

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิความชื้นสำหรับการเก็บยา แสดงผลผ่านระบบเครือข่าย และแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์

Temperature and Humidity Monitoring System Displaying via Web Browser and Signaling Alarm via Smartphone

สิริรัตน์ ไตรวิรัตน์^{1*}, ภาสกร ด่วงเหมือน¹ และ สุบิน บรรยง²

¹ กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลเรือ ฝายศึกษา โรงเรียนนายเรือ 204 ถ.สุขุมวิท ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270

² กองวิจัยและพัฒนา กรมพัฒนาการช่าง กรมอุทกหารเรือ ถ.อรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย แขวงศิริราช จ.กรุงเทพมหานคร 10700

*ติดต่อ: sandandsea@gmail.com, Tel 081-018-0413, Fax 02-475-3864

บทคัดย่อ

การนำเทคนิคในการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟฟิกมาใช้ในการพัฒนาชุดอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสำหรับตู้เย็นเก็บยา และห้องเก็บยา สามารถแสดงผลได้ที่หน้าจอกล่องประจำห้อง เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล SQLite และแสดงผลได้บนระบบเครือข่ายโดยใช้ Web Browser สามารถเรียกดูข้อมูลปัจจุบันและย้อนหลังได้ มีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงและแสง พร้อมแจ้งเตือนผ่าน SMS และ Email ได้ผ่านระบบ GSM โดยมีส่วนต่างๆ ประกอบด้วย หน่วยวัดอุณหภูมิความชื้นไร้สายแบบใส่ถ่านสำหรับตู้เย็น หน่วยวัดอุณหภูมิความชื้นประจำห้อง หนึ่งหน่วยใช้รับสัญญาณจากหน่วยตู้เย็นได้หลายหน่วย และส่งต่อข้อมูลไปยังหน่วย Webserver เพื่อเก็บลงฐานข้อมูล ให้บริการข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย และแจ้งเตือนด้วย SMS และ/หรือ Email ผ่านระบบ GSM และ หน่วยแจ้งเตือนด้วยแสงและเสียง สำหรับติดตั้งในห้องที่มีเจ้าหน้าที่อยู่ประจำ

คำหลัก: สมองกลฝังตัว, ระบบตรวจวัด, ห้องเก็บยา, อินเทอร์เน็ต, ระบบโทรศัพท์จีเอสเอ็ม, ไร้สาย

Abstract

This paper introduces the development of a working embedded system designed totally using graphical programming technique for both hardware and service software. The temperature and humidity monitoring system for hospital medical storage implements SQLite database supporting data display via web browser, for both current and stored data. Light and sound alarm is added as well as alarming messages via SMS and Email using GSM network. The system includes wireless temperature and humidity sensors running on battery, room temperature and humidity sensors, each receive data signal from the previous and then send data wirelessly to the database and webserver for web browser servicing, lastly physical light and sound alarm boxes are installed where people work.

Keywords: Embedded system, Monitoring system, Medicine Storage, Internet, GSM, Wireless.

1. บทนำ

สืบเนื่องจากโครงการวิจัยชุดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟฟิก โดยคณาจารย์โรงเรียนนายเรือ ได้ประสบความสำเร็จ [1],[2] โดยองค์ความรู้ที่ได้ถูกนำไปจดสิทธิบัตรระหว่างประเทศ [3] เพื่อคุ้มครองการประดิษฐ์

ตามสนธิสัญญาความร่วมมือด้านสิทธิบัตร องค์ความรู้ที่ได้นี้ได้ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาการระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรียนนายเรือ [4] และถ่ายทอดโดยตรงให้อาจารย์โรงเรียนนายเรือที่สนใจศึกษา องค์ความรู้ดังกล่าวนี้มีศักยภาพสูง สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในเชิง

DRC-30

อุตสาหกรรม เพื่อการพัฒนาประเทศ และในทางทหาร เพื่อสร้างความเข้มแข็ง และขีดความสามารถให้กองทัพ โดยลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ทั้งนี้องค์ความรู้ดังกล่าวควรจะได้มีการนำไปใช้เพื่อให้เกิดการตกผลึกมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแตกยอดเพิ่มขีดความสามารถในงานที่หลากหลาย และเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานอื่นภายในกองทัพเรือ

โรงพยาบาล สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ [5] ให้บริการต่อผู้เข้ารับการรักษาเป็นจำนวนมาก โดยรองรับผู้ป่วยจากข้าราชการและครอบครัวทหารเรือในพื้นที่ จุฬ.สส. หน่วยใกล้เคียง และประชาชนในเขตนิคมอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก โรงพยาบาลจึงมีห้องเก็บรักษายาปริมาณมาก ณ เวลาหนึ่งๆ อาจมีมูลค่าสูงหลายร้อยล้านบาท

การเก็บรักษายาเพื่อไม่ให้เสื่อมคุณภาพ จะต้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมโดยใช้ระบบปรับอากาศในห้องเก็บยา [6] และตู้เย็นเฉพาะทางสำหรับการเก็บยา แต่เนื่องจากระบบการจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่มีการขัดข้องบ่อย ทำให้เกิดปัญหาต่อระบบทำความเย็น และนำมาซึ่งการเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควร นอกจากนี้จะต้องมีการจัดเจ้าหน้าที่เฝ้าตรวจการทำงาน และจัดบันทึกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นสำหรับการเก็บยา เพื่อช่วยในการประเมินการซ่อมทำล่วงหน้า ป้องกันการเกิดความเสียหายฉุกเฉินที่อาจส่งผลกระทบต่อยาที่มีมูลค่าสูง

โครงการวิจัยนี้จะพัฒนาต้นแบบระบบเฝ้าตรวจ และบันทึกการทำงานของระบบทำความเย็นตู้เก็บยา และห้องเก็บยา ผ่านระบบไร้สายภายในโรงพยาบาล โดยมีการบันทึกการทำงานของระบบทำความเย็นเกี่ยวกับการเก็บรักษาอย่างสม่ำเสมอ ลดการใช้เจ้าหน้าที่เฝ้าตรวจ และจัดบันทึกประจำห้องเก็บยา และมีระบบแจ้งเตือนหากเกิดความผิดปกติขึ้นกับระบบทำความเย็นเพื่อลด / จำกัดความเสียหายได้ทันท่วงที เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และประหยัดงบประมาณจากความสูญเสียที่ไม่จำเป็น

2. วิธีดำเนินการวิจัยพัฒนา

ใช้การออกแบบระบบสมองกลฝังตัวด้วย Simulink Models โดยใช้ MATLAB® [7] ร่วมกับชุดเครื่องมือซอฟต์แวร์ Waijung [8] และชุดเครื่องมือออกแบบหน้า Web Interface W2D [9] ร่วมกับ ชุดเครื่องมือสำหรับการ

พัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟฟิก [10] ออกแบบติดตั้งชุด Sensor วัดอุณหภูมิความชื้นแบบไร้สาย สำหรับตู้เย็นและห้องเก็บยา ออกแบบการอ่านและแสดงผลข้อมูลผ่านหน้า Web Interface ของผู้ใช้งานระบบนี้ และพัฒนาระบบการสื่อสารระหว่างชุดฐานข้อมูลกับชุดแจ้งเตือนความผิดปกติ ซึ่งจะทำงานผ่านระบบไร้สาย

2.1 เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐาน

ประยุกต์นำเทคโนโลยีจาก โครงการวิจัยชุดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟฟิก [1] โดยคณาจารย์โรงเรียนนายเรือ นำมาใช้ในการออกแบบระบบชุดเฝ้าตรวจ และชุดแจ้งเตือน ทำงานร่วมกับ Sensor Modules และ Real Time Clock Modules ใช้การบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแบบ SQLite Database [11] และเชื่อมโยงการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายด้วย TCP/HTTP Protocol เพื่อแสดงผลผ่านทาง Web Browser ด้วย HTML5 Web Interface



รูปที่ 1 Hardware Architecture

ใช้การออกแบบระบบสมองกลฝังตัวด้วย Simulink Model โดยใช้ MATLAB® ร่วมกับชุดเครื่องมือซอฟต์แวร์ Waijung และชุดเครื่องมือออกแบบหน้า Web Interface W2D ร่วมกับ ชุดเครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟฟิก ซึ่งประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรเชื่อมต่อ ชุดเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย ชุดเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแบบ SQLite Database และนาฬิกาแบบ Real Time Clock ออกแบบติดตั้งชุด Sensor วัดอุณหภูมิความชื้นแบบไร้สาย สำหรับตู้เย็นและห้องเก็บยา การอ่านและแสดงผลข้อมูลผ่านหน้า Web Interface ของผู้ใช้งานระบบนี้ และการสื่อสารระหว่างชุดฐานข้อมูลกับชุดแจ้งเตือนความผิดปกติ จะทำงานผ่านระบบไร้สาย



รูปที่ 2 Software Architecture

2.2. กระบวนการวิจัยพัฒนา

DRC-30

เทคโนโลยีและเทคนิควิธีที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการสร้างต้นแบบเพื่อการผลิตระบบเฝ้าตรวจ และแจ้งเตือนการทำงานของระบบทำความเย็นเพื่อการเก็บรักษาของโรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานที่สำคัญดังนี้

Requirements Formulation ศึกษาข้อมูลของห้องเก็บยา และตู้เย็นเก็บยา เพื่อระบุความต้องการ และข้อจำกัดต่างๆ ในเบื้องต้น

ออกแบบระบบต้นแบบขนาดเล็กโดยจำกัดปริมาณของตู้เย็นและห้องเก็บยา แต่เป็นระบบที่สมบูรณ์สามารถตรวจวัดอุณหภูมิความชื้น พร้อมเก็บบันทึกและแจ้งเตือนได้ในเบื้องต้น ติดตั้งแบบชั่วคราวให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้ เพื่อระบุความต้องการหรือปรับปรุงเพิ่มเติม

Subsystem Development ออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ทั้งนี้จะศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) และปรับแต่งตามความต้องการของผู้ใช้ โดยแบ่งเป็น Modules เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น (Flexibility) ในการใช้งานและการติดตั้ง (Installation) รวมไปถึงการเพิ่มขนาด (Scaling) ของระบบในอนาคตประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3 Sensor Modules

A). Sensor Module

ออกแบบและทดลองต้นแบบชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น แบบใช้พลังงานแบตเตอรี่ เพื่อการตรวจวัดข้อมูลภายในตู้เย็นเก็บยา และห้องเก็บยา เพื่อให้เกิดความเหมาะสม และสะดวกต่อการใช้งาน รวมทั้งออกแบบกำหนดวิธีการสื่อสาร ส่งข้อมูลให้กับชุดรวบรวมข้อมูลเพื่อการบันทึกเป็นฐานข้อมูล

B). Database Module

ออกแบบชุดประมวลผลเก็บข้อมูล และกลไกการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลแบบ SQLite Database ร่วมกับการบันทึกเวลา Real Time Clock เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้รับจากชุดตรวจวัดต่างๆ และเพื่อให้สะดวกต่อการสืบค้นและเพื่อการทำรายงานผลข้อมูลทางสถิติ

C). Webserver Module

ออกแบบชุด Webserver เพื่อสามารถนำข้อมูลจากฐานข้อมูล (SQLite Database) มาให้บริการข้อมูลผ่านระบบ Web interface และสื่อสารข้อมูลการแจ้งเตือนการผิดปกติของระบบไปยังชุดแจ้งเตือนในห้องฉุกเฉินผ่านระบบเครือข่ายภายใน (Intranet) ของโรงพยาบาลได้



รูปที่ 4 Alarm Modules

D). Alarm Module

ออกแบบชุดแจ้งเตือน (Alarm) ติดตั้งประจำที่ในห้องฉุกเฉิน และห้องจ่ายยา เพื่อให้เจ้าหน้าที่เวรยามสามารถทราบถึงอาการผิดปกติของตู้เย็นเก็บยา และห้องเก็บยาต่างๆ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ในทันที

General Integration ออกแบบติดตั้งและทดลองการเชื่อมต่อของ Module ต่างๆ ในระบบ ทดลองการใช้งานระบบในสถานะที่มีการจำลองอาการผิดปกติในส่วนต่างๆ ของระบบทำความเย็น และแก้ไขข้อขัดข้องหากมี ก่อนที่จะขยายระบบ (Scale) ให้ครอบคลุม ห้องจ่ายยาผู้ป่วยนอก ห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน ห้องคลังเก็บยา ห้องจ่ายยาฉุกเฉิน ตู้เย็นเก็บยาจำนวน 12 ตู้ ชุดแจ้งเตือนห้องฉุกเฉิน 1 ชุด และชุดแจ้งเตือนห้องจ่ายยาอีก 1 ชุด

Formal Testing สาธิตและจัดอบรมการใช้งานระบบที่ครบสมบูรณ์ ในสภาวะการใช้งานจริงให้กับเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง

User Acceptance เมื่อระบบใช้งานได้เป็นไปตามความต้องการของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน จะดำเนินการส่งมอบระบบที่สมบูรณ์ พร้อมใช้งาน ให้อยู่ในความดูแลของโรงพยาบาล

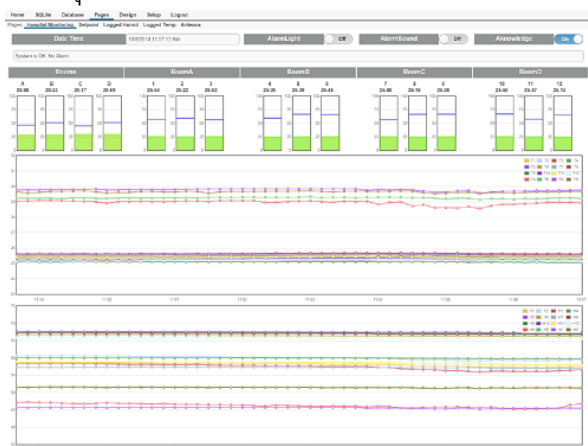
3. การวิเคราะห์

DRC-30

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการปฏิบัติงานใน รพ. สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พบว่าห้องคลั่งเก็บยาต่างๆมีอยู่หลายห้อง แยกออกเป็นหลายชั้น แต่ละห้องมีจำนวนตู้เย็นเก็บยาไม่เท่ากัน และมีลักษณะแตกต่างกัน จึงมีความเหมาะสมในการใช้ระบบการสื่อสารไร้สายให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน และมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนสถานที่ติดตั้งระบบ

การสื่อสารไร้สายที่จะใช้จะต้องมีลักษณะประหยัดพลังงานดีเลิศ โดยจะอยู่ในตระกูล Bluetooth และ ANT Protocol เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานสามารถทำงานได้นานโดยการใช้ Battery และไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่านบ่อยเกินไป ผลการทดลองในห้องต้นประมาณการได้ว่าการเปลี่ยนถ่าน 1 ครั้งสามารถใช้งานได้ยาวนานกว่า 5 เดือน

การบันทึกประจำวันของเจ้าหน้าที่ รพ. เป็นปัจจัยหนึ่งที่สิ้นเปลืองเวลาของบุคลากร เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า ระบบที่วิจัยพัฒนาขึ้นมาจะต้องมีระบบเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลในฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ในภายหลัง ทั้งนี้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบท่าความเย็นต่อไป และยังมีประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาระบบท่าความเย็น ก่อนการชำรุดเสียหายอีกด้วย



รูปที่ 5 การแสดงผลผ่าน Browser

การบริการข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้จากจุดต่างๆ เป็นข้อมูลจำนวนมากและมีหลายหน่วยวัดข้อมูลจะต้องมีการนำเสนอเป็น แผนภาพ กราฟ หรือสีสัน ที่สามารถแยกแยะได้โดยง่าย เพื่อความสะดวกของผู้อ่านข้อมูล การใช้การแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายจึงช่วยอำนวยความสะดวกได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลผ่าน Web Browser ซึ่งสามารถเปิดได้จากหลาย

อุปกรณ์ เช่น PC หรือ Smartphone, iPhone, Android นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างสามารถตั้งค่าต่างๆ ลงไปในระบบผ่านทาง Web Browser ได้อีกด้วย เทคโนโลยีที่นำมาช่วยในด้านนี้ได้แก่ HTML5

การแจ้งเตือนด้วยแสงและเสียง เหมาะสำหรับการติดตั้งในสถานที่ที่มีผู้ปฏิบัติงานตลอดเวลา เช่นห้องฉุกเฉิน นอกจากนี้การแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้องด้วย Email หรือ SMS ก็มีส่วนสำคัญ ดังนั้นระบบจะมีการแจ้งเตือนดังกล่าวทั้งสองแบบ และสามารถตั้งค่าเบอร์โทรศัพท์ และ Email ได้ เนื่องจากการแจ้งเตือนอาจเกิดขึ้นเมื่อใดก็ได้ การเชื่อมต่อที่มีเสถียรภาพมากที่สุดก็คือการใช้ระบบ GSM เนื่องจากไม่จำเป็นต้องพึ่งพา Infrastructure เพิ่มเติมของ รพ. เลย

4. การประเมินผล

ในห้องต้น ระบบทั้งหมดได้ผ่านการทดลองใช้งานในห้องเวลาประมาณกว่า 6 เดือน ณ ห้องปฏิบัติการ รร.นร. และมีการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องมาตลอด ปัจจุบันระบบสามารถทำงานได้ดี และมีเสถียรภาพ ได้นำไปติดตั้งทดลองใช้งานในโรงพยาบาลแล้ว มากกว่า 3 เดือน พบว่าใช้งานได้ดี และมีการปรับแต่งเพิ่มเติมเล็กน้อยตามความต้องการของผู้ใช้

5. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและประสิทธิผล

ระบบตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสำหรับตู้เย็นเก็บยาและห้องเก็บยาสำหรับใช้ รพ. สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์นี้ มีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

- 1.เป็นระบบต้นแบบเพื่อทดลองการใช้งานจริง หากประสบความสำเร็จ จะสามารถนำไปเข้ากระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากได้ สามารถนำไปให้หน่วยงาน รพ. ทางราชการใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้หากมีการจดสิทธิบัตรและผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ จะสามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศได้อีก
- 2.เป็นระบบที่พัฒนามาจากองค์ความรู้เดิมใน รร.นร. ซึ่งเมื่อมีการนำองค์ความรู้ไปใช้งานจริง ก็จะพบข้อขาดตกบกพร่องที่มีอยู่ในองค์ความรู้เดิม เป็นการสอบทานองค์ความรู้และปรับปรุงแก้ไขให้ทันสมัยไปในเวลาเดียวกัน
- 3.เมื่อนำองค์ความรู้มาพัฒนาต่อยอดเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยพัฒนาย่อมต้องแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อนำมาเติมส่วนที่ขาด ทำให้เกิดกระบวนการค้นคว้า ทำให้มี

DRC-30

ศักยภาพมีความรู้ความชำนาญและประสบการณ์มาก
ยิ่งขึ้น ผลประโยชน์ย่อมตกอยู่กับผู้รับถ่ายทอดองค์ความรู้
รุ่นต่อไป และ นักเรียนนายเรือ

4.เทคโนโลยีที่นำมาวิจัยพัฒนาประกอบไปด้วย

4.1.Graphical Programming for Rapid Prototyping

4.2.Low power MCU & wireless communication
(ANT)

4.3.High power MCU for Internet communication
(Internet of things)

4.4.Embedded Database, SQLite

4.5.Standalone GSM module for SMS and Email
(Always connected)

4.6.HTML5, jQuery, jQuery mobile (Cross platform
serviceability)

เทคโนโลยีดังกล่าวล้วนกำลังเป็นที่นิยม อยู่ในระดับ
ต้นๆ ของการพัฒนา เมื่อเราได้ผลิตผลงานออกมาได้
ประสบความสำเร็จย่อมจะเป็นจุดสนใจ และเป็นแบบอย่าง
ต่อการพัฒนาต่อไปในอนาคต

จากคุณลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น ระบบตรวจวัด
อุณหภูมิและความชื้นสำหรับตู้เย็นเก็บยาและห้องเก็บยา
สำหรับใช้ใน รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ นอกจากจะ
เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการปฏิบัติงานใน ทร. ให้มี
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นแล้ว ยังมีคุณค่าในเชิงวิชาการ
การวิจัย และพัฒนาต่อยอดต่อไปได้อีก

6.สรุปผลการดำเนินการ

การสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ใช้งานระบบได้เริ่มทำ
ประมาณ พ.ค.57 โดยเป็นการประสานงานโดยตรงกับ
หน.กลุ่มงานเภสัชกรรม รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์
หลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ทำโครงการ ได้ดำเนินงานเสนอ
เพื่อจัดซื้อผ่าน รร.นร. และได้เดินทางไปสำรวจและเก็บ
ข้อมูลยังสถานที่จริง จึงได้ทราบข้อจำกัดของสถานที่ และ
ข้อบกพร่องของระบบอื่นๆ ที่เคยใช้งาน

แนวทางการผลิตเครื่องมือจึงเน้นการใช้การสื่อสารไร้
สายเป็นหลัก เนื่องจากง่ายต่อการติดตั้งใช้งาน และยังมี
ความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสถานที่ติดตั้งเครื่องมือ
ได้โดยง่าย เพื่อให้เจ้าหน้าที่ รพ. สามารถทำได้เอง มีการ
พัฒนาระบบเชื่อมต่อกับเครือข่าย โดยนำความสามารถ
ของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นใหม่ที่มีขีดความสามารถสูง
มาใช้ ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแต่มีขีด

ความสามารถสื่อสารไร้สายแบบประหยัดพลังงาน เพื่อ
นำมาเป็นหน่วยตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบไร้สาย
โครงการนี้นับเป็นการรวมระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
หลายชนิด หลายแบบ นำมาทำงานร่วมกัน โดยใช้จุดแข็ง
ของแต่ละตัว และยังได้เชื่อมต่อกับเทคโนโลยี Web
Browser ด้วย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤษฎา แสงเพชรส่อง, นาวาโท ดร., บอร์ดพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวแบบกราฟิก, นิตยสาร เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ พลัส, ฉบับที่ 360, กรกฎาคม 2554, หน้า 151-154.
- [2] สิทธิพงษ์ ทองอินทร์, ทดสอบการใช้งาน FiO Boards และ RapidSTM32 Blockset, นิตยสาร เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ พลัส, ฉบับที่ 361, สิงหาคม 2554, หน้า 129-136.
- [3] World Intellectual Property Organization, *International Application Published under the Patent Cooperation Treaty (PCT)*, International Publication Date 22.09.2011, International Publication Number WO 2011/115590 A1, International Application Number PCT/TH2010/000010
- [4] Krisada Sangpetchsong, Teaching Model-Based Design and Rapid Prototyping to Undergraduate Students, *The 36th Electrical Engineering Conference: EECON-36*
- [5] รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ. รู้จักโรงพยาบาล, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.srkhospital.com/>, เข้าดูเมื่อวันที่ 5/05/2557.
- [6] John Snow, Inc./DELIVER in collaboration with the World Health Organization. Guidelines for the Storage of Essential Medicines and Other Health Commodities. 2003. Arlington, Va.: John Snow, Inc./DELIVER, for the U.S. Agency for International Development.
- [7] The MathWorks, Inc. MATLAB® R2009a and Simulink Software.
- [8] Waijung Blockset, *Manual and Demo*. URL: <http://waijung.aimagin.com>, access on 1/01/2014

DRC-30

- [9] Waijung WebPage Designer (W2D), *Manual*. URL: http://waijung.aimagin.com/waijung_webpage_designer_w2d.htm, access on 1/01/2014.
- [10] Aimagin embedded MCU and peripheral hardware, *Products*. URL: <http://www.aimagin.com>, access on 10/02/2014.
- [11] SQLite is a software library that implements SQL database engine, *Manual*. URL: <http://www.sqlite.org>, access on 15/10/2014.