การตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี แบบเวลาจริง ในเครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

REAL-TIME MONITORING AND CONTROL OF PLC DATA MEMORY IN CONTINUOUS PASSIVE MOTION MACHINE BASED ON THE INTERNET OF THINGS

*ธนยศ อริสริยวงศ์**

Tanayos Arisariyawong*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University.

***Corresponding author, e-mail:** Tanayos.swu@gmail.com*

***Received:** June 14, 2018; **Revised:** September 7, 2018; **Accepted:** September 13, 2018*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี แบบเวลาจริง ต้นทุนต่ำ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งร่วมกับเทคนิคการสื่อสารกับพีแอลซีผ่านทางพอร์ตโปรแกรมในเครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถมองเห็นสถานะการทำงานของเครื่องอย่างชัดเจนและควบคุมการทำงานของเครื่องได้จากที่ห่างไกล จากผลการทดลองพบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงผลและควบคุมสถานะการทำงานของเครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องได้อย่างถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเวลาหน่วงเฉลี่ยในการแสดงผลบนแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนผ่านอินเทอร์เน็ตเท่ากับ 1.43 วินาที สาเหตุของเวลาหน่วงเกิดจากความเร็วและความหนาแน่นในการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พีแอลซี เครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่อง

Abstract

This paper described the development of a low cost device for real-time monitoring and control of PLC data memory using internet of things (IoT) technology with a communication technique with PLC through programming port for continuous passive motion machine (CPM). The developed device allowed to monitor the status of the machine clearly and controlling it from a distance. From the experimental results shown that the developed device can display and control the status of CPM correctly 100%. The average time delay was 1.43 s. in updated status of software application on smartphones over the internet. The time delay was dependent on the speed and traffic density of internet.

Keywords: Internet of Things, PLC, Continuous Passive Motion Machine

บทนำ

ข้อติดหลังผ่าตัดของข้อศอกและหัวไหล่เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถกลับไปใช้ข้อได้ตามปกติ การทำกายบำบัดต่อเนื่องหลังผ่าตัดสามารถลดปัญหานี้ได้ ซึ่งปัจจุบันมีการใช้เครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่อง (Continuous Passive Motion Machine: CPM) เข้ามาช่วยในการทำกายภาพบำบัดหลังผ่าตัด ทำให้ผลการผ่าตัดแก้ไขภาวะข้อติดได้ผลสำเร็จดี [1-3] โดยเป็นที่ยอมรับว่าการป้องกันภาวะข้อติดหลังการผ่าตัดโดยอาศัยการใช้เครื่องมือมาทำการขยับข้อนั้นสามารถควบคุมความถี่ จำนวน และลดปัญหาจากการไม่ให้ความร่วมมือของผู้ป่วยในการรักษาได้ในระดับหนึ่ง [4-6] แต่เครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องที่ใช้ในประเทศไทยโดยมากเป็นการสั่งซื้อนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง จึงมีเครื่องลักษณะนี้ใช้อยู่เฉพาะในโรงพยาบาลขนาดใหญ่เท่านั้น และไม่เพียงพอต่อผู้ป่วยทางคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จึงได้ทำการวิจัยต้นแบบเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ [7] เพื่อใช้ทดแทนเครื่องจากต่างประเทศและได้นำมาใช้งานจริงกับผู้ป่วย ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้นมีการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) [8] และไม่มีหน้าจอแสดงผลการทำงานของเครื่อง ทำให้ขณะใช้งานเครื่องผู้ดูแลหรือแพทย์จะต้องคอยนับจำนวนรอบการทำงานหรือจับเวลาการทำงานของเครื่องด้วยตนเอง เพื่อจะสั่งหยุดการทำงานของเครื่องให้ตรงกับที่กำหนดไว้ ทำให้โอกาสที่จะผิดพลาดเป็นไปได้สูง อีกทั้งแพทย์ผู้ดูแลจะไม่สามารถทราบสถานะการทำงานของเครื่องได้เมื่อต้องไปตรวจผู้ป่วยคนอื่นหรืออยู่ในที่ห่างไกลจากตัวเครื่อง

การสื่อสารกับพีแอลซีในขณะที่กำลังทำงานเพื่อตรวจสอบหรือควบคุมข้อมูลหน่วยความจำมักนิยมใช้พอร์ตสื่อสารที่พีแอลซีรองรับ [9] แต่วิธีการนี้อาจจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในกรณีที่พีแอลซีที่นำมาใช้ไม่ได้มีพอร์ตสื่อสารมาให้ในตัวทำให้ต้องซื้อโมดูลสื่อสารเพิ่มเติม หรือไม่สามารถติดตั้งโมดูลสื่อสารเพิ่มได้เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งจำกัด ส่วนการนำข้อมูลต่างๆ ของพีแอลซีเข้าสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ปัจจุบันนิยมใช้สองวิธีคือผ่านสัญญาณวายไฟ (WiFi) และผ่านสัญญาณโทรศัพท์ [10-11] การเลือกใช้ช่องทางใดก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและเงื่อนไขการใช้งาน แต่ทั้งสองวิธีที่กล่าวมาก็ยังนิยมใช้การสื่อสารกับพีแอลซีผ่านพอร์ตสื่อสารที่พีแอลซีรองรับเท่านั้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

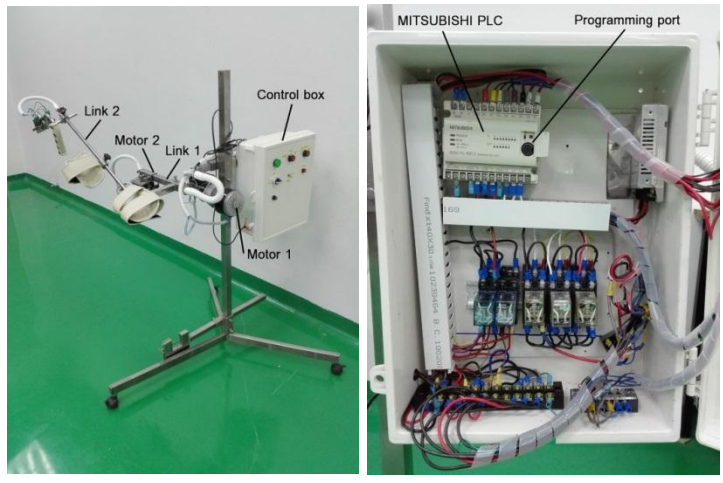
เพื่อพัฒนาอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของ พีแอลซีแบบเวลาจริง ต้นทุนต่ำ ในเครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องที่รองรับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยนำข้อมูลของหน่วยความจำพีแอลซีมาแสดงยังอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ดูแลหรือแพทย์ได้เห็นสถานะการทำงานของเครื่องอย่างชัดเจนและในเวลาเดียวกันข้อมูลของหน่วยความจำจะถูกส่งเข้าสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อให้แพทย์ผู้ดูแลสามารถทราบสถานะการทำงานของเครื่องได้จากที่ห่างไกล ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลหรือแพทย์สามารถใช้เครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ลดภาระงานและความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และไม่เป็นการดัดแปลงตัวเครื่องต้นแบบมากจนเกินไป อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจะใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งร่วมกับเทคนิคการสื่อสารกับพีแอลซีผ่านทางพอร์ตโปรแกรม (Programming Port) ซึ่งพอร์ตดังกล่าวโดยทั่วไปจะใช้สำหรับโปรแกรมการทำงานของพีแอลซีเพียงอย่างเดียว หลังจากโปรแกรมเสร็จแล้วพอร์ตนี้จะถูก

ปล่อยว่างไว้โดยไม่ได้ใช้งาน การนำพอร์ตนี้มาใช้จะช่วยลดปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายสำหรับโมดูลสื่อสารที่ต้องซื้อเพิ่ม รวมถึงปัญหาพื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์เสริมไม่เพียงพอ

วิธีดำเนินการวิจัย

ต้นแบบเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่

โครงสร้างและส่วนประกอบของต้นแบบเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ที่พัฒนาโดยคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ [7] สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1(ก) ตัวเครื่องประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่หมุนข้อต่อหัวไหล่ (Motor 1) และข้อต่อข้อศอก (Motor 2) ส่วนแขนผู้ป่วยจะถูกประคองด้วยแขนของเครื่อง คือ Link 1 และ Link 2 มุมการหมุนของข้อต่อจะถูกจำกัดด้วยลิมิตสวิตช์ การควบคุมการทำงานของเครื่องจะทำผ่านตู้ควบคุม (Control Box) ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี โดยผู้ใช้งานจะต้องกดปุ่มสวิตช์เพื่อเลือกข้อต่อและความเร็วที่ต้องการจากหน้าตู้ควบคุม จากนั้นตัวเครื่องจะทำงานโดยหมุนมอเตอร์ในลักษณะไปกลับตามตำแหน่งของลิมิตสวิตช์ที่ตั้งไว้ เมื่อต้องการหยุดการทำงานของเครื่องผู้ใช้จะต้องกดปุ่มหยุดด้วยตนเอง ภาพที่ 1(ข) แสดงส่วนประกอบต่างๆ ภายในตู้ควบคุม โดยพีแอลซีที่ใช้สำหรับเครื่องนี้เป็นยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX0-14MT [12] ซึ่งมีพอร์ตโปรแกรม (Programming Port) อยู่ที่ด้านหน้าและสื่อสารแบบ RS-422 ในการใช้งานเครื่อง ตัวแปรสำคัญที่ผู้ใช้จะต้องทราบคือเวลาที่ใช้งานหรือจำนวนรอบในการหมุนข้อต่อ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ขณะเครื่องทำงานผู้ใช้จะต้องจดจำหรือบันทึกด้วยตัวเองและเมื่อถึงค่าที่กำหนดก็กดสวิตช์หยุดการทำงานที่หน้าตู้ควบคุม

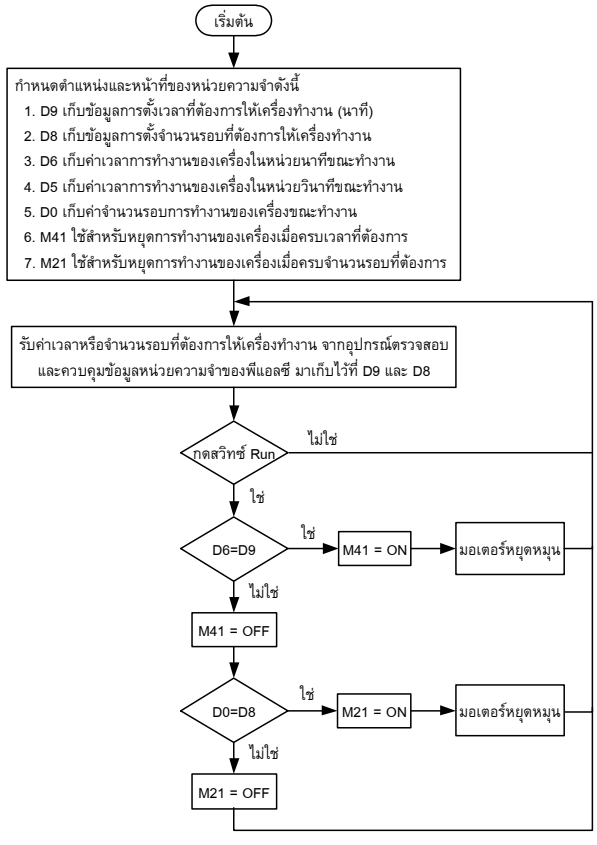


(ก) (ข)

ภาพที่ 1 (ก) โครงสร้างและส่วนประกอบของต้นแบบเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่, (ข) ส่วนประกอบต่างๆ ภายในตู้ควบคุม

การออกแบบโปรแกรมของพีแอลซีในเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่

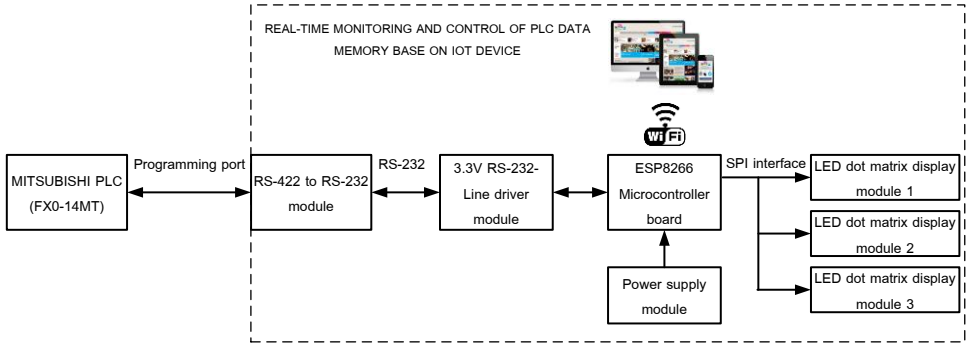
โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งในการสื่อสารกับอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีจำเป็นต้องระบุตำแหน่งและหน้าที่ของหน่วยความจำในพีแอลซีให้ชัดเจนเพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ถูกต้อง การหยุดการทำงานของเครื่องจะใช้เงื่อนไขจากเวลาที่ตั้งไว้หรือจำนวนรอบการทำงานที่กำหนด



ภาพที่ 2 โฟลว์ชาร์ตโปรแกรมพีแอลซี

อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของ พีแอลซี แบบเวลาจริงโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

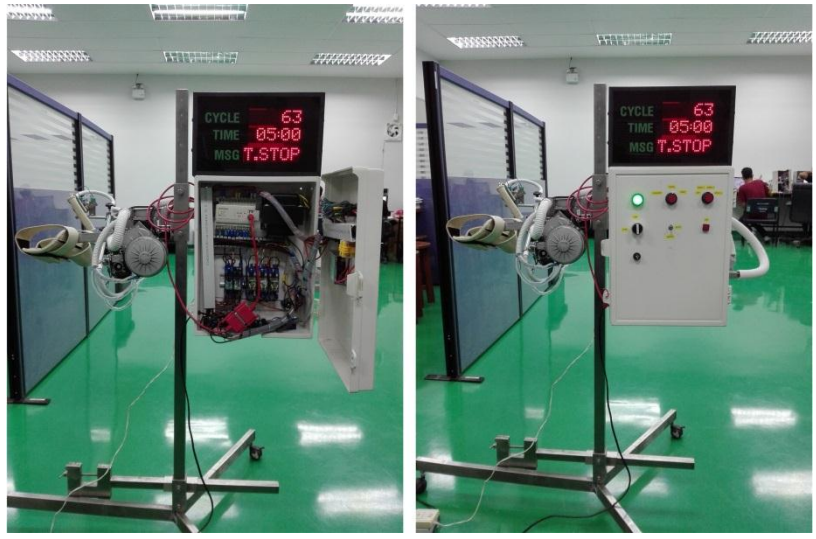
เพื่อที่จะทำให้สามารถตั้งค่าและแสดงผลตัวแปรที่สำคัญของต้นแบบเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ซึ่งได้แก่ เวลาที่ใช้งานและจำนวนรอบในการหมุนข้อต่อ ให้เห็นอย่างชัดเจนและผ่านอินเทอร์เน็ตได้นั้น จึงได้มีการออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี แบบเวลาจริงโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อใช้สำหรับสื่อสารกับพีแอลซีที่เป็นตัวควบคุมภายในเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ โดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีไดอะแกรมการทำงานดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ไดอะแกรมการทำงานอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี

โดยเริ่มจากตัวควบคุมพีแอลซีภายในเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ ซึ่งเป็นยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX0-14MT จะสื่อสารกับอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีผ่านทางพอร์ตโปรแกรม (Programming Port) ซึ่งพอร์ตดังกล่าวนี้ใช้การสื่อสารแบบ RS-422 จากนั้นสัญญาณสื่อสารแบบ RS-422 จะถูกแปลงเป็นสัญญาณสื่อสารแบบ RS-232 ที่โมดูล RS-422 to RS-232 (RS-422 to RS-232 Module) เพื่อแปลงเป็นสัญญาณที่ไมโครคอนโทรเลอร์รองรับ แล้วสัญญาณที่ได้จะถูกลดระดับแรงดันไฟฟ้าลงเป็น 3.3 โวลต์ ที่โมดูล 3.3V RS-232-Line Driver (3.3V RS-232-Line Driver Module) สัญญาณสื่อสารที่ได้นี้จะเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ESP8266 (ESP8266 Microcontroller Board) ที่ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ESP8266 [13] เป็นตัวควบคุมหลัก ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ 32 บิต ประมวลผลด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 160 MHz พร้อมโมดูลวายฟาย (WiFi) ในตัว ถูกออกแบบมาให้ใช้สำหรับงานด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยเฉพาะในส่วนของการแสดงผลจะใช้เป็นแอลอีดี ดอทแมทริก (LED Dot Matrix) ความสูง 32 mm ยาว 128 mm แสดงตัวอักษรได้สูงสุด 5 ตัวอักษร จำนวน 3 โมดูล (LED Dot Matrix Display Module 1 - LED Dot Matrix Display Module 3) โดย LED Dot Matrix Display Module 1 จะใช้แสดงค่าจำนวนรอบในการหมุนข้อต่อส่วน LED Dot Matrix Display Module 2 จะใช้แสดงค่าเวลาที่ใช้งาน และ LED Dot Matrix Display Module 3 จะใช้แสดงข้อความเพื่อแจ้งสถานะต่างๆ ของเครื่องให้ผู้ใช้ทราบ โมดูลแสดงผลทั้งหมดจะเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ ESP8266 ผ่านทางพอร์ต SPI (Serial Peripheral Interface) แหล่งพลังงานของอุปกรณ์ทั้งหมดมาจากโมดูแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Module) ขนาด 3.3 VDC 500 mA การแสดงผลนอกจากจะแสดงที่ตัวอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีเองแล้วยังส่งค่าดังกล่าวเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านสัญญาณไร้สายวายฟาย (WiFi) รวมทั้งสามารถตั้งค่าเวลาที่ใช้งานและจำนวนรอบในการหมุนข้อต่อที่ต้องการได้โดยตรงผ่านอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้งานหรือแพทย์ผู้ดูแลสามารถทราบสถานะการทำงานของเครื่องรวมถึงตั้งค่าการทำงานของเครื่องได้จากสถานที่ห่างไกล ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญที่แพทย์จะต้องสามารถติดตามการทำงานของเครื่องได้ตลอดเวลาแม้ว่าไม่ได้อยู่ที่หน้าเครื่องก็ตาม ภาพที่ 4 แสดงถึงอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีที่พัฒนาขึ้น ภาพที่ 5 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีเมื่อใช้งานร่วมกับเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่

ภาพที่ 4 อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี



ภาพที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีกับเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่

การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีกับเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่

การสื่อสารกับพีแอลซีภายในเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่จะทำผ่านทางพอร์ตโปรแกรม (Programming Port) ของพีแอลซี โดยใช้โปรโตคอล (Protocol) สื่อสารสำหรับพีแอลซีรุ่น FX-Series ของบริษัท MITSUBISHI [14] โดยต้องตั้งค่าการสื่อสารเป็น 9600 bit/s, Seven Data Bit, Even Check, One Stop Bit ตำแหน่งของหน่วยความจำภายในพีแอลซีอ้างอิงตามตารางที่ 1 ส่วนตารางที่ 2 แสดงรูปแบบโปรโตคอลสำหรับคำสั่งอ่านข้อมูลหน่วยความจำ และตารางที่ 3 แสดงรูปแบบโปรโตคอลสำหรับคำสั่งเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ

ตารางที่ 1 การอ้างอิงตำแหน่งของหน่วยความจำภายในพีแอลซีรุ่น FX-Series ของบริษัท MITSUBISHI

Data Registers	Address (Hex)
D0 – D1023	1000-17FE Address = 1000H + Component number*2

ที่มา: MITSUBISHI ELECTRIC. (2003). *USER'S MANUAL: FX COMMUNICATION (RS-232C, RS-485, RS-422).*

ตารางที่ 2 โปรโตคอลสำหรับคำสั่งอ่านข้อมูลหน่วยความจำ

STX	CMD	High Address	Low Address	Number of Bytes	ETX	SUMH	SUML
02H	30H	1st Byte 2nd Byte	3rd Byte 4th Byte	1st Byte 2nd Byte	03H	1st Byte	2nd Byte

ที่มา: MITSUBISHI ELECTRIC. (2003). *USER'S MANUAL: FX COMMUNICATION (RS-232C, RS-485, RS-422).*

ตารางที่ 3 โปรโตคอลสำหรับคำสั่งเขียนข้อมูลหน่วยความจำ

STX	CMD	High Address	Low Address	Number of Bytes	Low byte Data	High byte Data	ETX	SUMH	SUML
02H	30H	1st Byte 2nd Byte	3rd Byte 4th Byte	1st Byte 2nd Byte	1st Byte 2nd Byte	3rd Byte 4th Byte	03H	1st Byte	2nd Byte

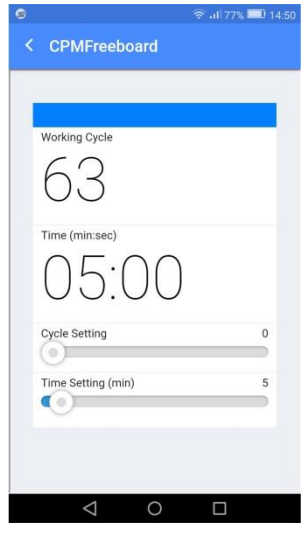
ที่มา: MITSUBISHI ELECTRIC. (2003). *USER'S MANUAL: FX COMMUNICATION (RS-232C, RS-485, RS-422).*

การรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีผ่านอินเทอร์เน็ต

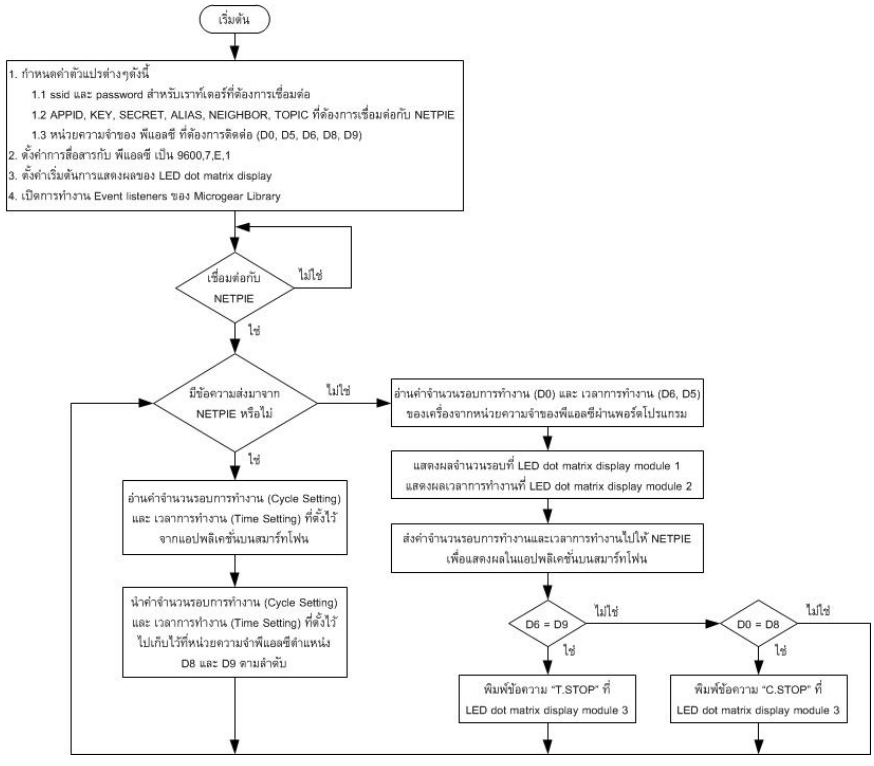
การเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อตั้งค่าและแสดงผลสถานะการทำงานของเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่จะใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้คลาวด์แพลตฟอร์ม NETPIE ซึ่งเป็นบริการสำหรับการพัฒนางานทางด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) [15] โดย NETPIE ได้เตรียมไลบารีสำหรับพัฒนาโปรแกรมไว้ให้เรียกว่า Microgear Library ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ไลบารีดังกล่าวร่วมกับ Arduino IDE และพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาซี [16] ไดอะแกรมการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6 แอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี ในการตั้งค่าและแสดงผลเวลาที่ใช้งานและจำนวนรอบในการหมุนข้อต่อของเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ผ่านอินเทอร์เน็ตสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 7 ส่วนโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมในอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของ

พีแอลซีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 8 ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ข้อมูลล่าสุดของผู้ป่วยที่ใช้งานเครื่องทั้งเวลาที่ใช้หรือจำนวนรอบในการทำงานของเครื่องจะถูกบันทึกไว้ในระบบคลาวด์ด้วยเพื่อไว้สำหรับเป็นข้อมูลนำไปวิเคราะห์ได้ภายหลัง

ภาพที่ 6 ไดอะแกรมการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง



ภาพที่ 7 แอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี



ภาพที่ 8 โฟลว์ชาร์ตโปรแกรมอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี

ผลการวิจัย

เพื่อทดสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ประกอบด้วย การทดลองความถูกต้องในการแสดงผลจำนวนรอบการทำงาน การทดลองความถูกต้องในการแสดงผลเวลาการทำงาน และการทดลองความเร็วในการตอบสนองของแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน

การทดลองความถูกต้องในการแสดงผลรอบการทำงาน

โดยเริ่มต้นจะกำหนดจำนวนรอบการทำงานของเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ที่ต้องการผ่านทางแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน จากนั้นกดปุ่มเริ่มทำงานที่ตัวเครื่องแล้วรอจนเครื่องหยุดเอง ทำการบันทึกค่าจำนวนรอบการทำงานที่แสดงบนอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีและแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4 จากผลการทดลองพบว่าที่อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี และแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน สามารถแสดงผลรอบการทำงานของเครื่องได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลการทดลองความถูกต้องในการแสดงผลรอบการทำงาน

จำนวนรอบการทำงานที่ตั้งไว้ (รอบ)	ค่าจำนวนรอบการทำงานที่แสดงบนอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี (รอบ)			ค่าจำนวนรอบการทำงานที่แสดงบนแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน (รอบ)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
100	100	100	100	100	100	100
300	300	300	300	300	300	300
600	600	600	600	600	600	600
900	900	900	900	900	900	900

การทดลองความถูกต้องในการแสดงผลเวลาการทำงาน

โดยเริ่มต้นจะกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องขยับข้อต่อเนื่องของข้อศอกและหัวไหล่ที่ต้องการผ่านทางแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน จากนั้นกดปุ่มเริ่มทำงานที่ตัวเครื่องแล้วรอจนเครื่องหยุดเองทำการบันทึกเวลาการทำงานที่แสดงบนอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี และแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5 จากผลการทดลองพบว่า ที่อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีและแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน สามารถแสดงเวลาการทำงานของเครื่องได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ผลการทดลองความถูกต้องในการแสดงเวลาการทำงาน

เวลาการทำงานที่ตั้งไว้ (นาที)	เวลาการทำงานที่แสดงบนอุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี (นาที)			เวลาการทำงานที่แสดงบนแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน (นาที)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
30	30	30	30	30	30	30
60	60	60	60	60	60	60
90	90	90	90	90	90	90
120	120	120	120	120	120	120

การทดลองความเร็วในการตอบสนองของแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน

เพื่อทดสอบความเร็วในการแสดงผลของแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนผ่านอินเทอร์เน็ต เมื่อค่าที่อุปกรณ์ตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซีมีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้นาฬิกาจับเวลาเมื่อค่าของจำนวนรอบการทำงานของเครื่องมีการเปลี่ยนแปลงเทียบกับการเปลี่ยนแปลงค่าที่เกิดขึ้นบนแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6 จากผลการทดลองพบว่า การแสดงผลบนสมาร์ทโฟนจะช้ากว่าที่อุปกรณ์ตรวจสอบ

และควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 วินาที ทั้งนี้เนื่องมาจากความเร็วของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและปริมาณการใช้งานของอุปกรณ์อื่น ๆ ณ เวลาที่ทดลอง

ตารางที่ 6 ผลการทดลองความเร็วในการแสดงผลของแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนผ่านอินเทอร์เน็ต

การทดลอง (ครั้งที่)	เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟน (วินาที)
1	1.25
2	1.31
3	1.45
4	1.62
5	1.27
6	1.55
7	1.44
8	1.78
9	1.36
10	1.22
เฉลี่ย	**1.43**

สรุปและอภิปรายผล

อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบและควบคุมข้อมูลหน่วยความจำของพีแอลซี แบบเวลาจริงสำหรับเครื่องบังคับขยับข้อแบบต่อเนื่องโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำให้แพทย์เห็นสถานะการทำงานของเครื่องได้อย่างชัดเจน ตัวเครื่องสามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ และยังสามารถตรวจสอบและตั้งค่าการทำงานของเครื่องผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้แพทย์ผู้ดูแลสามารถทราบสถานะการทำงานของเครื่องได้จากที่ห่างไกล มีความสะดวกและมีประสิทธิภาพในการใช้งานเพิ่มขึ้น อีกทั้งเป็นการลดภาระงานและความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ได้ จากผลการทดลองพบว่าตัวอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้งในส่วนของการตั้งค่าและแสดงผล แต่จะมีเวลาหน่วงในการแสดงผลบนแอปพลิเคชั่นในสมาร์ทโฟนผ่านอินเทอร์เน็ตเนื่องมาจากความเร็วของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและความหนาแน่นในการใช้งานอินเทอร์เน็ต แต่เวลาหน่วงที่เกิดขึ้นไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องขณะใช้งาน เครื่องยังสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้เนื่องจากพีแอลซีภายในเครื่องสามารถจำค่าที่ตั้งไว้แม้จะไม่มีการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตก็ตาม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2560

เอกสารอ้างอิง

[1] Salter RB, Hamilton HW, Wedge JH, Tile M, Torode IP, O'Driscoll SW, Murnaghan JJ, Saringer JH. (1984). Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: a preliminary report of a feasibility study. *J Orthop Res*. *1*(3), 325-342.

[2] O'Driscoll SW, Kumar A, Salter RB. (1983, Jun). The effect of continuous passive motion on the clearance of a hemarthrosis from a synovial joint. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop Relat Res*. (176), 305-311.

[3] Dhert WJ, O'Driscoll SW, van Royen BJ, Salter RB. (1988, May). Effects of immobilization and continuous passive motion on postoperative muscle atrophy in mature rabbits. *Can J Surg*. *31*(3), 185-188.

[4] Gelinas JJ, Faber KJ, Patterson SD, King GJ. (2000, January). The effectiveness of turnbuckle splinting for elbow contractures. *J Bone Joint Surg Br*. *82*(1), 74-78.

[5] Liu XH, Zhang LD, Jiang XY, Wang MY. (2008, October). Preliminary report of surgical treatment of post-traumatic stiff elbow. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. *46*(20), 1568-1571.

[6] Morrey BM. (2009). *Physical examination in elbow; The elbow and its disorders*. 4th ed. Saunders Elsevier PA USA.

[7] Cholawish Chanlalit. (2013). Continuous passive motion machine for elbow and shoulder. In *Final Research Report.* Nakornnayok: Faculty of Medicine Srinakharinwirot University.

[8] S. Brian. Morriss. (2000). *Programmable logic controllers*. New Jersey: Prentice Hall.

[9] Li Yanli, Fan Panguo, Xu Jianshe and Xi Hongguo. (2006). Study of Application of Communication Between PC and PLC. *Measurement & Control Technology*. (25), 55-57.

[10] Ramesh Joshi, H M Jadav, Aniruddh Mali, and S V Kulkarni. (2016). IOT Application for Real-time Monitor of PLC Data using EPICS. In *Int. Conf. on Internet of Things and Application*. pp. 68-72. Pune: India.

[11] Han-Chuan Hsieh, and Chi-Ha Lai. (2011). Internet of Things Architecture Based on Integrated PLC and 3G Communication Networks. *Int. Conf. on Parallel and Distributed Systems*. pp. 853-856. Tainan: Taiwan.

[12] MITSUBISHI ELECTRIC. (2000). *Hardware Manual FX0/FX0N Series Programmable Controllers.* Retrieved from http://www.mitsubishielectric.com

[13] Espressif Systems. (2018). *ESP8266EX Datasheet.* Retrieved from http://www.espressif.com

[14] MITSUBISHI ELECTRIC. (2003). *USER'S MANUAL: FX COMMUNICATION (RS-232C, RS-485, RS-422).* Retrieved from http://www.mitsubishielectric.com

[15] National Electronics and Computer Technology Center. (2016). *NETPIE: Internet of Things.* Retrieved from https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html

[16] National Electronics and Computer Technology Center. (2017). *User Manual NETPIE*. Retrieved from https://netpie.io/tutorials