การออกแบบระบบป้องกันและเตือนภัยน้ำท่วม ด้วยการควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทำงานโดยอัตโนมัติ พร้อมกับแจ้งเตือนผ่านทาง SMS

Design of a Flood Prevention and Warning System with Automatic Pump Control and SMS Notifications

นิคม มหาสาร[1] และ ปราโมทย์ กั่วเจริญ[2]

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

[1] nikom27@hotmail.com, [2]pramote@as.nida.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงพัฒนานี้ได้นำเสนอระบบป้องกันและเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งประกอบด้วย ชุดตรวจวัดระดับน้ำ ชุดเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำ ชุดโมดูลในการส่งข้อความของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (SMS) ชุดโมดูลสำหรับกล้องเว็บแคมและระบบจัดการฐานข้อมูลบนเว็บ จุดเด่นของระบบงานนี้ คือ เมื่อน้ำท่วมถึงระดับที่กำหนดแล้ว เครื่องสูบน้ำก็จะสูบน้ำออกโดยอัตโนมัติ พร้อมกับมีการส่งข้อความเตือนไปยังโทรศัพท์ เคลื่อนที่ ของผู้ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังมีการจัด เก็บข้อมูลการทำงานของระบบไว้ในฐานข้อมูลซึ่งสามารถเข้ามาตรวจสอบภายหลังได้

ผู้เขียนได้จัดทำชุดทดลองเพื่อนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับอู่แห้งของกรมอู่ทหารเรือซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาน้ำท่วมและสามารถลดภาระของเจ้าหน้าที่ในการเฝ้าระวังน้ำท่วมได้อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทางราชการต่อไป นอกจากนี้ ระบบนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ตามริมแม่น้ำลำคลองต่างๆ เพื่อช่วยป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมรวมทั้งเป็นการบรรเทา และลดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ระบบสาธารณูปโภค ทรัพย์สิน ตลอดจนความเดือดร้อนของประชาชน

คำสำคัญ: ระบบป้องกันและเตือนภัยน้ำท่วม การส่งข้อความของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ กล้องเว็บแคม เครื่องสูบน้ำ ชุดตรวจวัดระดับน้ำ

Abstract

In this paper, we present the design of a flood prevention and warning system which consists of a water level sensor module, a pump control module, an SMS notification module, a camera module, and a web application. When the flood reaches a predetermined level, the pump will be automatically activated and an SMS notification will be sent to the people in charge. The system operations are also logged for auditing.

We have created a prototype of such a system. This system may be applied to the dry dock of the Department of Naval Dockyard to solve flooding problems and reduce the burden of the staff in monitoring the flood as well as helping reduce the risk of damage that may occur. This may also be a beneficial to the government. In addition, the system can also be applied for people living along various riverbanks which will help prevent and if necessary, solve flooding problems. This should reduce economic loss, prevent damage to properties and infrastructure as well as relieve the hardship of the people.

Keyword: flood prevention, flood warning, SMS notification, water level sensor, water level measurement, automatic pump control.

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตมรสุมซึ่งมีฝนตกชุกและมีปริมาณฝนสูง เมื่อเริ่มเข้าฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมนั้น เป็นช่วงที่มีโอกาสของพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้ามาในประเทศไทย ทำให้มีปริมาณและความถี่ของฝนตกสูง ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมทุกปี งานวิจัยเชิงพัฒนานี้จึงมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อสร้างระบบป้องกันและเตือนภัยน้ำท่วม และสามารถนำไปประยุกต์ ใช้งานจริงกับอู่แห้งของกรมอู่ทหารเรือ โดยได้จัดทำชุด ทดลองขึ้นเพื่อนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับอู่แห้ง [1] ซึ่งมีขนาดกว้าง 11.2 เมตร ยาว 90 เมตร ลึก 4 เมตร ตามปกติแล้ว เจ้าหน้าที่จะต้องคอยตรวจตรา คือคอยเฝ้าดูระดับน้ำในอู่แห้งตลอดเวลา ว่าถึงระดับที่จะต้องคอย เปิด-ปิด เครื่องสูบน้ำ หรือยัง ซึ่งหากผิดพลาดขึ้นมาปล่อยให้น้ำท่วมอู่แห้งก็จะทำให้เกิดความเสียหายต่อเรือที่กำลังทำการซ่อมทำภายในอู่แห้งได้ ผลกระทบที่ตามมายากแก่การประเมิน ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันเหตุการณ์ดังที่กล่าวมาแล้ว งานวิจัยเชิงพัฒนานี้ จะเข้ามาช่วยตรวจวัดระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำท่วมถึงระดับที่กำหนดแล้ว เครื่องสูบน้ำ ก็จะสูบน้ำออกโดยอัตโนมัติ พร้อมกับมีการส่งข้อความ (Short Message Service หรือ SMS) เตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ยังมีการจัดเก็บข้อมูล การทำงานของระบบไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งสามารถเข้ามาตรวจสอบในภายหลังได้ทำให้สามารถลดภาระของเจ้าหน้าที่ในการเฝ้าระวังน้ำท่วมโดยไม่ต้องคอยพึ่งพากำลังคนเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และทำให้เกิดประโยชน์ต่อทางราชการต่อไป

2. ความรู้พื้นฐานและเทคโนโลยีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผล แล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียว ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่างๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ และส่วนอินพุท/เอาท์พุทบางส่วนเข้าไปในตัวไอซีเดียวกันและเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วย เพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่นวงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณ อนาลอคเป็นดิจิตอล เป็นต้น [2]

2.2 อุปกรณ์ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบไร้สาย

อุปกรณ์ รับ-ส่ง ข้อมูลแบบไร้สาย เป็นอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ไปเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) แล้วส่งออกไปในอากาศ สำหรับโหมดการทำงานแบบส่งข้อมูล (Transmitter) และ ในโหมดการทำงานแบบรับ (Receiver) ก็จะทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ (GFSK) เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 ต่อไป ข้อดีคือ ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่เป็นตัวนำสัญญาณทางไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลก ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้ายจุดรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา [3]

2.3 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำ

อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำ เป็นบอร์ดที่เรียกว่า OPTO DC-IN คือ ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับน้ำ มีทั้งหมด 3 ระดับ แล้วส่งสัญญาณที่ได้ในแต่ละระดับไปยังเทอร์มินอลพอร์ต หรือขั้วต่อแบบไอดีอี (IDE) ขนาด 10 พิน ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยังส่วนอินพุทของไมโครคอนโทรลเลอร์อีกที [4]

2.4 อุปกรณ์ควบคุม ภาค Output

อุปกรณ์ควบคุม ภาค Output เป็นบอร์ดที่เรียกว่า OPTO RELAY แบบหน้าสัมผัสรีเลย์ (Relay) ขนาด 2 ช่อง ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ ในลักษณะของหน้าสัมผัส ON/OFF โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานของรีเลย์ การทำงานในส่วนนี้จะรับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านทางขั้วต่อแบบไอดีอี (IDE) ขนาด 10 พินและส่งผ่านมายังไอซีออฟโต้ (IC OPTO) เพื่อมาทำให้เกิดกระแสไฟไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ ทำให้รีเลย์ทำงานเป็นผลให้ปั๊มน้ำทำงานทันที [5]

2.5 HTTP API

HTTP API เป็นบริการส่ง SMS (Short Message Service) ผ่าน HTTP โปรโตคอล ซึ่งเป็นบริการที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ที่ต้องการพัฒนาแอพพลิเคชันให้สามารถส่ง SMS ได้ โดยผ่าน URL ที่ผู้ในบริการจัดเตรียมไว้ สามารถใช้งานได้ทั้งรูปแบบ POST หรือ GET เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบงาน โดยไม่ต้องล็อกอิน (Login) เข้าสู่เว็บไซต์ดังกล่าว ก็สามารถส่ง SMS ได้ [6]

2.6 Short Message Service (SMS)

SMS เป็นบริการส่งข้อความสั้นๆ สามารถส่งข้อความได้สูงสุด 160 ตัวอักษรต่อครั้ง เป็นเทคนิคในการรับและส่งข้อความ ระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน หรือส่งข้อความจากหน้าเว็บไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ [7]

2.7 ระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง โครงสร้างสารสนเทศที่ประกอบด้วยรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันที่จะนำมาใช้ในระบบต่างๆ ร่วมกับระบบฐานข้อมูลจึงนับว่าเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถจัดการกับข้อมูลได้ในลักษณะต่างๆ ทั้งการเพิ่ม การแก้ไข การลบ ตลอดจนการเรียกดูข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์นำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการฐานข้อมูล [8]

3. การออกแบบระบบ

3.1 ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะมีการอธิบาย การศึกษาข้อมูลต่างๆ รวมถึงแนวทางการดำเนินการ มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาวิธีการใช้งานตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ET-BASE dsPIC30F4011
2. เขียนซอฟท์แวร์ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ET-BASE dsPIC30F4011 โดยใช้ MPLAB C30
3. การออกแบบวงจรชุดตรวจวัดระดับน้ำ และชุด OUTPUT ที่ไปเปิด-ปิด การทำงานของปั๊มน้ำ
4. ทดลองเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรตรวจวัดระดับน้ำ และ ชุด Output
5. ศึกษาวิธีการใช้งานชุดสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย รุ่น ET-RF24G V1.0
6. ศึกษาวิธีการใช้งาน HTTP API สำหรับส่ง SMS
7. ศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรม webcamXP5 เพื่อทำ webcam และ capture รูปภาพของระดับน้ำ
8. เขียนโปรแกรมการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์
9. ทดสอบการนำแต่ละส่วนมาทำงานร่วมกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ คอมพิวเตอร์ วงจรชุดตรวจวัดระดับน้ำ และ ชุด Output
10. ดูผลการทดลอง และสรุปผล

3.2 ออกแบบวงจรตรวจวัดระดับน้ำและควบคุมปั๊มน้ำ

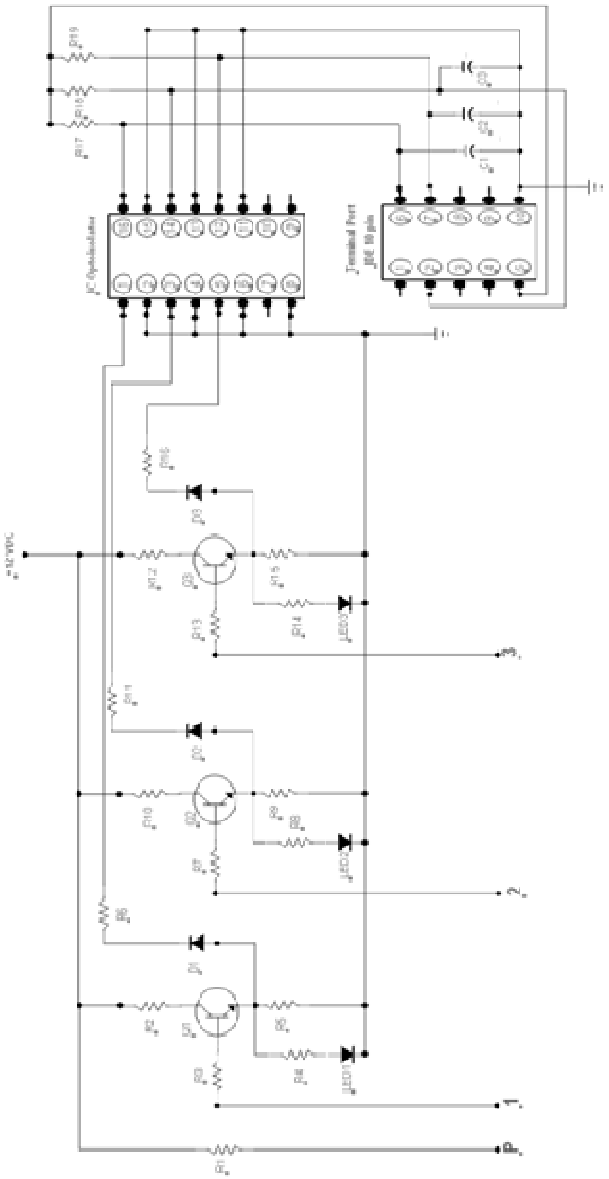
การทำงานของวงจรตรวจวัดระดับน้ำ

จากภาพวงจรที่แสดงในรูปที่ 1 การทำงานเริ่มจากเมื่อระดับน้ำแตะที่ขา P และ ขา 1 ทำให้ครบวงจร ซึ่ง Transistor จะนำกระแส โดยผ่านกระแสมายังขาเบส (B) ของ Q1 จึงทำให้เกิดการนำกระแส และทำให้ขาอิมิตเตอร์(E) มีแรงดันไฟ 12 V ไหลผ่าน และผ่านไปยัง D1 ผ่านต่อไปยังขา 1 ของไอซีออฟโต้ และมาครบวงจรที่ขา 2 ของไอซีออฟโต้ ดังนั้น LED ที่อยู่ในไอซีออฟโต้จะทำให้ทรานซิสเตอร์ในตัวของไอซี เกิดการนำกระแส และส่งสัญญาณไปยังพินของไอดีอี ต่อไป เมื่อครบวงจรแล้วจะเห็นว่ามี LED สีเขียวติด เพื่อแสดงสถานะการทำงานของระดับน้ำที่ 1 สำหรับตัวต้านทาน (R) ที่ใช้ส่วนใหญ่จะใช้ในการจำกัดกระแส เช่น ตัวต้านทาน R6 ใช้ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่จะไหลผ่านมายังไอซีออฟโต้ ตัวต้านทาน R4 ใช้ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่จะไหลผ่าน LED1 ลักษณะการทำงานของ Q2 และ Q3 ก็เช่นเดียวกัน คือเมื่อระดับน้ำมาแตะที่ขา 2 และ 3 ตามลำดับ ก็จะครบวงจรซึ่งก็จะมี LED แสดงสถานะการทำงานเช่นกันโดย LED ที่ระดับที่ 2 จะเป็น LED สีเหลืองและ LED ที่ ระดับที่ 3 จะเป็น LED สีแดง

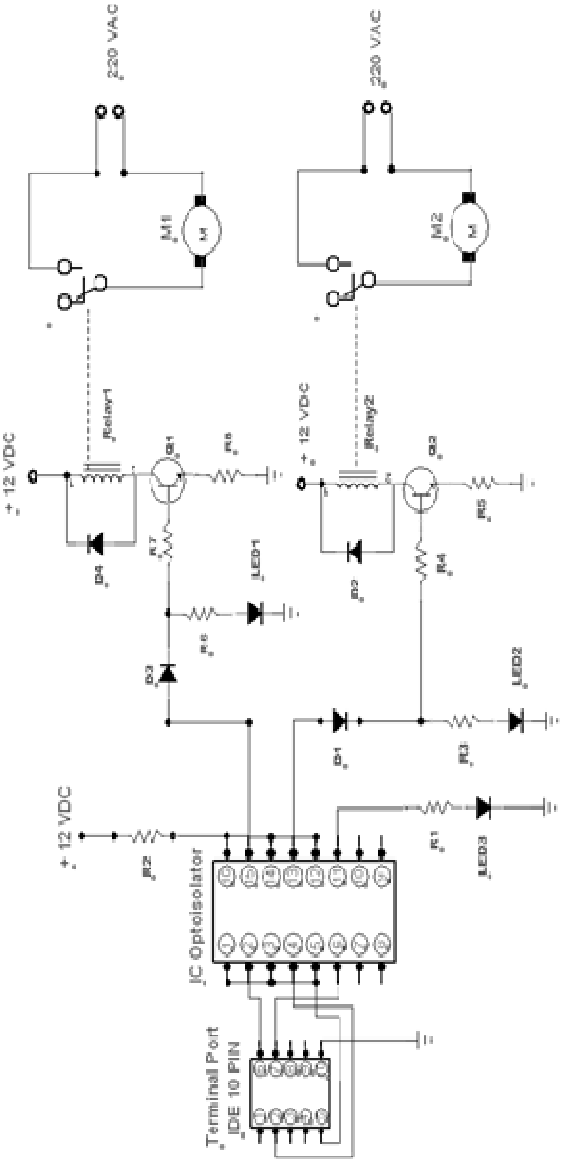
การทำงานของวงจรควบคุมปั๊มน้ำ

จากภาพวงจรที่แสดงในรูปที่ 2 การทำงานเริ่มจากรับสัญญาณมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านทางขั้วต่อแบบไอดีอี ขนาด 10 พิน และมาผ่านไอซีออฟโต้ ลอจิกของการทำงานคือ หากขา 15 ของไอซีออฟโต้เกิดนำกระแสผ่านมายัง D3 ซึ่งจะต้องเป็นไฟบวก เท่านั้น จากนั้น จะถูกจำกัดขนาดของกระแสด้วยตัวต้านทาน R6 ก่อนที่จะป้อนให้กับขา Base ของทรานซิสเตอร์ Q1 เมื่อ Q1 นำกระแสซึ่งก็จะทำให้มีกระแสไฟ

ไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ทำให้ RELAY 1 และ LED 1 ทำงาน เช่นเดียวกัน หากขา 13 ของไอซีออฟโต้เกิดนำกระแส ก็จะทำให้ Q2 นำกระแส ซึ่งก็จะทำให้มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ทำให้ RELAY 2 และ LED 2 ทำงานเช่นกัน แต่ถ้าหากขา 11 ของไอซีออฟโต้เกิดนำกระแสจะมีเฉพาะ LED 3 เท่านั้นที่ทำงาน เพราะไม่มีการต่อวงจรภาค output ใดๆ จะมีเฉพาะ LED เท่านั้นที่ต่อไว้เพื่อตรวจสอบการทำงาน ส่วนตัวต้านทาน R4 และ R7 เพื่อกันกระแสกระชากเท่านั้น



รูปที่ 1 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ



รูปที่ 2 วงจรควบคุมปั๊มน้ำ

3.3 อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

เนื่องจากงานวิจัยเชิงพัฒนานี้ ได้นำไปประยุกต์ใช้งานกับอู่แห้งของกรมอู่ทหารเรือ ซึ่งมีพื้นที่ขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมดได้นั้น จึงต้องจำลองเหตุการณ์และสถานการณ์ต่างๆ ขึ้นมาและต้องใช้อุปกรณ์ในการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. ถังน้ำ ใช้จำลองเป็นอู่แห้ง ดังรูปที่ 3

2. ปั๊มน้ำของตู้ปลา ใช้จำลองเป็นเครื่องสูบน้ำ ดังรูปที่ 4

3. กล่องควบคุม ภายในบรรจุวงจร ตรวจวัดระดับน้ำวงจรควบคุมปิด-เปิด ปั๊มน้ำ ดังรูปที่ 5

4. ชุดสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย รุ่น ET-RF24G ใช้สำหรับรับ-ส่ง ข้อมูล ดังรูปที่ 6

5. กล้อง Webcam ใช้สำหรับดูระดับน้ำ แบบออนไลน์ ดังรูปที่ 7

6. โทรศัพท์มือถือ ใช้สำหรับรับข้อความ SMS จากระบบ ดังรูปที่ 8

รูปที่ 3 ถังน้ำ ที่จำลองเป็นอู่แห้ง

รูปที่ 4 ปั๊มน้ำ จำลองเป็นเครื่องสูบน้ำ

รูปที่ 5 กล่องควบคุม สำหรับบรรจุวงจรทั้งหมด

รูปที่ 6 ชุดสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย

รูปที่ 7 กล้อง Webcam

รูปที่ 8 โทรศัพท์มือถือ

3.4 การออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบ

ผู้วิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลและศึกษาการปฏิบัติ เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจริง และได้ทำการออกแบบระบบ เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้จริง ดังนี้ ทำการแบ่งระดับในการแจ้งเตือนออกเป็น 3 ระดับ ตามระดับของน้ำท่วม

ระดับที่ 1 ปกติ คือ ในระดับนี้ให้ปั๊มน้ำ ตัวที่ 1 ทำงานอัตโนมัติ (ปั๊มน้ำตัวที่ 1 สูบน้ำออก) แล้วทำการส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงระดับน้ำในปัจจุบัน และแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำตัวที่ 1

ระดับที่ 2 แจ้งเตือน คือ เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นเรื่อย ๆ ที่ระดับนี้ ให้ปั๊มน้ำ ตัวที่ 2 ทำงานอัตโนมัติ (ปั๊มน้ำ ตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 สูบน้ำออก) แล้วทำการส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงระดับน้ำในปัจจุบัน และแสดงสถานะการทำงานของปั๊มน้ำทั้ง 2 ตัว

ระดับที่ 3 ขนย้ายสิ่งของ คือ เมื่อระดับน้ำยังคงสูงขึ้นเรื่อยๆ ถือว่าเป็นระดับที่ค่อนข้างอันตราย ที่ระดับนี้จะทำการส่ง SMS (อย่างเดียว) แจ้งเตือนไปยังผู้มีอำนาจสั่งการในการขนย้ายสิ่งของต่างๆ ออกจากพื้นที่เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น

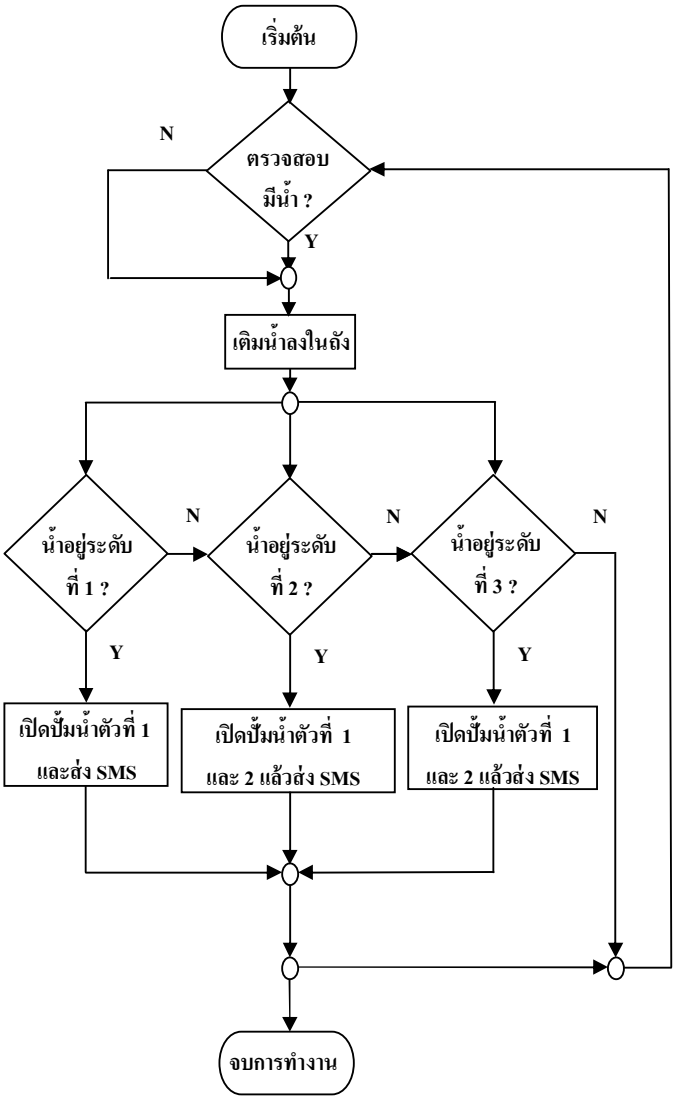
ขณะที่ระบบกำลังทำงานอยู่นั้น สามารถเข้ามาดู ระดับน้ำผ่านทาง Webcam ได้ตามต้องการ ในระบบงานนี้ได้ตั้งเวลาจับภาพนิ่งทุกๆ 30 วินาที แล้วทำการจัดเก็บภาพนิ่งลงในฮาร์ดิสก์โดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้สามารถเข้ามาดูภาพย้อนหลังตามวันเวลาที่ต้องการได้ อีกทั้ง ยังมีการจัดเก็บข้อมูลของระดับน้ำ ข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์มือถือ ของผู้เกี่ยวข้อง ไว้ในฐานข้อมูลด้วย

ดังนั้นการจำลองสถานที่จะใช้ถังน้ำ ที่แสดงไว้ในรูปที่ 1 แล้วแบ่งระดับของถังน้ำ ออกเป็น 3 ระดับเช่นกัน จากนั้นแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณี คือ

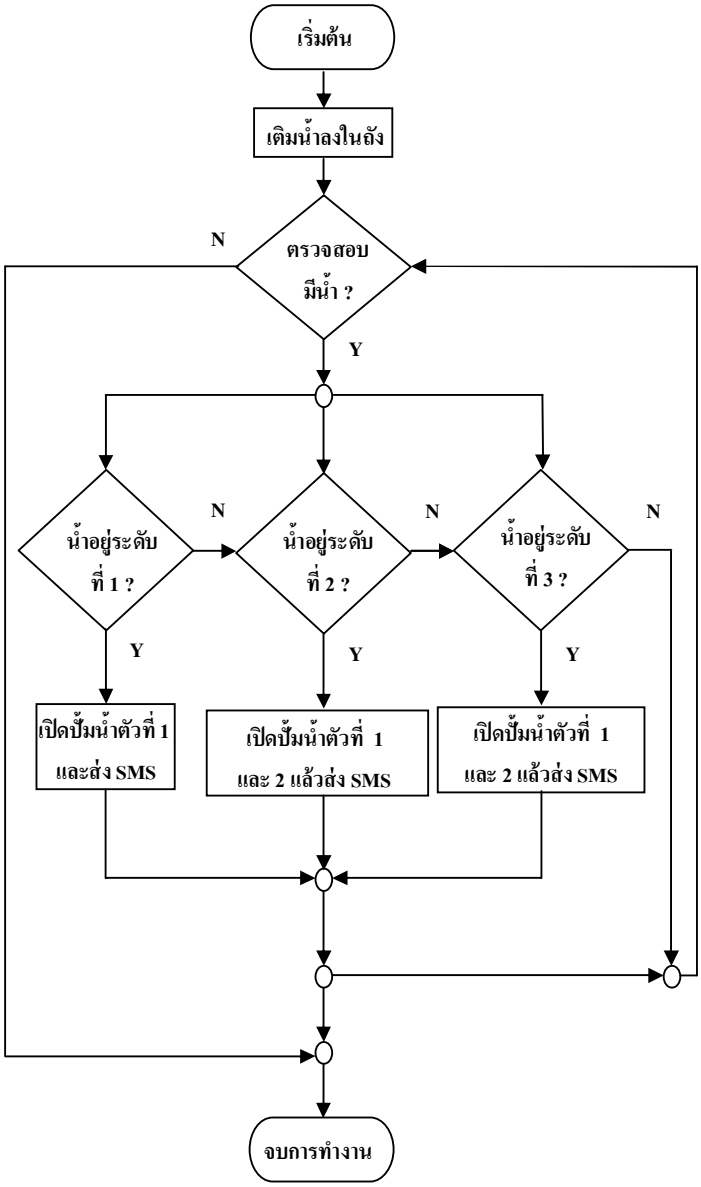
กรณีที่ 1 สมมติเมื่อมีเหตุการณ์พายุฝนตกหนักจนเกิดน้ำท่วม (จำลองเหตุการณ์การเพิ่มระดับของน้ำ) ในการทดลองคือจะทำการเติมน้ำลงไปในถังเรื่อยๆ เพื่อดูการทำงานของระบบ

เมื่อมีระดับน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 9

กรณีที่ 2 สมมติเหตุการณ์ พายุฝนหยุดตกแล้ว (จำลองเหตุการณ์การลดระดับของน้ำ) ในการทดลองคือ เติมน้ำจนเต็มถังแล้วหยุด โดยปล่อยให้ระดับน้ำลดลงเรื่อยๆ จนกลับเข้าสู่สภาวะปกติ เพื่อดูการทำงานของระบบ เมื่อระดับน้ำลดลง ซึ่งสามารถแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 10



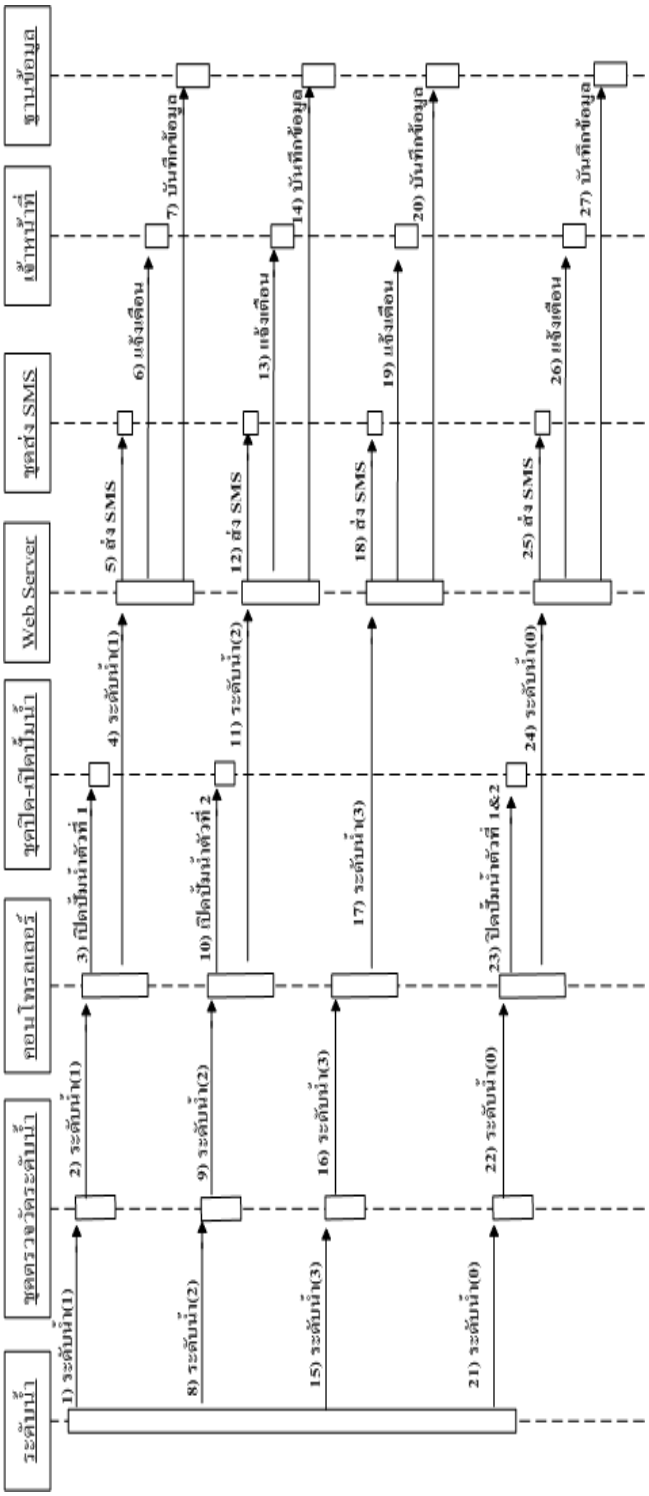
รูปที่ 9 แสดงลำดับขั้นตอนในการทดลอง เมื่อจำลองเหตุการณ์การเพิ่มระดับของน้ำ



รูปที่ 10 แสดงลำดับขั้นตอนในการทดลอง เมื่อจำลองเหตุการณ์การลดระดับของน้ำ

3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

แสดงภาพรวมการทำงานของระบบทั้งหมดด้วย sequence diagram ดังต่อไปนี้



รูปที่ 11 Sequence Diagram ของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการทดลองระบบตามเหตุการณ์ทั้ง 2 กรณีแล้ว สามารถสรุปผลการทำงาน ซึ่งแสดงหน้าจอการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ ดังต่อไปนี้

1. เมื่อระดับน้ำถึงระดับที่ 1 แล้ว (ตามหมายเลข 1 ใน รูปที่ 12)

2. ไฟ LED สีเขียว ที่กล่องควบคุมก็จะติด (ตามหมายเลข 2 ในรูปที่ 12)

3. จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะส่งข้อมูลเข้ามายัง server ซึ่งหน้าจอของการรับข้อมูลก็จะแสดงหมายเลข 1 (หมายถึงน้ำอยู่ระดับที่ 1) พร้อมกับส่งค่านี้ไปยัง web server เพื่อทำการส่ง SMS ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ที่กำหนดเอาไว้ (ตามหมายเลข 3 ในรูปที่ 12)

4. จากนั้นปั๊มน้ำตัวที่ 1 ก็จะทำงานพร้อมกับสูบน้ำออกจากถังทันที

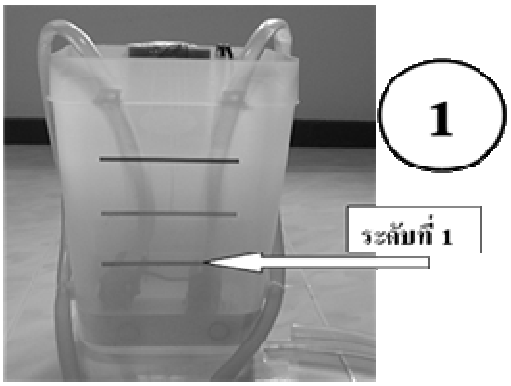
5. ระบบทำการเก็บข้อมูลของระดับน้ำต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูล (ตามหมายเลข 4 ในรูปที่ 12)

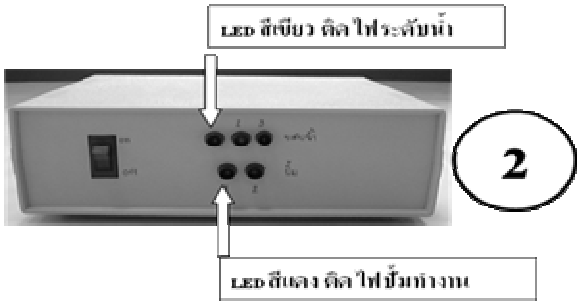
6. ระบบทำการ ส่ง SMS ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ ที่กำหนดเอาไว้ (ตามหมายเลข 5 ในรูปที่ 12)

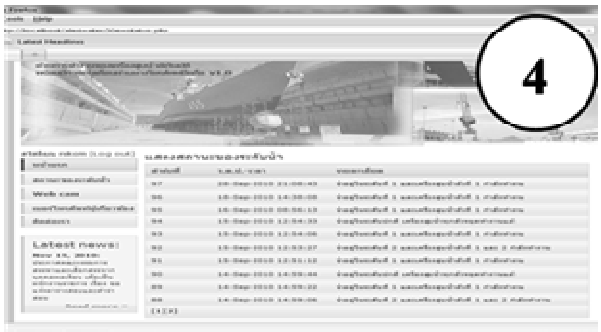
7. สามารถเข้ามาดูข้อมูล Webcam หรือ ภาพนิ่งได้ (ตามหมายเลข 6 ในรูปที่ 12)

ในทำนองเดียวกัน เมื่อระดับน้ำถึงระดับที่ 2 แล้ว ไฟ LED สีเขียว และสีเหลือง ที่กล่องควบคุมก็จะติด จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งข้อมูลเข้ามายัง server ซึ่งหน้าจอของการรับข้อมูลก็จะแสดงหมายเลข 2 พร้อมกับ ส่งค่านี้ไปยัง web server เพื่อทำการส่ง SMS ต่อไป จากนั้นปั๊มน้ำตัวที่ 1 และ 2 ก็จะทำงานพร้อมกับสูบน้ำออกจากถังทันที

ส่วนน้ำถึงระดับที่ 3 ไฟ LED สีเขียว สีเหลือง และสีแดงที่กล่องควบคุม ก็จะติดทั้ง 3 ดวง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งข้อมูลเข้ามายัง server ซึ่ง หน้าจอของการรับข้อมูลก็จะแสดงหมายเลข 3 พร้อมกับส่ง ค่านี้ไปยัง web server เพื่อทำการส่ง SMS ต่อไป ที่สถานะนี้การทำงานยังคงให้ปั๊มน้ำตัวที่ 1 และ 2 ทำงานพร้อมกับ สูบน้ำออกจากถังทันทีเช่นกัน ซึ่งลำดับการทำงานสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้







รูปที่ 12 ภาพประกอบผลการทดลองของระบบ ซึ่งแสดงลำดับการทำงานด้วยหมายเลข 1 - 6 ตามลำดับ

5. สรุปผล

จากการทดลองระบบ ตามเหตุการณ์ทั้ง 2 กรณีแล้ว เมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลง จนถึงระดับที่กำหนดไว้แล้ว ชุดตรวจวัดระดับน้ำก็ส่งสัญญาณไปยังคอนโทรลเลอร์ แล้วคอนโทรลเลอร์ไปสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานโดยอัตโนมัติ จากนั้นก็ส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลระดับน้ำไว้ในฐานข้อมูล แล้วส่ง SMS ไปยังหมายเลขโทรศัพท์มือถือตามที่ระบุ และได้ทำการทดลองซ้ำอีกเป็นจำนวนทั้งสิ้น 50 ครั้ง ผลการทดลองปรากฏว่า ปั๊มน้ำสูบน้ำออกจากถังทุกครั้ง เมื่อน้ำถึงระดับที่กำหนดไว้ และมีการเก็บข้อมูลระดับน้ำไว้ในฐานข้อมูลทุกครั้ง และมีการส่ง SMS เตือนไปยังเลขหมายที่ตั้งไว้ทุกครั้ง แต่กลับพบปัญหาเรื่องของความล่าช้า (delay) ในการส่ง SMS โดยเฉพาะช่วงเวลาตั้งแต่ 16.00 – 20.00 น. พบว่าช่วงเวลาที่ล่าช้าประมาณ 3 นาที ผู้รับจึงจะได้รับข้อความเตือนนั้น โดยนับตั้งแต่น้ำถึงระดับที่กำหนดแล้ว

6. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีแก้ไขปัญหาความล่าช้าของการส่ง SMS ในช่วงเวลาดังกล่าว

2. อยากให้ทำการทดลอง และจำลองเหตุการณ์เพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ตามริมแม่น้ำ เพื่อใช้ในการเตือนภัย เพราะการรายงานข่าวของภาครัฐหรือ เอกชน มักจะบอกว่ามวลน้ำก้อนใหญ่ อยู่ที่ระดับกี่พันลูกบาศก์เมตรต่อวินาที กำลังไหลมาจากทางตอนเหนือ ซึ่งประชาชนฟังแล้วอาจ

ไม่เข้าใจว่าน้ำ มันจะไหลมาถึงเมื่อไหร่ แต่ถ้านำระบบนี้เข้าไปช่วยเตือนภัยได้ ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์กับประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

[1] กองบรรณาธิการโฮมเพจ กรมอู่ทหารเรือ , (2543). “ประวัติกรมอู่ทหารเรือ,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก : http://www.navy.mi.th/dockyard/history.htm

[2] อีทีที, (29 ตุลาคม 2552). “ ET-BASE dsPIC30F4011,” [ออนไลน์],เข้าถึงจาก : http://www.ett.co.th/product2009/ET-PIC/ET-BASE_dsPIC30F4011.html

[3] อีทีที, (9 ตุลาคม 2547). “ET-RF24G V1.0,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก: http://www.ett.co.th/product/12A25.html

[4] ฟิวเจอร์คิท มาร์เก็ตติ้ง, (2547). “FK902 วงจรบอกระดับน้ำ 3 ระดับ,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก:http://www.futurekit.net/ index .php?option=com_content&task=view&id=352&Itemid=179

[5] อีทีที, (9 ตุลาคม 2547). “I/O 4,” [ออนไลน์],เข้าถึงจาก : http://www.ett.co.th/product/12A24.html

[6] คอนเนค บิสสิเนส ออนไลน์, (2547). “MessageDD SMS Connector,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก: http://www.messagedd.com/images/downloads/MDD_APISpec_v2.3.pdf

[7] พายซอฟท์, (2544). “ประวัติความเป็นมาเกี่ยวกับ SMS,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก: http://www.smsmkt.com/news/ประวัติความเป็นมา-SMS-88510.html

[8] วิกิพีเดีย, (3 ธันวาคม 2553). “ระบบการจัดการฐานข้อมูล,” [ออนไลน์], เข้าถึงจาก: http://th.wikipedia.org/wiki/ระบบการจัดการฐานข้อมูล