การแปลงระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำแบบออฟไลน์ให้เป็นระบบออนไลน์แบบเวลาจริงด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

วีระศักดิ์ ชื่นตา[1*], นิฏฐิตา เชิดชู[2] และ สิทธิชัย ชาวนา[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[*]weerasak@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบเพื่อปรับปรุงระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ ที่ปัจจุบันมีใช้งานอยู่บางส่วนเป็นแบบออฟไลน์ไม่สามารถตรวจสอบข้อมูลได้แบบเวลาจริง การเก็บข้อมูลต้องทำการโหลดข้อมูลจากระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบออฟไลน์ ณ ตำแหน่งจุดวัดคุณน้ำภาพแล้วจึงนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อใช้งานต่อไป เพื่อลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ

ในระบบที่นำเสนอ เบื้องต้นทำการแปลงสัญญาณจากระบบออฟไลน์เดิมที่ผลการวัดคุณภาพน้ำที่ได้จากเซนเซอร์ออกมาเป็นสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลผ่านมอดูล Modbus romote IO module รุ่น M160 ร่วมกับบอร์ดประมวลผล Raspberry PI ข้อมูลคุณภาพน้ำจะถูกบันทึกไว้บนบอร์ดประมวลผลที่ใช้ระบบฐานข้อมูลแบบเวลาจริง MongoDB และสามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำด้วยโปรแกรม Node-Red นอกจากการบันทึกข้อมูลไว้ที่บอร์ดประมวลผลแล้ว ยังทำการส่งข้อมูลดังกล่าวไปที่เครื่องแม่ข่ายบนคลาวด์ ที่ใช้ฐานข้อมูลแบบเวลาจริง InfluxDB และสามารถนำเสนอผลข้อมูลย้อนหลังได้ด้วยโปรแกรม Grafana กรณีพบความผิดปกติของคุณภาพน้ำเครื่องแม่ข่ายจะทำการแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE

คำสำคัญ: การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ, เซนเซอร์, อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง, การเฝ้าระวังแบบเวลาจริง

Transformation of an Offline to an IoT-based Real-time River Water Quality Monitoring System

Weerasak Cheunta[1,*], Nitthita Chirdchoo[2] and Sitthichai Chaona[3]
1,3 Field of Industrial Computer Technology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University
2 Field of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University
*Weerasak Cheunta; email: weerasak@webmail.npru.ac.th

Abstract

This paper presents the design for upgrading an offline river water quality monitoring system to an IoT-based real-time system. The design is to be applied to offline river water quality monitoring units that are currently being installed for monitoring the quality of the river. These units can perform water quality measurement and record the results in the internal data storage. In order to collect this data, manual data transfer at the monitoring location is mandatory, leading to inefficiency due to the time and cost required. Furthermore, with manual data collection, real-time monitoring and response can hardly be achieved.

Specifically, our design first obtains analog measurement results from the current monitoring unit and converts them into digital signals using Modbus remote IO M160 module. These signals are then fed to a Raspberry Pi. These results are then stored in both the Raspberry Pi internal storage and the cloud server for further uses. The database and visualization on Raspberry Pi is developed using real-time MongoDB and Node-Red while InfluxDB and Grafana are being used as the database and visualizer on the cloud server, respectively. Our design also includes notification through LINE application for urgent alerts. With our design, the real-time online water quality tracking is possible without system replacement.

Keywords: water quality monitoring, sensors, Internet of things, real-time monitoring

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง IoT (Internet of Things) มีบทบาทอย่างมากในแทบทุกวงการทั้งในงานภาคเกษตร อุตสาหกรรม การแพทย์ เป็นต้น ระบบ IoT ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ คือ 1) Smart Device อุปกรณ์ที่มีหน้าที่เฉพาะโดยมีส่วนประกอบของเซนเซอร์เพื่อทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณต่าง ๆ ที่สนใจ หน่วยประมวลผลขนาดเล็ก microprocessor และส่วนของการสื่อสารเพื่อทำการแลกเปลี่ยนข้อมูล 2) Cloud Server ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางรับส่งข้อมูลจาก Smart Device ส่งต่อไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสื่อสารข้อมูลผ่านระบบไร้สาย 3) Dashboard ส่วนแสดงผลและควบคุมการทำงานในมือของผู้ใช้งาน อยู่ในรูปของ Device หรือแอปพลิเคชันในคอมพิวเตอร์หรือ Smartphone ผู้ใช้จะดูข้อมูลที่ Smart Device ส่งมา ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์และระบบ รวมถึงถ่ายทอดคำสั่งใหม่ไปยัง Smart Device จากส่วนนี้

ในงานเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแม่น้ำมักกินพื้นที่ในการเฝ้าระวังในพื้นที่กว้าง ทำให้มีความจำเป็นต้องติดตั้งจุดตรวจเฝ้าระวังจำนวนหลายจุดในต่างสถานที่ ซึ่งจุดตรวจวัดเหล่านี้บางส่วนยังมีการทำงานเป็นแบบออฟไลน์ ระบบออฟไลน์ดังกล่าวนอกจากจะทำให้ผู้ใช้งานต้องใช้เวลาและงบประมาณในการเก็บข้อมูลแล้ว ยังทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที ก่อทำให้เกิดความเสียหายตามมา กรณีตัวอย่างที่พบเช่น การตรวจคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติที่บ่อยครั้งพบว่า เกษตรกรที่ใช้แหล่งจากธรรมชาติเช่นกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะชังได้รับความเสียหายจากน้ำเสีย เนื่องจากไม่ทราบค่าคุณภาพของแหล่งน้ำอย่างทันท่วงที เป็นต้น งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบเพื่อปรับปรุงระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นระบบที่ติดตั้งไว้บริเวณริมแม่น้ำ หรือโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในน้ำและใช้ในการบ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำ ผลของการตรวจวัดจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำภายในชุดตรวจวัดเอง การจะเข้าถึงข้อมูลจำเป็นต้องมีบุคลากรเพื่อโหลดข้อมูล ณ จุดวัดน้ำ แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปประเมินคุณภาพน้ำที่หน่วยงานต่อไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถปรับปรุงระบบตรวจวัดเดิมให้เป็นแบบออนไลน์เวลาจริง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และสามารถแจ้งเตือนหากตรวจพบปัญหาคุณภาพน้ำได้ผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE งานวิจัยนี้ต่างจากงานพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำอื่นๆ [1-3] ที่นำเสนอการออกแบบระบบเองทั้งหมดเป็นหลักตั้งแต่การเลือกใช้เซนเซอร์ บอร์ดประมวลผล และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสั่งการเซนเซอร์และบอร์ดประมวลผล

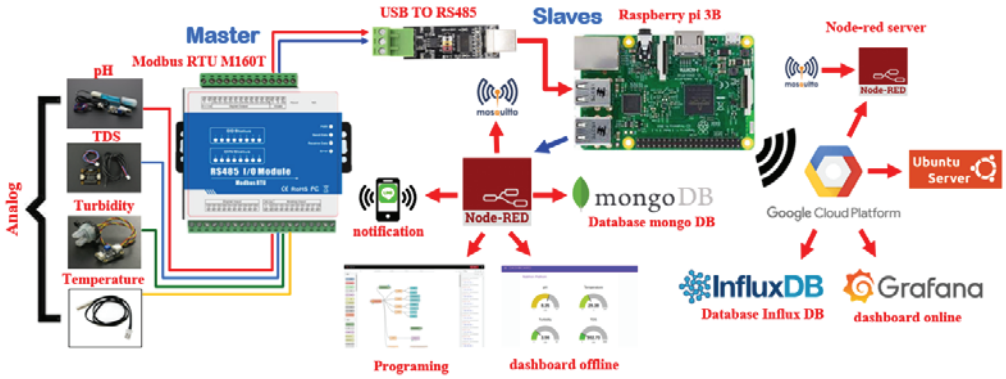
ในหัวข้อถัดไปแสดงการออกแบบและพัฒนาระบบส่วนต่อขยายที่ใช้เชื่อมต่อกับเครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบออฟไลน์ให้เป็นแบบออนไลน์ หัวข้อที่ 3 และ 4 แสดงการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และผลสรุปของงานวิจัยนี้ตามลำดับ

2. การออกแบบและพัฒนาระบบ

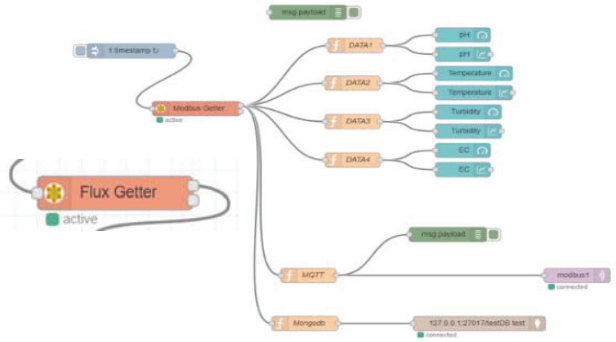
เครื่องมือวัดแบบออฟไลน์ทั่วไปมักมีช่องสัญญาณขาออกให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้ ซึ่งอาจเป็นสัญญาณแอนะล็อกหรือสัญญาณดิจิทัล ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบออฟไลน์แทนด้วยเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำที่มีสัญญาณขาออกแบบแอนะล็อกจำนวน 4 ช่องสัญญาณ ได้แก่ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ สารละลายของน้ำ และความขุ่น เพื่อให้สัญญาณดังกล่าวส่งต่อได้ในระยะไกลและรองรับการเพิ่มจำนวนเครื่องมือวัดออฟไลน์ในระบบ ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ Modbus Remote IO Module รุ่น M160 เพื่อแปลงเป็นสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ดังแสดงในรูปที่ 1 ข้อมูลคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์จะถูกเก็บไว้ใน Register ต่างกันเพื่อรอการอ่านข้อมูล

ข้อมูลจากอุปกรณ์ Modbus Remote IO Module รุ่น M160 จะถูกส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลเฉพาะที่เพื่อทำการแสดงผล จัดเก็บ แจ้งเตือน และส่งต่อไปยังเครื่องแม่ข่ายที่อยู่ในระยะไกลออกไป ในครั้งนี้เลือกบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry pi รุ่น 3B การออกแบบเริ่มจากการใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ USB เป็น RS485 เพื่อสื่อสารการกับ M160 ใช้โปรแกรม Node-red ในส่วนของ Modbus Flux Getter โดยจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่สำคัญๆ ได้แก่ หมายเลข Address ของ M160 และจำนวน Register ที่ต้องการอ่านข้อมูล 4 Register ข้อมูลดิจิทัลจากแต่ละ Register จะถูกแปลง

ย้อนกลับเป็นค่าแรงดันแอนะล็อก เพื่อใช้ในการประเมินค่าคุณภาพน้ำดังแสดงในรูปที่ 2 ระบบมีหน้าจอการแสดงผลในรูปแบบ kiosk mode ดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 ระบบสถานีวัดคุณภาพน้ำออนไลน์ที่ออกแบบ




```
var raw = msg.payload
msg.payload = raw[1];
        anlog = raw[1]
        Tc = [(anlog * 100 / 4096)] * 135 / 100
        temp = Tc-25
        msg.payload = temp.toFixed( 2 );
return msg;
```

รูปที่ 2 การทำงานของ Raspberry pi ในส่วนของ Modbus Flux Getter และการแปลงข้อมูล

รูปที่ 3 การทำงานของ Raspberry pi ในส่วนของการแสดงผลแบบเวลาจริง ด้วย Node-red

นอกจากนี้ในส่วนของ Raspberry pi ยังออกแบบให้ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบเวลาจริงด้วย MongoDB [4] เพื่อรองรับการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ผ่านทางโพรโทคอล REST และเพื่อให้ระบบสามารถทำงานแบบ

ออนไลน์ ข้อมูลคุณภาพน้ำจำลองจาก M160 จะถูก Raspberry pi ส่งผ่านไปยังเครื่องแม่ข่ายระยะไกลในรูปแบบข้อมูล JSON ด้วย โพรโทคอล MQTT ทางพอร์ต 1883

ที่เครื่องแม่ข่ายจะทำการสร้างหน้าจอแสดงผลจากซอฟต์แวร์ Grafana [5] เนื่องจากซอฟต์แวร์ดังกล่าวมีความสามารถสูงในการแสดงผลของทั้งข้อมูลในปัจจุบัน (Live data) ข้อมูลย้อนหลัง และยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นอกจากนั้นยังทำการติดตั้งข้อมูลฐานข้อมูลแบบเวลาจริง InfluxDB [6] ที่เครื่องแม่ข่ายเพื่อความสะดวกในการเชื่อมต่อกับโปรแกรม Grafana โดยเครื่องแม่ข่ายจะใช้โปรแกรม Node-red เปิดรับข้อมูลผ่านทาง MQTT โพรโทคอล ถอดข้อมูลจากรูปแบบ JSON จัดเก็บลงในฐานข้อมูล InfluxDB ส่วนทำงานคู่ขนาน Grafana เชื่อมต่อกับ InfluxDB นำข้อมูลมาแสดงผล ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 หน้าจอการนำเสนอข้อมูลผ่าน Grafana เครื่องแม่ข่าย

3. การทดสอบหาประสิทธิภาพ

เพื่อดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพผู้วิจัยได้นำเครื่องตรวจเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นไปติดตั้งโดยใช้พื้นที่สถานีวัดน้ำของกรมควบคุมมลพิษและสิ่งแวดล้อมที่ 5 (นครปฐม) พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทดสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบตั้งแต่ข้อมูลจาก M160 ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล MongoDB และ Raspberry pi ทำการส่งข้อมูลคุณภาพน้ำมายังเครื่องแม่ข่าย และการทำงานของเครื่องแม่ข่ายที่ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูล InfluxDB รวมถึงการที่เครื่องแม่ข่ายนำข้อมูลจาก InfluxDB มาแสดงผลบน Grafana

การออกแบบจอแสดงผลบน Grafana สามารถแสดงผลข้อมูลคุณภาพน้ำได้ทั้งแบบเวลาจริง และแบบย้อนหลังในรูปแบบกราฟและตาราง สามารถเลือกช่วงวันในการดูข้อมูล ตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดของข้อมูล เป็นต้น ในระหว่างการทดสอบเมื่อเกิดกรณีไฟดับและระบบกลับมาทำงานอีกครั้ง พบว่าข้อมูลเดิมหน้าจอที่เป็น chart จะหายไป โดยจะเริ่มแสดงผลเริ่มจากข้อมูลใหม่ซึ่งเป็นข้อจำกัดของ Node-red

4. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบตรวจวัด โดยใช้กรณีศึกษาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำซึ่งจากเดิมที่เป็นระบบออฟไลน์ให้เป็นระบบออนไลน์ การใช้เลือก Modbus Remote IO Module รุ่น M160 ทำให้สามารถเชื่อมต่อระบบตรวจวัดแบบออฟไลน์ที่มีสัญญาณเอาต์พุตในหลายรูปแบบทั้งแอนะล็อกและดิจิทัล ทั้งในรูปแบบแรงดันและกระแส มีความพร้อมในการรองรับการทำงานในระบบตรวจวัดแบบออนไลน์ได้

การใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry pi ในการสื่อสารกับ M160 ทำให้สามารถนำข้อมูลจากของระบบตรวจวัดมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เช่นการแสดงผล การจัดเก็บข้อมูล และการส่งข้อมูลระยะไกลไปยังเครื่องแม่ข่าย นอกจากนี้ระบบที่ออกแบบยังสามารถรองรับการเชื่อมระบบตรวจวัดแบบออฟไลน์หลายระบบผ่าน M160 โดยการกำหนดที่ Address ต่างกัน เข้ากับ Raspberry pi เพื่อทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้งาน Node-red ในการแสดงผลทำให้สามารถดูข้อมูลได้ในหลายรูปแบบ เหมาะในการเลือกแสดงผลข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน กรณีต้องการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังหรือวิเคราะห์ข้อมูลสามารถทำได้แต่มีความยุ่งยาก กรณีเครื่องแม่ข่ายเลือกใช้ Grafana ในการแสดงผลหน้าจอ ซึ่งมีความสามารถสูงในการแสดงข้อมูลปัจจุบัน ข้อมูลย้อน ตลอดจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] นิฏฐิตา เชิดชู และวีระศักดิ์ ชื่นตา. (2562), การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มกุ้งด้วยการลดใช้ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และควบคุมการเลี้ยงด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำแม่นยำ. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**, 9(2), 86-96.

[2] สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์ (2559). การพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต**, 7(1), 92-104

[3] ศิริพล กำแพงทอง (2557). **การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา**. วิทยานิพนธ์ระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[4] mongoDB. (nd.). **The database for modern applications**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.mongodb.com/. (25 ตุลาคม 2562).

[5] grafanaLab. (nd.). **Grafana.** [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://grafana.com/. (25 ตุลาคม 2562).

[6] Influxdata. (nd.) **Influxdata.** [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.influxdata.com/. (25 ตุลาคม 2562).