

ระบบวัดและเก็บข้อมูลระดับน้ำสำหรับระบบเฝ้าระวังอุทกภัย Data Acquisition of Water Level for Flooding Monitoring System

มงคล ปุษยทานนท์ บงกช สุขอนันต์* กฤษณ์ ศรีวรมาศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

Mongkol Pusayatanont Bongkoj Sookananta* Krit Sriworamas
Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Warinchamrap, Ubonratchathani 34190
E-mail: enbongso@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอ ระบบวัดและเก็บข้อมูล ในงานวิจัยประยุกต์ เรื่องระบบเฝ้าระวังอุทกภัยด้วยการใช้ข้อมูลระดับน้ำ ซึ่งระบบเฝ้าระวังอุทกภัยนี้ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ระบบวัดและเก็บข้อมูล ส่วนที่ 2 การปรับแก้และนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องตามเวลาจริง และส่วนที่ 3 คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจุดประสงค์ในการเฝ้าระวังอุทกภัย ในส่วนของการวัดและเก็บข้อมูลระดับน้ำนี้ ได้ประยุกต์ใช้ เซนเซอร์ชนิดคลื่นเสียงความถี่สูง ประกอบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ได้ระดับน้ำของแม่น้ำ ณ จุดที่ทำการวัด ในหน่วย ม.รทก. (เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ระดับน้ำที่ได้จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลไว้เป็นฐานข้อมูล ผ่านเครือข่ายของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยอุปกรณ์ส่ง SMS (Short Message Services) โดยตัววัดและส่งข้อมูลนี้ จะถูกควบคุมให้ทำงานอย่างถูกต้องตามที่ต้องการด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ทำหน้าที่ประมวลผล แปลงสัญญาณเริ่มต้น ที่ได้จากเซนเซอร์ ให้เป็นระดับน้ำด้วยการวิจัยนี้ได้ติดตั้งระบบวัดระดับน้ำของแม่น้ำมูล เพื่อทำการทดสอบ ที่สถานีวัดระดับน้ำ M7 อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เป็นระบบวัดระดับน้ำที่สามารถใช้งานได้จริง

คำหลัก ระดับน้ำ เซนเซอร์ชนิดคลื่นเสียงความถี่สูง ระบบเฝ้าระวังอุทกภัย การตรวจจับระยะไกล

Abstract

This paper presents the data acquisition of water level in the applied research on the flooding

monitoring system using water level information. The research includes three parts. Part I is the data acquisition. Part II is the data correction and real-time presentation. Part III is the data analysis for the application in flooding monitoring system. In part I, the data acquisition is performed using ultrasonic sensor associated with the microcontroller to obtain the river level at the point and time of measurement in m-MSL (meter – Mean Sea Level). The level values are sent to the storage equipment via SMS (Short Message Services). This operation is controlled by the microcontroller which is also used to calculate the water level from the original signal obtained from the sensor. In order to test the system, the data acquiring equipments are installed above the Moon River, at the M7 station, in Warinchamrap, Ubonratchathani. It is applicable in practical.

Keywords: Water level, ultrasonic sensor, flooding monitoring system, remote sensing

1. บทนำ

เนื่องจากการเกิดอุทกภัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ เป็นที่อยู่อาศัย หรือใช้ทำการเกษตร ทำให้เกิดความเสียหาย ทั้งทรัพย์สิน และบางครั้งร้ายแรงถึงชีวิต เช่น อุทกภัยที่เกิดในเขตอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภовารินชำราบ ในปี พ.ศ. 2545 ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นอุทกภัยครั้งใหญ่ที่มีระดับน้ำสูงถึง

115.77 ม.รทก.ทำให้ราษฎรจำนวน 1,731 ครัวเรือน ที่อาศัยในเขตอำเภอทั้งสอง ได้รับความเดือดร้อน ซึ่งอุทกภัยครั้งใหญ่ก่อนหน้านี้เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2521 และ 2493 [1] จากข้อมูลพบว่าคาบการเกิดมีแนวโน้มถี่มากขึ้น

นอกเหนือจากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่กล่าวถึงในข้างต้นแล้ว ในประเทศไทย มีประวัติน้ำท่วมในทุกพื้นที่ [2] เช่น การเกิดน้ำท่วมที่จังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งแม่น้ำปิงมีอัตราการเพิ่มระดับสูงขึ้นถึง 7 เซนติเมตรในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง และการเกิดน้ำท่วมในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ซึ่งมีผลทำให้น้ำในแม่น้ำตาปีเอ่อล้น ในปี พ.ศ. 2554



รูปที่ 1 อุทกภัยจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2545 [1]

บทความนี้ประยุกต์ใช้อุปกรณ์วัดระดับน้ำที่สร้างขึ้นสำหรับการวัดระดับน้ำในแม่น้ำมูลในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภวารินชำราบ เนื่องจากเป็นแม่น้ำที่ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงเพื่อทำการทดลองได้ และเป็นแม่น้ำที่มีความสำคัญมากสำหรับราษฎรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากแม่น้ำมูลมีความยาว 640 กิโลเมตร บรรจบกับแม่น้ำชี และมีลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ ลำตะคอง ลำพระเพลิง ลำเชียงไกร ลำปลายมาศ ลำโดมใหญ่ ลำโดมน้อย ลำน้ำเสียว ลำเซบาย และลำมูลน้อย เป็นต้น รวมครอบคลุมพื้นที่ถึง 10 จังหวัด ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ประโยชน์อื่นๆ รวมถึง การประปา ผลิตกระแสไฟฟ้า การประมง การทำอุตสาหกรรม และการสันตินาการ

จากการศึกษาพื้นที่ริมแม่น้ำมูลที่ไหลผ่านอำเภอเมืองอุบลราชธานีในเบื้องต้น พบว่าในพื้นที่ริมตลิ่งที่ลาดต่ำเป็นพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมทุกปี โดยจะเริ่มท่วมเข้าสู่ชุมชนที่อยู่อาศัยที่ระดับน้ำประมาณ 112 ม.รทก. หากราษฎรที่

อาศัยอยู่ในชุมชนได้รับการเตือนให้ทราบล่วงหน้า ก็จะมีเวลาเตรียมตัวรับการเกิดน้ำท่วม ทำให้ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นลดลงได้

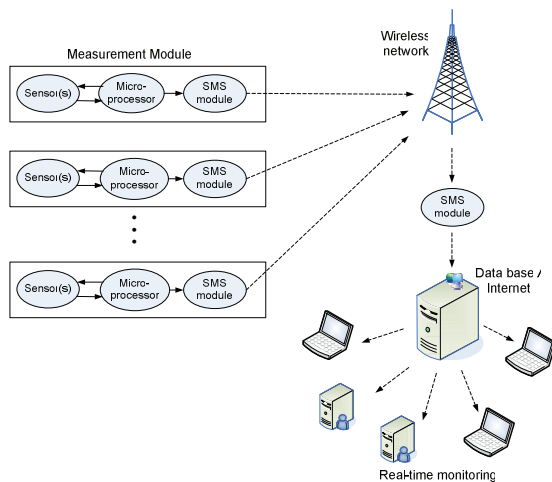
ในปัจจุบัน ระบบเฝ้าระวังหรือตรวจสอบ มักดำเนินการประกอบกับการเก็บข้อมูลอัตโนมัติผ่านเครือข่ายไร้สาย เช่น ระบบตรวจสอบสภาพอากาศที่กำลังได้รับความนิยมในประเทศจีน [3] เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของมลภาวะจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมและสังคมเมือง มีการออกแบบใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสภาพอากาศแบบต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประกอบกับการส่งข้อมูลแบบไร้สาย

ในประเทศไทยได้มีการจัดเก็บข้อมูลระดับน้ำจากหลายหน่วยงาน เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และ สำนักงานชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งกรมชลประทานใช้เทคโนโลยีการวัดระดับน้ำ 2 รูปแบบ [4] คือ แบบทุ่นลอย (float gauge) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการวัดแบบเก่า ใช้กระดาษกราฟบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง และแบบความดันก๊าซ (bubble gauge) ซึ่งเป็นการวัดและเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติ แต่มีค่าใช้จ่ายสูง และข้อมูลที่ได้อาจเป็นข้อมูลที่ใช้ประโยชน์เฉพาะภายในหน่วยงาน เข้าถึงได้ยากโดยบุคคลทั่วไป

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เซนเซอร์แบบคลื่นเสียงความถี่สูง ในการวัดระดับน้ำ ประกอบกับการใช้อุปกรณ์ประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมการวัดและส่งข้อมูลอัตโนมัติ โดยตัวส่ง SMS เพื่อสร้างชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่มีความแม่นยำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารรถเข้าถึงได้ง่ายโดยบุคคลทั่วไปและพัฒนาเป็นระบบเตือนการเกิดอุทกภัยต่อไป

2. อุปกรณ์พื้นฐานและการออกแบบติดตั้งชุดวัดระดับน้ำ

ในหัวข้อนี้อธิบายลักษณะการทำงานและเหตุผลในการเลือกชนิดของอุปกรณ์พื้นฐาน 3 ตัวหลัก คือ เซนเซอร์, ตัวประมวลผล และตัวส่งข้อความ ทำงานร่วมกันเป็นชุดวัดระดับน้ำ ซึ่งส่งข้อมูลที่วัดได้ผ่านระบบไร้สาย เพื่อเก็บและแสดงผลตามเวลาจริง เพื่อใช้เป็นระบบเฝ้าระวังอุทกภัยด้วยข้อมูลระดับน้ำ ดังรูปที่ 2 ความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์พื้นฐานทำให้เข้าใจถึงเหตุผลการเลือกใช้เทคโนโลยีดังกล่าว และการออกแบบการติดตั้งในสถานที่จริง



รูปที่ 2 ระบบเฝ้าระวังอุทกภัยด้วยข้อมูลระดับน้ำ

2.1 เซนเซอร์

หลักการที่ใช้วัดระดับน้ำหรือของเหลวอื่นๆ มีหลายอย่าง เช่น ความดันน้ำ (hydrostatic pressure) คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic) และ ค่าความจุไฟฟ้า (RF capacitance) [5] การวัดระดับน้ำโดยอาศัยหลักการความดันของน้ำ ใช้เซนเซอร์วัดความดันของก๊าซ เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นเทคโนโลยีการวัดแบบแรงดันก๊าซ (bubble gauge) ชุดอุปกรณ์วัดมีความซับซ้อนมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น และต้องการพื้นที่ในการติดตั้ง ส่วนหลักการวัดโดยอาศัยค่าความจุไฟฟ้า นิยมใช้การวัดระดับของเหลวในถัง โดยวัดค่าไดอิเล็กทริกของผนังถัง ซึ่งเปลี่ยนแปลงตามความหนาของผนังถัง ชนิดและระดับของเหลวที่บรรจุในถัง

เซนเซอร์ที่เลือกใช้ในงานที่น่าเสนอนี้ เป็นเซนเซอร์ชนิดคลื่นเสียงความถี่สูง ซึ่งทำงานโดยการปล่อยคลื่นความถี่ออกมา เมื่อคลื่นกระทบกับวัตถุจะสะท้อนคลื่นกลับไปยังเซนเซอร์ ในบทความนี้ วัตถุนั้นก็คือผิวน้ำ เวลาในการเคลื่อนที่ของคลื่น จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะทางระหว่างผิวน้ำ และเซนเซอร์ การทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถตรวจวัดระยะของวัตถุประเภทโฟมได้ เนื่องจากมันดูดซับคลื่นเสียง นอกจากนั้นระยะทางที่เซนเซอร์วัดได้ยังแปรผันตามอุณหภูมิได้อีกด้วย และการแปรปรวนของอากาศ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การวัดไม่แม่นยำ

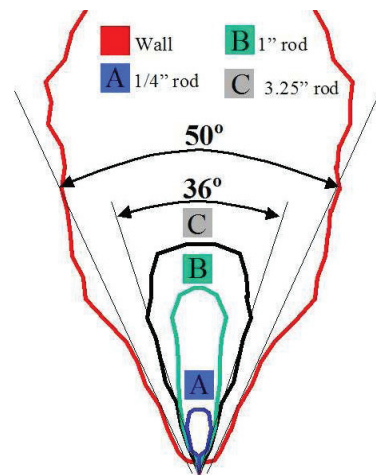
เมื่อพิจารณาข้อจำกัดของเซนเซอร์ เห็นว่าสามารถใช้เซนเซอร์ชนิดนี้วัดระยะระดับน้ำในประเทศไทยได้

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ และการแปรปรวนของอากาศก็น้อยมาก

งานวิจัยนี้ใช้เซนเซอร์ MaxSonar รุ่น MB 7066 ซึ่งมีคุณสมบัติคือสามารถวัดระยะทางระหว่างเซนเซอร์และวัตถุได้ในช่วง 20 เซนติเมตร ถึง 10.68 เมตร ด้วยความละเอียด 1 เซนติเมตร ใช้แรงดัน 3.3 – 5 โวลต์ ทำงานที่คลื่นความถี่ 42 กิโลเฮิรซ์ มีขนาดกะทัดรัด ความสูงรวมโดยประมาณ 71 มิลลิเมตร และส่วนฐานที่กว้างที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 43.8 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3 โดยลักษณะมุมการตรวจวัดของเซนเซอร์ ซึ่งทำการทดสอบด้วยวัตถุขนาดต่างๆกัน ประกอบไปด้วย ผนังแท่งทรงกระบอกขนาด $\frac{1}{4}$ นิ้ว 1 นิ้ว และ 3.25 นิ้ว มีลักษณะดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 เซนเซอร์คลื่นเสียงความถี่สูง ยี่ห้อ MaxSonar รุ่น MB 7066



รูปที่ 4 มุมการตรวจวัดของเซนเซอร์ เมื่อทดสอบด้วยวัตถุขนาดต่างๆกัน

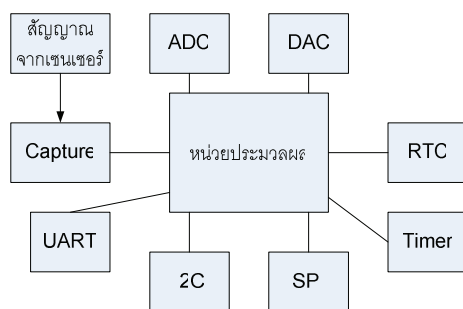
จากคุณสมบัติของเซนเซอร์ที่ใช้ มีข้อควรระวังคือ การมีสิ่งกีดขวางลำคลื่นเสียงของเซนเซอร์ก่อนที่มันจะกระทบผิวน้ำ เซนเซอร์จะวัดระยะของสิ่งกีดขวางนั้นด้วย

2.2 ตัวประมวลผล

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เสมือนเป็นสมอง คอยคิดและสั่งการทำงานของชุดวัดระดับน้ำ งานวิจัยนี้ใช้ตัวประมวลผล

ARM7 - LPC2148 จาก NXP Semi-conductor (เดิมคือ Philips) ใช้สถาปัตยกรรมสมองกล ARM ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32-บิต เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องใช้พลังงานน้อย จึงเป็นที่นิยมใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประมวลผลได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 60 MHz ใช้แรงดัน +5Vdc มีหน่วยความจำแบบ Flash ขนาด 512KB, Static RAM ขนาด 40KB มีขาสัญญาณ GPIO สูงสุด 47 Pins และสามารถใช้ร่วมกับ วงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI และแบบ I2C, วงจร ADC และ วงจร DAC, วงจร UART, Timer, Capture และ Real-time clock (RTC) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5 โดยให้ Capture ทำหน้าที่จับสัญญาณขาขึ้นและขาของพัลส์ที่มาจากเซนเซอร์ เพื่อนำมาคำนวณเป็นระยะทางดังอธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3



รูปที่ 5 ฟังก์ชันการทำงานของตัวประมวลผล

จากคุณสมบัติข้างต้น ตัวประมวลผลที่เลือกใช้มีความสามารถสูง สามารถรองรับการทำงานร่วมกับการตรวจวัดอื่นๆ เพิ่มเติมได้อีกในอนาคต

2.3 ตัวส่งข้อความ

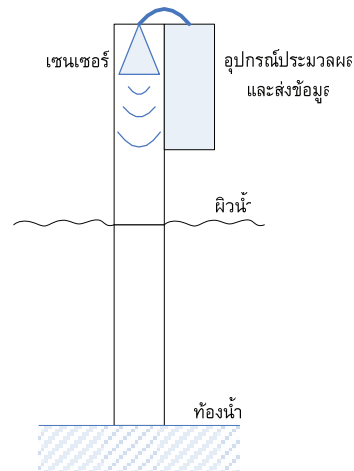
เป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลจากตัวประมวลผลแล้ว ไปยังอุปกรณ์เก็บฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย SIM 300CZ GSM/GPRS ซึ่งมีคุณสมบัติคือสามารถทำงานได้ที่ 3 ความถี่คือ 900MHz, 1800MHz และ 1900 MHz สั่งงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสาย RS-232 เพื่อสั่งงานด้วย AT command สามารถรองรับระบบโปรโตคอลแบบ TCP/IP และมีไฟแสดงสถานะ

ในงานวิจัยชิ้นนี้ เลือกใช้การส่งข้อมูลผ่านระบบ SMS ซึ่งมีข้อดีคือนอกจากจะส่งข้อมูลเข้าไปที่ฐานข้อมูลแล้ว ยังสามารถส่งข้อความเข้าโทรศัพท์มือถือ เพื่อ

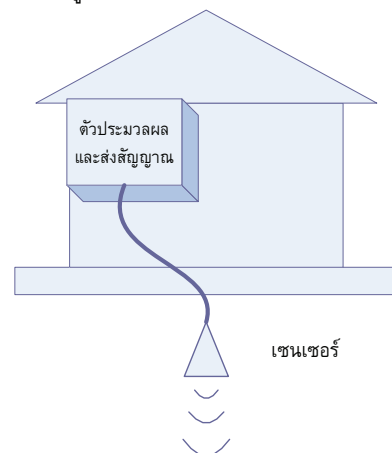
จุดประสงค์ในการเตือนภัยที่เกิดจากอุทกภัยได้ด้วย โดยหากเลือกใช้การส่งข้อมูลผ่านระบบ GPRS จะไม่สามารถส่งข้อมูลเข้าโทรศัพท์ได้โดยตรง ซึ่งการวิจัยนี้อยู่ในขั้นตอนการครอบคลุมถึงระบบเตือนภัยจึงเลือกใช้การส่งแบบ SMS ซึ่งมีอัตราค่าบริการแบบเหมาจ่ายที่วันละ 6 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการส่ง 180 บาทต่อเดือน

2.4 การออกแบบติดตั้ง

จากการสำรวจสถานที่ติดตั้งชุดเครื่องมือวัดระดับน้ำ พบว่าตำแหน่งทั่วไป ที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ได้คือบริเวณสะพานข้ามแม่น้ำมูล และที่สถานีวัดน้ำของกรมชลประทาน บริเวณใกล้กับสะพานเสรีประชาธิปไตย อำเภอเมืองอุบลราชธานี มีชื่อเรียกว่าสถานีวัดน้ำ M7 ดังนั้นจึงได้ออกแบบการติดตั้งเบื้องต้นไว้ 2 แบบ ดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 การติดตั้งเซนเซอร์ในท่อ



รูปที่ 7 การติดตั้งเซนเซอร์ใต้โครงสร้างหรืออาคาร

ข้อดีของการติดตั้งเซนเซอร์ในท่อตามแบบรูปที่ 6 คือ มีท่อเป็นที่ยึดของเซนเซอร์และป้องกันเซนเซอร์จากความแปรปรวนของสภาพอากาศโดยรอบ ตัวประมวลผลและส่งสัญญาณ น้ำในท่อมียุทหน้าเรียบ ลดปัญหาการกระเพื่อมอย่างรุนแรงจนเป็นสาเหตุให้การวัดผิดพลาด และสามารถดัดแปลงให้ปรับระยะห่างระหว่างผิวหน้าและเซนเซอร์ได้

แต่ปัญหาที่พบ สำหรับการติดตั้งตามแบบรูปที่ 6 คือ ล้อคลื่นเสียงจากเซนเซอร์ชนกับผนังท่อ จึงทำให้ตรวจวัดระยะของผิวหน้าผิดพลาด หากต้องการให้เซนเซอร์รุ่นที่เลือกใช้นี้ สามารถวัดระยะของผิวหน้าเมื่อถูกติดตั้งอยู่ในท่อได้ เมื่อคำนวณจาก คุณสมบัติของล้อคลื่นตามรูปที่ 4 ต้องใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.8 เมตร ที่ระยะห่างของเซนเซอร์และผิวหน้า 3 เมตร ซึ่งจากข้อจำกัดนี้ ทำให้การติดตั้งโดยใช้ท่อเป็นไปได้ยาก เพราะท่อขนาดใหญ่ หายาก มีน้ำหนักมาก ทำให้การติดตั้งจริงมีความเป็นไปได้น้อย ทั้งนี้ถือเป็นข้อจำกัดของเซนเซอร์รุ่นที่เลือกใช้

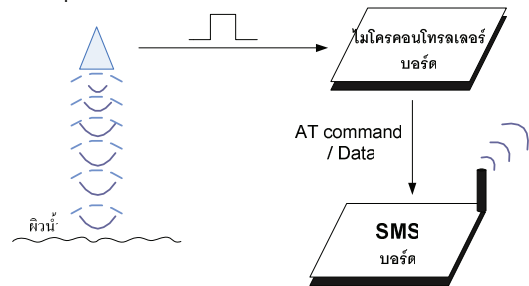
ส่วนการติดตั้งใต้อาคารตามรูปที่ 7 เหมาะสำหรับสถานที่ที่มีโครงสร้าง เช่น อาคาร หรือสะพาน รองรับโครงสร้างนั้นก็จะเป็นที่ยึดของเซนเซอร์ ตัวประมวลผลและส่งสัญญาณ ลดปัญหาเรื่องสิ่งกีดขวางล้อคลื่นเสียงจากเซนเซอร์ การยึดเซนเซอร์อยู่กับโครงสร้างที่แข็งแรงทำให้ตัวเซนเซอร์ไม่แกว่งหรือสั่นขณะมีลมพัดแรง นอกจากนี้ตัวอาคารยังช่วยปกป้องเซนเซอร์จากการเปียกฝน แต่การปรับระยะเป็นไปได้ยาก ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมา ในตอนช่วงน้ำขึ้น พบว่า เป็นไปได้ยากมากในการเข้าไปในพื้นที่วัดเพื่อปรับตำแหน่งของเซนเซอร์เหนือผิวหน้า โดยเฉพาะเมื่อมีการวัดหลายจุด ดังนั้นข้อจำกัดคือต้องติดตั้งเซนเซอร์ในตำแหน่งที่น้ำท่วมไม่ถึง ตามประวัติของพื้นที่ที่ทำการติดตั้ง

ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง และเพิ่มความเป็นไปได้ให้สูงขึ้นในการเพิ่มจำนวนนำไปใช้จริง รูปแบบการติดตั้งโครงสร้างที่มีอยู่แล้ว จึงมีความเหมาะสมมากกว่า

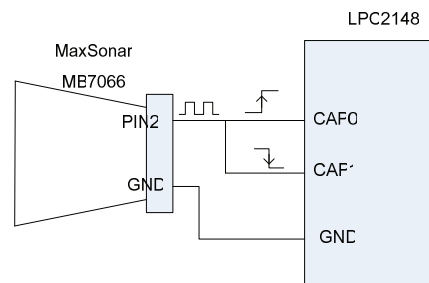
3. การวัดและประมวลผล

การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์พื้นฐาน มีขั้นตอนเริ่มจากเซนเซอร์รับสัญญาณคลื่นเสียงสะท้อนจากผิวหน้าได้ และไมโครคอนโทรลเลอร์รับสัญญาณรูปพัลส์จาก

เซนเซอร์ เพื่อคำนวณให้เป็นระยะทางระหว่างเซนเซอร์กับผิวหน้า และคำนวณต่อเพื่อให้ได้ระดับน้ำ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลไร้สาย ส่งข้อมูลระดับน้ำพร้อมวันและเวลาที่วัดได้ ไปยังฐานข้อมูลปลายทางผ่านเครือข่ายไร้สาย ดังรูปที่ 8 โดยที่วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์ แสดงไว้ในรูปที่ 9 ซึ่ง PIN CAP0 จับสัญญาณขาขึ้นและ PIN CAP1 จับสัญญาณขาลงของสัญญาณพัลส์ที่มาจากเอาต์พุตของเซนเซอร์

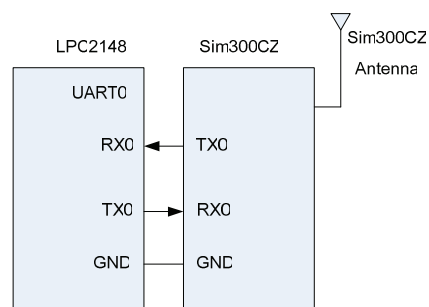


รูปที่ 8 การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์พื้นฐาน



รูปที่ 9 วงจรเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์

วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ส่งข้อมูล SMS แสดงไว้ดังรูปที่ 10 ซึ่งวงจรเชื่อมต่อ UART0 ถูกใช้เพื่อต่อ LPC2148 กับ Sim300CZ เข้าด้วยกัน



รูปที่ 10 วงจรการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ส่งข้อมูล SMS

3.1 การคำนวณระดับน้ำ

ระดับน้ำ สามารถคำนวณหาจาก ข้อมูลที่ได้จาก สัญญาณรูปพัลส์ดังรูปที่ 11 ซึ่งได้จากเซนเซอร์เป็นตัวบอกระยะทางเซนเซอร์และผิวน้ำ จากความเร็วในการเดินทางของคลื่นเสียงที่เซนเซอร์ปล่อยออกไปใน ระยะทาง 1 เซนติเมตรใช้เวลา 58 ไมโครวินาที ดังนั้น ระยะระหว่างเซนเซอร์และผิวน้ำคำนวณได้จาก

$$S = \frac{T}{5800} \quad (1)$$

เมื่อ S คือ ระยะทางที่คลื่นไปกระทบผิวน้ำมีหน่วยเป็น เมตร

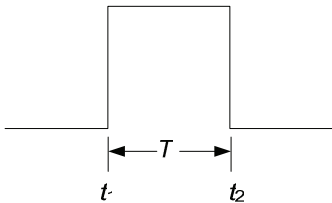
T คือคาบเวลาของสัญญาณพัลส์ วัดได้จากระยะระหว่างขอบขาขึ้นและลงของสัญญาณ มีหน่วยเป็น μs

ระดับน้ำในแม่น้ำ ณ ขณะนั้น สามารถคำนวณได้จาก

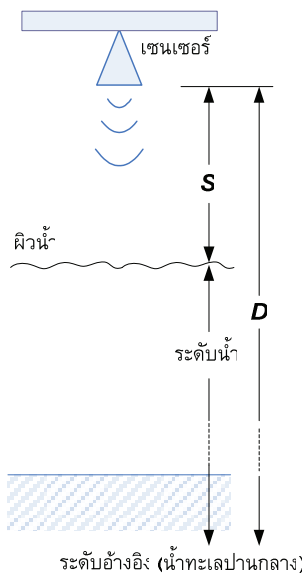
$$\text{ระดับน้ำ (ม.รทก.)} = D - S \quad (2)$$

เมื่อ D คือ ระดับของเซนเซอร์ มีหน่วยเป็น ม.รทก.

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางต่างๆ ที่คำนวณใน สมการที่ (2) แสดงไว้ดังรูปที่ 12



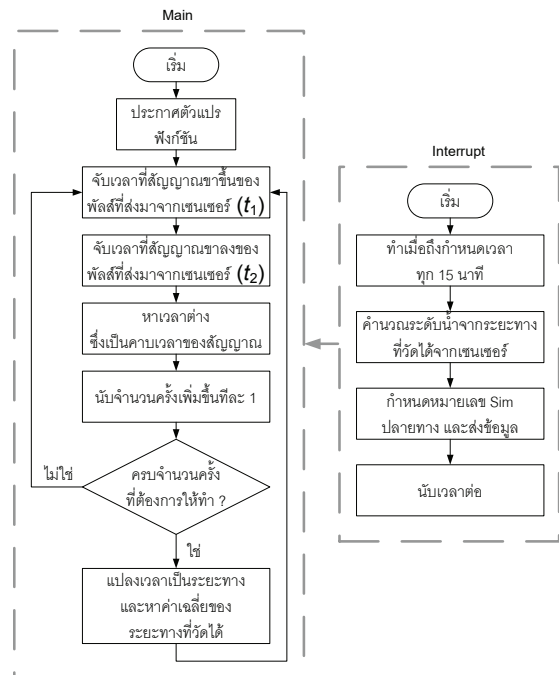
รูปที่ 11 สัญญาณรูปพัลส์ที่ได้จากเซนเซอร์



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะต่างๆ ที่ใช้คำนวณหาระดับน้ำ ในหน่วย ม.รทก.

3.2 ขั้นตอนการทำงานของตัวประมวลผล

โปรแกรมการทำงานของตัวประมวลผล มีลำดับ ขั้นตอนดังแสดงด้วยแผนภาพการทำงานดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ลำดับขั้นตอนการทำงานของตัวประมวลผล

อุปกรณ์ประมวลผลจะจับเวลาที่ขอบขาขึ้นและลงของสัญญาณที่ส่งมาจากเซนเซอร์ เพื่อหาคาบเวลา T และคำนวณระยะทางระหว่างผิวน้ำกับเซนเซอร์ โดยใช้สมการที่ (1) ซ้ำไปเรื่อยๆ โดยทุกๆ n ครั้ง จะทำการหาค่าเฉลี่ยของระยะทางที่วัดได้ เมื่อ n เป็นจำนวนครั้งของการวัด ซึ่งกำหนดได้ตามความเหมาะสมเพื่อลดความผิดพลาดของสัญญาณที่มาจากเซนเซอร์ ในการวิจัยนี้ใช้ค่า n เท่ากับ 100 จนเมื่อถึงกำหนดเวลาที่ต้องส่งข้อมูล ตัวประมวลผลจะทำการคำนวณระดับน้ำ จากระยะทางที่คำนวณไว้ โดยใช้สมการที่ (2) และจะส่งข้อมูลระดับน้ำนี้ไปยังตัวรับปลายทาง ดังที่กำหนดเลขหมาย Sim ไว้ และจะทำการนับเวลาต่อไปจนถึงกำหนดที่ต้องส่งข้อมูลอีกครั้ง

4. ผลการวิจัย

ชุดวัดระดับน้ำได้ถูกติดตั้งที่ได้อาคารของสถานีวัดน้ำ M7 ของกรมชลประทาน ซึ่งตั้งอยู่ทางขวาของแม่น้ำมูลใกล้กับสะพานเสรีประชาธิปไตย จ.อุบลราชธานี ดังรูปที่ 14 โดยเซนเซอร์ถูกติดตั้งสูงกว่าระดับน้ำทะเลปาน

กลาง 115.84 เมตร และเริ่มทำการเก็บข้อมูลระดับน้ำ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553



รูปที่ 14 สถานีวัดน้ำ M7

ชุดวัดระดับน้ำ ถูกตั้งโปรแกรมให้ส่งข้อมูลทุกๆ 15 นาที ดังนั้นใน 1 วันจะมีข้อมูลระดับน้ำทั้งสิ้น 96 ข้อมูล โดยข้อมูลที่วัดได้จะถูกตรวจสอบความถูกต้องกับ Staff gauge ที่ติดตั้งอยู่กับโครงสร้างของสถานีวัดน้ำ จากระดับน้ำที่เริ่มบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ระดับน้ำมีแนวโน้มลดลงจาก 111.26 ม.รทก. จนต่ำสุดวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ที่ 110.52 ม.รทก. และเริ่มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนเกินระดับ 112 ม.รทก. เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นระดับที่น้ำในแม่น้ำเริ่มเอ่อล้นท่วมที่อยู่อาศัยของราษฎรในเขตริมตลิ่งด้านอำเภอวารินชำราบ และแม่น้ำมูลมีระดับสูงสุดที่ 112.53 ม.รทก. ในวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2553

ตัวอย่างข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำมูล ที่วัดได้ ณ สถานีวัดน้ำ M7 จ.อุบลราชธานี ที่วัดได้ในวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2553 แสดงไว้ในตารางที่ 1 และรูป Staff gauge ที่ถ่ายไว้ ณ เวลาประมาณ 14.00 น. ของวันเดียวกัน แสดงไว้ในรูปที่ 15

ตารางที่ 1 ข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำมูลวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2553

เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)
00.00	110.64	12.00	110.77
00.15	110.64	12.15	110.77
00.30	110.64	12.30	110.77
00.45	112.04	12.45	110.77
01.00	110.64	13.00	110.75
01.15	110.65	13.15	110.78
01.30	110.65	13.30	110.78

เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	เวลา	ระดับน้ำ (ม.รทก.)
01.45	110.65	13.45	110.79
02.00	110.66	14.00	110.79
02.15	110.66	14.15	110.79
02.30	110.65	14.30	110.79
02.45	110.67	14.45	110.79
03.00	110.65	15.00	110.80
03.15	110.67	15.15	110.79
03.30	110.67	15.30	110.79
03.45	112.00	15.45	110.80
04.00	110.68	16.00	110.80
04.15	110.66	16.15	110.81
04.30	111.90	16.30	110.80
04.45	110.68	16.45	110.81
05.00	110.68	17.00	110.82
05.15	110.69	17.15	110.82
05.30	110.68	17.30	110.81
05.45	110.69	17.45	110.81
06.00	110.69	18.00	110.79
06.15	110.69	18.15	110.80
06.30	110.70	18.30	110.80
06.45	110.70	18.45	110.80
07.00	110.69	19.00	110.80
07.15	110.70	19.15	112.04
07.30	110.71	19.30	110.81
07.45	110.71	19.45	112.04
08.00	110.71	20.00	112.04
08.15	110.71	20.15	110.81
08.30	110.72	20.30	110.82
08.45	110.71	20.45	110.80
09.00	110.72	21.00	111.91
09.15	110.73	21.15	110.83
09.30	110.74	21.30	110.83
09.45	110.73	21.45	110.83
10.00	110.87	22.00	110.85
10.15	110.75	22.15	110.85
10.30	110.75	22.30	110.86
10.45	111.87	22.45	110.86
11.00	110.75	23.00	110.86
11.15	110.75	23.15	110.87
11.30	110.76	23.30	110.87
11.45	110.76	23.45	110.87

จากตัวอย่างข้อมูลในตารางที่ 1 เป็นระดับน้ำในหน่วย ม.รทก. ที่แสดงค่าความละเอียดไว้ 2 หลัก เนื่องจากเซนเซอร์ที่ใช้มีความถูกต้องแม่นยำที่ 1 เซนติเมตร ขณะเวลา 14.00 น. ค่าจากตารางที่วัดได้คือ 110.79 ม.รทก. เมื่อเปรียบเทียบเพื่อดูความถูกต้องของข้อมูลที่วัดได้ โดยเปรียบเทียบค่าที่อ่านจาก Staff gauge ในรูปที่ 15 คือ 110.78 ม.รทก. ผิดพลาดไป 1 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อดูจากข้อมูลโดยรวมดังรูปที่ 14 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ระดับน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และข้อมูลแสดงให้เห็นถึงการกระเพื่อมเล็กน้อยของระดับน้ำ ซึ่งมีสาเหตุได้จากค่าความถูกต้องของเซนเซอร์ และการกระเพื่อมจริงของน้ำในแม่น้ำ เช่น จากการมีเรือแล่นผ่าน เป็นต้น

จากการสังเกตข้อมูลในรูปที่ 16 ข้อมูลยังมีความผิดพลาดเป็นบางจุด เช่นที่เวลา 19.45 น. ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นจาก 110.80 ม.รทก. เป็น 112.04 ม.รทก. และลดลงมาเป็น 110.81 ม.รทก. อีกครั้งตามข้อมูลที่เวลา 20.00 น. เป็นการกระเพื่อมสูงถึง 2 เมตร ซึ่งเห็นได้ชัดว่าเป็นไปไม่ได้และข้อมูลที่ได้จากการวัดดังกล่าว เป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง จากตัวอย่างข้อมูลใน 1 วันที่ยกตัวอย่างในตารางที่ 1 มีข้อมูลผิดพลาดในลักษณะเดียวกันนี้ จำนวน 9 ข้อมูล จากทั้งหมด 96 ข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 9.38 และจำนวนข้อมูลที่ผิดพลาดเฉลี่ยจากข้อมูลในช่วง 3 เดือน คิดเป็นร้อยละ 10

ข้อมูลที่ผิดพลาดนี้ มีสาเหตุที่เป็นไปได้หลายอย่าง เช่น ความกว้างสัญญาณพัลส์ที่ส่งมามีความผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า การรบกวนจากสิ่งแวดล้อมในสภาวะอากาศแปรปรวน และการรบกวนจากคนและสัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากลำน้ำในบริเวณนั้น เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นต้องทำการปรับแก้ให้ถูกต้อง โดยเพื่อให้รูปกราฟเส้นสามารถแสดงให้เห็นเส้นระดับน้ำในแม่น้ำมูล ณ จุดที่ทำการวัดดังที่ควรจะเป็น และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปมากขึ้น นอกจากนี้การประมวลผลต่อยังมีเป้าหมายเพื่อทำการปรับอัตราการส่งข้อมูลให้เหมาะสม เช่น ใช้อัตราการส่งข้อมูลต่ำในช่วงหน้าแล้ง และใช้อัตราการส่งข้อมูลสูง (เพิ่มความถี่ในการส่ง) ในช่วงฤดูน้ำหลาก โดยการประมวลผลเหล่านี้ สามารถทำในไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือที่หน่วยประมวลผลของตัวเก็บฐานข้อมูลก็ได้

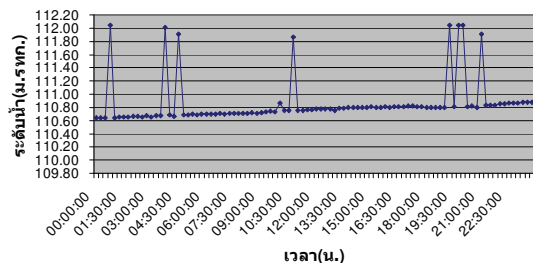
การปรับอัตราการส่งข้อมูลและวิธีการในการปรับแก้

ข้อมูล ใช้วิธีการเชิงตัวเลข ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดในบทความเรื่องการปรับแก้และแสดงผลข้อมูลระดับน้ำตามเวลาจริงสำหรับระบบเฝ้าระวังอุทกภัย

สำหรับผลการวัดที่ได้ก่อนการปรับแก้ เมื่อดูผลข้อมูลที่วัดได้โดยรวม เห็นว่า ชุดอุปกรณ์วัดระดับน้ำนี้สามารถวัดการเพิ่มขึ้นและลดลงของระดับน้ำได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 15 Staff gauge ที่สถานีวัดน้ำ M7
ณ วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2553 เวลาประมาณ 14.00 น.



รูปที่ 16 ระดับน้ำในแม่น้ำมูลวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2553

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบการวัดระดับน้ำในแม่น้ำ จุดประสงค์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างระบบเฝ้าระวังอุทกภัยด้วยข้อมูลระดับน้ำ ซึ่งระบบการวัดระดับน้ำ ประกอบไปด้วย เซนเซอร์ชนิดคลื่นความถี่สูง ไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวส่งข้อมูลแบบไร้สาย โดยจากการทดสอบการทำงานจริงด้วยการติดตั้งวัดระดับน้ำมูลที่สถานีวัดน้ำ M7 ของกรมชลประทาน จ. อุบลราชธานี และวัดความถูกต้องของข้อมูลด้วยการเทียบค่าที่วัดได้กับ Staff gauge ที่ติดตั้งอยู่ที่สถานี พบว่า ข้อมูลที่ได้

ส่วนมากร้อยละ 90 โดยเฉลี่ยจากข้อมูลที่ได้ทั้งหมด เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ความผิดพลาดจากค่าความถูกต้องของเซนเซอร์ อยู่ในช่วง ± 1 เซนติเมตร ตามคุณสมบัติของเซนเซอร์ที่ใช้ มีเพียงประมาณร้อยละ 9 – 10 ของข้อมูลที่ผิดพลาดจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ และเมื่อพิจารณาการนำไปประยุกต์ใช้จริงซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเป็นชุดรวมกัน ก็ถือว่าข้อมูลที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ได้จริงต่อไป แต่ทั้งนี้ ข้อมูลสามารถถูกพัฒนาให้มีความถูกต้องมากขึ้น โดยใช้วิธีการคำนวณทางตัวเลขปรับแก้เบื้องต้น ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่ส่วนประมวลผลของตัวเก็บฐานข้อมูลก็ได้ รวมถึงการประมวลผลอัตราที่เหมาะสมของจำนวนข้อมูลก็สามารถปรับให้เหมาะสมตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละฤดูกาล โดยรายละเอียดของวิธีการดังกล่าว จะเสนอไว้ในบทความ ในส่วนของการปรับแก้และแสดงผลข้อมูลระดับน้ำ เพื่อใช้เป็นระบบเฝ้าระวังอุทกภัย ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เขียนจากงานวิจัยซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2547. โครงการการศึกษาสภาพและแนวทางแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี.
- [2] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), บันทึกเหตุการณ์น้ำ, [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.thaiwater.net/web/index.php/archive.html> (27 เมษายน พ.ศ. 2554).
- [3] Peng Jiang, Hongbo Xia, Zhiye He and Zheming Wang. 2009. Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks. Journal of Sensors, 9: 6411 – 6434.
- [4] กรมชลประทาน. ความรู้ความเข้าใจในหลักการของระบบโทรมาตร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://water.rid.go.th/hyd/scada/scada_uc.htm (12 เมษายน พ.ศ. 2554).
- [5] Jon S. Wilson, editor. 2005. Sensor Technology Handbook. Elsevier Inc., USA.