รายงานฉบับสมบูรณ์ แก้ไขครั้งที่ 1

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

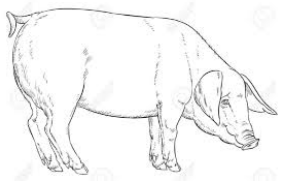
โครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN

Development Project of Smart Pig Farm using LoRaWAN Network

โดย

1.	รศ. ดร.วิทวัส สิฏฐกุล	หัวหน้าโครงการ
2.	ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี	นักวิจัย
3.	ดร. กฤษฎา พนมเชิง	นักวิจัย
4.	ผศ. ดร.วิทยากร อัศดรวิเศษ	นักวิจัย
5.	ดร.กฤษฎา มามาตร	นักวิจัย

เสร็จสิ้นโครงการเดือน มกราคม 2563



กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ

(สำนักงาน กสทช.)

รายงานฉบับสมบูรณ์

ทุนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา

สัญญารับทุนเลขที่ BT2-05/1-61

โครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN
Development Project of Smart Pig Farm using LoRaWAN Network

คณะวิจัย

1.	รศ. ดร.วิทวัส สิฏฐกุล	หัวหน้าโครงการ
2.	ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี	นักวิจัย
3.	ดร. กฤษฎา พนมเชิง	นักวิจัย
4.	ผศ. ดร.วิทยากร อัศดรวิเศษ	นักวิจัย
5.	ดร.กฤษฎา มามาตร	นักวิจัย

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

เสร็จสิ้นโครงการเดือน มกราคม 2563

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN

เสร็จสิ้นโครงการเดือน มกราคม 2563

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็นสถาบันทางการศึกษา มีบทบาทหน้าที่ในการพัฒนากำลังคน การวิจัยและการสร้างนวตกรรมให้แก่ประเทศไทยมาอย่างยาวนาน ทั้งนี้สืบเนื่องตามมาตรา 52 แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 และพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2560 (ฉบับที่ 2) มีหนึ่งในวัตถุประสงค์คือ การส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรสื่อสาร การวิจัยและพัฒนาด้านกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม รวมทั้งความสามารถในการรู้เท่าทันสื่อเทคโนโลยีด้านการใช้คลื่นความถี่ เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ ผู้สูงอายุ หรือผู้ด้อยโอกาส ตลอดจนอุตสาหกรรมโทรคมนาคม และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

ทั้งนี้มหาวิทยาลัยฯได้เล็งเห็นว่าหมูเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่สำคัญมากประเภทหนึ่ง และมีการเลี้ยงกันอยู่ทั่วไป ทั้งนี้เพราะหมูเป็นสัตว์ที่เลี้ยงดูง่าย เนื่องจากกินอาหารได้สารพัดอย่าง ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว และที่สำคัญคือ เนื้อหมูมีรสดี อ่อนนุ่ม น่ารับประทาน สำหรับประเทศไทย เนื้อหมูนับว่าเป็นอาหาร ประเภทเนื้อสัตว์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะประชาชนส่วนใหญ่นิยมบริโภคเนื้อหมูมากกว่าเนื้อสัตว์อื่นๆ อาหารแทบทุกมื้อ โดยมักจะมีเนื้อหมูเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ จากข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ(GDP) ไตรมาสที่2 และ 3 ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าผลผลิตภาคการเกษตรโดยรวมนั้นยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยสูงขึ้นร้อยละ 9.9-16.1 โดยสาขาปศุสัตว์ปรับตัวดีขึ้น เนื่องจากผลผลิตหมูที่เพิ่มขึ้น โดยจากข้อมูลของกรมปศุสัตว์แสดงว่าในปี 2016 มีมูลค่าการส่งออกหมูสุทธิสูงถึง 6,803.8 ล้านบาท ทำให้มหาวิทยาลัยฯได้ตัดสินใจดำเนินโครงการ**พัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN โดยนำเอาเทคโนโลยีการสื่อสาร LoRaWAN ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่**สำนักงาน กสทช. ได้จัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการที่เกี่ยวข้อง มาใช้กับอุตสาหกรรมฟาร์มหมูอัจฉริยะ โดยเน้นที่เกษตรกรที่เป็นเจ้าของฟาร์มขนาดกลางและเล็กให้สามารถนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าว มาใช้เพิ่มมูลค่าและเพิ่มรายได้ให้แก่ตนเอง เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าวไปเป็นอุตสาหกรรม 4.0 ได้อย่างยั่งยืนยาวนาน

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN

คณะวิจัย

1.	รศ. ดร.วิทวัส สิฏฐกุล	หัวหน้าโครงการ
2.	ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี	นักวิจัย
3.	ดร. กฤษฎา พนมเชิง	นักวิจัย
4.	ผศ. ดร.วิทยากร อัศดรวิเศษ	นักวิจัย
5.	ดร.กฤษฎา มามาตร	นักวิจัย

เสร็จสิ้นโครงการเดือน มกราคม 2563

โครงการนี้พัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN เพื่อนำเอาเทคโนโลยีโครงข่ายโทรคมนาคม LoRaWAN มาปรับใช้กับฟาร์มหมูต้นแบบ โดยการตั้งเสาสัญญาณ LoRaWAN Gateway จำนวน 3 เสา ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ชนิดต่างๆเช่น เซนเซอร์วัดอุณหูภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นและเซนเซอร์วัดกำลังไฟฟ้า ทั้งนี้เซนเซอร์ตรวจจับภาพ(กล้อง) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาหมูตายและน้ำหนักของหมูโดยใช้ภาพ เพื่อติดตามพฤติกรรมของหมู สภาพแวดล้อมและระบบไฟฟ้า โดยแสดงข้อมูลดังกล่าวและปริมาณการซื้อขายหมูบนหน้าเว็บออนไลน์อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลลัพธ์ของโครงการแสดงให้เห็นว่าค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหูภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นและเซนเซอร์วัดกำลังไฟฟ้า สามารถถูกแสดงได้อย่างถูกต้องบนหน้าเว็บออนไลน์ และภาพหมูจากกล้องในมุมมองด้านบนและด้านข้างสามารถนำมาวิเคราะห์หาน้ำหนักหมูได้โดยมีความแม่นยำที่ประมาณ +/-1.86 กิโลกรัม จากน้ำหนักหมูโดยเฉลี่ยที่ประมาณ 105 กิโลกรัม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิ ความชื้น กำลังไฟฟ้าและน้ำหนักหมู สามารถนำไปสร้างเป็นเพลตฟอร์มเพื่อปรับใช้กับฟาร์มหมูอื่นๆได้ในอนาคต

Abstract

Development Project of Smart Pig Farm using LoRaWAN Network

Project Members

1.	Assoc. Prof. Dr.Vitawat Sittakul	Project Head
2.	Dr. Chairat Phongphanphanee	Member
3.	Asst. Prof. Gridsada Phanomchoeng	Member
4.	Asst. Prof. Widhyakorn Asdornwised	Member
5.	Dr. Krisada Mamad	Member

Project finished on January 2020

This project develop a prototype of smart farm pig using LoRaWAN Network to apply the LoRaWAN network to the farm prototype by installing 3 of LoRaWAN Gateway Stations to be a data transmission medium between all sensors such as temperature sensors, humidity sensors and electricity power meter sensor. Here, the CCTV cameras are used to analyze to find dead pigs and calculate the weights of pigs using photos. This is to track the behaviors of pigs, envirornment and electricity system. All data are shown on an online website accurately. The top-view and side-view photos of pigs can be analyzed to find the pig weights with an accuracy of +/- 1.86 Kilograms from the average pig weight of 1.5 kilograms. These paramaters of temperature, humidity, electricity power and pig weight can be used in future to apply as a platform with other pig farms.

สารบัญ **หน้าที่**

บทสรุปผู้บริหาร **ก**
บทคัดย่อภาษาไทย **ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ **ค**
สารบัญตาราง **จ**
สารบัญภาพ **ฉ**
บทที่ 1 บทนำ **1**
- 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ **1**
- 1.2 วัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงการ **4**
- 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ **4**

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **5**
- 2.1 ทฤษฎีและแนวความคิด **5**
- 2.2 **ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** **16**

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย **22**
- 3.1 วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา **22**

บทที่ 4 ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผล **25**
- 4.1 ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผล **25**

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ **53**
- 5.1 สรุปผลการวิจัย **53**
    - 5.1.1 สรุปผลผลิตที่ได้รับ **53**
- 5.2 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ **54**
- 5.3 ข้อเสนอแนะแผนธุรกิจสำหรับเกษตกรฟาร์มหมู **55**
    - 5.3.1 การทำ SWOT **55**
    - 5.3.2 การวิเคราะห์แนวโน้มการตลาดหรือเชิงเศรษฐศาสตร์แนวแก้ไขปัญหา **56**
    - 5.3.3 Business Model สำหรับฟาร์มหมู **56**
    - 5.3.4 Business Model สำหรับการขายระบบฟาร์มหมูสำหรับคณะวิจัย **60**

บรรณานุกรม **62**
ประวัติผู้วิจัย **63**

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 1 ตารางแสดงกฎเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ 920-925 MHz ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 500 มิลลิวัตต์	7
ตารางที่ 2 ตารางผลการวิจัย	25
ตารางที่ 3 ผลการปฏิบัติการโครงการ	26
ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าระหว่างค่าจากภาพเทียบกับค่าจากตาชั่งจริง	46
ตารางที่ 5 ตารางสรุปผลผลิตที่ได้รับ	53
ตารางที่ 6 ตารางแสดงการคำนวณกำไรที่เพิ่มขึ้นจากการนำเทคโนโลยีไปใช้	58

สารบัญภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 1 มูลค่าการส่งออกหมูจากข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ระหว่างปี 2007-2016	1
รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของการเลี้ยงหมูในประเทศไทย (สีเข้มแสดงถึงความหนาแน่นสูง)	2
รูปที่ 3 กลุ่มประเทศยุโรปเป็นผู้ริเริ่มใช้ระบบ LoRaจากการสำรวจในเดือนกันยายน 2017	5
รูปที่ 4 ลักษณะการเชื่อมต่อระบบ LoRaWAN	6
รูปที่ 5 ลักษณะชั้นในการมอดูเลตแบบไร้สายโดยใช้เทคโนโลยี LoRaWAN	7
รูปที่ 6 โครงสร้างของเซนเซอร์วัดแสง	8
รูปที่ 7 คุณสมบัติทางแสงของ LDR	9
รูปที่ 8 วงจรแบ่งแรงดันสำหรับเซนเซอร์วัดแสง	10
รูปที่ 9 เซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน	10
รูปที่ 10 วงจรของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน	11
รูปที่ 11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	11
รูปที่ 12 การส่งข้อมูลของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ	12
รูปที่ 13 ระบบการให้อาหารหมู	13
รูปที่ 14 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืชดด้วยระบบภาพถ่าย [1,2]	17
รูปที่ 15 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวด้วยระบบภาพถ่าย [3]	17
รูปที่ 16 การนับจำนวนปลาด้วยระบบภาพถ่าย [4]	17
รูปที่ 17 Optical Flow เทคนิคสำหรับการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุ	18
รูปที่ 18 ตัวอย่างของการหาน้ำหนักหมูด้วยวิธีการวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพในระบบ 2 มิติ	19
รูปที่ 19 ตัวอย่างของการหาน้ำหนักหมูด้วยวิธีการวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพในระบบ 3มิติ	20
รูปที่ 20 การนำเอาระบบ IoT มาเก็บข้อมูลฟาร์มหมูเช่น ภาพการเคลื่อนไหวของหมูเป็นแบบ Big Data เพื่อคาดการณ์สภาพแวดล้อมภายในฟาร์มหมู	21
รูปที่ 21 แผนที่และรายละเอียดของฟาร์หมูของฟาร์มหมูต้นอาสาสมัคร	22
รูปที่ 22 การล้างทำความสะอาดพาหนะและบุคคลก่อนเข้าไปในฟาร์มหมูอาสาสมัคร	27
รูปที่ 23 เจ้าของฟาร์มหมูได้อธิบายถึงลักษณะของฟาร์มและอธิบายถึงวิธีการให้อาหารหมูให้คณะวิจัยอย่างละเอียด	28
รูปที่ 24 คณะวิจัยได้ปรึกษาถึงวิธีการวัดน้ำหนักหมูและการดูพฤติกรรมของหมู	28
รูปที่ 25 รูปแสดงแนวความคิดในการติดตั้งระบบฟาร์มหมูอัจฉริยะ	29
รูปที่ 26 รูปแสดงการวางตำแหน่งตั้งเสา LoRaWAN Gateway หลัก เพื่อทำการติดตั้งโครงข่าย	29
รูปที่ 27 รูปแสดงแนวความคิดในการวางตำแหน่งตั้งเสา LoRaWAN Gateway	29
รูปที่ 28 ภาพการวางตำแหน่งการเลือกจุดติดตั้งเสาสัญญาณ	30
รูปที่ 29 การตั้งค่าอุปกรณ์ LoRaWAN Gateway ก่อนทำการติดตั้ง	30
รูปที่ 30 การติดตั้งอุปกรณ์ LoRaWAN Gateway บนเสาส่งสัญญาณ	31
รูปที่ 31 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	31
รูปที่ 32 LoRa I/O เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลต่างๆจากเซนเซอร์ภายในเล้าหมูไปยังเครือข่าย LoRAWAN	31

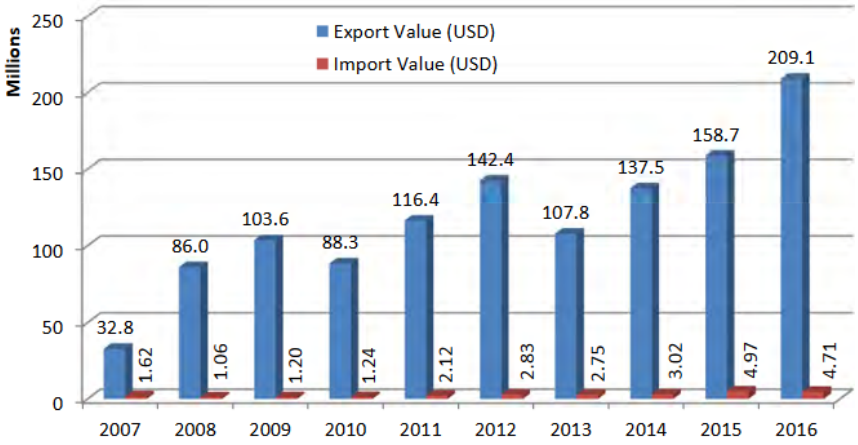
รูปที่ 33 การติดตั้งจำนวนเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นทั้ง 20 ชุดในเล้าหมู **32**
รูปที่ 34 โรงเรือนเลี้ยงหมูระบบเปิด **32**
รูปที่ 35 ขั้นตอนการออกแบบระบบกรงเพื่อชั่งน้ำหนักหมูจากภาพ **33**
รูปที่ 36 การสร้างกรงหมูจริงภายหลังการออกแบบเสร็จสิ้น **33**
รูปที่ 37 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (1) **34**
รูปที่ 38 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (2) **34**
รูปที่ 39 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (3) **34**
รูปที่ 40 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (4) **35**
รูปที่ 41 การติดตั้งกล้องสำหรับการถ่ายภาพหมู **35**
รูปที่ 42 กล้อง, แสงขาว, และอุปกรณ์ในการติดตั้งที่หน้างาน **36**
รูปที่ 43 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านข้าง **36**
รูปที่ 44 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านบน **37**
รูปที่ 45 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านบนในมุมกว้าง (Wide Angle) ด้านบนของเล้าหมู **37**
รูปที่ 46 ระบบเก็บข้อมูลภาพหมูเพื่อใช้ในการวัดน้ำหนักของหมูภายในกรงหมูที่สร้างขึ้นพร้อมลง Harddisk จำนวน 6 TB **37**
รูปที่ 47 ระบบไฟฟ้าสำรอง ในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะไม่ทำให้ระบบเสียหาย **38**
รูปที่ 48 โปรแกรมสำหรับเก็บภาพหมูอัตโนมัติ **38**
รูปที่ 49 ตัวอย่างภาพที่เก็บจากโปรแกรมเก็บภาพอัตโนมัติด้วยการเก็บภาพใน 1 ครั้ง **39**
รูปที่ 50 วิธีเข้าใช้งานผ่านแอพ"HIK-Connect" **39**
รูปที่ 51 ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่านแอพ"HIK-Connect" ในเวลากลางคืน **40**
รูปที่ 52 ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่านแอพ"HIK-Connect" ในเวลากลางวัน **40**
รูปที่ 53 โปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพ **41**
รูปที่ 54 ส่วนแสดงภาพหมูด้านบนและด้านข้าง **41**
รูปที่ 55 ส่วนแสดงน้ำหนักหมู **42**
รูปที่ 56 ตารางน้ำหนักหมูที่ได้ทำการวัด **42**
รูปที่ 57 Log files สำหรับการเก็บสถิติน้ำหนักหมู **43**
รูปที่ 58 การคำนวณน้ำหนักหมูด้วยภาพ **43**
รูปที่ 59 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 1 และ 2 **44**
รูปที่ 60 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 3 และ4 **44**
รูปที่ 61 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 5 และ 6 **44**
รูปที่ 62 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 7 และ 8 **45**
รูปที่ 63 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 9 และ 10 **45**
รูปที่ 64 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 11 **45**
รูปที่ 65 ข้อมูลเซนเซอร์ผ่าน ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่าน Digital Farming Platform **47**
รูปที่ 66 มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/O ของ LoRa Node **48**
รูปที่ 67 ค่าผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/Oของ **48**

LoRa Node
รูปที่ 68 เว็บไซต์เพื่อแสดงผลในคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ **49**
รูปที่ 69 ภาพแสดงการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน **49**
รูปที่ 70 ใบรายชื่อการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน **50**
รูปที่ 71 แบบฟอร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้รับการอนุมัติให้ทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 1 **51**
รูปที่ 72 แบบฟอร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้รับการอนุมัติให้ทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 2 **52**

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของโครงการ

หมูเป็นสัตว์เศรษฐกิจให้เนื้อสำหรับมนุษย์ที่สำคัญมากประเภทหนึ่ง และมีการเลี้ยงกันอยู่ทั่วไป ทั้งนี้เพราะหมูเป็นสัตว์ที่เลี้ยงดูง่าย เนื่องจากกินอาหารได้สารพัดอย่าง ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว และที่สำคัญคือ เนื้อหมูมีรสดีอ่อนนุ่ม น่ารับประทาน สำหรับประเทศไทย เนื้อหมูนับว่าเป็นอาหาร ประเภทเนื้อสัตว์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะประชาชนส่วนใหญ่นิยมบริโภคเนื้อหมูมากกว่าเนื้อสัตว์อื่นๆ อาหารแทบทุกมื้อ โดยมักจะมีเนื้อหมูเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ จากข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ(GDP) ไตรมาสที่2 และ 3 ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าผลผลิตภาคการเกษตรโดยรวมนั้นยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยสูงขึ้นร้อยละ 9.9-16.1 โดยสาขาปศุสัตว์ปรับตัวดีขึ้น เนื่องจากผลผลิตหมูที่เพิ่มขึ้น โดยจากข้อมูลของกรมปศุสัตว์แสดงว่าในปี 2016 มีมูลค่าการส่งออกหมูสุทธิสูงถึง 6,803.8 ล้านบาท ซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นทุกปีดังกราฟแผนภูมิทางด้านล่าง (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 มูลค่าการส่งออกหมูจากข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ระหว่างปี 2007-2016

โดยในปี 2017 ข้อมูลจากกรมปศุสัตว์พบว่ามีปริมาณหมูมากถึง 10.19 ล้านตัว กระจายทั่วทั้งภูมิภาคในประเทศไทยดังรูปที่ 2 ทั้งนี้เราจะเห็นว่าประเทศไทยมีการเลี้ยงหมูอยู่ทั่วทั้งภูมิภาคของประเทศ จากข้อมูลปริมาณมูลค่าหมูที่สูง ประกอบกับนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ "Thailand 4.0 โมเดลทางเศรษฐกิจใหม่ (New S-Curve)" และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 หัวข้อ 2.2.2โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยให้หลุดจากกับดักประเทศรายได้ปานกลางและมุ่งสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศโดยเน้นระบบเศรษฐกิจแบบสร้างคุณค่า (value-based economy) ที่มีการเพิ่มมูลค่าและศักยภาพในภาคการผลิตและบริการที่เป็นรากฐานของระบบเศรษฐกิจในปัจจุบันของประเทศไทยผ่านการใช้นวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ ยกตัวอย่างเช่นการประยุกต์ใช้โครงข่าย Low Power Wide Area Network (LPWAN) ได้แก่LoRaWAN, SigFoxและIngenu เป็นต้น ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบการเลี้ยงหมูซึ่งมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาปรับใช้สามารถทำให้เกิดการพัฒนาไปในด้านต่างๆดังนี้คือ

รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการกระจายตัวของการเลี้ยงหมูในประเทศไทย (สีเข้มแสดงถึงความหนาแน่นสูง)

- การเกษตรแม่นยำ (Precision Farming) การเกษตรแม่นยำอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบเซ็นเซอร์ที่วัดความชื้นปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ ระบบฐานข้อมูลพืช และระบบให้น้ำปรับปริมาณแสงและระบบปรับอุณหภูมิที่ทำงานสอดคล้องกันเพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหมูมากที่สุดและแม่นยำที่สุด
- อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรม (Industrial Internet) อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรมคือ โครงข่ายข้อมูลขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องวัดเซ็นเซอร์และระบบการควบคุมในระบบอุตสาหกรรมเข้าด้วยกันการส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายจะช่วยให้อุปกรณ์และระบบต่างๆมีการทำงานที่แม่นยำสามารถทำงานสอดคล้องกันได้ นอกจากนี้การเชื่อมต่อข้อมูลในโรงงานจะช่วยให้สามารถบริหารการผลิตและกระจายสินค้าให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนที่ไม่จำเป็น
- ระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์โครงข่าย IoT จะเข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์โดยช่วยสนับสนุนให้ทราบสถานการณ์รับ-ส่งสินค้าอันส่งผลให้การจัดการสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตัวอย่างของการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะในประเทศไทย
- ระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภค (Utility Management) ระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภคที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการตรวจวัดที่แม่นยำการประมวลผลในภาพรวมตัวอย่างของการประยุกต์ใช้งานประเภทนี้ คือบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ(smart grid) ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าและรวบรวมข้อมูลเพื่อประมาณการค่าอุปสงค์ (demandforecast) การใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมการจ่ายไฟฟ้า การวางแผนสร้างโรงไฟฟ้า จัดการแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าและการคิดราคาค่าไฟฟ้าแบบสอดคล้องกับค่าอุปสงค์-อุปทาน

ปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงหมูในประเทศไทยเน้นแต่เพียงพัฒนาการด้านพันธุ์อาหารสัตว์การจัดการและการสุขาภิบาล เพื่อให้ทัดเทียมกับต่างประเทศเท่านั้นยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดย ดำรงกิตติชัยศรี, อัจฉรา ภาณุรัตน์, จรัส สว่างทัพ และ นฤมล สมคุณา เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรรายย่อยในลุ่มน้ำโขงตอนล่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม”และงานวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวร โดย วันดี ทาตระกูล เรื่อง “สุกรกึ่งชีวภาพ”ทำให้ประเทศไทยยังคงพบข้อจำกัดและปัญหาทางด้านการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหาอย่างเต็มรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟาร์มหมูขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งขัดกับนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ "Thailand 4.0 -โมเดลทางเศรษฐกิจใหม่ (New S-Curve)" และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 หัวข้อ 2.2.2

จากการที่คณะผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าเยี่ยมชมพื้นที่ของผู้ประกอบการฟาร์มหมูอาสาสมัครพบว่าผู้ประกอบการฟาร์มหมูในประเทศไทยยังขาดความรู้ประสบการณ์ในการปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยี Thailand 4.0 โดยคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่สามารถนำเอาระบบเทคโนโลยีมาปรับใช้ได้ดังนี้

- การติดต่อสื่อสารภายในฟาร์มทำได้ยากเนื่องจากไม่มีสัญญาณโทรศัพท์และสัญญาณอินเทอร์เน็ต
- ไม่สามารถตรวจสอบการตายของหมูได้อย่างทั่วถึงเนื่องจากมีหลายโรงเรือนซึ่งทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการตายว่ามาจากสิ่งใดได้อาจนำไปสู่การแพร่ระบาดของโรคและไม่สามารถรักษาได้อย่างทันท่วงที
- ความคลาดเคลื่อนในการประเมินน้ำหนักหมูทำให้ฟาร์มหมูสูญเสียรายได้จากการที่ผู้ซื้อหมูนำเอาเครื่องชั่งน้ำหนักที่ไม่ได้มาตรฐานมาใช้ชั่งน้ำหนักซื้อขายหมู
- การติดต่อซื้อขายกับลูกค้าที่ยุ่งยาก เนื่องจากไม่มีระบบแสดงผลแบบเวลาจริง ทำให้มีการย้ายหมูเกินจำนวนและต้องส่งหมูกลับ
- การใช้ปริมาณไฟฟ้าที่มากกว่าความเป็นจริง ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง รวมถึงการเฝ้าระวังไฟดับที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ
- การทำงานของคนงานยังไม่มีประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอนเท่าที่ควร

ผลกระทบ

- ในระยะสั้น โครงการนี้จะให้ประโยชน์แก่ผู้ประกอบการฟาร์มหมูต้นแบบสามารถนำเอาเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม มาปรับใช้กับฟาร์มของตนเองเป็นการลดต้นทุนจากการเกิดหมูตาย การโกงน้ำหนักหมูขณะซื้อขายการวิเคราะห์หาปริมาณอาหารหมู สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงหมูส่งเสริมระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์และระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภคในฟาร์มหมูให้ดีขึ้น
- ในระยะยาว องค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำวิจัย สามารถส่งต่อหรือถ่ายทอดแก่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือผู้ประกอบการรายอื่นๆโดยเฉพาะผู้ประกอบการระดับกลางและรายย่อย เพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอดเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วที่นำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการเพิ่มผลผลิตของตน

ทั้งนี้หากไม่มีการดำเนินโครงการนี้ในระยะยาวผู้ประกอบการเลี้ยงฟาร์มหมูในระดับกลางและย่อยที่มีอยู่ทั่วประเทศไทยจะไม่สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการเลี้ยงหมูรายใหญ่หรือผู้ประกอบการเลี้ยงหมูในต่างประเทศได้ เนื่องจากการนำเอาเทคโนโลยีมาปรับใช้กับฟาร์มหมูนั้นจะทำให้ราคาต้นทุนเลี้ยงหมูนั้นลดลงอีกทั้งผู้ประกอบการ

เลี้ยงหมูขนาดกลางและย่อยในประเทศ ยังคงขาดความรู้ประสบการณ์ เงินทุน (หรือไม่คุ้มทุน) ในระยะแรก หากต้องการวิจัยและพัฒนานำเอาระบบเทคโนโลยีเข้ามาปรับใช้กับฟาร์มหมูตนเอง

1.2 <u>วัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงการ</u>

วัตถุประสงค์

การนำเอาเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคม LoRaWANมาปรับใช้กับฟาร์มหมูต้นแบบ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อหาน้ำหนัก ความผิดปกติ ติดตามพฤติกรรมของหมูและพนักงานเลี้ยงหมู ตลอดจนสภาพแวดล้อมและระบบไฟ โดยแสดงข้อมูลดังกล่าวและปริมาณการซื้อขายหมูบนหน้าเว็บออนไลน์อย่างถูกต้องแม่นยำ

ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตการดำเนินงานมีดังนี้

1. การศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล พฤติกรรมของหมู ลักษณะรูปร่างของฟาร์มหมู เพื่อตัดสินใจนำเอาเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมมาปรับใช้อย่างเหมาะสม
2. ระบบโครงข่ายสื่อสาร LoRaWAN เพื่อใช้ในการสื่อสารภายในฟาร์มหมูต้นแบบ โดยการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เป็นแกนหลักของโครงข่าย Internet of Things (IoTs)
3. การติดตั้งเซนเซอร์ประเภทต่างๆเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ตรวจจับภาพของหมู เพื่อส่งเข้าไปยังระบบเก็บข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของหมูกับอาหารที่เหมาะสม
4. การติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับภาพ (กล้อง) เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาน้ำหนักของหมูทั้งในการเก็บข้อมูลไว้วิเคราะห์ และการตรวจสอบความถูกต้องในระหว่างการขายหมู
6. ระบบบริหารจัดการพลังงาน ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
6. เว็บไซต์เพื่อใช้สำหรับการนัดติดต่อซื้อหมูได้อย่างถูกต้องตามจำนวน
7. รายงานสรุปผลการดำเนินงานระหว่างการดำเนินการและรายงานฉบับสมบูรณ์

1.3 <u>ประโยชนที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ผู้ประกอบการฟาร์มหมูต้นแบบ สามารถนำเอาเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม มาปรับใช้กับฟาร์มของตนเอง เป็นการลดต้นทุนจากการเกิดหมูตาย การโกงน้ำหนักหมูขณะซื้อขาย อีกทั้งยังสามารถนำเอาข้อมูลจากระบบเซนเซอร์ที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณอาหารหมู สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงหมู
2. องค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำวิจัย สามารถส่งต่อหรือถ่ายทอดแก่ผู้ประกอบการรายอื่นๆ โดยเฉพาะผู้ประกอบการระดับกลางและรายย่อย เพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอด เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วที่นำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในการเพิ่มผลผลิตของตน

สถานที่ดำเนินโครงการ

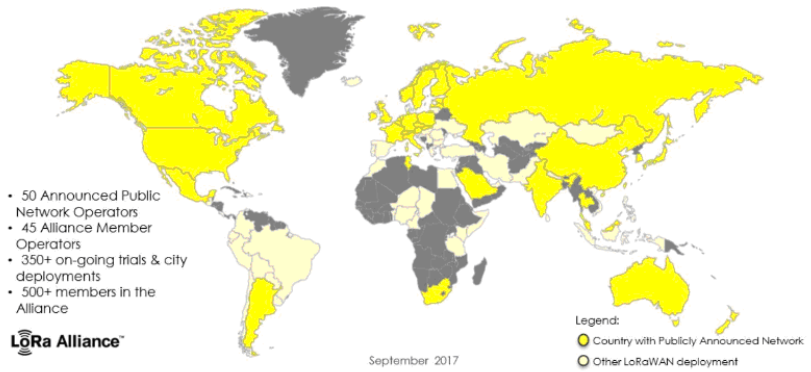
บริษัท บริษัท ฟินนอร์-เอเซีย จำกัด 99/1 ม. 4 ต.วังหมัน อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทที่ 2 ทฤษฎีงานวิจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและแนวความคิด

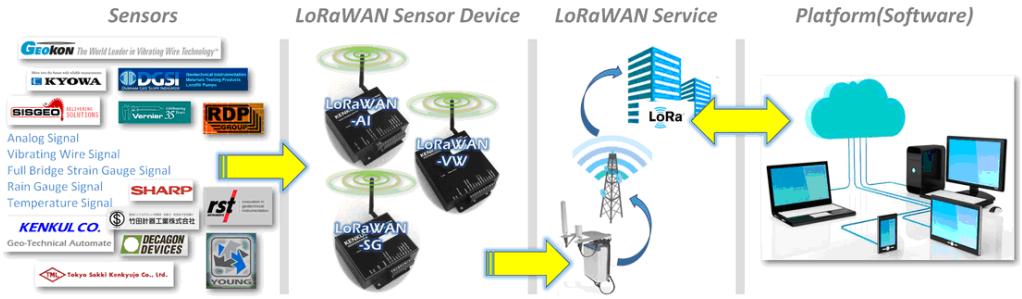
LoRaWAN

ปัจจุบันแนวความคิดอินเตอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet of Things - IoT) ได้ถูกนำมาปรับใช้กับชีวิตประจำวันของเราเป็นอันมาก นอกจากนั้นมันยังถูกนำมาปรับใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น การนำมาปรับใช้ในระบบฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยจุดมุ่งหมายของการนำเอา IoT มาใช้คือเพื่อเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เช่นเซนเซอร์วัดค่าต่างๆ ทำให้ผู้ผลิตสามารถทราบสภาวะในปัจจุบันของระบบการผลิต รวมถึงทราบการสั่งจองสินค้าจากผู้บริโภคล่วงหน้า เพื่อให้ผลิตสินค้าได้ตรงตามจำนวนที่ผู้บริโภคต้องการได้ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีที่เราใช้กันในปัจจุบันมีอยู่อย่างหลากหลายโพโทรคอลเช่น WIFI, Bluetooth, 3G 4G/LTE, ZigBee, Thread และ Zwaveเป็นต้น อย่างไรก็ตามในกรณีที่เราต้องการสร้างเครือข่ายสำหรับการสื่อสารระยะไกลแล้ว การเชื่อมต่อระยะไกล (Long-Range: LoRa) นับว่าเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมันสามารถทำการเชื่อมต่อกันระหว่างโหนด (Node) และยังเชื่อมต่อกับเกตเวย์ (Gateway) ได้โดยตรงเกิดเป็นเครือข่ายพื้นที่แบบกว้าง (Wide Area Network) โดยสามารถเชื่อมต่อได้ที่ระยะห่างถึง 2-5 กิโลเมตรสำหรับภายในเมือง และอาจได้ถึง 15 กิโลเมตรสำหรับพื้นที่นอกเมือง โดยมีอัตราการบริโภคพลังงานต่ำทำให้สามารถประหยัดพลังงานในแต่ละโหนดได้สำหรับ LoRaWAN™ ย่อมาจาก Log Range Wide Area Network เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีไร้สาย Low Power Wide Area Network (LPWAN) ที่ใช้ควบคุม สั่งการ และเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ผ่านโพรโทคอล LoRaซึ่งจากเดิมที่แต่ละอุปกรณ์จะเชื่อมกันนั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อน ผ่านการเชื่อมโยงรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น การใช้งานเครือข่ายมือถือ (เชื่อมต่อระยะไกลได้ แต่มีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายค่าบริการสูง) หรือการเชื่อมต่อไวไฟ (WiFi) และบลูทูธ (Bluetooth) ซึ่งแม้จะเชื่อมต่อได้ไวแต่ก็มีข้อจำกัดด้านระยะทาง และบริโภคพลังงานสูงในการขับเคลื่อนอุปกรณ์อยู่ตลอดเวลา เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวมาตรฐาน LoRaWANจึงออกมาแก้ปัญหาดังกล่าว โดยก่อนหน้านี้มีการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมอยู่หลายเทคโนโลยี จนในที่สุดก็มีการตั้งกลุ่ม"พันธมิตร LoRa" นี้ขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานเทคโนโลยี และพยายามขยายการใช้งานเทคโนโลยีนี้ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยกลุ่มประเทศยุโรปเป็นผู้ริเริ่ม โดยประเทศพันธมิตรที่เข้าร่วมปัจจุบันจากการสำรวจในเดือนกันยายน 2017 พบว่ามีดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กลุ่มประเทศยุโรปเป็นผู้ริเริ่มใช้ระบบ LoRaจากการสำรวจในเดือนกันยายน 2017

โดยการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในทวีปเอเชีย ปัจจุบันมีใช้ในหลากหลายประเทศ ยกตัวอย่างเช่น เกาหลีใต้ได้เปิดตัวเครือข่าย IoT ครอบคลุมทั้งประเทศเป็นรายแรกของโลกด้วยเทคโนโลยี LoRaWAN(https: / / techsauce. co/ iot/ world-first-nationwide-lorawan-network-in-korea-by-sk-telecom/) ในประเทศไทยนั้น CAT จะเปิดบริการ LoRaWANโครงข่ายไร้สายรองรับ IoT ในโครงการ Smart City ต้นปี 2561 (https://www.blognone.com/node/98400) ทั้งนี้โครงข่าย LoRaWANมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4



*ภาพจาก https://kenkul.weebly.com/lorawan.html

รูปที่ 4 ลักษณะการเชื่อมต่อระบบ LoRaWAN

เราจะพบว่าการเชื่อมต่อโดย LoRaWANนั้นจะทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์ชนิดต่างๆเข้าด้วยกัน เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้น หรือ เซนเซอร์จับการเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ LoraWAN ที่มีอยู่หลากหลายรุ่น LoRa32U4 ดังรูปด้านล่าง บอร์ด LoRa32u4 เป็นบอร์ดพัฒนา LoRaที่รวมเอาไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega32u4 มารวมกับ LoRa RA-02 ไว้บนแผ่นปริ้นแผ่นเดียว ทำให้การพัฒนา และทดสอบ LoRaสามารถทำได้ง่ายมากขึ้น ตัวบอร์ดมาพร้อมกับวงจรชาร์จแบตเตอรี่ในตัว ทำให้หากนำแบตเตอรี่มาเสียบ แล้วนำไปต่อกับเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ก็จะสามารถสร้างโหนดไร้สายได้เลย หรือเราจะทำการเชื่อมต่อเองก็สามารถทำได้

โดยการเชื่อมต่อสื่อสารจะเป็นแบบกึ่งสองทิศทาง (Bi directional) ซึ่งจะต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับแอปพลิเคชันดังกล่าว โดยตัวเกตเวย์ (Gate Way) นั้นจะต้องสามารถรองรับตามชนิดอุปกรณ์นั้นๆนั้น ซึ่งแนวคิดของ LoRAWANนั้นจะแตกต่างจากการใช้งานอุปกรณ์มาตรฐานซิกบี (ZigBee) คือไม่ต้องมีใช้การเชื่อมต่อแบบเมซ (Mesh Topology) ระหว่างอุปกรณ์ เพียงแค่ส่งไปที่เกตเวย์ที่เข้าถึงอินเตอร์เน็ทได้ก็เพียงพอแล้ว และยังประหยัดพลังงานด้วย

ข้อดีของ LoRAWAN

- ใช้ย่านความถี่ในย่านต่อไปนี้

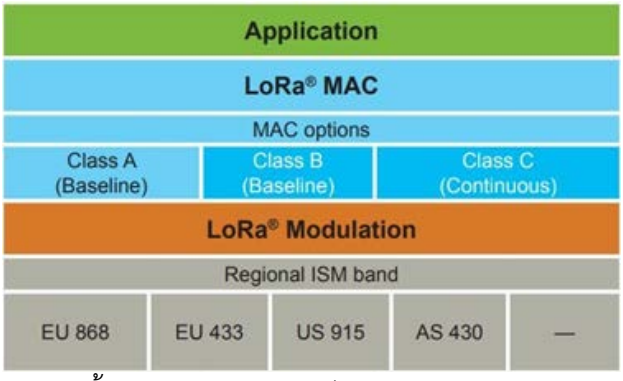
ย่านการใช้งาน ISM ท้องถิ่นตามมาตรฐาน EU868, EU 433, US915 และ AS 430 (Unlicensed Band)ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกฎเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ 920-925 MHz ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 500 มิลลิวัตต์

ไทย	ยุโรป	อเมริกาเหนือ	จีน	เกาหลี	ญี่ปุ่น	อินเดีย
920-925*	867-869	902-928	470 -510	920-925	920-925	865-867

*สำหรับประกาศ กสทช. เรื่องกฎเกณฑ์การใช้คลื่นสามารถนั้นพบว่าคลื่นความถี่ 920-925 MHz ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 500 มิลลิวัตต์ถูกประกาศให้ใช้ได้แล้วโดยไม่ต้องมีใบอนุญาต

- ระยะทางไกล
- ใช้ย่านความถี่ไม่สูงมาก จึงมีความทนต่อสิ่งกีดขวางได้มาก (long range up to 15km)
- สัญญาณต่ำสุดของเครื่องลูกข่ายที่สามารถใช้งานได้คือ -137 dBm (End point Sensitivity up to -137 dBm)
- กระจายสัญญาณเข้าไปใน Indoor ที่ดี (up to 20 dB penetrate for deep indoor)
- ประหยัดพลังงาน
- เครื่องลูกข่ายใช้ไฟแบตเตอรี่น้อยทำให้สามารถใช้งานได้หลายปี
- กำลังส่งของสถานีฐานต่ำเนื่องจากใช้ความถี่ต่ำ ทนต่อสัญญาณรบกวน
- รองรับปริมาณเครื่องลูกข่ายได้เยอะ
- การมอดูเลชั่นใช้ LoRa Modulation แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum)
- มีความถี่แบนวิดท์ 125kHz
- ราคาถูก
- ย่านความถี่เป็น Light-License จึงทำให้ต้นทุนต่ำ
- ระบบเครือข่ายการให้บริการไม่ยุ่งยากซับซ้อน (เมื่อเทียบกับ 3G, 4G LTE)
- อุปกรณ์สถานีฐาน เช่น ระบบส่งสัญญาณ สายอากาศ มีราคาถูก
- 1 สถานีฐาน สามารถให้บริการได้พื้นที่กว้าง
- ปัจจุบันมีเครื่องลูกข่ายในตลาดมากมาย หลากหลายยี่ห้อ



รูปที่ 5 ลักษณะชั้นในการมอดูเลตแบบไร้สายโดยใช้เทคโนโลยีLoRaWAN

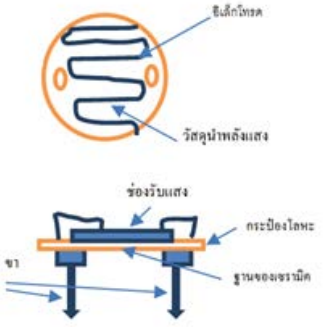
เราจะพบว่า LoRaนั้นเป็นชั้นกายภาพหรือชั้นในการมอดูเลตแบบไร้สายโดยใช้เทคโนโลยี แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum) โดย LoRaจะมีชั้นการควบคุมการเข้าถึงตัวกลางของมันเอง (LoRa MAC) ดังรูปที่ 7 คือ

• Class A (All) - Listen Only เช่น อุปกรณ์ตรวจจับแผ่นดินไหว
• Class B (Beacon) - อุปกรณ์ที่ต้องมีการรับส่งข้อมูลเป็นเวลา เช่น Smart Meter
• Class C (Continuous) - อุปกรณ์ที่ต้องมีการรับส่งข้อมูล Real Time เช่น Fleet Management หรือระบบตรวจจับการจราจรแบบ Real Time

เซนเซอร์

เซนเซอร์หรือ ตัวตรวจวัดนั้นจะใช้เพื่อตรวจวัดข้อมูลทางกายภาพ เพื่อแปลงข้อมูลทางกายภาพนั้นให้แปรผันกับค่าทางไฟฟ้า เช่น เซนเซอร์วัดความเร่ง เซนเซอร์วัดสัญญาณกล้ามเนื้อ (Electromyography) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน จะแปลงค่าข้อมูลทางกายภาพที่ได้นั้นเป็นค่าในทางไฟฟ้า เช่น ความต้านทาน ค่าประจุของประจุไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อส่งค่าที่วัดได้นั้นให้แก่ไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลต่อไป อย่างไรก็ตามในหัวข้อนี้เราจะยกตัวอย่างถึงเซนเซอร์ที่ใช้มากกับโหนดเซนเซอร์ไร้สาย คือ เซนเซอร์วัดแสง เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เซนเซอร์วัดการหมุน
และเซนเซอร์วัดแสง (Light Dependent Resistor: LDR)

เซนเซอร์วัดแสง คือตัวต้านทานปรับค่าตามแสง ทำมาจากสารแคดเมียมซัลไฟล์ (CdS) หรือแคดเมียมซีลิไนด์ (CdSe) ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดกึ่งตัวนำ มาฉาบบนแผ่นเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบเอาไว้ออกมาดังโครงสร้างในรูปด้านล่าง ตัวต้านทานชนิดนี้สามารถเปลี่ยนค่าความนำไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงตกกระทบตัวต้านทานเชิงแสง (Photo Resistor) หรือตัวนำเชิงแสง (Photo Conductor) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ(Semiconductor) ประเภทแคดเมี่ยมซัลไฟด์ (Cds: Cadmium Sulfide) หรือแคดเมี่ยมซิลินายส์ (CdSe: Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมาดังรูปที่ 6



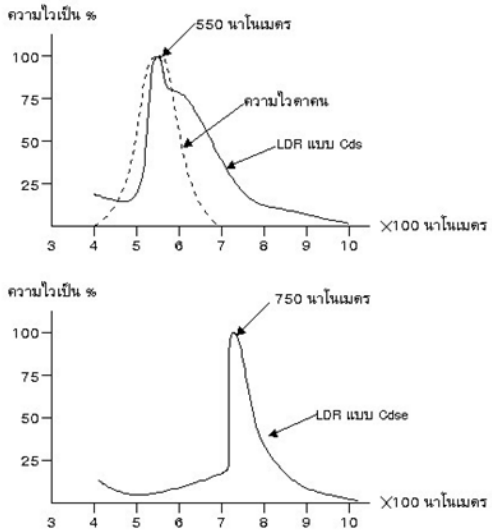
รูปที่ 6 โครงสร้างของเซนเซอร์วัดแสง

คุณสมบัติทั่วไปของเซนเซอร์วัดแสง
1) ค่าความต้านทานขณะมีแสง (10 ลักซ์): 5-10 กิโลโอห์ม
2) ค่าความต้านทานขณะมืด: 500 กิโลโอห์ม
3) เวลาการตอบสนอง: 30 มิลลิวินาที (ขึ้น) 30 มิลลิวินาที (ลง)
4) อัตราการทนกำลัง: 90 มิลลิวัตต์

5) ทนแรงดันสูงสุดได้มากกว่า 100 โวลต์

<u>คุณสมบัติทางแสง</u>

เซนเซอร์วัดแสงไวต่อแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-1000 นาโนเมตร (1 นาโนเมตร = 10^{-9} เมตร) ซึ่งครอบคลุมช่วงคลื่นที่ไวต่อตาคน (400-700 นาโนเมตร) กล่าวคือ เซนเซอร์วัดแสงไวต่อแสงอาทิตย์ และแสงจากหลอดไส้ หรือหลอดเรืองแสง และยังไวต่อแสงอินฟราเรดที่ตามองไม่เห็นด้วยตาเปล่าอีกด้วย (ช่วงคลื่นตั้งแต่ 700 นาโนเมตรขึ้นไป) ดังรูปที่ 7



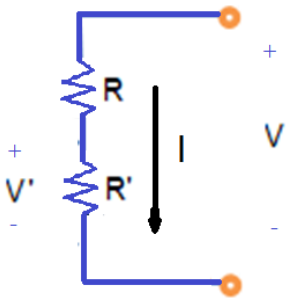
รูปที่ 7 คุณสมบัติทางแสงของ LDR

<u>คุณสมบัติทางไฟฟ้า</u>

อัตราส่วนของความต้านทานของเซนเซอร์วัดแสง ขณะที่ไม่มีแสงกับในขณะที่มีแสง อาจมีค่าได้ถึง 100 1,000 หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่นของเซนเซอร์วัดแสง ในขณะไม่มีแสงค่าความต้านทานจะวัดได้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5 เมกกะโอห์มขึ้นไปและความต้านทานขณะที่มีแสงจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 10 กิโลโอห์มลงมา ซึ่งทนแรงดันสูงสุดได้มากกว่า 100 โวลต์ และทนกำลังไฟได้ประมาณ 50 มิลลิวัตต์

การวัดความต้านทานของเซนเซอร์วัดแสง

เนื่องจากเซนเซอร์วัดแสงทนกำลังไฟฟ้าได้เพียงประมาณ 50 มิลลิวัตต์เท่านั้น ดังนั้นถ้าเราใช้โอห์มมิเตอร์ที่ปรับค่าสเกลไปที่ตำแหน่งความต้านทาน (R) ไปวัดความต้านทานของเซนเซอร์วัดแสง มันอาจสร้างความเสียหายให้กับเซนเซอร์วัดแสงได้ ดังนั้นเราต้องวัดความต้านทานของเซนเซอร์วัดแสงโดยอ้อม โดยอาศัยวงจรแบ่งแรงดัน เราได้ความสัมพันธ์ระหว่าง V และ V’ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 วงจรแบ่งแรงดันสำหรับเซนเซอร์วัดแสง

จากสูตร $V = i(R + R')$ และ $V' = IR'$ เราจะได้ว่า

$V' = \frac{VR'}{R+R'}$ ดังนั้นเราจะสามารถหาค่า R ได้ว่า

$$R = R'\left[\left(\frac{V}{V'}\right) - 1\right]$$

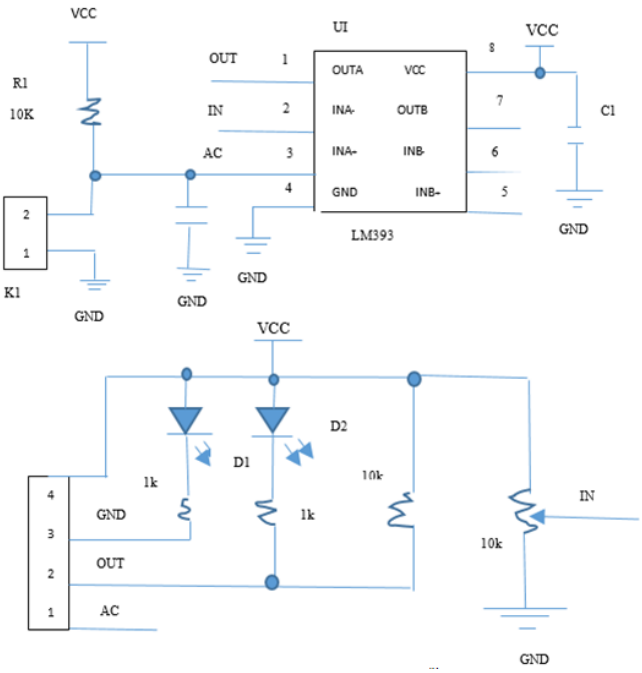
เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

การวัดความชื้นในดินจะวัดจากค่าการนำไฟฟ้า หรือวัดความต้านทานของดินโดยอาศัยหลักการที่ว่าน้ำในดินเป็นน้ำที่ไม่บริสุทธิ์ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้ถ้าในดินมีน้ำมากค่าความต้านทานของดินก็จะต่ำทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ดีในทางตรงกันข้ามถ้าน้ำในดินมีน้อย ค่าความต้านทานของดินก็จะสูงทำให้นำไฟฟ้าได้ไม่ค่อยดี จากหลักการดังกล่าวเราสามารถสรุปค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรดทั้ง 2 ข้างได้ดังนี้กรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อยแปลว่ามีความชื้นในดินมากหรือดินชุ่มชื้นและกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มาก แปลว่ามีความชื้นในดินน้อยหรือดินแห้งดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 เซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน

อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความชื้นในดินในลักษณะนี้สามารถแสดงค่าได้ 2 แบบคือ

1. แอนะล็อก (Analog) หมายถึงอ่านค่าความชื้นและให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024
2. ดิจิทัล (Digital) หมายถึง การอ่านค่าโดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้ามากกว่าก็ให้แสดงค่าลอจิกเป็น “HIGH” ถ้าต่ำกว่าก็จะแสดงค่าเป็น “LOW” จากนั้นค่าที่อ่านได้ก็จะถูกป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน IC LM393 (DUAL DIFFERENTIAL COMPARATORS) โดยตั้งค่าได้จากความต้านทานปรับค่าได้ (Variable Resistor) ใช้ไขควงปรับค่าให้ตรงกับค่าที่ต้องการโดยวงจรดังกล่าวสามารถแสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 วงจรของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิดังรูปที่ 11 จะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นแอนะล็อก ซึ่งแรงดันที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ที่ค่าประมาณแรงดัน 10 มิลลิโวลต์ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ถ้าแรงดันอ้างอิงของอุปกรณ์แปลสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) คือ 10 บิตที่ 3.3 โวลต์ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิรุ่นLM35 จะใช้แรงดันไฟฟ้าในการอ่านความละเอียดขั้นต่ำได้ที่ 3.3 โวลต์ ต่อ 210 บิต หรือประมาณ 3.3 มิลลิโวลต์ ซึ่งอาจจะจะได้ความละเอียดในการเปลี่ยนแปลงประมาณ 0.3 องศา หลักการวัดอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ คือการใช้สมบัติของค่าความต้านทานที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิตามหลักการของสารกึ่งตัวนำ นั่นคือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานจะลดลง

รูปที่ 11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

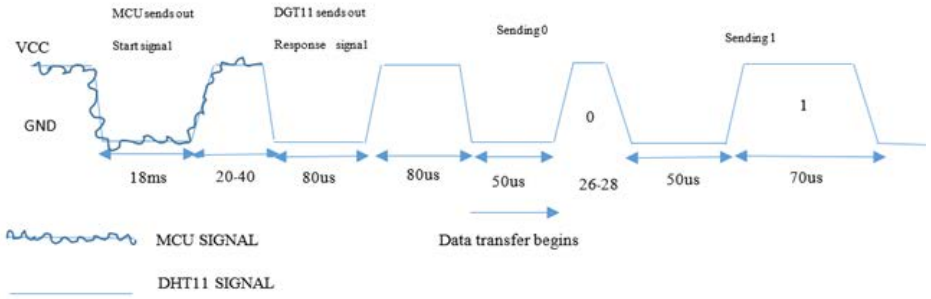
คุณสมบัติทั่วไปของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

1) แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง : 4 ถึง 30 โวลต์
2) ความละเอียด : 10 มิลลิโวลต์/ 1 องศาเซลเซียส
3) การใช้พลังงาน : น้อยกว่า 60 ไมโครแอมป์
4) อุณหภูมิช่วงการวัด : 0 - 100 องศาเซลเซียส

5) ความถูกต้องวัดอุณหภูมิ : ± 0.5 องศาเซลเซียส

6) สัญญาณขาออก : สัญญาณแอนะล็อกเชิงเส้น

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิดังกล่าวนี้ จะใช้การสื่อสารกับอุปกรณ์หลัก (Master Control Unit: MCU) ด้วยวิธีการสื่อสารอนุกรมสองทางโดยใช้สายเพียงเส้นเดียว (Single-wire Two-way Serial interface) การสื่อสารแบบนี้จะใช้สายสื่อสารเพียงเส้นเดียวและส่งข้อมูลไปกลับได้ทั้งจากอุปกรณ์หลักไปที่เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ นอกจากนั้นเวลาใช้งานปกติเราต้องการให้ ขณะที่ไม่มีอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ ระดับแรงดันของสัญญาณในสายข้อมูล “Data” คือแรงดันระดับ "สูง" และจะมีแรงดันในระดับต่ำเมื่อมีอุปกรณ์ (จะเป็นอุปกรณ์หลัก หรือ อุปกรณ์ลูกข่ายก็ได้) ดึงสัญญาณลงในระดับ “ต่ำ” ทำให้เราต้องใช้เทคนิคการต่อความต้านทานคร่อมอุปกรณ์ไว้เพื่อให้เกิดค่าแรงดันตกคร่อมตัวอุปกรณ์ เราจะเรียกเทคนิคดังกล่าวว่า (Pull up resistor) ดังนั้นหากเรามีโวลต์มิเตอร์วัดระดับสัญญาณได้เป็น "สูง" ตลอดเวลา ก็หมายความว่าอุปกรณ์ของเราอาจจะผิดปกติไป ในการสื่อสารแบบใช้สายเส้นเดียวนั้นจำเป็นต้องใช้โพรโทคอลที่ตกลงกันไว้ระหว่างตัวอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ลูกข่าย โพรโทคอลที่ว่า คือ อุปกรณ์หลักหรือไมโครคอนโทรเลอร์ของเรา ซึ่งจะส่งสัญญาณเริ่มต้น (Start Signal) ที่เป็นแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำอย่างน้อยเป็นเวลา 18 ไมโครวินาที ไปที่อุปกรณ์ลูกข่าย เพื่อให้มันเข้าใจว่าจะเริ่มสั่งงานแล้ว จากนั้นรอไป 20 ถึง 40 ไมโครวินาทีเพื่อรอให้อุปกรณ์ลูกข่ายตอบกลับในที่นี้เพื่อให้อุปกรณ์หลักทราบว่าอุปกรณ์ลูกข่ายพร้อม และอุปกรณ์ลูกข่ายจะส่งแรงดันระดับต่ำกลับไป การส่งแรงดันจากอุปกรณ์ลูกข่ายกลับไป จะนานที่ 80 ไมโครวินาที จากนั้นจะรออีก 80 ไมโครวินาที ก่อนที่จะส่งข้อมูลบิตแรกมาถึง ณ ตอนนี้ข้อมูลพร้อมที่จะถูกส่งแล้วดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การส่งข้อมูลของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

จากนี้เราจะอธิบายถึงวิธีการส่งบิต "0" กับ บิต "1" ว่าจะกระทำได้อย่างไร สำหรับการส่งบิตเป็น "0" อุปกรณ์ลูกข่ายจะดึงระดับแรงดันให้ต่ำลงนานเป็นเวลา 50 ไมโครวินาที และปล่อยเป็นระดับ "สูง" นาน 26 ถึง 28 ไมโครวินาที ดังรูปที่ 2.11 (ดูช่วงการส่งสัญญาณบิต “0”) แต่ถ้าเป็นการส่งข้อมูลเป็น "1" ตัวส่งจะดึงสายสัญญาณลงระดับต่ำ 50 ไมโครวินาทีและปล่อยให้เป็นระดับสูงนาน 70 ไมโครวินาที (ดูช่วงการส่งสัญญาณบิต “1”) ในที่นี้เราจะทราบว่าแต่ละบิตของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิรุ่น DH11 ถูกส่งมาเป็นบิต "0" หรือ "1" จนครบข้อมูลหนึ่งชุดในแต่ละชุดของข้อมูลที่ส่งมาจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิรุ่น DH11 อุปกรณ์หลักจะรับข้อมูลแล้วนำมาแปลงต่อ ว่าข้อมูลที่ส่ง มีความหมายว่าอย่างไร โดยแต่ละชุดข้อมูลจะยาว 40 บิต และใช้เวลาส่งประมาณ 40 มิลลิวินาที ใน 40 บิตที่ส่งมา จะประกอบด้วย " 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum" ในกรณีที่ผู้อ่านใช้บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น

อาดูโน่เป็นอุปกรณ์หลัก มันจะมีไลบารี่ (Library) เตรียมไว้ใช้งานให้เรียบร้อยแล้วเพียงแค่เรียกไลบารี่มาใช้งาน แต่สำหรับผู้อ่านที่ใช้อุปกรณ์รุ่นอื่นๆ เช่น FPGA ก็ขอให้ดูรายละเอียดในคู่มือของผู้ผลิต

เซนเซอร์วัดปริมาณอาหารหมู

จากการศึกษาระบบการให้อาหารหมูนั้นมีลักษณะดังรูปที่ 13โดยระบบการให้อาหารหมูมีอยู่หลากหลายประเภทดังต่อไปนี้

รูปที่ 13 ระบบการให้อาหารหมู

ระบบการให้อาหารโดยใช้มอเตอร์ควบคุม

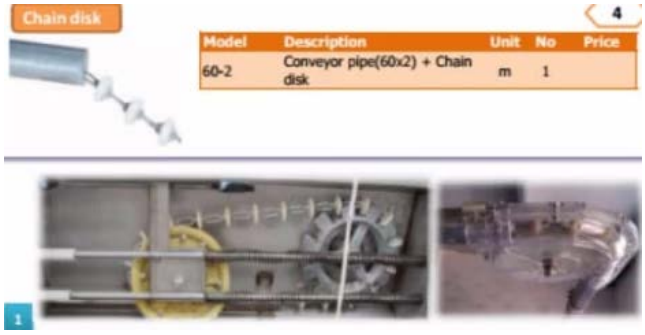
เป็นการใช้มอเตอร์เพื่อควบคุมการให้อาหารหมูให้เหมาะสม

ระบบการให้อาหารโดยใช้วงจรไฟฟ้าควบคุม

เป็นระบบการให้อาหารโดยใช้วงจรไฟฟ้าควบคุมโดยสามารถกำหนดปริมาณอาหารได้โดยใช้แรงดันไฟฟ้า

ระบบการให้อาหารโดยใช้ระบบโซ่

เป็นการใช้ระบบโซ่ในการลากจูงอาหารให้ไหลไปตามราง



ระบบการให้อาหารโดยใช้เซนเซอร์

เป็นการใช้ระบบเซนเซอร์ในการตรวจวัดระดับอาหารของหมูโดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

Power : 90VAC-240VAC
Frequency : 45-65Hz
Consumption : 1VA
Maximum voltage relay switch : 220/240 VAC
Relay maximum power : 5A at cos phi = 1
2A at cos phi = 0.8
0.35A at cos phi = 0.4
Activate distance : According raw material 0-15mm
Delay time : 0-2 hours
Protection grade : IP67
Operating temperature of the surrounding : -20 - 75 centigrade
Storage temperature of the surrounding : -30 - 85 centigrade

Cable : 5 pcs 1m length cable, 2 colors LED display
Weight : 280g

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผลหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรรับสัญญาณอินพุตวงจรส่งสัญญาณเอาท์พุตรวมถึงหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้นำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดีโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำสองคำรวมกันคือ “ไมโคร” ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็กภายในประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรเชื่อมต่อ หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” หมายถึงอุปกรณ์ควบคุมดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมโดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ และเป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำอยู่ในชิปเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลางที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่างๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อคเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ

Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded system) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์ เตาอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิปไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิปไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาดูโน่

"อาดูโน่" เป็นภาษาอิตาลีซึ่งเป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ (AVR) แบบเปิดกว้าง (Open source) มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกคำสั่งต่างๆขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งแม้ว่าอาดูโน่จะมีรูปแบบการใช้งานคล้ายๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างเช่น เบสิกสเต็ป (Basic Step) ของพารัลแลกซ์ (Parallax) แต่ก็มีจุดเด่นกว่ารายอื่นคือ

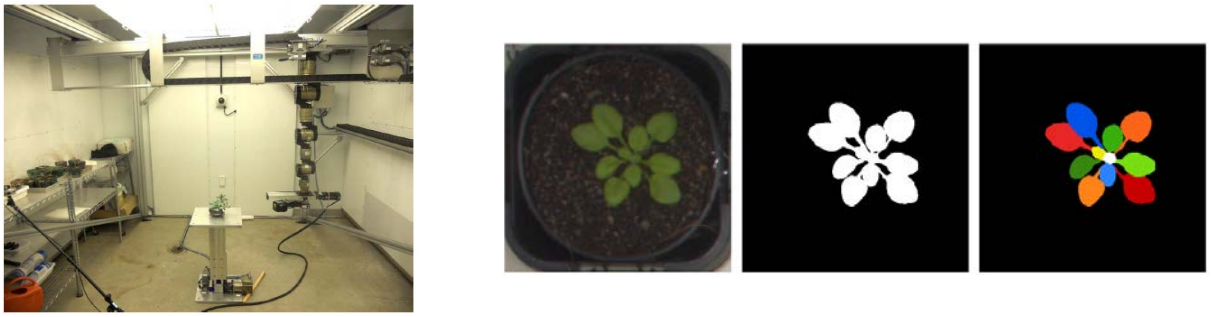
1) ราคาไม่แพง เนื่องจากมีแหล่งโค้ดและวงจรแจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้เองรวมถึงมีการเปิดเผยวงจรทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ดีทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
2) โปรแกรมที่ใช้พัฒนาของอาดูโน่สามารถรองรับการทำงานทั้งวินโดว์ ลีนุกซ์ และ OS อื่นๆ
3) รูปแบบคำสั่งง่ายต่อการใช้งาน สามารถนำไปใช้งานจริงกับส่วนที่มีความซับซ้อนมากๆได้ และยังสามารถสร้างคำสั่งรวมถึงไลบรารี่ใหม่ๆขึ้นมาใช้งานเองได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาดูโน่เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานเหมาะสาหรับนำไปใช้ในการศึกษาและเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์รับส่งต่างๆได้มากมายทั้งในแบบที่เป็นการทำงานเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากอาดูโน่สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับส่งต่างๆได้มากมายทั้งแบบดิจิทัล (Digital) และแอนะล็อก (Analog) เช่น การรับค่าจากสวิตช์ หรือ เซนเซอร์ (Sensor) แบบต่าง ๆ รวมไปถึง การควบคุมอุปกรณ์ขาออกตั้งแต่หลอดไฟแอลอีดี (LED) มอเตอร์ รีเลย์ ฯลฯ โดยระบบฮาร์ดแวร์ของอาดูโน่สามารถสร้าง และประกอบขึ้นในกรณีที่ผู้ใช้มีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรือสามารถซื้อแผงวงจรสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่าย มีราคาไม่แพง นอกจากนั้นบอร์ดอาดูโน่ยังมีความง่ายในการต่อเชื่อมอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้ว เชื่อมต่อเข้ามาที่ขารับเข้าและส่งออกของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดอาดูโน่เสริมประเภทต่าง ๆ ได้เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield และ Arduino GPRS Shield เป็นต้น โดยสามารถเสียบเข้ากับบอร์ดอาดูโน่หลักและสามารถเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อยอดได้เลย

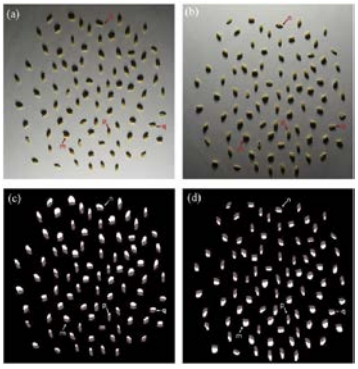
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบอาการผิดปกติ หรือการตายของหมูด้วยภาพถ่าย

การใช้ภาพถ่ายจากกล้องถูกนำมาใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมถึงการวัดขนาดความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ สำหรับทางภาคการเกษตรก็สามารถใช้ภาพถ่ายจากกล้องในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเช่นกัน เช่น การใช้กล้องในการตรวจสอบการเติบโตของพืชผัก [1,2], การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าว [3], หรือการนับจำนวนปลาและกุ้งในบ่อเลี้ยงเป็นต้นดังรูปที่ 14 15 และ 16 ตามลำดับ



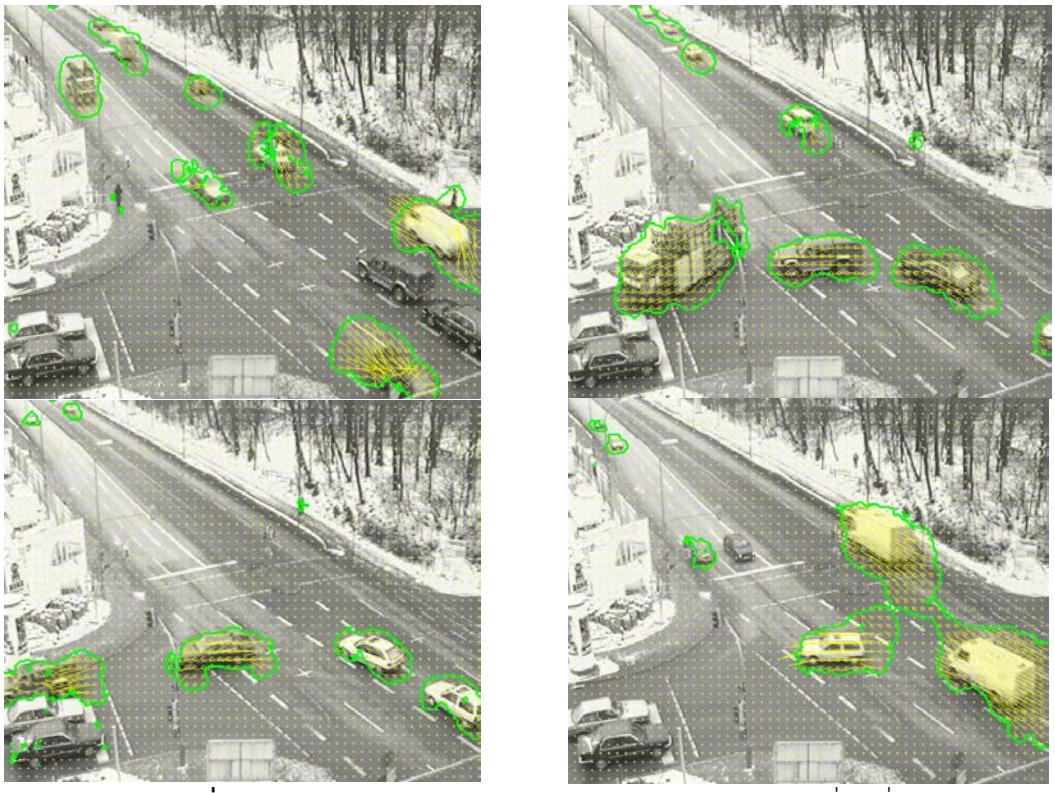
รูปที่ 14 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืชดด้วยระบบภาพถ่าย [1,2]



รูปที่ 15 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวด้วยระบบภาพถ่าย [3]

รูปที่ 16 การนับจำนวนปลาด้วยระบบภาพถ่าย [4]

สำหรับการตรวจสอบอาการผิดปกติหรือการตายของหมูก็สามารถทำได้ด้วยระบบภาพถ่ายโดยอาศัยเทคนิคที่เรียนกว่า Optical Flow [5] ดังรูปที่ 17 โดยเทคนิคนี้จะทำตรวจหาวัตถุที่สนใจในภาพ และทำการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของวัตถุที่สนใจ ซึ่งเทคนิคนี้สามารถนำมาตรวจสอบการเคลื่อนไหวของหมูเพื่อนำมาวิเคราะห์อาการผิดปกติหรือการตายของหมูได้ ตัวอย่างการใช้ Optical Flow สำหรับการวิเคราะห์สภาพจราจร

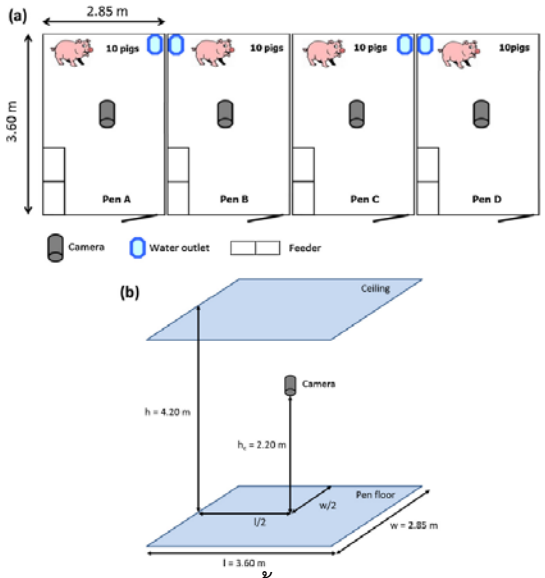


รูปที่ 17 Optical Flow เทคนิคสำหรับการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุ

การตรวจสอบอาการผิดปกติหรือการตายของหมูด้วยเทคนิค Optical Flow ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 2 ส่วน ได้แก่ 1. ชุด กล้อง, เลนส์, แหล่งกำเนิดแสง 2. ซอฟแวร์สำหรับ Image Processing ชุด กล้อง, เลนส์, แหล่งกำเนิดแสง จะถูกติดตั้งอยู่เหนือคอกหมูเพื่อเก็บภาพ จากนั้นภาพจะถูกส่งไปยังระบบ server ที่มีซอฟแวร์ Image Processing เพื่อทำ Optical Flow สำหรับการตรวจสอบอาการผิดปกติหรือการตายของหมู

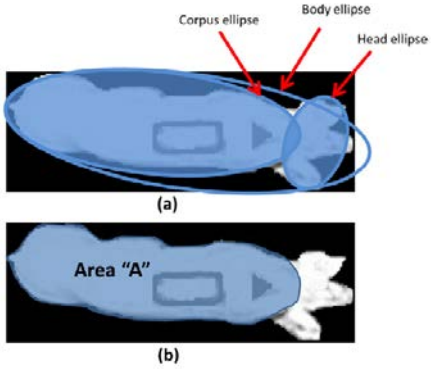
การวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพ

การวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพได้รับการศึกษาอย่างมากแล้วในต่างประเทศ ดังตัวอย่างงานวิจัย [6-10] โดยหลักการขอการวิเคราะห์น้ำหนักหมูจะทำโดยการถ่ายภาพ 2D ที่วิวด้านบนและด้านข้างเพื่อทำการความกว้าง ความยาว ความสูง ของตัวหมู จากนั้นนำไปเข้าสูตรสำหรับคำนวณน้ำหนักของตัวหมู ตัวอย่างของการหาน้ำหนักหมูด้วยวิธีนี้แสดงดังรูปที่ 18

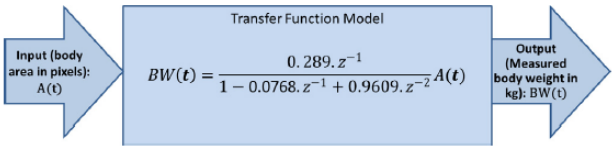


ภาพแสดงการติดตั้งกล้องในคอกหมู [6]

ตัวอย่างภาพถ่ายหมู [6]



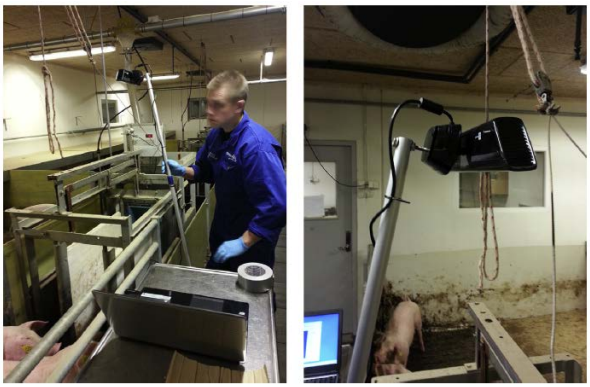
การหาขนาดของหมู



การหาน้ำหนักหมูจากขนาดหมูจากภาพถ่าย [6]

รูปที่ 18 ตัวอย่างของการหาน้ำหนักหมูด้วยวิธีการวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพในระบบ 2 มิติ

นอกจากการใช้ ภาพ 2D ในการหาน้ำหนักหมูแล้ว ยังมีการใช้ภาพ 3D ในการหาน้ำหนักหมูอีกด้วย ดังรูปที่ 19



การติดตั้งกล้อง 3D เพื่อการถ่ายภาพหมู [10]

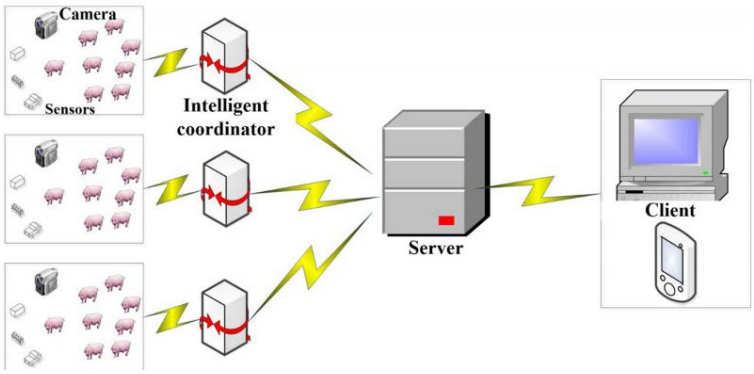
การประมาณน้ำหนักหมูจากภาพ 3D[10]

รูปที่ 19 ตัวอย่างของการหาน้ำหนักหมูด้วยวิธีการวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพในระบบ 3 มิติ

ดังนั้นในโครงการนี้จะทำการวิเคราะห์น้ำหนักหมูด้วยระบบภาพ โดยอาศัยการคำนวณขนาดทั้งความกว้าง ความยาว ความสูง ของหมูจากภาพถ่าย และทำการหาน้ำหนักหมูต่อไป

การนำเอาระบบ IoT มาเก็บข้อมูลฟาร์มหมู

โดยข้อมูลจาก Gartner (http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317) พบว่าโครงข่ายIoT ทำให้เศรษฐกิจทั่วโลกอาจจะมีค่าได้สูงระหว่าง 3.9 ล้านล้านดอลล่าร์สหรัฐฯ ถึง 11.1 ล้านล้านดอลล่าร์สหรัฐอเมริกาต่อปี โดยจากการศึกษาค้นคว้าของคณะผู้ร่วมวิจัยพบว่า มีงานวิจัยเรื่อง “Smart Farming in Pig Production and Greenhouse Horticulture” ซึ่งผู้ประกอบการฟาร์มหมูในประเทศเนเธอร์แลนด์นั้นได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้าน IoT มาประยุกต์ใช้ในฟาร์มหมูของตนผ่านทางความช่วยเหลือของการวิจัยจากมหาวิทยาลัย WAGENINGEN เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงหมูอย่างได้ผลและงานวิจัยเรื่อง “design and implementation of large scale pig farm big data” โดย Xiao D, Yang Q, Feng J Z, Ke X, Du Z ที่มีการนำเอาระบบ IoT มาเก็บข้อมูลฟาร์มหมูเช่น ภาพการเคลื่อนไหวของหมูเป็นแบบ Big Data เพื่อคาดการณ์สภาพแวดล้อมภายในฟาร์มหมูอย่างได้ผลดังรูปที่ 20



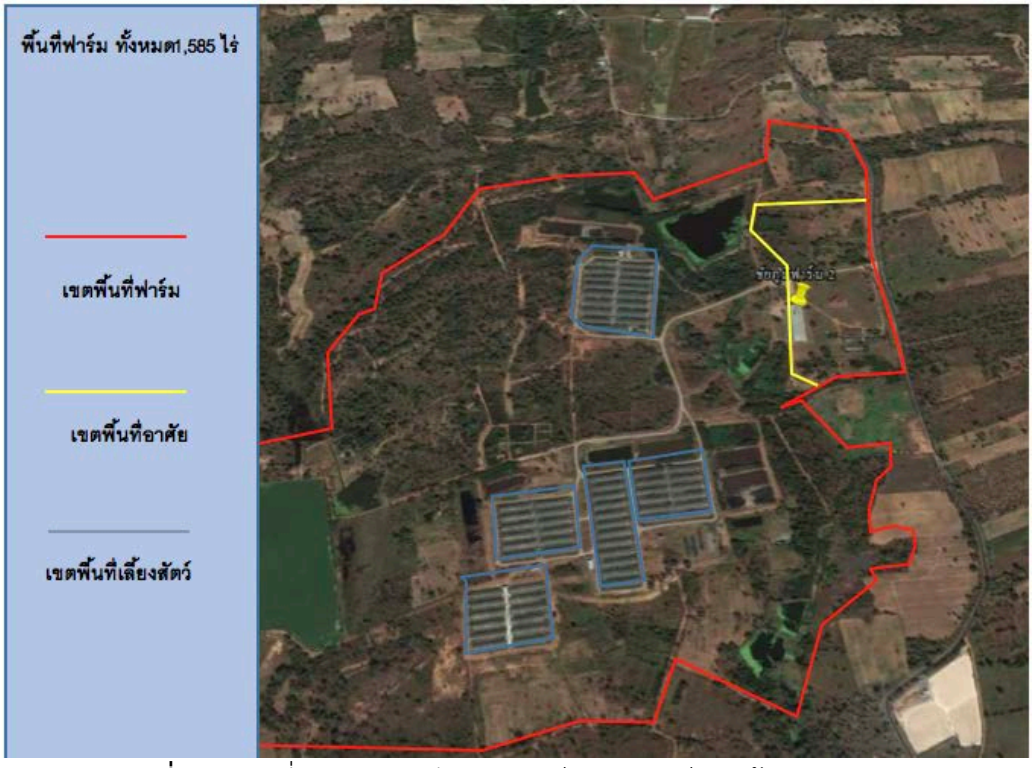
รูปที่ 20 การนำเอาระบบ IoT มาเก็บข้อมูลฟาร์มหมูเช่น ภาพการเคลื่อนไหวของหมู เป็นแบบ Big Data เพื่อคาดการณ์สภาพแวดล้อมภายในฟาร์มหมู

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยพัฒนา

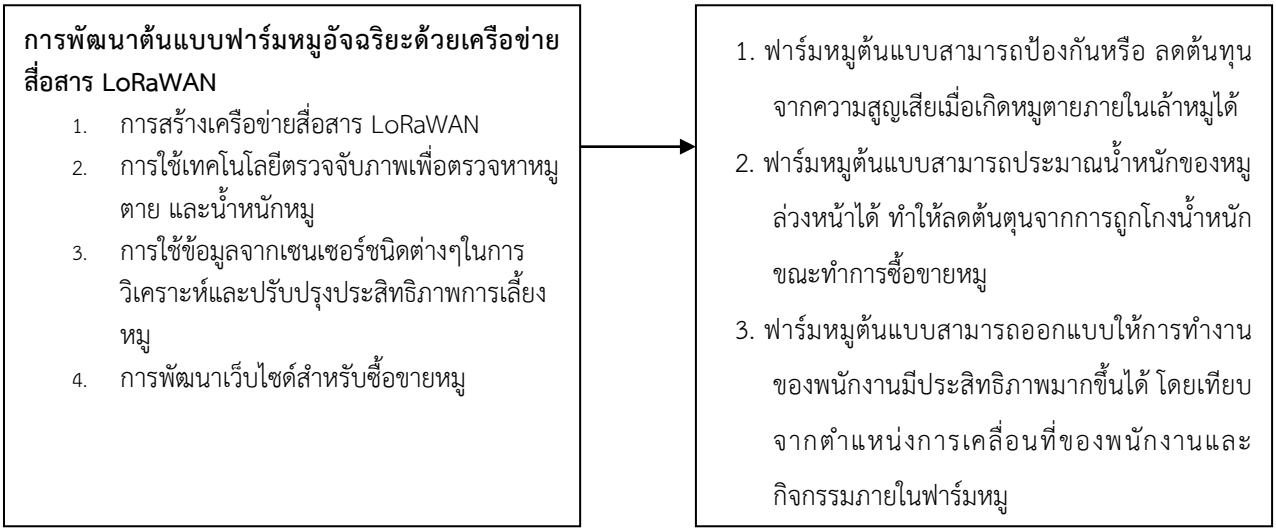
วิธีการ

โครงการนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินโครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN เพื่อนำเอาเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคม มาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการนำเอาโครงข่ายโทรคมนาคม LoRaWANมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหูภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์ตรวจจับภาพ(กล้อง) โดยการตั้งเสาสัญญาณ LoRaWAN Gateway จำนวน 3 เสา เพื่อทำการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มการวิเคราะห์หาหมูตายและน้ำหนักของหมูโดยใช้ภาพการหาตำแหน่งของคนงานในฟาร์มหมู และสร้างระบบเก็บข้อมูลปริมาณหมูออนไลน์โดยมีผู้ประกอบการฟาร์มหมู บริษัท ชัยภูมิฟาร์มจำกัดได้อาสาเข้าร่วมเป็นฟาร์มต้นแบบ โดยก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2522 เป็นฟาร์มขนาดกลาง มีพื้นที่ขนาด 1,585 ไร่และได้ผ่านการรับรองมาตรฐานฟาร์ม (GAP) จากกรมปศุสัตว์เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยแผนที่และรายละเอียดของฟาร์หมูถูกแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 แผนที่และรายละเอียดของฟาร์หมูของฟาร์มหมูต้นอาสาสมัคร

โดยกรอบแนวคิดวิจัยการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN สามารถเขียนเป็นแผนผังกรอบแนวความคิดได้ดังต่อนี้



ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยพัฒนา

1. วางแผนการดำเนินงานการศึกษา กรอบแนวคิด ทฤษฎีการวิจัยอย่างละเอียด
2. จัดส่งรายงานเบื้องต้นในวันที่ 11 มกราคม 2562
3. ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล สำรวจและศึกษาระบบฟาร์มหมูอย่างละเอียด เช่น พฤติกรรมของหมู ลักษณะรูปร่างของฟาร์มหมู เพื่อตัดสินใจนำเอาเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมมาปรับใช้อย่างเหมาะสม โดยมีกำหนดการไปศึกษาเก็บข้อมูลเชิงลึกครั้งแรกที่ฟาร์มต้นแบบในวันที่ 17-18 มกราคม 2562โดยคณะผู้วิจัยเป็นระยะเวลา 1 ถึง2 วัน

2. ออกแบบ เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์ตรวจวัดสภาวะการจ่ายไฟในฟาร์มและระบบโครงข่ายสื่อสาร LoRaWAN เพื่อใช้ในการสื่อสารภายในฟาร์มหมูต้นแบบโดยการวางตำแหน่งเสาเกตุเวย์ (Gateway) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยทำหน้าที่เป็นแกนหลักของโครงข่าย Internet of Things (IoTs) สำหรับฟาร์มหมูจำนวนสามจุดอ้างอิง โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือรศ. ดร.วิทวัส สิฏฐกุล และ ดร.กฤษฎา มามาตร

3. ออกแบบ เซนเซอร์ตรวจจับภาพ (กล้อง) เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาน้ำหนักของหมู โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือ ดร.กฤษฎา พนมเชิง และ ผศ. ดร.วิทยากร อัศดรวิเศษ

4. ออกแบบ ระบบบริหารจัดการพลังงานที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไปปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้น และสรุปผลการจัดทำเว็บไซต์เพื่อแสดงในคอมพิวเตอร์และบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้สำหรับการนัดติดต่อซื้อหมูและเก็บข้อมูลในระยะยาวของฟาร์มหมู เพื่อนำไปวิเคราะห์และปรับปรุงระบบการเลี้ยงหมูให้ดีขึ้น โดยแสดงค่าเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือ ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณีและผู้ช่วยนักวิจัยอีก 1 ท่าน

5. จัดส่งรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1ในวันที่ 12มีนาคม 2562

6. ดำเนินการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เซนเซอร์ตรวจวัดสภาวะการจ่ายไฟในฟาร์มและระบบโครงข่ายสื่อสาร LoRaWAN เพื่อใช้ในการสื่อสารภายในฟาร์มหมูต้นแบบ โดยการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เป็นแกนหลักของโครงข่าย Internet of Things (IoTs)พร้อมทั้งติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดประเภทต่างๆเช่น อุณหภูมิ ความชื้น ตรวจจับภาพ และเซนเซอร์ตรวจวัดสภาวะการจ่ายไฟในฟาร์มที่ฟาร์มต้นแบบ โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือ รศ. ดร.วิทวัส สิฏฐกุลและนักวิจัยทั้งหมด

7. ดำเนินการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับภาพ (กล้อง) เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาน้ำหนักของหมู โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือ ดร.กฤษฎา พนมเชิง และ ผศ. ดร.วิทยากร อัศดรวิเศษ

8. ดำเนินการติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไปปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้น และสรุปผลการจัดทำเว็บไซต์เพื่อแสดงในคอมพิวเตอร์และบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้สำหรับการนัดติดต่อซื้อหมูและ

เก็บข้อมูลในระยะยาวของฟาร์มหมู เพื่อนำไปวิเราะห์และปรับปรุงระบบการเลี้ยงหมูให้ดีขึ้น โดยแสดงค่าเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ โดยมีผู้รับผิดชอบหลักคือ ดร.ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณีและผู้ช่วยนักวิจัยอีก 1 ท่าน

9. จัดส่งรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 ในวันที่ **8 กันยายน 2562**

10.ทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณระยะยาวจากเซนเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์ เพื่อหาน้ำหนัก ความผิดปกติติดตามพฤติกรรมของหมูและพนักงานเลี้ยงหมู ตลอดจนสภาพแวดล้อมและระบบไฟฟ้าของฟาร์มหมู โดยคณะผู้วิจัยทุกท่าน

11.ปรับแก้ไขตัวแปรต่างๆของระบบที่ติดตั้งที่ฟาร์มหมูครั้งสุดท้าย เพื่อให้มั่นใจว่าฟาร์มหมูจะได้รับประสิทธิภาพดีที่สุด และอธิบายหลักการทำงานเพื่อเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่พนักงาน ผู้ประกอบการที่สนใจ โดยโดยคณะผู้วิจัยทุกท่าน

12. ให้การอบรมและสอนวิธีการใช้งานระบบที่สร้างขึ้นแก่พนักงาน หรือ ผู้ประกอบการอื่นๆที่สนใจ

13. จัดส่งรายงานความก้าวหน้าฉบับสมบูรณ์ในวันที่ **12ธันวาคม 2562**

บทที่ 4 ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผล

ตารางที่ 2 ตารางผลการวิจัย

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด (เชิงคุณภาพ/เชิงคุณภาพ)
1	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (โปรดระบุ)	1 ฟาร์มหมู	สามารถพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN ได้
2	เทคโนโลยีใหม่ (โปรดระบุ)	2 เทคโนโลยี	1. เทคโนโลยี LoraWAN 2. เทคโนโลยีตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย
3	กระบวนการใหม่ (โปรดระบุ)	1 กระบวนการ	กระบวนการตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย โดยใช้เทคโนโลยี 4GLTE
4	องค์ความรู้(โปรดระบุ)	2 องค์ความรู้	ผลการวิจัยที่ระบุในรายงานฉบับสมบูรณ์ดังนี้ 1. เทคโนโลยี LoraWAN 2. เทคโนโลยีตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย
5	การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	1 รายงาน ฉบับสมบูรณ์	เกิดการแสดงขั้นตอนกระบวนการเพื่อเป็นต้นแบบแสดงวิธีการให้ผู้ประกอบการฟาร์มหมูอื่นๆสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฟาร์มตนเองได้
6	การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ 6.1 การฝึกอบรม 6.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี	การฝึกอบรม 1 ครั้ง	เกิดการอบรมและการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่พนักงาน หรือผู้ประกอบการอื่นๆที่สนใจ
7	การผลิตนักศึกษา 7.1 ปริญญาตรี 7.2ปริญญาโท 7.3ปริญญาเอก	นักศึกษา ปริญญาตรี 4 คน	ช่วยให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 4 คนได้รับความรู้จากการทำวิทยานิพนธ์เรื่องต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN **(สามารถดูได้จากเอกสารขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 4 คน)**
8	สิทธิบัตร	-	-
9	บทความทางวิชาการ 9.1 วารสารในประเทศ 9.2 วารสารในระดับนานาชาติ	1	-
10	การเสนอผลงานในการประชุม 1.1 การประชุมระดับชาติ 1.2 การประชุมระดับนานาชาติ	-	

ตารางที่ 3 ผลการปฏิบัติการโครงการ

ลำดับ	กิจกรรมที่สำคัญ	ระยะเวลาการดำเนินกิจกรรม								น้ำหนัก (%)
		ประจำปี 2561				ประจำปี 2562				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
1	วางแผนการดำเนินงานศึกษา กรอบแนวคิด ทฤษฎีการวิจัยอย่างละเอียด				✓	✓				5
2	จัดส่งรายงานเบื้องต้น				✓	✓				5
3	ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล สำรวจและศึกษาระบบฟาร์มหมูตัวอย่างอย่างละเอียด					✓				10
4	ออกแบบชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือในการสร้างระบบ LoRaWANสำหรับฟาร์มหมู					✓	✓			5
5	จัดส่งรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ ๑					✓				5
6	ติดตั้งชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือในการสร้างระบบ LoRaWANสำหรับฟาร์มหมู ซึ่งประกอบด้วยชุด Gateway สำหรับฟาร์มหมูจำนวนสามจุดอ้างอิง						✓			10
7	ทำการตั้งค่าระบบและทดสอบระบบ LoRaWANว่าสามารถใช้งานได้โดยสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากเซนเซอร์ชนิดต่างๆเข้าสู่ระบบเซิร์ฟเวอร์ของฟาร์มหมูได้						✓	✓		10
8	ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับภาพ (กล้อง) เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาน้ำหนักของหมู ทั้งในการเก็บข้อมูลไว้วิเคราะห์ และการตรวจสอบความถูกต้องในระหว่างการขายหมู						✓	✓		10
9	จัดส่งรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ ๒						✓			10
10	ติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไป					✓	✓			5
11	จัดทำแอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ เพื่อใช้สำหรับการนัดติดต่อซื้อหมู					✓	✓	✓		5
12	ทำการเก็บข้อมูลในระยะยาวของฟาร์มหมูเพื่อนำไปวิเคราะห์และปรับปรุงระบบการ						✓	✓	✓	5

	เลี้ยงหมูให้ดีขึ้น โดยแสดงค่าเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้									
13	ทำการปรับแก้ซอฟแวร์ให้สอดคล้องกับความต้องการของฟาร์มหมูมากที่สุด							✓	✓	5
14	ให้การอบรมและสอนวิธีการใช้งานระบบที่สร้างขึ้นแก่พนักงาน หรือ ผู้ประกอบการอื่นๆที่สนใจ								✓	5
15	จัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)								✓	5
รวม										**100 %**

ส่วนที่ 2 ผลการดำเนินโครงการ

ทีมวิจัยได้จัดทำ

2.1.1 การวางแผนการดำเนินงานศึกษา กรอบแนวคิด ทฤษฎีการวิจัยอย่างละเอียด(เสร็จเรียบร้อยแล้ว)

2.1.2 จัดส่งรายงานเบื้องต้น (เสร็จเรียบร้อยแล้ว)

2.1.3 การศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล สำรวจและศึกษาระบบฟาร์มหมูตัวอย่างอย่างละเอียด

2.1.3.1 การเดินทางไปเก็บข้อมูลจริงที่ฟาร์มหมูชัยภูมิ (ต้นแบบ) จังหวัดชัยภูมิครั้งที่ 1 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในช่วงไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2562 (ดังรูปแนบ)

รูปที่ 22 การล้างทำความสะอาดพาหนะและบุคคลก่อนเข้าไปในฟาร์มหมูอาสาสมัคร

รูปที่ 23 เจ้าของฟาร์มหมูได้อธิบายถึงลักษณะของฟาร์มและอธิบายถึงวิธีการให้อาหารหมูให้คณะวิจัยอย่างละเอียด

รูปที่ 24 คณะวิจัยได้ปรึกษาถึงวิธีการวัดน้ำหนักหมูและการดูพฤติกรรมของหมู

ผลการดำเนินงานรายไตรมาสที่ 2

ทีมวิจัยได้จัดทำ

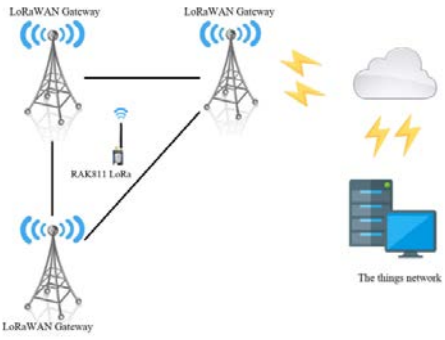
2.1.4 ทางทีมวิจัยประสบปัญหาการเข้าไปติดตั้งอุปกรณ์ที่ฟาร์มหมูจังหวัดชัยภูมิ เนื่องจากทางฟาร์มเดิมอยู่ในบริเวณเขตเฝ้าระวังโรคอหิวาต์หมูบริเวณชายแดน ทางทีมวิจัยจึงตัดสินใจขออนุญาตทางผู้ให้ทุน ขอย้ายฟาร์มหมูอาสาสมัครจากฟาร์มหมูเดิมไปเป็นฟาร์มหมูบริษัท ฟินนอร์ เอเชีย จำกัด แทน โดยได้รับอนุญาตจากทางเจ้าของทุนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยต่อไปนี้ในรายงานฉบับนี้จะขอเรียกฟาร์มหมูของบริษัท ฟินนอร์ เอเชีย จำกัด ว่าฟาร์มหมูอาสาสมัครแทนที่ฟาร์มเดิม(เสร็จเรียบร้อยแล้ว)

2.1.5 ออกแบบชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือในการสร้างระบบ LoRaWANสำหรับฟาร์มหมูโดยทางทีมวิจัยได้ออกแบบและติดตั้งฟาร์มหมูอัจฉริยะดังรูปที่ 25 (เสร็จเรียบร้อยแล้ว)

รูปที่ 25 รูปแสดงแนวความคิดในการติดตั้งระบบฟาร์มหมูอัจฉริยะ

2.1.5.1 การกำหนดตำแหน่งเสาวางเครือข่าย LoRaWANจำนวน 3 จุด ซึ่งกำหนดจากแผนที่ใน Google Map และทำการ Mapping จุดที่สามารถติดตั้งได้ในแผนที่ฟาร์มหมู (ทั้งนี้เสาบางต้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเล็กน้อย เนื่องจากความสะดวกในการติดตั้ง และคำแนะนำของผู้ประกอบการ) ดังรูปแผนผังด้านล่างรูปที่ 26 และ 27

รูปที่ 26 รูปแสดงการวางตำแหน่งตั้งเสา LoRaWAN Gateway หลัก เพื่อทำการติดตั้งโครงข่าย



รูปที่ 27 รูปแสดงแนวความคิดในการวางตำแหน่งตั้งเสา LoRaWAN Gateway

2.1.6 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือในการสร้างระบบ LoRaWANสำหรับฟาร์มหมู ซึ่งประกอบไปด้วยชุด Gateway สำหรับฟาร์มหมูจำนวน 3 จุดอ้างอิง และการติดตั้งอุปกรณ์ LoRa Node จำนวน 20 ชุด

2.1.6.1 ภายหลังจากการเดินสำรวจวัดระดับสัญญาณรอบฟาร์มหมูแล้ว ทางทีมวิจัยได้ทำการกำหนดตำแหน่งการตั้งเสาเพื่อติดตั้ง LoRaWAN Gateway ให้สูงจากพื้นประมาณ 8-10 เมตร เพื่อให้ได้ระยะการส่งสัญญาณที่เหมาะสมดังรูปที่ 28

รูปที่ 28 ภาพการวางตำแหน่งการเลือกจุดติดตั้งเสาสัญญาณ

2.1.6.2 จากนั้นทางคณะวิจัยได้ทำการตั้งค่า LoRaWAN Gateway ให้สามารถรับค่าสัญญาณได้อย่างถูกต้องดังรูปที่ 29

รูปที่ 29 การตั้งค่าอุปกรณ์ LoRaWAN Gateway ก่อนทำการติดตั้ง

2.1.6.3 จากนั้นคณะทำงานได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ LoRaWAN Gateway จำนวน 3 จุด บนเสาที่ได้กำหนดจุดไว้จำนวน 3 จุดดังรูปที่ 30

รูปที่ 30 การติดตั้งอุปกรณ์ LoRaWAN Gateway บนเสาส่งสัญญาณ

2.1.6.4 ทำการตั้งค่าติดตั้งชุดอุปกรณ์ LoRa Node สำหรับการส่งข้อมูจำนวน 20 ชุดดังรูปที่ 31เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในเล้าหมูไปยังเครือข่าย LoRAWAN โปรดสังเกตว่าเซนเซอร์ดังกล่าวจะต้องใช้เซนเซอร์เพื่ออุตสาหกรรม เพื่อให้ทนทานต่อความสามารถในการกัดกร่อนของสารเคมี แอมโมเนีย จากมูลของหมูได้ด้วย

รูปที่ 31 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

2.1.6.5 ทำการติดตั้ง LoRa I/O จำนวน 1 ชุดดังรูปที่ 32 เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลต่างๆ จากเซนเซอร์ภายในเล้าหมูไปยังเครือข่าย LoRAWAN โปรดสังเกตว่าเซนเซอร์ดังกล่าวจะต้องใช้เซนเซอร์เพื่ออุตสาหกรรม เพื่อให้ทนทานต่อความสามารถในการกัดกร่อนของสารเคมี แอมโมเนีย จากมูลของหมูได้ด้วย

รูปที่ 32 LoRa I/O เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลต่างๆจากเซนเซอร์ภายในเล้าหมูไปยังเครือข่าย LoRAWAN

2.1.6.6 ภายหลังจากการติดตั้งจำนวนเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นทั้ง 20 ชุด เราได้ทำการติดตั้งเซนเซอร์ดังกล่าว (สีเหลือง)ภายในเล้าหมูจำนวน 20 เล้าดังรูปที่ 33

รูปที่ 33 การติดตั้งจำนวนเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นทั้ง 20 ชุดในเล้าหมู

2.1.7 ทำการออกแบบเครื่องวัดน้ำหนักหมูด้วยภาพ จากการสำรวจพื้นที่การติดตั้งเครื่องวัดน้ำหนักหมู จากการสำรวจพื้นที่ณฟาร์มหมู จังหวัดชัยนาท พบว่าสถานที่ที่ถูกพิจารณาสำหรับการติดตั้งเครื่องวัดน้ำหนักหมูได้แก่ภายในโรงเรือนเลี้ยงหมูระบบเปิดโดยมีลักษณะโรงเรือนเป็นดังรูปที่ 34

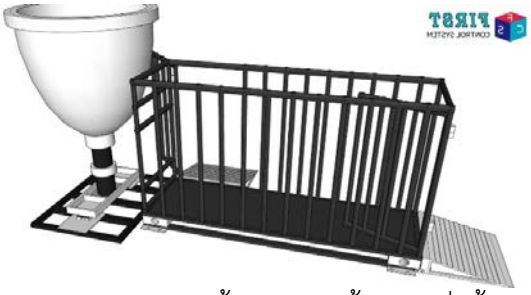
บริเวณคอกหมู

สภาพเพดานโรงเรือนเลี้ยงหมู

รูปที่ 34 โรงเรือนเลี้ยงหมูระบบเปิด

เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลเชิงวิเคราะห์ของโรงเรือนเลี้ยงหมูระบบเปิด ทีมวิจัยได้ทำการออกแบบระบบการวัดน้ำหนักหมูโดยการใช้ภาพ และทำการติดตั้งเครื่องชั่งน้ำหนักหมูลงไปในเล้าหมูเลย ซึ่งดีกว่าการจะติดตั้งที่จุดขายหมูเพียงจุดเดียว ซึ่งจะวิเคราะห์ภาพได้เฉพาะเวลาขายหมูเท่านั้น ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงทำการออกแบบระบบกรงแบบพิเศษ ซึ่งมีลักษณะให้หมูสามารถเดินเข้าไปบริโภคอาหารได้ทีละ 1 ตัว จากนั้นระบบจะทำการวัดน้ำหนักหมูโดยการใช้ตาชั่งแบบ Load Cell เพื่อวัดน้ำหนักหมู จากนั้นทีมงานยังติดตั้งตาชั่งไว้ที่ไซโลให้อาหารหมูอีกด้วย เพื่อเป็นการวัดปริมาณอาหารหมูที่บริโภค โดยในขั้นตอนถัดไปกล้องจำนวน 3 จุดจะถูกติดตั้งภายในเล้าหมูด้วย ทั้งนี้จะทำให้ทางทีมวิจัยสามารถวิเคราะห์ภาพของหมู เทียบกับน้ำหนักของหมูได้ตลอดเวลา ทำให้ทางทีมวิจัยสามารถได้รับค่าในการ Training ชุดข้อมูลภาพ เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักหมูที่มีความถูกต้องมากขึ้น

2.1.8 ทำการออกแบบกรงวัดน้ำหนักและอาหารหมูได้ดังรูปที่ 35



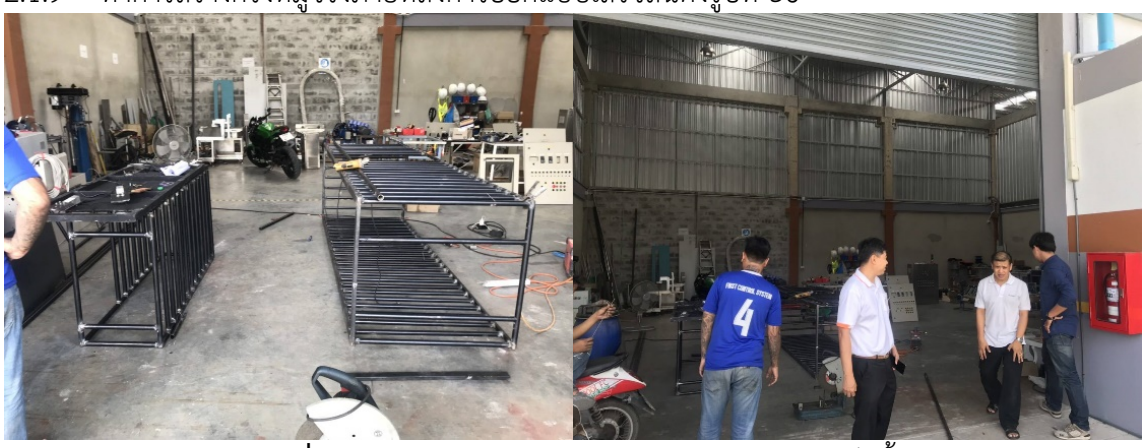
ทำการออกแบบกรงชั้นในพร้อมทั้งระบบชั่งน้ำหนัก

ทำการเพิ่มส่วนกรงในส่วนของเครื่องให้อาหารหมู

ทำการออกแบบกรงชั้นนอกเพื่อป้องกันหมูตัวอื่นเข้าไปยุ่งกับระบบชั่งน้ำหนักหมู

รูปที่ 35 ขั้นตอนการออกแบบระบบกรงเพื่อชั่งน้ำหนักหมูจากภาพ

2.1.9 ทำการสร้างกรงหมูจริงภายหลังการออกแบบเสร็จสิ้นดังรูปที่ 36



รูปที่ 36 การสร้างกรงหมูจริงภายหลังการออกแบบเสร็จสิ้น

2.1.10 การติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร

รูปที่ 37 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (1)

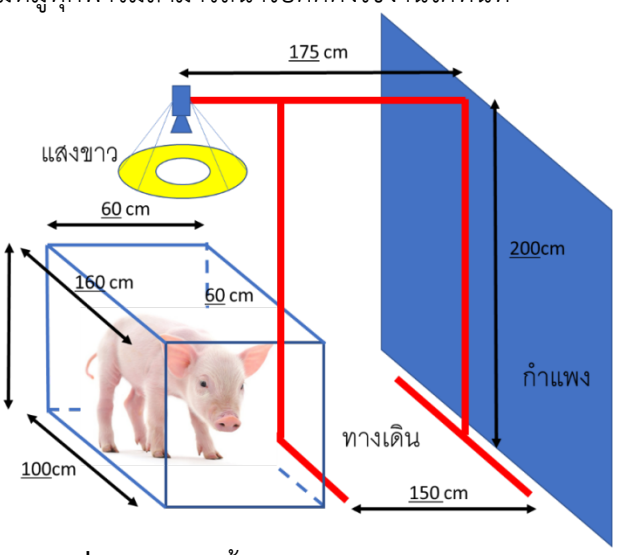
รูปที่ 38 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (2)

รูปที่ 39 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (3)

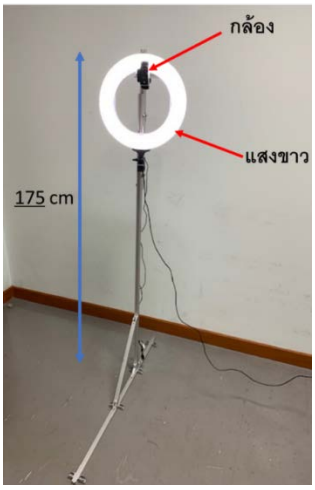
รูปที่ 40 ขั้นตอนการติดตั้งกรงหมูภายในเล้าหมูอาสาสมัคร (4)

2.1.11 การออกแบบระบบกล้องสำหรับการถ่ายภาพหมูเพื่อวัดน้ำหนักหมู

การออกแบบกล้องจะทำดังรูปที่ 41ในเบื้องต้นกล้องที่ใช้ในการทดลองในขั้นแรกคือ Logitech C920 HD Pro Webcam ทั้งในการติดตั้งจริงจะมีการเพิ่มการเขียนโมดูลสำหรับการ Calibrate ภาพอัตโนมัติเข้าไปในโปรแกรมด้วย เพื่อให้ผู้ใช้ฟาร์มหมูทุกฟาร์มสามารถนำไปติดตั้งใช้งานได้ทันที



รูปที่ 41 การติดตั้งกล้องสำหรับการถ่ายภาพหมู



รูปที่ 42 กล้อง แสงขาว และอุปกรณ์ในการติดตั้งที่หน้างาน

ผลการดำเนินงานรายไตรมาสที่3 และ 4

ภายหลังจากการออกแบบระบบการตรวจจับภาพ ในไตรมาสที่ 3 และ 4 ทางทีมวิจัยได้ดำเนินการติดตั้งกล้องคุณภาพสูงระดับ 4K และจัดการทำระบบวัดน้ำหนักหมูด้วยกล้อง จัดการทำระบบส่งข้อมูลเซนเซอร์และกล้องผ่านเว็บไซต์ โดยมีบางส่วนของงานที่สามารถนำไปให้นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 4 ท่านใช้ในการทำวิทยานิพนธ์และทำการอบรมวิธีการใช้งานให้แก่พนักงานดังรายละเอียดขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.12 การติดตั้งระบบกล้องเพื่อใช้ในการวัดน้ำหนักของหมูภายในกรงหมูที่สร้างขึ้นในความเป็นจริงกล้องที่ใช้ในการออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้านี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในสภาพแวดล้อมที่ต้องทนทานต่อสารแอมโมเนียจากมูลของหมูในโรงเรือน ทีมวิจัยเลยใช้กล้องระดับภาคอุตสาหกรรมมาติดตั้ง โดยเลือกให้สามารถติดตั้งในระบบ 4K ได้ โดยทีมวิจัยตัดสินใจติดกล้องจำนวน 3 ชุด โดย 1 ชุดที่จะติดตั้งเพื่อถ่ายภาพหมูภายในกรงที่สร้างขึ้นในด้านข้างของกรง อีกชุดหนึ่งจะใช้ในการถ่ายภาพด้านบนของกรง และชุดสุดท้ายจะใช้ในการถ่ายภาพหมูด้านบนในมุมกว้าง (Wide Angle) ด้านบนของเล้าหมู ดังรูปที่ 43 – 45

รูปที่ 43 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านข้าง

รูปที่ 44 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านบน

รูปที่ 45 การติดกล้องในระดับภาคอุตสาหกรรมบริเวณด้านบนในมุมกว้าง (Wide Angle) ด้านบนของเล้าหมู

2.1.13ทำการติดตั้งระบบเก็บข้อมูลภาพหมูเพื่อใช้ในการวัดน้ำหนักของหมูภายในกรงหมูที่สร้างขึ้นพร้อมลง Harddiskจำนวน 6 TB เพื่อให้เก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์เป็นจำนวนมากหรือ BIG Data ได้ โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกเก็บภายในตู้ทนสภาพแวดล้อมถายในเล้าหมู ดังรูปที่ 46

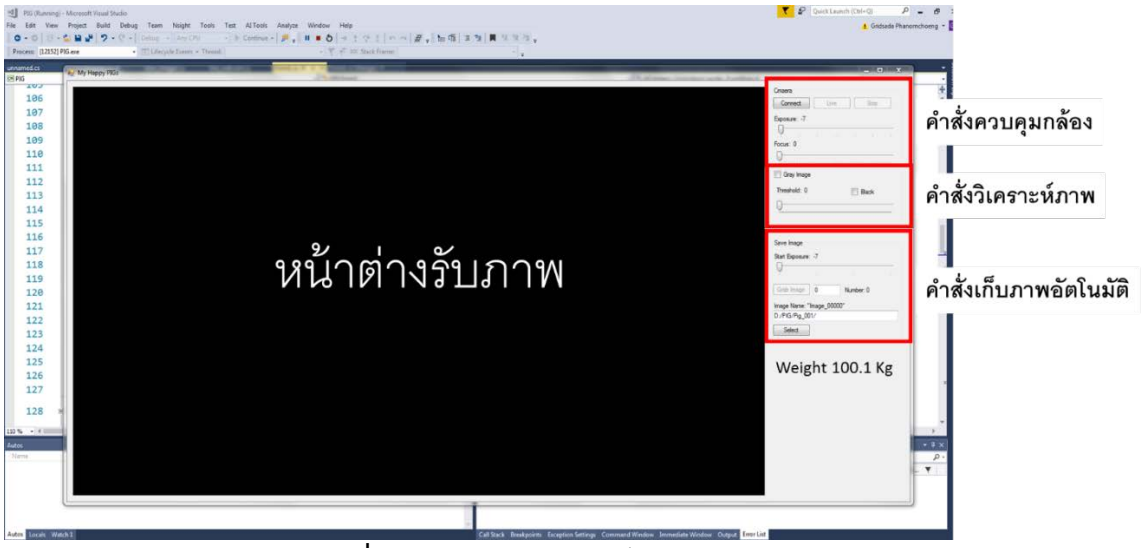
รูปที่ 46 ระบบเก็บข้อมูลภาพหมูเพื่อใช้ในการวัดน้ำหนักของหมูภายในกรงหมูที่สร้างขึ้นพร้อมลง Harddisk จำนวน 6 TB

2.1.14ทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรอง ในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะไม่ทำให้ระบบเสียหาย โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกเก็บภายในตู้ทนสภาพแวดล้อมถายในเล้าหมู ดังรูปที่ 47

รูปที่ 47 ระบบไฟฟ้าสำรอง ในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะไม่ทำให้ระบบเสียหาย

2.1.15การออกแบบโปรแกรมสำหรับการเก็บภาพหมูเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพ(อยู่ระหว่างขั้นตอนการทำงาน)

โปรแกรมสำหรับการเก็บภาพหมูถูกพัฒนาจากภาษา C# โดยโปรแกรมถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเก็บภาพอัตโนมัติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



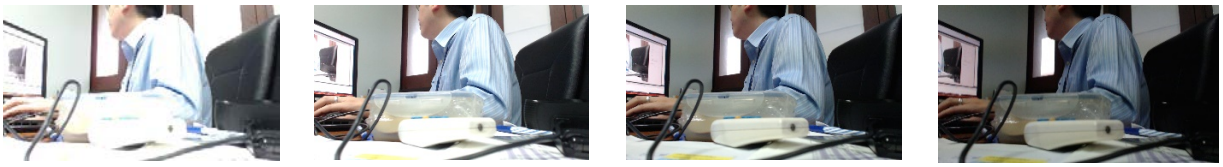
รูปที่ 48 โปรแกรมสำหรับเก็บภาพหมูอัตโนมัติ

โปรแกรมนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่

1) คำสั่งควบคุมการทำงานของกล้อง ในส่วนนี้จะควบคุมค่า exposure, brightness, sharpness, และระยะ focus ของกล้อง
2) คำสั่งวิเคราะห์ภาพเบื้องต้น ในส่วนนี้ โปรแกรมสามารถปรับ ภาพสีเป็นขาวดำ และเลือกบริเวณที่สนใจด้วยค่าสีที่กำหนด
3) คำสั่งเก็บภาพอัตโนมัติ ในส่วนนี้ จะทำให้สามารถเก็บภาพหลายภาพและหลายค่า setting ของกล้องด้วยการกดปุ่มเพียง 1 ครั้ง

นอกจากนี้โปรแกรมจะทำการตั้งชื่อภาพด้วยน้ำหนักของหมูเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลน้ำหนักหมูกับกับภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพต่อไป

ตัวอย่างภาพที่เก็บจากโปรแกรมเก็บภาพอัตโนมัติด้วยการเก็บภาพใน 1 ครั้ง



Exposure= -5 Exposure= -4 Exposure= -3 Exposure= -2

รูปที่ 49 ตัวอย่างภาพที่เก็บจากโปรแกรมเก็บภาพอัตโนมัติด้วยการเก็บภาพใน 1 ครั้ง

2.1.16การเก็บภาพหมูณ สถานที่จริงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพ

กล้องและอุปกรณ์ในการติดตั้งที่หน้างานและโปรแกรมสำหรับเก็บภาพหมูอัตโนมัติจะถูกนำไปติดตั้งที่ฟาร์มหมู จังหวัดชัยนาท โดยจะทำการเก็บภาพพร้อมน้ำหนักหมู เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพโดยมีวิธีใช้โปรแกรมดังต่อไปนี้

1) วิธีเข้าใช้งานผ่าน PC/Laptop

1.1) ดาวน์โหลดโปรแกรม Hikvision iVMS-4200 v3.1.1.13 (Windows)(Multilingual) (NEW!) จากลิงค์ https://www.hikvision.com/th/Support/Downloads/Client-Software#prettyPhoto

1.2) ทำการสร้างผู้ใช้งานและรหัสผ่านสำหรับเข้าโปรแกรม iVMS-4200

1.3) หลังจากเข้าโปรแกรมแล้ว ให้ทำการ log in เข้าระบบ HIK Connect อีกครั้ง โดยคลิกที่รูปก้อนเมฆบริเวณมุมขวาบนของโปรแกรม

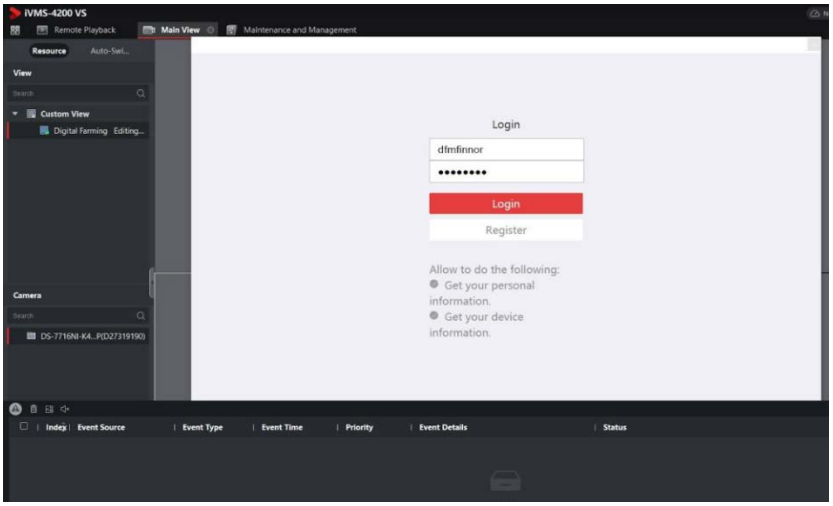
username :dfmfinnor

password :XXXXXXX

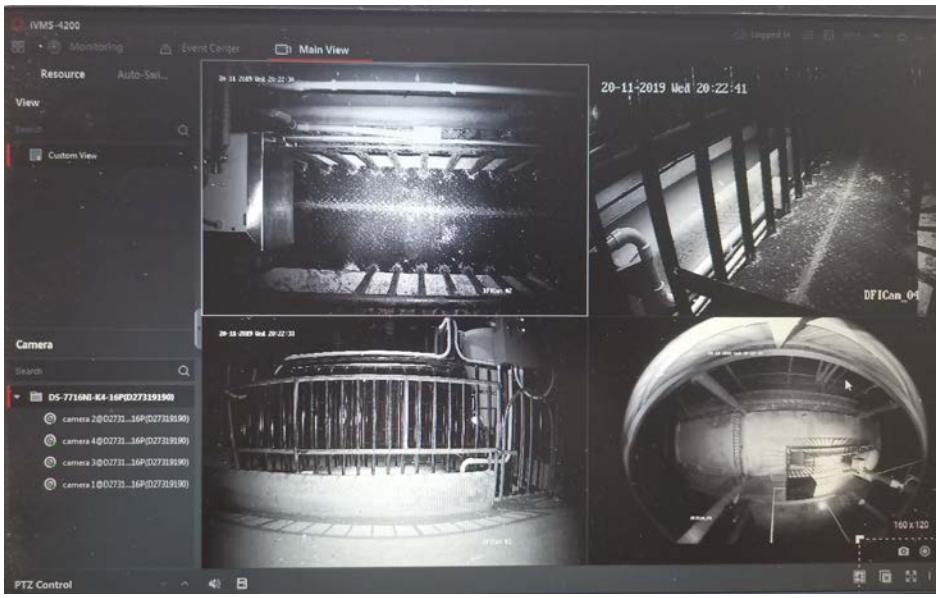
2)วิธีเข้าใช้งานผ่านแอพ smart phone

2.1) ดาวน์โหลดแอพ "HIK-Connect" (ได้ทั้งบน iOS และ Android)

2.2) ใช้ username และ password เดียวกับข้อ 1.3 สามารถเข้าใช้งานได้ทันที



รูปที่ 50 วิธีเข้าใช้งานผ่านแอพ"HIK-Connect"



รูปที่ 51 ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่านแอพ"HIK-Connect" ในเวลากลางคืน

รูปที่ 52 ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่านแอพ"HIK-Connect" ในเวลากลางวัน

2.1.17การวิเคราะห์ภาพหมูเพื่อทำการวัดน้ำหนัก

หลังจากที่เก็บภาพหมูพร้อมน้ำหนักจะใช้ร้อยละ 80 ของข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างโมเดลและใช้ข้อมูลร้อยละ20 ที่เหลือในการทดสอบโมเดล หลังจากที่ได้โมเดลในการวัดน้ำหนักหมู โปรแกรมสำหรับการเก็บภาพหมูจะถูกปรับปรุงโดยการใส่โมเดลเข้าไปในโปรแกรมซึ่งจะทำให้โปรแกรมตัวนี้สามารถบอกค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพได้ดังโปรแกรมต่อไปนี้

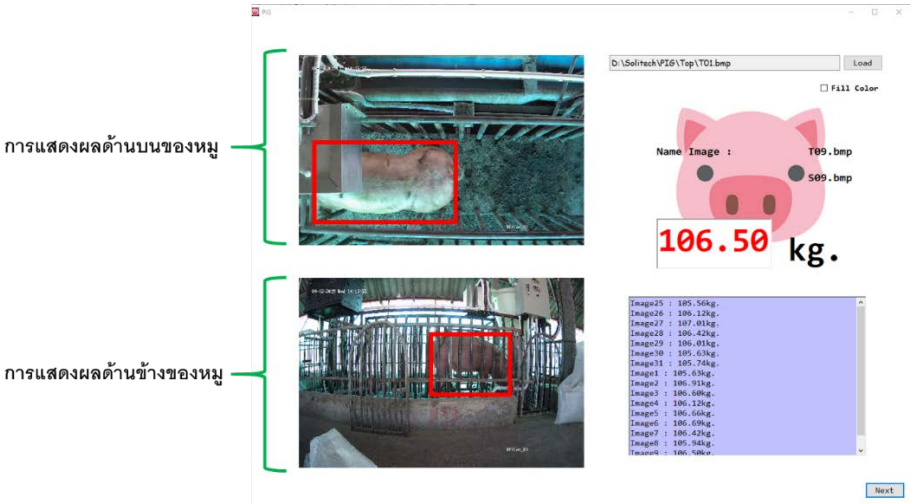
โปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพ

โปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพเป็นโปรแกรมที่จะใช้ภาพถ่ายด้านบนและด้านข้างของหมูเพื่อทำการคำนวณน้ำหนักหมู โดยตัวอย่างโปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพแสดงในรูปที่ 53 โดยตัวอย่างโปรแกรมจะมีความแตกต่างจากตัวอย่างโปรแกรมที่ได้ออกแบบในรูปที่ 48 เล็กน้อยเพื่อให้เกิดความง่ายในการใช้งานของพนักงาน โดยในโปรแกรมนี้จะมีการใช้รูปภาพของหมูทั้งสองด้านในการวิเคราะห์น้ำหนักตัวของหมู

รูปที่ 53 โปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพ

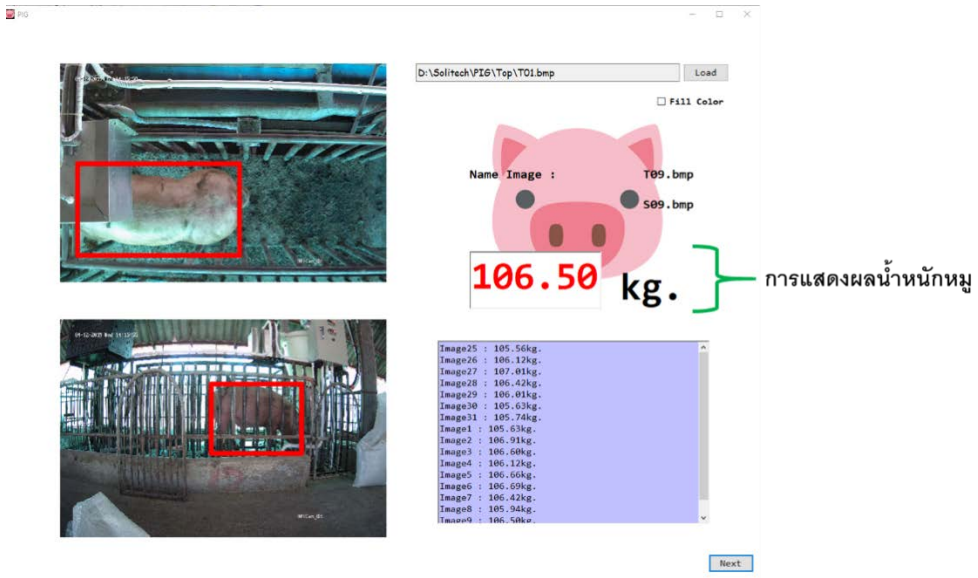
ทั้งนี้โปรแกรมประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนได้แก่

1) **ส่วนแสดงภาพหมูด้านบนและด้านข้าง** โดยแต่ละภาพโปรแกรมจะมีการคำนวณเพื่อหาตำแหน่งของหมูแล้วทำการวงด้วยกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงก่อนที่จะส่งไปคำนวณน้ำหนักหมูต่อไป



รูปที่ 54 ส่วนแสดงภาพหมูด้านบนและด้านข้าง

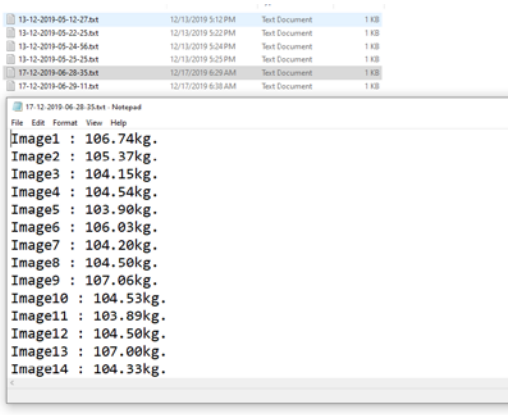
2) **ส่วนแสดงน้ำหนักหมู** ในส่วนนี้จะแสดงน้ำหนักหมู เป็นกิโลกรัม โดยน้ำหนักจะทำการคำนวณจากภาพหมูด้านบนและภาพหมูด้านข้าง



รูปที่ 55 ส่วนแสดงน้ำหนักหมู

3) **ส่วนแสดงตารางน้ำหนักหมูที่ได้ทำการวัด** ในส่วนนี้จะทำการเก็บรวบรวมน้ำหนักหมูที่ได้ทำการวัดด้วยโปรแกรมทั้งหมด รวมถึงเก็บ log เพื่อทำไปใช้ในเก็บค่าทางสถิติอีกด้วย

รูปที่ 56 ตารางน้ำหนักหมูที่ได้ทำการวัด

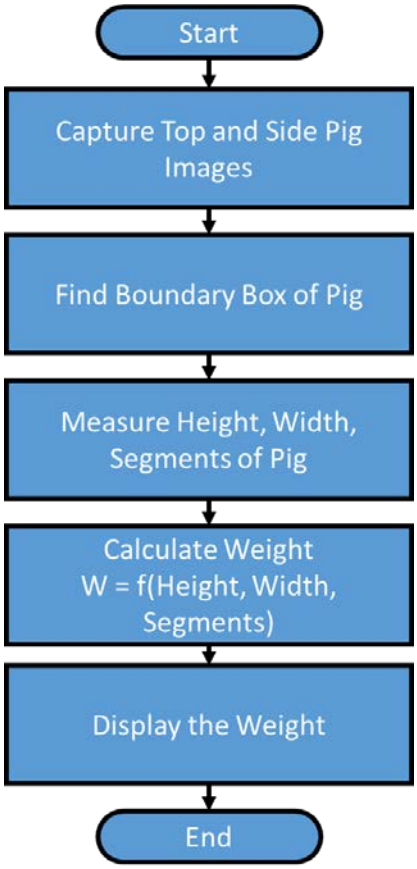


รูปที่ 57 log files สำหรับการเก็บสถิติน้ำหนักหมู

การใช้ซอฟแวร์ในการพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพ

1) เราใช้ซอฟแวร์Halcon Runtim V18.11 โดยซอฟแวร์จะติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ Window 10 โดย Library Halcon จะใช้ในการพัฒนาอัลกอริทึมในการวัดน้ำหนักหมู
2) และซอฟแวร์ Visual Studio 2019 ใช้ในการพัฒนา GUI สำหรับการแสดงผลการวัดน้ำหนักหมูและเก็บค่าทางสถิติต่างๆ

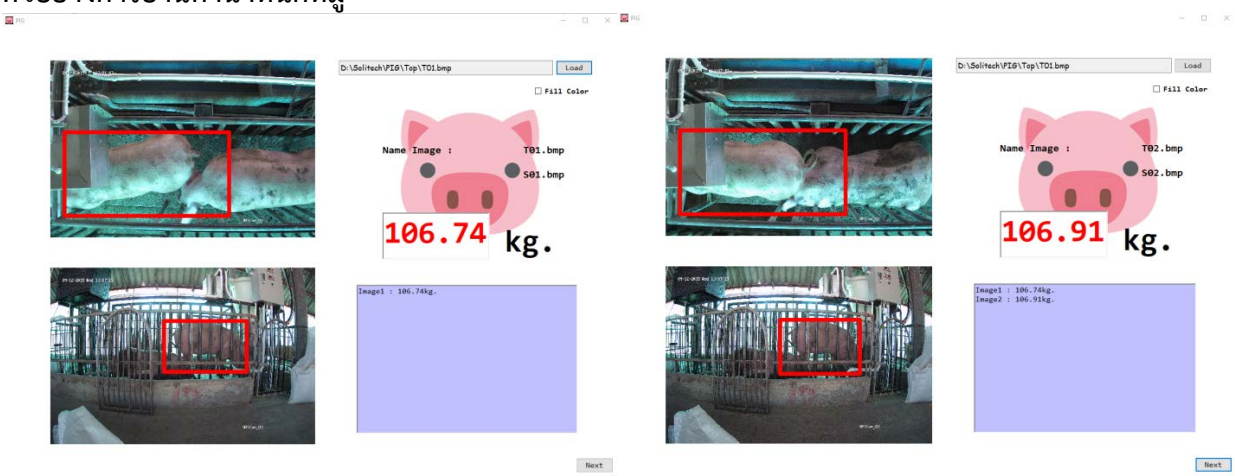
การทำงานของโปรแกรมตรวจสอบน้ำหนักหมูด้วยภาพแสดงในแผนภาพในรูปที่ 58



รูปที่ 58 การคำนวณน้ำหนักหมูด้วยภาพ

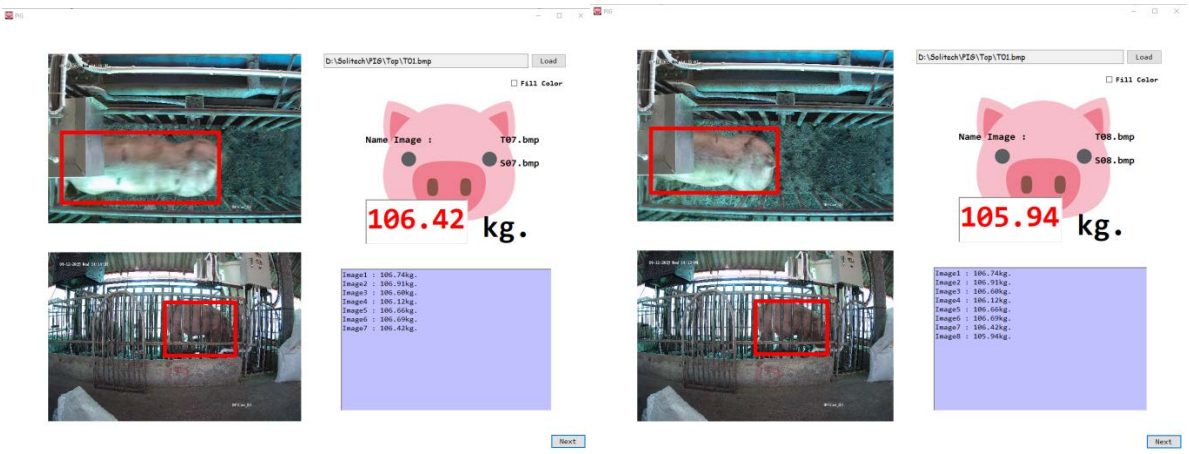
ในที่นี้เราทดลองเลี้ยงหมูจำนวน 30 ตัวภายในเล้าหมู โดยเราจะใช้โปรแกรมดังกล่าวในการอ่านค่าหมูจากภาพดังผลการทดลองด้านล่าง

ตัวอย่างการอ่านค่าน้ำหนักหมู

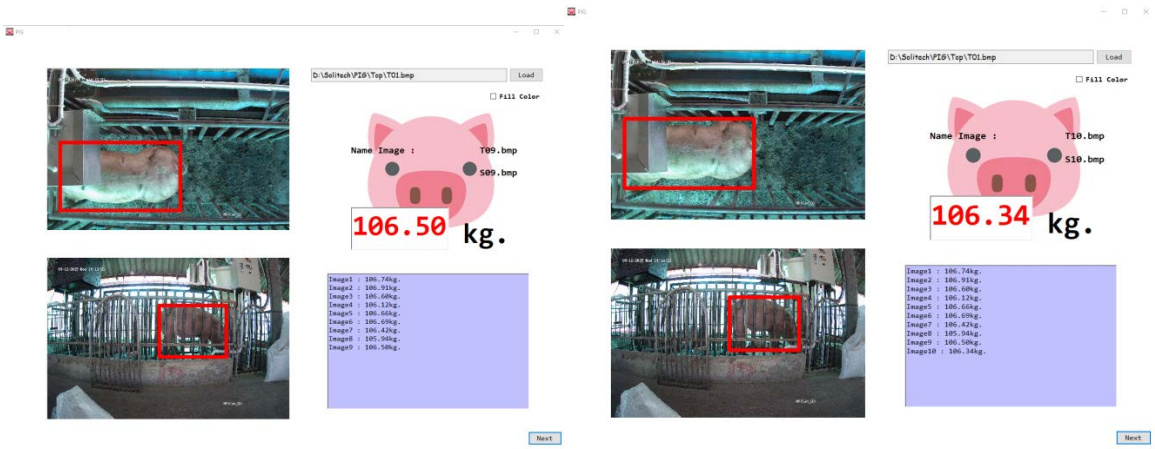


รูปที่ 59 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 1 และ 2

รูปที่ 60 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 3 และ4



รูปที่ 61 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 5 และ 6



รูปที่ 62 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 7 และ 8

รูปที่ 63 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 9 และ 10

รูปที่ 64 การอ่านค่าน้ำหนักหมูด้วยภาพสำหรับตัวอย่างหมูตัวที่ 11

ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันค่าความผิดพลาดจากการวัดน้ำหนักหมูด้วยภาพ ทางทีมวิจัยได้นำหมูมาชั่งน้ำหนักโดยใช้ตาชั่ง (Load Cell) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าระหว่างค่าจากการวัดโดยใช้ภาพถ่ายและค่าจากการวัดจริงโดยใช้ตาชั่งได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าระหว่างค่าจากภาพเทียบกับค่าจากตาชั่งจริง

	Image	Load Cells	Error
	Kg.	Kg.	kg.
Image1	106.74	106.8	0.06
Image2	106.91	105	-1.91
Image3	106.6	107.2	0.6
Image4	106.12	107.5	1.38
Image5	106.66	105.3	-1.36
Image6	106.69	109.2	2.51
Image7	106.42	109.6	3.18
Image8	105.94	109.2	3.26
Image9	106.5	113.9	7.4
Image10	106.34	109.3	2.96
Image11	106.13	109.2	3.07
Image12	106.8	106.2	-0.6
Image13	105.71	107	1.29
Image14	105.61	107.4	1.79
Image15	105.95	109.2	3.25
Image16	106.53	108.6	2.07
Image17	105.26	106.2	0.94
Image18	106.92	107.1	0.18
Image19	107.05	106.3	-0.75
Image20	106.87	109	2.13
Image21	107.15	106	-1.15
Image22	106.27	114	7.73
Image23	106.24	114	7.76
Image24	105.49	104.1	-1.39
Image25	105.56	104.8	-0.76
Image26	106.12	107.1	0.98
Image27	107.01	109.2	2.19
Image28	106.42	109.8	3.38
Image29	106.01	108.5	2.49
Image30	105.63	109	3.37
Average Error			1.868333
Accuracy	+/-15kg	+/-10kg	

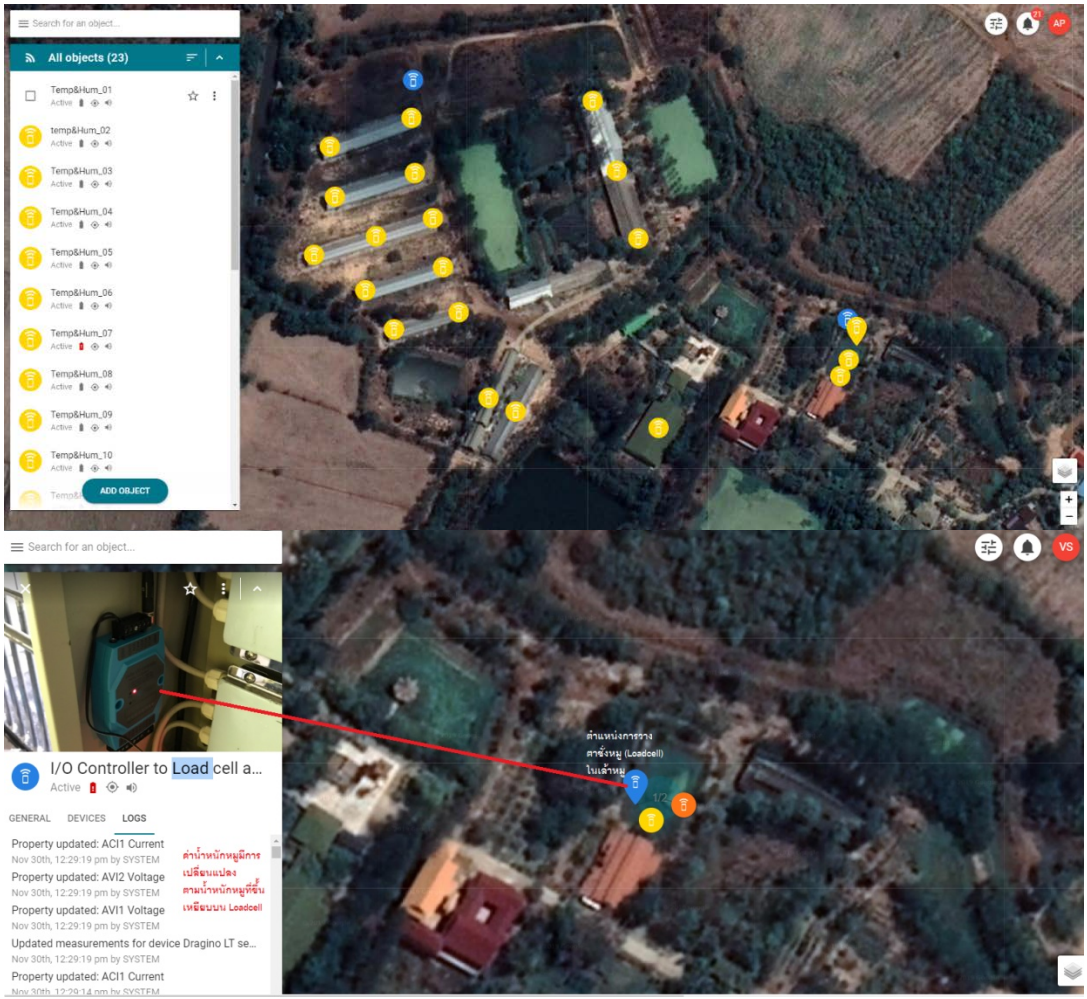
โดยเราจะพบว่าค่าความแตกต่างระหว่างการใช้ภาพและตาชั่งอยู่ระหว่าง +/- 1.86 กิโลกรัม โดยค่าความผิดพลาดจากการวัดน้ำหนักหมูด้วยภาพจะอยู่ที่ +/- 15 กิโลกรัมและค่าความผิดพลาดจากการวัดน้ำหนักหมูอยู่ที่ +/- 10 กิโลกรัม ทั้งนี้ค่าดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่มีเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ซึ่งอาจจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลงได้

<u>วิธีการนำส่งข้อมูลจากเซนเซอร์เข้าสู่Digital Farming Platformมีรายละเอียดต่อไปนี้</u>

1)สร้างอีเมลการเข้าถึงแพลตฟอร์มไปยังอีเมล vitawat.sittakul@gmail.com ในหัวข้อ "Welcome to the Pixel Networks IOT portal" เพื่อทำการสร้างรหัสผ่านสำหรับการเข้าใช้งาน

2) หลังจากการสร้างรหัสผ่านแล้ว สามารถเข้าใช้งานได้ทางลิงค์
http://monitoring.smartfarm.thingularity.online/login โดยใช้ Login
คืออีเมล vitawat.sittakul@gmail.com และรหัสผ่านตามที่ได้สร้างเอาไว้
Username: digitalfarming.vitawat@hotmail.com
password: Dfm@2019;

URL เข้า Digital Farming Platform http://monitoring.smartfarm.thingularity.online/login username : digitalfarming.vitawat@hotmail.com password : XXXXXXX



รูปที่ 65 ข้อมูลเซนเซอร์ผ่าน ภาพจากกล้องของฟาร์มหมูผ่าน Digital Farming Platform

2.1.18 การติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย เพื่อเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไป

2.1.18.1 ทำการออกแบบเพื่อหาเซนเซอร์วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมโดยเลือกใช้เป็นรุ่น Dlmsซึ่งเป็นมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/O ของ LoRa Node ได้ผ่านระบบ Modbus ดังแสดงดังรูปที่ 65

รูปที่ 66 มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/O ของ LoRa Node

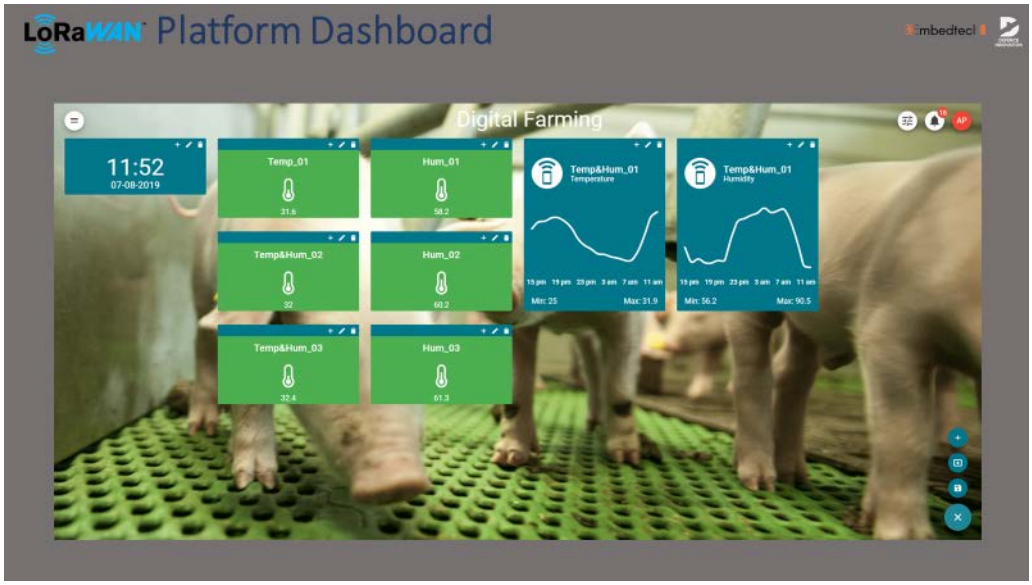
2.1.18.2ภายหลังการออกแบบ ทางทีมวิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไปที่ฟาร์ม เพื่อวัดค่ากำลังไฟฟ้า โดยค่าสถานะการทำงานอยู่ในสถานะ Active ซึ่งมีค่าการวัดผลผ่าน Log file ได้ดังรูปข้างล่าว

รูปที่ 67 ค่าผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ I/O ของ LoRa Node

2.1.19 การจัดทำเว็บไซต์เพื่อแสดงค่าในคอมพิวเตอร์และบนโทรศัพท์มือถือ

2.1.19.1 ในขณะนี้ทางคณะวิจัยได้มอบหมายงานให้ทำการออกแบบจัดทำเว็บไซต์เพื่อแสดงในคอมพิวเตอร์และบนโทรศัพท์มือถือ ดังรูปที่ 50 โดยเว็บไซต์ดังกล่าวจะสามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากระบบ

เซ็นเซอร์เพื่อให้สามารถแสดงผลให้ผู้ประกอบการทราบถึงสถานะของพารามิเตอร์ต่างๆในฟาร์มหมูได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ค่ากำลังไฟฟ้า ในขณะเวลาต่างๆ

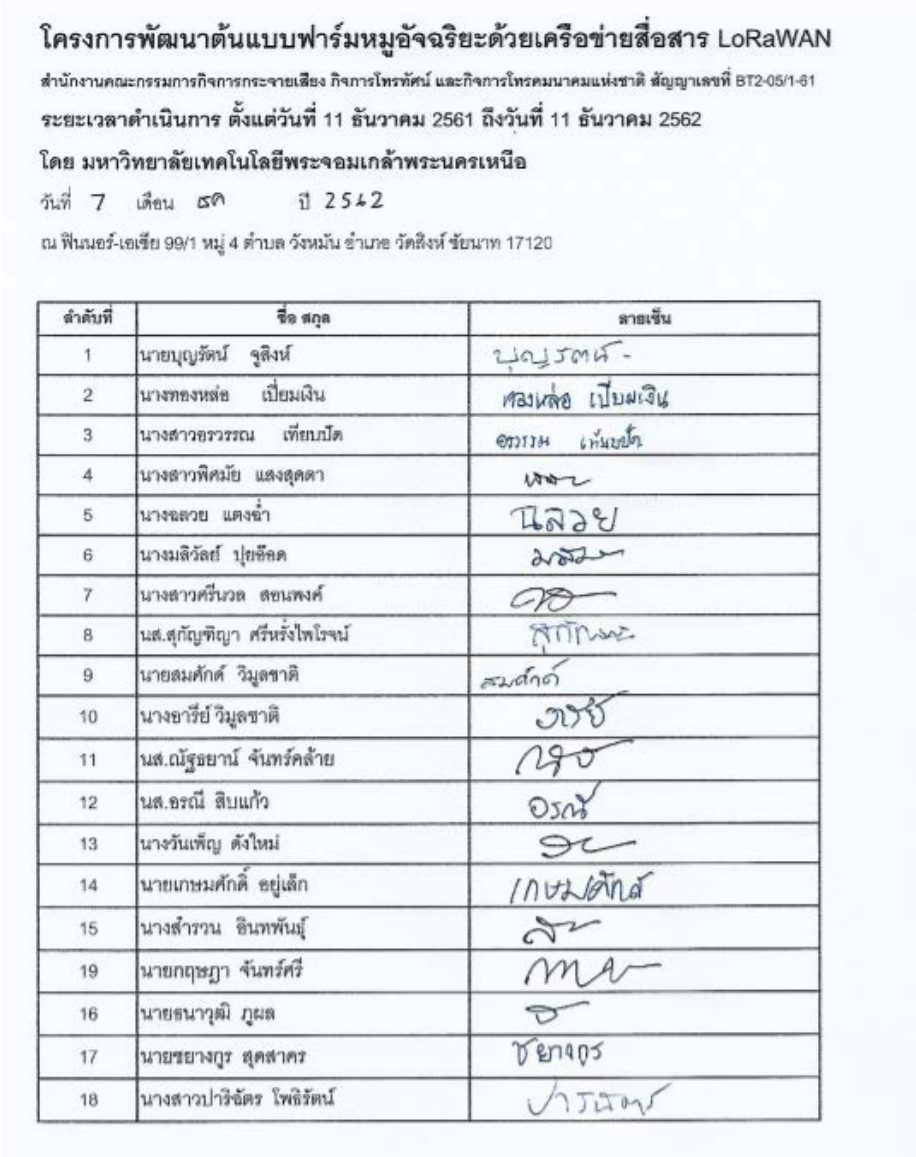


รูปที่ 68 เว็บไซต์เพื่อแสดงผลในคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ

2.1.20 การฝึกอบรมและสอนวิธีการใช้งานระบบที่สร้างขึ้นแก่พนักงาน หรือ ผู้ประกอบการอื่นๆที่สนใจ

ภายหลังการเสร็จสิ้นการทำงาน ทางคณะวิจัยได้จัดให้มีการอบรมให้แก่พนักงานภายในฟาร์มหมูในวันที่ 7 ธันวาคม 2562 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในระบบที่สร้างขึ้น เพื่อให้สามารถนำเอาความรู้ที่ได้รับไปใช้งานได้จริง

รูปที่ 69 ภาพแสดงการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน



โครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ สัญญาเลขที่ BT2-05/1-61

ระยะเวลาดำเนินการ ตั้งแต่วันที่ 11 ธันวาคม 2561 ถึงวันที่ 11 ธันวาคม 2562

โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วันที่ 7 เดือน ธค ปี 2562

ณ ฟินนอร์-เอเรีย 99/1 หมู่ 4 ตำบล วังหมัน อำเภอ วัดสิงห์ ชัยนาท 17120

ลำดับที่	ชื่อ สกุล	ลายเซ็น
1	นายบุญรัตน์ จูสิงห์	
2	นางทองหล่อ เปี่ยมเงิน	
3	นางสาวอรวรรณ เทียบปัด	
4	นางสาวพิศมัย แสงสุดตา	
5	นางฉลวย แสงจ้ำ	
6	นางมลิวัลย์ ปุยอ๊อด	
7	นางสาวศรีนวล สอนพงศ์	
8	นส.สุกัญฑิญา ศรีหรั่งไพโรจน์	
9	นายสมศักดิ์ วิมูลชาติ	
10	นางยาริย์ วิมูลชาติ	
11	นส.ณัฐธยาน์ จันทร์คล้าย	
12	นส.อรณี สิบแก้ว	
13	นางวันเพ็ญ ดังใหม่	
14	นายเกษมศักดิ์ อยู่เล็ก	
15	นางสำรวน อินทพันธุ์	
19	นายกฤษฎา จันทร์ศรี	
16	นายธนาวุฒิ ภูผล	
17	นายชยางกูร สุดสาคร	
18	นางสาวปาริฉัตร โพธิรัตน์	

รูปที่ 70 ใบรายชื่อการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน

2.1.21 การพัฒนาองค์ความรู้ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี

โดยอาศัยโครงการดังกล่าว เป็นโครงการนำร่องให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีเข้ามามีส่วนร่วมในการร่วมวิจัยพัฒนานั้น ทางทีมวิจัยได้กำหนดหัวข้อวิทยานิพนธ์ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรีจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือแบ่งเป็น 2 หัวข้อปริญญานิพนธ์ย่อย โดยในแต่ละหัวข้อปริญญานิพนธ์จะประกอบไปด้วยนักศึกษาจำนวน 2 ท่านรวมทุกหัวข้อวิทยานิพนธ์จะมี 4 ท่าน คือ

1) การหาตำแหน่งโดยใช้เครือข่าย LoraWANจำนวน 3 เกตเวย์ และ
2) ระบบเว็บไซต์ออนไลน์สำหรับฟาร์มหมูและขายเวรหมอ

สำหรับหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 1 นั้น นักศึกษาจำนวน 2 ท่านได้เข้ามาวัดค่าคำนวณตำแหน่งของพิกัดต่างๆได้โดยอาศัย LoraWAN Gateway ของจริงจำนวน 3 จุดเพื่อคำนวณหาตำแหน่งพิกัดของตำแหน่ง LoRa Node แต่

ละจุดได้ โดยอาศัยหลักการที่ว่า สัญญาณภาครับจะมีขนาดลงลง เมื่อระยะห่างไกลขึ้นจากอุปกรณ์เกตเวย์ และสำหรับหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 2 นั้นจะเป็นการฝึกให้นักศึกษาออกแบบระบบเว็บไซต์ออนไลน์สำหรับฟาร์มหมู โดยนักศึกษาจะได้เรียนรู้วิธีการเขียนภาษา PHP การติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อสร้างระบบหน้าเว็บไซต์ขึ้นมา โดยเอกสารแบบเสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาทั้ง 4 ท่านตามแบบฟอร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้รับการอนุมัติให้ทำหัวข้อวิทยานิพนธ์นั้นถูกแนบดังรูปที่ 51 และ 52

แบบ วทอ.ปพ.1/1

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2/2561

ชื่อปริญญานิพนธ์ (ภาษาไทย) : การหาตำแหน่งโดยใช้เครือข่าย LoRaWAN จำนวน 3 เกตเวย์

ชื่อปริญญานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) : Using signal strength on network for 3 gateways

ชื่อผู้เสนอปริญญานิพนธ์ : 1. นายสถาปัตย์ ชะเอมจันทร์

ชื่อผู้ร่วมปริญญานิพนธ์ : 2. นายธนบดี ฤกษ์การันต์

นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม) รอบสมทบพิเศษ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : ดร.วิทวัส สิฏฐกุล

มีความประสงค์ขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ (โทรคมนาคม)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ดังรายละเอียดปริญญานิพนธ์ที่แนบมาด้วย

ลงชื่อ ธนบดี / ฤกษ์การันต์ (หัวหน้าปริญญานิพนธ์)

...../...../.....

ความคิดเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ความคิดเห็นหัวหน้าภาค/โครงการภาควิชา
สามารถทำได้	อนุมัติ
ลงนาม	ลงนาม .....
11 / 12 / 62	...../...../.....

หมายเหตุ พร้อมแนบปริญญานิพนธ์ตามแบบ วทอ.ปพ.1/2 มาพร้อม

รูปที่ 71 แบบฟอร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้รับการอนุมัติให้ทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 1

แบบ วทอ.ปพ.1/1

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

แบบเสนอขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์

ภาควิชา/โครงการภาควิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2562

ชื่อปริญญานิพนธ์ (ภาษาไทย) ระบบเว็บไซต์ออนไลน์ ทยอง ชั้นเรียนฟาร์มมูลค่าสูงเวรหมอ

(ภาษาอังกฤษ) .....

ชื่อผู้เสนอปริญญานิพนธ์ 1. น.ส. พรัลดา เวชสาร (หัวหน้าปริญญานิพนธ์)

ชื่อผู้ร่วมปริญญานิพนธ์ 2. น.ส. ฐานพรรณ ไชยจันทรเสรม

3. .....

นักศึกษาสาขาวิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ รอบ (ปกติ/สมทบ/ค่ำ)

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร. วิทวัส สัญญกุล

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (ถ้ามี) .....

มีความประสงค์ขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต ในวิชา Telecommunication Engineering จำนวน 3 หน่วยกิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ดังรายละเอียดปริญญานิพนธ์ที่แนบมาด้วย

ลงชื่อ พรัลดา เวชสาร (หัวหน้าปริญญานิพนธ์)

09 / 12 / 2562

ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ความเห็นหัวหน้าภาค/โครงการภาควิชา
สมควรดำเนินการ	อนุมัติ
ลงนาม	ลงนาม .....
11 / 12 / 62	... / ... / ...
ลงนาม	
... / ... / ...	

หมายเหตุ พร้อมแนบปริญญานิพนธ์ ตามแบบ วทอ.ปพ.1/2 มาพร้อมด้วย

รูปที่ 72 แบบฟอร์มของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ได้รับการอนุมัติให้ทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ 2

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการนี้พัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสารLoRaWAN เพื่อนำเอาเทคโนโลยีโครงข่ายโทรคมนาคม LoRaWAN มาปรับใช้กับฟาร์มหมูต้นแบบ โดยการตั้งเสาสัญญาณ LoRaWAN Gateway จำนวน 3 เสา ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ชนิดต่างๆเช่น เซนเซอร์วัดอุณหูภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดกำลังไฟฟ้า ทั้งนี้เซนเซอร์ตรวจจับภาพ(กล้อง) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หาหมูตายและน้ำหนักของหมูโดยใช้ภาพ เพื่อติดตามพฤติกรรมของหมู สภาพแวดล้อมและระบบไฟฟ้า โดยแสดงข้อมูลดังกล่าวและปริมาณการซื้อขายหมูบนหน้าเว็บออนไลน์อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลลัพธ์ของโครงการแสดงให้เห็นว่าค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหูภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นและเซนเซอร์วัดกำลังไฟฟ้า สามารถถูกแสดงได้อย่างถูกต้องบนหน้าเว็บออนไลน์ และภาพหมูจากกล้องในมุมมองด้านบนและด้านข้างสามารถนำมาวิเคราะห์หาน้ำหนักหมูได้โดยมีความแม่นยำที่ประมาณ +/-1.86 กิโลกรัม จากน้ำหนักหมูโดยเฉลี่ยที่ประมาณ 105 กิโลกรัม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของอุณหภูมิ ความชื้น กำลังไฟฟ้าและน้ำหนักหมู สามารถนำไปสร้างเป็นเพลตฟอร์มเพื่อปรับใช้กับฟาร์มหมูอื่นๆได้ในอนาคต

5.1.1 สรุปผลผลิตที่ได้รับ

คณะวิจัยได้สร้างผลผลิตดังที่ระบุไว้ตามสัญญาโครงการพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWANเลขที่ BT2-05/1-61 โดยได้ดำเนินโครงการและได้รับผลผลิตดังที่แสดงในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 5 ตารางสรุปผลผลิตที่ได้รับ

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด (เชิงคุณภาพ/เชิงคุณภาพ)	หมายเหตุ
1	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (โปรดระบุ)	1 ฟาร์มหมู	สามารถพัฒนาต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN ได้	สามารถดูได้จากรายงานฉบับสมบูรณ์
2	เทคโนโลยีใหม่ (โปรดระบุ)	2 เทคโนโลยี	1. เทคโนโลยี LoraWAN 2. เทคโนโลยีตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย	สามารถดูได้จากแบบรายงานสรุปการดำเนินการ ในหัวข้อ 2.1.4 – 2.1.6 ในหัวข้อ 2.1.7 – 2.1.17
3	กระบวนการใหม่ (โปรดระบุ)	1 กระบวนการ	กระบวนการตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย โดยใช้เทคโนโลยี 4GLTE	สามารถดูได้จากแบบรายงานสรุปการดำเนินการ ในหัวข้อ 2.1.7 – 2.1.17
4	องค์ความรู้(โปรดระบุ)	2 องค์ความรู้	ผลการวิจัยที่ระบุในรายงานฉบับสมบูรณ์ดังนี้ 1. เทคโนโลยี LoraWAN	สามารถดูได้จากแบบรายงานสรุปการดำเนินการ ในหัวข้อ

			2. เทคโนโลยีตรวจจับความเคลื่อนไหวของหมูและน้ำหนักหมู เพื่อเป็นตัวช่วยของพนักงานในการดูแลหมูที่มีอาการ ผิดปกติ หรือตาย	2.1.4 – 2.1.6 ในหัวข้อ 2.1.7 – 2.1.17
5	การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์	1 รายงานฉบับสมบูรณ์	เกิดการแสดงขั้นตอนกระบวนการเพื่อเป็นต้นแบบแสดงวิธีการให้ผู้ประกอบการฟาร์มหมูอื่นๆสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฟาร์มตนเองได้	-
6	การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ 6.1 การฝึกอบรม 6.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยี	การฝึกอบรม 1 ครั้ง	เกิดการอบรมและการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่พนักงาน หรือ ผู้ประกอบการอื่นๆที่สนใจ	สามารถดูได้จากแบบรายงานสรุปการดำเนินการ ในหัวข้อ 2.1.20
7	การผลิตนักศึกษา 7.1 ปริญญาตรี 7.2ปริญญาโท 7.3ปริญญาเอก	นักศึกษาปริญญาตรี 4 คน	ช่วยให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 4 คน ได้รับความรู้จากการทำวิทยานิพนธ์เรื่องต้นแบบฟาร์มหมูอัจฉริยะด้วยเครือข่ายสื่อสาร LoRaWAN **(สามารถดูได้จากเอกสารขออนุมัติหัวข้อปริญญานิพนธ์ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 4 คน)**	สามารถดูได้จากรายงานในหัวข้อ 2.1.21
8	สิทธิบัตร	-	-	
9	บทความทางวิชาการ 9.1 วารสารในประเทศ 9.2 วารสารในระดับนานาชาติ	-	-	

5.2 <u>สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ</u> <u>(สาเหตุของปัญหาพร้อมด้วยวิธีแก้ไข)</u>

1) เกิดโรคอหิวาต์หมูระบาดที่ฟาร์มหมูอาสาสมัคร ทำให้ทีมวิจัยไม่สามารถทำการติดตั้งที่ฟาร์มได้ตามกำหนดเวลา

<u>วิธีแก้ไข</u> ทีมวิจัยตัดสินใจหาฟาร์มหมูอาสาสมัครอื่นที่ใกล้ขึ้น และห่างไกลจากตำแหน่งการระบาดของโรคซึ่งอยู่บริเวณขอบชายแดนและทำหนังสือขออนุมัติกับผู้ให้ทุน

2) งบประมาณจากกองทุนล่าช้า

<u>วิธีแก้ไข</u> หัวหน้าโครงการวิจัยใช้การยืมเงินทดรองจ่าย จากมหาวิทยลัยเพื่อใช้จ่ายในงานที่สำคัญล่วงหน้าก่อน

3) ลักษณะของฟาร์มหมูมีความแตกต่างจากที่ได้คำนวณไว้ เช่นความกว้าง ความยาว ความสูง และความลึกของคอกหมู แต่ละแห่ง ทำให้เป็นอุปสรรคในการออกแบบเซนเซอร์

<u>วิธีแก้ไข</u> ทำการติดตั้งระบบกรงพร้อมทั้งกล้องแบบ Built-in ทำให้สามารถยกประกอบติดตั้งภายในเล้าหมูได้เลย

4) ลักษณะการให้อาหารหมูจะมีหลากหลายประเภท ทำให้การออกแบบระบบให้อาหารเป็นไปได้ยากที่จะเหมาะสมกับทุกฟาร์ม

วิธีแก้ไข ทางทีมวิจัยตัดสินใจรวมเอาไซโลให้อาหารหมูติดตั้งพร้อมกรงวัดน้ำหนักหมูเลย ทำให้สามารถนำเอา Load Cell หรือเครื่องชั่งน้ำหนักติดตั้งที่ฐานของไซโลให้อาหารหมู ทำให้ทราบปริมาณอาหารหมูได้

5) งานการติดตั้งกินเวลาเกินกว่าที่กำหนด เนื่องจากอุปกรณ์หลายชนิด ต่องถูกสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อให้รองรับมาตรฐานระดับอุตสาหกรรม

วิธีแก้ไข ทีมวิจัยมีการยืมอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วมาใช้ทดลองก่อน เมื่อของที่สั่งได้มาถึง จะทำให้สามารถลดระยะเวลาของการตั้งค่าและเรียนรู้กับอุปกรณ์ลงไปได้

6) การเข้าออกฟาร์มแต่ละครั้ง ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของฟาร์มเรื่องสุขอนามัยและการไม่นำโรคระบาดเข้าสู่ฟาร์ม ทำการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งอาจจะมีความเสี่ยงต่อการเป็นพาหะนำโรคไปสู่หมูภายฟาร์มได้

วิธีแก้ไข ทีมวิจัยต้องศึกษาถึงข้อกำหนดของฟาร์มก่อนเข้าสู่ฟาร์มและปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัดตลอดจนแยกฟาร์มหมูทดลองมาอยู่บริเวณเขตชั้นนอกของฟาร์มหมู ทำให้แยกพื้นที่การทำงานออกมาภายนอกเป็นการลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อระบาดของหมูได้อีกระดับหนึ่ง

5.3 ข้อเสนอแนะแผนธุรกิจสำหรับเกษตรกรฟาร์มหมู

5.3.1 การทำ SWOT

ในการให้ข้อเสนอแนะแผนธุรกิจสำหรับเกษตรกรฟาร์มหมู เราจะเริ่มจากการทำ SWOT เพื่อดูจุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunites) และอุปสรรค (Threats) ดังต่อไปนี้

1. **จุดแข็ง (Strengths)** – จากจุดแข็งพบว่าทีมวิจัยเราประกอบไปด้วยผู้วิจัยคือทีมคณาจารย์ที่มีความหลากหลายทั้งสาขาอาชีพคือ วิศกรรมไฟฟ้าสื่อสาร วิศวกรรมไฟฟ้าคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกล และอาจารย์จากคณะสัตวแพทย์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกจากนั้นทีมวิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์จากฟาร์มหมูอาสาสมัคร ในการเข้าร่วมโครงการ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงของเกษตรกรฟาร์มหมู
2. **จุดอ่อน (Weaknesses)** –ฟาร์มหมูขนาดกลางและเล็กในประเทศไทย ไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาปรับใช้ ทำให้ไม่สามารถตรวจตราค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นได้ ส่งผลให้ไม่สามารถตัดสินใจหรือแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที
3. **โอกาส (Opportunites)** – เทคโนโลยีสมัยใหม่มีความก้าวหน้าอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ยกตัวอย่างเช่นเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารในโครงข่าย LoRaWAN ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะไกล ทำให้ตอบโจทย์ฟาร์มหมูขนาดใหญ่ได้ ประกอบกับการอนุญาตและจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 900 MHz โดยสำนักงาน กสทช. ทำให้สามารถนำเอาเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ IoTs ในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงได้
4. **อุปสรรค (Threats)** - การเข้าฟาร์มแต่ละครั้ง จำเป็นต้องมีการค้างแรมและกักโรค ทำให้การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบ จะต้องมีการนัดหมายล่วงหน้า เพื่อให้ฟาร์มหมูมีการเตรียมตัวล่วงหน้า

5.3.2 การวิเคราะห์แนวโน้มการตลาดหรือเชิงเศรษฐศาสตร์แนวแก้ไขปัญหา

ปัญหา	รายละเอียด	วิธีแก้ไขปัญหา	แนวโน้มการตลาดหรือแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์
การติดต่อสื่อสารภายในฟาร์มทำได้ยาก	เนื่องจากฟาร์มส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่มากกว่า 1,000 ไร่ และไม่มีสัญญาณโทรศัพท์และสัญญาณอินเทอร์เน็ตครอบคลุม (ทำให้ระบบโครงข่ายโทรคมนาคมปกติไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้)	การดำเนินการติดตั้งระบบโครงข่ายสื่อสาร LoRaWAN เพื่อใช้ในการสื่อสารภายในฟาร์มหมูต้นแบบโดยการวางตำแหน่งเสาเกตุเวย์ (Gateway) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยทำหน้าที่เป็นแกนหลักของโครงข่าย Internet of Things (IoTs) สำหรับฟาร์มหมูจำนวนสามจุดอ้างอิง	- เกิดความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างโรงเรือนทุกโรงเรือน ทำให้ฟาร์มหมูอาสาสมัครสามารถควบคุม ดูแล สั่งการ ระบบการเลี้ยงหมูได้อย่างมีประสิทธิภาพแบบทันทีทันใด - ไม่ต้องจ้างคนงานจำนวนมากในการเดินจดบันทึกข้อมูลในแต่ละโรงเรือนและนำข้อมูลมารวมกันในไฟล์ Excel แบบดั้งเดิม - ทำให้ส่งรายงานให้แก่ฝ่ายการตลาดของบริษัทได้ช้า
การขาดแคลนวิธีการระบุน้ำหนักหมูได้ภายในเล้าหมูได้อย่างทันทีทันใด	ทำให้ไม่สามารถทราบถึงน้ำหนักหมูที่เหมาะสมในการขายหรือสุขภาพความอุดมสมบูรณ์ของหมูได้)	การออกแบบและสร้างระบบการจับภาพโดยใช้กล้อง เพื่อนำภาพชนิดวีดีโอมาคำนวณหาปริมาตรโดยใช้เทคโนโลยี Deep Learning&Data Analytics มาปรับใช้ ซึ่งจะมีการนำเอาข้อมูลภาพจากวีดีโอจำนวนหลายๆ ภาพ มาทำการสร้างระบบการจำและเรียนรู้ให้แก่ตัวประมวลผลข้อมูล และแปรค่าออกมาเป็นน้ำหนักหมู	- สามารถทำให้ทราบน้ำหนักหมูภายในเล้าได้อย่างทันทีทันใด -สามารถคาดเดาพฤติกรรมของหมูว่า ป่วยหรือมีอาการผิดปกติล่วงหน้าก่อนตายได้ เป็นการลดโอกาสของการตายของหมูทั้งเล้าได้ -สามารถทราบได้เมื่อใดสามารถนำหมูออกจำหน่ายได้ทันที เนื่องจากทางฟาร์มจะทราบว่าน้ำหนักของหมูจะเริ่มคงตัวแม้จะให้อาหารต่อไป เป็นการลดปริมาณอาหารหมูรายวัน -ประหยัดค่าแรงในการให้พนักงานเลี้ยงหมูคอยจดบันทึกและประมาณปริมาณน้ำหนักหมูรายวันได้
การขาดแคลนวิธีการนำเอาข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ในโรงเรือนและนอกโรงเรือนมาเก็บข้อมูล	เพื่อประเมินถึงสุขภาพของหมู (ทำให้ไม่สามารถหาสภาพแวดล้อมโรงเรือนที่เหมาะสมต่อหมูพันธุ์นั้นๆ	การออกแบบการหาวิธีนำเอาข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน จากระบบเดิมของภายในโรงเรือนส่งออกไปยัง Cloud Server โดยใช้ Cloud Technology เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผล	-สามารถคาดเดาพฤติกรรมของหมูว่า ป่วยหรือมีอาการผิดปกติล่วงหน้าก่อนตายได้ เป็นการลดโอกาสของการตายของหมูทั้งเล้าได้ -ประหยัดค่าแรงในการให้พนักงานเลี้ยงหมูคอยจดบันทึกและประมาณข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน - ทำให้ฟาร์มหมูสามารถกำหนดสภาพแวดล้อมที่พอเหมาะต่อการเลี้ยงหมูได้ เป็นการลดภาวะหมูตายได้
การขาดแคลนวิธีการนำเอาระบบ Data Analytic และ Big Data มาใช้ประมวลผลข้อมูลภายในฟาร์ม	ทำให้ไม่สามารถนำเอาข้อมูลที่มีอยู่ก่อนหน้าเป็นจำนวนมาก มาวิเคราะห์คาดเดา ผลที่กำลังเกิดขึ้นในอนาคตได้	วิธีการนำเอาระบบ Data Analytic และ Big Data มาใช้ประมวลผลข้อมูลภายในฟาร์ม	- ทำให้สามารถคาดเดาผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ เช่น หากปริมาณอาหารคงเหลือมากและการบริโภคน้ำน้อย จะทำให้เกิดภาวะหมูตายได้

5.3.3 Business Model สำหรับฟาร์มหมู

ในอดีตการเลี้ยงสุกรนั้นเริ่มต้นจากหลังบ้าน ซึ่งเริ่มจาก

<u>ยุคที่ 1.0</u> เน้นการเกษตรเป็นหลัก เช่น ผลิตและขาย พืชไร่ พืชสวน สุกร ไก่ โค เป็นต้น

ยุคที่ 2.0 เน้นอุตสาหกรรมแต่เป็นอุตสาหกรรมเบา การเลี้ยงสุกรก็มีการพัฒนาใช้เครื่องจักรมาช่วยทุ่นแรง เช่น ช่วยผสมอาหารสุกร สามารถสร้างโรงเรือนแบบเปิดที่ทำให้เลี้ยงสุกรได้มากขึ้น

ยุคที่ 3.0 เริ่มมีการใช้ระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น มีฟาร์มระบบปิดควบคุมสภาพอากาศแบบ Evaporative cooling system ทำให้การเลี้ยงสุกรเป็นอุตสาหกรรมการผลิตอย่างเต็มตัวอันเป็นที่มาของคำว่า การเลี้ยงสุกรแบบอุตสาหกรรม (Swine industrial farm) ซึ่งนำมาซึ่งการใช้เครื่องจักรและพนักงานเลี้ยงสัตว์จำนวนมาก

ปัจจุบันธุรกิจการผลิตสุกรหรือฟาร์มหมูในประเทศไทยคิดเป็น 4% ของผลผลิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) การผลิตสุกรนั้นผลผลิตก็คือปริมาณสุกรขุนที่ผลิตได้ต่อแม่ต่อปี หากนับจำนวนฟาร์มหมูในประเทศที่ขึ้นทะเบียนกับกรมปศุสัตว์ทั้ง 9 เขตทั่วประเทศ จะพบว่ามีจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 3,000 ฟาร์ม โดยแบ่งเป็นฟาร์มขนาดกลางและขนาดเล็กโดยนับจากฟาร์มที่มีจำนวนหมูน้อยกว่า 1,000 ตัวประมาณ 1,500 ฟาร์ม ทั้งนี้ฟาร์มดังกล่าวไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีไปใช้อย่างเต็มรูปแบบ อีกทั้งในปัจจุบันปัญหาเรื่องแรงงานมีคุณภาพเริ่มหายาก แรงงานหันไปทำด้านอื่นที่ไม่ใช่เกษตรกรรม ทำให้แรงงานฝีมือดีในด้านการเลี้ยงและผลิตสุกรขาดแคลนไปด้วย จากข้อมูลที่ทำสถิติไว้ของคณะสัตวแพทยศาสตร์ ซึ่งเป็นคณะที่ทำงานเกี่ยวกับสุขภาพสัตว์และการผลิตสัตว์ พบว่ามีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่ไปทำงานในด้านฟาร์มหมู ดังนั้นแนวความคิดในการเพิ่มบุคลากรที่มีฝีมือแรงงานสูงจึงกระทำใน 2 ด้านคือเพิ่มการผลิตบุคลากรกับหาวิธีการให้บุคลากร 1 คนทำงานได้มากขึ้นโดยคุณภาพเท่าเดิม จึงเป็นสาเหตุให้ Digital platform เข้ามามีบทบาท ในการเลี้ยงสุกร โดยปัจจุบันระบบ internet of things (IoT) จึงเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มความสามารถในการทำงานของบุคลากรทางด้านการเลี้ยงสุกรเป็นอันมาก ยกตัวอย่าง เช่น ในต่างประเทศการเลี้ยงสุกรโดยใช้ระบบ IoT ผ่านเครือข่าย 4G โดยการเลี้ยงสุกรจะเป็นแบบปล่อยอิสระ (Free housing) สุกรแต่ละตัวจะมีตัวการ์ดแสดงตัวตนและตำแหน่ง โดยทุกๆครั้งที่สุกรไปกินอาหาร เราจะทราบว่าสุกรกินอาหารกี่กิโลกรัม และตอนนี้สุกรมีน้ำหนักเท่าไร จากการชั่งน้ำหนักผ่าน load cell ซึ่งสามารถทำให้ทราบข้อมูลของสุกรรายตัวได้ และนำมาคำนวณอัตราการเจริญเติมโตต่อวัน (ADG) อัตราแลกเนื้อ (FCR) ของสุกรแต่ละตัว และสามารถขายสุกรขุนที่มีน้ำหนักเป้าหมายที่ทำให้มีกำไรสูงสุดได้ ซึ่งปกติสุกรขุนจะขายที่ 120 กิโลกรัมจะถือว่าได้กำไรสูงสุดโดยเฉลี่ย แต่ในความเป็นจริง เราจะไม่สามารถชั่งน้ำหนักสุกรขุนรายตัวได้ เพราะในฟาร์มขนาด 1000 แม่ ผลิตสุกรได้เฉลี่ย 1800 ตัวต่อเดือน ถ้าต้องชั่งรายตัวเพื่อหาสุกรที่มีน้ำหนัก 120 กิโลกรัมขายจึงเป็นเรื่องที่ยากมาก

ดังนั้นการใช้เครื่องจักรกับ IoT เข้ามาประกอบใช้กับระบบฟาร์มหมูจะมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 7 แสนบาท (ไม่รวมค่าออกแบบและพัฒนาโปรแกรม เนื่องจากมีการนำเอา Platform เดิมไปขาย) จึงทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) **ถ้าคำนวณง่ายๆ ว่า 1 ปี ฟาร์มหมูอาสาสมัครผลิตสุกรขุนได้ 22,000 ตัว ปัจจุบันกำไรตัวละประมาณ 1,000 บาทต่อตัว (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) คิดเป็น 22 ล้านบาทต่อปี ฟาร์มจะมีกำไรเพิ่มขึ้นตกปีละประมาณ 4 ล้านบาท เพียงแค่นำระบบการให้อาหารแบบอัตโนมัติมาใช้**

นอกจากนี้ยังช่วยในการเก็บข้อมูล การนอน เดิน นั่งของสุกร ซึ่งนำไปใช้ในการพยากรณ์สุขภาพของสุกรในฝูงซึ่งช่วยเพิ่มทั้งประสิทธิภาพและคุณภาพของผลผลิตสุกร หากคิดว่าการพยากรณ์สุขภาพของหมูจะช่วยทำให้ผลผลิตหมูสูงขึ้นร้อยละ 5 (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) **ถ้าคำนวณง่ายๆ ว่า 1 ปี ฟาร์มหมูอาสาสมัครผลิตสุกรขุนได้**

22,000 ตัว ปัจจุบันกำไรตัวละประมาณ 1,000 บาทต่อตัว (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) คิดเป็น 22 ล้านบาทต่อปี ฟาร์มจะมีกำไรเพิ่มขึ้นตกปีละประมาณ 1 ล้านบาท เพียงแค่นำระบบการพยากรณ์สุขภาพหมูมาใช้

นอกจากนี้ยังนำไปใช้กับการบริหารจัดการคนโดยติดอุปกรณ์ระบุตำแหน่งไว้ที่พนักงานทุกคน ซึ่งทำให้ฟาร์มทราบถึงข้อมูลการเคลื่อนที่ของคนงานภายในฟาร์ม โดยฟาร์มจะเอามาวิเคราะห์ใน 2 ส่วนคือในด้านระบาดวิทยาการควบคุมโรค โดยถ้าเกิดโรคระบาดที่อาจมีสาเหตุจากคนเป็นพาหะ ก็สามารถทวนสอบและหาทางป้องกันในครั้งต่อไปหรือค้นหาสาเหตุและขจัดโรคที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ได้ ส่วนอีกด้านคือบางฟาร์มใช้ข้อมูลการเคลื่อนไหวของคนงานเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยบางฟาร์มย้ายโรงอาหารพนักงานมาอยู่ในส่วนใกล้โรงเรือน เป็นการลดการเดินเท้าระยะไกลกว่า 500 เมตรเพื่อไปที่โรงอาหารทำให้คนงานเสียเวลาในการพักผ่อนและเหนื่อยจากการเดินในช่วงพัก ทำให้พนักงานทำงานได้ดีขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นถึงร้อยละ 20 (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) ทำให้ฟาร์มสามารถทำกำไรมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5 (ดูตารางที่ 6 ประกอบ) **โดยหากฟาร์มต้องจ่ายค่าแรงปีละ 1 ล้านบาท จะทำให้ฟาร์มหมูอาสาสมัครสามารถประหยัดค่าแรงได้ถึง 2 แสนบาทต่อปี หากนำเอาระบบบริหารจัดการคนโดยติดอุปกรณ์ระบุตำแหน่งไว้ที่พนักงานทุกคนมาใช้**

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการคำนวณกำไรที่เพิ่มขึ้นจากการนำเทคโนโลยีไปใช้

เทคโนโลยีที่ใช้	ก่อนนำเทคโนโลยีมาใช้	หลังนำเทคโนโลยีมาใช้	กำไรที่เพิ่มขึ้น
การนำเอาเทคโนโลยีวัดน้ำหนักมาใช้	น้ำหนักหมูขายได้ประมาณ 100-120 กิโลกรัม ทำให้ได้ราคาหมูเฉลี่ยต่อตัวที่ 8,400 บาท เนื่องจากผู้ประกอบการไม่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน	น้ำหนักหมูขายได้ประมาณ 120 กิโลกรัม ทำให้ได้ราคาหมูเฉลี่ยต่อตัวที่ 9,600	คิดเป็น 9,600 - 8,400 = 1,200 บาท **ราคาหมูที่ผ่านเกณฑ์ 110-120 กิโลกรัมจะได้ราคาคาสุกรขุนหน้าฟาร์มไม่เกิน 80 บาทต่อกิโลกรัมในทุกภูมิภาค (ข้อมูลจากปศุสัตว์ นิวส์วันที่ 24 ก.พ. 63)
การนำเอาระบบ IoT มาใช้ในการเพิ่มกำไร	ต้องใช้แรงงานคนในการพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดในเอกสาร ทำให้เสียค่าแรงงาน ผู้ประกอบการไม่สามารถบริหารจัดการต้นทุนได้ล่วงหน้า	ไม่ต้องใช้แรงงานคน ทำให้ผู้ประกอบการสามารถทราบข้อมูลได้จากระบบออนไลน์ทันทีทันใด	การนำเอาระบบ IoT มาใช้จะทำให้บริษัทกำไรขึ้นที่ร้อยละ 21 ในโซนยุโรป ดังนั้นสำหรับประเทศไทยเราจึงขอใช้ค่าการเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 20 เพื่อเป็นค่าตั้งต้น
การนำเอาเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการจัดการแรงงาน	ผู้ประกอบการไม่ทราบวิธีการบริหารจัดการคนงานที่ถูกต้อง	ผู้ประกอบการสามารถบริหารจัดการคนงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น การนำเอาระบบ IoT มาใช้ทำให้ทราบเวลาที่สูญเสียไปจากการเข้างานสายจากการรับประทานอาหารกลางวันที่อยู่ไกล จึงปรับเปลี่ยนระยะทางหรือย้ายโรงอาหารมาให้ใกล้ขึ้น	การนำเอาระบบ IoT มาใช้จะทำให้บริษัทกำไรขึ้นที่ร้อยละ 21 ในโซนยุโรป ดังนั้นสำหรับประเทศไทยเราจึงขอใช้ค่าการเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 20 เพื่อเป็นค่าตั้งต้นและจากการสอบถามข้อมูลจากฟาร์ม พบว่าค่าแรงคนงานคิดเป็นร้อยละ 25 ของค่าใช้จ่ายหรือคิดเป็น 0.2x0.25 = 0.05 หรือร้อยละ 5
การนำเอาเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการการ	ไม่มีการดูแลสุขภาพของลูกหมูขุน ที่ดีพอทำให้เกิดการสูญเสียลูกหมู	สามารถนำเทคโนโลยีมาใช้นการดูแลลูกหมูขุนได้	จากกศึกษาพบว่าการดูแลสุขภาพลูกหมูขุนที่ดีสามารถลดอัตราการตายของลูกหมูขุนหลังเพิ่งหย่านมลงได้ร้อยละ 4.76-6.09 ซึ่งเป็นสาเหตุการตาย

พยากรณ์สุขภาพของหมู			ส่วนใหญ่ของลูกหมูขุน ดังนั้นเราจึงขอใช้ค่าร้อยละ 5 เป็นค่าตั้งต้นสำหรับการมีระบบ IoT มาใช้ในการการพยากรณ์สุขภาพของหมูหากระบบ IoT สามารถทำงานได้ตามอุดมคติ ที่มา: C. MC. Van der Peet-Schwering And the Performance of SOHS fed high levels of nonstarch polysaccharides during gestation and lactation Over three parities I. Ani. Sci. 2003, 8, 2249-2258.

จะเห็นได้ว่าการนำ Digital platform มาใช้จึงเป็นประโยชน์มากในการเลี้ยงสุกรในอนาคต เนื่องจากโดยรวมสามารถเพิ่มผลกำไรได้ถึงร้อยละ 20 แต่เนื่องจากราคาของระบบบางอย่างที่ต้องนำเข้ามาจากฝั่งยุโรปยังมีราคาแพง การที่นักวิจัยสามารถใช้ความรู้ความสามารถมาคิดร่วมกันแบบบูรณาการเพื่อสร้าง Digital platform สำหรับฟาร์มหมู ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการเลี้ยงสุกรในบ้านเราทั้งด้านราคาและความต้องการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะช่วยประหยัดต้นทุนให้แก่ประเทศ

<u>Business Canvas</u>

<table>
<tr><td rowspan="2">หุ้นส่วนหลัก
-บริษัทเอกชนที่ร่วมทำวิจัย
-มหาวิทยาลัย มจพ.
-หน่วยงานภาครัฐที่สนับสนุน (CAT&สกว)
-บริษัทที่ขายหมูพ่อพันธุ์แม่พันธุ์
- บริษัทเอกชนที่รับติดตั้งระบบ</td><td>กิจกรรมหลัก
-ออกแบบ Platform ระบบการเลี้ยงสุกรแบบ IoTs ภายใน 12 เดือน
-การอบรมให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการฟาร์มหมูรายอื่นๆ</td><td rowspan="2">คุณค่าของผลิตภัณฑ์
-เป็นรูปแบบฟาร์มหมูที่ทำได้จริงและเพิ่มผลผลิตให้ฟาร์มได้อย่างเป็นรูปธรรม
-ราคาสามารถจับต้องได้</td><td>ความสัมพันธ์กับลูกค้า
-ตั้งทีม support เพื่อแก้ปัญหาให้ลูกค้าที่เกิดปัญหา และอบรมการใช้ให้แก่พนักงานของฟาร์ม
-การสร้าง Community ให้ Sharing ระหว่างกัน</td><td rowspan="2">ลูกค้า
-ฟาร์มหมูพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ทั่วประเทศที่เป็นระดับขนาดกลางและขนาดเล็ก</td></tr>
<tr><td>ทรัพยากรหลัก
-อาจารย์และนักวิชาการที่มีความชำนาญ
-อุปกรณ์เครื่องมือ IoTs และอุปกรณ์เครื่องมือ LoraWAN
-คอมพิวเตอร์เซอฟเวอร์</td><td>ช่องทางการขาย
-ทีมขายบริษัทเอกชนร่วมวิจัยผ่านช่องทางการสื่อสาร Website, Line, Facebook เป็นต้น</td></tr>
<tr><td colspan="2">โครงสร้างราคาต้นทุน
- ค่าจ้างทีมงานนักวิจัย
- ค่าน้ำมันเดินทางไปติดตั้งอุปกรณ์
- ค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้ง IoT และ LoraWAN
- ค่าอุปกรณ์และค่าเช่าโดเมน Cloud Server
- ค่าเช่าโครงข่าย LoraWAN Gateway</td><td colspan="3">รายได้
- การขายและติดตั้ง Digital platform ให้กับฟาร์มหมูพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ทั่วประเทศ
- ค่าบริการหลังการขาย ให้กับฟาร์มหมูพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ทั่วประเทศ
-ค่าอัพเกรดเปลี่ยนแปลงระบบให้กับฟาร์มหมูพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ทั่วประเทศในอนาคต</td></tr>
</table>

<u>บทวิเคราะห์ความคุ้มทุนของระบบสำหรับฟาร์มหมู</u>

สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มทุนโครงการ เราจะใช้ตัวชี้วัด คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ และสำรวจผลกระทบที่มีต่อสังคม ผลการค้นคว้าพบว่าการใช้ระบบฟาร์มอัตโนมัติเข้ามาใช้ในฟาร์มสุกรสามารถทำให้ฟาร์มมีกำไรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ของกำไรสุทธิเดิม ซึ่งการลงทุนใช้ระบบอัตโนมัติใช้งบประมาณเป็นร้อยละ 75 ของกำไรสุทธิของฟาร์มในแต่ละปี แต่เนื่องจากฟาร์มจะมีกำไรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 **<u>ฟาร์มจึงใช้เวลาประมาณ 4 ปีในการคืนทุน</u>** ซึ่งนอกจากมีระยะเวลาคืนทุนแล้ว ผลกระทบในเชิงบวกที่ฟาร์มจะได้ก็คือ ลดปัญหาคนงานขาดแคลนเพราะใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาทดแทน เพิ่มประสิทธิภาพของพนักงานที่มีฝีมือแรงงานที่ดีภายในฟาร์ม นอกจากนี้ถ้าเรานำไปใช้ในฟาร์มขนาดใหญ่ขึ้นราคาต่อหน่วยผลิตก็จะถูกลง ทำให้ต้นทุนของโครงการลดลง โครงการจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ฟาร์มที่ขาดคนที่มีฝีมือแรงงานสามารถขยายฟาร์มได้โดยใช้ระบบอัตโนมัติมาเพิ่มประสิทธิภาพของพนักงานให้สามารถทำงานได้มากขึ้น นอกจากนี้ประเทศไทยอาจจะประสบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคอหิวาต์แอฟริกัน ซึ่งจะทำให้สุกรสูญเสียชีวิตร้อยละ 70 ปัจจัยหลักของการแพร่กระจายโรคนี้ก็คือสุกรติดเชื้อและติดไปกับสิ่งของเครื่องอุปโภคบริโภคของคน ดังนั้นการลดการใช้คนลงก็น่าจะสามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อลงได้เช่นกัน ซึ่งสิ่งนี้เมื่อเทียบกับการต้องสูญเสียหมูทั้งฟาร์มภายหลังการติดเชื้อแล้ว นับเป็นมูลค่ามหาศาล

5.3.4 Business Model สำหรับการขายระบบฟาร์มหมูสำหรับคณะวิจัย

คณะวิจัยมีเป้าหมายการ Scale up แบ่งเป็น 2 ระยะคือ

1. ระยะสั้น: เราจะ Scale up ไปสู่ฟาร์มเครือข่ายที่สนใจในตัวต้นแบบที่เราสร้างขึ้น เนื่องจากในตอนท้ายของโครงการ เราจะมีการจัดการอบรมให้แก่ผู้ประกอบการรายอื่นๆผ่านทางการช่วยเหลือจากกรมปศุสัตว์ เพื่อนำระบบของเราเข้าสู่ตลาด ในการนี้เราจะขอความช่วยเหลือจากบริษัทที่ร่วมติดตั้งอุปกรณ์ให้แก่ทางคณะวิจัย หรือบริษัทเอกชนที่พร้อมทำ Solution ให้แก่ฟาร์มหมู โดยให้มาร่วมทุนในฐานะ Partner กับทางคณะวิจัย เนื่องจากทางบริษัทที่เราจ้างวานให้ทำการติดตั้งนั้นมีฐานลูกค้าที่เป็นฟาร์มอยู่เป็นจำนวนหนึ่ง ประกอบกับทางคณะวิจัยของเรามีบุคคลากรที่ทำงานทางด้านสัตว์แพทย์ ซึ่งมีเครือข่ายฟาร์มหมูที่รู้จักเกือบทุกฟาร์มในประเทศไทย จึงทำให้ทางทีมวิจัยมีโอกาสในการ Scale Up ได้สูงผ่านทางฟาร์มอื่นๆที่อยู่ในเครือข่ายได้ง่าย ซึ่งในการลงทุนจะเป็นลักษณะเหมือนการลงทุนให้แก่ ผู้ประกอบการฟาร์มหมูขนาดเล็กและขนาดกลางที่ไม่มีเงินลงทุนในระยะแรกเสียก่อน โดยการนำบริษัทที่ร่วมติดตั้งอุปกรณ์ให้แก่ทางคณะวิจัยหรือบริษัทเอกชนที่พร้อมทำ Solution ให้แก่ฟาร์มหมู มาร่วมเป็น Partner กับผู้ประกอบการในระยะแรก และกำหนดรูปแบบการขายในส่วนของเพลตฟอร์มและอุปกรณ์ทางกายภาพ และการลงทุน โดยทำเป็นสัญญาก่อน จากนั้นค่อยให้ผู้ประกอบการฟาร์มหมูผ่อนชำระเป็นงวดๆในแต่ละปี (Revenue Sharing) ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาของสัญญา หรืออาจอยู่ในรูปแบบการขายขาด (One-Time Charge) หากฟาร์มนั้นมีเงินทุนอยู่แล้ว ทั้งนี้ในส่วนของบริษัท Partner จะทำการฝึกบุคลากรให้มีความสามารถที่จะแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นจากลูกค้าที่ใช้ระบบ เพื่อให้ระบบที่สร้างมานั้นเกิดความยั่งยืน

2. ระยะยาว: เราจะหา (1) บริษัทคู่ค้าที่จะมาขยายกำลังการผลิตและขยายฐานลูกค้า เนื่องจากเงินทุนของเรามีปริมาณไม่มากพอที่จะครอบคลุมฟาร์มได้ทั่วทั้งประเทศ จึงจำเป็นต้องหาแหล่งนายทุนจากภายนอก เช่น การติดต่อไปยังฟาร์มหมูขนาดใหญ่ 3 อันดับแรกของประเทศ หรือการขอกู้เงินจากธนาคาร และ (2) เราจะพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับฟาร์มทุกขนาดในประเทศไทยและพัฒนาให้ระบบได้มาตรฐานสากล

- <u>การลงทุน (Investment) และการได้รับผลกำไรคืนทุน (ROI)</u>

การลงทุนเริ่มจากเราติดตั้งระบบพื้นฐาน LoRaWAN ในฟาร์มใช้เงินลงทุนประมาณ 700,000 บาท และหน่วยให้อาหารและชั่งน้ำหนักประมาณ 50,000 บาทต่อหน่วยซึ่งจะใช้เลี้ยงสุกรได้ 70 ตัวต่อปี ถ้าคิดว่าเป็นฟาร์มสุกรขนาด 1,000 แม่ที่ผลิตสุกรเนื้อได้ 20,000 ตัวต่อปี ต้องใช้หน่วยให้อาหารและชั่งน้ำหนักประมาณ 300 หน่วย ต้องลงทุนระบบนี้ประมาณ 15 ล้านบาท แต่กำไรจากการขายสุกรเนื้อต่อตัวประมาณ 1,000 บาทในปัจจุบันการใช้ระบบนี้จะทำให้มีกำไรจากการลดต้นทุนแรงงานประมาณ 10% ประกอบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้นอีก 10 % จากกำไรสุทธิของฟาร์มประมาณปีละ 20 ล้านบาท จะมีกำไรเพิ่มขึ้นปีละ 4 ล้านบาท**<u>ใช้เวลาประมาณ 4 ปี</u>**ในการคืนทุน

บรรณานุกรม

[1] J. Bell, and H.M. Dee, “Watching plants grow – a position paper on computer vision and Arabidopsis thaliana”, *IET Computer Vision*, Vol. 11, ISS 2, p. 113-121, 2017

[2] A. Chaudhury, C. Ward, A. Talasaz, A.G. Ivanov, M. Brophy, B. Grodzinski, N.P.A. Huner, R.V. Patel,and J.L. Barron, “Machine Vision System for 3D Plant Phenotyping”, a3rXiv:1705.00540, 2017

[3] T. Liu, W. Wei, W. Chen, S. Chengming, C. Chen, W. Rui, Z. Xinkai, and G. Wenshan. “A shadow-based method to calculate the percentage of filled rice grains.” *Biosystems Engineering* 150 (2016): 79-88.

[4] G. French, M. Fisher, M. Mackiewicz, and C. Needle. “Convolutional neural networks for counting fish in fisheriessurveillance video”. *In British Machine Vision Conference Workshop*. BMVA Press, 2015.

[5] M.S. Dawkins, R. Cain, and S.J. Roberts, "Optical flow, flock behaviour and chicken welfare", Animal Behaviour Volume 84, Issue 1, July 2012, Pages 219-223

[6] M.Kashiha, C. Bahr, S. Ott, C.P.H. Moons, T.A. Niewold, F.O. Ödberg, D.Berckmans, "Automatic weight estimation of individual pigs using image analysis", *Computers and Electronics in Agriculture* 107 (2014) 38–44

[7] Y. Yang, G. Teng, "ESTIMATING PIG WEIGHT FROM 2D IMAGES", Department of Agricultural and Bioenvironmental Engineering, China AgriculturalUniversity, PO Box 195, Beijing, P.R.China.

[8] T. Liu, and G. Teng, and W. Fu, "Research and Development of Pig Weight Estimation System Based on Image", *Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on*, 03 November 2011

[9] Z. Li, C. LuoGuanghui, T. Liu, "Estimation of Pig Weight by Machine Vision: A Review”. *Computer and Computing Technologies in Agriculture VII. CCTA 2013. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol 420. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014

[10] J. Kongsro, "Estimation of pig weight using a Microsoft Kinect prototype imaging system", *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 109, November 2014, Pages 32-35.

[11] งานวิจัยของ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดย ดำรง กิตติชัยศรี, อัจฉรา ภาณุรัตน์, จรัส สว่างทัพ และ นฤมล สมคุณา เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเลี้ยงสุกรพื้นเมืองตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรรายย่อยในลุ่มน้ำโขงตอนล่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วม”

[12] งานวิจัยของ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย วันดี ทาตระกูล เรื่อง “สุกรกึ่งชีวภาพ”

[13] Gartner (http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317)

[14] งานวิจัยเรื่อง “Smart Farming in Pig Production and Greenhouse Horticulture” inventory in the Netherlands. Author(s), Hoste, Robert; Suh, Hyun; Kortstee, Harry. Source, Wageningen: Wageningen Economic Research (Wageningen Economic Research report 2017-097) - ISBN 9789463432184

[15] งานวิจัยเรื่อง “Designandimplementationoflargescalepigfarmbigdata” โดย Xiao D, Yang Q, Feng J Z, Ke X, Du Z

ประวัติผู้วิจัย

112/14/1, Soi Raewadee10, Tiwanon Road **Tel**: 096-860-1065
Taladkwan, Nonthaburi, Thailand, 11000 **Email:** vitawat.sittakul@gmail.com

Assoc. Prof. Dr. Vitawat Sittakul

Education & Qualifications

Doctor of Philosophy

2006-2009: Ph.D. in Electrical and Electronic Engineering University of Bristol, Bristol, UK (www.bris.ac.uk)

Master Degree

2002-2003: Master of Science with 1st honor in Electrical and Electronic Engineering University of Northumbria, Newcastle, UK (www.northumbria.ac.uk)

Bachelor Degree

1997-2000: Bachelor of Electrical Engineering in Telecommunication Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand (www.chula.ac.th)

Work Experience

1999: An engineer trainee in telecommunication at UCOM (DTAC) Co., Ltd, Thailand (www.ucom.co.th)

2003-2004: A global engineer (Process&Measurement) at the Fabrinet Co., Ltd, Rangsit, Thailand (www.fabrinet.com)

2004-2006: A senior radio engineer at the Advanced Info Service (AIS) Co., Ltd. (www.ais.co.th)

2006-2009: A research assistant at the University of Bristol, Bristol, UK.

2009-2015: A Metrologist at the National Institute of Metrology (Thailand) (NIMT), (www.nimt.or.th)

2015 – June 2016: A Technical Consultant of FPRI advisor company on the design of CAT Telecom network utilization and model; co-jointed with British Telecommunication (BT), UK

2016 – Present: Member of Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Association of Thailand (ECTI Thailand)

2015-Present: A Lecturer in Telecommunication at King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)

Area of Interests

- Radio Frequency communication and Optical communication
- Cellular GSM/ WLAN 802.11 communication
- Digital Signal Processing (OFDM, BSK, BPSK, ASK, etc.)
- Antenna design (Broadband and dual-band)
- Microwave integrated circuit design
- Radio frequency transmission over optical fiber network

- System noise measurement and linearity
- DC power transmission over Fiber
- DC/AC and RF measurement and calibration
- Electromagnetic Magnetic Compatibility (EMC) Testing/Measurement

Publications

Journal Papers

1. Thoetphan Kingsuwannaphong, Vitawat Sittakul, "Compact circularly polarized inset-fed circular microstrip antenna for 5 GHz band", in Press, Computers & Electrical Engineering Available online 6 March 2017.
2. V. Sittakul, S. Chunwiphat, P. Tiawongsombat, "Fuzzy Logic-Based Control in Wireless Sensor Network for Cultivation, Advances in Intelligent Systems and Computing vol. 467, ISSN:2194-5357 pp. 265-279.
3. N. Prayongpun, V. Sittakul, "Smart Plug for Household Appliances", Advances in Intelligent Systems and Computing vol. 467, ISSN:2194-5357, pp. 317-325.
4. Vitawat Sittakul and Sarinya Pasakawee, "Measurement of leakage signal in radio frequency or microwave systems", IET Science, Measurement & Technology (In press) 2015.
5. V.Sittakul, L.R.Clare, S.G.Burrow, X.C.Li and M..J.Cryan, “Power over fiber for wireless applications”, Microwave and Optical Technology Letter, Volume 53, Issue 5, pages 1027–1032, May 2011.
6. V.sittakul and M.J.Cryan, “Modelling of Radio-Over-Fiber Links for 802.11g Wireless Local Area Networks”, *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 52, No. 12, pp.2672 – 2675, Dec. 2010 (impact factor 0.743@2008).
7. วิทวัส สิฏฐกุล และคณะวิจัย, “วงจรทำงานหน่วงเวลาแบบปรับค่าโดยใช้วงแหวนกำทอนแบบแยก”, วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (ว.ช), ฉบับวิทยาศาสตร์, ปีที่ 42, เล่ม 2, กรกฎาคม-ธันวาคม, 2553.
8. V.sittakul and M.J.Cryan, “A Modular Wireless-over-Fibre (WoF) System using Photonic Active Integrated Antennas (PhAIAs)*”, Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 15, March 15, 2010.

100/51 Tedsabansongkro Rd.,
Ladyao, Chatujak, Bangkok, 10900

TEL: (+66)-089-696-3892
Email: gridsada.phanomchoeng@gmail.com, gridsada.p@chula.ac.th

Gridsada Phanomchoeng

Expertise: Image processing, vehicle dynamics, nonlinear observer design, dynamics, control systems, energy harvesting, estimation, sensor design,

Education:

UNIVERSITY OF MINNESOTA — **Minneapolis, Minnesota**
Post-Doctoral: Mechanical Engineering, October 2012
Specific field: Advanced Control Systems
Project: Energy Harvesting and Weigh in Motion Sensor for Vehicle Applications

UNIVERSITY OF MINNESOTA — **Minneapolis, Minnesota**
Doctor of Philosophy: Control Science and Dynamical Systems, September 2011, GPA 3.82
Specific field: Advanced Control Systems
Dissertation title: State, Parameter and Unknown Input Estimation Problems in Active Automotive Safety Applications

UNIVERSITY OF MINNESOTA — **Minneapolis, Minnesota**
Master of Science: Aerospace Engineering and Mechanics, August 2007, GPA 3.83
Specific field: Estimation of Dynamic Systems
Thesis title: Polynomial Overbounding of State Estimation Error Distributions

CHULALONGKORN UNIVERSITY — **Bangkok, Thailand**
Bachelor of Science: Mechanical Engineering, May 2002, GPA 3.61 (top 1% in department)
Specific field: Control Systems
Senior project: The Design of a Climbing Robot

Research Areas of Interest: Classical Control, Modern Control, Optimal Control, Optimal Estimation, Kalman Filtering, Digital Control, Nonlinear Control, Nonlinear Observer, Vehicle Dynamic, CAD/CAM, Robotics, Mechatronics, Energy Harvesting, Wireless Sensors, Image Processing

Skills:

- Programming Languages: C, C++, Visual C++, PASCAL, ASSEMBLY, LabView, C#
- Software Packages: MATLAB & Simulink, Matlab GUI, AutoCAD, SolidWorks, Solid Edge, CATIA Unigraphics, CATIA, Matematica, LabView Real Time, LabView FPGA, LabVIEW Robotics, ExpressPCB, OpenGL and OpenSceneGraph, CarSim, WIN32API, MFC, Flash, Dreamweaver, HTML, Minitab, Scilab, Cognex Vision Pro, Halcon, Fusion 360
- Hardware: ETT's Micro-Controller, GE Fanuc's PLCs, NI-CompactRIO, NI-Robot, TI-MSP430 with Wireless Communication, PIC Controller, Arduino with Ethernet, Computer Architecture, I/O Data Acquisition Hardware, GPS, Arduino,
- Operating Systems: Window, Real-Time Micro-Controller, xPC-Target Real-Time
- Pinnacle Machine: View Metrology Software (VME) and Element
- Certified LabVIEW Associate Developer (November 2011)
- Six Sigma Brown Belt Training at Seagate Technology (2013)
- Certified Fundamental Concept & Application for Geometric Dimensioning & Tolerancing Part 1 (2013)
- Certified Professional of Geometric Dimensioning & Tolerancing Technologist Level (2013)

Professional Experience:

CHULALONGKORN UNIVERSITY — **Bangkok, Thailand**
• Assistant Professor, Faculty Member — May 2015-Current

SEAGATE TECHNOLOGY (THAILAND) LTD. — **Samutprakarn, Thailand**
Staff Engineer — September 2014-April 2015
• Advanced Manufacturing Engineering (AME) - Special Project: Vision and Motion Technology
Sr. Engineer — November 2012- September 2014
• Advanced Manufacturing Engineering (AME) - Special Project

UNIVERSITY OF MINNESOTA — **Minneapolis, Minnesota**
Post-Doctoral — August 2011-October 2012

UNIVERSITY OF MINNESOTA — **Minneapolis, Minnesota**
Research Assistant — June 2007- July 2011
Teaching Assistant — 2009

Widhyakorn Asdornwised
Head of Communication Division
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Chulalongkorn University
254 Phyathai Road,
Patumwan,
Bangkok 10330, Thailand

Office: 66-2-218-6907
Fax: 66-2-218-6912
E-mail: widhyakorn.a@chula.ac.th

EDUCATION

Ph.D. in Electrical Engineering, Chulalongkorn University, Thailand
Research Area: Multiple classifier systems with local discriminant bases (Multiple Description Pattern Analysis)

Master of Science in Electrical Engineering, Drexel University, Philadelphia
Award: Royal Thai Government (Ministry of Science, Technology and Environment) Scholarship

M. Eng. in Electrical Engineering, Chulalongkorn University, Thailand

B. Eng. in Electrical Engineering, Kasetsart University, Thailand

EMPLOYMENT

2006-2010 **Head of Communication Division**
Department of Electrical Engineering,
Chulalongkorn University

2006-present **Department of Electrical Engineering**, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
Assistant Professor

1991-2006 **Department of Electrical Engineering**, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

1989-1991 **Department of Electrical Engineering**, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

1988-1989 **Communication Authority of Thailand**
Large scale telecommunication and network planning division

1987-1988 **Seagate Technology Co., Ltd., Thailand**
Quality Assurance Engineer

RESEARCH INTERESTS

Classification and Machine Learning
Wavelet Applications
Image Processing
Power Quality Event Classification
Covariance Shaping Least Square Estimation
Ultra Wideband Receivers
Wavelet Denoising
Non-Intrusive Power Monitoring

PUBLICATIONS

I. Textbook

1. **Widhyakorn Asdornwised,** Digital Signal Processing: Fundamental and Advanced Methods. (in Thai), 2102423 Digital Signal Processing course, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2018.

II. Book Chapters

1. **Widhyakorn Asdornwised**, "Wavelet Transform and Its Applications to Image Processing," in Lunchakorn Wuttisittikulkij (Ed.), *Advanced Engineering in* MATLAB, CU Press, 2012.
2. **Widhyakorn Asdornwised**, "Face and Automatic Target Recognition based on Super-Resolved Discriminant Subspace," in Peter M. Corcoran (Ed.), *Reviews, Refinements and New Ideas Face Recognition*, pp. 167-180, InTech Open Access Publisher, ISBN 978-953-307-368-2, Hardcover, 328 pages, 2011.
3. **Widhyakorn Asdornwised** and Somchai Jitapunkul, "Automatic Target Recognition Using Multiple Description Coding Models for Multiple Classifier Systems," In: Windeatt, T.; Roli, F. (Eds.), *Multiple Classifier Systems*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 2709, pp. 336-345, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 2003.

III. International periodical journals

1. Pichid Kittisuwan, Thanarat Chanwimaluang, Samparit Marukatat, and **Widhyakorn Asdornwised**, "Image Denoising Employing Two-sided Gamma Random Vectors with Cycle-Spinning in Wavelet Domain," ECTI Trans. in EEC, Vol. 9, No. 2, pp. 255-263, Aug. 2011.
2. Pichid Kittisuwan, Thanarat Chanwimaluang, Samparit Marukatat, and **Widhyakorn Asdornwised**, "Image and audio-speech denoising based on higher-order statistical modeling of wavelet coefficients and local variance estimation," Int. J. Wavelets, Multiresolution and Inf. Proc., Vol. 8, No. 6, pp. 987-1017, Nov. 2010.
3. Pichid Kittisuwan, Samparit Marukatat, and **Widhyakorn Asdornwised**, "The Estimation of Radial Exponential Random Vectors in Additive White Gaussian Noise," Int. J. Wireless Sensor Network, Vol. 1, No. 4, pp. 284-292, Nov. 2009.
4. Parinya Sa-ngungsat, **Widhyakorn Asdornwised**, Somchai Jitapunkul, and Sanparith Marukatat, "Two-Dimensional Linear Discriminant Analysis of Principle Component Vectors for Face Recognition," *IEICE Trans Inf & Syst.*, Vol. E89-D, No. 7, pp. 2164-2170, 2006.
5. **Widhyakorn Asdornwised** and Somchai Jitapunkul, "Multiple Description Pattern Analysis: Robustness to Misclassification using Local Discriminant Frame Expansions," *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, Vol. E88-D, No. 10, pp. 2296-2307, Oct. 2005.

ประวัติบุคลากรในโครงการ

ชื่อ-นามสกุล	:	ดร. ชัยรัต พงศ์พันธุ์ภาณี
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	:	อาจารย์
ตำแหน่งในโครงการ	:	ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ
ที่อยู่	:	99/125 ม.อรุณพัฒน์ ถ.ยานนาวา เขตยานนาวา กรุงเทพ 10120
อีเมล์	:	chai.p@chula.ac.th
โทรศัพท์	:	02-218 6997 **โทรศัพท์มือถือ:** 0816111501 **โทรสาร:** 02-2186955
สถานที่ทำงาน	:	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพ 10330
ปีเกิด	:	พ.ศ. 2514
สัญชาติ	:	ไทย

ประวัติการศึกษา	:	Doctor of Philosophy (Radio Frequency Telecommunications) Southampton University, England 2543 Master of Science (Microelectronics and Telecommunications) Liverpool University, England 2536 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยม สาขาวิชาอิเลคทรอนิคส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง 2534
ความชำนาญด้านภาษา	:	ภาษาอังกฤษ ดี ภาษาจีน พอใช้
ความเชี่ยวชาญด้าน	:	ระบบสื่อสารโทรคมนาคม และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ประวัติการทำงาน

2543-ปัจจุบัน	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สอนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสื่อสารคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย การทำโปรแกรมระบบ โดยสอนในหลักสูตรบัณฑิต มหาบัณฑิตและดุษฎีบัณฑิต
2534-2535	วิศวกรขาย บริษัทไฟฟ้าฟิลิปส์ (ประเทศไทย) จำกัด หน้าที่ออกแบบระบบเสียงในอาคาร ระบบเสาทีวีรวมในอาคาร ระบบกล้องวงจรปิด
2534	วิศวกรฝ่ายระบบชุมสาย บริษัทซีพี เทเลคอมมูนิเคชั่น จำกัด (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นบริษัทเทเลคอมเอเชีย (มหาชน) จำกัด)หน้าที่เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์เพื่อออกแบบการติดตั้งระบบชุมสายโทรศัพท์

ผลงานทางวิชาการ:

- C. Phongphanphanee and R. Steele, "GMSK for Mobile Radio", 1995/6 Research Journal, Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton.
- C. Phongphanphanee and R. Steele, "Enhancing the DECT system", Electronics Letters, Vol.33, No.21, Oct. 9, 1997, pp.1755-1757.
- C.Phongphanphanee, T. Mitchell and R.Steele, "DECT Coverage of Indoor/Outdoor Environments", IEEE Communications Letter, Vol.3, No,6, June, 1999, pp.161-163
- B. Saksiri, S Aramvith, and C. Phongphanphanee, "Analysis of motion-based Coding for Sign Language Video Communication Applications", Proceeding of Information and Knowledge Sharing IKS 2003
- T. Mahantasanapong and C. Phongphanphanee, "Automatic Channel Allocation in Cellular Network", Proceeding of 2004 Applied Telecommunication Symposium
- Chairat Phongphanphanee , Pollawat Vonlopvisut , Nitthita Chridchoo and Lunchakorn Wuttisittikulkij, "Analysis of EMU-Sync: a time synchronization protocol for underwater mobile network" ITC-CSCC 2015, Seoul, Korea, Jun. 29-Jul. 2, 2015.
- Chairat Phongphanphanee, Masahiro Shimada and Tanit Thongtong, "Development of student support system for student athletes using electronics portfolio." 15th APSSA International Conference 2016 Chiang Mai, 26-29 June 2016

ประสบการณ์

- ที่ปรึกษาในโครงการจัดทำแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของกรมการขนส่งทางบก
  รับผิดชอบในส่วนของการออกแบบและวางแผนด้านการรักษาความมั่นคงของระบบคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
- ที่ปรึกษาในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจร Real Time ระยะที่ 1ของสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม
  รับผิดชอบในการออกแบบระบบฐานข้อมูลของระบบรายงานสภาพจราจร
- ที่ปรึกษาในโครงการด้านระบบสารสนเทศของกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย
  รับผิดชอบในการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศที่ดิน
- ที่ปรึกษาในโครงการพัฒนาโมเดลตลาดกลางของ กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์
  รับผิดชอบในการออกแบบระบบฐานข้อมูลของโมเดลตลาดกลาง
- หัวหน้าโครงการจัดทำฐานข้อมูลเรื่องเสนอคณะรัฐมนตรีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  รับผิดชอบในการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และบริหารโครงการ
- หัวหน้าโครงการพัฒนานวัตกรรมการสรรหาและเลือกสรรการพิจารณาระบบการพิจารณารับรองคุณวุฒิ ของสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน
  รับผิดชอบในการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างซอฟต์แวร์ของระบบ และบริหารโครงการ

ประวัติบุคลากรในโครงการ

ชื่อ-นามสกุล : ดร.กฤษฎา มามาตร

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : อาจารย์

ที่อยู่ : 20 หมู่ 4 ต.กระเสียว อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 72130

อีเมล์ : kritsada.m@cit.kmutnb.ac.th

โทรศัพท์ : 02-5552000 #6324 โทรศัพท์มือถือ 089-2341413

สถานที่ทำงาน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนน พิบูลย์สงคราม แขวง วงศ์สว่าง เขต บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

ประวัติการศึกษา :

<u>ปริญญาเอก</u>

2553-2559 : วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (สื่อสาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : เวกเตอร์บีมฟอร์มมิงสำหรับช่องสัญญาณหลายสายอากาศในระบบป้อนกลับที่ขีนาดจำกัด

2550-2553 : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (สื่อสาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การแบ่งนับรหัสลายเซ็นที่ใช้ความซับซ้อนในการค้นหาน้อยในระบบซีดีเอ็มเอ

2546-2549 : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยบูรพา

หัวข้อปริญญานิพนธ์ : เทคนิคการวิเคราะห์เสียงเครื่องดนตรีไทย : กรณีศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของปี่ใน

ชื่อ-นามสกุล ผศ.น.สพ.ดร. นัทธี อ่ำอินทร์.
ตำแหน่ง อาจารย์ A-4
การศึกษาสูงสุด วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิทยาการสืบพันธุ์สัตว์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
39 ถ.อังรีดูนังต์ แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: +66-2218-9649
โทรสาร: +66-2252-0738
โทรศัพท์เคลื่อนที่: +66-98193-9496
ความถนัด วิทยาการสืบพันธุ์สุกร

OGR
Faculty of Veterinary Science

ประวัติการศึกษา

2541-2547: B.A. in Doctor of Veterinary Medicine, Chulalongkorn University
2548-2549: M.Sc. in Theriogenology, Chulalongkorn University
2550: Certificate of Swine Farm Management program, Michigan State University
2549-2553: Ph.D. in Theriogenology, Chulalongkorn University

ประวัติการทำงาน

2554 ถึงปัจจุบัน อาจารย์ประจำ ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยตีพิมพ์ในวรสารวิชาการ

1. Yimpring, N., Teankum, K., Srisuwatanasagul, S., Kunnasut, N., Am-in, N., Suriyaphol, G.Alteration of androgen receptor expression, apoptosis and cell proliferation in cryptorchid suckling, nursery and growing-finishing pigs. 2019. Theriogenology, 127, pp. 49-55.
2. Am-In, N., Techakumphu, M., Kirkwood, R.N.Effect of altering the ratio of exogenous gonadotropins on reproductive performance of primiparous sows during the seasonal infertility period. 2019. Canadian Journal of Animal Science. 99(1), pp. 202-205.
3. Nuntapaitoon, M., Suwimonteerabutr, J., Am-in, N., (...), Kedkovid, R., Tummaruk, P.Impact of parity and housing conditions on concentration of immunoglobulin G in sow colostrum. 2019. Tropical Animal Health and Production. Article in Press.

4. Sirichokchatchawan, W., Pupa, P., Praechansri, P., Am-in N., (...), Sonthayanon, P., Prapasarakul, N.Autochthonous lactic acid bacteria isolated from pig faeces in Thailand show probiotic properties and antibacterial activity against enteric pathogenic bacteria. 2018. Microbial Pathogenesis. 119, pp. 208-215.
5. Am-In, N., Kirkwood, R.N., Tantasuparuk, W. Atrazine contamination of sow feed and water affects the litter sex ratio and increases fetal mortality in Thailand 2017. Canadian Journal of Animal Science, 97 (2), pp. 165-168.
6. Am-In, N., Roongsitthichai, A. Ameliorative effects of exogenous gonadotropins on reproductive profiles of replacement gilts with delayed puberty in a farm in Thailand 2017. Japanese Journal of Veterinary Research, 65 (1), pp. 45-50.
7. Roongsitthichai, A., Tummaruk, P., Am-in, N. Postparturient administration of prostaglandin F2 alpha facilitates weaning-to-service interval in primiparous sows 2015. Thai Journal of Veterinary Medicine, 45 (2), pp. 279-282.
8. Am-In, N., Chankitisakul, V., Techakumphu, M. Comparison of motility, morphology, Acrosome integrity, membrane integrity and fertilizing ability of frozen-thawed buffalo sperm separated by a Percoll® gradient or Puresperm® 2013. Buffalo Bulletin, 32 (SPECIAL ISSUE 2), pp. 405-408.
9. Chankitisakul, V., Am-In, N., Techakumphu, M. Effect of Percoll®density, duration and force of centrifugation on sperm motility, morphology, acrosome integrity, membrane integrity and sperm recovery rate of frozen-thawed buffalo semen 2013. Buffalo Bulletin, 32 (SPECIAL ISSUE 2), pp. 409-412.
10. Chankitisakul V, Am-In N, Tharasanit T, Nagai T, Techakumphu M. Sperm pretreatment with dithiothreitol increases male pronucleus formation rates after intracytoplasmic sperm injection (ICSI) in swamp buffalo oocytes. Journal reproduction and development 2013, 59(1): 66-71.