	Resistor
U5	LSM6DSMTR	BottomLayer	PQFN50P300X250X86-14N	-8.1289mm	-5.5158mm	180.00	Accelerometer, Gyroscope, Temperature, 6 Axis Sensor I??C, SPI Output

Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
L2	BLM15BB050SH1D	BottomLayer	0402-A	5.5947mm	4.6500mm	0.00	BLM15BB050SH1D
PRK1	XF2M-3015-1A	TopLayer	XF2M-3015-1A	0.4029mm	-17.1992mm	180.00	XF2M-2415-1A
C18	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-2.5155mm	4.5934mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C20	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-5.9953mm	5.9904mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C21	Cap Semi	BottomLayer	402.00	0.5579mm	5.5840mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C2	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	10.7321mm	4.2773mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C5	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.6519mm	1.4946mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C6	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	4.8357mm	8.4796mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C7	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	6.1205mm	8.4796mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C14	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	8.4573mm	-7.8780mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
C10	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	0.5833mm	0.5548mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C11	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	10.7321mm	2.9773mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C12	Cap Semi	TopLayer	1608[0603]	-9.9069mm	3.2070mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C4	Cap Semi	BottomLayer	J1-0603	3.3265mm	13.6612mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C17	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.4553mm	5.5078mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
R9		BottomLayer	0402_070	12.0641mm	5.7618mm	90.00	Resistor
R11		BottomLayer	0402_070	10.7941mm	-10.4180mm	0.00	Resistor
R12		BottomLayer	0402_070	4.6981mm	11.5530mm	270.00	Resistor
U1	LP5912-18	BottomLayer	WSON-6-PAD_1	10.8449mm	-8.2590mm	0.00	
U3	LP5907MFX-3V3	BottomLayer	SOT95P245X110-5N	2.4121mm	10.0798mm	270.00	
C16	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-0.9915mm	7.2350mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C1	Cap Semi	BottomLayer	J1-0603	13.1564mm	4.3649mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C24	Cap Semi	BottomLayer	402.00	1.5993mm	7.3620mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
R13		BottomLayer	0402_070	4.5711mm	-12.9326mm	90.00	Resistor
C26	Cap Semi	BottomLayer	402.00	1.5739mm	6.4730mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C30	Cap Semi	BottomLayer	402.00	2.6407mm	4.1188mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C31	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-2.1376mm	-4.0411mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)

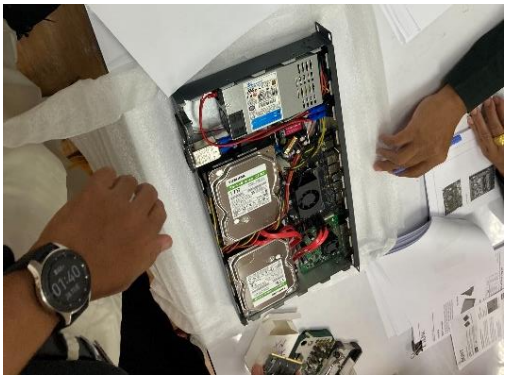
Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
C32	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.2670mm	-4.0411mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
J1	FPC50P	BottomLayer	FPC50P-0D5	-0.2225mm	-17.2836mm	270.00	
L1	LQM21PN2R2NGCDCD	BottomLayer	INDM2520X10N	10.1845mm	6.9556mm	270.00	Magnetic-Core Inductor
C27	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.4807mm	0.5040mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C28	Cap Semi	BottomLayer	402.00	3.2503mm	0.0214mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C29	Cap Semi	BottomLayer	402.00	1.7263mm	4.1108mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C3	Cap Semi	BottomLayer	J1-0603	14.3843mm	4.3021mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
PS1	TLV62568ADRLR	BottomLayer	SOTFL50P160X60-6N	12.9277mm	7.7684mm	180.00	Power Supply
C22	Cap Semi	BottomLayer	402.00	7.2381mm	5.8634mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C23	Cap Semi	BottomLayer	402.00	6.4761mm	-0.4866mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
R1		BottomLayer	J1-0603	10.6925mm	10.2322mm	0.00	Resistor
Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
R2		BottomLayer	J1-0603	13.5627mm	10.2322mm	0.00	Resistor
C36	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.5569mm	1.6724mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C38	Cap Semi	BottomLayer	402.00	0.6849mm	2.9170mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C43	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-2.0837mm	2.9170mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C41	Cap Semi	BottomLayer	402.00	2.5817mm	2.2033mm	315.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C35	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.5569mm	2.5360mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C44	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.5315mm	-1.8582mm	225.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C34	Cap Semi	BottomLayer	402.00	2.3867mm	-1.5280mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C37	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-0.1787mm	2.9170mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C40	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.9633mm	7.0064mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C33	Cap Semi	BottomLayer	402.00	1.5231mm	-1.7058mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C42	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.1439mm	2.9170mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C39	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-3.0489mm	7.0318mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
R4		BottomLayer	J1-0603	6.2729mm	-12.3992mm	270.00	Resistor

Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
C49	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-7.4685mm	6.4222mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C50	Cap Semi	BottomLayer	402.00	5.6245mm	5.5960mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C51	Cap Semi	BottomLayer	402.00	6.3999mm	3.4250mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C61	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-0.3495mm	-4.0307mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C62	Cap Semi	BottomLayer	402.00	0.5315mm	-4.0463mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C63	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.1439mm	-2.2900mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C64	Cap Semi	BottomLayer	402.00	1.9041mm	-4.2966mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C65	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	2.0565mm	13.6612mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C66	Cap Semi	BottomLayer	1608[0603]	0.7865mm	13.6612mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C25	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-7.7225mm	0.7072mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C69	Cap Semi	BottomLayer	402.00	6.5011mm	-2.4678mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C70	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-8.1797mm	3.0186mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
Designator	Comment	Layer	Footprint	Center-X(mm)	Center-Y(mm)	Rotation	Description
C71	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-7.6755mm	-1.6040mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C72	Cap Semi	BottomLayer	402.00	6.5011mm	-1.4284mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C73	Cap Semi	BottomLayer	402.00	8.0623mm	2.0070mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C74	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-7.7225mm	-0.1564mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C75	Cap Semi	BottomLayer	402.00	7.0741mm	2.0239mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C76	Cap Semi	BottomLayer	402.00	0.6595mm	-1.8836mm	270.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C77	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-8.8755mm	-2.6040mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C15	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.6519mm	-0.3128mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C93	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-1.6773mm	0.6056mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C94	Cap Semi	BottomLayer	402.00	9.3463mm	-10.7990mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C95	Cap Semi	BottomLayer	402.00	8.1372mm	-9.5261mm	0.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
U2	IMX250	TopLayer	IMX250	0.0245mm	-0.0040mm	90.00	IMX250
C8	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-10.3307mm	2.4852mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C9	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-4.3697mm	-0.3342mm	315.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C13	Cap Semi	BottomLayer	402.00	-0.9842mm	6.3568mm	180.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)
C19	Cap Semi	BottomLayer	402.00	3.9361mm	2.0026mm	90.00	Capacitor (Semiconductor SIM Model)

ภาคผนวก ง

เครื่องบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบเครือข่าย (NVR)

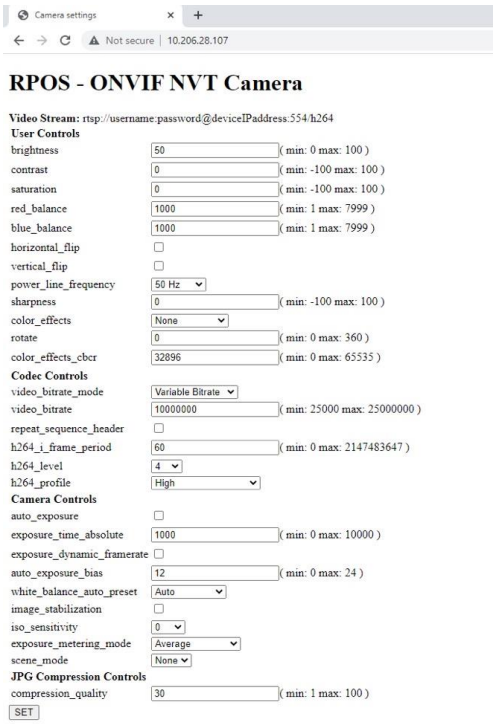
CAM#1
CAM#1
CAM#1
CAM#1
LAN to Host
HDMI
USB 3.0
AI NVR
ON/OFF

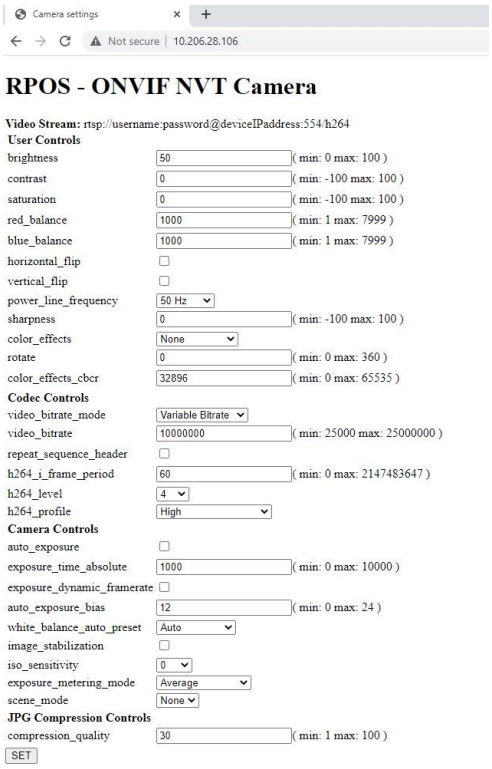


ภาคผนวก จ

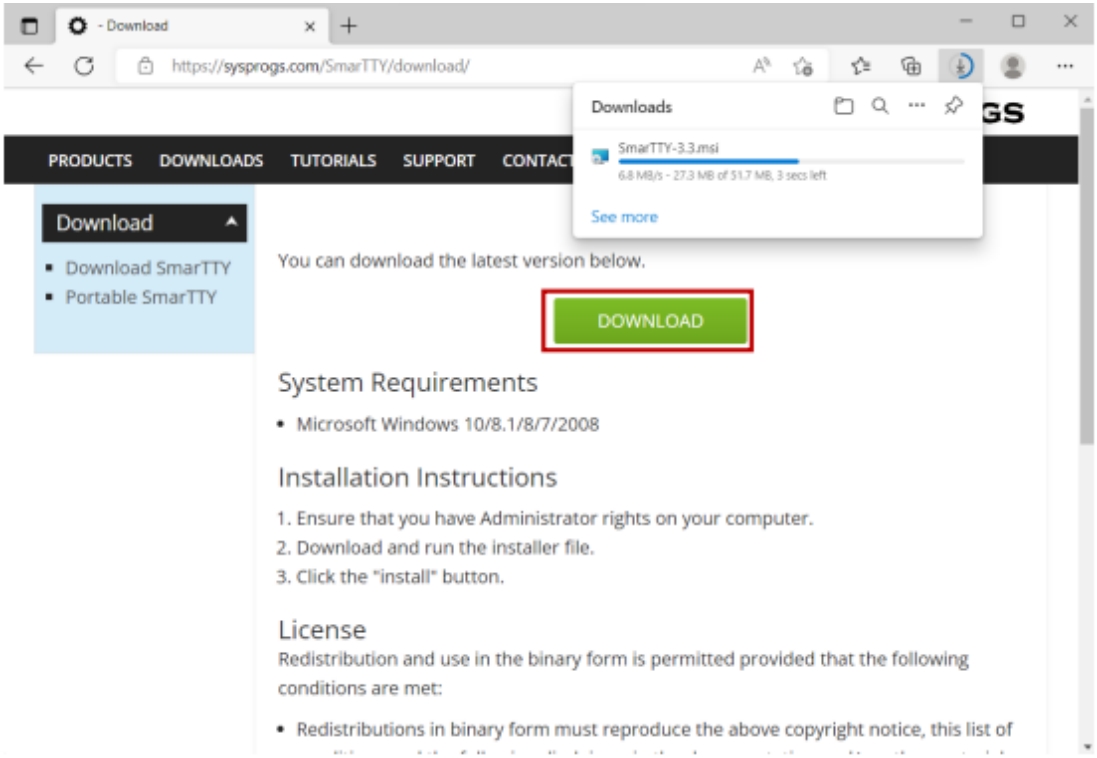
หน้าการใช้งานซอฟต์แวร์และเทรนนิ่งดาต้า

1. **การตั้งกล้อง CCTV**

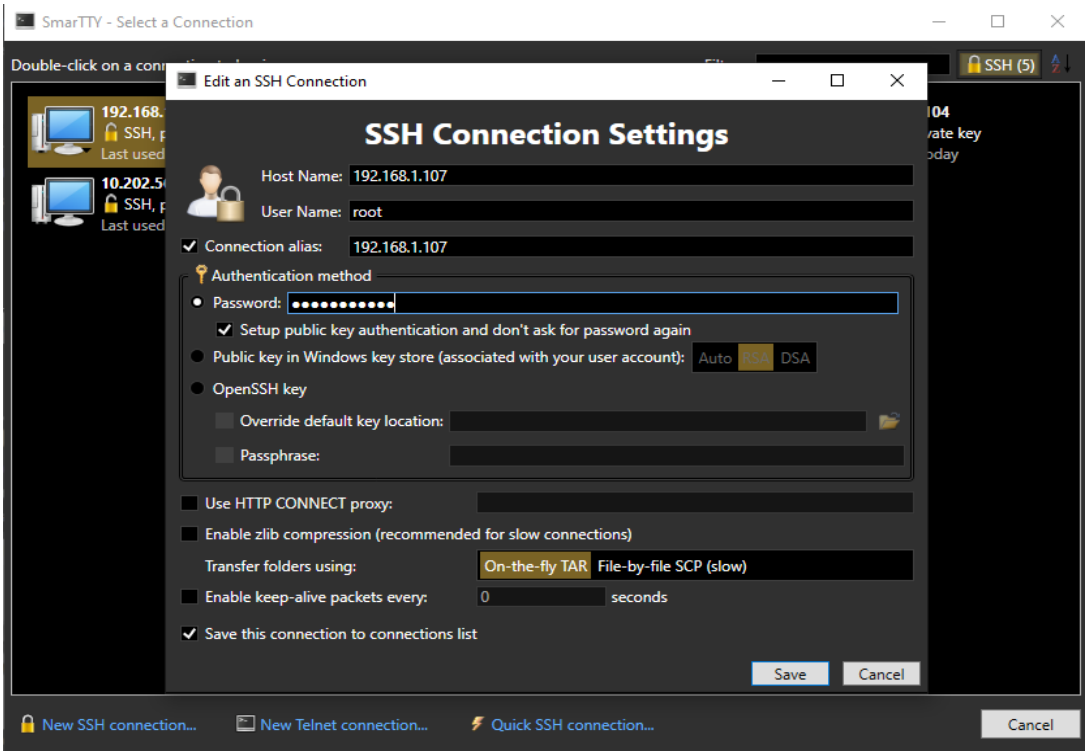


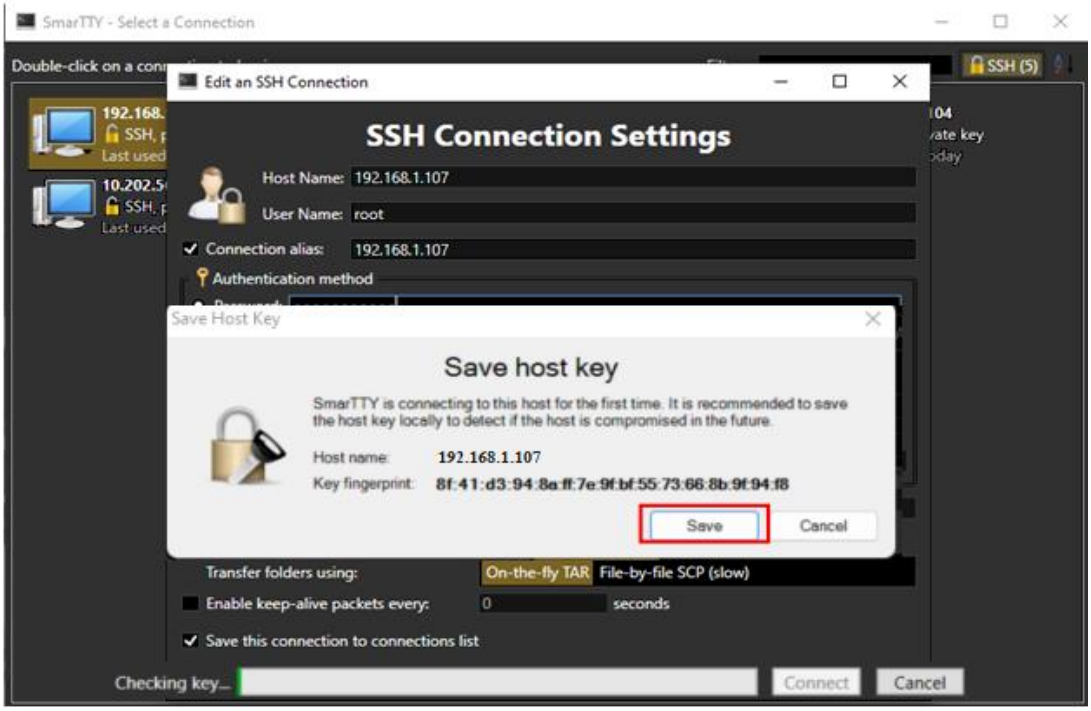


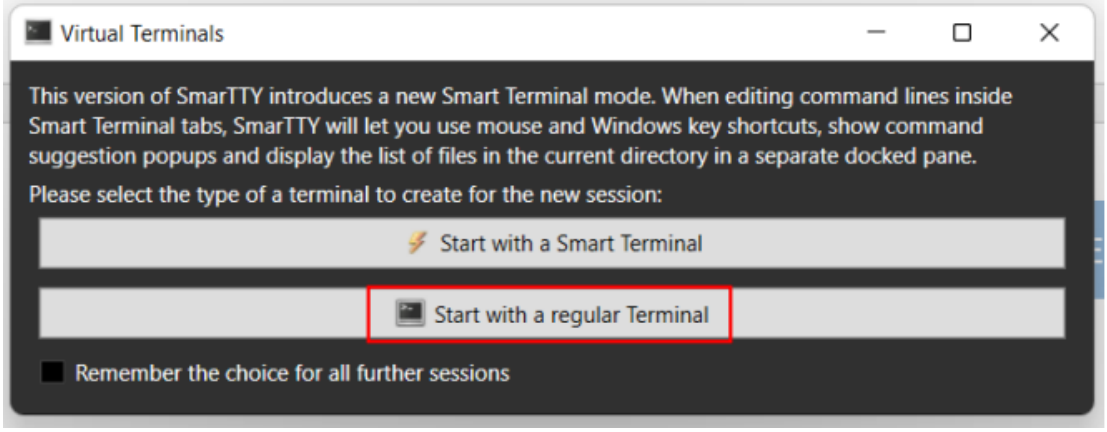
ขั้นตอนการ Fix IP Address and Rename to RedEYE Camera



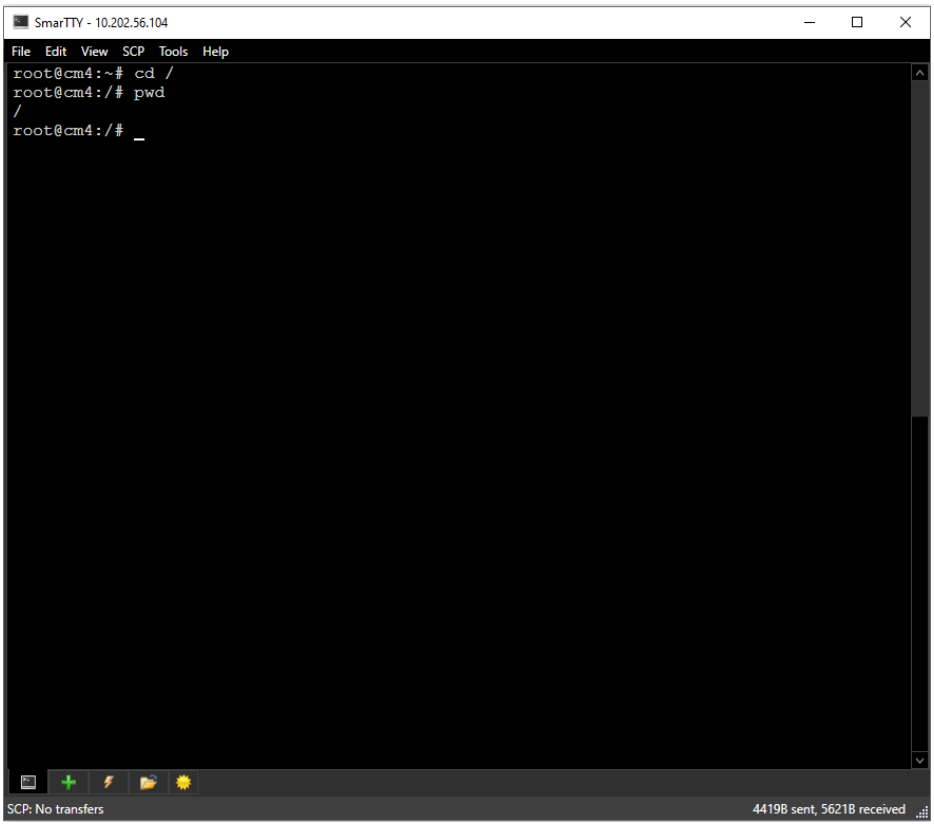
เปิดโปรแกรม SmarTTY เพื่อทารเข้าไป Config ค่าต่างภายในตัวกล้อง




SmarTTY - Select a Connection
Double-click on a conn
SSH (5)
Edit an SSH Connection
SSH Connection Settings
Host Name: 192.168.1.107
User Name: root
Connection alias: 192.168.1.107
Authentication method
Save Host Key
Save host key
SmarTTY is connecting to this host for the first time. It is recommended to save the host key locally to detect if the host is compromised in the future.
Host name: 192.168.1.107
Key fingerprint: 8f:41:d3:94:8a:ff:7e:9f:bf:55:73:66:8b:9f:94:f8
Save
Cancel
Transfer folders using:
On-the-fly TAR
File-by-file SCP (slow)
Enable keep-alive packets every:
0
seconds
Save this connection to connections list
Checking key...
Connect
Cancel

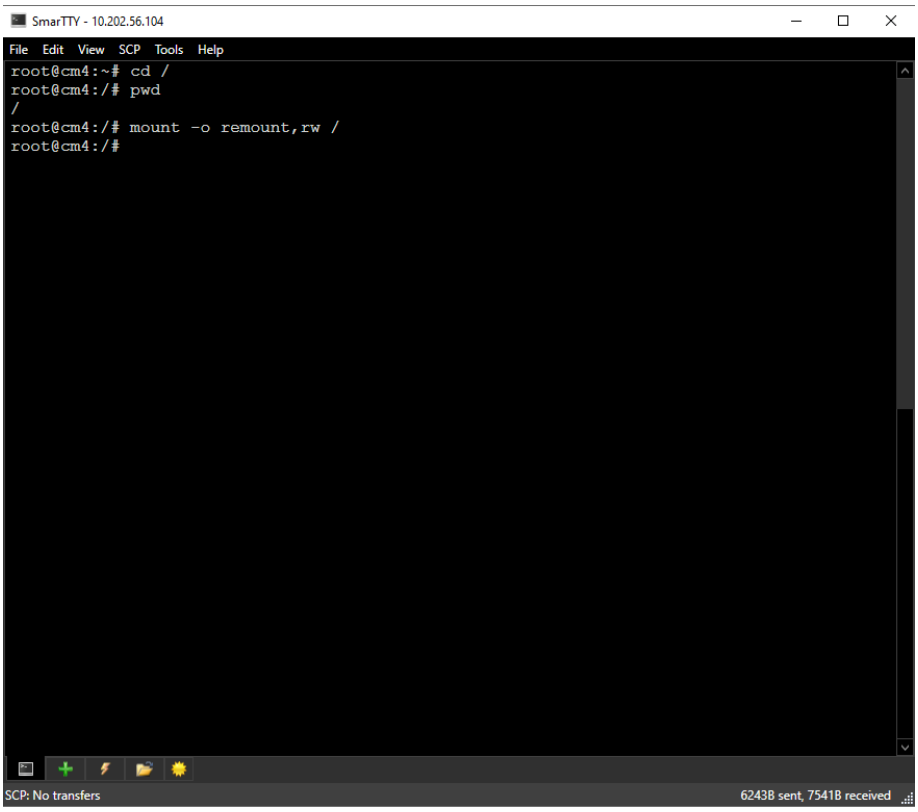


3. ป้อนคำสั่ง cd / เพื่อย้ายผู้ใช้ไปยังหัวไดเร็กทอรีและ ป้อน pwd เพื่อแสดงไดเร็กทอรีการทำงานปัจจุบัน โดยสังเกตว่าไดเร็กทอรีการทำงาน ปัจจุบันต้องเป็น “/ “ ดังภาพตัวอย่างด้านล่าง



4. ปิดใช้งานการเข้าถึงไดเร็กทอรีแบบอ่าน/เขียน ชั่วคราว เพื่อให้สามารถอัปโหลดโค้ด python สำหรับใช้ทดสอบการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ลง ไปยัง Image OS ของ Raspberry Pi ได้ โดยป้อนคำสั่งดังต่อไปนี้และกด Enter

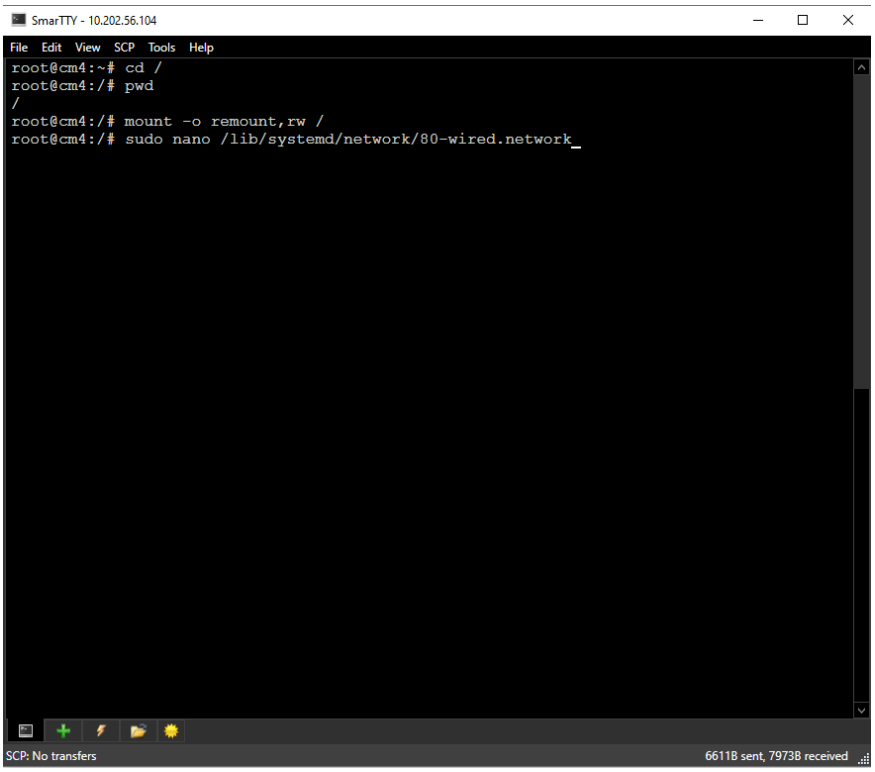
   mount -o remount,rw /

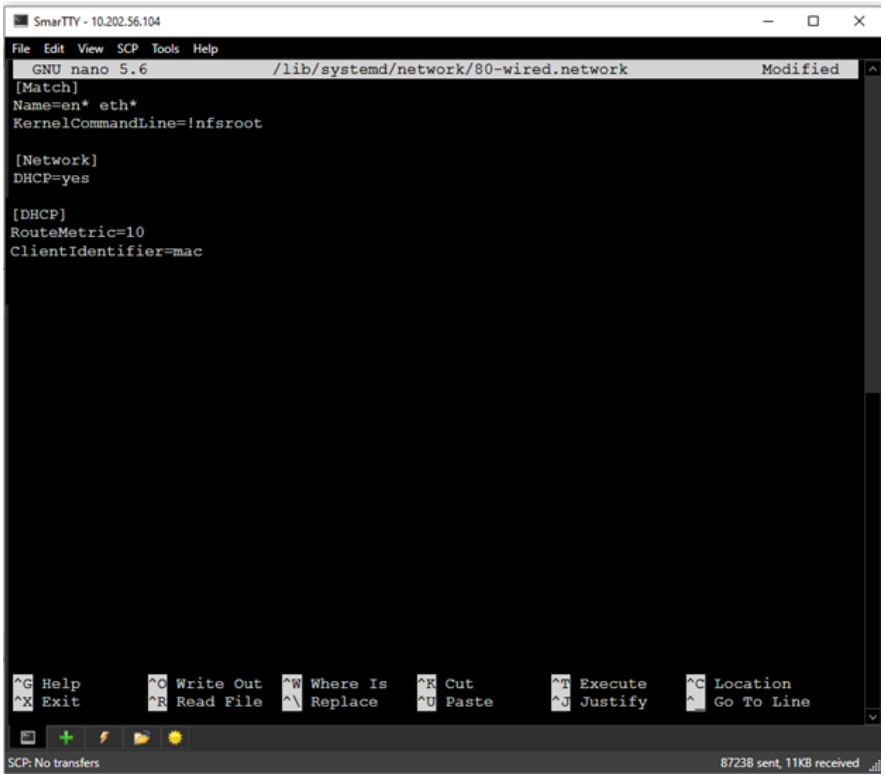


5. ป้อนคำสั่ง

sudo nano /lib/systemd/network/80-wired.network และ กด Enter

จะได้ข้อมูลลักษณะดังภาพด้านล่าง



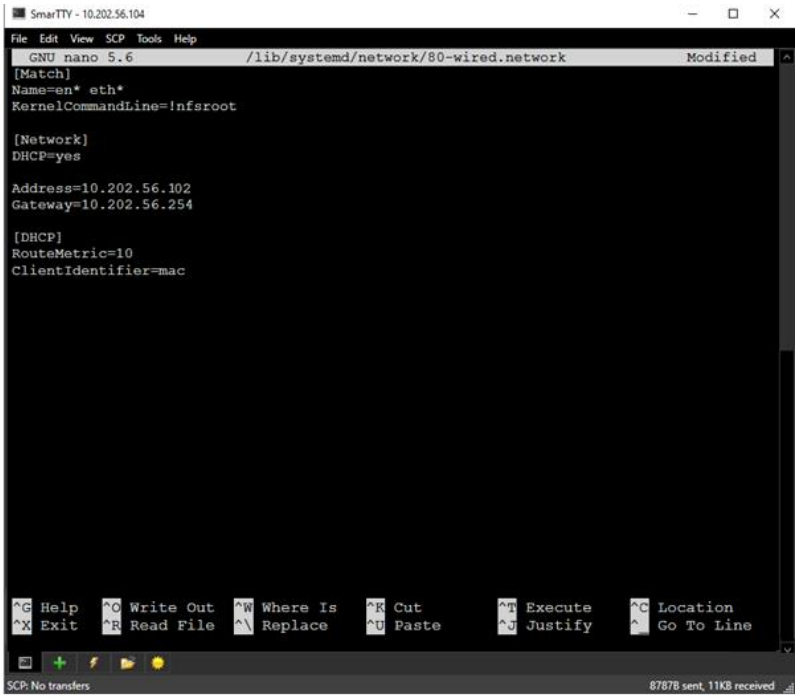


6. จากนั้นทำการแก้ไขโปรโค้ดโปรแกรม โดยการเพิ่มข้อมูลดังต่อไปนี้ ดังต่อไปนี้ ตัวอย่าง เช่น

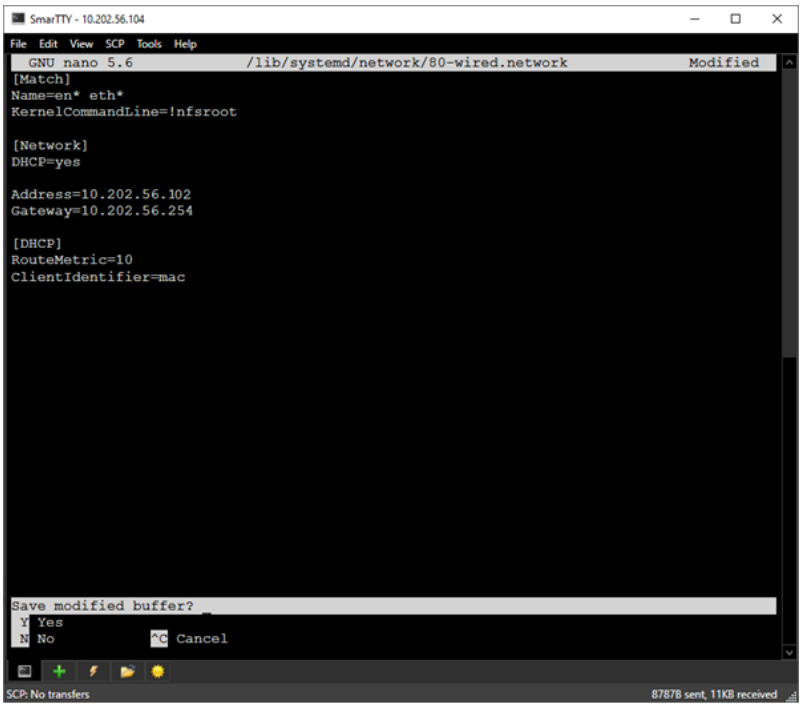
   Address=10.202.56.102

   Gateway=10.202.56.254

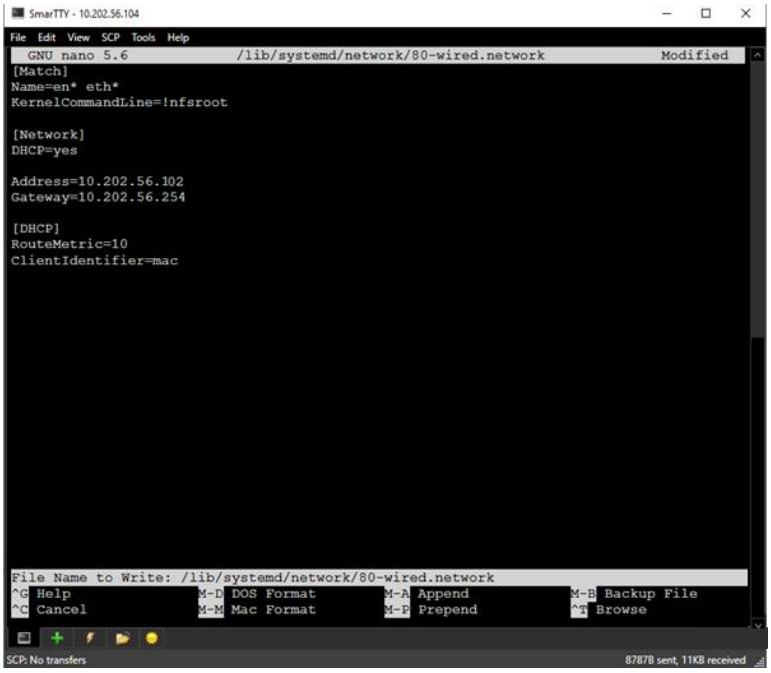
   ดังภาพด้านล่าง



เมื่อทำการแก้ไขเสร็จให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “CTRL” + “X” เพื่อออกจากหน้าต่างการแก้ไข จากนั้นจะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

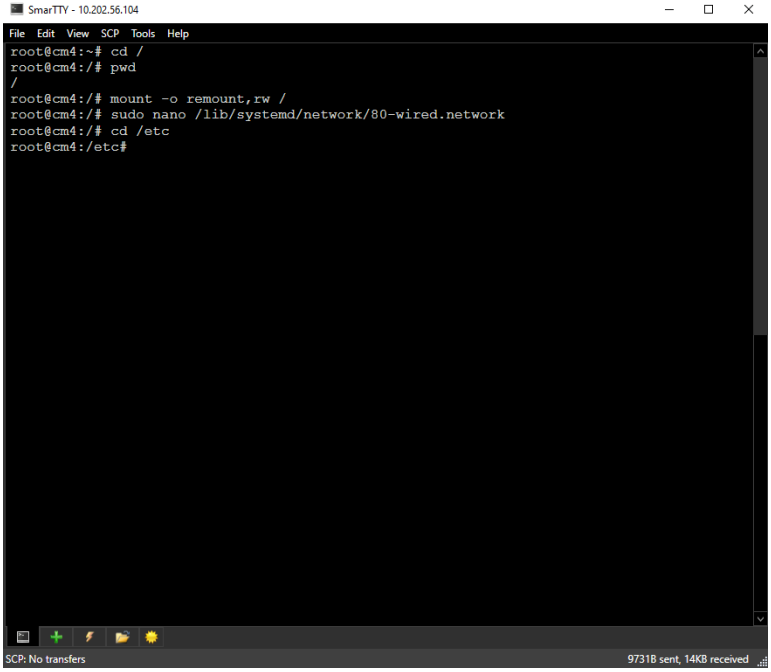


และให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “Y” เพื่อเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง จะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

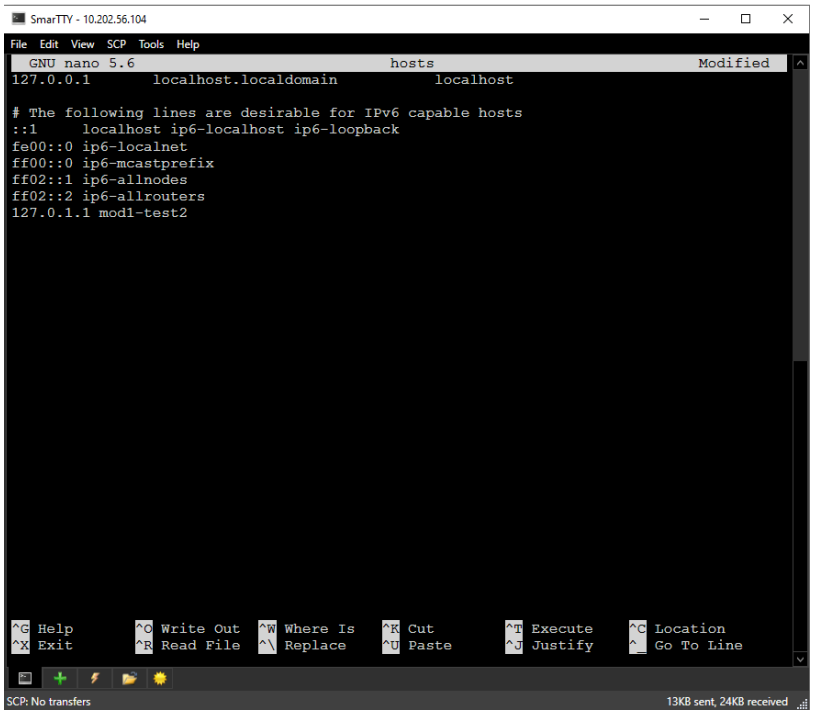


จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อเขียนข้อมูลที่แก้ไขลงการตั้งค่าเครื่อง

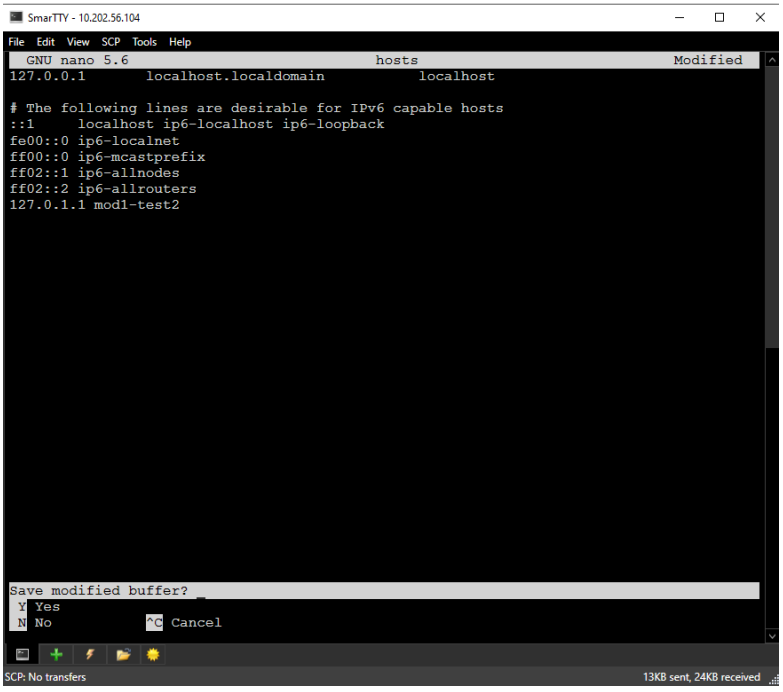
7. เปลี่ยนชื่อกล้อง ป้อนคำสั่ง cd /etc เพื่อย้ายผู้ใช้ไปยังไดเรกทอรี เพื่อแสดงไดเรกทอรีการทำงานปัจจุบัน โดยสังเกตว่าไดเรกทอรีการทำงาน ปัจจุบันต้องเป็น “/etc“ ดังภาพตัวอย่างด้านล่าง



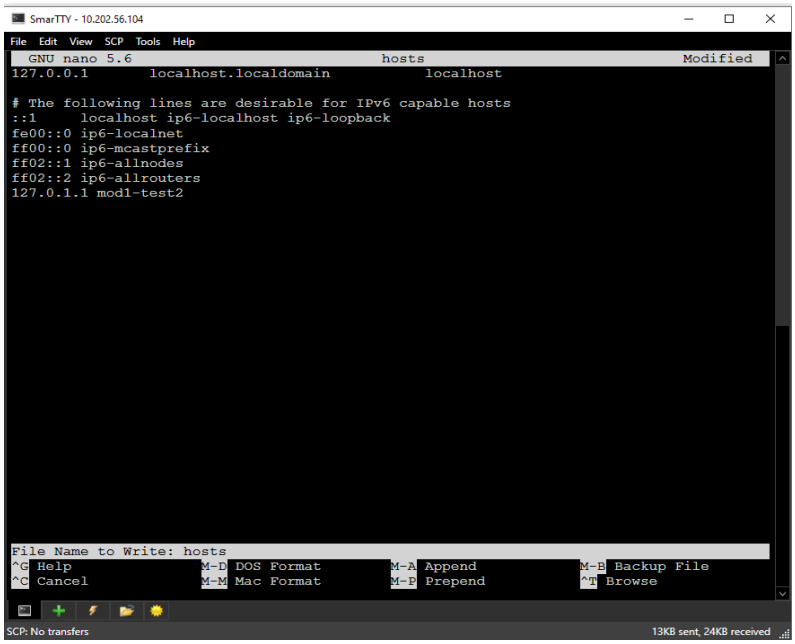
8. ป้อนคำสั่ง nano hosts จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อเปลี่ยนชื่อกล้อง จากนั้นแก้ไขชื่อกล้อง ตัวอย่าง เช่น mod1-test2 จะแสดงดังภาพตัวอย่างด้านล่าง



เมื่อทำการแก้ไขเสร็จให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “CTRL” + “X” เพื่อออกจากหน้าต่างการแก้ไข จากนั้นจะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

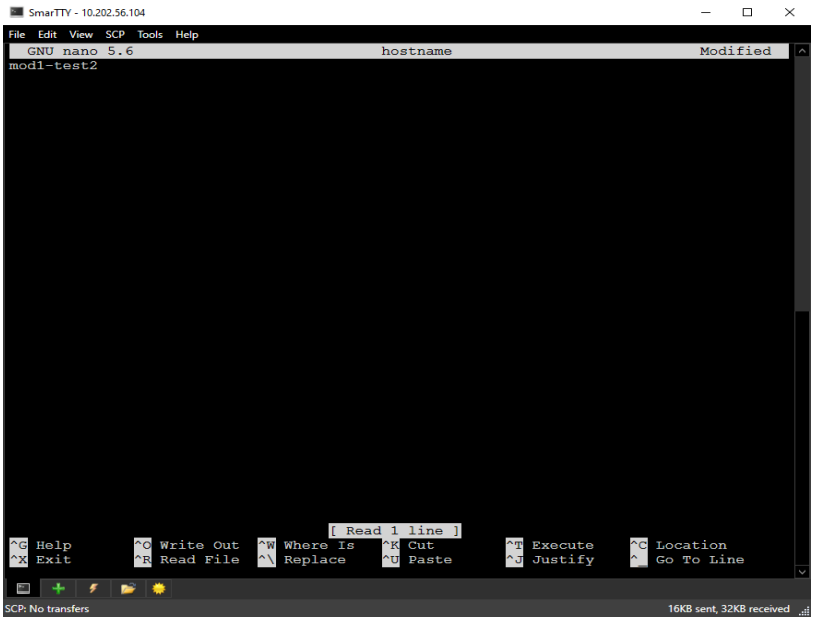


และให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “Y” เพื่อเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง จะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

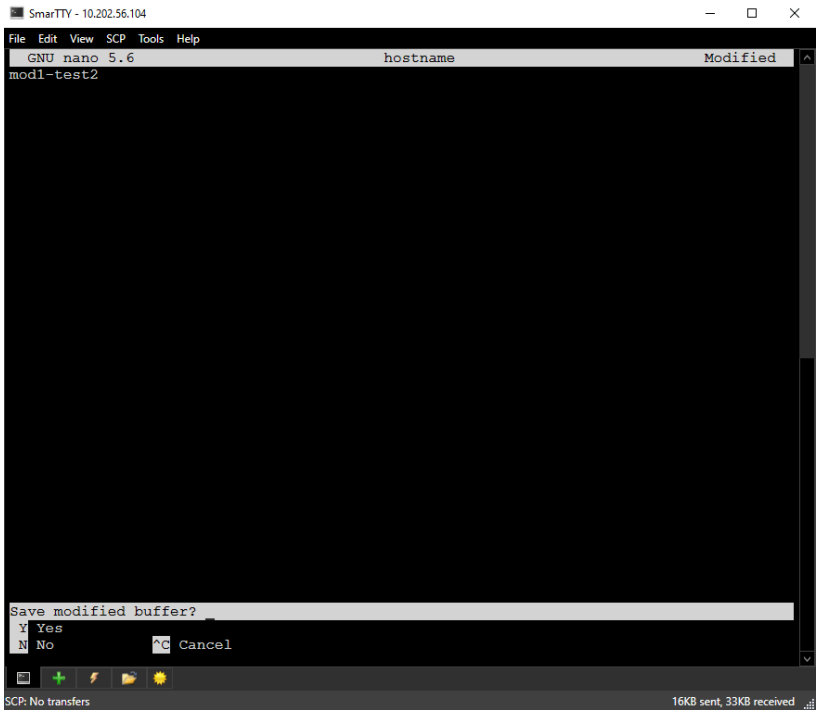


จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อเขียนข้อมูลที่แก้ไขลงการตั้งค่าเครื่อง

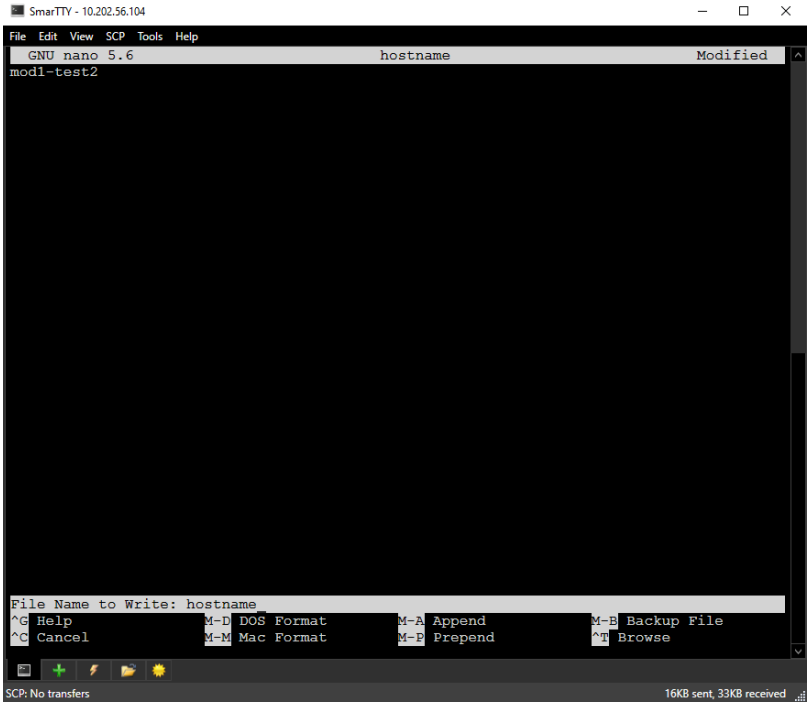
9. ป้อนคำสั่ง nano hostname จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อเปลี่ยนชื่อกล้อง จากนั้นแก้ไขชื่อกล้อง ตัวอย่าง เช่น mod1-test2 จะแสดงดังภาพตัวอย่างด้านล่าง



เมื่อทำการแก้ไขเสร็จให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “CTRL” + “X” เพื่อออกจากหน้าต่างการแก้ไข จากนั้นจะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

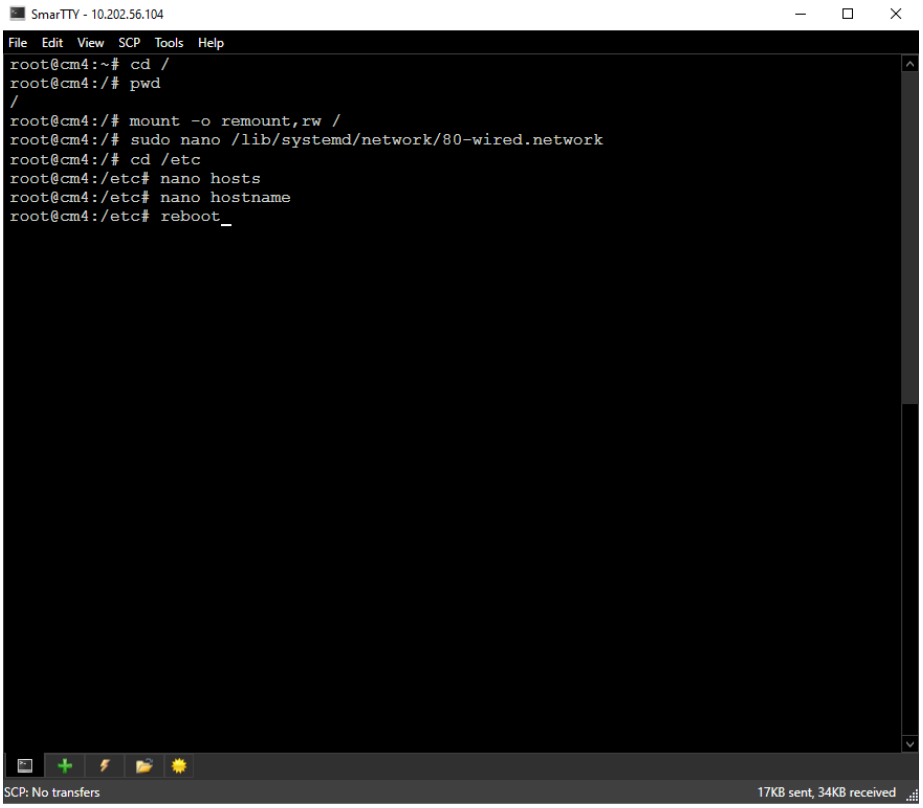


และให้ทำการกดปุ่มคีย์บอร์ด “Y” เพื่อเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง จะได้ผลลัพธ์ดังภาพด้านล่าง

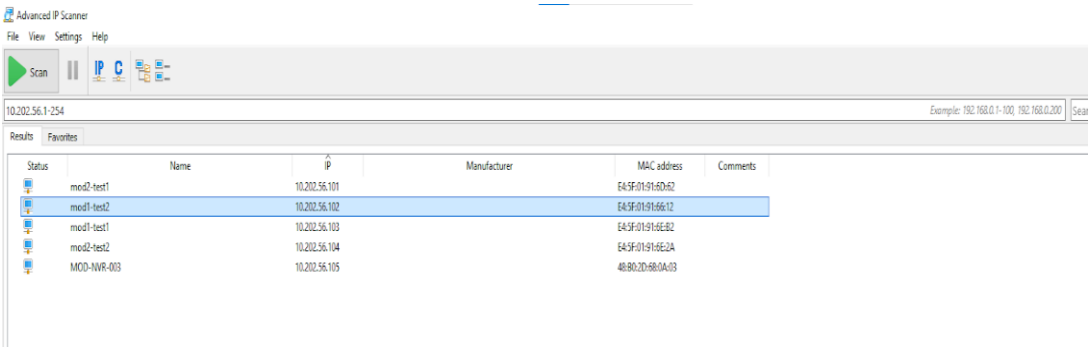


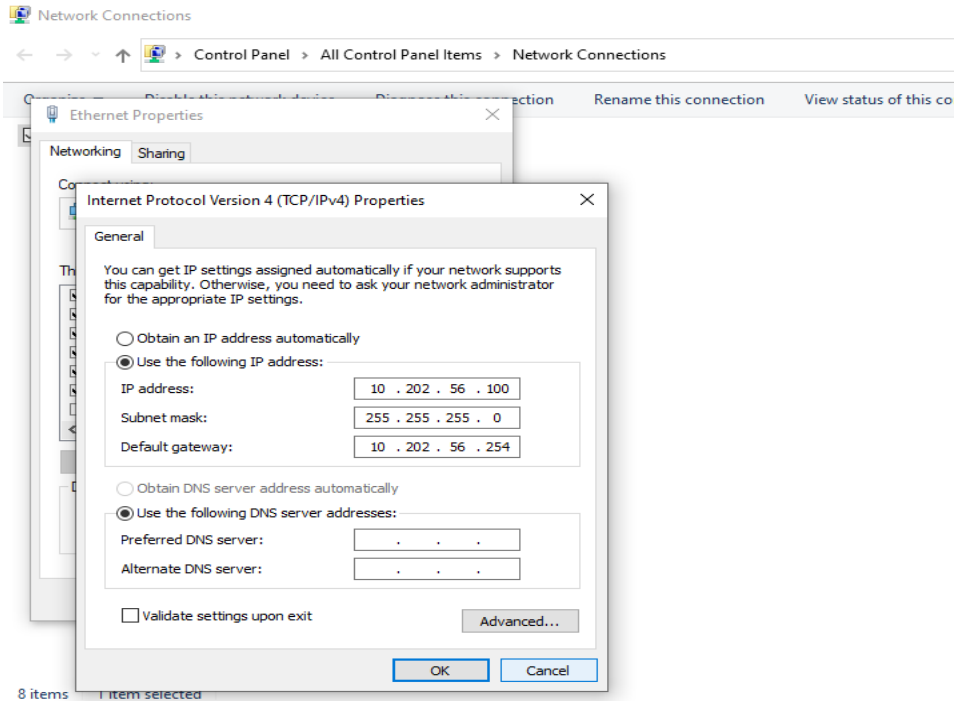
จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อเขียนข้อมูลที่แก้ไขลงการตั้งค่าเครื่อง

10. และทำการป้อนคำสั่ง reboot จากนั้นกดปุ่มคีย์บอร์ด “Enter” เพื่อ สั่งให้บอร์ด RedEYE-Camera เริ่มทำงานใหม่



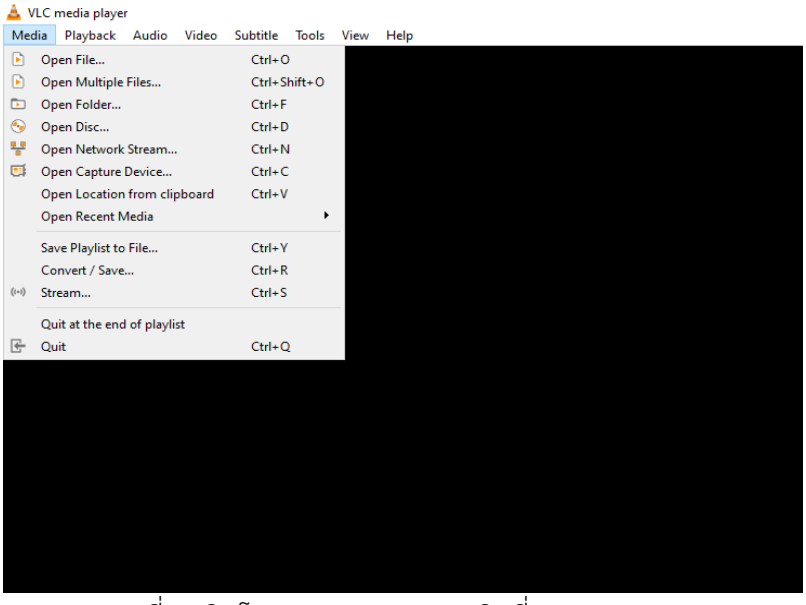
11. เปิดโปรแกรมเช็ค IP Address ที่ต่อในระบบเครือข่าย เพื่อทำการสแกนค้นหาบอร์ด RedEYE-Camera อีกครั้ง จะเห็นชื่อ mod1-test2 เป็น IP Address ที่เรากำหนดค่าเอง ดังภาพด้านล่าง




Network Connections
Control Panel › All Control Panel Items › Network Connections
Rename this connection
View status of this co
Ethernet Properties
Networking
Sharing
Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties
General
You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.
Obtain an IP address automatically
Use the following IP address:
IP address: 10 . 202 . 56 . 100
Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0
Default gateway: 10 . 202 . 56 . 254
Obtain DNS server address automatically
Use the following DNS server addresses:
Preferred DNS server:
Alternate DNS server:
Validate settings upon exit
Advanced...
OK
Cancel
8 items
1 item selected

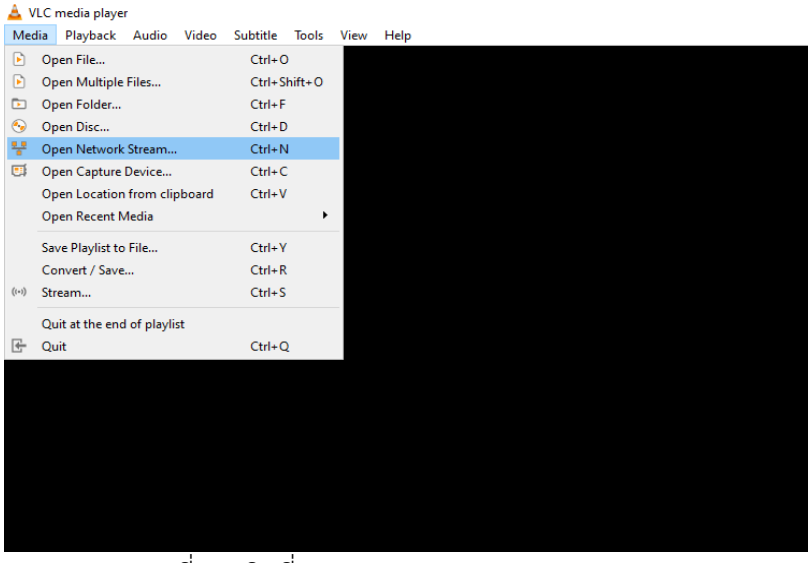
ขั้นตอนการมอนิเตอร์ระบบกล้อง CCTV ผ่านระบบ SD WAN

1. เปิดโปรแกรม VLC หากไม่มีให้ ดาวน์โหลดโปรแกรม VLC ผ่าน https://www.videolan.org/vlc/index.th.html และติดตั้ง
2. เปิดโปรแกรม คลิกที่ Media จะแสดงรายละเอียด ดังภาพที่ 1



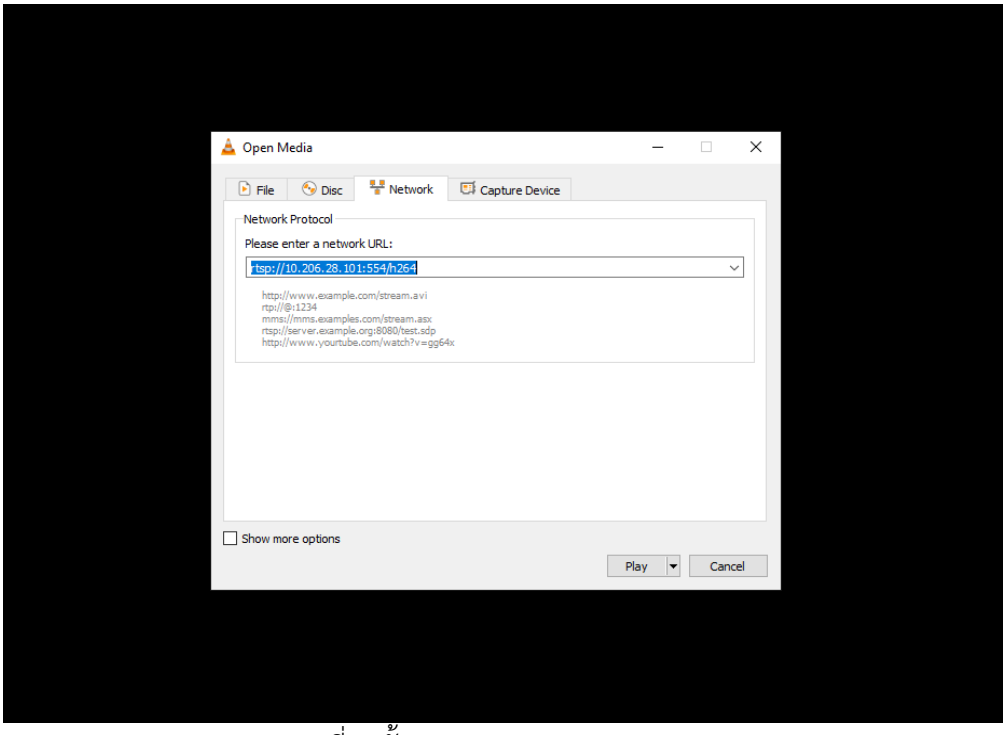
ภาพที่ 1 เปิดโปรแกรม VLC และคลิกที่ Media

3. คลิก Open Network Stream ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 คลิกที่ Open Network Stream

4. คลิกที่ Open Network Stream จะแสดงข้อมูลดังภาพที่ 3
    1) เลือก ที่ Network กรอก URL
    2) rtsp://xx.xxx.xx.xxx:554/h264 xx.xxx.xx.xxx เป็นค่าIP กล้องที่กำหนดไว้ ตัวอย่าง rtsp://10.206.28.101:554/h264
    3) กด play จะแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการกรอก URL

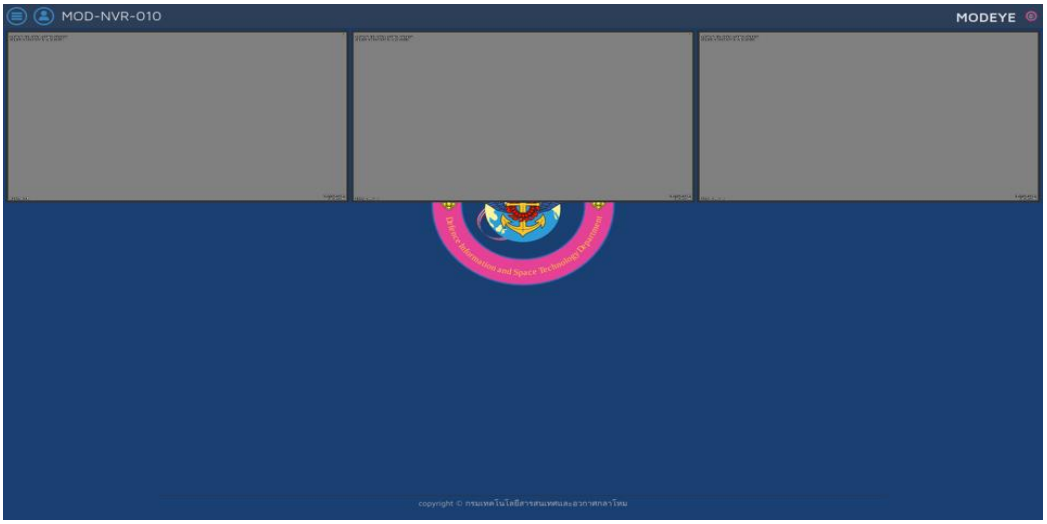
ภาพที่ 4 ภาพจากกล้อง

1. (การเปิดใช้งาน) NVR) Network video recorder

1.1. กดสวิตช์ ON/OFF ที่ตัว NVR เพื่อเปิดใช้งาน

1.2. เมื่อหน้าต่าง Log-in ขึ้นมา ให้กรอก Password สำหรับเข้าใช้งาน

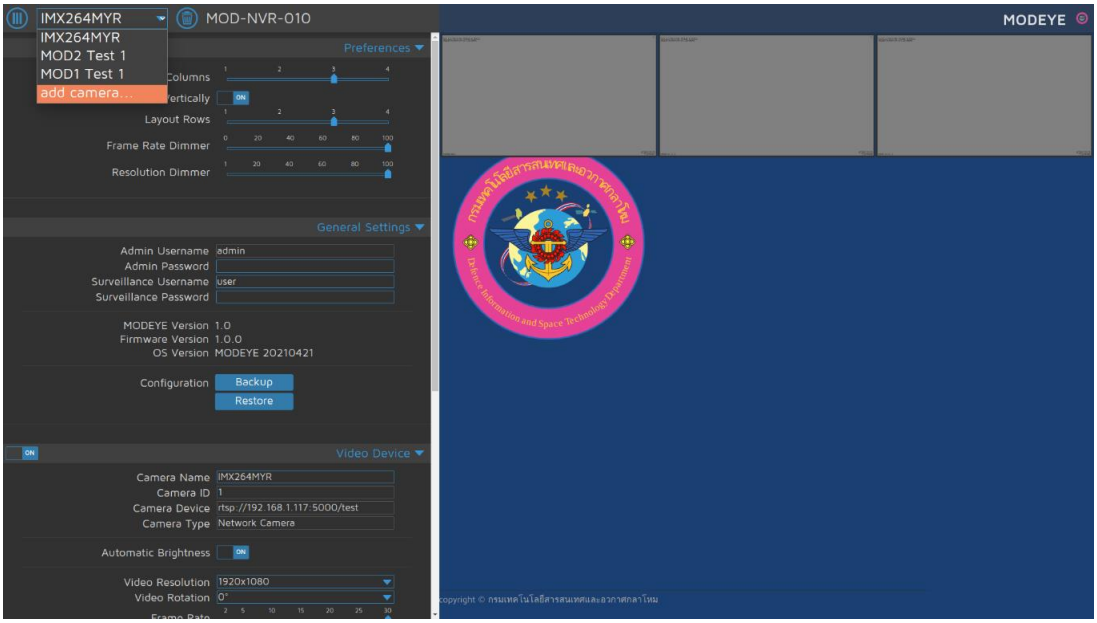
1.3. ระบบ MODEYE จะขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ระบบจะขึ้นภาพกล้องที่บันทึกไว้ขึ้นมาทั้งหมด



1.4. กรอก User และ Password สำหรับระบบ MODEYE (ถ้ามี)

2. การเพิ่มกล้องเข้าระบบ MODEYE และการปรับตั้งค่ากล้อง

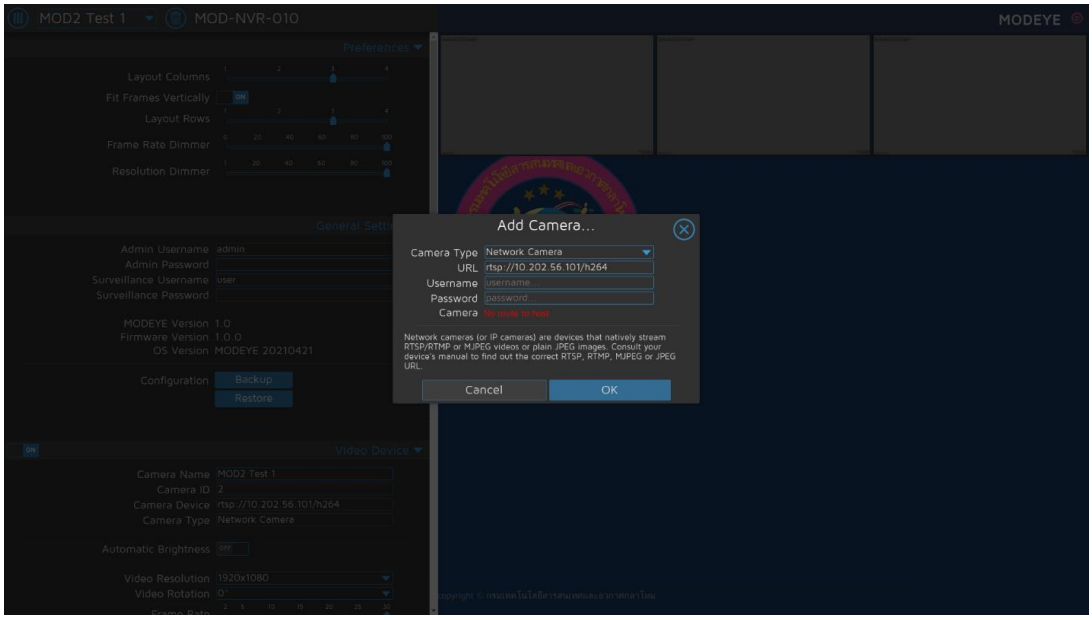
2.1. คลิกแถบตรงมุมบนซ้าย และคลิก Add Camera



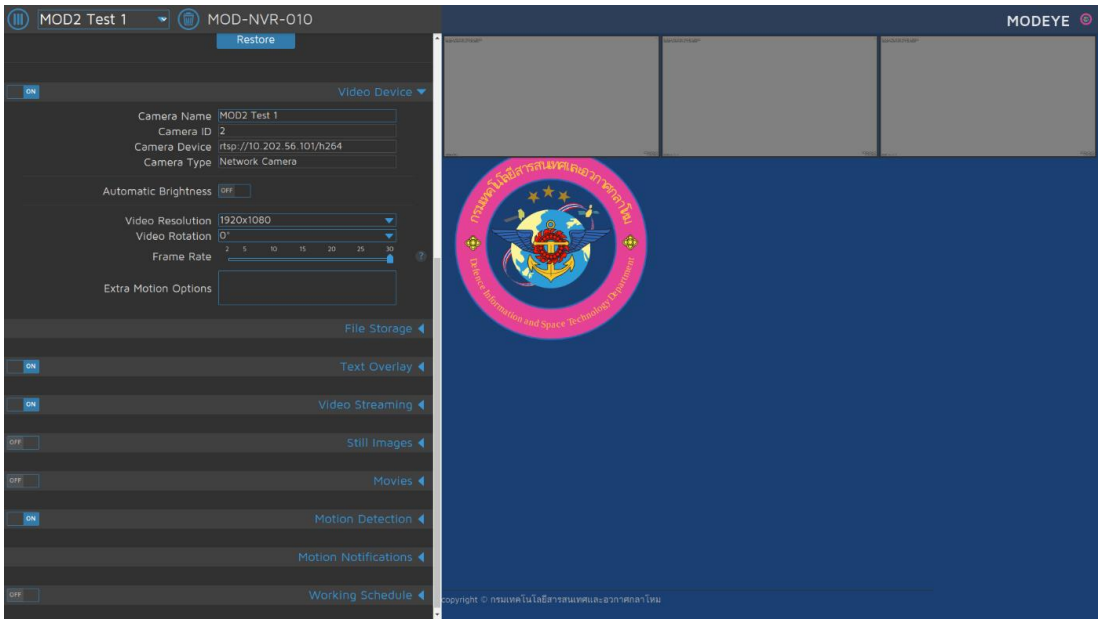
2.2. ในช่องแรก ให้เลือกเป็น Network Camera

2.3. หลังจากนั้น ในช่อง URL ให้ใส่เป็น rtsp:xxx.xxx.x.x/h264 (xxx.xxx.x.x ตาม IP ของกล้องแต่ละตัว)

2.4. ช่อง Camera เลือกเป็น RTSP จากนั้นคลิก OK



2.5. คลิกแถบเมนูมุมบนซ้าย จะมีหน้าต่างขึ้นมาสำหรับปรับตั้งกล้อง



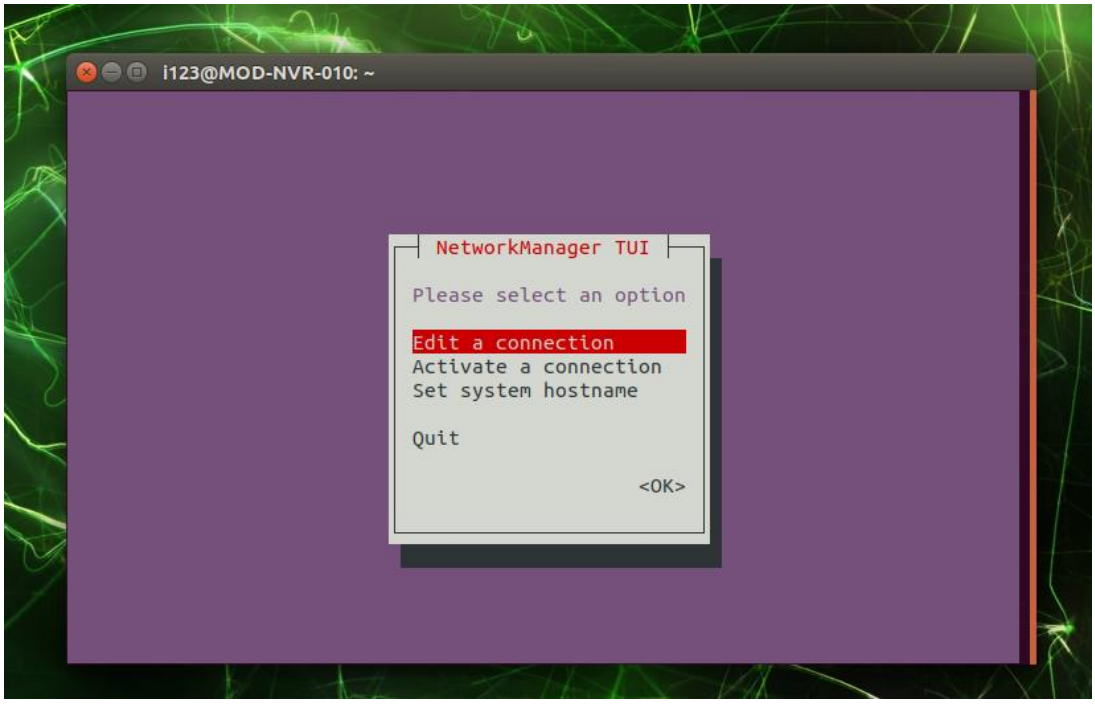
3. การเปลี่ยน IP ในตัว NVR

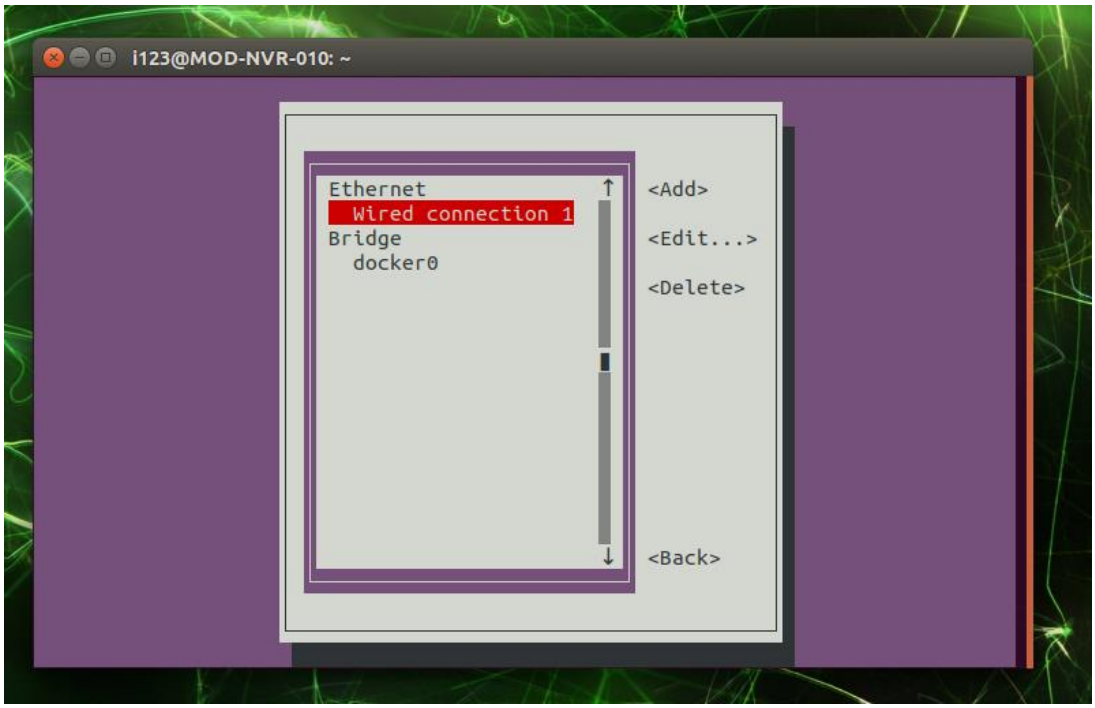
3.1. เข้า Terminal

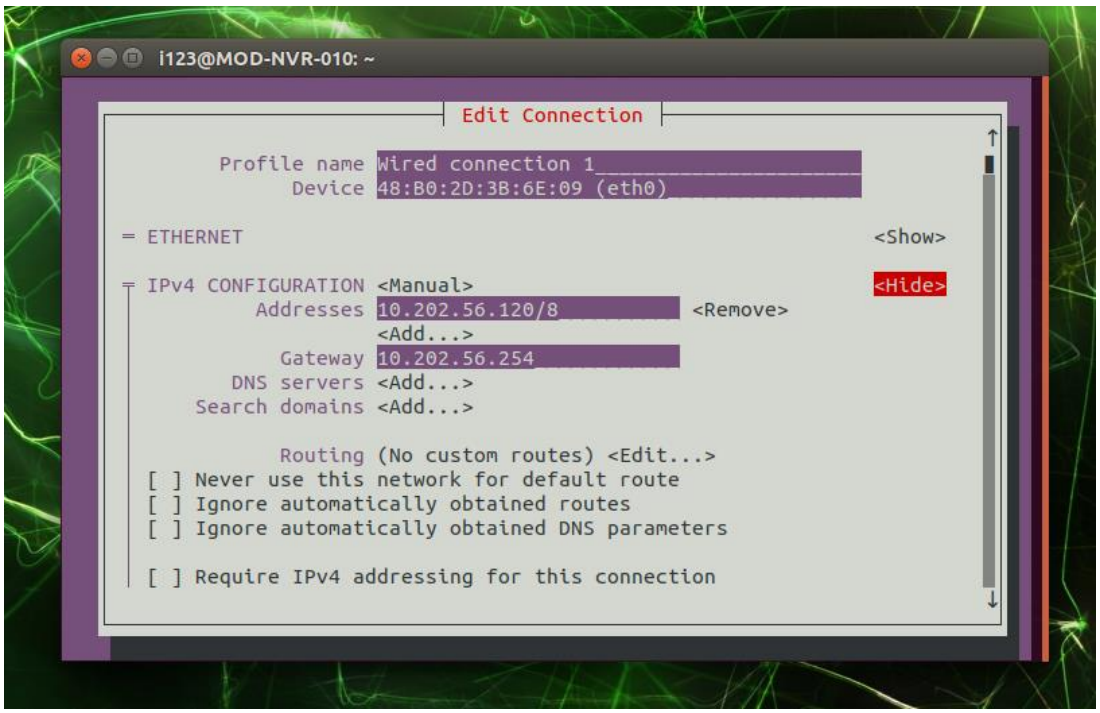
3.2. ใช้คำสั่ง nmtui

3.3. Edit Connection -> wire connection -> IPv4 –> Manual –> show

3.4. เปลี่ยน Address และ Gateway





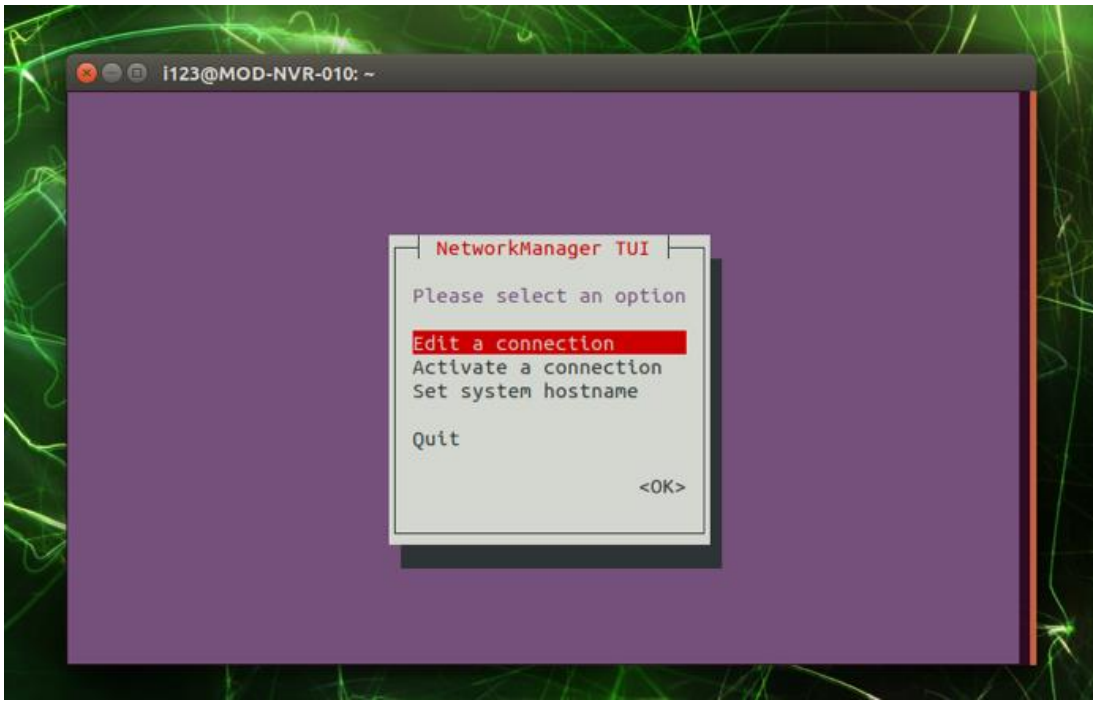


4. การเปลี่ยนชื่อ NVR

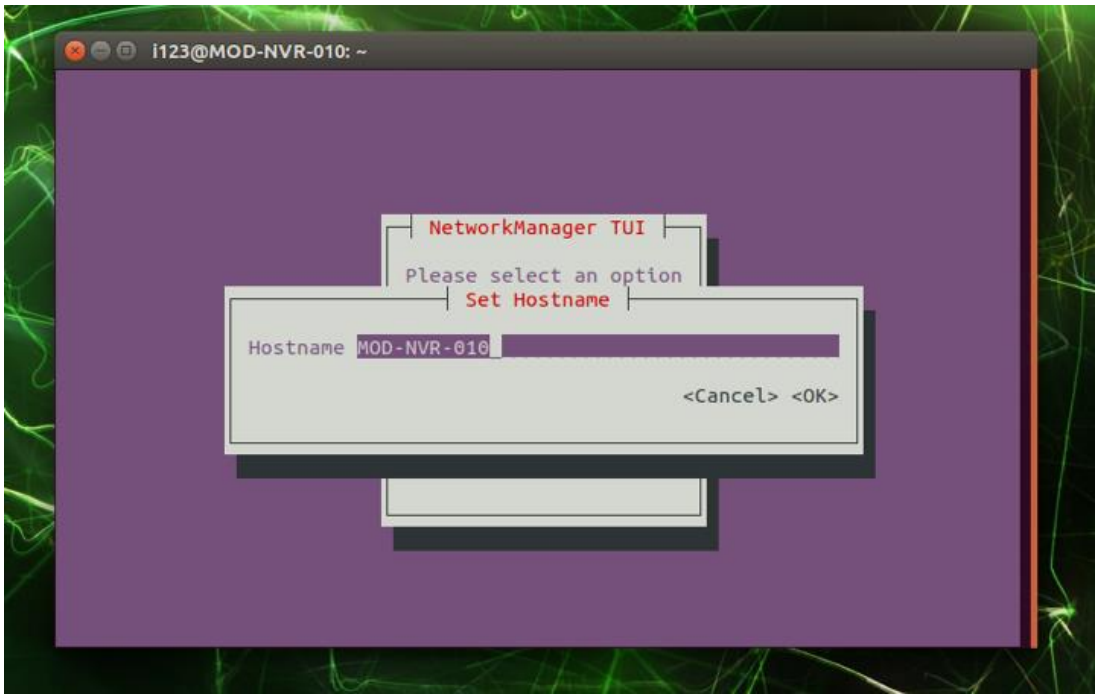
4.1. เข้า Terminal

4.2. ใช้คำสั่ง nmtui

4.3. Set system Hostname

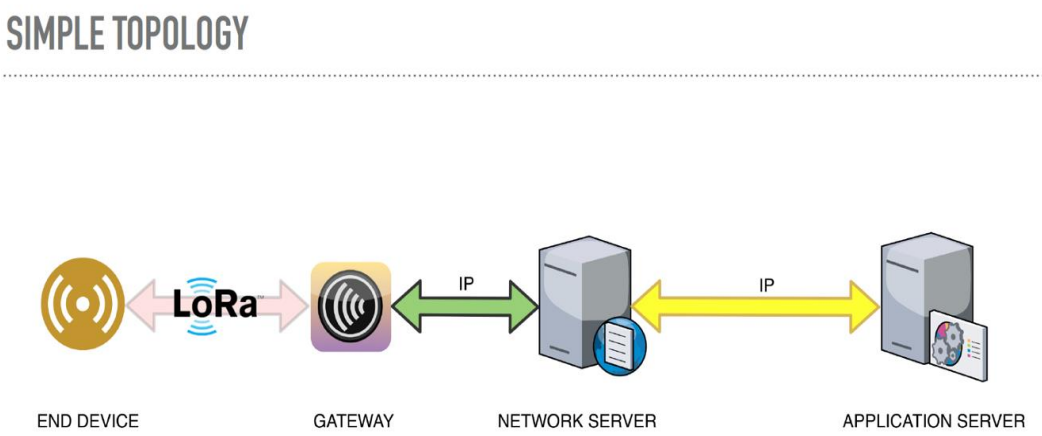


4.4. เขียนชื่อใหม่ คลิก OK



4.5. Restart NVR

เอกสารฉบับ 3 LoRa

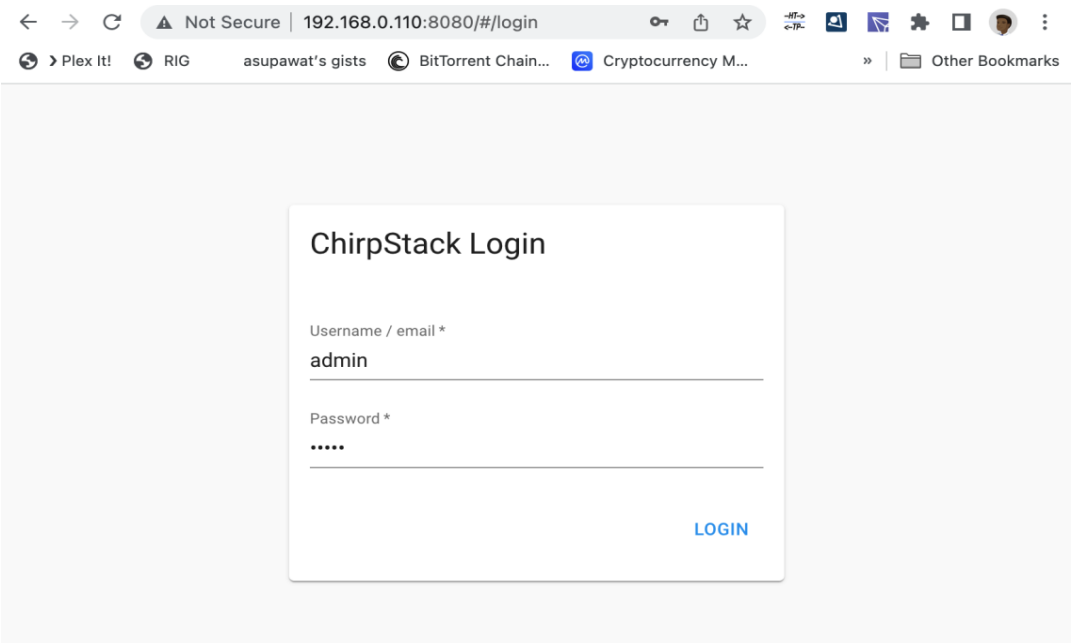


1. Node (End Device)

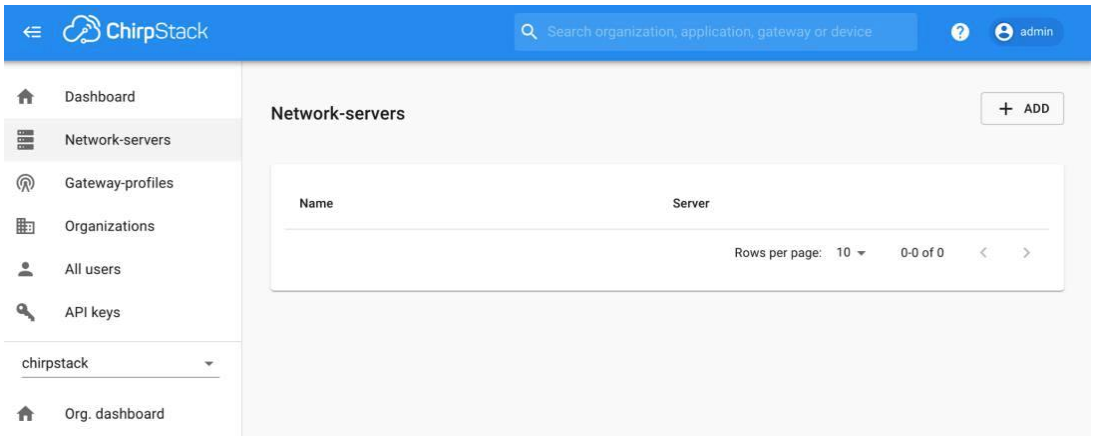
2. Gateway – ChirpStack

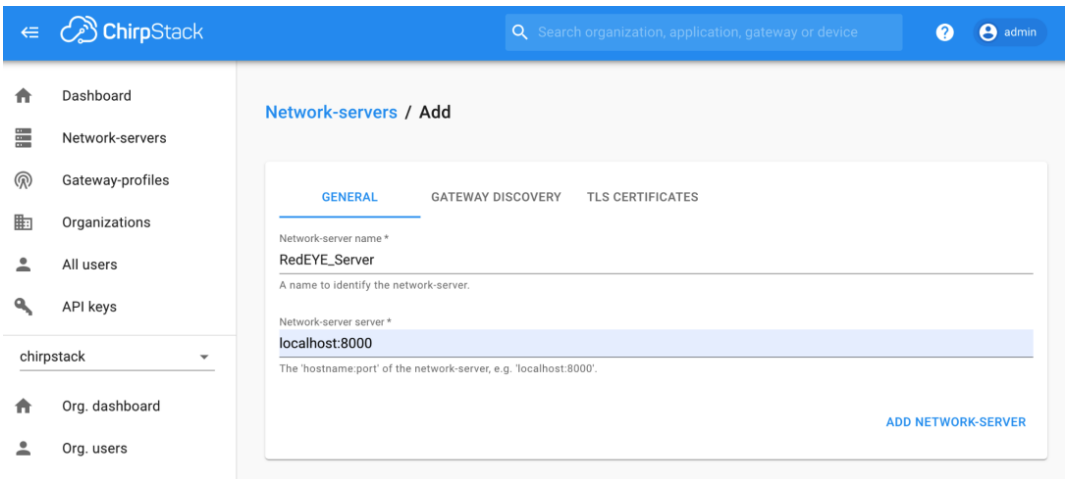
3. Monitor – Grafana

การตั้งค่า Gateway ด้วย ChirpStack

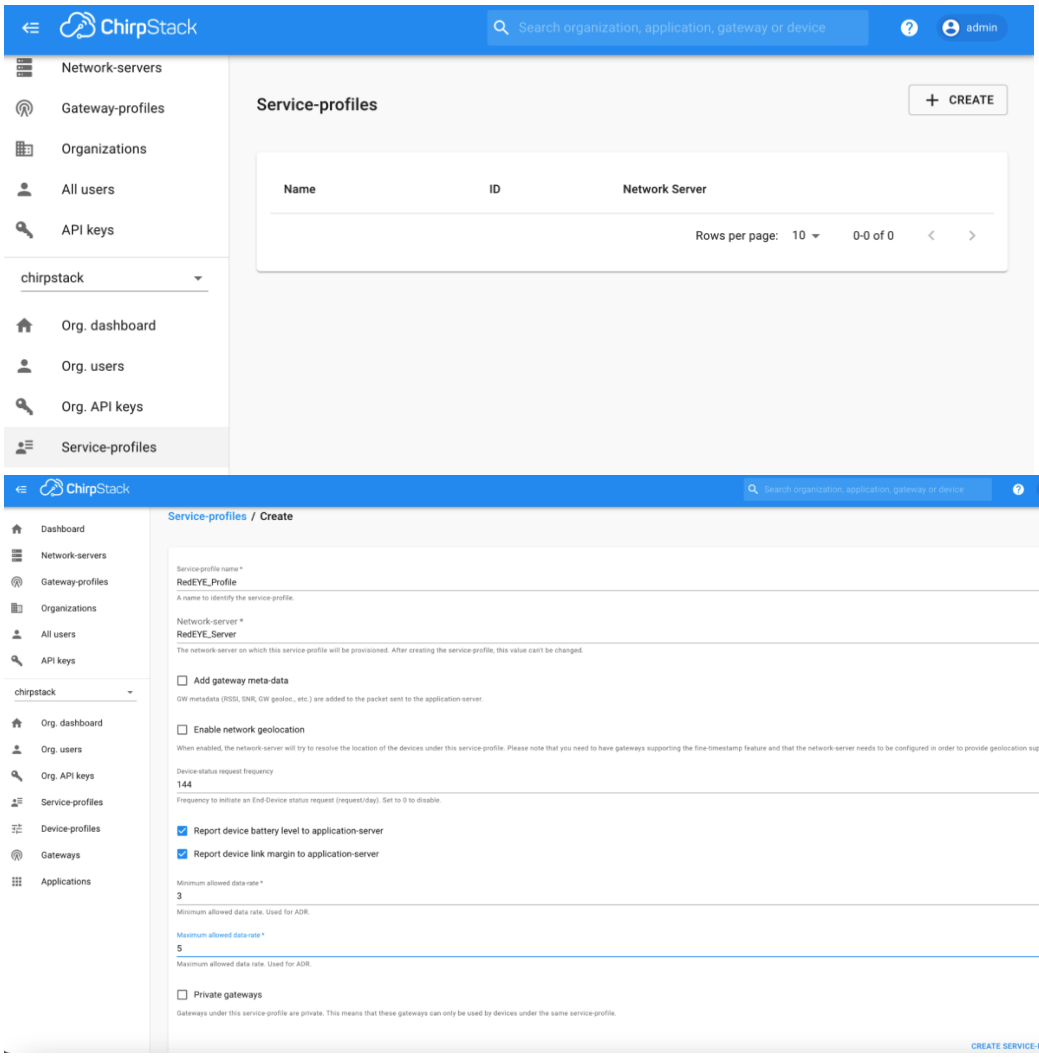


1. Add Network-servers





2. Create Service profile

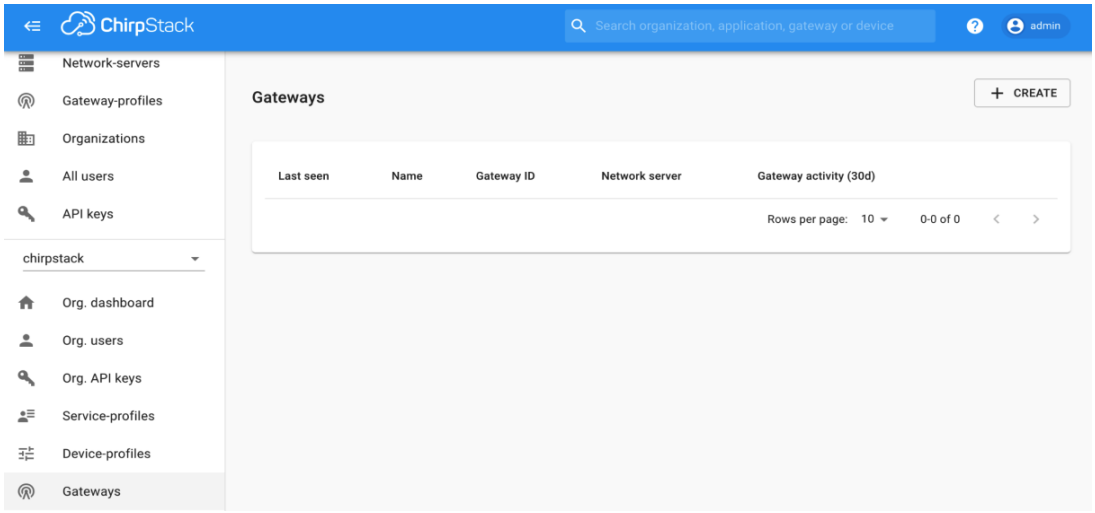


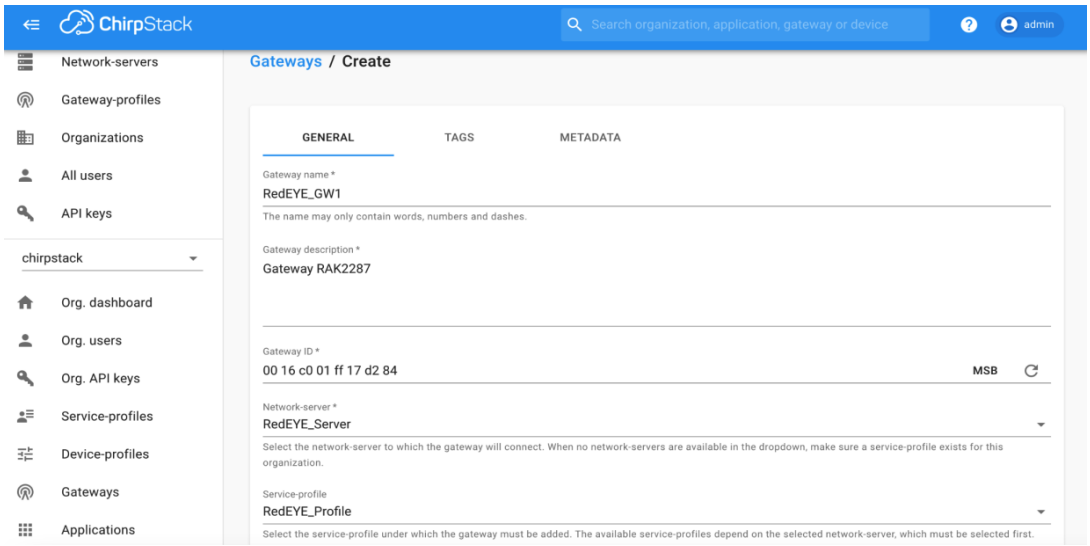
3. Add Gateway

Get gateway id from remote ssh

root@cm4:~# gateway-id

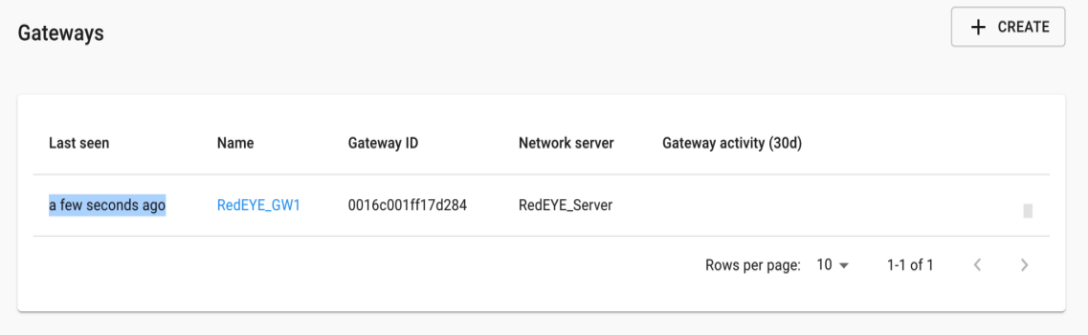
0016c001ff17d284





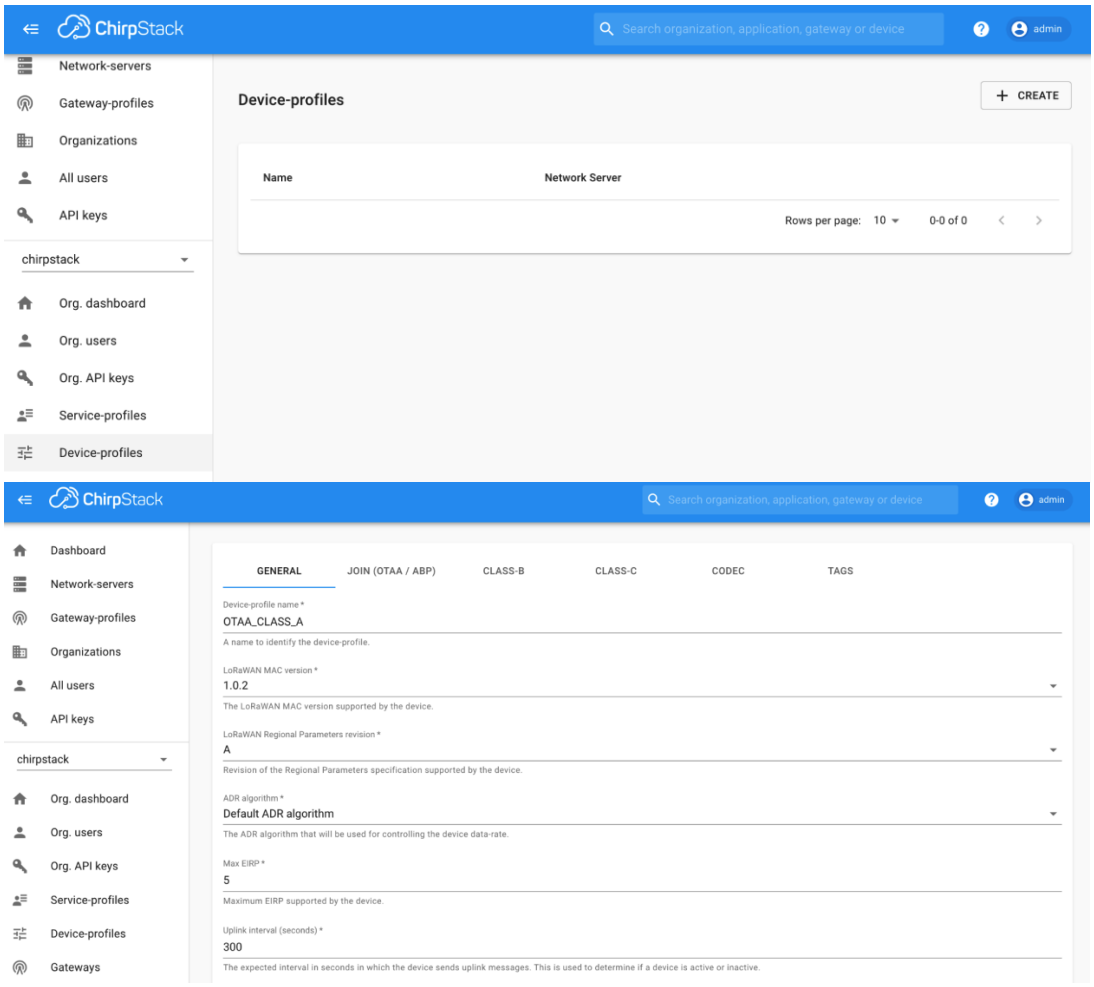
Add info & click CREATE GATEWAY

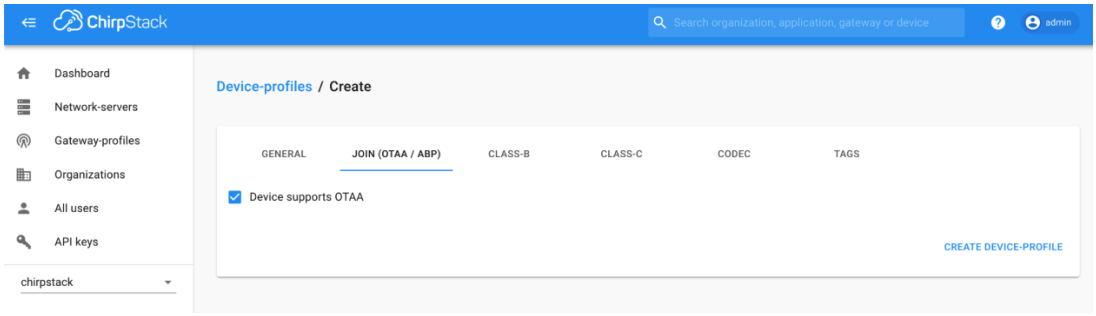
wait a few seconds then reload, if it work Last seen will be show “ a few seconds ago”



4. Device Profile

Create device profile



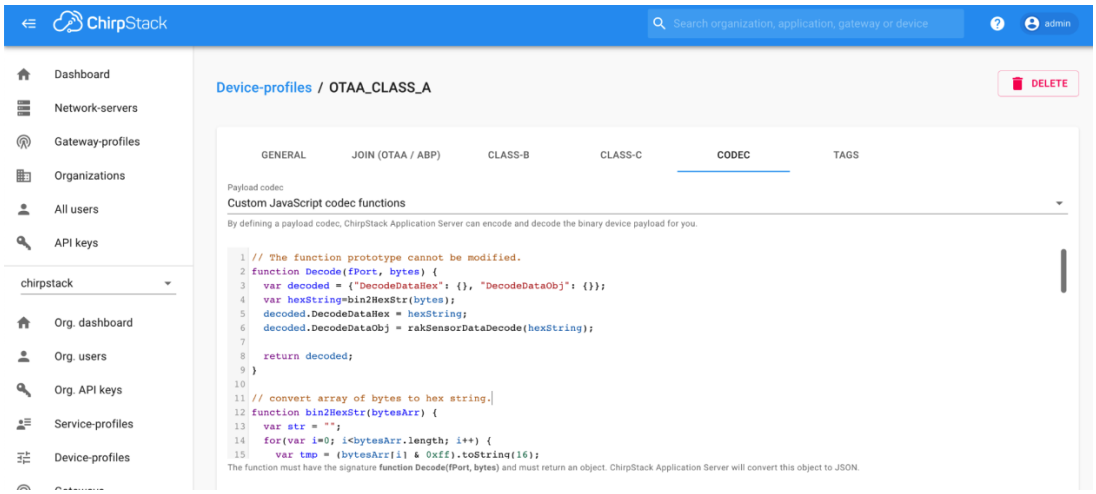


Add this CODEC

```
// The function prototype cannot be modified.
function Decode(fPort, bytes) {
var decoded = {"DecodeDataHex": {}, "DecodeDataObj": {}};
var hexString=bin2HexStr(bytes);
decoded.DecodeDataHex = hexString;
decoded.DecodeDataObj = rakSensorDataDecode(hexString);
return decoded;
}
// convert array of bytes to hex string.
function bin2HexStr(bytesArr) {
var str = "";
for(var i=0; i<bytesArr.length; i++) {
var tmp = (bytesArr[i] & oxff).toString(16);
if(tmp.length == 1) {
tmp = "0" + tmp;
}
str += tmp;
}
return str;
}
// convert string to short integer

function parseShort(str, base) {
var n = parseInt(str, base);
```

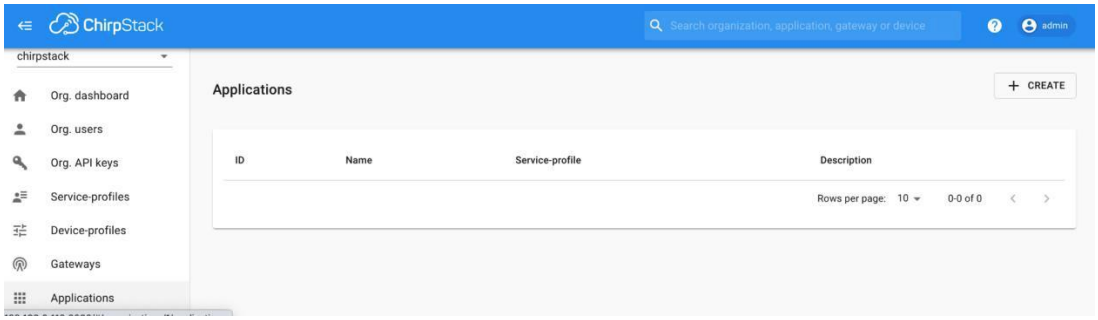
```
return (n << 16) >> 16;
}
// convert string to triple bytes integer
function parseTriple(str, base) {
var n = parseInt(str, base);
return (n << 8) >> 8;
}
// decode Hex sensor string data to object
function rakSensorDataDecode(hexStr) {
var str = hexStr;
var myObj = {};
var sensors = {};
var meter = {};
while (str.length > 4) {
var flag = parseInt(str.substring(0, 4), 16);
switch (flag) {
case 0x029E:// 0-10V
sensors.volt = parseFloat((parseShort(str.substring(4, 8), 16) * 0.01).toFixed(2));
str = str.substring(8);
break;
case 0x0267:// Temperature
sensors.temperature = parseFloat((parseShort(str.substring(4, 8), 16) *
0.01).toFixed(2));

str = str.substring(8);
break;
default:
str = str.substring(7);
break;
}
```

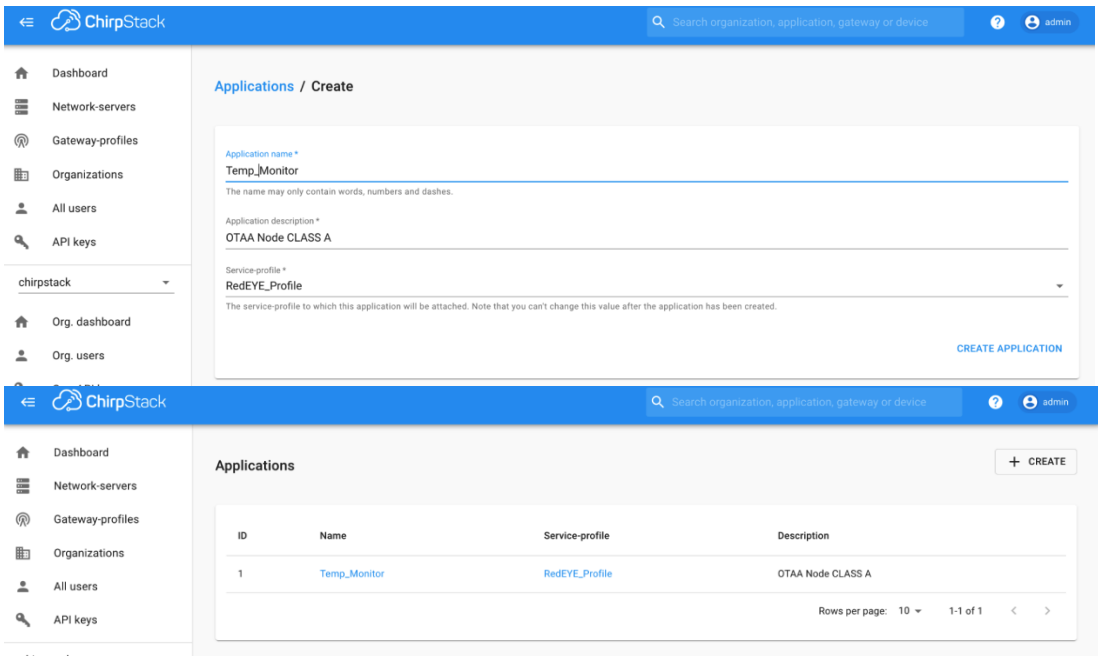
```
}
if(Object.getOwnPropertyNames(sensors).length > 0) {
myObj.sensors = sensors;
}
if(Object.getOwnPropertyNames(meter).length > 0) {
myObj.meter = meter;
}
return myObj;
}
```



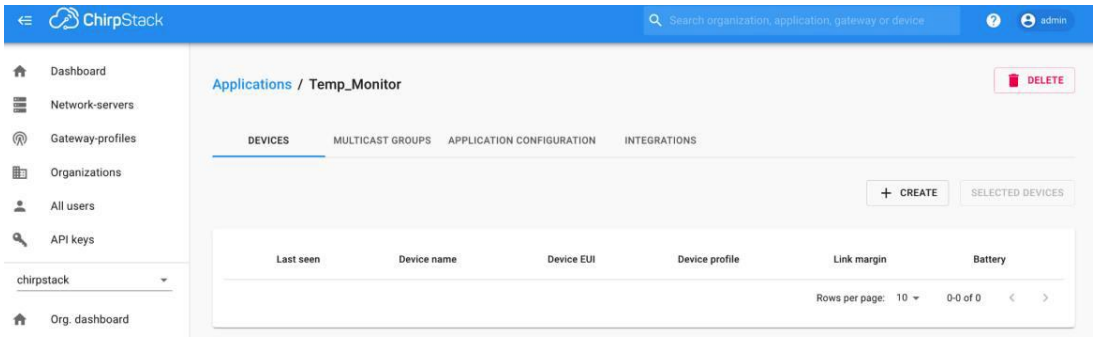
Then click on CREATE DEVICE-PROFILE

5. Create Application

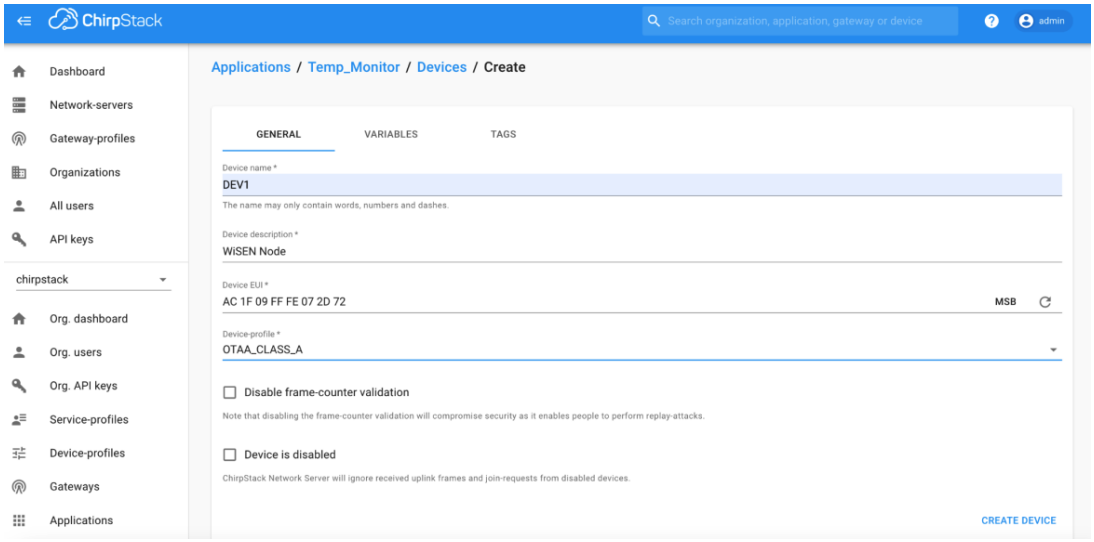




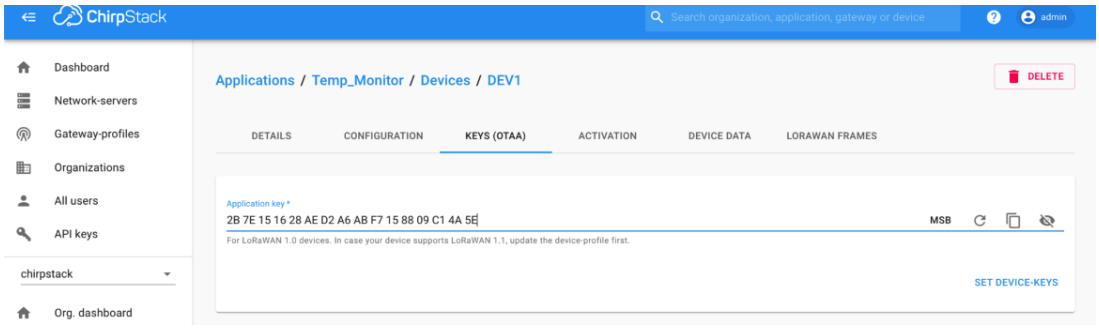
Click on Temp_Monitor



Click CREATE



Click CREATE DEVICE



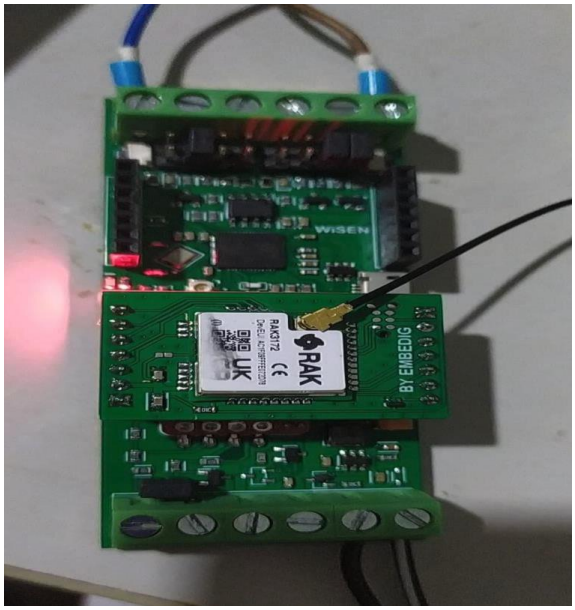
*** Add all 3-demo device

App Key: 2B7E151628AED2A6ABF7158809C14A5E

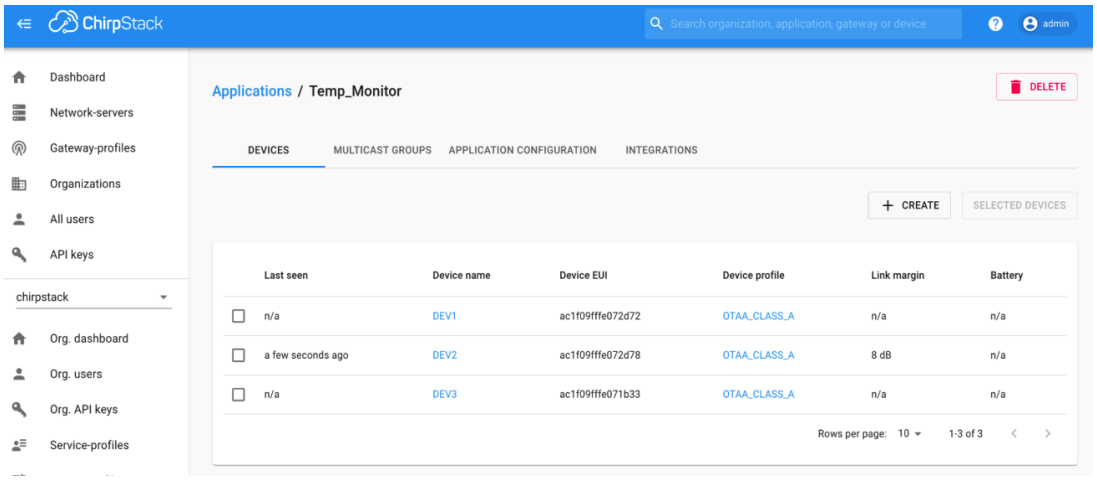
- NAME: DEV1 EUI: AC1F09FFFE072D72

- NAME: DEV2 EUI: AC1F09FFFE072D78

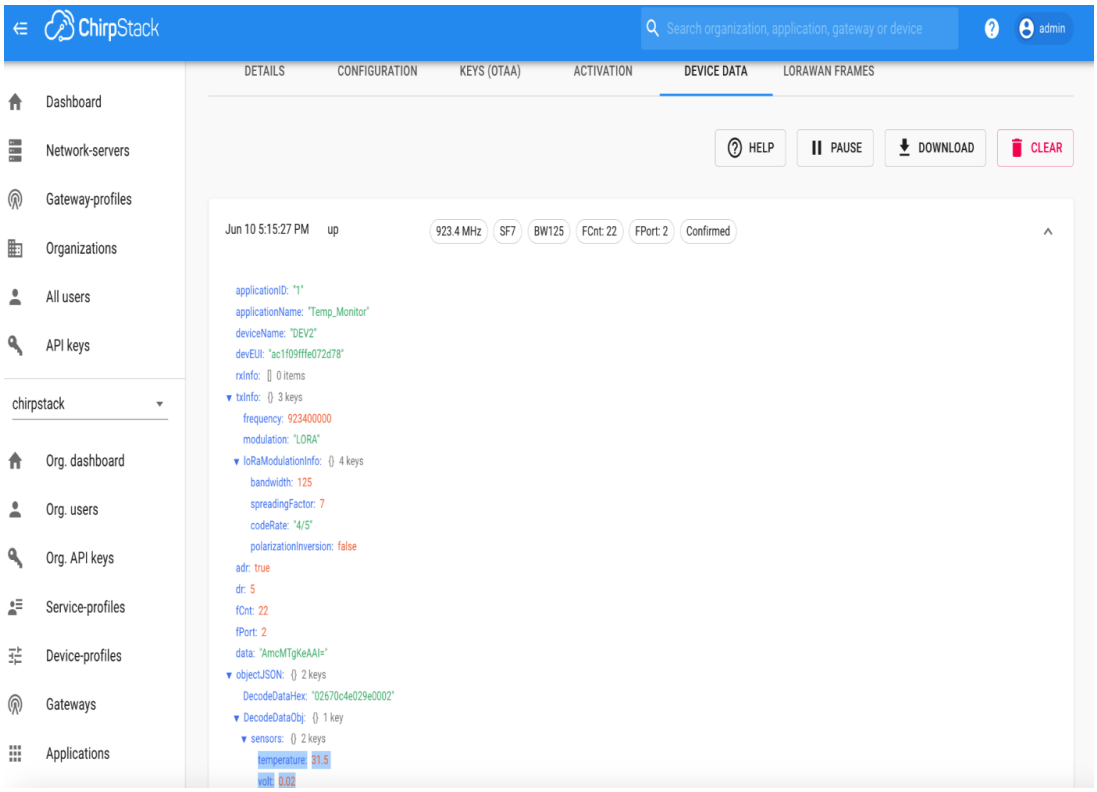
- NAME: DEV3 EUI: AC1F09FFFE071B33



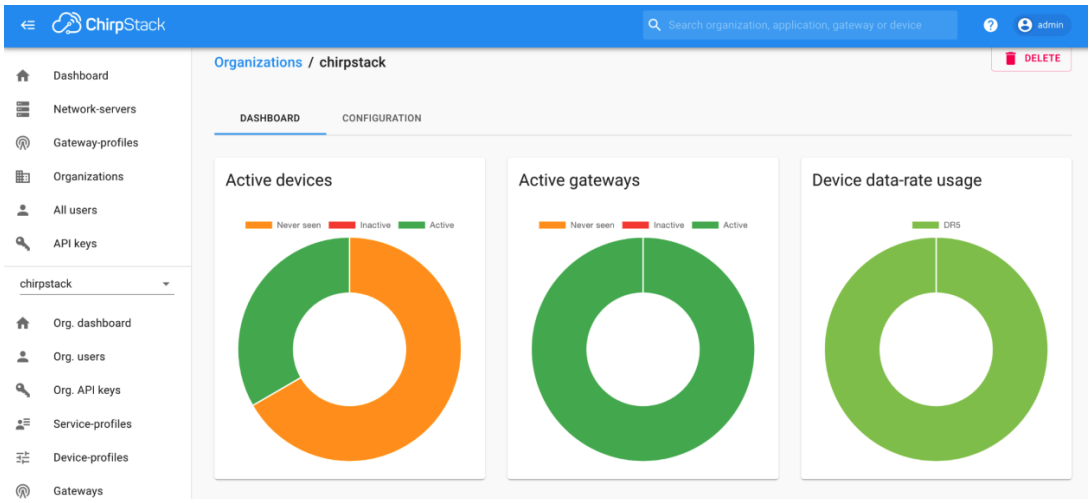
3 device list



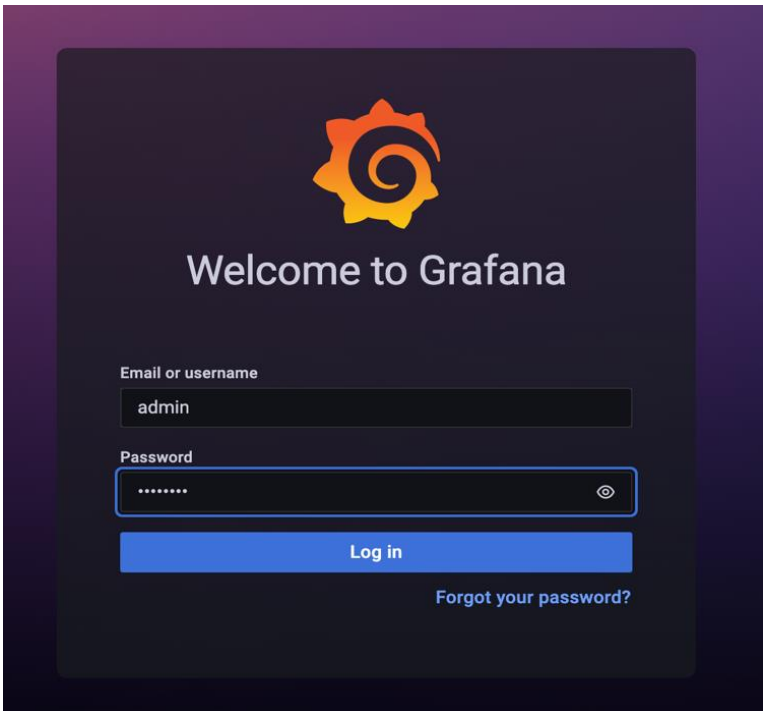
Data Log



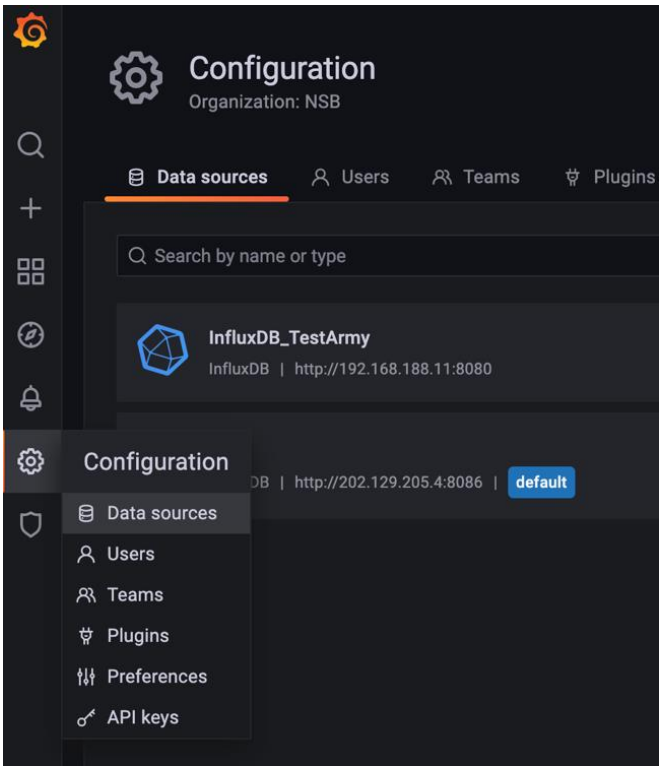
Dashboard



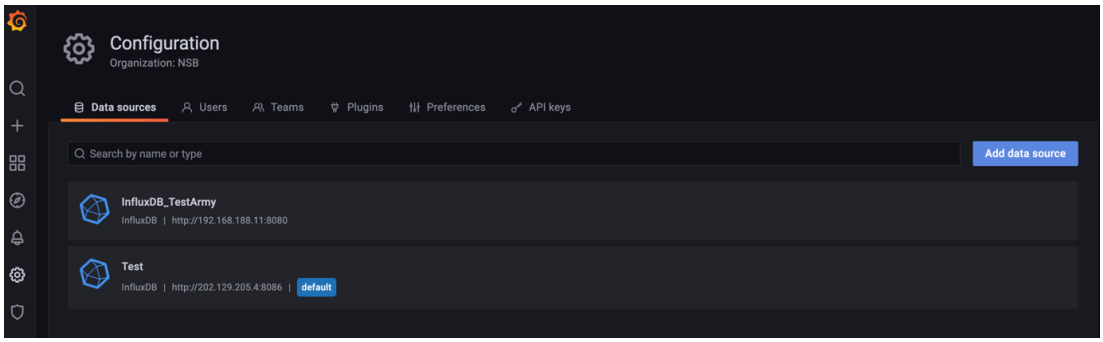
Grafana (Monitor)

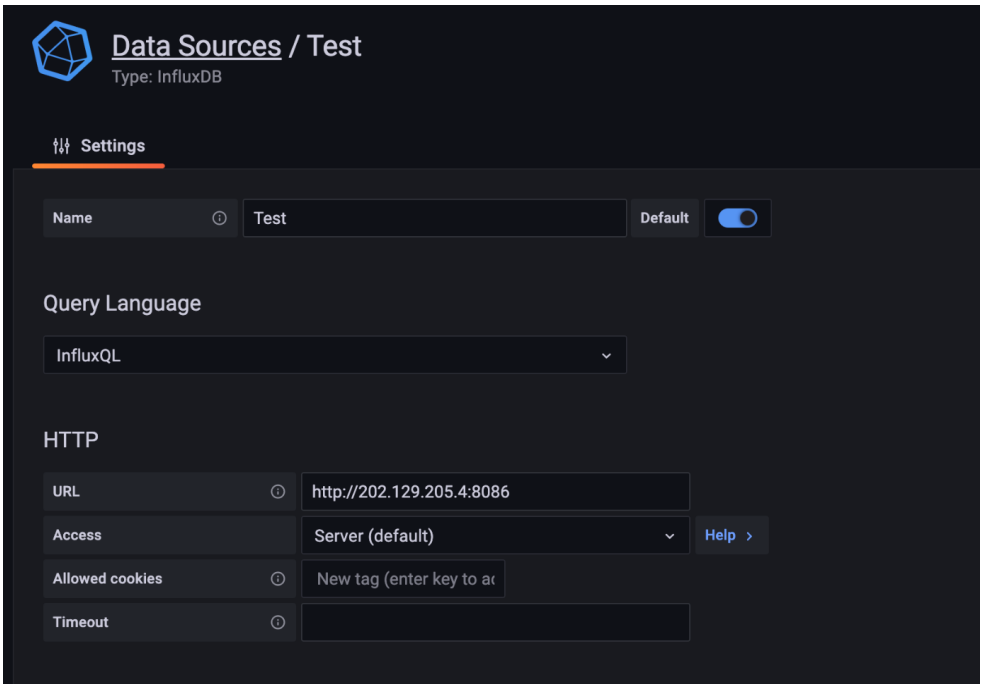


การเชื่อมข้อมูลกับ InfluxDB

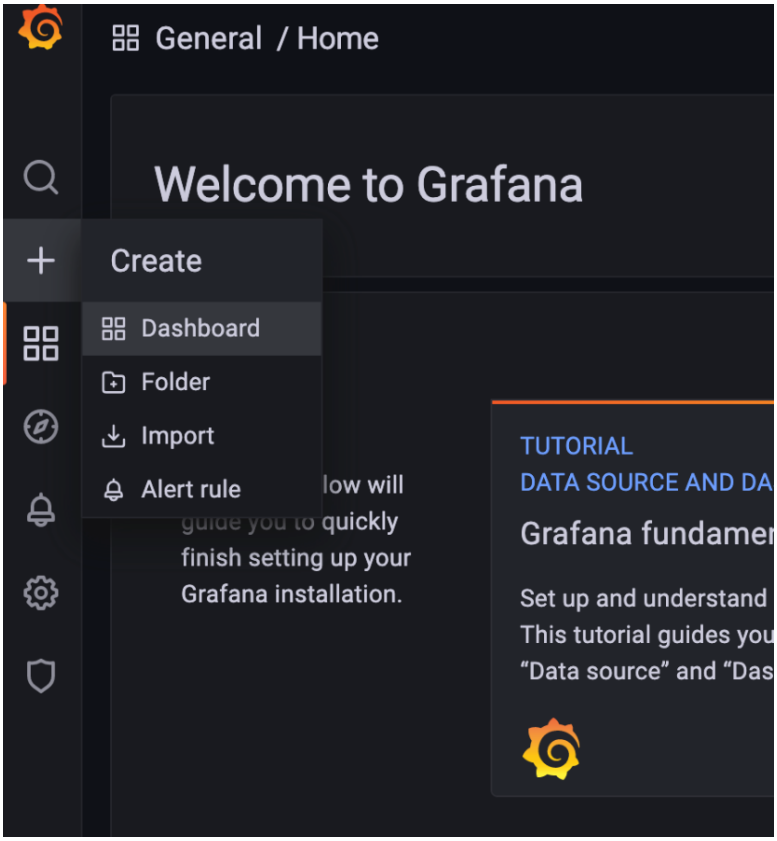


Add data source

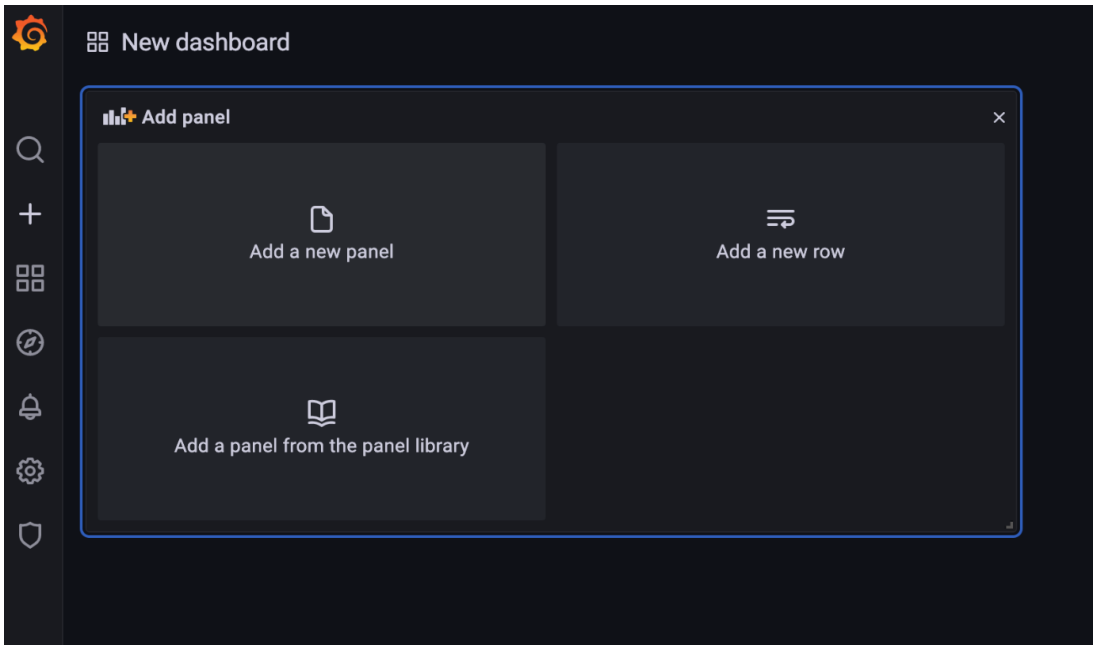




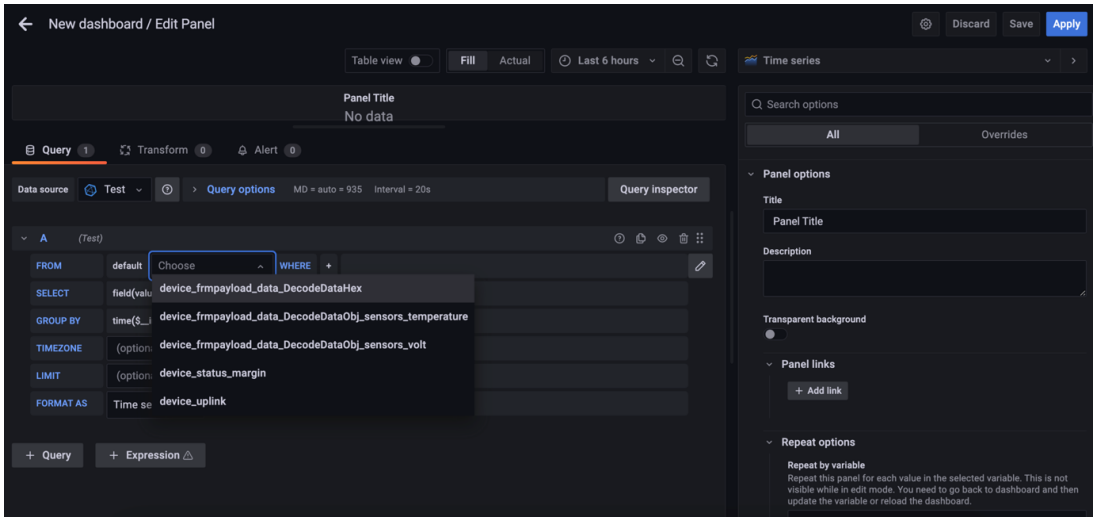
การสร้าง Dashboard



Add a new Panel



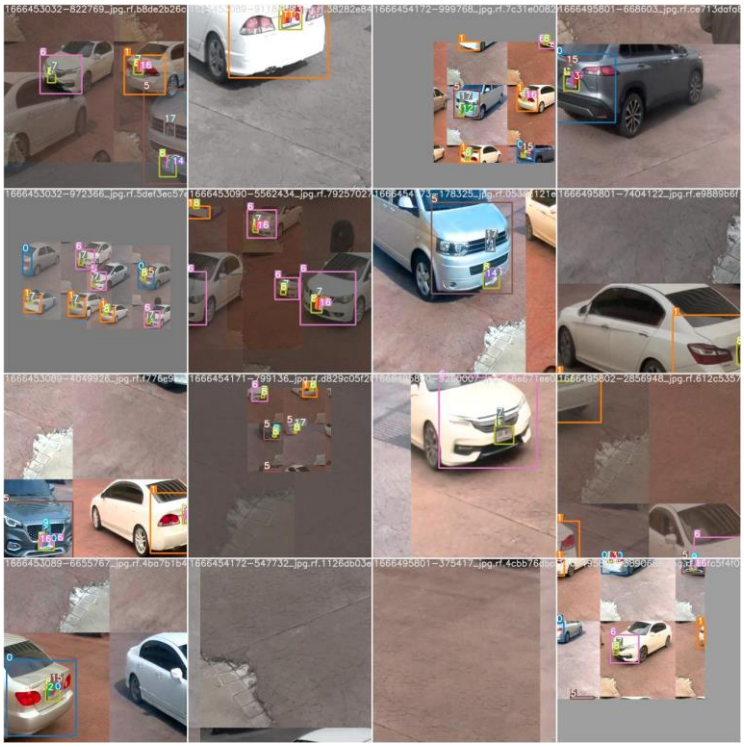
เลือกประเภท และ Node ที่ต้องการแสดงผล



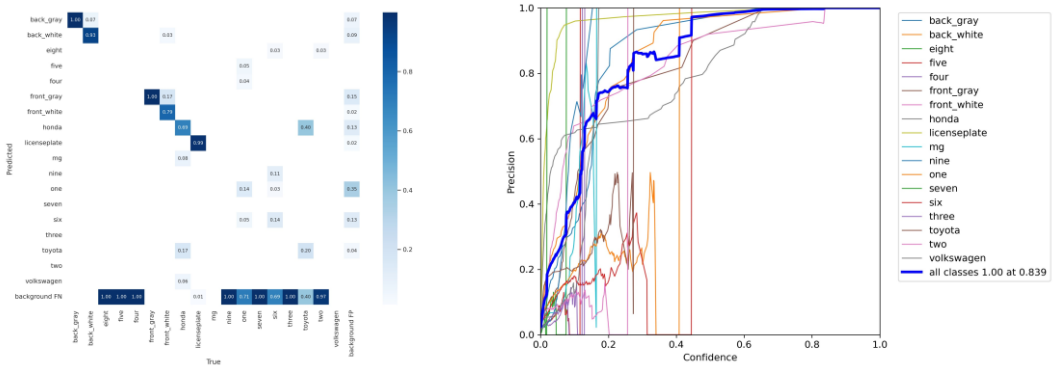
ปรับแต่งตามต้องการ

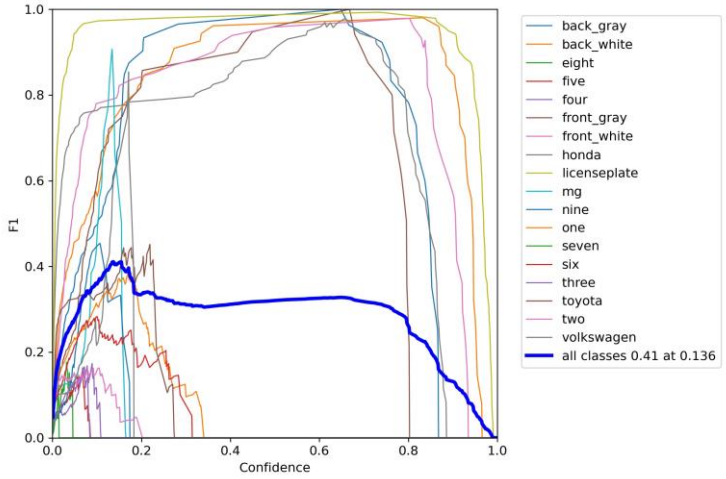
ตัวอย่างการเทรนนิ่งดาต้าเซ็ต

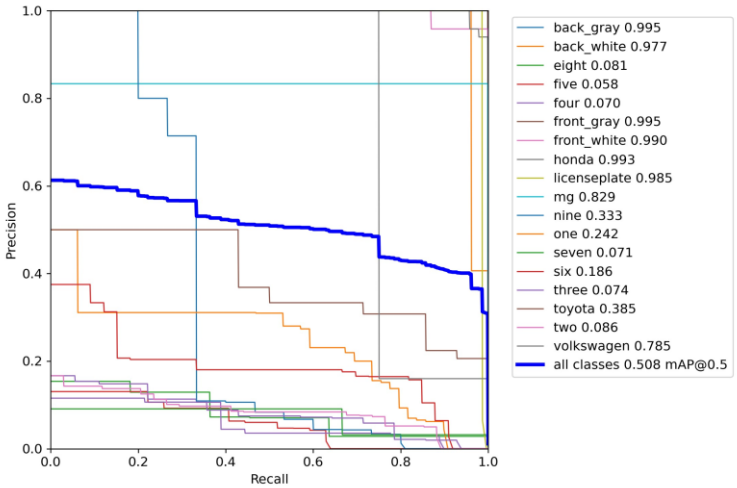
ตัวอย่างดาต้าเซ็ต

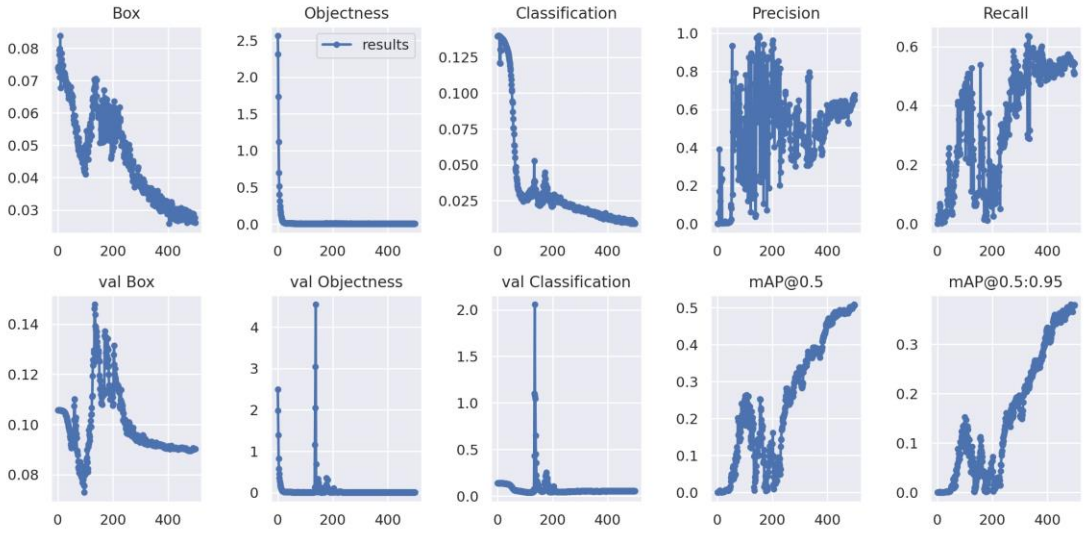


ตัวอย่างการเทรนนิ่งดาต้าข้อมูลป้ายทะเบียน

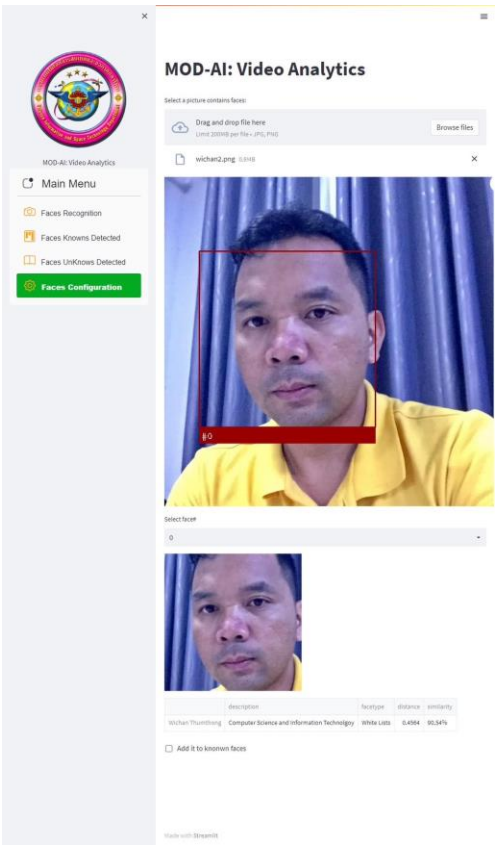


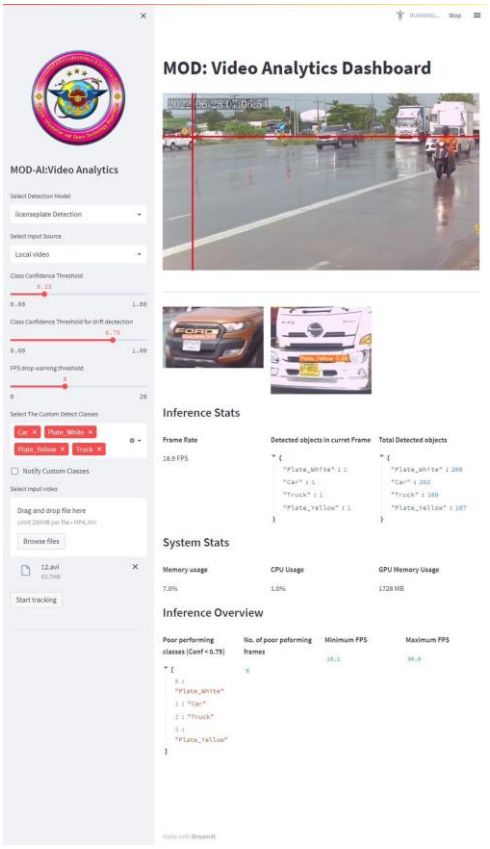






ตัวอย่างหน้าโปรแกรมการใช้งาน License Plate และ Face Recognition





ภาคผนวก ฉ

ปัญญาประดิษฐ์ AI

ระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI)

วันจันทร์ ที่ 26 กันยายน 2565

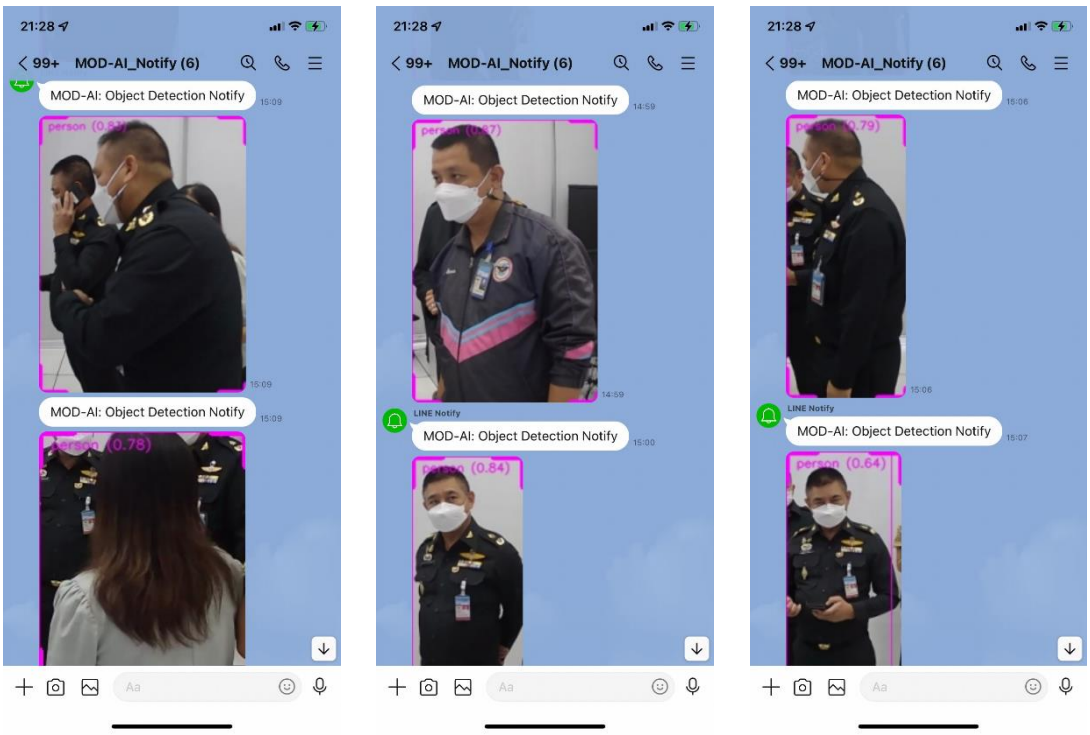
ขั้นตอนการสาธิตระบบ CCTV ที่ห้องประชุม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ทสอ.กห.

- สามารถดูการส่งสัญญาณภาพจาก พื้นที่ นครสวรรค์, ลพบุรี, จุดบ่อทอง ได้โดยผ่านเครือข่ายภายใน SD WAN ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

การสาธิตระบบ AI เป็นการสาธิตเฉพาะ จุดติดตั้งที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

- ในส่วนของระบบ AI ทางทีมวิจัย แบ่งออกเป็นดังนี้
  - ➢ การตรวจจับใบหน้าคน เช่น มีบุคคลต้องสงสัยในบัญชีแจ้งเตือน Backlist
  - ➢ การตรวจจับสิ่งของ เช่น ชนิดรถยนต์. ประเภทรถยนต์, สี, ยี่ห้อ
  - ➢ การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ เช่น ตรวจจับทะเบียนเฝ้าระวัง

การมอนิเตอร์กล้องจากส่วนกลาง



การสาธิตระบบ AI การตรวจจับวัตถุ

วันพุธ ที่ 12 ตุลาคม 2565

ขั้นตอนการสาธิตระบบ CCTV ที่ห้องประชุม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ทสอ.กห.

- สามารถดูการส่งสัญญาณภาพจาก พื้นที่ นครสวรรค์, ลพบุรี, จุดบ่อทอง ได้โดยผ่านเครือข่ายภายใน SD WAN ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

การสาธิตระบบ AI เป็นการสาธิตเฉพาะ จุดติดตั้งที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

- ในส่วนของระบบ AI ทางทีมวิจัย แบ่งออกเป็นดังนี้
  - การตรวจจับใบหน้าคน เช่น มีบุคคลต้องสงสัยในบัญชีแจ้งเตือน Backlist
  - การตรวจจับสิ่งของ เช่น ชนิดรถยนต์. ประเภทรถยนต์, สี, ยี่ห้อ
  - การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ เช่น ตรวจจับทะเบียนเฝ้าระวัง

การสาธิตระบบ AI

การสาธิตระบบ A

วันพุธ ที่ 25 ตุลาคม 2565

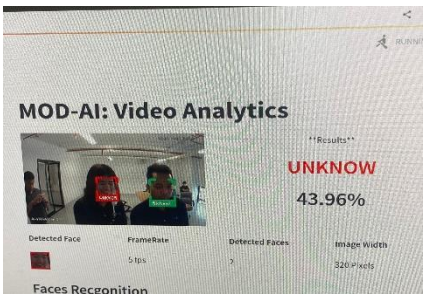
ขั้นตอนการสาธิตระบบ CCTV ที่ห้องประชุม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ทสอ.กห.

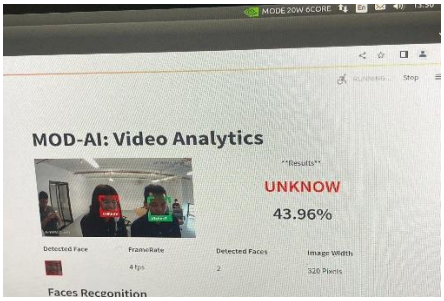
- สามารถดูการส่งสัญญาณภาพจาก พื้นที่ นครสวรรค์, ลพบุรี, จุดบ่อทอง ได้โดยผ่านเครือข่ายภายใน SD WAN ของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

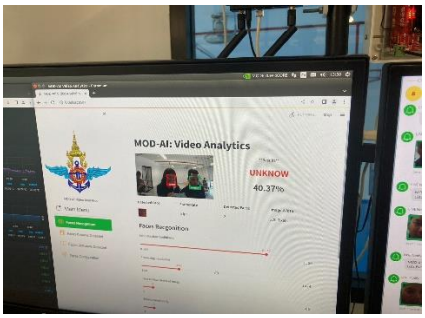
การสาธิตระบบ AI เป็นการสาธิตเฉพาะ จุดติดตั้งที่สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

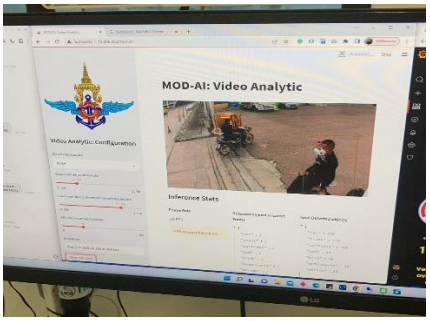
- ในส่วนของระบบ AI ทางทีมวิจัย แบ่งออกเป็นดังนี้
  - การตรวจจับใบหน้าคน เช่น มีบุคคลต้องสงสัยในบัญชีแจ้งเตือน Backlist
  - การตรวจจับสิ่งของ เช่น ชนิดรถยนต์. ประเภทรถยนต์, สี, ยี่ห้อ
  - การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ เช่น ตรวจจับทะเบียนเฝ้าระวัง

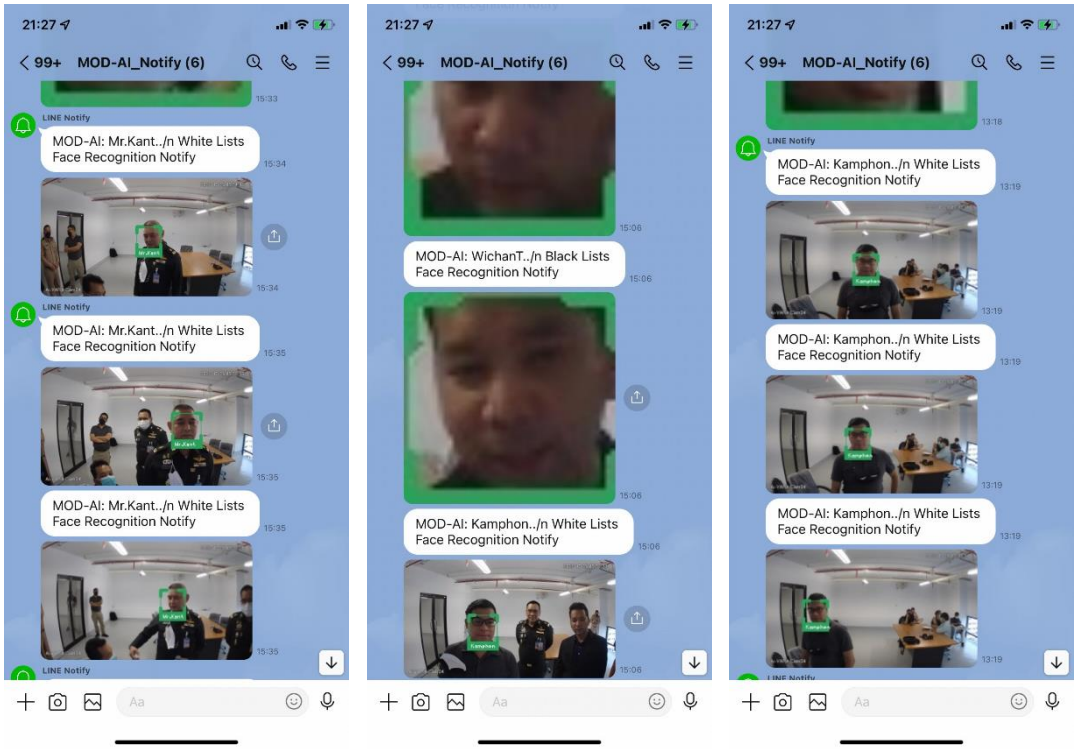
การสาธิตระบบ CCTV ที่ห้องประชุม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม ทสอ.กห.





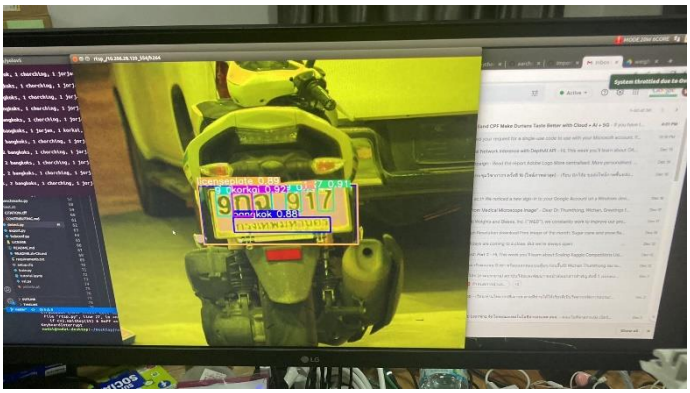


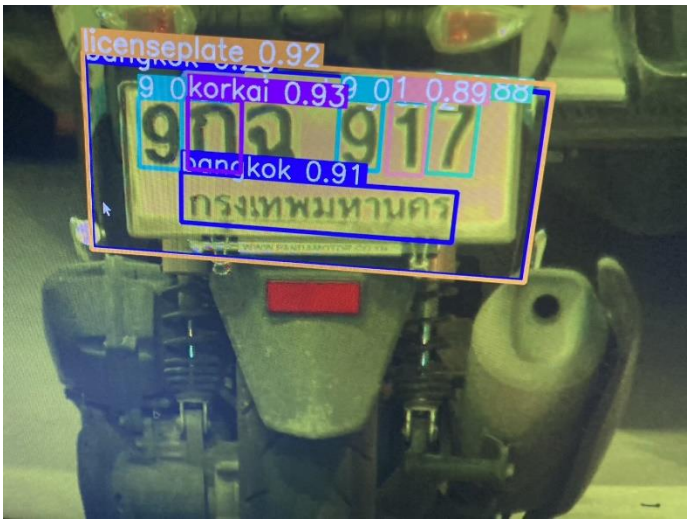




การตรวจจับใบหน้าคน เช่น มีบุคคลต้องสงสัยในบัญชีแจ้งเตือน Backlist

การตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ เช่น ตรวจจับทะเบียนเฝ้าระวัง





ภาคผนวก ช

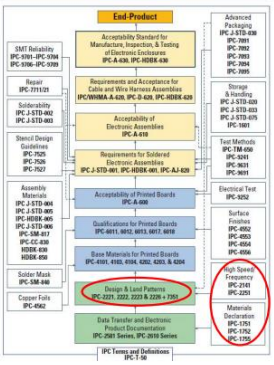
เอกสารประกอบการฝึกอบรม

1. มาตรฐาน IPC สำหรับ Electronics Design

วันที่ฝึกอบรม 5 ก.ค. 2565

มาตราฐาน IPC สำหรับ Electronics Design

อมรเทพ ผันสิน



IPC Standard: Documents (CAM)

- IPC-2581, Generic Requirements for Printed Board Assembly Products Manufacturing Description Data and Transfer Methodology
- IPC-2610 (IPC-D-325) Documentation Requirements for Printed Boards, Assemblies and Support Drawings

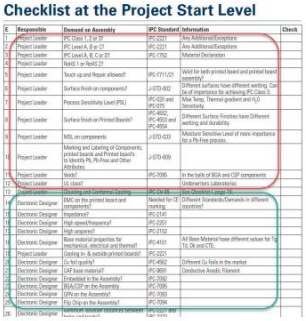
IPC Standard: Electronics Design (1/2)

- IPC-2141, Design Guide for High-Speed Controlled Impedance Circuit Boards
- IPC-2251, Design Guide for the Packaging of High Speed Electronic Circuits
- IPC-2152, Standard for Determining Current Carrying Capacity in printed board Design
- J-STD-002, Solderability Tests for Components Leads, Terminations, Lugs and Wires
- IPC-7092, Design and Assembly Process Implementation for Embedded Components

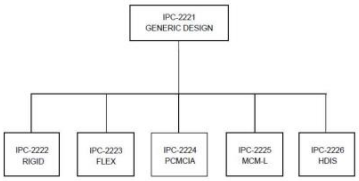
Project Stat Level

- Project Leader
- System Design
- Electronics Design
- Schematic Design

Checklist at the Project Start Level

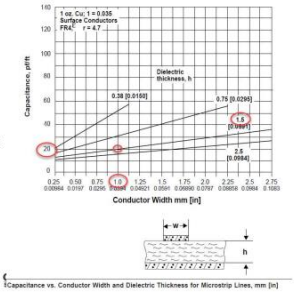


Example:IPC-2221, Generic Standard on PCB



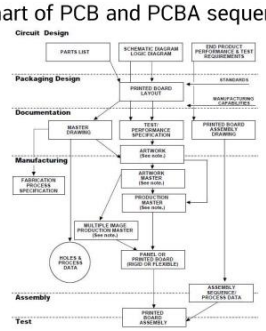
Example:IPC-2221 (Impedance Control)

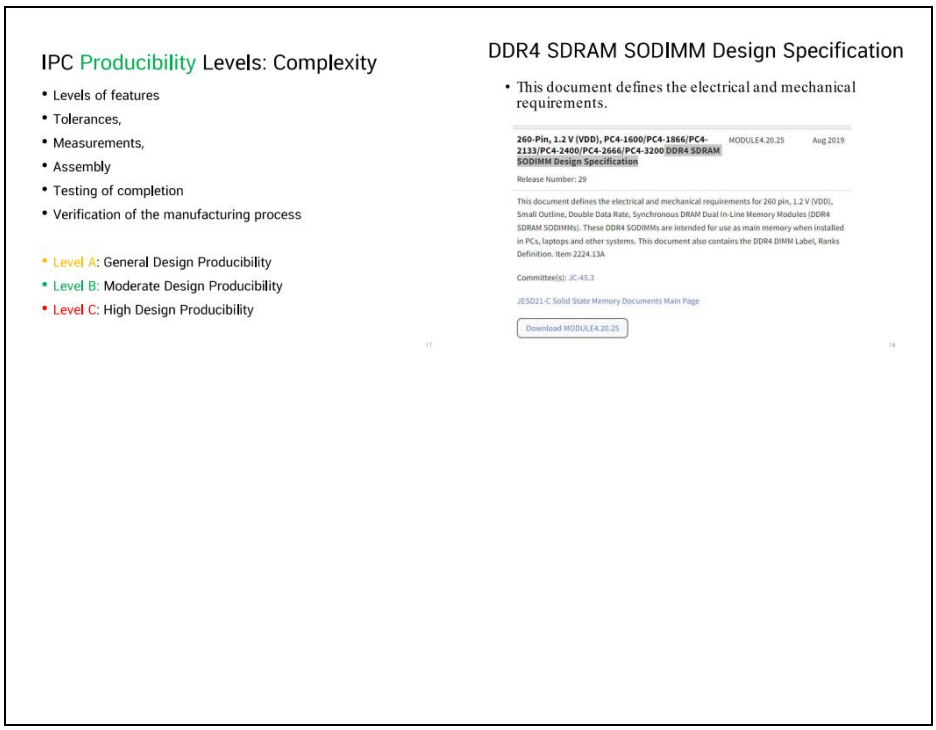
- Capacitance (pf)/Ft
- 20pF/ft at 1.5mm thickness with 1mm trace width



Capacitance vs. Conductor Width and Dielectric Thickness for Microstrip Lines, mm [in]

Flow Chart of PCB and PCBA sequence




IPC Producibility Levels: Complexity
• Levels of features
• Tolerances,
• Measurements,
• Assembly
• Testing of completion
• Verification of the manufacturing process
• Level A: General Design Producibility
• Level B: Moderate Design Producibility
• Level C: High Design Producibility
DDR4 SDRAM SODIMM Design Specification
• This document defines the electrical and mechanical requirements.
260-Pin, 1.2 V (VDD), PC4-1600/PC4-1866/PC4-2133/PC4-2400/PC4-2666/PC4-3200 DDR4 SDRAM SODIMM Design Specification
MODULE4.20.25
Aug 2019
Release Number: 29
This document defines the electrical and mechanical requirements for 260 pin, 1.2 V (VDD), Small Outline, Double Data Rate, Synchronous DRAM Dual In-Line Memory Modules (DDR4 SDRAM SODIMMs). These DDR4 SODIMMs are intended for use as main memory when installed in PCs, laptops and other systems. This document also contains the DDR4 DIMM Label, Ranks Definition. Item 2224.13A
Committee(s): JC-45.3
JESD21-C Solid State Memory Documents Main Page
Download MODULE4.20.25

2. การออกแบบวงจรโดย Datasheet, AppNotes, Reference Design

วันที่ฝึกอบรม วันที่ 5 ก.ค. 2565

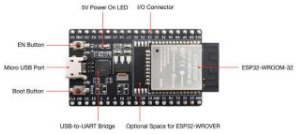
การออกแบบวงจรโดย
Datasheet,AppNotes,
Reference Design

อมรเทพ ผันสิน

Case Study ESP32 MCU

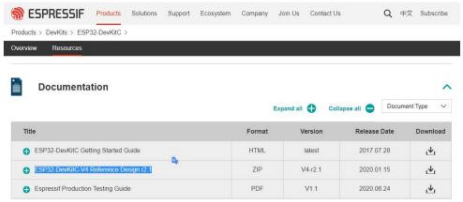
Start with Development Kit

- ESP32 Dev Kit
- https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html



ESP32-DevKitC Reference Design

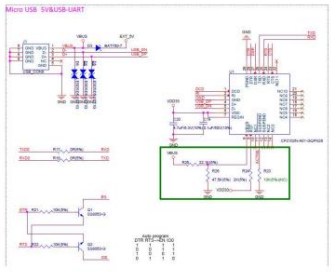
- https://www.espressif.com/en/products/devkits/esp32-devkitc/resources



Reference Design Files

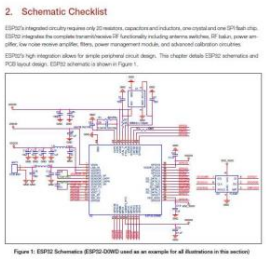
- ***Use the following tools to open schematics and PCB files:
- SCH: Cadence/OrCAD Capture V16.6
- ~~PCB: Mentor Graphics/Pads VX.2~~

ESP32-DevKitC Reference Schematic

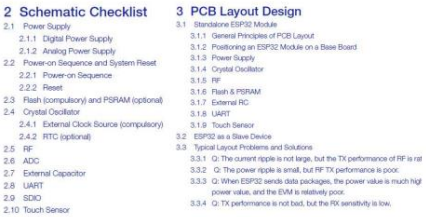


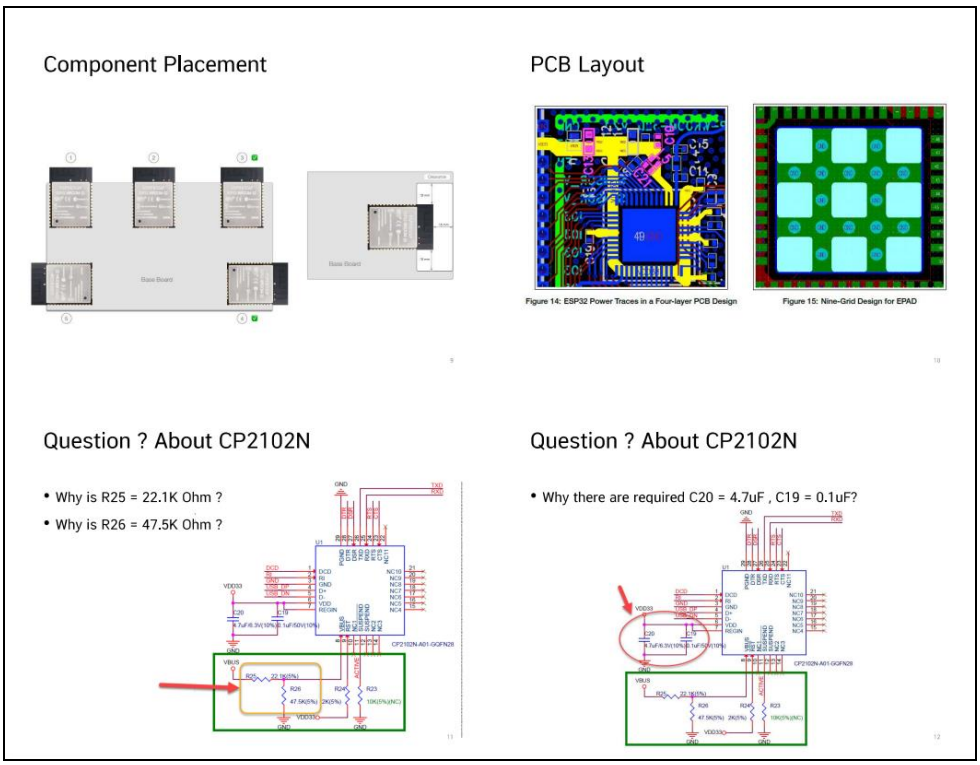
Hardware Design Guidelines

- esp32_hardware_design_guidelines_en.pdf



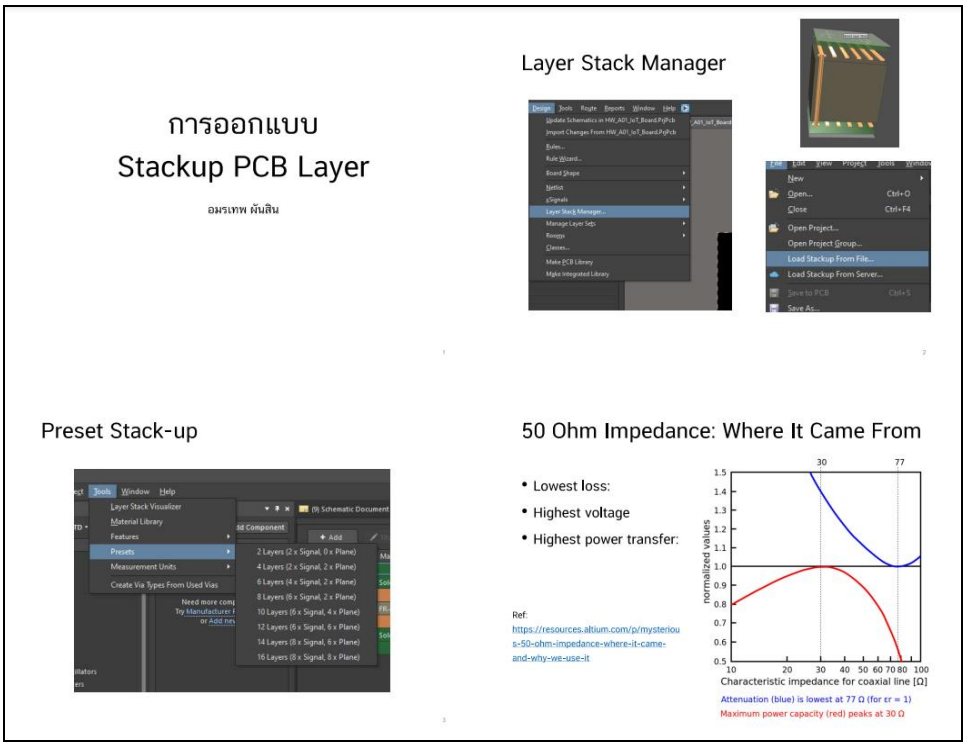
Check List

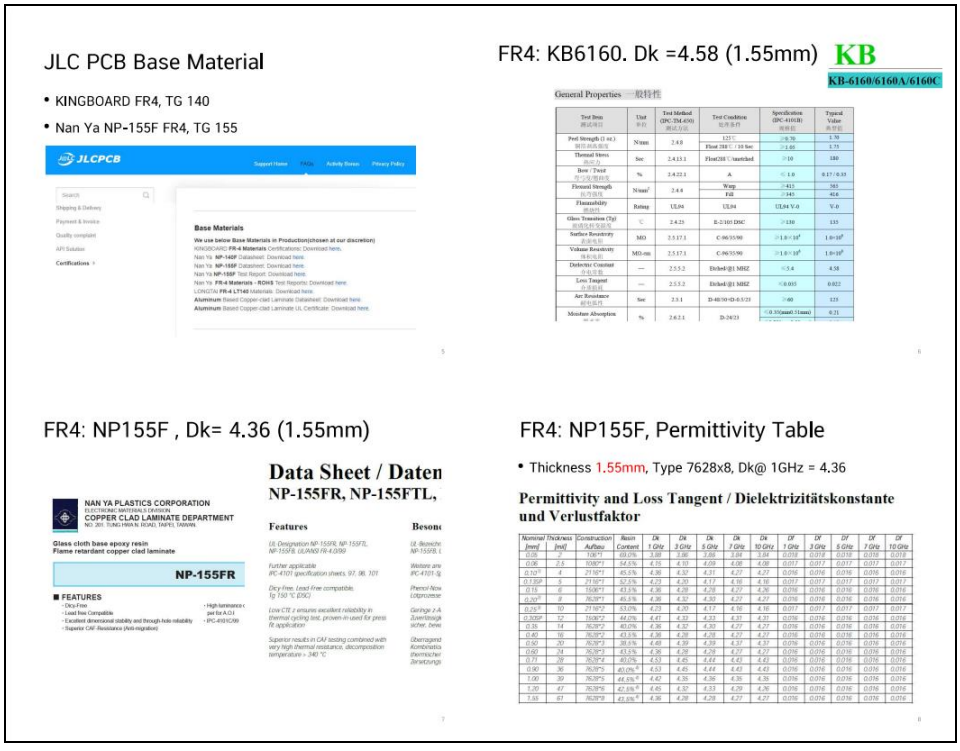



Component Placement
PCB Layout
Figure 14: ESP32 Power Traces in a Four-layer PCB Design
Figure 15: Nine-Grid Design for EPAD
Question ? About CP2102N
• Why is R25 = 22.1K Ohm ?
• Why is R26 = 47.5K Ohm ?
Question ? About CP2102N
• Why there are required C20 = 4.7uF , C19 = 0.1uF?

3. การออกแบบ Stackup PCB Layer

วันที่ฝึกอบรม วันที่ 6 ก.ค. 2565



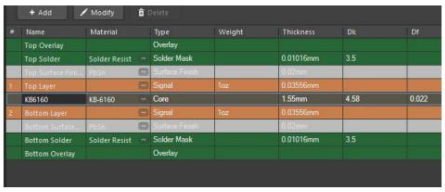


FR4: NP155F, Pregreg Type Table

- Type 2113, 0.1mm, Dk@ 1GHz = 4.08

Prepreg Type	Prepreg Thickness [mm]	[mil]	Resin Content	Dk 1 GHz	Dk 3 GHz	Dk 5 GHz	Dk 7 GHz	Dk 10 GHz	Df 1 GHz	Df 3 GHz	Df 5 GHz	Df 7 GHz	Df 10 GHz
106	0.05	2.0	70%	3.88	3.85	3.84	3.84	3.83	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019
106MR	0.05	2.1	74%	3.81	3.78	3.77	3.77	3.76	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
106HR	0.06	2.4	78%	3.78	3.75	3.74	3.74	3.73	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
1080	0.07	2.8	64%	3.97	3.94	3.93	3.93	3.92	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
1080MR	0.08	3.1	67%	3.91	3.88	3.87	3.87	3.86	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
1080HR	0.09	3.5	70%	3.87	3.84	3.83	3.83	3.82	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
2113	0.10	3.9	58%	4.08	4.05	4.04	4.04	4.03	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
2116	0.11	4.3	52%	4.20	4.17	4.16	4.16	4.15	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
2116MR	0.12	4.7	56%	4.12	4.09	4.08	4.08	4.07	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
2116HR	0.14	5.5	60%	4.04	4.01	4.00	4.00	3.99	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
1506	0.16	6.3	50%	4.13	4.10	4.09	4.09	4.08	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
1506MR	0.17	6.7	54%	3.99	3.96	3.95	3.95	3.94	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
7628	0.18	7.1	45%	4.31	4.28	4.27	4.27	4.26	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
7628R	0.19	7.5	47%	4.30	4.29	4.28	4.28	4.27	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
7628MR	0.20	7.9	49%	4.17	4.14	4.13	4.13	4.12	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
7628HR	0.22	8.7	52%	4.06	4.03	4.02	4.02	4.01	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

QWAVE 2 Layer PCB : KB6160



JLC 4 Layer Impedance Control Stack-up

Controlled Impedance PCB Parameters and Stackup

1.Prepreg dielectric constant:

Prepreg type	Dielectric constant
7628	4.6
2313	4.05
2116	4.25

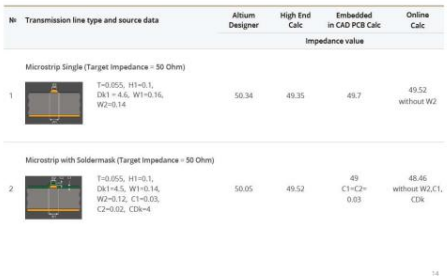
JLC2313, 4 Layer, 1.6mm

b) JLC2313 Stackup:

Layer	Material Type	Thickness	
Top Layer1	Copper	0.035 mm	
Prepreg	2313*1	0.1 mm	
Inner Layer2	Copper	0.0175 mm	
Core	Core	1.265 mm	1.3 mm (with copper core)
Inner Layer3	Copper	0.0175 mm	
Prepreg	2313*1	0.1 mm	
Bottom Layer4	Copper	0.035 mm	

QWAVE 4 Layer,NP155F, JLC2313

Workshop: Altium Impedance Calculation



Altium Impedance Calculation

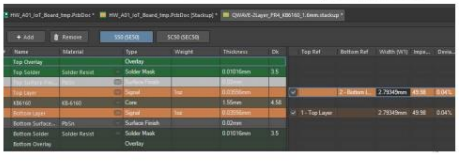
Workshop: QWAVE 2 Layer PCB

Calc Trace width

Sigle End 50 Ohm

- Trace width

= 2.79 mm



4. การสร้าง Standard Component Footprint Library

วันที่ฝึกอบรม วันที่ 6 ก.ค. 2565

การสร้าง Stadard Component Footprint Library

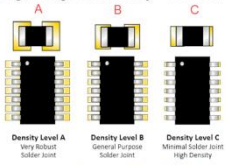
อมรเทพ ผันสิน

DFA (Design for Assembly) Standard

- IPC-7351, Land Pattern Calculator and Tools
- IPC-J-STD-001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies

IPC-7351 : Land Pattern Determination

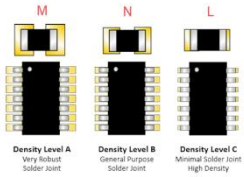
- Level A General Design Producibility – Preferred
- Level B Moderate Design Producibility – Standard
- Level C High Design Producibility – Reduced



Ref Picture: https://www.pcblibraries.com/Products/FPX/Altium.asp

Altium Land Pattern Determination

- Most is 10% larger than N
- N is Nominal size.
- Least is 10% smaller than N
- Refer to Pad size



IPC-7351 Land Pattern Naming Convention

Table 3-15 IPC-7351 Land Pattern Naming Convention

COMPONENT, CATEGORY	LAND PATTERN NAME
Ball Grid Array's, Inch Based (1.27 mm / 0.05 in Pitch)	**BGA127P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (1.50 mm Pitch)	**BGA150P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (1.00 mm Pitch)	**BGA100P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (0.80 mm Pitch)	**BGA80P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (0.75 mm Pitch)	**BGA75P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (0.65 mm Pitch)	**BGA65P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's, Metric Based (0.50 mm Pitch)	**BGA50P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Ball Grid Array's w/Staggered Pins (1.27 mm Pitch)	**SBGA127P** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty
Capacitors, Chip, Array	**CAPCA** - Pitch P + Body Width X Body Length in Metric - Pin Qty
Capacitors, Chip, Polarized	**CAPCP** + Body Size in Metric
Capacitors, Chip, Nonpolarized	**CAPC** + Body Size in Metric
Capacitors, Chip, Wire Rectangle	**CAPCWR** + Body Size in Metric
Capacitors, Molded, Nonpolarized	**CAPM** + Body Size in Metric
Capacitors, Molded, Polarized	**CAPMP** + Body Size in Metric
Capacitors, Aluminum Electrolytic	**CAPAE** + Base Body Width (**W**) + Height (**H**)
Ceramic Flat Packages	**CFP127P** + Lead Span Nominal - Pin Qty
Column Grid Array's	**CGA** + Number of Pin Columns **X** Number of Pin Rows - Pin Qty

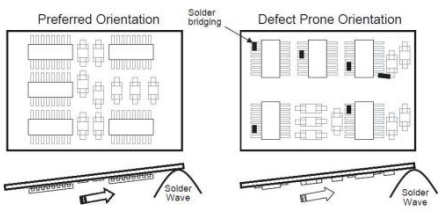
Ref :IPC_7351

Environments for Surface Mounted Electronics

Product Category (Typical Application)	Temperature, °C / °F[1]			
	Storage	Operation	Tmin[2] °C / °F	Tmax[2] °C / °F
Consumer	-40/85	0/55	0/32	60/140
Computers and Peripherals	-40/85	0/55	0/32	60/140
Telecomm	-40/85	-40/85	-40/-40	85/185
Commercial Aircraft	-40/85	-40/85	-55/-67	95/203
Industrial and Automotive - Passenger Compartment	-55/150	-40/85	-55/-67	95/203
Military (ground and shipboard)	-40/85	-40/85	-55/-67	95/203
Space	-40/85	-40/85		
leo			-55/-67	95/203
geo				
Military Aircraft	-55/125	-40/85		
a			-55/-67	125/257
b				
c				
Maintenance				
Automotive (under hood)	-55/150	-40/125	-55/-67	125/257

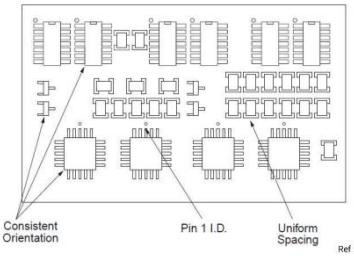
Ref :IPC_7351

Component Orientation for Wave-Solder



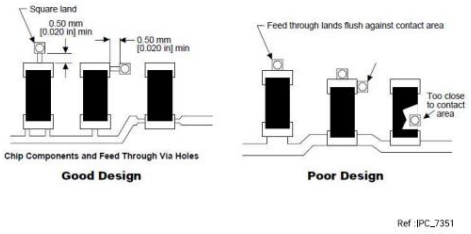
Ref :IPC_7351

Alignment of Similar Components



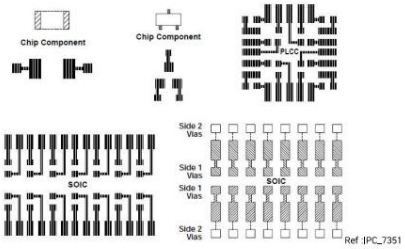
Ref :IPC_7351

Land Pattern to Via Relationship



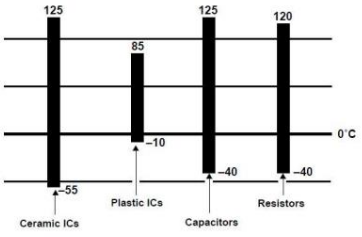
Ref :IPC_7351

Via Positioning Concepts



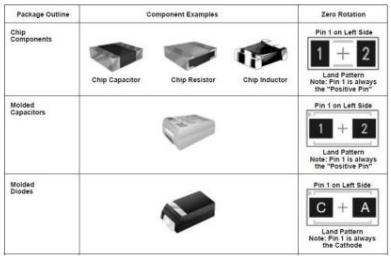
Ref :IPC_7351

Component Operating Temperature Limits



Ref :IPC_7351

Zero Component Rotations



Surface Mount Land Patterns

IPC-735* Component Family Breakdown:

IPC-7351 = IEC 61188-5-1, Generic requirements - land/joint considerations – **General Description**
IPC-7352 = IEC 61188-5-2, Sectional requirements - land/joint considerations – **Discrete Components**
IPC-7353 = IEC 61188-5-3, Sectional requirements - land/joint considerations – **Gull-wing leads, two sides (SOP)**
IPC-7354 = IEC 61188-5-4, Sectional requirements - land/joint considerations – **J leads, two sides (SOJ)**
IPC-7355 = IEC 61188-5-5, Sectional requirements - land/joint considerations – **Gull-wing leads, four sides (QFP)**
IPC-7356 = IEC 61188-5-6, Sectional requirements - land/joint considerations – **J leads, four sides (PLCC)**
IPC-7357 = IEC 61188-5-7, Sectional requirements - land/joint considerations – **Post leads, two sides (DIP)**
IPC-7358 = IEC 61188-5-8, Sectional requirements - land/joint considerations – **Area Array Components (BGA)**
IPC-7359 = NO IEC Document, Sectional requirements - land/joint considerations – **No Lead Components (LCC)**

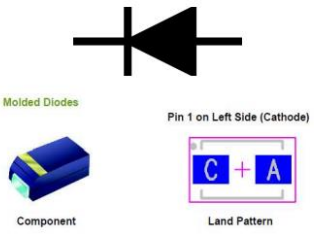
Ref : Component Zero Orientations for CAD Libraries

Surface Mount Land Patterns

Component Zero Orientations Pin 1 Location For CAD Library Construction

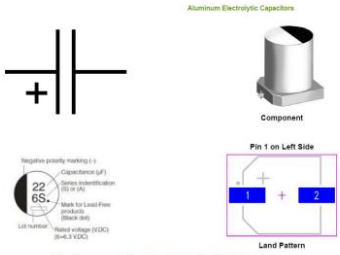
1) Chip Capacitors, Resistors and Inductors (RES, CAP and IND) – **Pin 1 (Positive Pin) on Left**
2) Molded Inductors (INDM), Resistors (RESM) and Tantalum Capacitors (CAPT) – **Pin 1 (Positive Pin) on Left**
3) Precision Wire-wound Inductors (INDP) – **Pin 1 (Positive Pin) on Left**
4) MELF Diodes – **Pin 1 (Cathode) on Left**
5) Aluminum Electrolytic Capacitors (CAPAE) – **Pin 1 (Positive) on Left**
6) SOT Devices (SOT23, SOT23-5, SOT223, SOT89, SOT143, etc.) – **Pin 1 Upper Left**
7) TO252 & TO263 (DPAK Type) Devices – **Pin 1 Upper Left**
8) Small Outline Gull-wing ICs (SOIC, SOP, TSOP, SSOP, TSSOP) – **Pin 1 Upper Left**
9) Ceramic Flat Packs (CFP) – **Pin 1 Upper Left**
10) Small Outline J Lead ICs (SOJ) – **Pin 1 Upper Left**
11) Quad Flat Pack ICs (PQFP, SQFP) – **Pin 1 Upper Left**
12) Ceramic Quad Flat Packs (CQFP) – **Pin 1 Upper Left**
13) Bumper Quad Flat Pack ICs (BQFP Pin 1 Center) – **Pin 1 Top Center**
14) Plastic Leaded Chip Carriers (PLCC) – **Pin 1 Top Center**
15) Leadless Chip Carriers (LCC) – **Pin 1 Top Center**
16) Chip Array – Pin 1 Upper Left
17) Quad Flat No-Lead ICs (QFN) QFNS, QFNRV, QFNRH – **Pin 1 Upper Left**
18) Ball Grid Arrays (BGA) – **Pin A1 Upper Left**

Diodes

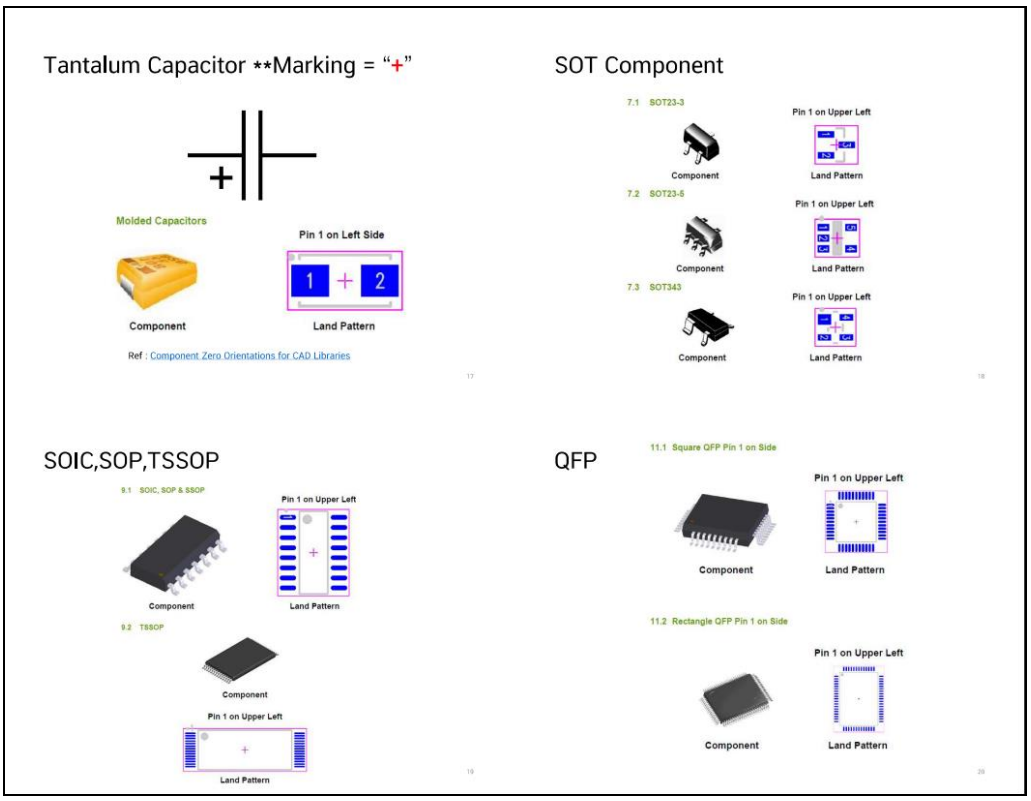


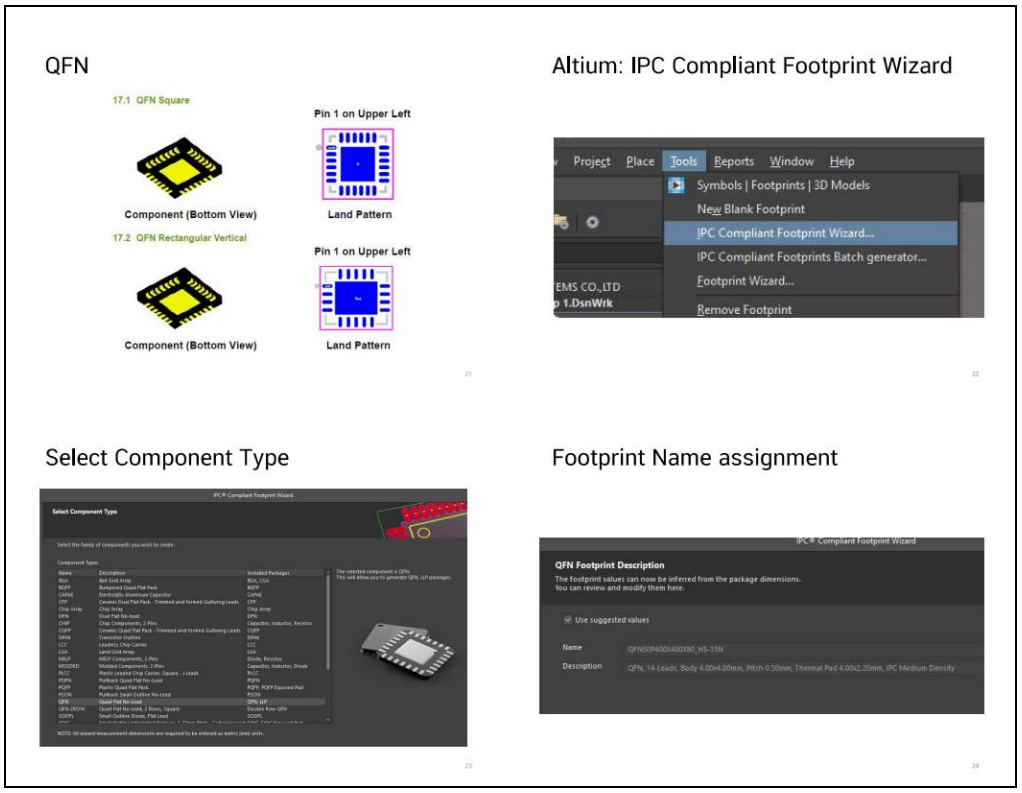
Ref : Component Zero Orientations for CAD Libraries

Electrolytic Capacitor

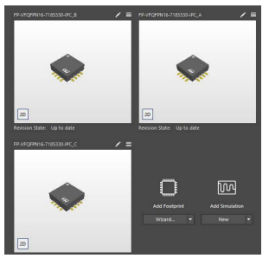


Ref : Component Zero Orientations for CAD Libraries


Tantalum Capacitor **Marking = "+"
Molded Capacitors
Pin 1 on Left Side
1
2
Component
Land Pattern
Ref : Component Zero Orientations for CAD Libraries
SOT Component
7.1 SOT23-3
7.2 SOT23-5
7.3 SOT343
Pin 1 on Upper Left
Component
Land Pattern
SOIC,SOP,TSSOP
9.1 SOIC, SOP & SSOP
9.2 TSSOP
QFP
11.1 Square QFP Pin 1 on Side
11.2 Rectangle QFP Pin 1 on Side


QFN
17.1 QFN Square
17.2 QFN Rectangular Vertical
Component (Bottom View)
Land Pattern
Pin 1 on Upper Left
Altium: IPC Compliant Footprint Wizard
Project
Place
Tools
Reports
Window
Help
Symbols | Footprints | 3D Models
New Blank Footprint
IPC Compliant Footprint Wizard...
IPC Compliant Footprints Batch generator...
Footprint Wizard...
Remove Footprint
Select Component Type
Footprint Name assignment
QFN Footprint Description

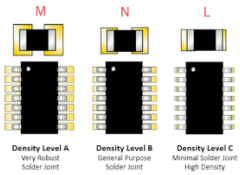
Example: Altium -> IPC QFN (A,B,C)



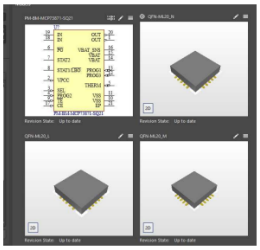
Altium Land Pattern Determination

- Most is 10% larger than N
- N is Nominal size.
- Least is 10% smaller than N

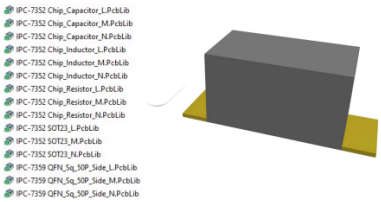
*Refer to Pad size



Example: Altium -> QFN (M,N,L)



Workshop: Altium Footprint Wizard



5. การออกแบบ Schematic (Design Flow)

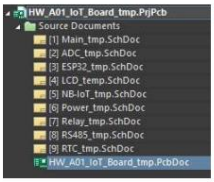
วันที่ฝึกอบรม วันที่ 5 ก.ค. 2565

การออกแบบ Schematic
(Design Flow)

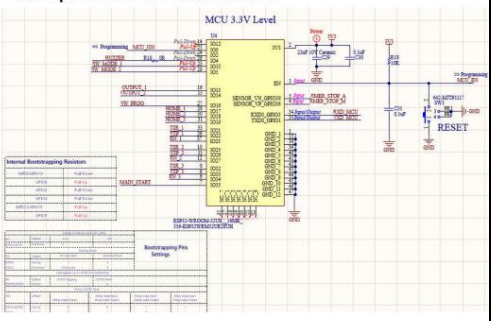
อมรเทพ ผันสิน

Workshop Schematic Design:
ESP32 IoT Board

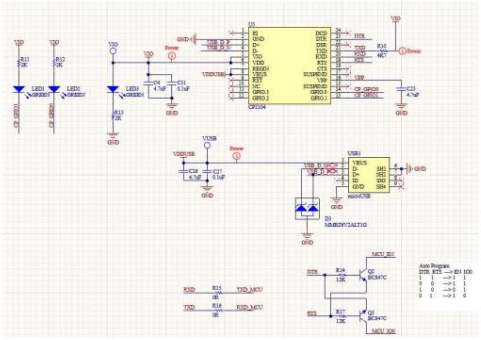
Workshop: Schematic Sheet



Example: ESP32 Schematic

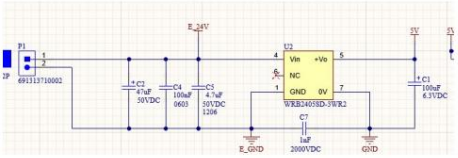


Example: ESP32 USB Program

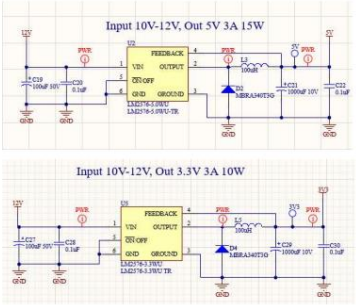


Example: NB-IoT Schematic

Example: Power (+24V Module)

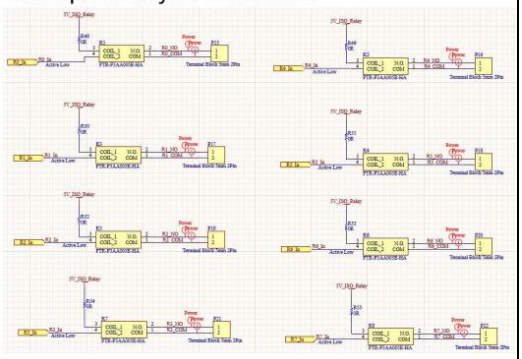


Example: Power 5V, 3.3V Schematic

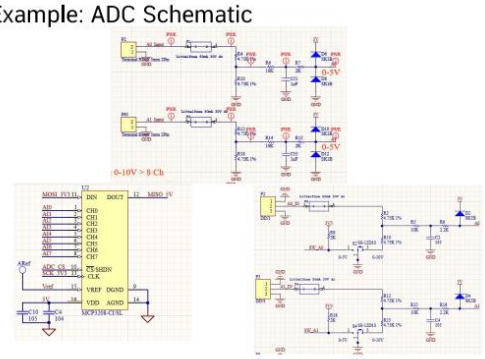


Example: Relay#1 Schematic

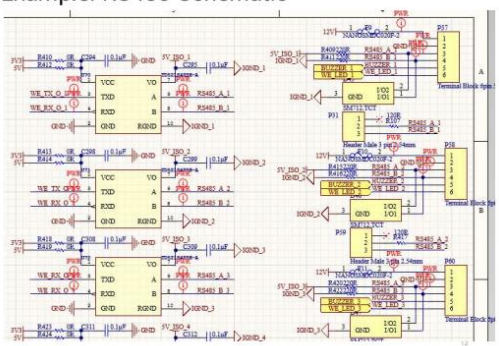
Example: Relay#2 Schematic



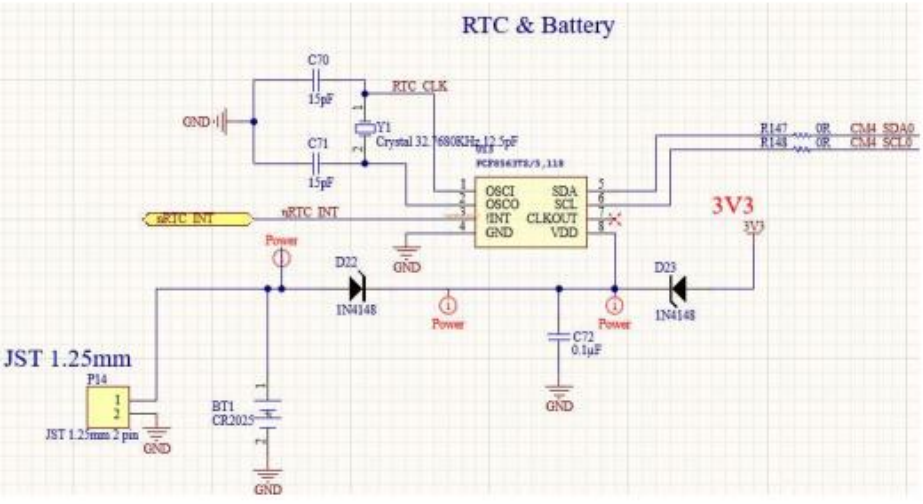
Example: ADC Schematic



Example: RS485 Schematic

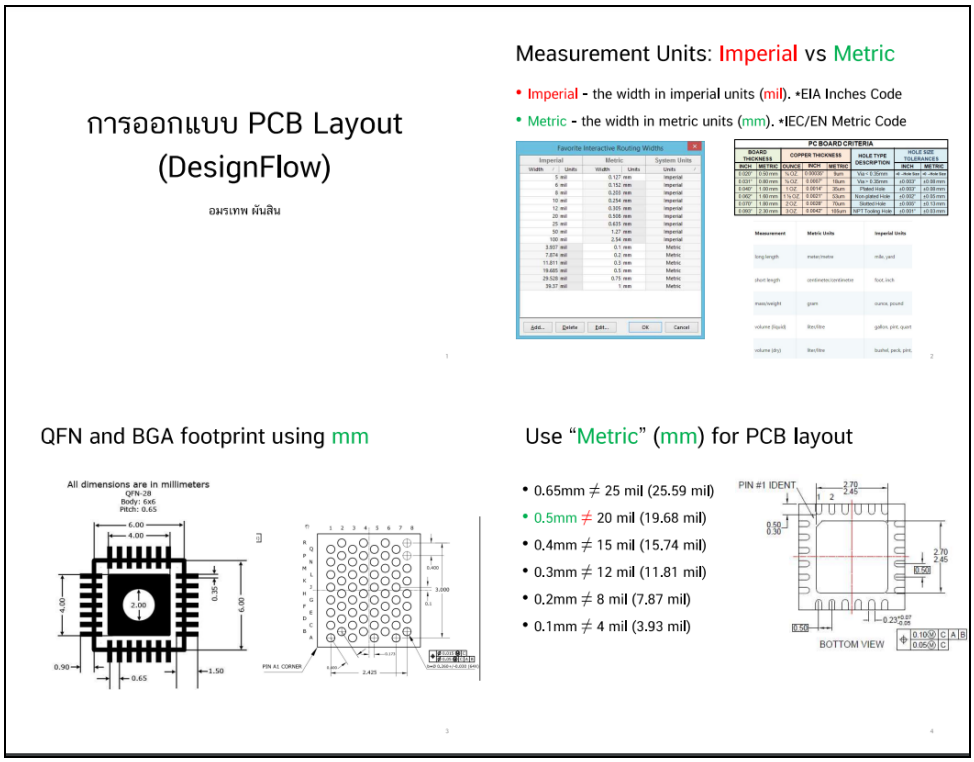


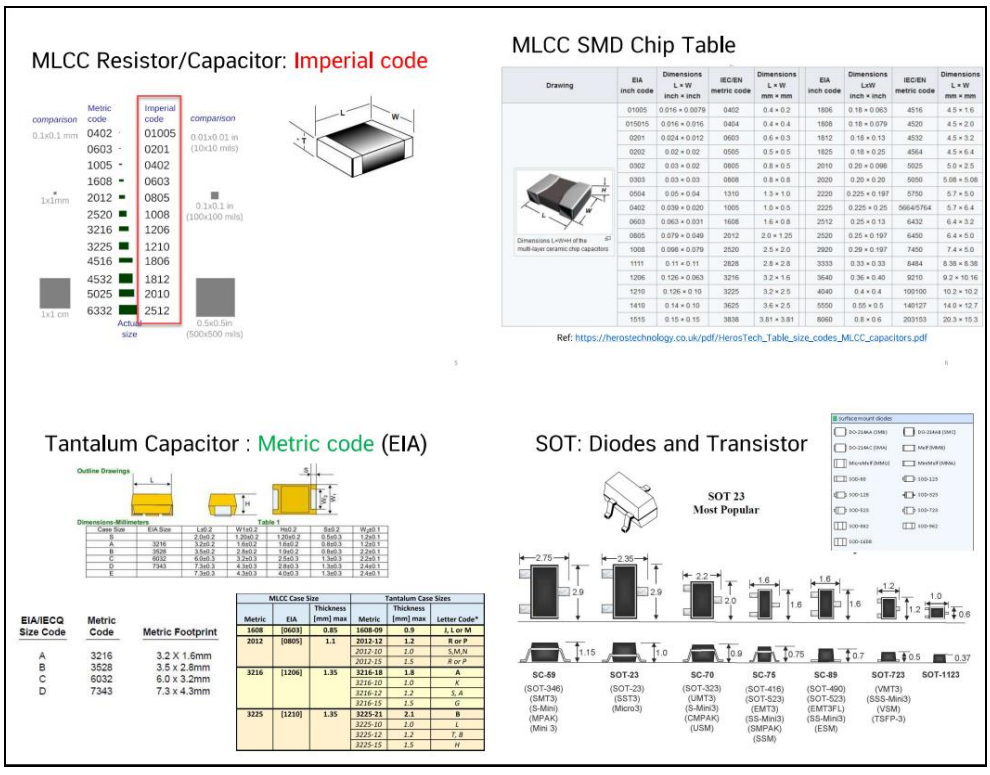
Example: RTC Schematic



6. การออกแบบ PCB Layout (Design Flow)

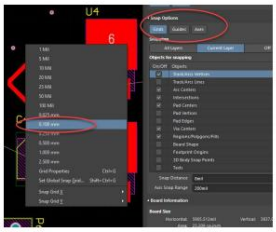
วันที่ฝึกอบรม วันที่ 6 ก.ค. 2565



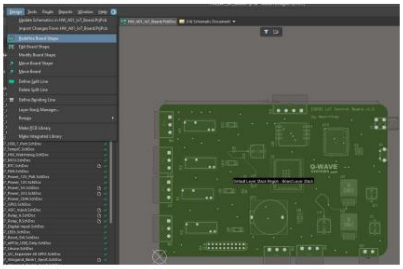


Set Unit and Snap

- Q = Toggle Unit
  mm vs mil
- G = Set Grid size
  Min = 0.025mm (0.984mil)
- Snap Option
  - Grid
  - Guild
  - Axes



PCB Board Shape Design



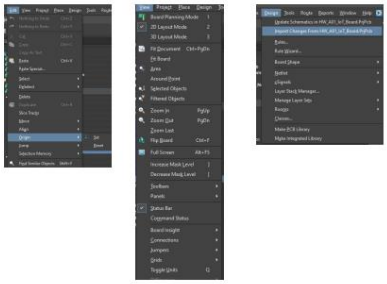
1.Workshop: Edit Board Shape

- Keyboard Shortcut = 1
- Edit PCB shape to 150x100mm

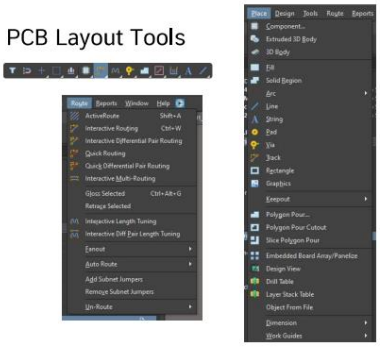
2.PCB Layout

- Keyboard Shortcut = 2

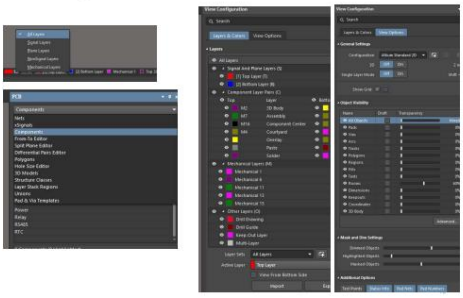
PCB Layout Tools



PCB Layout Tools

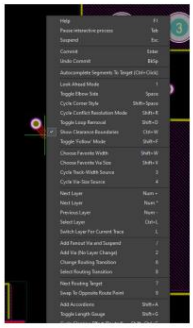


PCB Layout: Panel



Magic Key : Shift+F1

- To view valid shortcuts for that stage of the interactive command

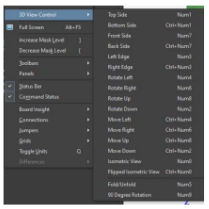


3.PCB Layout 3D View

- Keyboard Shortcut = 3

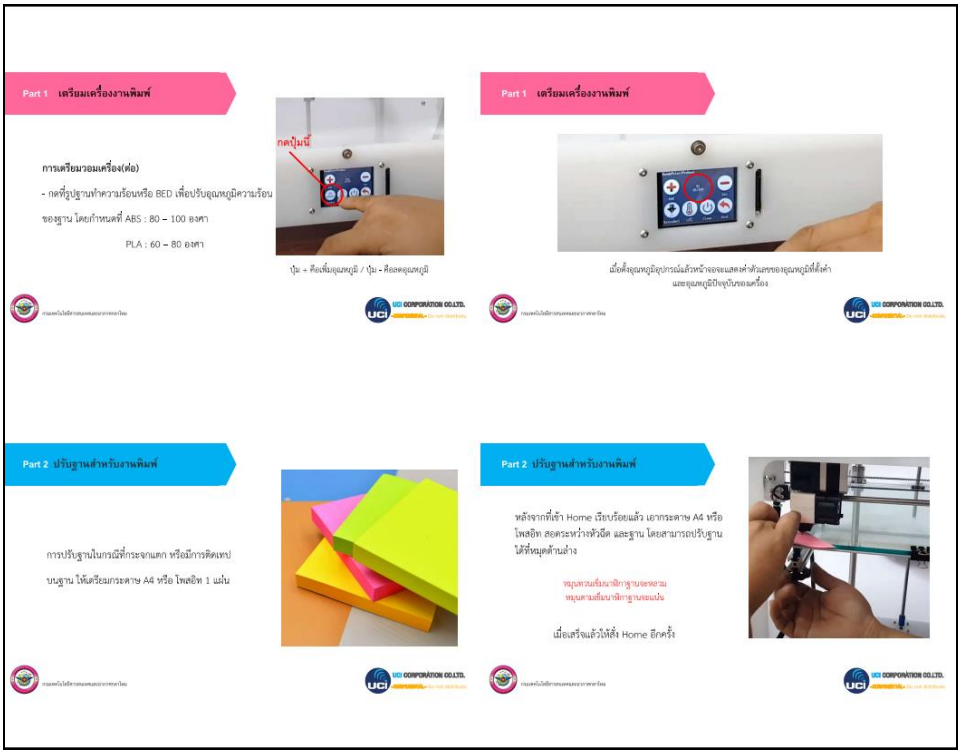
3D View Control

- Ctrl+ mouse = Zoom In/Out
- Ctrl+ mouse = Rotate 3D
- Ctrl+ F = Flip board
- Num “1” Key = Top View

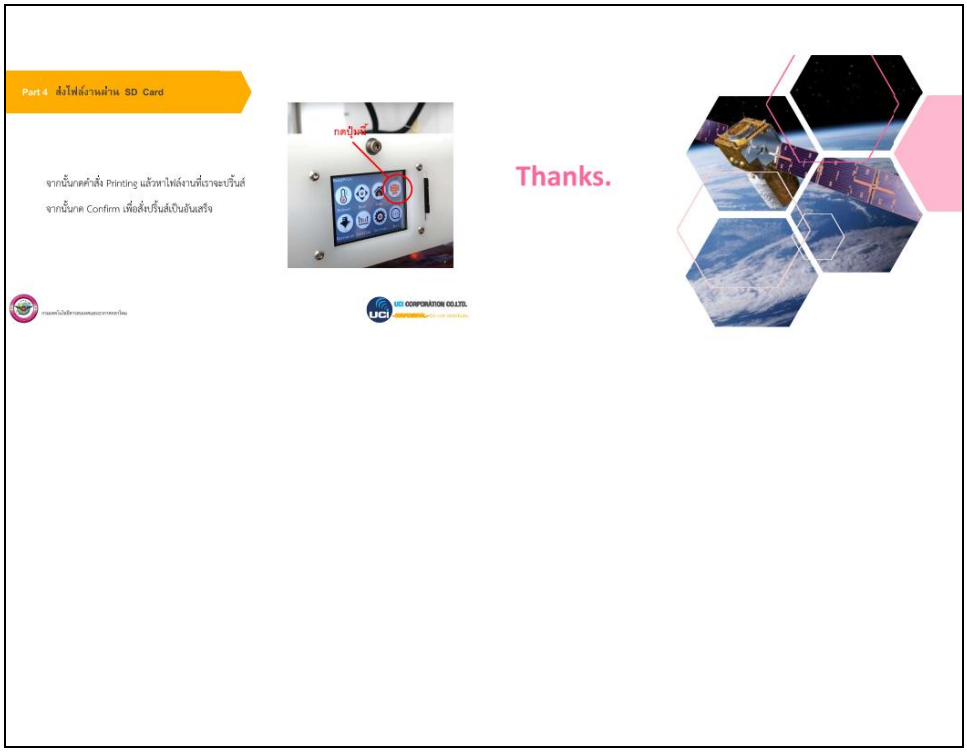


7. การใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ Innoprinter Gen 5

วันที่ฝึกอบรม วันที่ 7-8 ก.ค. 2565

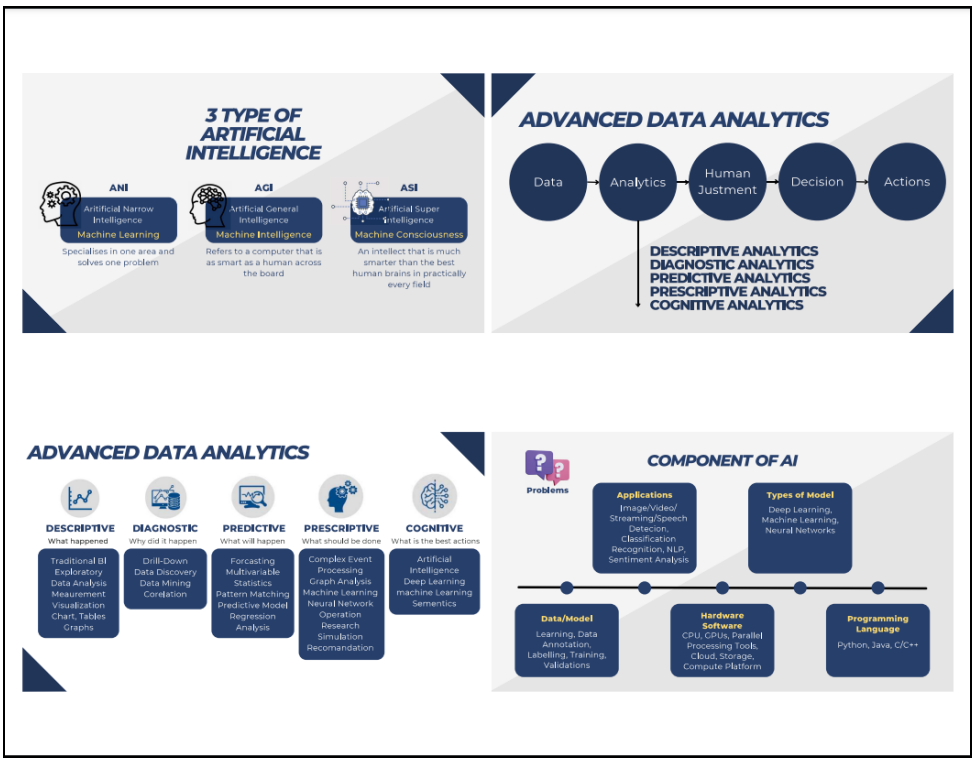


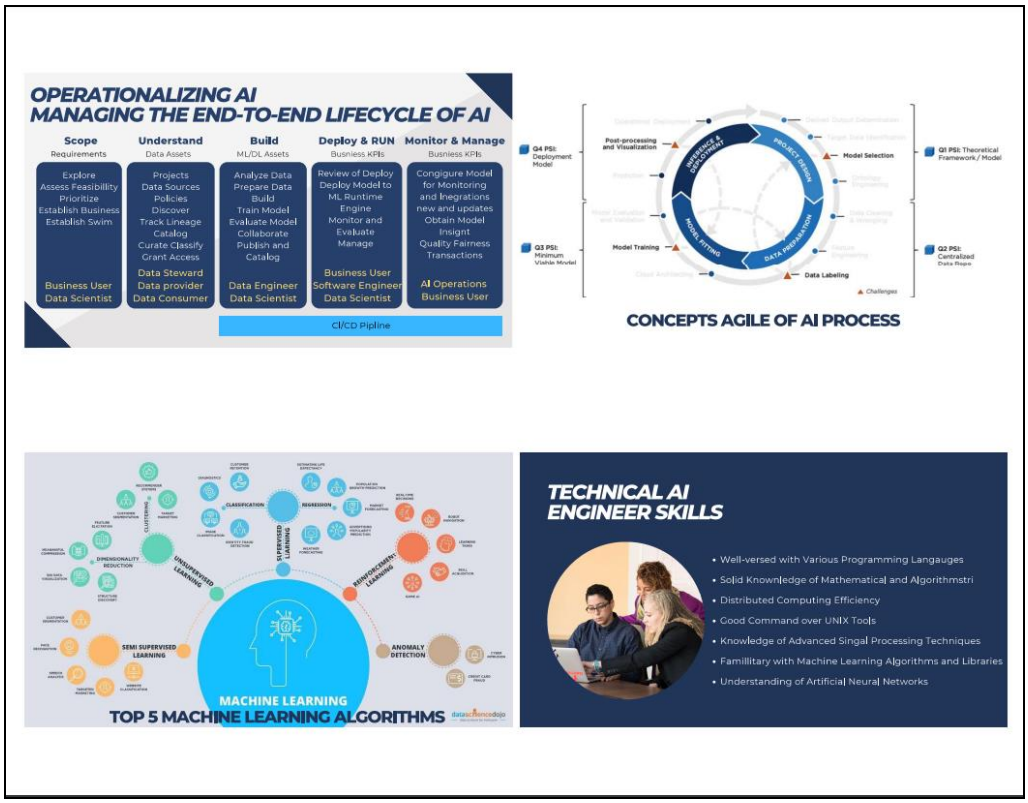
Part 3 ใส่เส้น Filamant เครื่องพิมพ์
การเปลี่ยนหรือการใส่เส้นเครื่องพิมพ์ จะต้องอุ่นเครื่องให้ร้อนด้วยอุณหภูมิ 210 – 230 องศา
1. เริ่มจากการคลายน็อต
2. จับที่สายและเครื่อง แล้วดึงสายออก
3. กดเส้น Filamant ลงไปให้ออกจากแล้วจึงดึงออกมาใหม่
4. เอาหัวตัดให้แหลมแล้วใส่เส้นเข้าไปใหม่
5. ใส่เส้นลงไปในคอนที่เครื่องต้องร้อนอุ่นพลิดเพื่อให้เส้นออกมาเมื่อเข้าไปถึงแล้ว
6. เมื่อเสร็จแล้วให้น็อตเข้าไปเช่นเดิมก็พร้อมใช้งาน
Part 4 ส่งไฟล์งานผ่าน SD Card
ให้คัดลอกไฟล์ นามสกุล .gcode จากคอมพิวเตอร์
ลงใน SD Card แล้วนำมาเสียบที่เครื่อง
SD Card


Part 4 ส่งไฟล์งานผ่าน SD Card
จากนั้นกดคำสั่ง Printing แล้วหาไฟล์งานที่เราจะปริ้นส์
จากนั้นกด Confirm เพื่อสั่งปริ้นส์เป็นอันเสร็จ
กดปุ่มนี้
Thanks.

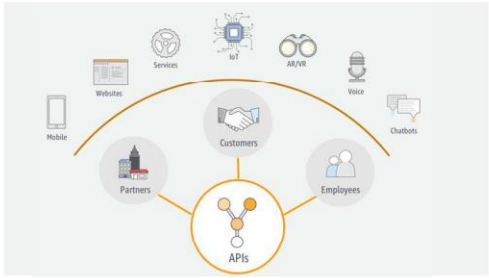
8. **Getting Started with Embeded AI on Nvidia Jetson**

วันที่ฝึกอบรม 11-12 ก.ค. 2565




OPERATIONALIZING AI
MANAGING THE END-TO-END LIFECYCLE OF AI
Scope
Understand
Build
Deploy & RUN
Monitor & Manage
CI/CD Pipline
CONCEPTS AGILE OF AI PROCESS
MACHINE LEARNING
TOP 5 MACHINE LEARNING ALGORITHMS
TECHNICAL AI
ENGINEER SKILLS
• Well-versed with Various Programming Langauges
• Solid Knowledge of Mathematical and Algorithmstri
• Distributed Computing Efficiency
• Good Command over UNIX Tools
• Knowledge of Advanced Singal Processing Techniques
• Famililtary with Machine Learning Algorithms and Libraries
• Understanding of Artificial Neural Networks

COMPUTER
VISION
• 2D/3D Object Detection
• Image/Video Classification
• Instance/Semantic Segmentation
• Pose Estimation
• Action Recognition
• Face Detection/Recognition
• Emotion/Age/Gender Recognition
• OCR/ALPR
• Intelligence Video Analytics
Nicole, Female, 38
Smile, 96%
NATURAL LANGUAGE
PROCESSING
• Machine Translation
• Named Entity Recognition
• Speech to Text
• Voice Activation
• Text Analysis
• Question and Answering
• Chat Bot
SIGNAL
PROCESSING
• Sonar Signal Classification
• Time Series Forecasting
• Economic/Stock Market Forecasting
• Predictive Maintenance
• Climate/Weather Forecasting
• Brain Wave Classification
• Heart Wave Classification
• Landslide
• Smart Farm
target
speaker
microphone
Classification of Sonar Targets in Air
A Neural Network Approach
REAL WORLD APPLICATIONS
Image Processing
Forensic Science
Age and Gender Determation in Thai Adult Cadavers
Classification
Wild Animals
Smart Early Warning System
Detection
Human, Car, Boat
Multiple Object Detection from RTSP streaming CCTV Camera in Security Area
Recognition
License Plate
Automated License Plate Detection and Recognition
Facial Recognition
Face Detection
Process of identifying or verifying the identity of a person using their face


IoT
Services
AR/VR
Voice
Websites
Mobile
Chatbots
Customers
Partners
Employees
APIs

API

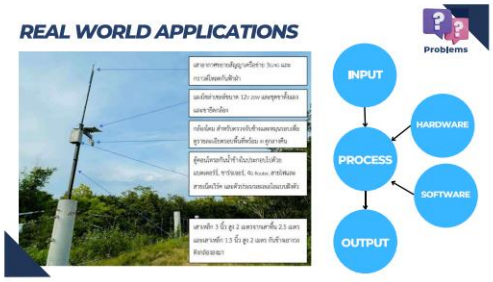

REAL WORLD APPLICATIONS
Problems
INPUT
PROCESS
OUTPUT
HARDWARE
SOFTWARE

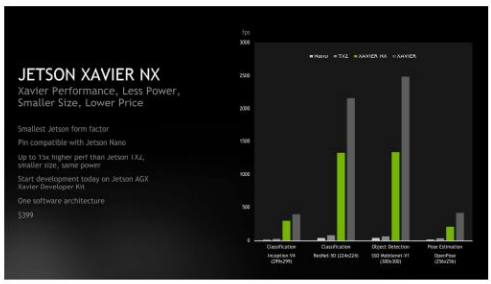
TABLE OF CONTENTS
BASIC OF NVIDIA JETSON
What is Jetson
Jetson vs Raspberry Pi
Starting with Jetson
Jetson Software
Jetpack and OS Installation
Required Libraries
Deep stream

NVIDIA JETSON
ADVANCED AI
EMBEDDED SYSTEMS
NVIDIA Jetson: The AI platform
for autonomous machines.

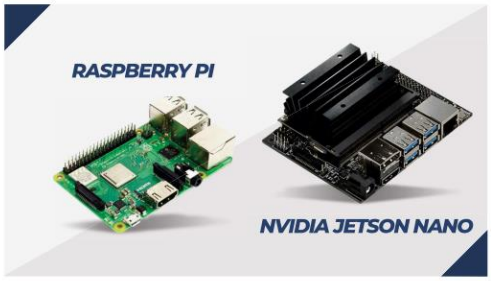
NVIDIA JETSON
DEVELOPER KITS SERIES
Jetson Nano
Jetson Xavier NX
Jetson AGX Xavier
Jetson AGX Orin

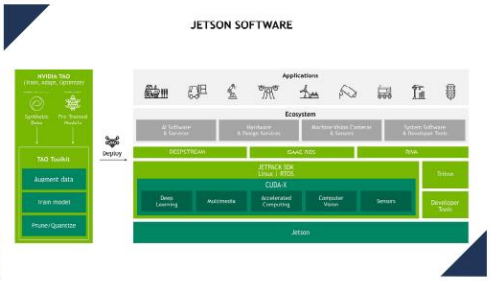
NVIDIA JETSON EMBEDDED SYSTEM
SYSTEM ON MODULE (SOM)
Jetson Nano
JetsonTX2
Jetson AGX Xavier
Jetson AGX Orin

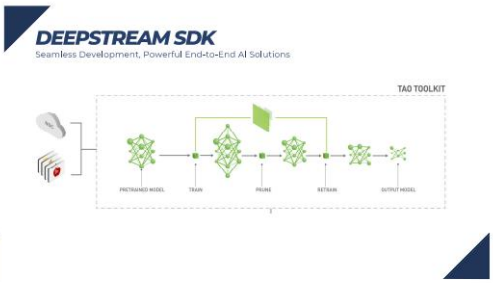
NEW JETSON FAMILY
Top-to-Bottom Embedded AI Computer Lineup
JETSON NANO
JETSON TX2 SERIES
JETSON XAVIER NX
JETSON AGX XAVIER SERIES
comparison is between different units TOPS vs TFLOPS.

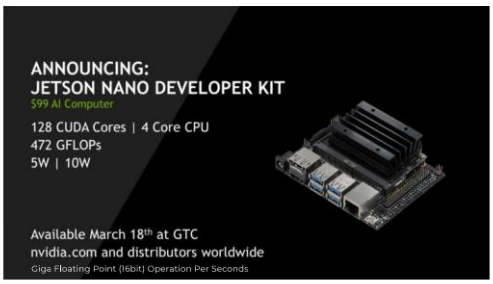


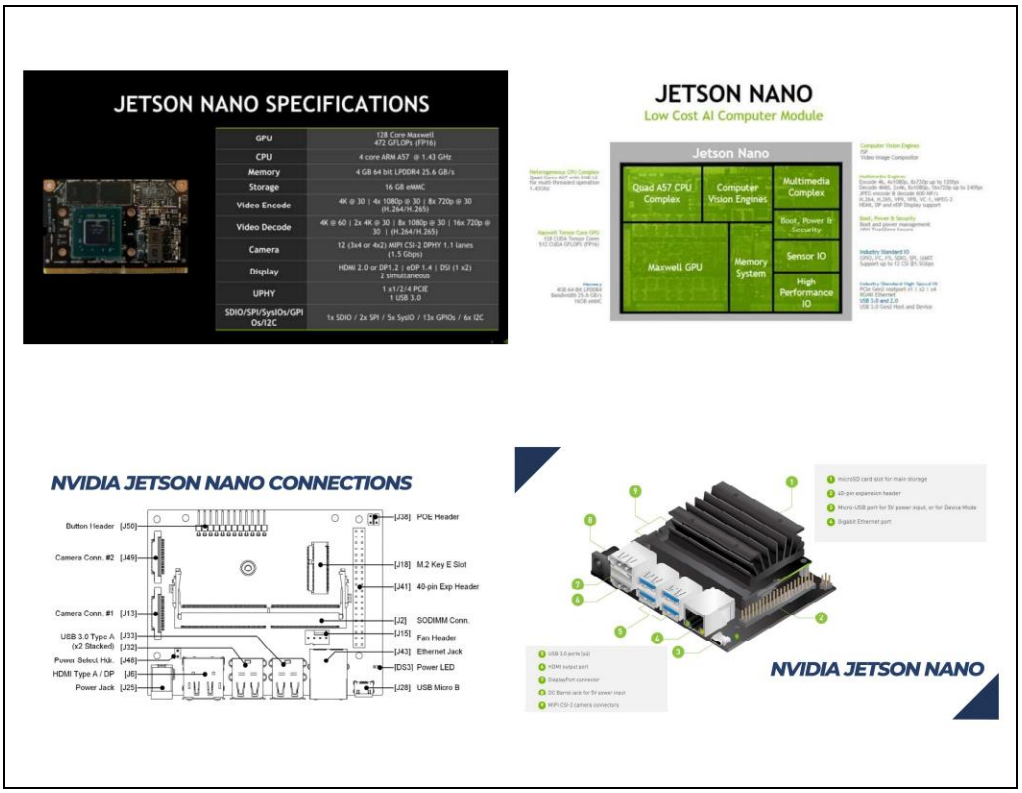
NVIDIA Jetson Family Specifications				
	Xavier NX(15W)	Xavier NX(10W)	AGX Xavier	Jetson Nano
CPU	4x/6x Carmel@ 1.4GHzor2x Carmel@ 1.9GHz	4x/ Carmel@ 1.2GHzor2x Carmel@ 1.5GHz	8x Carmel@ 2.26GHz	4x Cortex-A57@ 1.43GHz
GPU	Volta, 384 Cores@ 1100MHz	Volta, 384 Cores @ 800MHz	Volta, 512 Cores@ 1377MHz	Maxwell, 128 Cores@ 920MHz
Accelerators	2x NVDLA		2x NVDLA	N/A
Memory	8GB LPDDR4X, 128-bit bus(51.2 GB/sec)		16GB LPDDR4X, 256-bit bus(137 GB/sec)	4GB LPDDR4, 64-bit bus(25.6 GB/sec)
Storage	16GB eMMC		32GB eMMC	16GB eMMC
AI Perf.	21 TOPS	14 TOPS	32 TOPS	N/A
Dimensions	45mm x 70mm		100mm x 87mm	45mm x 70mm
TDP	15W	10W	30W	10W
Price	$399		$999	$129

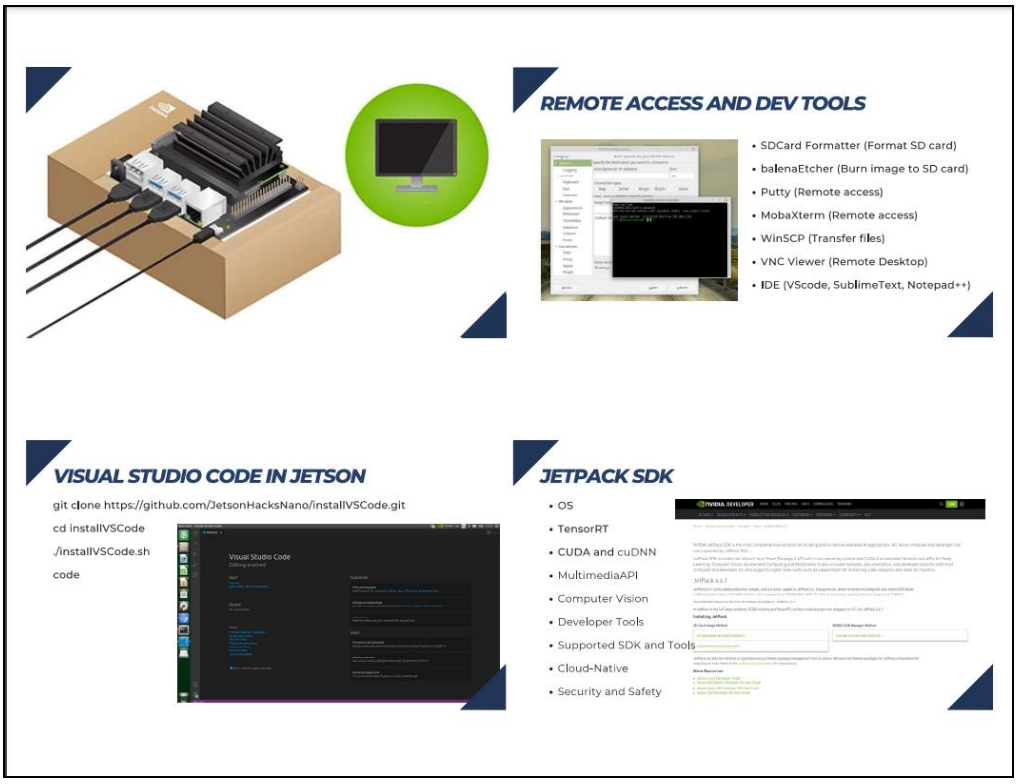









JETSON NANO SPECIFICATIONS
GPU
128 Core Maxwell
472 GFLOPs (FP16)
CPU
4 core ARM A57 @ 1.43 GHz
Memory
4 GB 64 bit LPDDR4 25.6 GB/s
Storage
16 GB eMMC
Video Encode
4K @ 30 | 4x 1080p @ 30 | 8x 720p @ 30 (H.264/H.265)
Video Decode
4K @ 60 | 2x 4K @ 30 | 8x 1080p @ 30 | 16x 720p @ 30 | (H.264/H.265)
Camera
12 (3x4 or 4x2) MIPI CSI-2 DPHY 1.1 lanes (1.5 Gbps)
Display
HDMI 2.0 or DP1.2 | eDP 1.4 | DSI (1 x2) 2 simultaneous
UPHY
1 x1/2/4 PCIE
1 USB 3.0
SDIO/SPI/SysIOs/GPIOs/I2C
1x SDIO / 2x SPI / 5x SysIO / 13x GPIOs / 6x I2C
JETSON NANO
Low Cost AI Computer Module
Jetson Nano
Quad A57 CPU Complex
Computer Vision Engines
Multimedia Complex
Maxwell GPU
Memory System
Sensor IO
High Performance IO
NVIDIA JETSON NANO CONNECTIONS
Button Header [J50]
Camera Conn. #2 [J49]
Camera Conn. #1 [J13]
USB 3.0 Type A (x2 Stacked) [J33] [J32]
Power Select Hdr. [J48]
HDMI Type A / DP [J6]
Power Jack [J25]
[J38] POE Header
[J18] M.2 Key E Slot
[J41] 40-pin Exp Header
[J2] SODIMM Conn.
[J15] Fan Header
[J43] Ethernet Jack
[DS3] Power LED
[J28] USB Micro B
NVIDIA JETSON NANO


REMOTE ACCESS AND DEV TOOLS
• SDCard Formatter (Format SD card)
• balenaEtcher (Burn image to SD card)
• Putty (Remote access)
• MobaXterm (Remote access)
• WinSCP (Transfer files)
• VNC Viewer (Remote Desktop)
• IDE (VScode, SublimeText, Notepad++)
VISUAL STUDIO CODE IN JETSON
git clone https://github.com/JetsonHacksNano/installVSCode.git
cd installVSCode
./installVSCode.sh
code
Visual Studio Code
JETPACK SDK
• OS
• TensorRT
• CUDA and cuDNN
• MultimediaAPI
• Computer Vision
• Developer Tools
• Supported SDK and Tools
• Cloud-Native
• Security and Safety

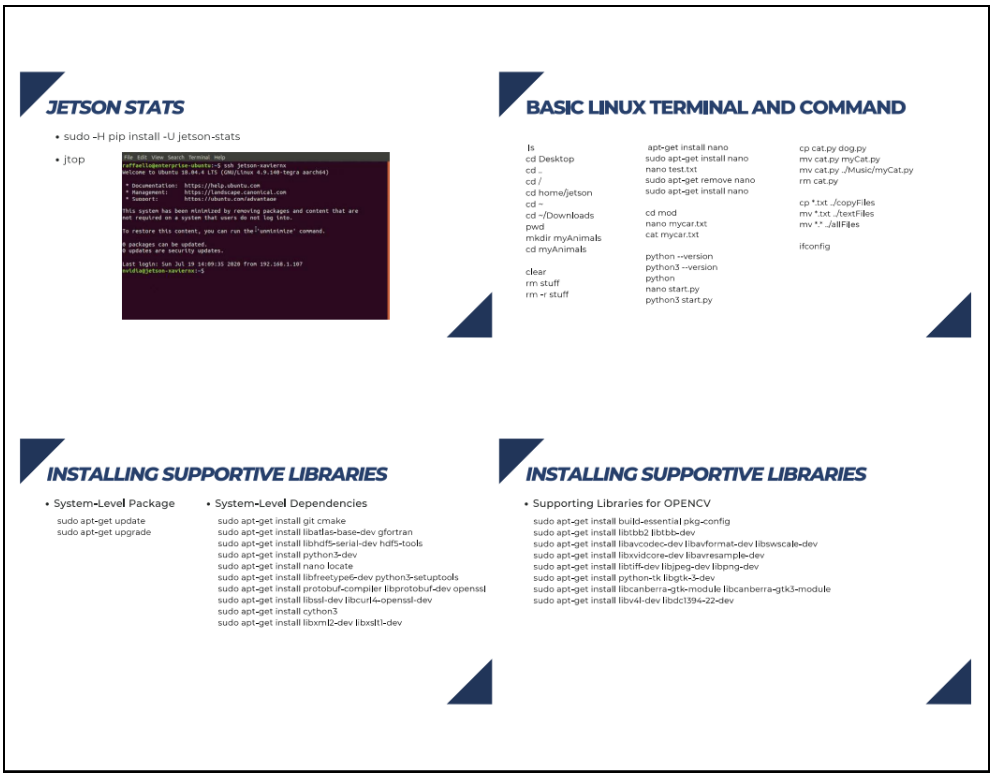
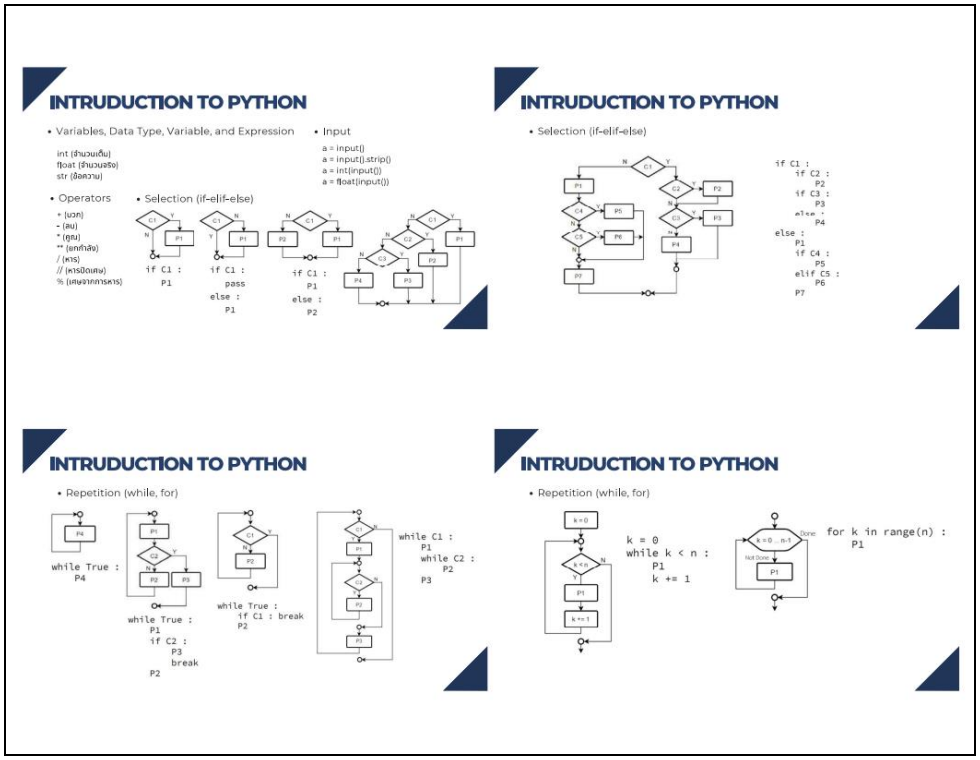

JETSON STATS
• sudo -H pip install -U jetson-stats
• jtop
BASIC LINUX TERMINAL AND COMMAND
ls
cd Desktop
cd ..
cd /
cd home/jetson
cd ~
cd ~/Downloads
pwd
mkdir myAnimals
cd myAnimals
clear
rm stuff
rm -r stuff
apt-get install nano
sudo apt-get install nano
nano test.txt
sudo apt-get remove nano
sudo apt-get install nano
cd mod
nano mycar.txt
cat mycar.txt
python --version
python3 --version
python
nano start.py
python3 start.py
cp cat.py dog.py
mv cat.py myCat.py
mv cat.py ../Music/myCat.py
rm cat.py
cp *.txt ../copyFiles
mv *.txt ../textFiles
mv *.* ../allFiles
ifconfig
INSTALLING SUPPORTIVE LIBRARIES
• System-Level Package
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
• System-Level Dependencies
sudo apt-get install git cmake
sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
sudo apt-get install libhdf5-serial-dev hdf5-tools
sudo apt-get install python3-dev
sudo apt-get install nano locate
sudo apt-get install libfreetype6-dev python3-setuptools
sudo apt-get install protobuf-compiler libprotobuf-dev openssl
sudo apt-get install libssl-dev libcurl4-openssl-dev
sudo apt-get install cython3
sudo apt-get install libxml2-dev libxslt1-dev
INSTALLING SUPPORTIVE LIBRARIES
• Supporting Libraries for OPENCV
sudo apt-get install build-essential pkg-config
sudo apt-get install libtbb2 libtbb-dev
sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev
sudo apt-get install libxvidcore-dev libavresample-dev
sudo apt-get install libtiff-dev libjpeg-dev libpng-dev
sudo apt-get install python-tk libgtk-3-dev
sudo apt-get install libcanberra-gtk-module libcanberra-gtk3-module
sudo apt-get install libv4l-dev libdc1394-22-dev

TABLE OF CONTENTS
PYTHON PROGRAMMING
• What is Python
• Major Uses of Python
• Language Feature
• Built-in Object Type
• Basic Python Concepts
• Operators
MAJOR USES OF PYTHON
• System Utilities
• GUIs (Tkinter, gtk, Qt)
• Internet Scripting
• Embeded Scripting
• Database Programming
• Artificial Intelligence
• Image Processing
• Cloud Computing (Open Stack)
LANGUAGE FEATURES
• Object Oriented
• Interpreted
• Interactive
• Dynamic
• Functional
• Highly Readable
BUILT-IN OBJECT TYPES
• Numbers - 3.1415, 1234, 9999L, 3+4j
• String - 'SPAM', "Mod's camera"
• Lists - [1, [2, 'three'], 4]
• Dictionaries - {'food':'soup', 'brand':'mod'}
• Tuples - (1, 'two', 3, 4, 'Five')
• Files - text = open('readme', 'r').read()
print ('Hello world')
print ("Hello world")
print ('Hello' + 'World')
print ('Hello', 'World')
print (5 + 'World')
print ('I'm no 5')
print ('I\'m no 5')
print ("I'm no 5")
Print ('He said "Hi"')
Print ("Hello \n I'm Wichan")
print (1+3)
print (1-3)
print (1*3)
print (1/3)
print (1//3)
Print (3%1)
print (4**2)
print 7%(5//2)
print "5" + "5"
print '5' + '5'
print "I'm no." + "5"

OPERATORS
• Booleans - and or not < <= >= == != <>
• Identity - is, is not
• Membership - in, not in
• Bitwise - | ^ & `
STRING OPERATORS
• Concatenation - "hello"+"World"
• Repetition - "hello"*3
• Indexing - "hello"[0], "hello"[-1],
• Slicing - "hello"[1:4]
• Size - len("hello")
• Comparison - "hello" < "jello"
• Search - "e" in "hello"
COMMON STATEMENTS
• Import, From - import sys; from sys import stdin
• Assignment - curly, moe = 'good', 'bad'
• Call - stdout.write("thank you, guy\n")
• Print - print('The killer', variable)
• If/elif/else - if "python" in text: print text
• For/else - for x in lists: print x
• While/else - while 1: print "hello"
• Brean, Continue - while 1: if not line: break
• try/except/finally - try action(): except: print('error')
COMMON LIST METHODS
• list.sort() - sort list contents in place
• list.reverse() - reverse a list in place
• list.append() - append item to list
• list.remove/pop() - remove item(s) from list
• list.extend() - extend a list with another one
• list.count() - return number of item occurrences
• list.index() - lowest index where item is found
• list.insert() - insert items in list
FUNCTIONS
Passing arguments to functions
FUNCTIONS
Make function to return some data
def add(a,b):
print(a+b)
Function
def add(a,b):
c = a + b
return c
add(10,20)
add(100,200)
Call Function
result = add(10,20)
print (result)

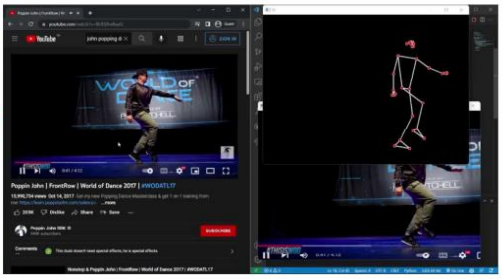

INTRUDUCTION TO PYTHON
• Variables, Data Type, Variable, and Expression
• Input
• Operators
• Selection (if-elif-else)
INTRUDUCTION TO PYTHON
• Selection (if-elif-else)
INTRUDUCTION TO PYTHON
• Repetition (while, for)
INTRUDUCTION TO PYTHON
• Repetition (while, for)
k = 0
while k < n :
P1
k += 1
for k in range(n) :
P1

INTRUDUCTION TO PYTHON
• Repetition (while, for)
for p in range(m) :
for k in range(n)
P1
for k in range(m) :
P1
if C :
P3
break
P2
else:
P4
USING MATPLOTLIB, PYPLOT AND NUMPY
• Install Libraries
sudo apt-get install python3-matplotlib
• Import Libraries
import matplotlib.pyplot as plt
x=[1, 2, 3, 4]
y=[3, 5, 7, 9]
z=[4, 6, 8, 10]
plt.grid(True)
plt.xlabel('My X value')
plt.ylabel('My Y value')
plt.title('My First Graph')
plt.axis([0, 5, 0, 10])
plt.plot(x,y, 'g--*', linewidth=3, markersize=5, label='green line')
plt.plot(x,z, 'r-o', linewidth=3, markersize=5, label='red line')
plt.legend()
plt.show()
TABLE OF CONTENTS
COMPUTER VISION
• Using OpenCV with Image
• Using OpenCV with Video
• Resize
• Gray Scale
• Video Writer
USING OPENCV WITH IMAGE
• Install Libraries
sudo apt-get install python3-opencv
• Import Libraries
import cv2
img = cv2.imread('lena.jpg')
print('Original Dimensions : ',img.shape)
scale_percent = 60
width = int(img.shape[1] * scale_percent / 100)
height = int(img.shape[0] * scale_percent / 100)
dim = (width, height)
resized = cv2.resize(img, dim)
print('Resized Dimensions : ',resized.shape)
cv2.imshow("Resibize image", img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()

USING OPENCV WITH VIDEO
• Import Libraries
import cv2
webCam = cv2.VideoCapture(0)
while True:
ret, frame = webCam.read()
width = webCam.get(3)
height = webCam.get(4)
print('width, height:', width, height)
cv2.imshow('Video Capture', frame)
if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
break
webCam.release()
cv2.destroyAllWindows()
• Move Window
cv2.moveWindow('webCam', 0, 0)
• Resize
graySmall = cv2.resize(frame, (320, 240))
• Convert to Gray Scale
gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
DRAWING SHAPE ON VIDEO IN OPENCV
• Rectangle
frame = cv2.rectangle(frame, (100, 100), (400, 400), (255, 0, 0), 4)
• Circle
frame = cv2.circle(frame, (320, 240), 50, (255, 0, 0), 4)
• Put Text
fnt = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
frame = cv2.putText(frame, 'My First Text', (300, 300), fnt, 1, (255,0,0), 2)
• Line
frame = cv2.line(frame, (10, 10), (1000, 10), (255, 0, 0), 4)
import cv2
cap = cv2.VideoCapture(0)
if (cap.isOpened() == False):
print("Unable to read camera feed")
frame_width = int(cap.get(3))
frame_height = int(cap.get(4))
out = cv2.VideoWriter('outpy.avi',cv2.VideoWriter_fourcc('M','J','P','G'), 10, (frame_width,frame_height))
while(True):
ret, frame = cap.read()
if ret == True:
out.write(frame)
cv2.imshow('frame',frame)
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
break
else:
break
cap.release()
out.release()
cv2.destroyAllWindows()
VIDEO WRITER
import cv2
webCam = cv2.VideoCapture(0)
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('cascades/face.xml')
while True:
ret, frame = webCam.read()
gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.3, 5)
for (x, y, w, h) in faces:
cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (0, 0, 255), 2)
cv2.imshow('Video Capture', frame)
if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
break
webCam.release()
cv2.destroyAllWindows()
FACE DETECTION
haarcascade for opencv

TESSERACT OCR
• Rectangle
sudo apt-get install tesseract-ocr
pip install tesseract-ocr
pip install pytesseract
tesseract -v
• Image OCR
tesseract stop.jpg stdout
tesseract elephant.png stdout -l eng+tha
• With Python
python ocr.py
Apple Support
1-800-275-2273
import pytesseract
import cv2
image = cv2.imread('number.png')
rgb = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
options = "-c tessedit_char_whitelist=0123456789"
text = pytesseract.image_to_string(rgb, lang='eng+tha',
config=options)
print(text)
BONE AREA: 14.16cm2
BONE PxAr: 20.07cm2
Height: 2.60cm
Height: 4.09cm
Width: 2.60cm
AREA: 5.31cm2
PxAr: 5.31cm2
Width: 4.41cm
AREA: 14.16cm2
PxAr: 20.07cm2
BONE AREA: 18.23cm2
BONE PxAr: 21.35cm2
Height: 4.55cm
FPS: 0
car: 5
truck: 1
06-06-2022 Mon 11:45:18

FPS: 0.8
04-16-2012 星期一 15:34:12
tracker 1.2.2 bytetrack
frame no: 0
杭州闻涛路江虹路口
DEEP TECH
License Plate Detection
Inference Stats
System Stats



THANK
YOU
WICHAN THUMTHONG

ภาคผนวก ซ

รายงานผลการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI)

รายงานผลการพัฒนา
ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับใบหน้าและการตรวจจับวัตถุ
Artificial Intelligence for Face Mask and Object Detection

ชัยสิทธิ์ ภาวศุทธิกุล, สุธี สีหะวัฒนกุล, วิชาญ ทุมทอง
กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม
สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม กระทรวงกลาโหม

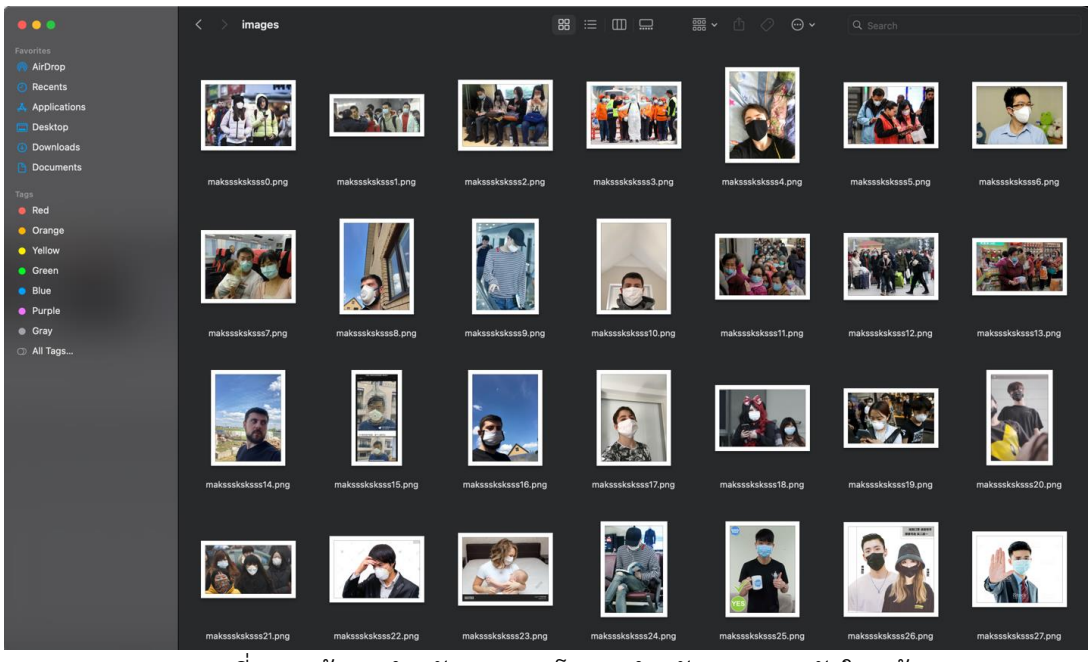
บทนำ

การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) เป็นส่วนหนึ่งของงานด้านปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การตรวจจับบุคคล การตรวจจับใบหน้า การตรวจจับวัตถุต้องสงสัย เป็นต้น ซึ่งมีโมเดลมาตรฐานและไลบรารี่ให้เลือกใช้งานหลากหลายแล้วแต่ความต้องการในการนำเอางานด้านการตรวจจับวัตถุไปประยุกต์ใช้ เช่น การเฝ้าระวังการระบาดของโรคระบาดจากการตรวจจับใบหน้าที่ใส่หน้ากากอนามัยหรือไม่ได้ใส่หน้ากากอนามัยก่อนเข้าสู่หน่วยงาน หรือการตรวจจับรถที่วิ่งเข้าออกในพื้นที่ต้องห้าม เป็นต้น

ในงานนี้ได้ทำโมเดลต้นแบบสำหรับการตรวจจับใบหน้า ซึ่งจะแบ่งออกเป็นใบหน้าที่ใส่หน้ากากอนามัยและไม่ได้ใส่หน้ากากอนามัย และเมื่อตรวจพบใบหน้าแล้วสามารถนำภาพใบหน้าไปเข้าสู่ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลใบหน้าเดิมที่มีในระบบ หรือตรวจจับวัตถุต้องสงสัยแล้วแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำภาพใบหน้าที่มีหน้ากากอนามัย และไม่มีหน้ากากอนามัย

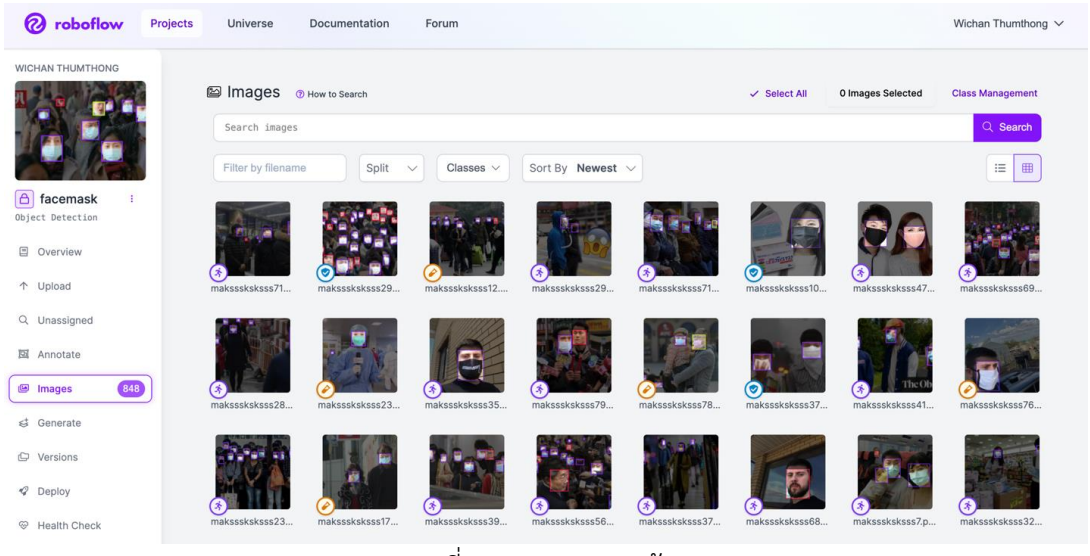
ชุดข้อมูล (Dataset)

โดยภาพชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการสอนจะใช้ชุดข้อมูลจากเว็บไซต์ Kaggle.com ที่เป็นชุดข้อมูลแบบสาธารณะที่เปิดให้ใช้ได้งานได้ฟรี โดยแบ่งออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ 1) with mask 2) without mask และ 3) mask worn incorrectly โดยภาพทั้งหมด 853 ภาพ สำหรับการเทรนโมเดลเพื่อให้เกิดการเรียนรู้



ภาพที่ 1 ชุดข้อมูลสำหรับการสอนโมเดลสำหรับการตรวจจับใบหน้า

ภาพชุดข้อมูลจะถูกนำเข้าไปยังซอฟต์แวร์ Roboflow ซึ่งเป็นคลาวด์สำหรับการจัดเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการเทรนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งจะลาเบลบอกตำแหน่งของภาพใบหน้าที่ต้องการ จำนวน 3 คลาส

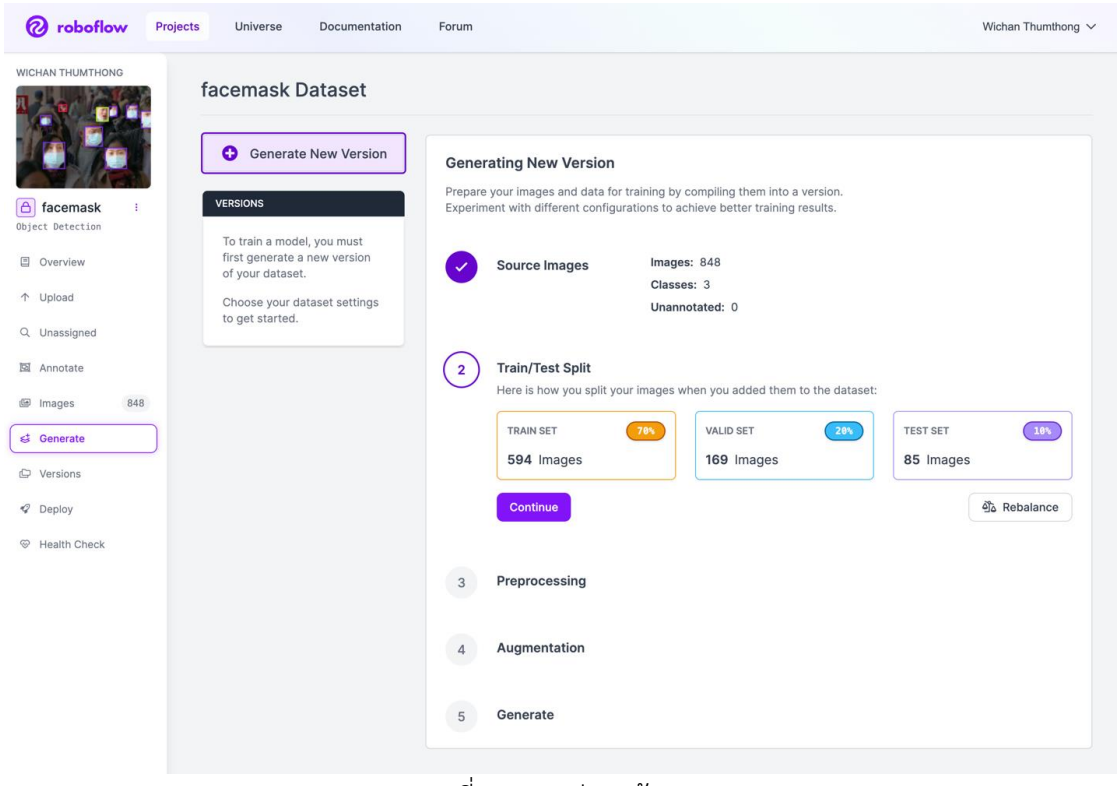


ภาพที่ 2 การลาเบลชุดข้อมูล

จากชุดข้อมูลภาพจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. สำหรับเทรน (Training Dataset) จำนวน 70% โดยการสุ่มจากซอฟต์แวร์ จำนวน 594 ภาพ
2. สำหรับทดสอบ (Testing Dataset) จำนวน 10% โดยการสุ่มจากซอฟต์แวร์ จำนวน 85 ภาพ

3. สำหรับวัดประสิทธิภาพชุดข้อมูล (Validation Dataset) จำนวน 20% โดยการสุ่มจากซอฟต์แวร์จำนวน 169 ภาพ



ภาพที่ 3 การแบ่งชุดข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจจับ

การทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้าของโมเดลที่พัฒนาโดยใช้ตาราง Confusion Matrix สำหรับตรวจสอบแบบภาพต่อภาพ Confusion Matrix ถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลลัพธ์ของการทำนาย หรือ Prediction ที่ทำนายจาก Model ที่สร้างขึ้น ใน Machine learning โดยประเมินตามสัดส่วนของการทำนาย

ตารางที่ 1 Confusion Matrix ของการตรวจจับใบหน้า

ค่าจริง/ค่าพยากรณ์	**Positive (1)**	**Negative (0)**
Predicted Positive (1)	True Positive (TPs)	False Positive (FPs)
Predicted Negative (0)	False Negatives (FNs)	True Negatives (TNs)

โดยตารางมีความหมายดังนี้

True Positive (TP)= สิ่งที่ทำนาย ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณี ทำนายว่าจริง และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

True Negative (TN)= สิ่งที่ทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณี ทำนายว่า ไม่จริง และสิ่งที่เกิดขึ้น ไม่จริง

False Positive (FP)= สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น คือทำนายว่า จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้นไม่จริง

False Negative (FN)= สิ่งที่ทำนายไม่ตรงกับที่เกิดขึ้นจริง คือทำนายว่าไม่จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้นจริง

โดย TP,TN,FP,FN ในตารางจะแทนด้วยค่าความถี่ และสามารถใช้ Confusion Matrix มาคำนวน การประเมินประสิทธิภาพของการทำนายด้วย Model ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่

$$precision = \frac{TPs}{TPs + FPs}$$

$$recall = \frac{TPs}{TPs + FNs}$$

$$accuracy = \frac{TPs + TNs}{TPs + TNs + FPs + FNs}$$

$$F1 = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall}$$

Accuracy (ความถูกต้องที่เราทายได้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง)

Accuracy (ความถูกต้อง) = (TPs + TNs) / (TPs+TNs+FPs + FNs) **Precision**

(ค่าความแม่นยำ) เป็นการเปรียบเทียบ การทำนายที่ถูกต้องว่า จริง และก็เกิดขึ้นจริง (TP) กับ การทำนายว่า จริง แต่สิ่งที่เกิดขึ้น คือ ไม่จริง (FP)

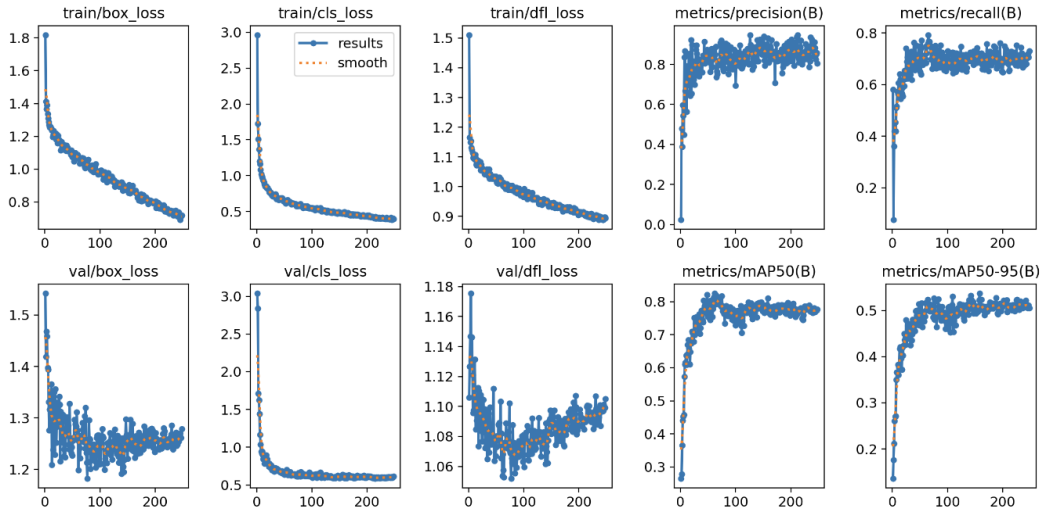
Precision = TPs / (TPs + FPs)

Recall (ความถูกต้องของการทำนายว่าจะเป็น “จริง” เทียบกับ จำนวนครั้งของเหตุการณ์ทั้งทำนาย และ เกิดขึ้น ว่า “เป็นจริง”)

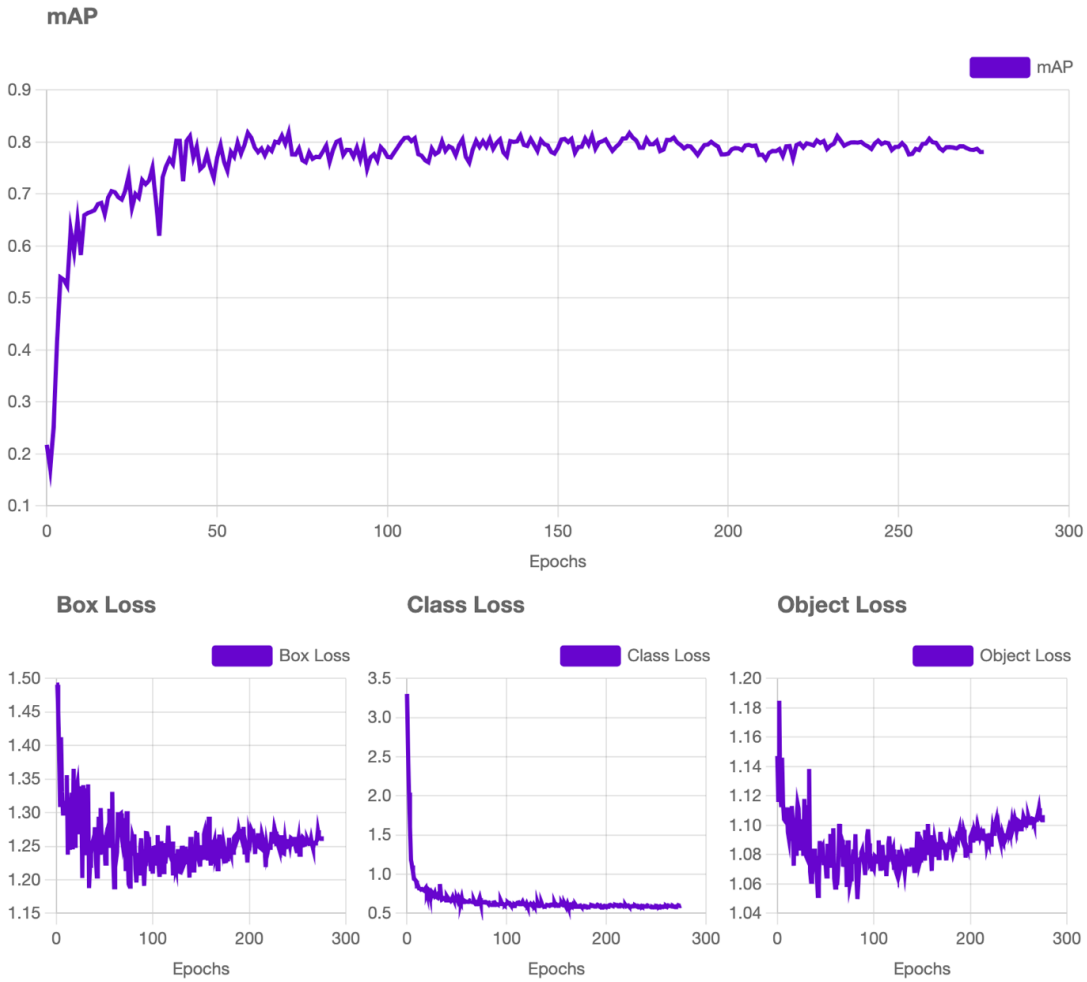
Recall = TPs/(TPs+FNs)

F1-Score เป็นค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง precision และ recall จุดประสงค์ของการสร้าง F1 ขึ้นมา คือ เพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล.

F1 = 2 x (Precision x Recall)/(Precision + Recall)



ภาพที่ 4 กราฟการเทรนโมเดล



ภาพที่ 5 ผลการเทรนโมเดล

จากการเทรนพบกว่า

mAP (Mean Average Precision) อยู่ที่ 81.0%

Precision (ค่าความแม่นยำ) อยู่ที่ 90.6%

Recall อยู่ที่ 73.9%

การรู้จำใบหน้า และการตรวจจับวัตถุอื่น

โดยทั่วไปแล้วโมเดลที่ได้จากการเทรนอาจมีขนาดใหญ่ เช่น Yolo Object Detection ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการรันบนอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น Raspberry Pi ที่ทรัพยากรของระบบสามารถรันได้แต่ความเร็วในการประมวลผลจากการทดสอบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.5 เฟรมต่อวินาที (fps) ซึ่งการทดสอบการใช้งานสามารถใช้ไลบารี่สำเร็จรูปและโมเดลมาตรฐานสำหรับการตรวจจับวัตถุที่เทรนไว้แล้ว เช่น การตรวจจับคน ตรวจจับรถ ตรวจจับสิ่งของ เป็นต้น โมเดลและไลบรารี่ที่เลือกใช้ได้แก่

1. Yolo Object Detection Model สามารถเลือกใช้โมเดลมาตรฐานสำหรับการตรวจจับวัตถุที่ถูกจัดเตรียมโมเดลที่มีความแม่นยำไว้แล้ว โดยสามารถเข้าใช้งานได้จาก https://github.com/ultralytics/yolov5

2. Face Detection/Face Recognition Libraries เป็นไลบรารี่สำหรับการตรวจจับและรู้จำใบหน้าที่ได้รับความนิยม สำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าบุคคล กับใบหน้าในฐานข้อมูล โดยอัลกอลิทึมที่ใช้สำหรับเป็นแม่แบบจะแตกต่างกันแล้วแต่ความต้องการแอปพลิเคชันของผู้พัฒนา โดยจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

2.1 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) คือกระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลจากภาพหรือวิดีโอ แล้วครอปภาพที่ได้ส่งเข้าไปยังขึ้นตอนต่อไปคือ

2.2 การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) คือกระบวนการที่นำภาพที่ตรวจจับได้แล้วไปเปรียบเทียบกับข้อมูลใบหน้าเดิมที่ได้ระบุไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งมีหลากหลายวิธี ขึ้นอยู่กับไลบรารี่ที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

รายละเอียดเพิ่มเติม https://pypi.org/project/face-recognition/

รายงานผลการพัฒนา
ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับและรู้จำทะเบียนรถแบบอัตโนมัติ
Artificial Intelligence for
Automated License Plate Detection and Recognition System

ชัยสิทธิ์ ภาวศุทธิกุล, สุธี สีหะวัฒนกุล, วิชาญ ทุมทอง
กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม
สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม กระทรวงกลาโหม

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันป้ายทะเบียนรถถูกนำมาใช้ในการระบุยานพาหนะเพื่อติดตาม และระบุตัวตนเจ้าของรถยนต์หรือยานพาหนะนั้น ๆ การตรวจจับป้ายทะเบียนเป็นงานที่ท้าทายอย่างหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันเทคนิคการตรวจจับป้ายทะเบียนมีความผิดพลาด เนื่องจากป้ายทะเบียนในประเทศไทยมีความหลากหลาย เช่น ป้ายแดง ป้ายรถจักรยานยนต์ ป้ายรถยนต์ ป้ายรถบรรทุก ป้ายเหลือง ป้ายรถขนส่งสาธารณะ ป้ายหน่วยงานความมั่นคง เป็นต้น รูปแบบของป้ายทะเบียนในประเทศไทย ประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษร และชื่อจังหวัด ซึ่งเป็นภาษาไทย ทำให้การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ต่างประเทศมีความผิดพลาดในการอ่านข้อมูลจากป้ายทะเบียน อีกปัญหาหนึ่งที่ส่งผลต่อความผิดพลาดในการอ่านป้ายทะเบียนคือการใส่ระบุตัวเลขเพิ่มเติมเข้าไปในป้ายทะเบียนเพราะความเชื่อในพื้นที่ เช่น ผลรวมของตัวเลข เลขไม่ส่งผลดีต่อการขับขี่ หรือเลขกาลกิณี เป็นต้น

ในประเทศไทยมีหลายหน่วยงานใช้งานระบบตรวจจับป้ายทะเบียน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานหลากหลาย เช่น การบริหารจัดการพื้นที่จอด การป้องกันอาชญากรรม การติดตามรถยนต์ต้องสงสัย การคัดกรองรถ การหาเส้นทางของรถยนต์เป้าหมาย การป้องกันและปราบปรามยาเสพติด เป็นต้น กล้องโทรทัศน์วงจรปิด ถือว่าเป็นอุปกรณ์ยอดนิยมที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ภาพ เพื่อตรวจจับป้ายทะเบียนและวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบของป้าย ทั้งหมวดหมู่ ตัวเลข ตัวอักษร และชื่อจังหวัดที่ทะเบียนนั้นถูกจดทะเบียนเอาไว้ ซึ่งกล้องโทรทัศน์จะถูกติดตั้งไว้ในจุดที่ต้องการ เช่น เส้นทางจราจร ทางด่วน ทางหลวง ทางเข้า-ออก หน่วยงาน เป็นต้น

ที่ผ่านมามีนักวิจัยใช้เทคนิคที่หลากหลายในการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียน เช่น [8] มีการใช้งาน YOLO Object Detection Model และ TensorFlow ในการสกัดคุณลักษณะของป้ายทะเบียน และนำภาพที่ได้จากการตรวจจับนำไปแบ่งส่วนของภาพที่เป็นตัวอักษร เพื่อทำนายว่า

เป็นตัวอักษรอะไร ตัวเลขอะไร เป็นต้น ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย และตัวเลขจากป้ายทะเบียนของประเทศไทย โดยใช้ YOLO Object Detection

งานวิจัยที่ผ่านมา (Related Work)

งานวิจัยที่ผ่านมา คณะทำงานวิจัยได้พัฒนา ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนแบบอัตโนมัติโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด [8] โดยใช้ YOLOv4 และ TensorFlow Model เพื่อสกัดคุณลักษณะของป้ายทะเบียน โดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจำนวน 3,000 ภาพ พบว่าสามารถตรวจจับป้ายทะเบียนได้ความแม่นยำมากกว่า 96.20%

Montazzolli and Jung [5] พัฒนาระบบตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนแบบเวลาจริงในประเทศบราซิล โดยใช้สถาปัตยกรรมของ CNN (developed a real-time Brazilian license plate detection and recognition using deep convolutional neural network architectures) งานวิจัยดังกล่าวสามารถแบ่งภาพตัวอักษรออกจากป้ายทะเบียนความแม่นยำ 99% และสามารถรู้จำตัวอักษรในป้ายทะเบียนความแม่นยำกว่า 93% ซึ่งข้อมูลจากป้ายทะเบียนเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ ที่ไม่ซับซ้อนเหมือนทะเบียนในประเทศไทย

Laroca et al. [8] ได้นำเสนอระบบตรวจจับป้ายทะเบียนแบบเวลาจริงโดยใช้ YOLO (a real-time automatic license plate recognition based on the YOLO detector) ในงานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนโดยใช้วิดีโอ ตรวจจับตัวเลขและตัวอักษร พบว่าการตรวจจับป้ายทะเบียนโดยใช้ YOLOv2 และ Fast-YOLO ซึ่งได้ผลความแม่นยำที่ 99% และ 97.3% ตามลำดับ และมีการประยุกต์ใช้งาน CNN ในการรู้จำตัวอักษรเพื่อแปลความหมายของภาพ พบว่าความแม่นยำอยู่ที่ 78.33% [8].

Agbemenu et al. [9] มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนแบบอัตโนมัติโดยใช้ OpenCV และ Tesseract OCR (automatic license plate number recognition system using OpenCV and Tesseract OCR engines) นักวิจัยใช้ฟีเจอร์การตรวจจับขอบ (edge detection) เพื่อหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน และใช้ Tesseract OCR engine เพื่อรู้จำตัวอักษร พบว่าความแม่นยำในการตรวจจับอยู่ที่ 90.8% และ 60% ในการแปลความหมายในระบบรู้จำป้ายทะเบียน

Hendry and Chen [10] นำเสนอระบบตรวจจับป้ายทะเบียนอัตโนมัติโดยใช้ sliding window darknet ของ YOLO Deep Learning โดยใช้ 13 convolution layers พบว่าสามารถตรวจจับป้ายทะเบียนมีความแม่นยำกว่า 98.22% และอ่านป้ายทะเบียนมีความแม่นยำ 78% และ

Setiyono et al. [11] นำเสนอการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนโดย YOLOv3 พบว่าความแม่นยำในการตรวจจับป้ายทะเบียนอยู่ที่ 88% และการอ่านตัวอักษรในป้ายทะเบียนอยู่ที่ 98.2%

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้งานอัลกอลิทึมเพื่อการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนที่หลากหลาย เช่น 1) การตรวจจับป้ายทะเบียน มีการใช้ CNN [5], ANN, YOLO [8] [10], template matching [9] and edge detection [9] และ 2) การแบ่งแยกตัวอักษรในป้ายทะเบียนมีการใช้ CNN [8], YOLO [10] [11] และ OpenCV [9]) และ 3) การรู้จำตัวอักษร มีการใช้ CNN [8], YOLO [10] [11] and OCR Engine [9]

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ มีการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการตรวจจับและรู้จำป้ายทะเบียนในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค OpenCV และ YOLOv5 เพื่อนำเสนอในรูปแบบระบบอัตโนมัติโดยการอ่านข้อมูลจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)

ในงานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การตรวจจับป้ายทะเบียน (license plate detection)

ในกระบวนการพัฒนาระบบการตรวจจับป้ายทะเบียน ผู้วิจัยเลือกใช้ YOLOv5 และ TensorFlow เพื่อสกัดคุณลักษณะของป้ายทะเบียนรถในประเทศไทย โดยเลือกภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด เพื่อนำมาเป็นข้อมูลต้นแบบในการพัฒนาโมเดล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ชุดข้อมูล (dataset) คณะทำงานวิจัยได้เลือกภาพชุดข้อมูลโดยนำภาพมาจากภาพที่ถ่ายจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดบนทางหลวง ซึ่งภาพทั้งหมดจำนวน 10,000 ภาพ โดยเลือกมา 1,000 ภาพ จากช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เช่น เช้า กลางวัน เย็น กลางคืน จากรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถกระบะ รถบรรทุก เป็นต้น เพื่อนำมาเป็นชุดข้อมูลต้นแบบของการพัฒนาโมเดลในการตรวจจับป้ายทะเบียน

ภาพที่ 1 ชุดข้อมูลสำหรับการตรวจจับป้ายทะเบียน

1.2 การทำ Data Annotation เป็นขั้นตอนการลาเบลภาพจากชุดข้อมูล เพื่อวาดตำแหน่ง ของป้ายทะเบียน จากข้อมูลในหัวข้อที่ผ่านมาจำนวน 1,000 ภาพ คณะทำงานวิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Roboflow ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับการทำลาเบลภาพเพื่อใช้ในการด้านปัญญาประดิษฐ์ จากชุดข้อมูล ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยกำหนดคลาสสำหรับการวาดจำนวน 1 คลาส คือ license plate

วาดตำแหน่งของป้ายทะเบียนจากภาพให้ครบทุกภาพ โดยภาพจะถูกแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) Train กลุ่มภาพสำหรับการสอนให้กับโมเดลเรียนรู้ จำนวน 700 ภาพ, 2) Test กลุ่มภาพที่ใช้สำหรับการทดสอบโมเดลที่เทรนจากชุดข้อมูล จำนวน 150 ภาพ และ 3) Validate เป็นชุดกลุ่มภาพสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล

ภาพที่ 2 การทำ Data Annotation ผ่าน Roboflow

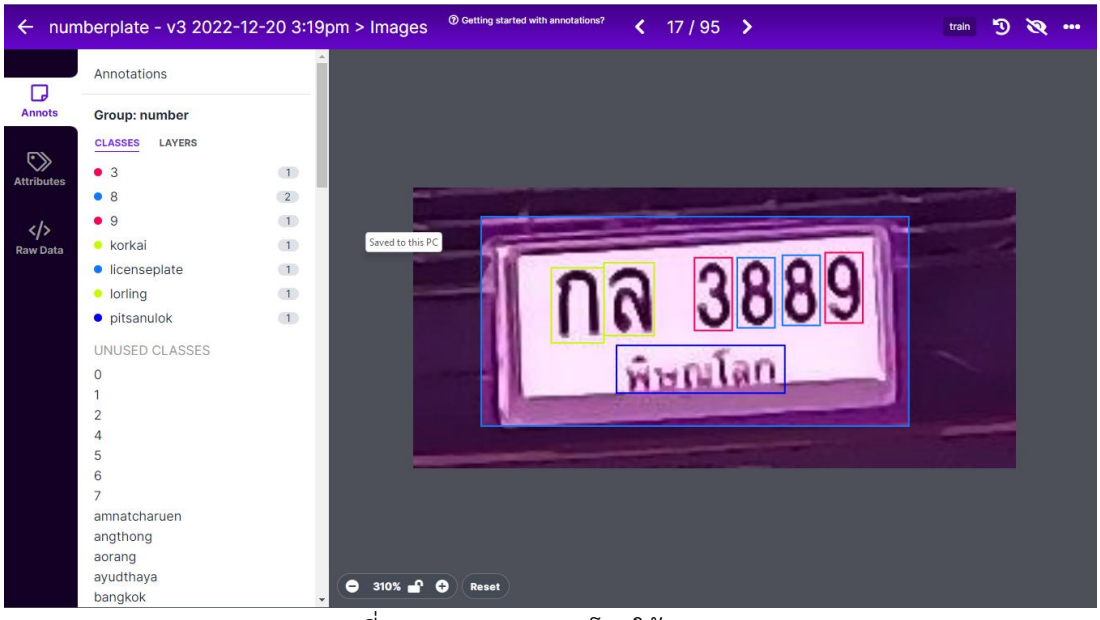
1.3 การเทรนและทดสอบโมเดล (Training and Testing Model) คณะทำงานเลือกเทรนโมเดล YOLOv5 โดยใช้ Google Colab ซึ่งเป็นคลาวด์จาก Google ที่ให้ใช้จีพียูฟรีในการทดสอบการเขียนโปรแกรมภาษา Python และสามารถเชื่อมโยงกับ Google Drive เพื่อเก็บชุดข้อมูล และนำมาเทรนโมเดล ทดสอบ และตรวจสอบผลการทำงานของโมเดล

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการทดสอบโมเดลสำหรับการตรวจจับป้ายทะเบียน

2. การตรวจจับและรู้จำตัวเลขและอักษร (Character and Number Detection) เป็นกระบวนการหลังจากตรวจจับป้ายทะเบียน ซึ่งจะใช้ OpenCV ทำการตัดภาพเฉพาะส่วนของป้ายทะเบียนที่ตรวจจับแล้วนำมาเข้าโมเดลเพื่อการตรวจจับและรู้จำตัวเลขและตัวอักษร โดยขั้นตอนการเทรนโมเดลในการตรวจจับตัวอักษรและตัวเลขที่อยู่ในทะเบียน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ชุดข้อมูล (dataset) จากขั้นตอนการตรวจจับป้ายทะเบียน คณะทำงานวิจัยได้ประมวลผลและตัดภาพที่โมเดลตรวจจับป้ายทะเบียน และนำข้อมูลภาพดังกล่าวมาใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับการเทรนโมเดลใหม่ ซึ่งภาพที่นำมาเทรนในระยะเริ่มต้นสำหรับเทรนตัวเลข จะใช้ภาพจำนวน 1,000 ภาพ แบ่งกลุ่มภาพชุดข้อมูลออกเป็น 700 ภาพสำหรับการเทรนโมเดล (Train) และ 300 ภาพ สำหรับการทดสอบ (Test) และตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล (Validate)

2.2 การทำ Data Annotation การวาดลาเบลตำแหน่งของคลาสที่ต้องการเทรนโมเดล โดยใช้โปรแกรม Roboflow แบบเว็บออนไลน์ ซึ่งแบ่งคลาสของชุดข้อมูลออกเป็น 54 คลาส คือ 1) ตัวเลข 10 คลาสแบ่งออกเป็นตัวเลข 0-9 และ 2) ตัวอักษร 44 ตัว โดยแบ่งเป็นตัวอักษร ก-ฮ โดยตัดตัวอักษรบางตัวที่ไม่มีในประกาศของกรมขนส่งทางบกจำนวน 8 ตัว คือ ข ค ฅ ซ ฏ ฑ ป ฝ

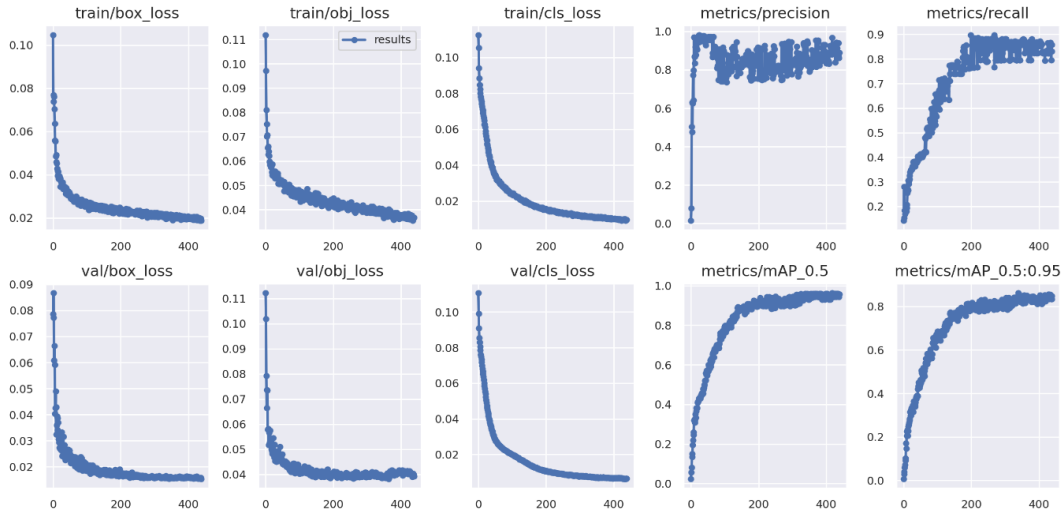


ภาพที่ 4 การลาเบลคลาสโดยใช้ Roboflow

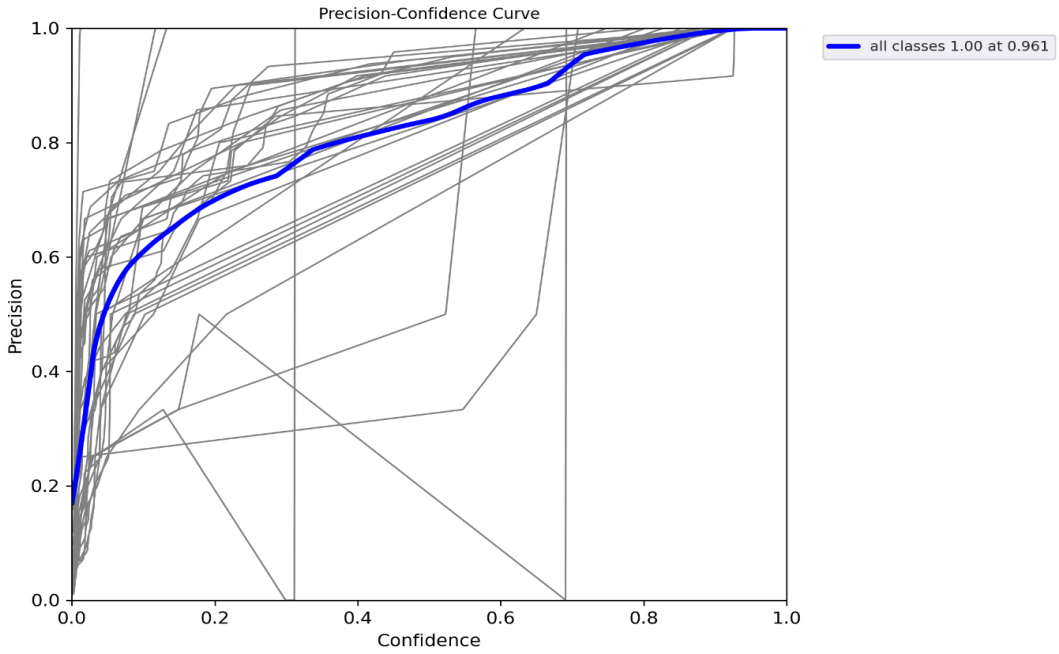
2.3 การเทรนและทดสอบโมเดล (Training and Testing Model) คณะทำงานวิจัยได้เลือกใช้บริการ Colab เพื่อใช้สำหรับการเทรนโมเดล การทดสอบ และการตรวจสอบการทำงานของโมเดล โดยใช้คำสั่งภาษา Python และเชื่อมต่อกับ Google Drive เพื่อเก็บข้อมูลการเทรนโมเดล

ผลการดำเนินงาน (Results and Discussion)

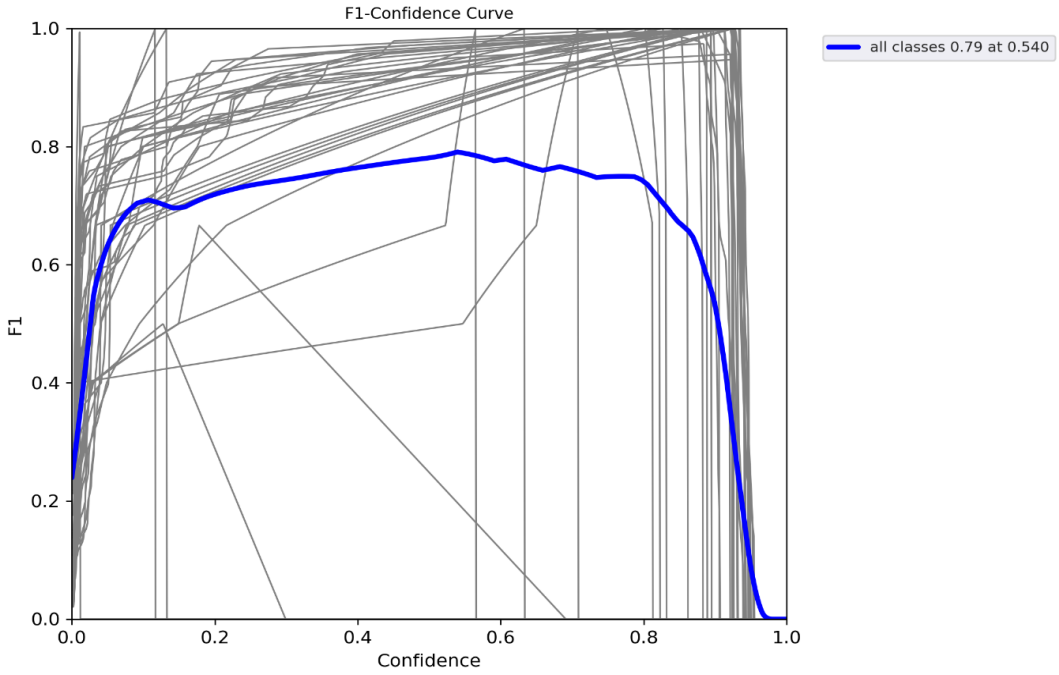
ผลการเทรนโมเดล YOLOv5 เพื่อใช้สำหรับการตรวจจับป้ายทะเบียน การตรวจจับและรู้จำตัวเลข ตัวอักษร โดยใช้ภาพชุดข้อมูลจำนวน 10,000 ภาพ และเลือกแบบเจาะจงตามช่วงเวลาที่แตกต่างกันจำนวน 1,000 ภาพในระยะแรก เพื่อนำมาพัฒนาโมเดล



ภาพที่ 5 ผลที่ได้จากการเทรนโมเดล



ภาพที่ 6 ค่า P จากการเทรนโมเดล



ภาพที่ 7 ค่า F1 จากการเทรนโมเดล

ภาพที่ 8 ผลการทดสอบการตรวจจับป้ายทะเบียน ตัวเลข และตัวอักษร

ภาพที่ 9 การทดสอบการเปลี่ยนมุมมองภาพในการตรวจจับ

ภาพที่ 10 การทดสอบการตรวจจับจ้างป้ายทะเบียนจริง

จากการทดลอง พบว่าความแม่นยำในการตรวจจับป้ายทะเบียนอยู่ที่ระดับ 96.45% โดยนำโมเดลมาทดสอบกับชุดข้อมูลจริงภายนอก จำนวน 5,000 ภาพ และความแม่นยำในการตรวจจับและรู้จำตัวเลขอยู่ที่ระดับ 94.60% และมีความแม่นยำในการตรวจจับและรู้จำตัวอักษรอยู่ที่ระดับ 85.20%

ตารางที่ 2 ผลการวิจัย

โมเดล	**เทคนิค**	**ความแม่นยำ**
ตรวจจับป้ายทะเบียน	YOLOv5	96.45%
ตรวจจับและรู้จำตัวเลข	YOLOv5	94.60%
ตรวจจับและรู้จำตัวอักษรภาษาไทย	YOLOv5	85.20%

จากการทดสอบการทำงานของโมเดลจะเห็นว่าการตรวจจับป้ายทะเบียนและการตรวจจับตัวเลข มีความแม่นยำสูง เนื่องจากมีการเรียนรู้จากชุดข้อมูลที่เป็นสากล ในชุดข้อมูลมีข้อมูลสำหรับการลาเบลคลาสต่าง ๆ ที่กำหนดได้ตามจำนวนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของเครื่อง

แต่ตัวอักษรภาษาไทยที่ชุดข้อมูลมีจำกัดและมีจำนวนมากกว่า 44 ตัวอักษร ซึ่งการหาชุดข้อมูลนั้น หาได้ยากทำให้ชุดข้อมูลสำหรับนำมาเทรนโมเดลมีจำกัด การจะสร้างความแม่นยำ

ให้มากกว่าเดิมสามารถทำได้โดยการนำชุดข้อมูลตัวอักษรภาษาไทยมาสอนเพิ่มเติม เพื่อให้โมเดลมีการเรียนรู้และสามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากการทดสอบความแม่นยำด้วยเทคนิคแบบ YOLOv5 ซึ่งนำมาใช้ในกล้องทั้ง 3 แบบ พบว่าความแม่นยำในการตรวจจับป้ายทะเบียนอยู่ที่ระดับ 96.45% โดยนำโมเดลมาทดสอบกับชุดข้อมูลจริงภายนอก จำนวน 5,000 ภาพ และความแม่นยำในการตรวจจับและรู้จำตัวเลขอยู่ที่ระดับ 94.60% และมีความแม่นยำในการตรวจจับและรู้จำตัวอักษรอยู่ที่ระดับ 85.20% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความแม่นยำของระบบกล้องแต่ละประเภท

ประเภทกล้อง	โมเดล	เทคนิค	ความแม่นยำ
กล้องต้นแบบที่ 1	ตรวจจับป้ายทะเบียน	YOLOv5	96.45%
	ตรวจจับและรู้จำตัวเลข	YOLOv5	94.60%
	ตรวจจับและรู้จำตัวอักษรภาษาไทย	YOLOv5	85.20%
กล้องต้นแบบที่ 2	ตรวจจับป้ายทะเบียน	YOLOv5	96.45%
	ตรวจจับและรู้จำตัวเลข	YOLOv5	94.60%
	ตรวจจับและรู้จำตัวอักษรภาษาไทย	YOLOv5	85.20%
กล้องต้นแบบที่ 3	ตรวจจับป้ายทะเบียน	YOLOv5	96.45%
	ตรวจจับและรู้จำตัวเลข	YOLOv5	94.60%
	ตรวจจับและรู้จำตัวอักษรภาษาไทย	YOLOv5	85.20%

อ้างอิง (Reference)

[1] Y. Alginahi, "Automatic Arabic License Plate Recognition," *International Journal of Computer and Electrical Engineering,* vol. 3, no. 3, pp. 454-460, 2011.

[2] S. Nigussie and Y. Assabie, "Automatic recognition of Ethiopian license plates," *IEEE AFRICON Conf,* pp. 14-17, 2015.

[3] H. M. Alyahya, M. K. Alharthi, A. M. Alattas and V. Thayananthan, "Saudi License Plate Recognition System Using Artificial Neural Network Classifier," *2017 International Conference on Computer and Applications (ICCA),* pp. 6-7, 2017.

[4] N. Wang, X. Zhu and J. Zhang, "License Plate Segmentation and Recognition of Chinese Vehicle Based on BPNN," *2016 12th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS),* pp. 16-19, 2016.

[5] S. Montazzolli and C. R. Jung, "Real-Time Brazilian License Plate Detection and Recognition Using Deep Convolutional Neural Networks," *Conference on Graphics, Patterns and ImagesAt: Niterói, Rio de Janeiro, Brazil,* 2017.

[6] B. Setiyono, D. R. Sulistyaningrum, R. Sulistyaningrum and A. P. Usadha, "The Rain Noise Reduction Using Guided Filter to Improve Performance of Vehicle Counting," *International journal of innovative computing, information & control: IJICIC,* pp. 1353-1370, 2020.

[7] B. Setiyono, D. R. Sulistyaningrum, Soetrisno and D. W. Wicaksono, "Multi Vehicle Speed Detection Using Euclidean Distance Based on Video Processing," *International Journal of Computing,* vol. 18, no. 4, pp. 431-422, 2019.

[8] R. Laroca, E. Severo, L. A. Zanlorensi, L. S. Oliveira, G. R. Gonçalves, W. R. Schwartz and D. Menotti, " A Robust Real-Time Automatic License Plate Recognition Based on the YOLO Detector," *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN),* pp. 1-10, 2018.

[9] A. S. Agbemenu, J. Yankey and E. O. Addo, " An Automatic Number Plate Recognition System using OpenCV and Tesseract OCR Engine," *International Journal of Computer Applications,* 2018.

[10] Hendry and R. C. Chen, "Automatic License Plate Recognition via sliding-window

darknet-YOLO deep learning," *Image and Vision Computing,* vol. 87, pp. 47-57, 2019.

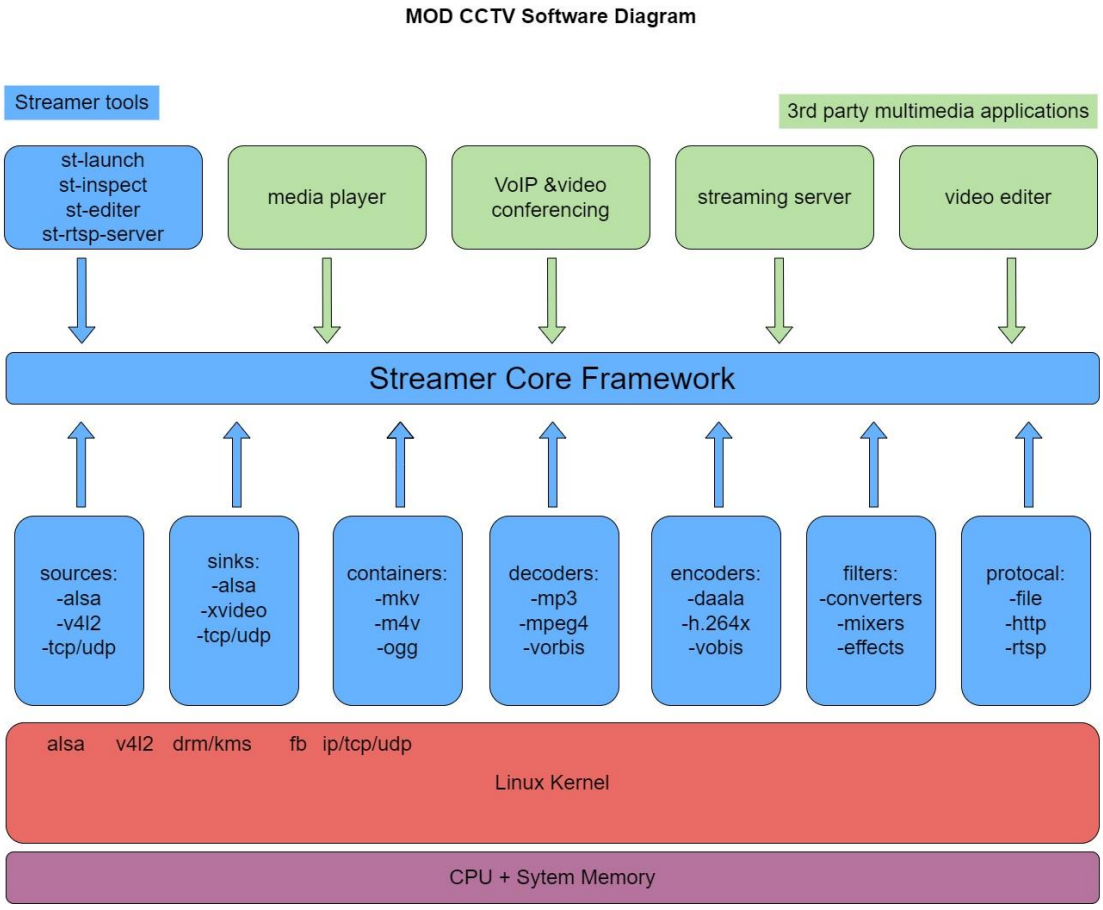
[11] B. Setiyono, D. A. Amini and D. R. Sulistyaningrum, "Number plate recognition on vehicle using YOLO - Darknet," *Journal of Physics: Conference Series International Conference on Mathematics: Pure, Applied and Computation (ICOMPAC) 2020,* vol. 1821, 2020.

[12] L. Yang, P. Luo, C. C. Loy and X. Tang, "A Large-Scale Car Dataset for Fine-Grained Categorization and Verification," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),* pp. 3973-3981, 2015.

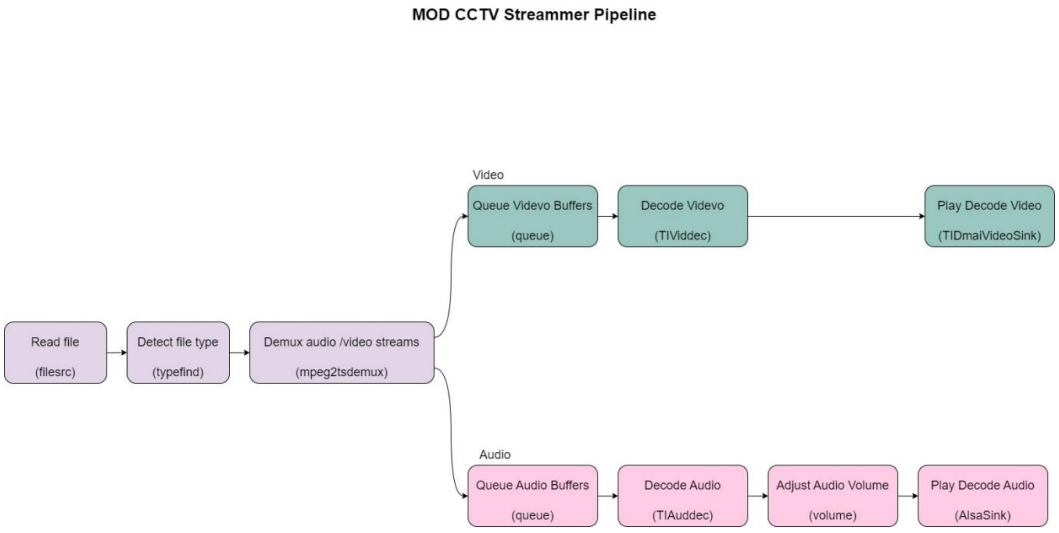
[13] Y. Zhang and C. Zhang, "A new algorithm for character segmentation of license plate," *Intelligent Vehicles Symposium IEEE,* pp. 106-109, 2003.

ภาคผนวก ฌ

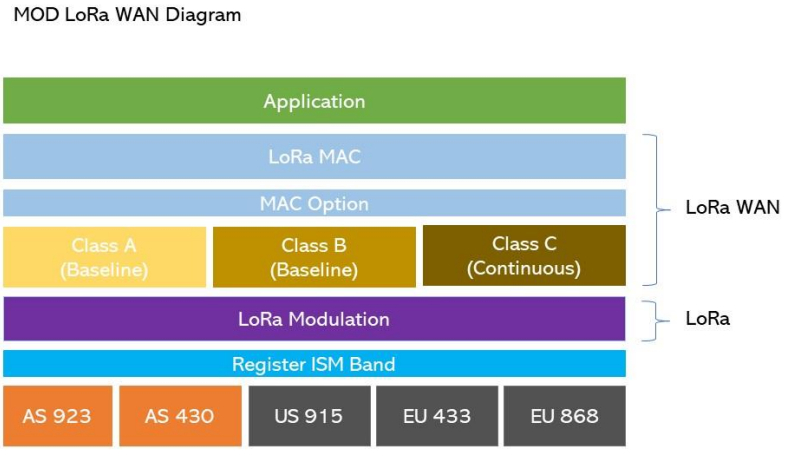
Software Flow Chart



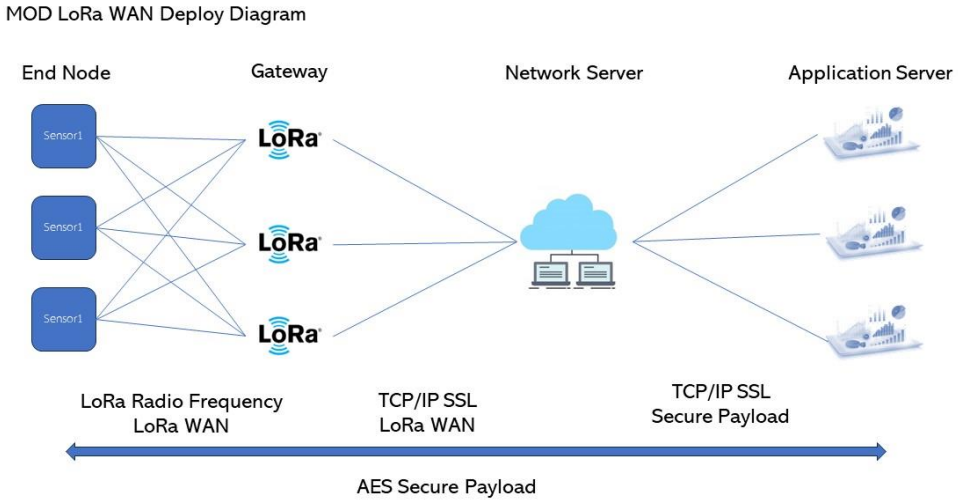
1. Stream tools และ 3rd party multimedia application เป็นส่วนการแสดงผลภาพและการทำงานร่วมกับภาพ
2. Stream Core Framework เป็นส่วนการประมวลผลภาพ ประกอบไปด้วย
   2.1 Sources แหล่งที่มาของสัญญาณภาพ
   2.2 Sinks ส่วนการประมวลผลภาพ
   2.3 Containers รูปแบบการสตรีมภาพ
   2.4 Decoders รูปแบบการบันทึกภาพ
   2.5 Encoders รูปแบบการเข้ารหัสภาพ
   2.6 Filters ส่วนการปรับแต่งภาพ
   2.7 Protocol รูปแบบการเชื่อมต่อระบบ
3. Linux Kernel ส่วนระบบปฏิบัติการ
4. CPU + System Memory ส่วนการประมวลและหน่วยความจำระบบ



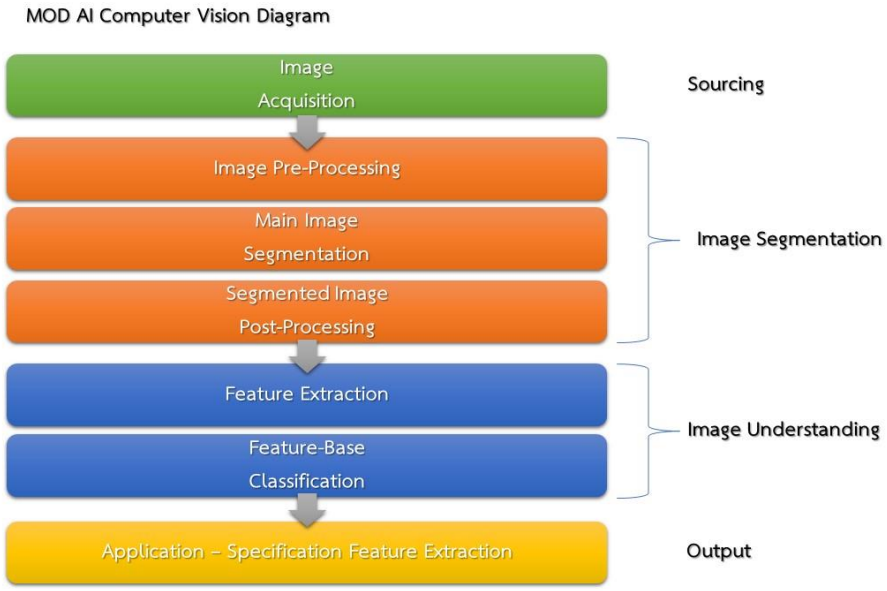
1. Read File แหล่งที่มาของสัญญาณภาพ
2. Detect Type ตรวจสอบชนิดของสัญญาณภาพ
3. Demux การคัดแยกสัญญาณภาพและเสียง
4. Video
   - 4.1 การเรียงลำดับสัญญาณภาพ
   - 4.2 การแปลงสัญญาณภาพ
   - 4.3 การแสดงผลภาพ
5. Audio
   - 5.1 การเรียงลำดับสัญญาณเสียง
   - 5.2 การแปลงสัญญาณเสียง
   - 5.3 การปรับแต่งสัญญาณเสียง
   - 5.4 การแสดงผลช่องสัญญาณเสียง



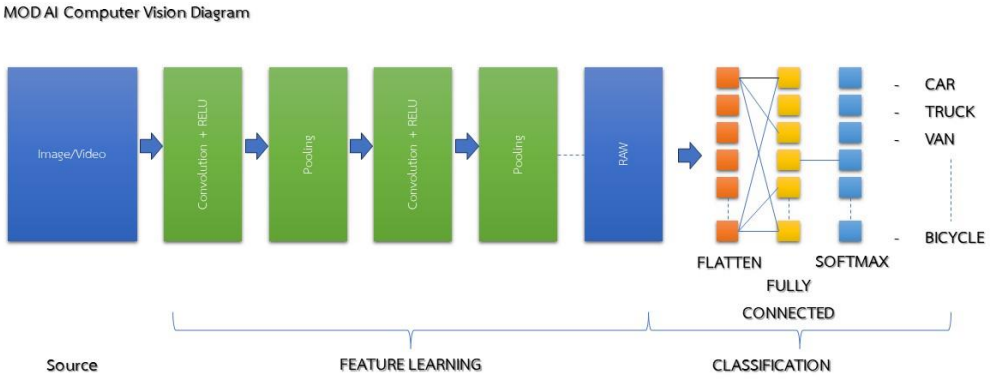
1. Application ส่วนการประยุกต์ใช้งานข้อมูล
2. LoRa MAC ส่วนการกำหนดหมายเลขอุปกรณ์สำหรับระบุตัวตนในระบบ
3. MAC Option ส่วนการกำหนดค่าเพิ่มเติมของหมายเลขอุปกรณ์
4. Class A,B,C รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล
5. LoRa Moduration ส่วนจัดการคลื่นความถี่อุปกรณ์
6. Register ISM Band ส่วนระบุอุปกรณ์เข้าสู่ระบบ
7. คลื่นความถี่ใช้งานแต่ละภูมิภาค
    1. AS912 (Thailand)
    2. AS430 (Asia)
    3. US915 (America)
    4. EU433 / 868 (Europe)



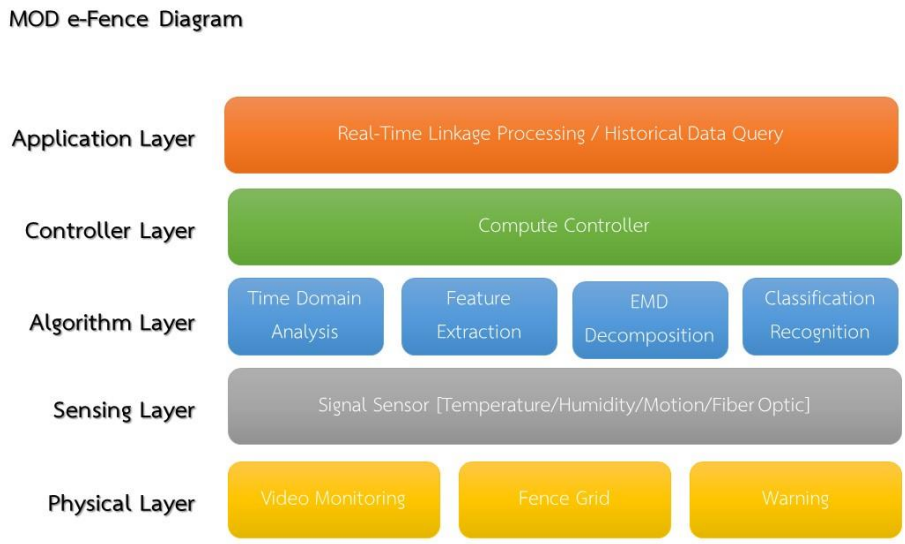
1. End Node ส่วนการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และรับส่งสัญญาณ
2. Gateway ส่วนการกระจายความถี่สำหรับอุปกรณ์ภายใต้โครงข่าย
3. Network Server ส่วนการจัดการอุปกรณ์และประมวลผลข้อมูล
4. Application Server ส่วนการใช้งานและแสดงผลข้อมูล
5. LoRa Radio Frequency ส่วนการกำหนดคลื่นความถี่
6. TCP/IP SSL ส่วนการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยเครือข่าย
7. AES Secure Paylaod ส่วนการกำหนดมาตรฐานการรับส่งข้อมูล



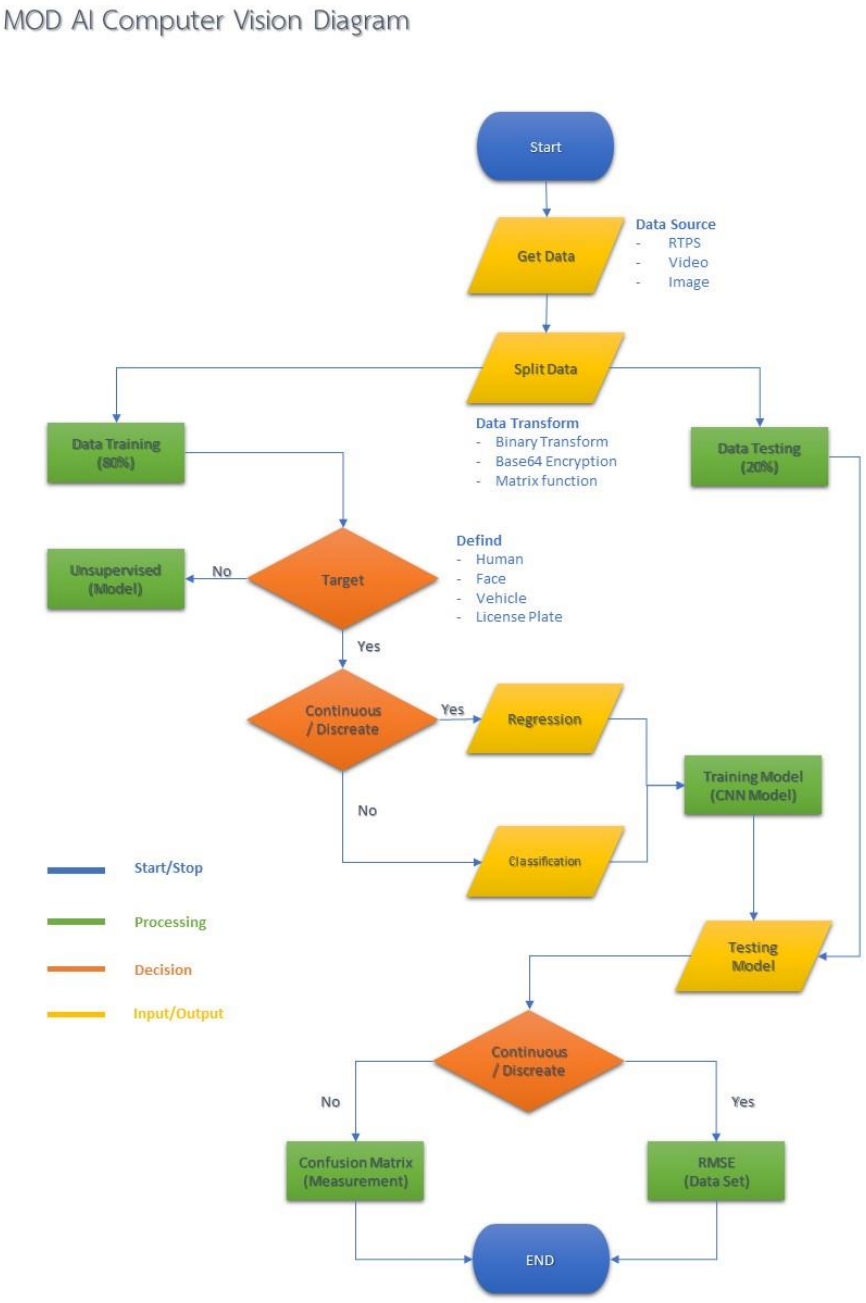
1. Image Acquisition ส่วนการนำเข้าภาพและวิดีโอ
2. Image Pre-Precessing ส่วนการประมวลผลขั้นต้น
3. Main Image Segmentation ส่วนการจัดกลุ่มข้อมูล
4. Image Post-Processing ส่วนการประมวลผล
5. Feature Extraction ส่วนการคัดเลือกคุณภาพข้อมูล
6. Feature Base Classifiation ส่วนการจำแนกประเภทของข้อมูล
7. Application Specification Feature Extraction ส่วนการใช้งานและการแสดงผล



1. Image / Video แหล่งข้อมูลภาพและวิดีโอ
2. Convolution + RELU วิธีการหาผลลัพธ์ของระบบ
3. Pooling การสกัดข้อมูลที่จำเป็นของระบบ
4. FLATTEN การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของรูปภาพ
5. FULLY CONNECTED การเชื่องโยงการนำเข้าข้อมูลและผลลัพธ์
6. SOFTMAX การประมวลความน่าจะเป็น
7. FEATURE LEARNING การเปลี่ยนแปลงและเรียนรู้คุณลักษณะของข้อมูล
8. CLASSIFICATION การจำแนกข้อมูลของระบบ



1. Physical Layer ส่วนอุปกรณ์สำหรับเฝ้าระวังและแจ้งเตือน
2. Sensing Layer ส่วนอุปกรณ์วัดค่าและตรวจสอบ
3. Algorithm Layer ส่วนการวิเคราะห์และประมวลผล
4. Comtroller Layer ส่วนการควบคุมอุปรณ์และระบบ
5. Application Layer ส่วนการใช้งานและการแสดงผล


MOD AI Computer Vision Diagram
Start
Get Data
Data Source
- RTPS
- Video
- Image
Split Data
Data Transform
- Binary Transform
- Base64 Encryption
- Matrix function
Data Training (80%)
Data Testing (20%)
Target
No
Unsupervised (Model)
Defind
- Human
- Face
- Vehicle
- License Plate
Yes
Continuous / Discreate
Yes
Regression
No
Classification
Training Model (CNN Model)
Testing Model
Continuous / Discreate
No
Yes
Confusion Matrix (Measurement)
RMSE (Data Set)
END
Start/Stop
Processing
Decision
Input/Output

รายงานการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ สำหรับงานตรวจจับวัตถุ กรณี ระบบตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ทุมทอง

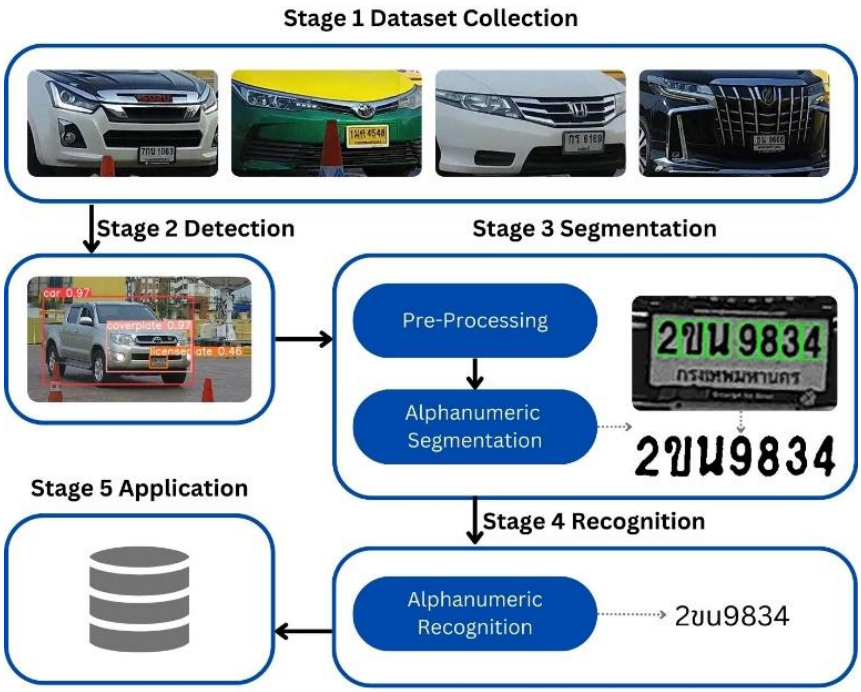
1. พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจจับป้ายทะเบียน

ระบบตรวจจับป้ายทะเบียน (License Plate Detection) เป็นขั้นตอนแรกในการวิจัย เพื่อให้สามารถทราบตำแหน่งที่แน่นนอนของแผ่นป้ายทะเบียน และตัดแบ่งส่วนของภาพที่ได้จากการตรวจจับเพื่อส่งข้อมูลไปยังขั้นตอนการรู้จำและจัดเก็บข้อมูลต่อไป

หลายงานวิจัยได้นำเสนอขั้นตอนในการตรวจจับป้ายทะเบียนโดยมีเทคนิควิธีการที่หลากหลาย เช่น การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เช่น การใช้เทคนิค Edge-Based Method (Sarfraz, Ahmed, & Ghazi, 2003), Color-Based Methods, Texture-Based Method รวมไปถึง Character-Based Method (Hong-ke Xu, 2005) ซึ่งสามารถตรวจจับป้ายทะเบียนจากภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันที่มีการใช้งานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่แพร่หลายมากขึ้นมีการนำเอาอัลกอลิทึมและเทคนิควิธีการต่าง ๆ มานำเสนอเพื่อให้เกิดการตรวจจับป้ายทะเบียนที่มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากขึ้น เช่น การใช้ Statistical Classifier หรือ การใช้การเรียนรู้เชิงลึก เป็นต้น Selmi และคณะได้นำเสนอวิธีการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนโดยใช้ Convolutional Neural Network (CNN) ในขั้นตอนแรกมีการใช้งานเทคนิคก่อนการประมวลผลภาพเพื่อขจัดสัญญาณรบกวน และดึงองค์ประกอบหรือรายละเอียดของภาพให้ชัดเจนมากขึ้นและจากนั้นกำหนดขอบเขตที่เป็นไปได้ที่จะเป็นแผ่นป้ายทะเบียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกประเภท CNN การทดลองได้รับการทดสอบกับชุดข้อมูลความแม่นยำอยู่ที่ระดับ 93.8% และ 91.3% (Zied Selmi, 2017) และหลายงานวิจัย มีการนำเสนอเทคนิคการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนโดยใช้ YOLO ซึ่งเป็นอัลกอลิทึมสำหรับการตรวจจับวัตถุโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน

กระบวนการหลักของระบบผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบการทำงานของซอฟต์แวร์เพื่อให้เกิดเป็นระบบตรวจจับและรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนแบบอัตโนมัติ โดยเริ่มจากการเตรียมชุดข้อมูล เพื่อเทรนและทดสอบโมเดลสำหรับการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน ซึ่งเมื่อตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนแล้วระบบจะส่งไปยังขั้นตอนการแบ่งส่วนองค์ประกอบของภาพแผ่นป้ายทะเบียน เพื่อหาส่วนที่เป็นตัวเลขตัวอักษร และจะถูกนำภาพองค์ประกอบของแผ่นป้ายทะเบียนที่สนใจสกัดออกไปเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนเพื่อนำข้อมูลไปจัดเก็บในรูปแบบระบบฐานข้อมูล รูปแบบการทำงานของระบบดังภาพ



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการออกแบบการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์

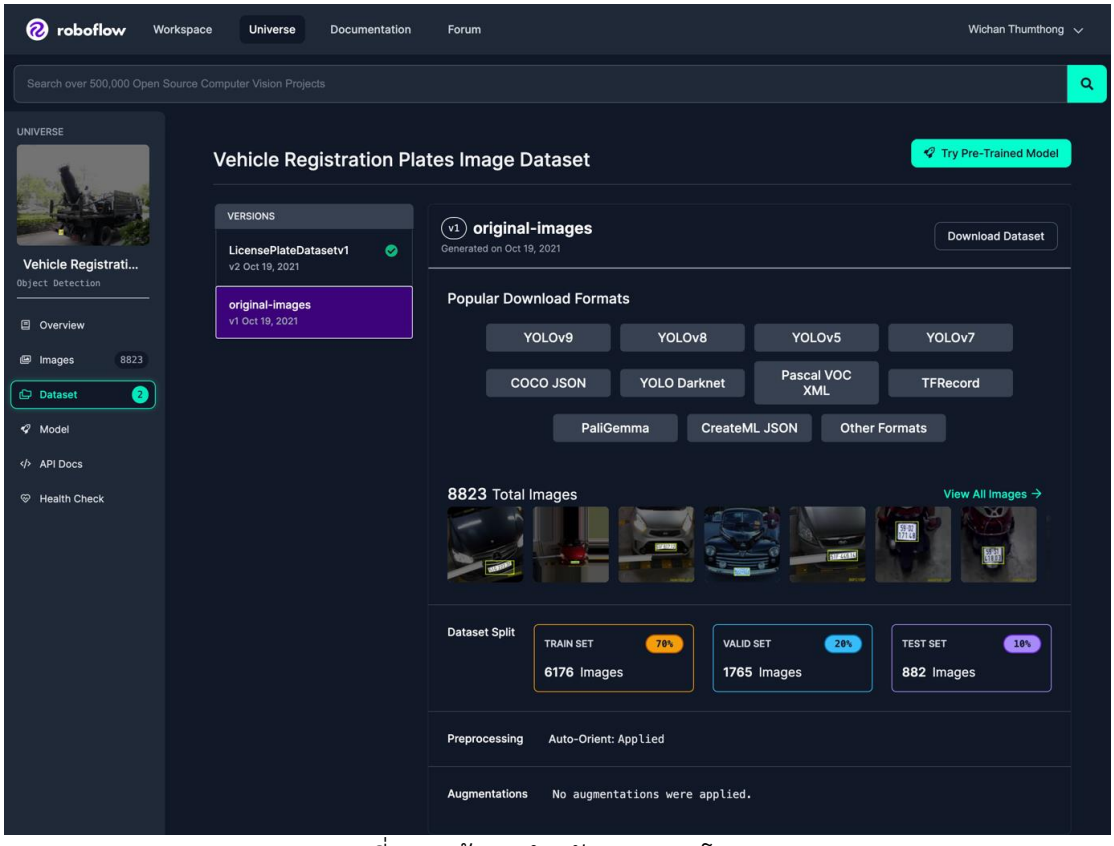
1.1 การเตรียมชุดข้อมูล

ชุดข้อมูลจะเป็นภาพที่ได้จากชุดข้อมูลแบบเปิด ชื่อว่า “Vehicle Registration Plates Image Dataset” ซึ่งเป็นโปรเจ็กต์ของ Roboflow ประกอบไปด้วยภาพทั้งหมด 8,800 ภาพ และแบ่งกลุ่มของภาพออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่

1.1.1 Train Set แบ่งเป็น 70% ของชุดข้อมูล จำนวน 6,200 ภาพ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการเทรนโมเดลสำหรับการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียน

1.1.2 Valid Set แบ่งเป็น 20% ของชุดข้อมูล จำนวน 1,800 ภาพ เพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการเทรนโมเดลสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล

1.1.3 Test Set แบ่งเป็น 10% ของชุดข้อมูล จำนวน 890 ภาพ เพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการเทรนโมเดลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ความแม่นยำของโมเดลที่ฝึกอบรม



ภาพที่ 2 ชุดข้อมูลสำหรับการเทรนโมเดล

1.2 การเทรนโมเดล

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลจากชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ ผู้วิจัยได้เทรนโมเดลสำหรับการตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนโดยใช้ YOLOV10, YOLOV9, YOLOV8 และ YOLOV5 ซึ่งเป็นอัลกอลิทึมที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันสำหรับงานด้านการตรวจจับวัตถุ ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

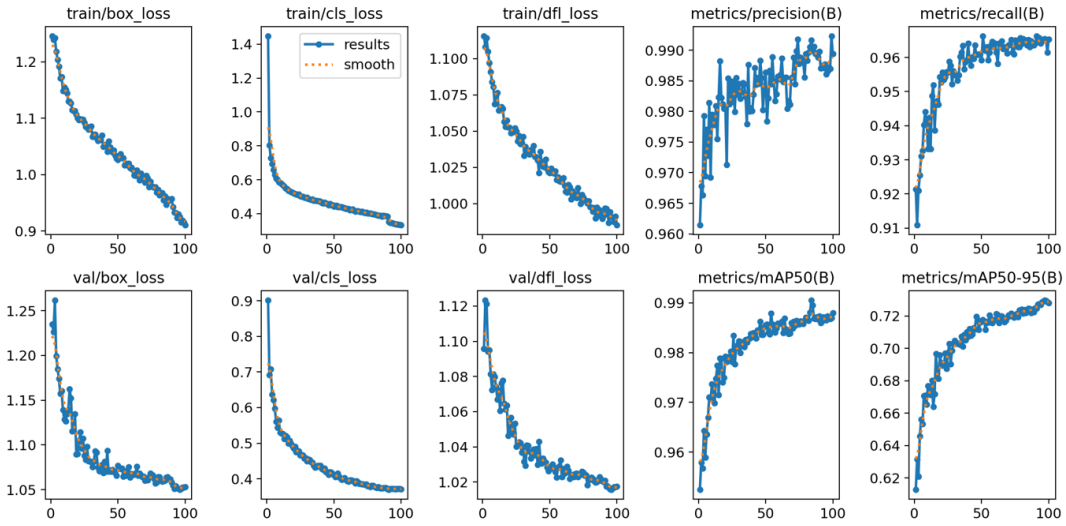
1.2.1 โมเดล YOLOV5

จากชุดข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ผู้วิจัยได้ทำการเทรนโมเดล YOLOV5 โดยใช้ Google Colab Pro + และจัดเก็บข้อมูลไว้ใน Google Drive ของนักวิจัย ซึ่งการเทรนจะกำหนดค่า epochs ไว้ที่จำนวน 100 รอบ เพื่อเป็นมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการเทรนโมเดลอื่น ๆ ใช้เวลาเทรนทั้งหมด 1.24 ชั่วโมง จากชุดข้อมูลดังกล่าว ผลการเทรนแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 ผลการเทรนโมเดล YOLOV5

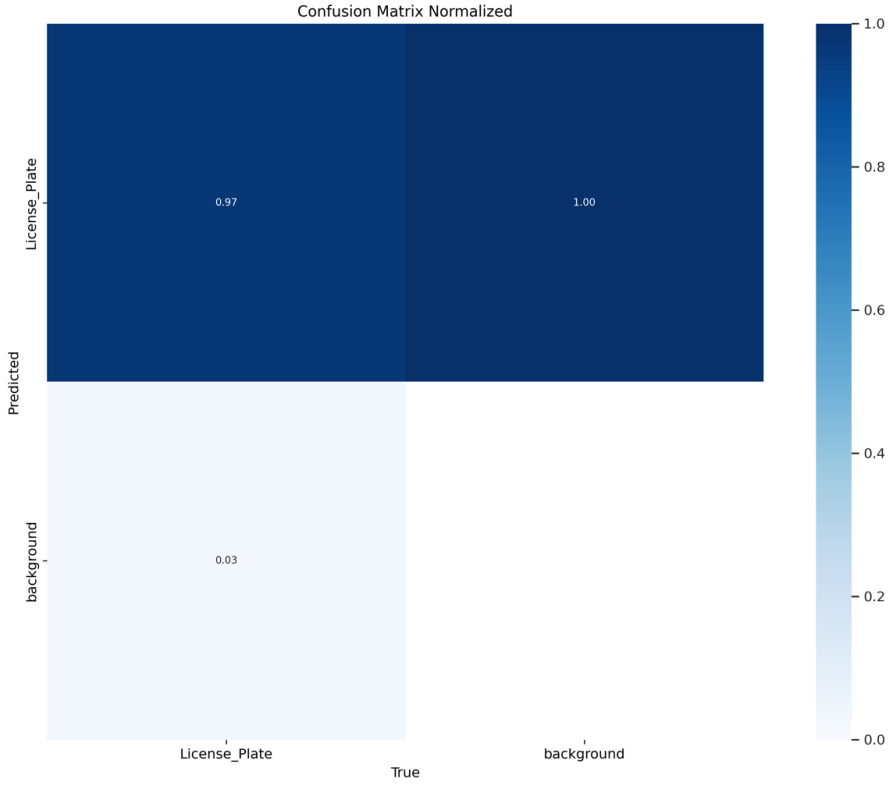
Images	Instances	Precision	Recall	Accuracy	F1 Score
1765	1840	0.979	0.971	0.971	0.975

ผลการเทรนโมเดลรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 ผลการเทรนโมเดล YOLOV5

จากตาราง Confusion Matrix พบว่าค่าความแม่นยำในการทำนายป้ายทะเบียนจากการทดสอบโมเดล YOLOV5 อยู่ที่ระดับ 97.1%



ภาพที่ 4 ตาราง Confusion Matrix ของการเทรนโมเดล YOLOV5

1.2.2 โมเดล YOLOV8

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลผู้วิจัยได้ทดสอบเทรนโมเดลเพิ่มเติมจากชุดข้อมูลเดิมและการกำหนดค่าแบบเดิม แต่แตกต่างเวอร์ชัน โดยให้เลือกใช้ YOLOv8 ในการเทรนโมเดล เริ่มจากเข้าไปยัง github ซึ่งเป็นโปรเจ็กต์ต้นแบบของ YOLOv8 จากนั้นเลือกเทรนโมเดลผ่าน Google Colab ซึ่งผู้วิจัยมีบัญชีที่สมัครไว้แล้วก่อนหน้านี้เพื่อใช้งานหน่วยประมวลผลจีพียู และพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และชุดข้อมูลที่นำมาใช้จะเป็นชุดข้อมูลเดียวกัน

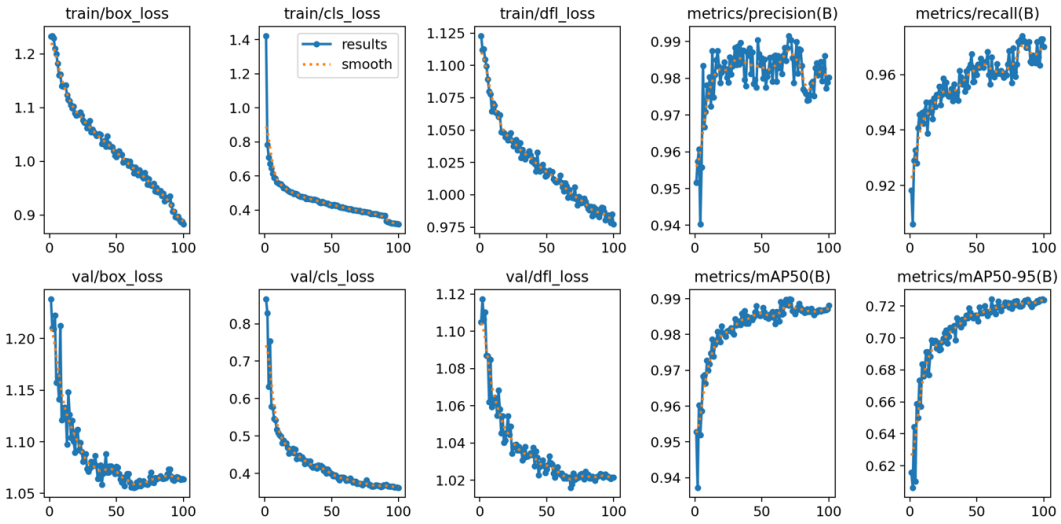
ที่สมุดบันทึกของ Google Colab ผู้วิจัยเลือกกำหนดค่าให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันกับขั้นตอนการเทรนโมเดลอื่น ๆ โดยเลือกใช้ A100GPU ในการประมวลผล ตัวอย่างดังภาพ

เมื่อประมวลผลการเทรนโมเดลเสร็จเรียบร้อยแล้วใช้เวลาในการประมวลผลจำนวน 1.12 ชั่วโมง จำนวน 100 epochs และได้โมเดลสำหรับตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนขนาด 6.2MB ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่เทรนจากการทดสอบประมวลผลกับภาพทดสอบ 1,760 ภาพ โดย Precision คือ ค่าที่โมเดลทำนายว่าถูกกี่เปอร์เซ็นต์, Recall คือค่าของที่อยู่ในเฉลยที่โมเดลทำนายว่าถูก และ mAP คือ ค่าเฉลี่ยของการตรวจจับวัตถุจะหาจากการทับซ้อนของภาพที่ตรวจจับได้กับภาพที่ถูกต้องเช่นเป็นรูปแบบของสี่เหลี่ยม หาจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของกราฟ Precision และ Recall รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 2 ผลการเทรนโมเดล YOLOV8

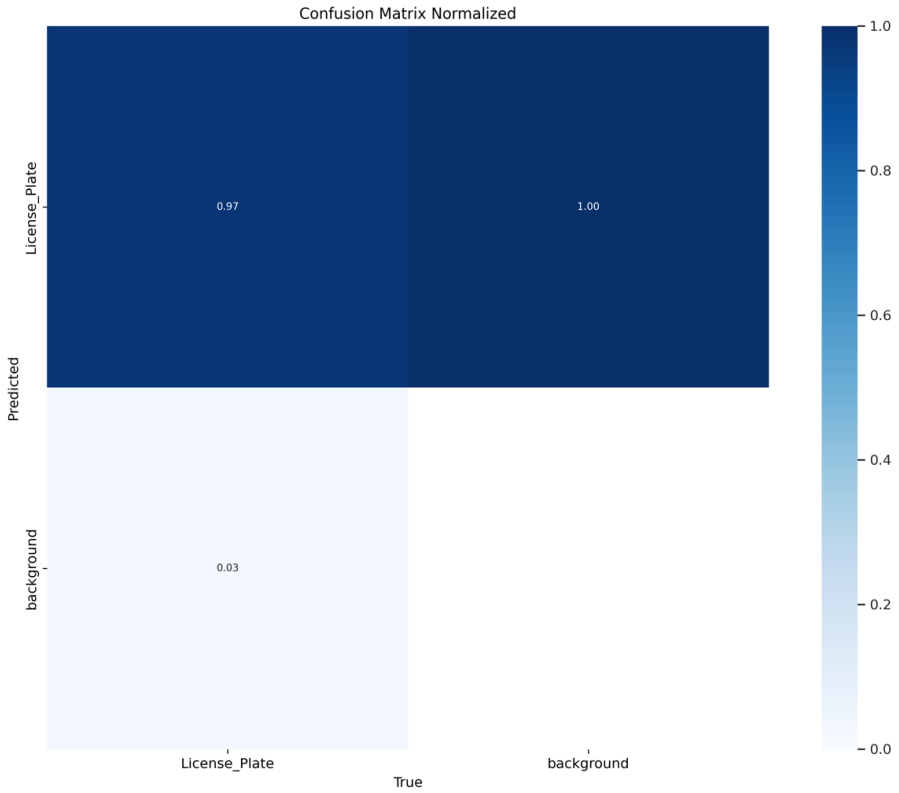
Images	Instances	Precision	Recall	Accuracy	F1 Score
1765	1840	0.982	0.973	0.973	0.977

ผลการเทรนโมเดลรายละเอียดดังภาพ



ภาพที่ 5 ผลการเทรนโมเดล YOLOV8

จากตาราง Confusion Matrix พบว่าค่าความแม่นยำในการทำนายป้ายทะเบียนจากการทดสอบโมเดล YOLOv8 อยู่ที่ระดับ 98.2%

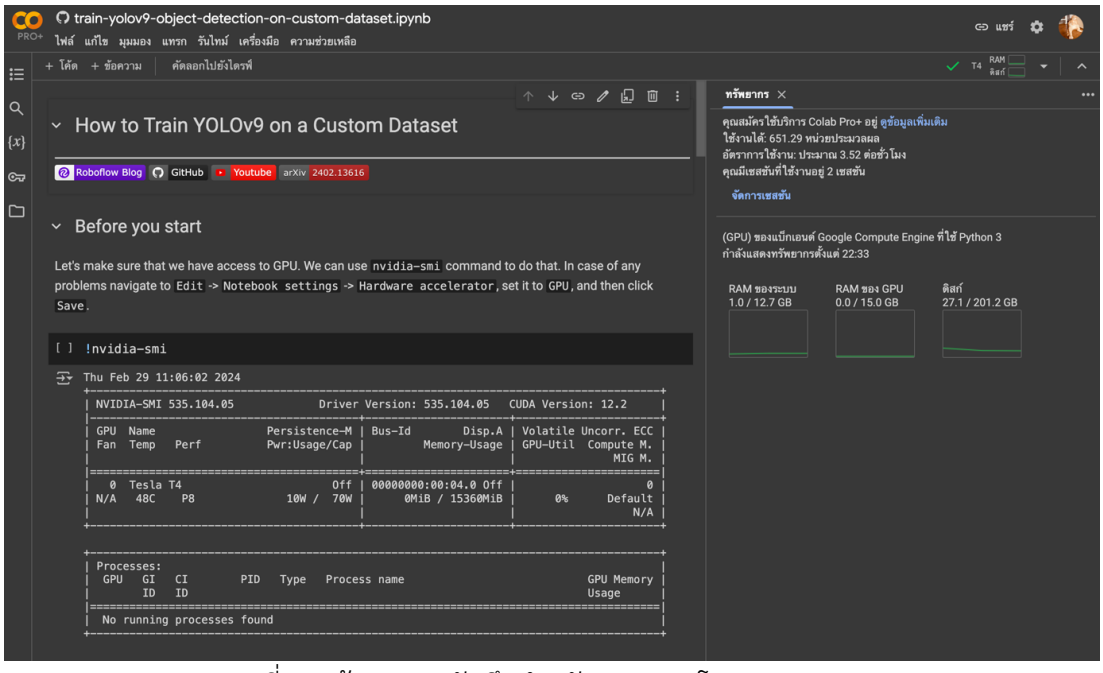


ภาพที่ 6 ตาราง Confusion Matrix ของโมเดล YOLOV8

1.2.3 โมเดล YOLOV9

ผู้วิจัยได้ทำการส่งออกชุดข้อมูลสำหรับการ เทรนโมแดล YOLOv9 โดยในขั้นตอนแรกเข้าไปยัง git โปรเจ็กต์ ซึ่งเป็นต้นแบบของ YOLOv9 ซึ่งจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งาน ประสิทธิการ การทดสอบการประมวลผล และการเทรนโมเดลเบื้องต้นที่หน้าเว็บไซต์ และเลือกรูปแบบการเทรนผ่าน Google Colab ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในการเทรนโมเดล และทดสอบการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Python ซึ่งจะมีเอกสารสำหรับอธิบายขั้นตอนการเทรนโมเดลไว้เรียบร้อยแล้ว

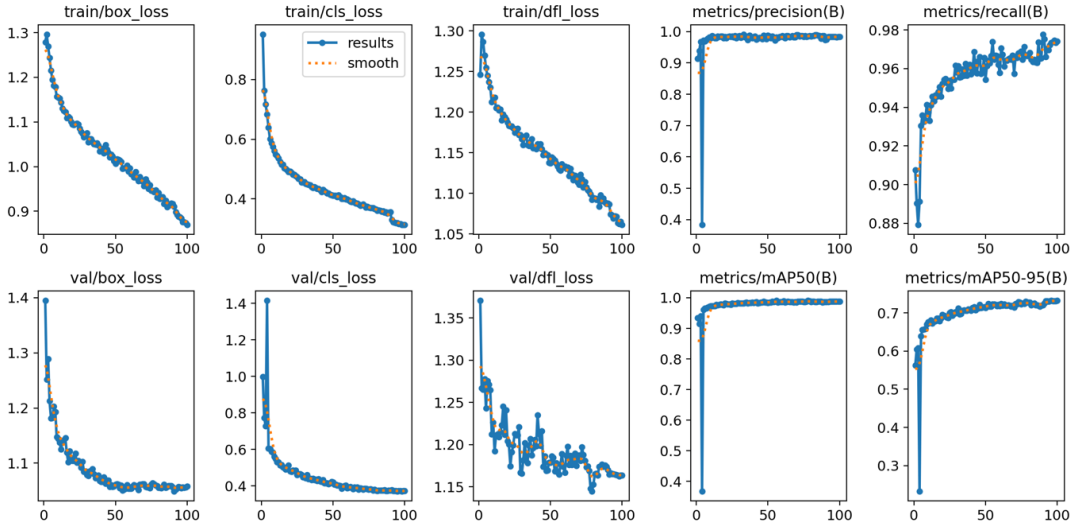
ผู้วิจัยได้ใช้บัญชี Colab Pro+ ซึ่งเป็นบัญชีที่ต้องมีค่าใช้จ่ายรายเดือนในการใช้งานและเป็นการเลือกใช้ทรัพยากรในการเทรนโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเลือกรูปแบบการประมวลผลโดยใช้ A100GPU ซึ่งจะทำให้นักพัฒนาหรือผู้วิจัยสามาถเข้าถึงจีพียู แรม และพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างหน้าจอการเทรนโมเดลดังภาพ



ภาพที่ 7 หน้าจอสมุดบันทึกสำหรับการเทรนโมเดล YOLOv9

เมื่อประมวลผลการเทรนโมเดลเสร็จเรียบร้อยแล้วใช้เวลาในการประมวลผลจำนวน 2.49 ชั่วโมง จำนวน 100 epochs ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่เทรนจากการทดสอบประมวลผลกับภาพทดสอบ 1,760 ภาพ รายละเอียดดังตาราง โดย Precision คือ ค่าที่โมเดลทำนายว่าถูกกี่เปอร์เซ็นต์, Recall คือค่าของที่อยู่ในเฉลยที่โมเดลทำนายว่าถูก และ mAP คือ ค่าเฉลี่ยของการตรวจจับวัตถุจะหาจากการทับซ้อนของภาพที่ตรวจจับได้กับภาพที่ถูกต้อง

เช่น เป็นรูปแบบของสี่เหลี่ยม หาจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของกราฟ Precision และ Recall ผลการเทรนดังภาพ

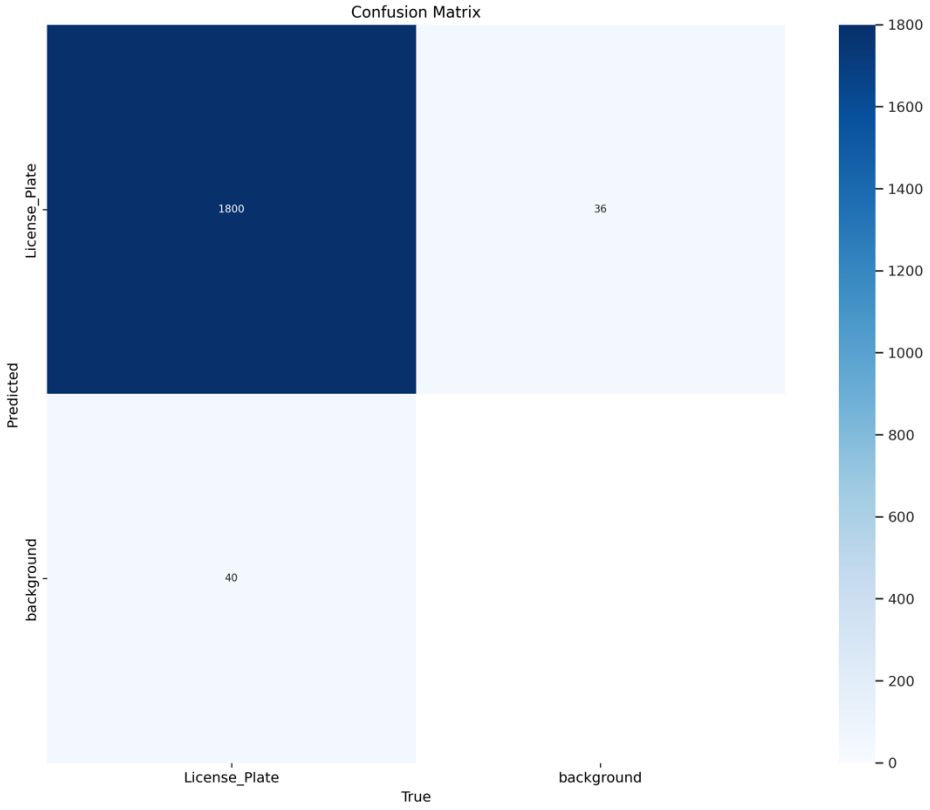


ภาพที่ 8 รายละเอียดผลการเทรนโมเดล YOLOV9

ตารางที่ 3 ผลการเทรนโมเดล YOLOV9

Images	Instances	Precision	Recall	Accuracy	F1 Score
1765	1840	0.988	0.978	0.978	0.979

จากตาราง Confusion Matrix พบว่าค่าความแม่นยำในการทำนายป้ายทะเบียนจากการทดสอบโมเดล YOLOV9 อยู่ที่ระดับ 97.8%



ภาพที่ 9 ตาราง Confusion Matrix ของการเทรนโมเดล YOLOV9

1.2.4 โมเดล YOLOV10

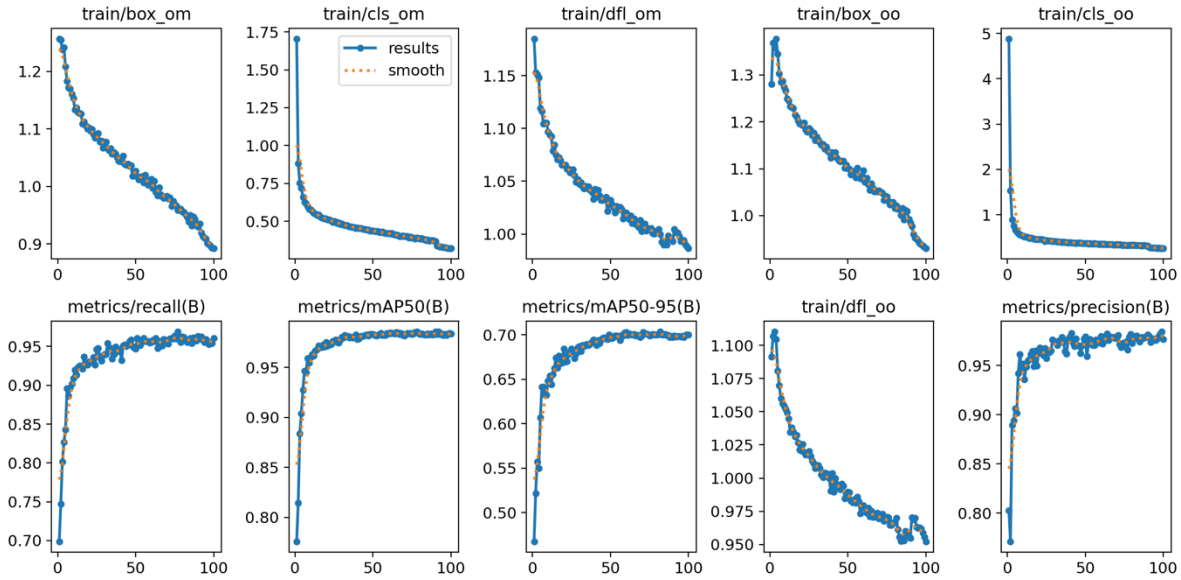
จากชุดข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ผู้วิจัยได้ส่งออกชุดข้อมูลเพื่อเตรียมไว้สำหรับการเทรนโมเดล YOLOV10 โดยเทรนผ่าน Google Colab เหมือนกับโมเดลที่ผ่านมา และตั้งจำนวน epochs ไว้ที่ 100 รอบ โดยใช้ชุดข้อมูลเดียวกัน

ผลการเทรนโมเดลจากชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ใช้เวลา 1.087 ชั่วโมง จะได้ไฟล์โมเดลขนาด 5.8MB ซึ่งผลการเทรนโมเดลสรุปได้ดังตาราง

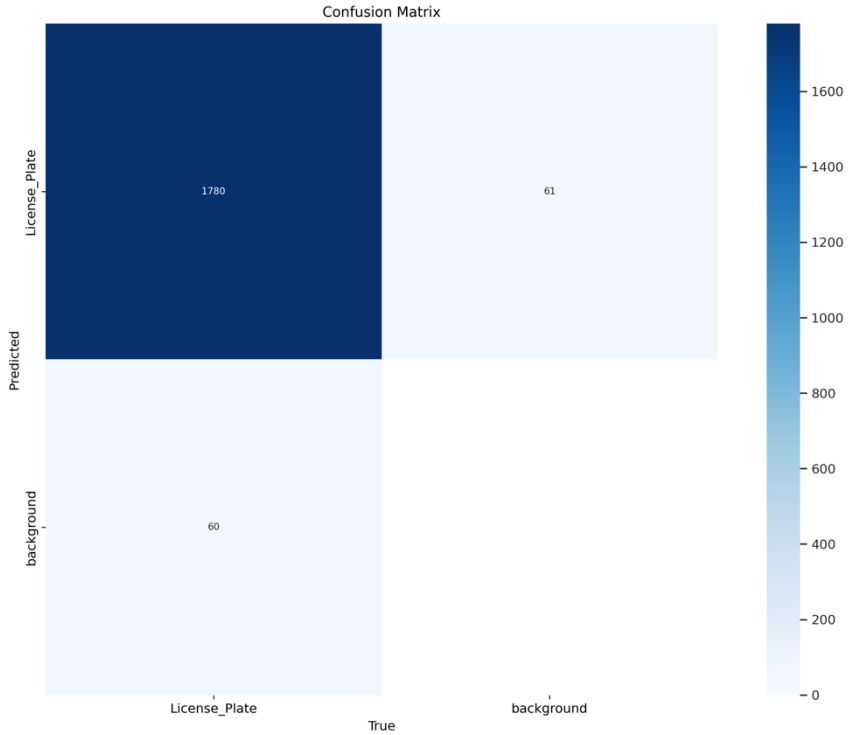
ตารางที่ 4 ผลการเทรนโมเดล YOLOV10

Images	Instances	Precision	Recall	Accuracy	F1 Score
1765	1840	0.979	0.958	0.983	0.968

รายละเอียดผลการเทรนโมเดล YOLOV10 ดังภาพ



ภาพที่ 10 ผลการเทรนโมเดล YOLOV10



ภาพที่ 11 ตาราง Confusion Matrix ของโมเดล YOLOV10

1.3 ประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

จากการเทรนโมเดล YOLOV5, YOLOV8, YOLOV9 และ YOLOV10 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของโมเดล โดยจากตาราง Confusion Matrix ผู้วิจัยได้สรุปผลการเทรนของโมเดลแต่ละค่าที่คำนวณหาได้จากสมการดังนี้

ตารางที่ 5 สรุปผลการเทรนโมเดลแต่ละเวอร์ชัน

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score	Training Time (hrs)	Inference Time (ms/image)	Inference Time (ms/850 image)
YOLOV5n	0.971	0.979	0.971	0.975	1.23	1.4	36.32
YOLOV8n	0.973	0.982	0.973	0.977	1.20	1.4	35.61
YOLOV9c	0.978	0.988	0.978	0.979	2.49	1.4	49.98
YOLOV10n	0.983	0.979	0.958	0.968	1.08	1.0	31.03

* Based on Google Colab Pro+, epochs=100

จากตารางจะเห็นว่า YOLOV10 มีความแม่นยำสูงและใช้เวลาน้อยกว่าในประมวลผลภาพทั้งภาพเดี่ยวและกลุ่มภาพทดสอบจำนวน 850 ภาพ โดยสมการสำหรับการคำนวณค่าความแม่นยำของโมเดลจะใช้ร่วมกับตาราง Confusion Matrix ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลลัพธ์ของโมเดลที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วยค่าต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

จากตารางค่าที่ได้จะถูกกำหนดดังนี้ True Positive: TP คือ ความถี่ของสิ่งที่ทำนายว่าเป็นจริงตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง, True Negative: TN คือ ความถี่ของสิ่งที่ทำนายว่าไม่จริงตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นไม่จริง, False Positive: FP คือ ความถี่ของสิ่งที่ทำนายว่าจริงแต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือไม่จริง และ False Negative: FN คือ ความถี่ของสิ่งที่ทำนายว่าไม่จริง และผลที่เกิดขึ้นคือจริง

ตารางที่ 6 ตัวอย่างตาราง Confusion Matrix

	Positive	Negative
Predicted Positive	True Positives: TPs	False Positives: FPs
Predicted Negative	False Negatives: FNs	True Negatives: TNs

1.3.1 ความถูกต้อง (Accuracy) เป็นความถูกต้องที่ทายได้ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ดังสมการ

Accuracy = (TPs + TNs) / (TPs + TNs + FPs + FNs)

1.3.2 ความแม่นยำ (Precision) เป็นการเปรียบเทียบการทำนายว่าจริงและเกิดขึ้นจริง กับ การทำนายว่าจริงและเกิดขึ้นไม่จริง ดังสมการ

Precision = TPs / (TPs + FPs)

1.3.3 Recall เป็นค่าความถูกต้องของการทำนายว่าจริง เทียบกับเหตุการณ์ที่ทำนายและที่เกิดขึ้นจริง ดังสมการ

Recall = TPs / (TPs + FNs)

1.3.4 F1-Score เป็น Harmonic Mean ระหว่าง Precision และ Recall เพื่อเป็นสมการสำหรับวัดความสามารถของโมเดล ดังสมการ

F1 = 2 x (Precision x Recall)/ (Precision + Recall)

ภาคผนวก ญ

อักษรย่อและคำย่อ (Abbreviation)

อักษรย่อและคำย่อ

ตารางอักษรย่อที่ใช้ในรายงานฉบับสมบูรณ์

1. ชื่อหน่วยงาน

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
กห.	กระทรวงกลาโหม	
กทปส.	กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ	
กทส.ศดท.ทสอ.กห.	กองเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์ดิจิทัล กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม	
กปซบ.ศซบ.ทสอ.กห.	กองปฏิบัติการไซเบอร์ ศูนย์ไซเบอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม	
กอ.รมน.	กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน ราชอาณาจักร	
กอ.รมน. ภาค 4 สน.	กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน ภาค 4 ส่วนหน้า	
ททบ.	สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก	
ทสอ.กห.	กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม	
นขต.สป.	หน่วยขึ้นตรง สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม	
มทบ.	มลฑลทหารบก	
รง.ตวพ.ศอว.ศอพท	โรงงานต้นแบบการวิจัยพัฒนาอาวุธ ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร	
รวท.อท.ศอพท	โรงงานวัตถุระเบิดทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร	
ศอ.บต	ศูนย์อำนวยการบริหารจังหวัดชายแดนภาคใต้	
ศอว.ศอพท	ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธ ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร	

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
สป.	สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม	ใช้ภายในกระทรวงกลาโหม
สป.กห.	สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม	
สส.	กรมการทหารสื่อสาร กองทัพบก	

2. ตารางยศทางทหาร

2.1 กองทัพบก

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
-	จอมพล	
พล.อ.	พลเอก	
พล.ท.	พลโท	
พล.ต.	พลตรี	
พ.อ.	พันเอก	
พ.ท.	พันโท	
พ.ต.	พันตรี	
ร.อ.	ร้อยเอก	
ร.ท.	ร้อยโท	
ร.ต.	ร้อยตรี	
จ.ส.อ.	จ่าสิบเอก	
จ.ส.ท.	จ่าสิบโท	
จ.ส.ต.	จ่าสิบตรี	
ส.อ.	สิบเอก	
ส.ท.	สิบโท	
ส.ต.	สิบตรี	
พลฯ	พลทหาร	
นนร.	นักเรียนนายร้อย	
-	นักเรียนนายสิบ	

2.2 กองทัพเรือ

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
-	จอมพลเรือ	
พล.ร.อ.	พลเรือเอก	
พล.ร.ท.	พลเรือโท	
พล.ร.ต.	พลเรือตรี	
น.อ.(ชื่อ)ร.น.	นาวาเอก	
น.ท.(ชื่อ)ร.น.	นาวาโท	
น.ต.(ชื่อ)ร.น.	นาวาตรี	
ร.อ.(ชื่อ)ร.น.	เรือเอก	
ร.ท.(ชื่อ)ร.น.	เรือโท	
ร.ต.(ชื่อ)ร.น.	เรือตรี	
พ.จ.อ.	พันจ่าเอก	
พ.จ.ท.	พันจ่าโท	
พ.จ.ต.	พันจ่าตรี	
จ.อ.	จ่าเอก	
จ.ท.	จ่าโท	
จ.ต.	จ่าตรี	
พลฯ	พลทหาร	
นนร.	นักเรียนทหารเรือ	
-	นักเรียนจ่าทหารเรือ	

2.3 กองทัพอากาศ

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
-	จอมพลอากาศ	
พล.อ.อ.	พลอากาศเอก	
พล.อ.ท.	พลอากาศโท	
พล.อ.ต.	พลอากาศตรี	
น.อ.	นาวาอากาศเอก	
น.ท.	นาวาอากาศโท	

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
น.ต.	นาวาอากาศตรี	
ร.อ.	เรืออากาศเอก	
ร.ท.	เรืออากาศโท	
ร.ต.	เรืออากาศตรี	
พ.อ.อ.	พันจ่าอากาศเอก	
พ.อ.ท.	พันจ่าอากาศโท	
พ.อ.ต.	พันจ่าอากาศตรี	
จ.อ.	จ่าอากาศเอก	
จ.ท.	จ่าอากาศโท	
จ.ต.	จ่าอากาศตรี	
พลฯ	พลทหาร	
นนอ.	นักเรียนนายเรืออากาศ	
นจอ.	นักเรียนจ่าอากาศ	

3. อักษรย่อและคำย่อที่ใช้ทั่วไป

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
จ.	จังหวัด	
จชต.	จังหวัดชายแดนภาคใต้	
จนท.	เจ้าหน้าที่	
จว.	จัวหวัด	ใช้ในราชการทหาร
ต.	ตำบล	
ถ.	ถนน	
น.	นาฬิกา	
ป. โท	ปริญญาโท	
ป.ตรี	ปริญญาตรี	
ปวช.	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
ปวส.	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	
ม.	มหาวิทยาลัย	
มช.	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
มฟล.	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	
มอ.	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	
วท.บ.	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
วศบ.	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
วศ.ม.	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	
อ.	อำเภอ	
จ.	จันทร์	
อ.	อังคาร	
พ.	พุธ	
พฤ.	พฤหัสบดี	
ศ.	ศุกร์	
ส.	เสาร์	
อา.	อาทิตย์	
ม.ค.	มกราคม	
ก.พ.	กุมภาพันธ์	
มี.ค.	มีนาคม	
เม.ย.	เมษายน	
พ.ค.	พฤษภาคม	
มิ.ย.	มิถุนายน	
ก.ค.	กรกฎาคม	
ส.ค	สิงหาคม	
ก.ย.	กันยายน	
ต.ค.	ตุลาคม	
พ.ย.	พฤศจิกายน	
ธ.ค.	ธันวาคม	
พ.ศ.	พุทธศักราช	

3.ตารางภาษาอังกฤษและศัพท์เทคนิค

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
AI	Artificial Intelligence	
AIoT	Artificial Intelligence and Internet Of Things	
ARM	Advanced Reduced Instruction Set Computing Machine	
ARP	Address Resolution Protocol	
Asst.Prof.	Assistant Professor	
CCD	Charge Coupled Device	
CCTV	Closed Circuit Television	
CE	Conformite Europeene	
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	
CPE	Customer Premise(s) Equipment	
CPU	Central Processing Unit	
CRT	Cathode Ray Tube	
DNS	Domain Name System	
DVR	Digital Video Recorder	
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution	
eMMC	Embedded Multi Media Card	
EOD	Explosive Ordnance Disposal	
FCC	Federal Communications Commission	
FPGA	Field Programmable Gate Array	
FPS	Frame per Secound	
FTP	File Transfer Protocol	
GPIO	General Purpose Input Output	
GPRS	General Packet Radio Services	

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
GPU	Graphical Processing Unit	
GSM	Global System for Mobile Communications	
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	
ICMP	Internet Control Message Protocol	
ICT	Information and Communication Technology	
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	
IGMP	Internet Group Management Protocol	
IoT	Internet Of Things	
IP	Internet Protocol	
ISP	Internet Serices Provider	
km	Kilometer	
Lan	Local Area Network	
LCD	Liquid Crystal Display	
LED	Light Emitting Diode	
LPR	License Plate Recognition	
LTE	Long Term Evolution	
Mbps	Megabit per Secound	
MCU	Multipoint Control Unit	
MOD	Ministry of Defence	
mPCIe	Mini Peripheral Component Interconnect Express	
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	
NTP	Network Time Protocol	

อักษรย่อ	คำเต็ม	หมายเหตุ
NVR	Network Video Recording	
PC	Personal Computer	
PCB	Print Circuit Board	
PH	Positive Potential of the Hydrogen Ions	
PoE	Power Over Ethernet	
PTZ	Pan/Till/Zoom	
RAM	Random-Access Memory	
RFID	Radio Frequency Identification	
RTSP	Real-Time Streaming Protocol	
SD Crad	Secure Digital	
SD WAN	Software-defined Wide-area Network	
SDLC	Software Development Life Cycle	
SMS	Short Message Service	
SNMP	Simple Network Management Protocol	
SNTP	Simple Network Time Protocol	
SOM	System on Module	
TCP	Tranmission Control Protocol	
TOR	Terms of Reference	
TV	Television	
UDP	User Datagram Protocol	
USB	Universal Serial Bus	
UTP	Unshielded Twisted Pair	
VDO	Video	
VGA	Video Graphics Array	

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

(สำนักงาน กสทช.)