

ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

Wireless Classroom Monitoring for Status Notification over Network.

สมคิด ฤทธิเนติกุล¹

Somkid Ritnathikul¹

¹ อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานภาพห้องเรียน พัฒนาจากแนวคิดที่ไม่ต้องเดินสำรวจ ซึ่งทำให้เสียเวลามาก อีกทั้งไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าโดยตรงซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ โดยพัฒนาให้มีขนาดเล็ก ติดตั้งง่าย คลอบคลุมสภาพแวดล้อมสำหรับการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น ความสว่าง(หลอดไฟ) อุณหภูมิห้อง(เครื่องปรับอากาศ) ความเคลื่อนไหว(มีคนอยู่หรือผู้บุกรุก) ส่งข้อมูลไร้สายไปยังระบบแสดงผลที่สามารถดูสถานภาพของห้องเรียนทุกห้องที่ติดตั้งชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที ทั้งการดูจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน

เมื่อนำไปทดลองใช้งานสามารถรายงานสถานะภาพของห้องเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถตรวจสอบและแสดงผลความผิดปกติของสถานภาพห้องเรียน ตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. ซึ่งโดยปกติช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่มีการใช้งานห้องเรียน อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะของห้องเรียนได้ผ่านทั้งคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ สมาร์ทโฟน โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกันในรูปแบบไร้สายได้

คำสำคัญ : สถานภาพห้องเรียน แจ้งเตือน ระบบเครือข่าย

Abstract

Development status monitoring alerts to wireless classroom network system was intended to be used to monitor the status of the class, developed from the concept of not having to walk, which was very time consuming. It did not directly interfere with the electrical system, which could be dangerous. The instrument was developed to be a small, easy to be installed, comprehensive environment for monitoring devices within the classroom, such as light (bulb) temperature (air conditioning) and activity (intruders). It could send information wirelessly to a display system that could view the status of every classroom, installed check the status of wireless network immediately and could be viewed from any computer or smart phone.

When the trial was conducted, it was able to report the status of the classroom as well as the ability to monitor and display the status of unusual classrooms, from 17:00 am. - 8:00 pm. which

were not the normal classroom periods. It could also check the status of the classroom through the entire notebook, computer or smart phone by connecting to the same network wirelessly.

Keywords : Classroom Monitoring, Notification, Network

บทนำ

การเข้าใช้งานห้องเรียนในปัจจุบันเป็นไปตามรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาถูกจัดห้องเรียนเอาไว้สำหรับการเรียนการสอน เมื่อการเรียนการสอนเสร็จสิ้น อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาจะแยกย้ายออกจากห้องกันไปเปลี่ยนห้องเรียนไปเรื่อยๆ ตามตารางเรียน ซึ่งในห้องเรียนห้องเรียนมาตรฐานนั้นจะมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนต่างๆ เช่น หลอดไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ ตลอดจนโต๊ะเก้าอี้ เครื่องมือบางอย่างในห้องเรียนมาตรฐาน ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งทำให้เกิดโอกาสในการลืมนปิดอุปกรณ์เหล่านั้นโดยที่ไม่มีใครรู้หลังจากออกจากห้องเรียนไปแล้ว ซึ่งอาจจะเป็นเวลาหลายชั่วโมงหรือทั้งคืน ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งยังต้องเสียเวลาสำหรับผู้ดูแลอาคารเรียนนั้นๆ ในการเดินตรวจสอบในทุกวันหลังจากหมดกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว อีกทั้งยังมีโอกาสเกิดความผิดพลาด ตรวจสอบไม่ทั่วถึงในกรณีไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบในห้องได้ เช่น ไฟแสงสว่างปิดอยู่แต่เครื่องปรับอากาศถูกเปิดเอาไว้ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่สามารถตรวจสอบได้

ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายสำหรับตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนให้มีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง ติดตั้งง่าย ใช้พลังงานน้อย คลอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในห้องเรียน เช่น ความสว่าง(หลอดไฟ) อุณหภูมิห้อง(เครื่องปรับอากาศ) ความเคลื่อนไหว(มีคนอยู่หรือผู้บุกรุก) ส่งข้อมูลไร้สายไปยังระบบแสดงผลที่สามารถดูสถานภาพของห้องเรียนทุกห้องที่ติดตั้งชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน โดยระบบตรวจสอบไม่ต้องไปยุ่งเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าภายในอาคารซึ่งเป็นไฟฟ้าแรงสูงอันจะส่งผลให้เกิดอันตรายได้ เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถทำการดำเนินการเพื่อความเรียบร้อยต่อไป และยังสามารถเพิ่มชุดตรวจสอบเข้าไปในระบบให้กับแต่ละห้อง ได้ตามความต้องการโดยไม่มีผลกระทบกับชุดตรวจสอบที่ติดตั้งกับห้องอื่นๆ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาทำให้เป็นระบบโครงข่ายขนาดใหญ่ที่ใช้รายงานสถานภาพห้องเรียนของทั้งหน่วยงานได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อสร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย

วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

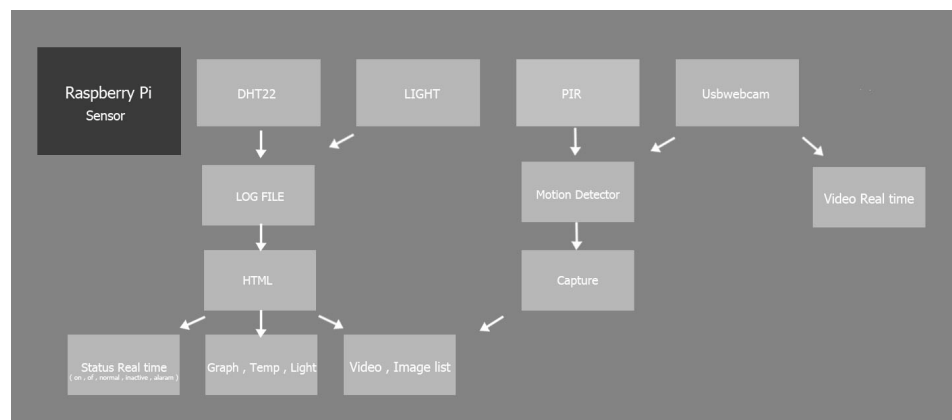
สืบเนื่องจากการประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2555 ได้มีมติให้หน่วยงานราชการดำเนินมาตรการลดใช้พลังงานลง เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับภาคเอกชน ทำให้องค์กรต่างๆ เริ่มให้ความสำคัญในการลดพลังงานกันมากขึ้น จนปัจจุบันมีการณรงค์ลดพลังงานไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งการศึกษาในเรื่องของการวิจัยเพื่อหาพฤติกรรมการใช้พลังงาน ตลอดจนมาตรการการลดการใช้พลังงานอย่างจริงจังในทุกองค์กรในปัจจุบัน

จากงานวิจัยโดยสุชีรา นวลกำแหง ในเรื่องการศึกษาหารูปแบบการส่งเสริม พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าใน อาคารของบุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัญหา พฤติกรรมการใช้พลังงาน และ สร้างรูปแบบเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งเป็นรูปแบบการสร้างจิตสำนึกและแนวปฏิบัติที่เหมาะสมให้กับบุคลากรและนักศึกษายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และงานวิจัยของ สำนักงานกองกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่เสนอผลงานวิจัยในเรื่อง ความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรในสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งได้กล่าวผลการ สำรองเอาไว้ว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจการประหยัดพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งยังเสนอให้มีการบริหารจัดการด้านเทคนิค เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อไป

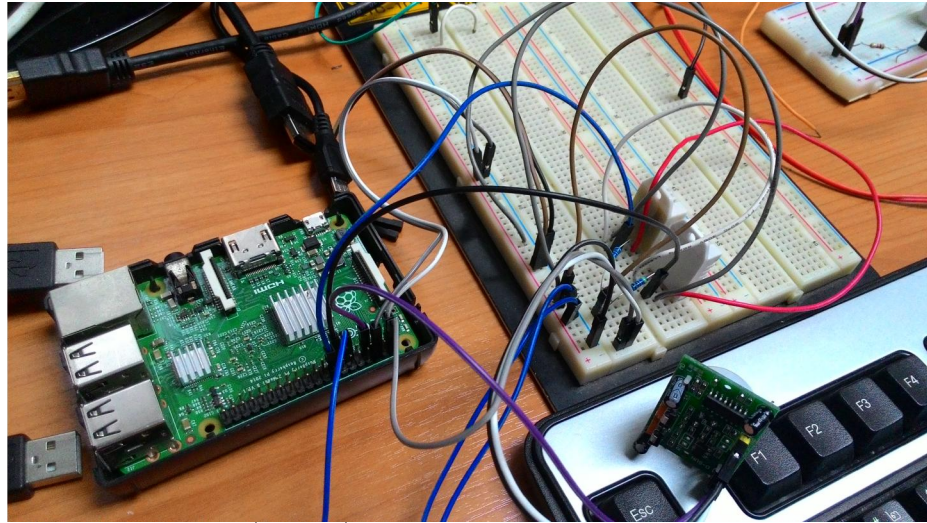
ในการจัดการประหยัดพลังงานโดยการมีส่วนร่วมเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จึงควรต้องหามาตรการ ประหยัดพลังงานด้านอื่นเข้ามาร่วมด้วย โดยใช้ทางด้านเทคนิคหรืออุปกรณ์ร่วมด้วยหากมาตรการธรรมดาก็ใช้ไม่ได้ผล

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย ผู้วิจัยได้ใช้ตัวบอร์ด Raspberry Pi สำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์และทำการเขียนโปรแกรมตรวจสอบในตัวบอร์ด Raspberry Pi ได้โดยตรง ชุดตรวจจับอุณหภูมิและชุดตรวจจับค่าแสงสว่าง ตรวจจับและรับข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ใน Log Files ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ แล้วดึงออกไปแสดงผลด้วยรูปแบบ HTML ทั้งแบบข้อมูลตัวเลขและกราฟ ส่วนตัว ตรวจจับความเคลื่อนไหวก็ตรวจจับความเคลื่อนไหวแล้วทำการบันทึกเวลาที่มีการตรวจจับได้ลง Log Files เช่นกัน พร้อมทั้งทำการบันทึกภาพนิ่งตามเวลาเพื่ออ้างอิงตามเวลาที่มีการตรวจสอบความเคลื่อนไหว เพื่อรอการนำไปแสดงผล ด้วยรูปแบบ HTML ด้วยเช่นกัน ดังภาพที่ 1

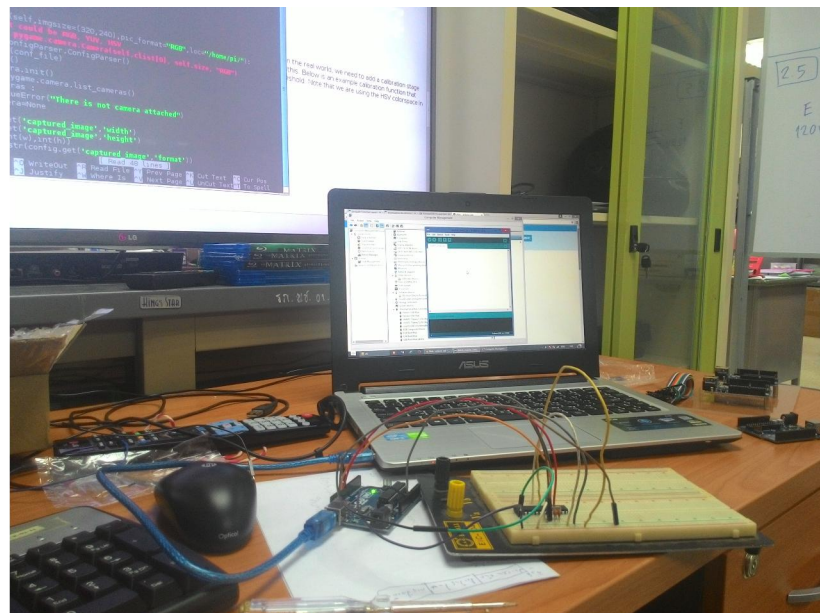


ภาพที่ 1 แนวคิดการออกแบบระบบ



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อวงจรของตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ

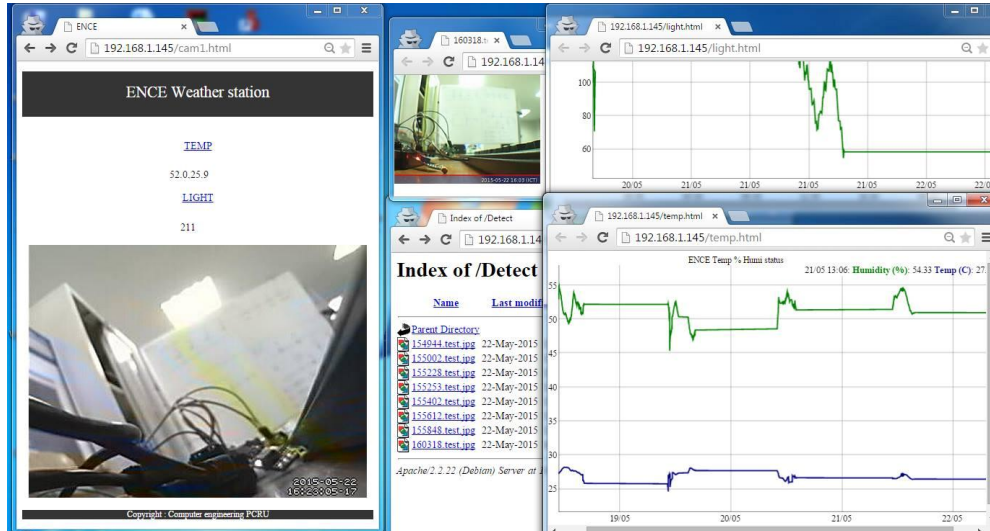
การพัฒนาชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย โดยการเชื่อมต่อทดสอบระบบในแผงต่อวงจรเบรตบอร์ด แล้วทำการเขียนโปรแกรมผ่าน Raspberry PI ทั้งในส่วนของวงจรตรวจสอบอุณหภูมิ ตรวจสอบความสว่าง และตรวจจับความเคลื่อนไหว



ภาพที่ 3 การเขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ใน Raspberry PI

การเขียนโปรแกรมใน Raspberry PI นั้นผู้วิจัยใช้ภาษาไพธอนซึ่งมีความยืดหยุ่นที่สามารถเขียนได้ในหลายแพลตฟอร์มของระบบปฏิบัติการ ในที่นี้ Raspberry PI มีระบบปฏิบัติการบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ Linux แล้ว

เก็บค่าตัวแปรที่ได้จากตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์ลงในฐานข้อมูลที่เป็นไฟล์ข้อมูล เนื่องจากมีความง่ายและเหมาะกับการเขียนโปรแกรมที่มีขนาดเล็ก ไม่เป็นภาระของตัว Raspberry PI ให้ทำงานหนักเกินไป



ภาพที่ 4 การเขียนโปรแกรมและผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

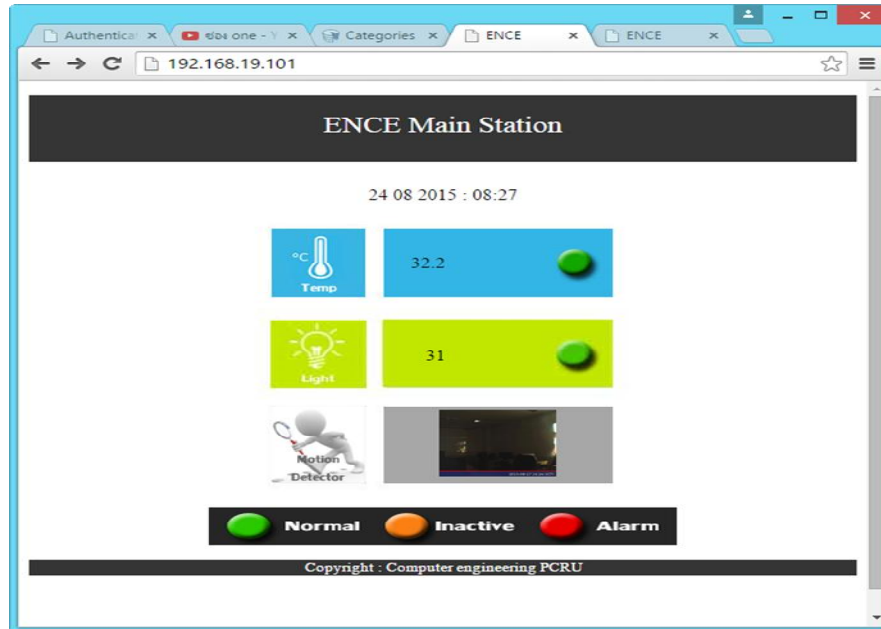
เมื่อโปรแกรมทั้งหมดที่ทำการเขียนโปรแกรมผ่านการทดสอบการทำงานที่ถูกต้องแล้ว นำไปประกอบลงกล่องต้นแบบเพื่อจะนำไปทดสอบในห้องตัวอย่างที่จะเก็บค่าผลการทดลอง ได้ดังภาพที่ 3 และผลการทดลองติดตั้งในห้องตัวอย่าง ได้ผลในเบื้องต้นในภาพที่ 4 ซึ่งมีการทดลองและผลการทดลองที่จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 5 เครื่องต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิจัย

การทดลองโดยการนำไปติดตั้งในห้องเรียนโดยเลือกจุดที่ครอบคลุมการตรวจจับของตัวตรวจจับ เชื่อมต่อเพื่อเข้าข้อมูลของตัวตรวจจับต่างๆ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มของระบบเครือข่ายเป็นกลุ่มเฉพาะ เพื่อใช้ในการทดลองโดยใช้ IP Address ในกลุ่ม 192.168.19.XXX และ Subnet เป็น 255.255.255.0



ภาพที่ 6 การแสดงผลหน้าหลักเพ็จที่ได้จากการทดลอง

จากภาพที่ 6 แสดงหน้าหลักของการแสดงผลโดยมีวันที่และเวลาในการแสดงผล ตลอดจนรายการแสดงค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่าอุณหภูมิของห้องพร้อมสถานะ (สีเขียว) ซึ่งเป็นสถานะปกติ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (C)

- ค่าแสงสว่าง พร้อมสถานะ (สีเขียว) ซึ่งเป็นสถานะปกติ จะใช้วิธีการวัดค่าที่ได้ในช่วงค่าแสงในช่วงเวลาปกติ เทียบกับค่าแสงในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลเมื่อมีความผิดปกติ เนื่องจากในแต่ละห้องมีความสว่างในช่วงกลางวันและกลางคืนมีความสว่างไม่เท่ากันอันเนื่องมาจากสภาพแสงรบกวนใกล้เคียง ทำให้ไม่สามารถกำหนดค่าที่มีค่าเท่ากันได้

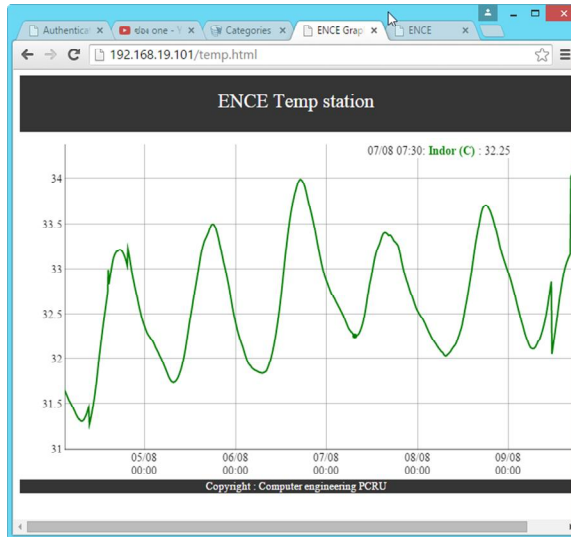
- ภาพนิ่งของสภาพห้องปัจจุบัน แสดงภาพเป็นภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบ Motion Jpeg โดยที่สถานะที่กำหนดในการแจ้งสถานะทำการกำหนดไว้ 3 สถานะคือ

1. Normal (สีเขียว) แสดงสถานะถึงสถานะปกติ ทั้งในช่วงเวลาปกติที่มีการใช้งานห้องเรียนหรือในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว ในการทดลอง กำหนดไว้ตั้งแต่ 17.00 น. – 08.00 น.

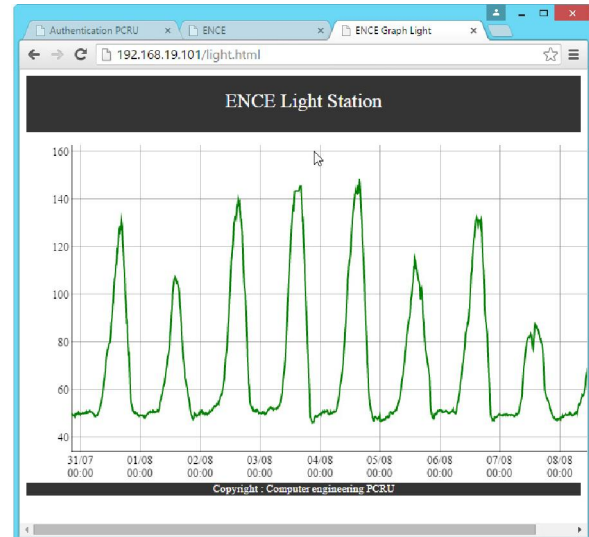
2. Inactive (สีส้ม) แสดงสถานะถึงสถานะมีความเคลื่อนไหว ซึ่งอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ เช่น

ตรวจพบความเคลื่อนไหวชั่วคราว หรือ ความสว่างในช่วงเวลารอยต่อระหว่างช่วงเวลาที่ไม่มีตรวจการสอบสถานะ ซึ่งยังไม่ถือเป็นการตรวจสอบพบความผิดปกติ ทั้งในช่วงเวลาปกติที่มีการใช้งานห้องเรียนหรือในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว

3. Alarm (สีแดง) แสดงสถานะถึงสถานะที่ผิดปกติ ในช่วงเวลาที่กำหนดเอาไว้เพื่อตรวจสอบสถานะเวลาที่ไม่มีการใช้ห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว

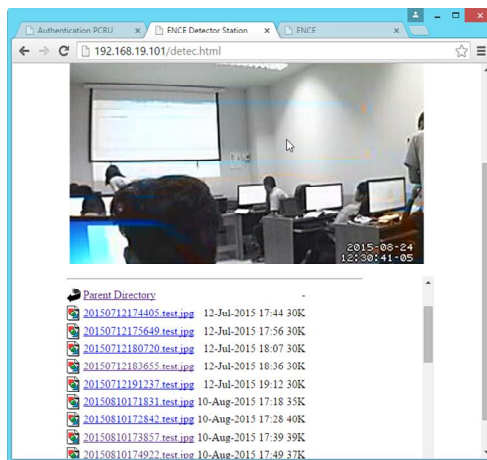


(ก)



(ข)

ภาพที่ 7 การแสดงผลค่าอุณหภูมิ (ก) และความสว่าง (ข) ด้วยกราฟที่ตรวจสอบได้



(ก)

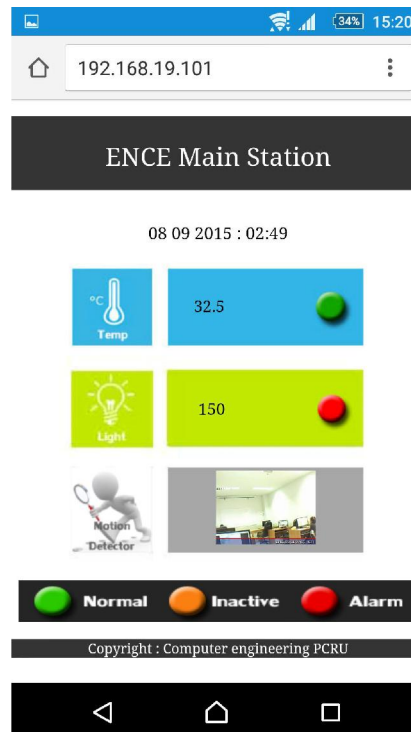


(ข)

ภาพที่ 8 การแสดงผลภาพนิ่งเพื่อดูสภาพห้องเรียน (ก) และ ภาพนิ่งที่จับได้เมื่อมีเหตุการณ์ (ข)

สำหรับการตรวจสอบสถานะห้องเรียน หากพบความผิดปกติ เมื่อมีความผิดปกติในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ในการทดลอง โดยกำหนดไว้ในช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. ที่เป็นเวลาที่ปกติแล้วจะไม่มีใครใช้ห้องเรียน ในกรณีนี้ พบว่ามี

แสงสว่างเกินค่าปกติถึง 150 ในช่วงเวลา 02.49 น. (ปกติในเวลากลางวันค่าจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-40 เท่านั้น และ
จะค่าจะใกล้เคียงกับ 0 ในช่วงเวลากลางคืน) ก็จะมีสถานะเป็นสีแดง ซึ่งบอกได้ถึงสถานะห้องเรียนที่ผิดปกติ เพื่อที่จะได้
ทำการตรวจสอบภาพนิ่ง ว่าสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนนั้นมีสภาพและสถานะเป็นอย่างไร มีผู้ใช้ห้องนอกเวลา หรือ
มีผู้บุกรุกหรือไม่ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การแสดงผลการตรวจสอบแล้วพบความผิดปกติผ่านสมาร์ทโฟน

จากการทดลองระบบ สามารถแสดงผลเพื่อแจ้งเตือนถึงสถานภาพห้องเรียนได้เป็นอย่างดี และสามารถบันทึก
เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในช่วงเวลาที่กำหนดได้ว่ามีความผิดปกติของการเข้าใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาใดบ้าง ผ่านการตรวจจับ
ต่างๆ ได้

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการดำเนินการสร้างชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย
ผู้วิจัยได้ข้อสรุปในการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. ชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่าย สามารถรายงานสถานะภาพ
ของห้องเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถตรวจสอบความผิดปกติของสถานภาพห้องเรียนที่กำหนดไว้ ที่เป็นช่วงเวลา
ปกติจะไม่มีการใช้ห้องเรียน ตั้งแต่ช่วงเวลา 17.00 น. – 08.00 น. อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบสถานะของห้องเรียนได้
ผ่านทั้งคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก หรือ สมาร์ทโฟน โดยการเชื่อมต่อเครือข่ายเดียวกันในรูปแบบไร้สายได้
2. การตรวจสอบอุณหภูมิและค่าความสว่าง สามารถทำการบันทึกค่าฐานข้อมูล แล้วแสดงผลในรูปแบบ

กราฟ โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบย้อนหลังไปในวันต่างๆ ได้ในระดับเวลาเป็นชั่วโมงได้

3. การตรวจสอบความเคลื่อนไหวแล้วบันทึกภาพนิ่งค่าลงฐานข้อมูล โดยการแสดงผลสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ที่ผิดปกติที่เคยเกิดขึ้นย้อนหลังได้

4. ความจำกัดที่เกิดขึ้นในกรณีที่แต่ละห้องมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเขียนโปรแกรมจึงต้องใช้อ้างอิงสภาพแวดล้อมก่อนทำการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดเงื่อนไข อาจจะทำให้ได้ค่ากำหนดไว้ไม่เหมือนกัน ส่งผลต่อการทำงานที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความผิดพลาดในการแสดงสถานะได้

สำหรับการวิจารณ์ผลหลังจากการทดลอง ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเป็นข้อตามลำดับดังนี้

1 ด้านการออกแบบชุดตรวจสอบสถานภาพห้องเรียนไร้สายเพื่อแจ้งเตือนผ่านระบบเครือข่ายโดยใช้ชุดอุปกรณ์หลักคือ Raspberry Pi กับตัวตรวจจับสภาพแวดล้อมต่างๆ สามารถทำงานในการตรวจสอบสถานะในแต่ละด้านได้โดยอ้างอิงจากสภาพแวดล้อมของแต่ละห้อง มีความง่ายในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ และการนำอุปกรณ์ไปเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลกับระบบอื่นๆ เพราะในตัว Raspberry Pi เองมีทั้งระบบปฏิบัติการที่สามารถทำงานเองได้ มีส่วนของการเขียนโปรแกรมในตัวเอง มีความสามารถในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายในตัวเอง และมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ในตัวเองที่สามารถให้บริการแสดงข้อมูลได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่เชื่อมต่อเข้ามา ทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อโมดูลอุปกรณ์อื่นๆ เข้ามาอีกหลายตัวซึ่งช่วยประหยัดงบประมาณได้มาก อีกทั้งไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมโมดูลต่างๆ เหล่านี้ ทำให้ลดเวลาและความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโมดูลเหล่านั้นไปได้มากเช่นกัน

แต่ปัญหาของการนำ Raspberry Pi มาใช้งานคือ เมื่อมีการใช้งานไปเป็นเวลานานจะมีการทำงานช้าลงอันเนื่องมาจากต้องทำงานพร้อมกันหลายหน้าที่และมีไฟล์ขยะ (Temporary Files) มากขึ้น เมื่อทำงานติดต่อกันนานหลายวัน อาจเกิดอาการค้างของตัว Raspberry Pi ได้ (Hang) จึงต้องทำการตั้งค่าการทำงานให้เริ่มต้นการทำงานใหม่ในช่วงที่ไม่ได้ทำการตั้งค่าไว้ให้ตรวจสอบสถานะภายในห้องเรียน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความต่อเนื่องในการตรวจสอบและบันทึกผลสภาพแวดล้อมที่ทำการตรวจสอบ

2 ด้านการใช้งาน สำหรับการติดตั้งและการใช้งานนั้น เนื่องจากห้องเรียนที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีการใช้งานตามรายวิชาแค่บางรายวิชาหรือบางช่วงเวลา มีความเข้มของแสงน้อยในช่วงไม่มีการใช้งาน และ มีการติดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะส่งผลต่อการตรวจสอบได้ง่าย ในการทดลองใช้งานจึงมีการแสดงผลที่ถูกต้องและสามารถตรวจสอบสถานะภายในห้องได้เป็นอย่างดี

ในข้อจำกัดของการตรวจสอบที่พบเห็นได้คือ เมื่อมีการเปิดม่านหรือมีแหล่งแสงสว่างอื่นเข้ามาอาจจะส่งผลต่อการตรวจสอบที่ผิดพลาดไป หรือในบางครั้งการเปิดห้องเพื่อทำความสะอาดของแม่บ้านโดยไม่ได้เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ นอกจากไฟแสงสว่าง อาจทำให้เกิดความผิดพลาดจากการตรวจสอบได้เช่นกัน ดังนั้นอาจจะพัฒนาเพิ่มเติมได้ในอนาคต โดยการเพิ่มตัวตรวจจับการใช้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วย เพื่อจะใช้ไปเป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอบพระคุณอาจารย์ยศวรรธน์ จันทนา และอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำหรับสถานที่ทำการทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนที่ใช้ในการวิจัย นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ อีกทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือการวิจัยด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- ประสงค์ เอี้ยวเจริญ และ คณะ . (2552) . ความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรในสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร . [ออนไลน์] .
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.เข้าถึงได้จาก : <https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/ประสงค์%20เอี้ยวเจริญ%2052.pdf> . (วันที่ค้นข้อมูล : 13 พฤศจิกายน 2558).
- ไพบูลย์ นาคมหาชาสินธุ์. (2542). หลักการและการประยุกต์ใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิลอินเตอร์ไพร์ส อิงค์.
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น . (2558) . พัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในโรงเรือนเกษตร . [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก : http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/20131021142817.pdf
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น . (2558) . เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดไฟในห้องอัตโนมัติสำหรับห้องทำงาน . [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก : http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/20140312163805.pdf
- สุชีรา นวลกำแหง . (2556) . รูปแบบการส่งเสริม พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารของบุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ . [ออนไลน์] . มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ . เข้าถึงได้จาก : http://research.pcru.ac.th/rdb/pro_data/files/5601023.pdf . (วันที่ค้นข้อมูล : 5 ตุลาคม 2558).
- สำนักนโยบายและแผนพลังงาน . (2556) . โครงการลดใช้พลังงานในภาครัฐประจำปีงบประมาณ 2556 . กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- <http://dpm.nida.ac.th> . (2557) . อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยเริ่มต้น (Initiation Device) . [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก : <http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/fire/item/170-อุปกรณ์ตรวจจับอัคคีภัยเริ่มต้น-initiation-device/> . (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มิถุนายน 2557).
- astronlogic.com . (2558) . การสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิโดยใช้อุปกรณ์ FPGA . [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : [http://www.astronlogic.com/article_frame.html?content/article/Thermo meter/Thermometer1.htm](http://www.astronlogic.com/article_frame.html?content/article/Thermo%20meter/Thermometer1.htm) . (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มิถุนายน 2557).