หลักการออกแบบสถาปัตยกรรมและการเชื่อมต่อสำหรับระบบควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

เศรษฐา ตั้งค้าวานิช* สหกรณ์ บัวงาม ดนุสรณ์ สลับสี และ สุรเชษฐ์ กานต์ประชา

A Principal of Architecture and Interfacing Design for Remote Control System over the Internet

Settha Tangkawanit*, Sahakorn Buangarm, Danusorn Salabsri, and Surachet Kanprachar

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University
*Corresponding author. E-mail: settha.ta@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการออกแบบเพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยนำเสนอในรูปแบบองค์ประกอบทางระบบคอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารในเชิงสถาปัตยกรรมการออกแบบ เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงส่วนประกอบต่าง ๆ และการเชื่อมต่อกันระหว่างส่วนประกอบหรือระบบย่อยดังกล่าวในลักษณะแผนภาพไดอะแกรม และได้อธิบายเนื้อหาเชิงเทคนิคและหลักการที่เกี่ยวข้องของระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อ่านได้ทำความเข้าใจหรือสามารถนำหัวข้อดังกล่าวไปศึกษาค้นคว้าต่อได้ พร้อมกับได้ยกตัวอย่างการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่คณะผู้แต่งได้ทำการทดลองออกแบบ พัฒนาและทดสอบให้สามารถสั่งการอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุได้โดยที่ผู้สั่งการไม่ได้อยู่ที่อุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งผู้แต่งคาดหวังว่าบทความนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ต้องการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยใช้ทรัพยากรและเครื่องมือที่สามารถเข้าถึงและจัดสรรมาใช้อย่างทั่วไปได้

คำสำคัญ: การควบคุมระยะไกล เครือข่ายเซ็นเซอร์ อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว

Abstract

A designing method for developing a remote device-control system over the internet network is proposed in this paper. The design is proposed in both computer system aspect and communication architecture aspect in order to give audiences to comprehend about the elements and connections between them using figures explaining in diagrams. The technical contents and principles of the designed systems are also given. Moreover, an example of the system developed by the proposed design technique is shown. This particular example is the system for remote controlling a transceiver transmitting and receiving radio signals. The control is done remotely over the internet. It has been shown that such system can function properly in controlling a device remotely allowing users to make use of the internet resources effectively.

Keywords: Remote/Tele Control System, Sensor Network, Internet of Things (IoT), Computer System, Embedded System

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสาร [1, 2] ได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของทุกคนอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้โทรศัพท์ในการสนทนาระหว่างบุคคล 2 คนที่อยู่ไกลกัน การรับชมรายการโทรทัศน์ทางไกลข้ามทวีป หรือแม้กระทั่งการใช้อินเตอร์เพื่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิตอลกันอย่างต่อเนื่องและเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้การสื่อสารระยะไกลดังกล่าวยังถูกประยุกต์ใช้กับการทำงานอื่นได้อีกด้วย ไม่ว่าจะเป็น เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks, WSNs) [3] ที่สามารถนำไปติดตั้งและประยุกต์ใช้งานกับอาชีพในสาขาต่าง ๆ ได้ อาทิเช่น การเกษตรกรรม (แสดงดังรูปที่ 1) ซึ่งอาจจะติดตั้งเซ็นวัดค่าทางการเพาะปลูก เช่น ความชื้นในดิน การไหลของน้ำในแปลงเกษตรกรรม เป็นต้น หรือแม้แต่ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตทุกระดับชั้นในหลาย ๆ ที่ได้นำระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ทั้งแบบมีสาย

และไร้สายเข้ามาช่วยตรวจสอบกระบวนการผลิต เพื่อนำข้อมูลไปตรวจสอบและวิเคราะห์และนำไปสู่การพัฒนาผลผลิตให้ดียิ่งขึ้น

รูปที่ 1 การประยุกต์ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายร่วมกับอินเตอร์เน็ตเพื่อการเกษตรกรรม [4]

อีกทั้งยังมีการประยุกต์ใช้การสื่อสารระยะไกลกับงานต่าง ๆ อีกมากมาย [5-11] ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลไกสำคัญ คือ การสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยอินเตอร์เน็ต และในอนาคตอันใกล้นี้จะเปลี่ยนจากอินเตอร์ไปเป็น “อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หรือ Internet of Things: IoT ซึ่งเป็นแนวคิดให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกสิ่งสามารถเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้

นอกจากตัวอย่างที่ได้ยกมาอธิบายดังกล่าว อินเตอร์เน็ตไม่ได้มีความสามารถเพียงรับส่งสัญญาณหรือข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อสารสนเทศเท่านั้น แต่ยังสามารถประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลได้อีกด้วย

ในบทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบโดยอธิบายในรูปแบบของสถาปัตยกรรมและโครงสร้างในการเชื่อมต่อระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้อ่านที่มีความสนใจต้องการพัฒนาระบบควบคุมระยะไกลกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้นำไปพัฒนาต่อยอดจนกลายเป็นระบบที่นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับการใช้งานจริง (Real World Problem) ในส่วนที่ 2 จะนำเสนอหลักการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นระบบฝังตัว (Embedded System) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) และระบบแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Exchange System) เพื่อนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นระบบควบคุมจากระยะไกลได้ ถัดไปในส่วนที่ 3 จะอธิบายในการแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมจากระยะไกลนี้ในมุมมองแบบสถาปัตยกรรมและการเชื่อมต่อระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อให้เห็นโครงสร้างและองค์ประกอบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ส่วนที่ 4 เป็นการนำเสนอตัวอย่างการพัฒนาระบบควบคุมจากระยะไกลเพื่อควบคุมอุปกรณ์ รับ-ส่ง สัญญาณวิทยุ และรับฟังสัญญาณเสียงกลับมายังฝั่งควบคุมผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และส่วนสุดท้ายเป็นการสรุปของบทความ

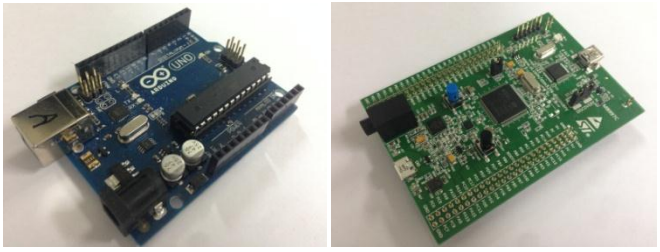
2. หลักการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

เมื่อพิจารณาความรู้และหลักการที่ใช้เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลในมุมมองของระบบคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อที่สำคัญได้ดังนี้

2.1 ระบบฝังตัวและการเชื่อมต่อ (Embedded System & Interfacing)

เมื่อต้องการจะควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์นั้น ส่วนมากจะนิยมเชื่อมต่อผ่านระบบฝังตัว [12] หรือวงจรเชื่อมต่อ หรือทั้ง 2 อย่างร่วมกัน เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปนั้นไม่มีอินพุต-เอาต์พุต (I/O) ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้าแบบทั่ว ๆ ไปนัก (General Purpose Input-Output:

GPIO) ที่สามารถเชื่อมต่อโดยตรงเพื่อเข้าถึงการควบคุมอุปกรณ์ หรืออาจใช้วงจรเชื่อมต่อเพื่อแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมแก่ระบบฝังตัว และสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบคอมพิวเตอร์ถัดไปได้



รูปที่ 2 ตัวอย่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

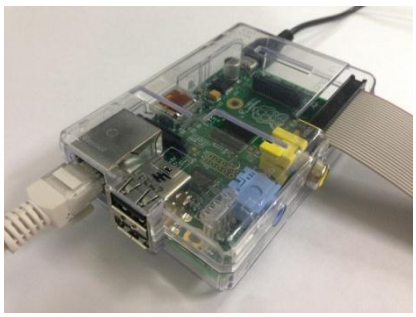
และส่วนมากนักพัฒนาจะเลือกใช้งานระบบฝังตัวกลุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งโดยทั่วไปมีให้เลือกใช้หลายตระกูล เช่น Arduino, ARM, PIC เป็นต้น

2.2 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเกตเวย์ (Computer System & Gateway)

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [1,2] ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการติดต่อสื่อสารร่วมกันระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ เข้าด้วยกันได้ หากพิจารณาจากหัวข้อที่ผ่านมา หากเลือกใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ปลายทางแล้ว ในอดีตมักจะใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น และรับ-ส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ดังกล่าวผ่านระบบเครือข่ายที่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นๆเชื่อมต่ออยู่ อาจจะเป็น อีเทอร์เน็ตแลน หรือแลนไร้สาย แสดงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์กับระบบเครือข่าย

แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เชื่อมต่อหรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณประเภทอีเทอร์เน็ตแลน หรือชุดโมดูลจีเอสเอ็ม (GSM Module) ที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์เข้ากับอุปกรณ์ฮับหรือสวิตช์ที่ทำหน้าที่เสมือนเกตเวย์ของระบบออกสู่อินเตอร์เน็ตได้โดยตรงไม่ต้องผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4 คอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็ก Raspberry Pi ที่รองรับการเชื่อมต่ออีเทอร์เน็ต

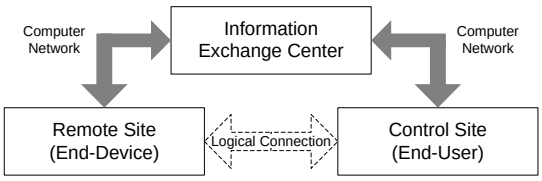
รวมทั้งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้นจนกลายเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือคอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็กที่รองรับอินพุต-เอาต์พุตแบบทั่วไป (GPIO) ที่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ และยังมีการนำวงจรเครือข่ายประเภทอีเทอร์เน็ตแลนติดตั้งลงในแผงควบคุมหลักอีกด้วย จึงสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับบัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พร้อมกับรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายผ่านอีเทอร์เน็ตแลนได้ด้วยตัวเอง

2.3 ระบบแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Exchange System)

เมื่อข้อมูลเดินทางออกจากเกตเวย์ของระบบแล้ว สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทาง มายังผู้ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งโดยมากจะประยุกต์ใช้การพัฒนาเว็บเซอร์วิสมาเป็น API (Application Program Interfacing) เพื่อง่ายในการเรียกใช้และเป็นการทำงานในชั้นบนสุดของแบบจำลองเครือข่ายที่ใช้โดยทั่วไป และนักพัฒนาโดยมาจะใช้ระบบฐานข้อมูล (Database System) [13] มาเป็นตัวกลางในการพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลลงตารางในฐานข้อมูล เนื่องจากชุดคำสั่งในการเข้าถึงและจัดการข้อมูล (Query) ในปัจจุบันมีรูปแบบที่ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นผู้ที่ต้องการพัฒนาในส่วนนี้ควรมีความรู้ความเข้าใจเรื่องเว็บเซอร์วิสและฐานข้อมูล ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือในการพัฒนาที่หลากหลายภาษาและหลากหลายรุ่นมาก อาทิเช่น การพัฒนาเว็บเซอร์วิสด้วย ภาษา PHP, ASP (VB,C# Script) หรือ JSP เป็นต้น รวมทั้งการใช้งานฐานข้อมูลก็มีให้เลือกใช้หลายผลิตภัณฑ์ เช่น mySQL เป็นต้น

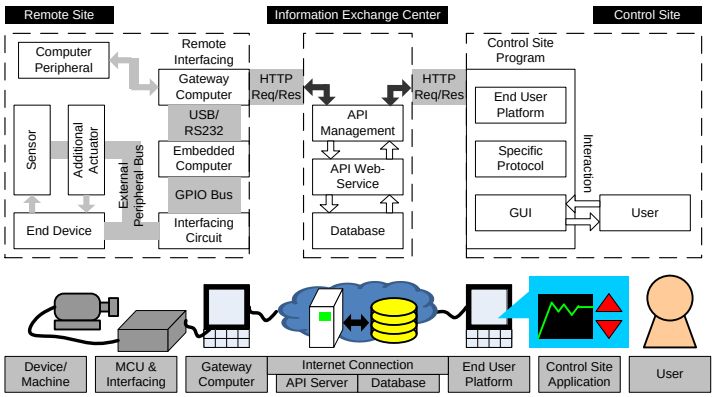
3. สถาปัตยกรรมการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์ระยะไกล

ระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะสามารถนำเสนอแนวทางการออกแบบเชิงโครงสร้างและสถาปัตยกรรมโดยมีแนวคิดในการออกแบบ 3 ส่วนหลัก แสดงให้เห็นดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ภาพรวมการทำงานระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกล

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่ามีระบบหลักอยู่ 3 ส่วนคือ 1) ระบบสำหรับอุปกรณ์ปลายทาง (Remote Site) 2) ระบบส่วนกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Exchange Center) และ 3) ระบบสำหรับผู้ควบคุม (Control Site) โดยเสมือนว่า ระบบสำหรับผู้ควบคุมและระบบสำหรับอุปกรณ์ปลายทางได้ทำการเชื่อมต่อกันเชิงตรรกะ แต่ถูกเชื่อมต่อกันจริงทางกายภาพผ่านระบบส่วนกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งสามารถเขียนอธิบายเป็นโครงสร้างย่อยภายในระบบหลักทั้ง 3 ส่วนได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การออกแบบเชิงโครงสร้างและสถาปัตยกรรมทั่วไปสำหรับระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.1 ระบบสำหรับอุปกรณ์ปลายทาง (Remote Site)

ระบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำให้อุปกรณ์ปลายทางสามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์และระบบสื่อสาร เพื่อที่จะถูกควบคุมจากระยะไกลได้ ซึ่งอธิบายเป็นโครงสร้างย่อยได้ดังนี้

อุปกรณ์ปลายทาง หรือ **"End Device"** คืออุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม ซึ่งผู้พัฒนาจะต้องทราบวิธีการทำงานของอุปกรณ์ชิ้นดังกล่าวเพื่อที่จะควบคุมให้ได้ อุปกรณ์กลุ่มนี้มีหลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าต้องการจะควบคุมอุปกรณ์ชนิดใด อาทิเช่น หลอดไฟภายในบ้าน มอเตอร์ในแขนกลหุ่นยนต์ในโรงงาน เป็นต้น

ตัวตรวจจับและตัวกระทำ หรือ **"Sensor & Actuator"** โครงสร้างในส่วนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อนำมาติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ปลายทางเพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อไปยังระบบฝังตัวผ่านวงจรเชื่อมต่อในขั้นต่อไป เนื่องจากในบางกรณีไม่สามารถทำการส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์หรือวงจรภายในอุปกรณ์ได้โดยตรงได้ ดังนั้น บางครั้งจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์กระทำเพื่อช่วยบังคับหรือสั่งการอุปกรณ์ปลายทางโดยอ้อม เช่น การติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เข้ากับปุ่มหมุนปรับระดับเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น และในบางกรณีผู้พัฒนาระบบต้องการทราบค่าต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบอุปกรณ์ปลายทาง เช่น กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์, แรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์สร้างออกมา หรือ อุณหภูมิของอุปกรณ์ปลายที่ในขณะดำเนินการ เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าต้องมีการติดตั้งตัวตรวจจับเพิ่มเติมเข้าไปร่วมกับอุปกรณ์ปลายทางดังกล่าว ซึ่งทั้งอุปกรณ์ปลายทาง ตัวตรวจจับและตัวกระทำเหล่านี้จะถูกเชื่อมต่อเพื่อรับ-ส่งสัญญาณทางไฟฟ้าไปยังส่วนถัดไป

วงจรเชื่อมต่อ หรือ **"Interfacing Circuit"** วงจรเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง ตัวตรวจจับและตัวกระทำ มายังระบบฝังตัว ซึ่งส่วนมาจะเป็นวงจรขับ (Driver Circuit) อาจจะเป็นทรานซิสเตอร์ หรือรีเลย์ เป็นต้น ที่ใช้สำหรับในกรณีสั่งจากจากระบบฝังตัวไปยังอุปกรณ์ปลายทางหรือตัวกระทำ และมักจะใช้วงจรป้องกัน (Protection Circuit) อาจจะเป็นอุปกรณ์ประเภท อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Opto-Coupler) หรือชุดวงจรกันชน (Buffer Circuit) ที่ใช้สำหรับรับค่าจากวงจรตรวจจับเข้ามายังระบบฝังตัว เป็นต้น

ระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว หรือ **"Embedded Computer"** ส่วนนี้มักจะถูกพิจารณาเป็นส่วนที่สำคัญมากของระบบอุปกรณ์ปลายทาง เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถรับคำสั่งจากระบบที่อยู่เหนือว่า (ระบบคอมพิวเตอร์เกตเวย์ หรือจากเว็บเซอร์วิสโดยตรง) และนำมาประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณไปกระตุ้นวงจรขับไปยังอุปกรณ์ปลายทางได้ รวมทั้งสามารถรับสัญญาณจากตัวตรวจจับมาช่วยประมวลผลในการทำงานได้ เช่น การนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาใช้วัดอุณหภูมิในการต้มน้ำตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ (ระบบควบคุมแบบปิด) เป็นต้น โดยส่วนใหญ่อุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาระบบในส่วนนี้นิยมเลือกใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์

คอมพิวเตอร์เกตเวย์ หรือ **"Gateway Computer"** อย่างที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 2 การรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบ TCP/IP (รวมถึงลักษณะ HTTP Request ด้วย) นั้น ซึ่งโดยทั่วไปสามารถนำระบบฝังตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านการสื่อสารอนุกรม (RS232 หรือ USB) โดยมีการกำหนดโพรโตคอลในการสื่อสารระหว่างกันไว้แล้ว ซึ่งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อนี้จะมีโปรแกรมเกตเวย์ที่สามารถรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์และแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่รับ-ส่งข้อมูลดังกล่าวผ่านระบบ TCP/IP ต่อไปได้

อุปกรณ์เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ หรือ **"Computer Peripheral"** เนื่องจากเมื่อเลือกใช้อุปกรณ์ประเภทเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยประมวลผลในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายแล้ว ยังสามารถนำอุปกรณ์ที่ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อและใช้ประโยชน์ได้ด้วย เช่น การนำไมโครโฟนเพื่อรับสัญญาณเสียงมาประมวลผล หรือการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลและนำภาพมาประมวลผลเพื่อช่วยให้ระบบควบคุมมีการทำงานที่ตอบสนองกับผู้ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

3.2 ระบบส่วนกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Information Exchange Center)

ระบบนี้จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสะพานเพื่อให้เกิดการสื่อสารจากส่วนควบคุมไปยังส่วนอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งวิธีที่นิยมใช้มากสุดจะเป็นการนำเทคนิคด้านเว็บเซอร์วิสมาประยุกต์ใช้ โดยพัฒนา API ที่ต่อการเสมือนเป็นฟังก์ชั่นหรือโปรแกรมย่อย และนำไปติดตั้งในเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานอยู่ตลอดเวลา และรองรับการใช้งานแบบ Client-Server ผ่านการเรียกใช้แบบ HTTP(s) Request ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วย API 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่ม Machine API ซึ่งหมายถึงชุดคำสั่งที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์กับโปรแกรมเกตเวย์ของระบบปลายทาง และ 2) กลุ่ม Human API

ซึ่งจะเป็นชุดคำสั่งที่ใช้ติดต่อระหว่างผู้ใช้และเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทั้งนี้โดยมากมักจะนำระบบฐานข้อมูลมาเป็นที่พักข้อมูลตรงกลางในการสื่อสาร และสามารถพัฒนาเป็นระบบบันทึกข้อมูลต่อไปได้

3.3 ระบบสำหรับผู้ควบคุม (Control Site)

ระบบนี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเป็นหลัก ดังนั้นการออกแบบในส่วนนี้ควรพิจารณาในส่วนต่อไปนี้

ชนิดของอุปกรณ์ของผู้ใช้ หรือ **“End User Platform”** เนื่องจากปัจจุบันผู้ใช้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมที่มีลักษณะที่หลากหลายมากขึ้นจากสมัยก่อน ดังนั้นผู้พัฒนาควรคำนึงถึง อุปกรณ์ที่ผู้ใช้เข้าถึงการควบคุมอย่างเหมาะสม เช่น เรื่องชนิดของอุปกรณ์ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ หรืออุปกรณ์สมาร์ทดีไวซ์ เป็นต้น เรื่องของระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์นั้นๆ หรือการออกแบบให้เป็น Web-Application หรือเป็น Mobile Application ซึ่งผู้พัฒนาระบบจะต้องทราบความต้องการของผู้ใช้ (Requirement) ให้ถูกต้องก่อนที่จะเริ่มพัฒนาระบบดังกล่าว

ส่วนต่อประสานกราฟฟิคสำหรับผู้ใช้ หรือ **“Graphic User Interface**: GUI” จากที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ผ่านมา การออกแบบ GUI ควรออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลโดยเสมือนกันอุปกรณ์นั้นอยู่หน้าผู้ควบคุม โดยทั้งนี้โปรแกรมดังกล่าวจะมีการทำงานที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบสื่อสาร ซึ่งภายในจะต้องพัฒนาโปรแกรมที่สื่อสารด้วยโพรโตคอลที่รองรับการสื่อสารไปยังเครื่องเว็บเซิร์ฟ เวอร์ตรงกลางได้ (HTTP Request)

4. กรณีศึกษา: ผลการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ทางคณะผู้แต่งได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลโดยใช้แนวคิดตามที่ได้นำเสนอ โดยพัฒนาขึ้นในแต่ละส่วน และนำมาร่วมกันเป็น ระบบควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถอธิบายตามส่วนได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบสำหรับอุปกรณ์ปลายทาง

อุปกรณ์ปลายทางสำหรับกรณีศึกษานี้คือเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุความถี่ย่านประชาชน (CB245) โดยทางคณะผู้แต่งได้พัฒนาอุปกรณ์และวงจรเชื่อมต่อสัญญาณจากกล่องควบคุมไปยังเครื่อง โดยมีลักษณะการติดตั้งดังรูปที่ 7

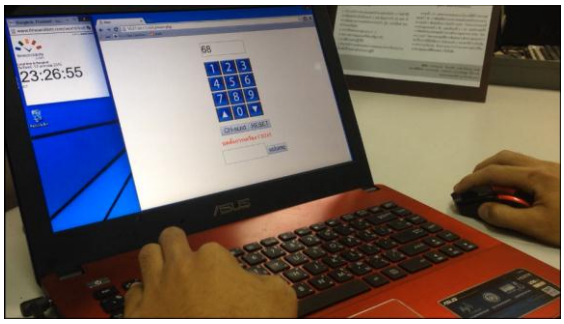
รูปที่ 7 ชุดควบคุมที่เชื่อมต่อกับเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ

4.2 ผลการพัฒนาระบบส่วนกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ในส่วนนี้ทางคณะผู้แต่งได้พัฒนาระบบเว็บเซอร์วิสเพื่อเป็น API ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าอุปกรณ์ปลายทางและส่วนควบคุมจากผู้ใช้ โดยพัฒนาให้รองรับการรับส่งแบบ HTTP Request และนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานตลอดเวลา

4.3 ผลการพัฒนาระบบสำหรับผู้ควบคุม

สำหรับกรณีศึกษาการพัฒนาระบบควบคุมระยะไกลตามแนวทางที่บทความนี้นำเสนอนั้น ในส่วนสำหรับโปรแกรมควบคุมสำหรับผู้ใช้นั้น ทางคณะผู้แต่งได้ออกแบบเป็นลักษณะ Web-Application เนื่องจากผู้ใช้จะปฏิบัติงานอยู่ในสำนักงาน และมีเว็บเบราว์เซอร์รองรับในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สำนักงานอยู่ในเครื่องแล้ว โดยมีลักษณะการใช้งานดังรูปที่ 8 โดยมีลักษณะออกแบบให้เป็นปุ่มกดตัวเลขเสมือนกับการปรับเลือกช่วงสัญญาณความถี่ของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 8 ชุดควบคุมที่เชื่อมต่อกับเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ

4.4 สรุปผลการทำงานระบบควบคุมอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

จากระบบที่ทางคณะผู้แต่งได้ทดลองพัฒนาขึ้นนั้น สามารถควบคุมการสั่งการปรับช่องสัญญาณวิทยุ (ช่องที่ 1 - 80) และสั่งปรับระดับความดังของลำโพงของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุได้ โดยความล่าช้าของการสั่งการจากผู้ใช้ผ่านระบบอินเตอร์มายังเครื่อง (Latency Time) ประมาณ 6 - 8 วินาที เนื่องจากโปรแกรมเกตเวย์ที่ใช้ติดต่อกับ API ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นถูกกำหนดระยะเวลาในการร้องขอ (Request) ไว้ทุก ๆ 5 วินาที และเนื่องจากมีระยะเวลาที่หน่วงไปซึ่งเกิดจากระบบเครือข่ายอีกประมาณ 1 - 3 วินาที (ขึ้นอยู่กับการจราจรข้อมูล ณ ช่วงเวลานั้น ๆ) ซึ่งระบบที่พัฒนาดังกล่าวสามารถรับคำสั่งจากผู้ใช้จากระยะไกลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต มาสั่งการอุปกรณ์ปลายทางคือเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุได้อย่างถูกต้องทุกคำสั่ง ครบถ้วนทุกครั้ง พิจารณาเป็นความถูกต้อง 100% และใช้เวลาในการสั่งการในช่วง 6 - 8 วินาที

5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยอธิบายถึงระบบย่อยในส่วนต่าง ๆ พร้อมกับแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบย่อยดังกล่าว โดยอธิบายในลักษณะโครงสร้างและสถาปัตยกรรม พร้อมกันนี้ทางคณะผู้แต่งได้นำกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบลักษณะนี้ นำมาแสดงให้เห็นผลลัพธ์และลักษณะอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดที่ได้นำเสนอในบทความนี้ ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง โดยมีความถูกต้องในการสั่งการ 100% และมีระยะเวลาในการสั่งการอุปกรณ์ไม่เกิน 6 - 8 วินาที ซึ่งพิจารณาแล้วว่าไม่ช้าจนเกินไป ซึ่งคณะผู้แต่งคาดหวังว่าบทความนี้จะเป็นประโยชน์และแนวทางแก่ผู้ที่เริ่มต้นศึกษาและต้องการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ระยะไกลได้ด้วยตนเอง

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556 จากกองทุนวิจัยและพัฒนา กิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) โครงการวิจัย สัญญาเลขที่ T2-1-0002/56

เอกสารอ้างอิง

[1] Behrouz A. Forouzan, Firrouz Mosharraf, “Computer Networks: A Top-Down Approach”: McGraw-Hill, 2012.

[2] Behrouz A. Forouzan, “Data Communication and Networking” (4th edition) Singapore: McGraw-Hill, 2007.

[3] Kaveh Pahlavan and Prashant Krishnamurthy, “Principles of Wireless Access and Localization”: John Wiley & Sons, 2013.

[4] สุวิทย์ กิระวิทยา, ธีรพงษ์ สีฟอง และ ขวัญชนก นวลนภาศรี “เครือข่ายไร้สายเพื่อการเกษตร”, in YECC, IT Contest Festival. 2015.

[5] Sasaki T., Miyata T., and Kawashima K., “Development of remote control system of construction machinery using pneumatic robot arm” in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2004. (IROS 2004)

[6] Soon-Young Yang, Sung-Min Jin, Soon-Kwang Kwon, “Remote control system of industrial field robot”, International Conference on Industrial Informatics (INDIN 2008), 2008, Page(s): 442- 447.

[7] Suo, D., Han Y., Yang G., ″The Wireless Remote Control System for Portable X-Ray Machine″, on Computer Science and Information Engineering 2009, in WRI World Congress, 2009, Page(s): 354 - 358.

[8] Xu Huaiyu, Su Ruidan, Hou Xiaoyu, and Ni Qing, “Remote Control System Design Based on Web Server for Digital Home”, on Hybrid Intelligent Systems, 2009 (HIS′09) Ninth International Conference, 2009, Page(s): 457- 461.

[9] Quang Hoan Le, Soon-Yong Yang, “Study on the architecture of the remote control system for hydraulic excavator,” in Control, Automation and Systems (ICCAS), 2011, the 11th International Conference, 2011, Page(s): 941- 945.

[10] Tengfei Zhang, Qinxiao Li, Fumin Ma , “Remote control system of smart appliances based on wireless sensor network”, on Control and Decision Conference (CCDC), 2013, Page(s): 3704 - 3709.

[11] Guangxi Wu, Xiong Yu, “Remote control system for energy efficient home”, on IEEE Energytech, 2013, Page(s): 1 - 5.

[12] Ibrahim, Dogan., “Microcontroller based applied digital control”, John Wiley & Sons, 2006.

[13] Silberschatz and Abraham, “Database system concepts”, Boston: McGraw-Hill, 2011.