

**ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับห้องเรียนและตรวจจับการเคลื่อนย้ายสิ่งของ
โดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย**

**The Environment Monitoring and Object Movement Detection System
for Classroom using Wireless Sensor Network**

^{1*}ธราดล ปุราธานะ

^{1*}Taradol Puratane

¹บ้านเลขที่ 44/4 บ.ส้มป่อย ต.คันธารราษฎร์ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150

¹44/4 Som Poi, Khan Than Rat sub district, Kantharawichai district, Maha Sarakham, 44150

*ผู้นิพนธ์หลัก: martzeal@gmail.com

*Corresponding author: martzeal@gmail.com

Received : 2021-11-27

Revised : 2021-12-31

Accepted : 2021-12-31

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้อุปกรณ์เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน และตรวจจับการเคลื่อนย้ายของมีค่าในห้องเรียน ผู้วิจัยได้ใช้โมดูล Tmote Sky เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ส่งต่อข้อมูลมายังโหนดเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และตรวจจับความผิดปกติของสภาพแวดล้อมจากข้อมูลที่ส่งมาจากโหนดไมโครคอนโทรลเลอร์ หากระบบตรวจพบความผิดปกติ ซอฟต์แวร์จะส่ง LINE Notify แจ้งเตือนผู้ดูแล ผลการทดลองพบว่า ค่าอุณหภูมิ ความชื้น และค่าแสง ถูกส่งมายังเซิร์ฟเวอร์โหนดได้อย่างถูกต้อง และระบบสามารถตรวจจับการเคลื่อนย้ายวัตถุได้อย่างแม่นยำผ่านการตรวจวัดแสงจากเซ็นเซอร์

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย, ระบบตรวจวัด, ตรวจจับการเคลื่อนที่

Abstract

This research aims to apply wireless sensor network devices to monitor the classroom environment and detect the movement of object valuables in the room. We use the Tmote Sky module as a client node that transmits data to a server node connected via the software on the computer. The software stores data into the MySQL database and detects the environment data from client nodes. In case of an anomaly is detected, the software will send LINE Notify to alert the user. The results showed that the server node was able to correctly obtain values from each sensor. The system can accurately detect the movement of objects through light measurement from the sensor.

Keyword: Internet of things, Wireless sensor network, Monitoring system, Motion detection

บทนำ

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี IoT มีอย่างแพร่หลายและเกิดประโยชน์มาก เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก สามารถส่งข้อมูลแบบไร้สาย และใช้พลังงานต่ำ การใช้งาน IoT ส่วนใหญ่จะนิยมใช้สำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ การใช้งาน IoT จะพบได้ในภาคอุตสาหกรรม การเกษตร และการอำนวยความสะดวกภายในที่พักอาศัย ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงคุณสมบัติส่วนนี้ จึงได้นำมาประยุกต์ใช้กับห้องเรียน มาใช้สำหรับแก้ไขปัญหา ได้แก่ การเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ การเปิดไฟโดยไม่จำเป็น รวมไปถึงการรักษาความปลอดภัยของทรัพย์สินภายในห้องเรียน เช่น เครื่องฉายภาพที่มีโอกาสถูกเคลื่อนย้ายได้ง่าย เป็นต้น ในปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและตรวจจับความผิดปกติ ได้แก่ การแจ้งเตือนผู้บุกรุกผ่านเครื่องแม่ข่ายโดยเซ็นเซอร์ตรวจจับแบบไร้สาย (กายรัฐ และคณะ, 2557) ระบบตรวจวัดตามเวลาจริงภายในบริเวณบ้านโดยการใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (ภาคย์, 2557) การพัฒนาระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี (เกรียงไกร และคณะ, 2560) การพัฒนาระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนแบบทันทีสำหรับโครงสร้างสะพาน (อิทธิพงษ์, 2561) และระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย (เกียรติสิน และคณะ, 2562)

Tmote Sky เป็นเซ็นเซอร์ไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย AA เพียง 2 ก้อน สามารถทำงานได้ 1 ถึง 2 ปี อีกทั้งอุปกรณ์ยังมีขนาดเล็กจึงสะดวกในกระบวนการติดตั้ง และดูแลรักษา อุปกรณ์ดังกล่าวทำงานบนมาตรฐาน IEEE802.15.4 มีอัตราการส่งข้อมูลประมาณ 250 kbps ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ส่งข้อมูลภายในอาคารได้ไกลประมาณ 50 เมตร จากอัตราการส่งข้อมูลเพียงพอต่อข้อมูลที่ใช้ในระบบ และระยะการส่งข้อมูลภายในอาคารอยู่ในระยะที่เหมาะสม ซึ่งโมดูลนี้ใช้ MSP430 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีเซ็นเซอร์ตรวจจับความอุณหภูมิ ความชื้นและแสงติดตั้งในตัวอุปกรณ์ อุปกรณ์ชนิดนี้จึงเหมาะสมสำหรับการนำมาแก้ไขปัญหาที่กล่าวในข้างต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้อุปกรณ์เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย Tmote Sky ตรวจจับข้อมูลสภาพแวดล้อมแล้วส่งต่อข้อมูลไปยังซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นจะส่งต่อไปให้กับ LINE Notify แจ้งเตือนผู้ใช้ต่อไป ระบบดังกล่าวจะทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงสภาพแวดล้อม และการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจจับได้

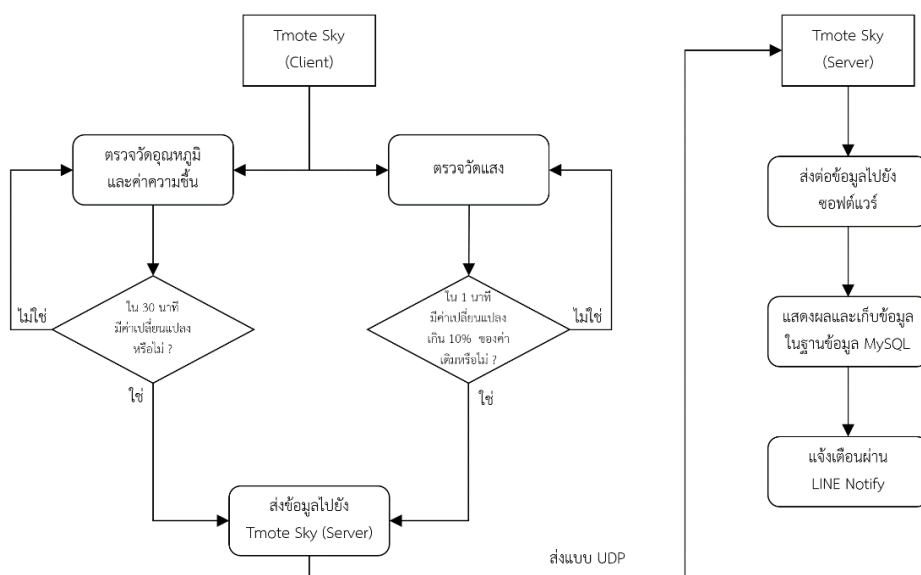
วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ผ่านโปรแกรม Cooja Simulator (anrg.usc.edu., 2016) ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Contiki OS (contiki-os.org., 2016) และอัปโหลดโค้ดลงเซ็นเซอร์โหนด เพื่อควบคุมการทำงานของโมดูล Tmote Sky ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานของ Tmote Sky ออกเป็นสอง ส่วน คือ Tmote Sky ตัวส่งทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์จะติดตั้งอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับงานวิจัยนี้จะทดสอบกับโปรเจกเตอร์ โมดูล Tmote Sky ตัวรับจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่รองรับข้อมูลจากไคลเอนต์และเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่งต่อข้อมูลไปประมวลผลที่ซอฟต์แวร์ต่อไป สำหรับรายละเอียดของไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์มีดังนี้

- Tmote Sky (Client) ทำหน้าที่ตรวจจับค่าสภาพแวดล้อมและส่งต่อไปยัง Tmote Sky (Server) การส่งข้อมูลจะส่งแบบ User Datagram Protocol (UDP) โดยกำหนดให้ส่งข้อมูลเมื่ออุณหภูมิก่อนหน้ามีการเปลี่ยนแปลงภายใน 30 นาที เพื่อประหยัดพลังงาน แต่สำหรับค่าแสงที่ใช้ประโยชน์เพื่อตรวจจับการเคลื่อนย้ายโปรเจกเตอร์ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ส่งข้อมูลเมื่อมีค่าแสงเปลี่ยนแปลงเกิน 100 เปอร์เซนต์ของค่าแสงก่อนหน้าภายในเวลา 1 นาที

- Tmote Sky (Server) ทำหน้าที่นำข้อมูลจาก Tmote Sky (Client) มาเก็บและประมวลผล เพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ ในส่วนนี้จะเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และหากพบข้อมูลที่ผิดปกติจะแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ไปยังผู้ใช้ต่อไป

สำหรับกระบวนการทำงานของระบบนี้ แสดงดังภาพที่ 1 และการเชื่อมต่อ Tmote Sky เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงได้ดังภาพที่ 2 ตามลำดับ

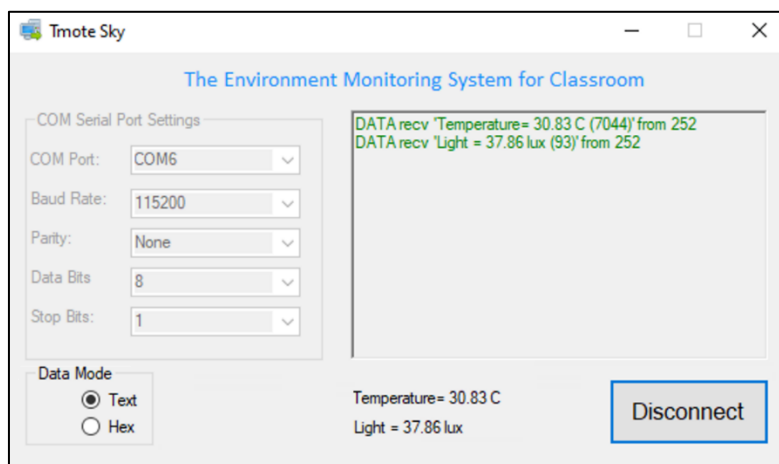


ภาพที่ 1 กระบวนการทำงานของระบบตรวจวัดที่พัฒนาขึ้น

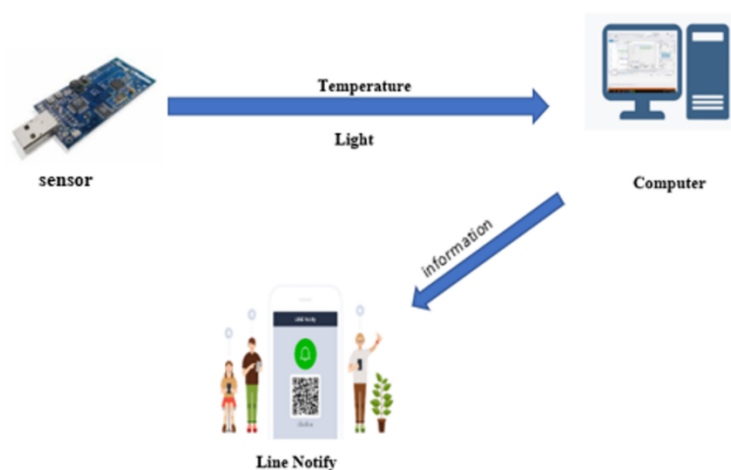


ภาพที่ 2 โมดูล Tmote Sky (Server) ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C# สำหรับรับข้อมูลจาก Tmote Sky ผ่าน Serial Port และเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และส่งต่อข้อมูลไปยัง LINE Notify โดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้แสดงได้ดังภาพที่ 3 ส่วนภาพรวมของระบบแสดงได้ดังภาพที่ 4 ตามลำดับ



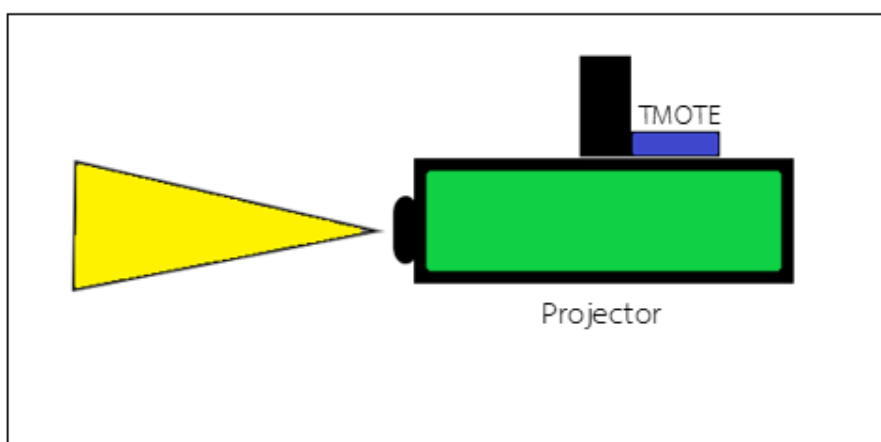
ภาพที่ 3 โปรแกรมสำหรับตรวจวัดในงานวิจัยนี้



ภาพที่ 4 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยการติดตั้ง Tmote Sky (Client) ไว้ส่วนบนของโปรเจคเตอร์ภายในห้อง ดังภาพที่ 5 การติดตั้งที่ตำแหน่งนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแสงเมื่อโปรเจคเตอร์ถูกเคลื่อนย้าย



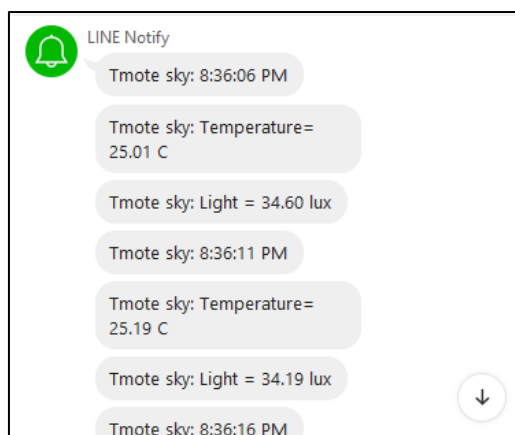
ภาพที่ 5 ตำแหน่งการวาง Tmote Sky บนเครื่องโปรเจคเตอร์ที่ใช้ทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดค่าของ Tmote Sky ให้มี Baud rate เท่ากับ 115200 กำหนด Data bit เท่ากับ 8 และ Stop bits เท่ากับ 1 และใช้การแปลงข้อมูลจาก hex เป็น text เพื่อให้สามารถอ่านข้อความที่ส่งผ่านกันได้ จากนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบการยกโปรเจคเตอร์ออกจากจุดที่ติดตั้ง ส่งผลให้เซ็นเซอร์แสงไม่อยู่ในตำแหน่งเดิมและเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าแสง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ทดสอบการทำงานของ การส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์

จำนวน ครั้ง	Temperature	Light	Time	การแจ้งเตือน
1	Temperature= 30.80 C	Light = 35.01 lux	3:25:42 PM	
2	Temperature= 30.81 C	Light = 35.41 lux	3:30:20 PM	
3	Temperature= 30.81 C	Light = 35.41 lux	3:30:25 PM	
4	Temperature= 30.81 C	Light = 35.01 lux	3:30:30 PM	
5	Temperature= 30.81 C	Light = 35.41 lux	3:30:35 PM	
6	Temperature= 30.83 C	Light = 78.97 lux	3:30:40 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
7	Temperature= 30.83 C	Light = 79.79 lux	3:30:46 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
8	Temperature= 30.83 C	Light = 79.79 lux	3:30:51 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
9	Temperature= 30.86 C	Light = 78.57 lux	3:30:56 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
10	Temperature= 30.86 C	Light = 79.38 lux	3:31:01 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
11	Temperature= 30.86 C	Light = 78.57 lux	3:31:07 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
12	Temperature= 30.87 C	Light = 78.97 lux	3:31:12 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
13	Temperature= 30.86 C	Light = 79.38 lux	3:31:17 PM	เซ็นเซอร์เปลี่ยนแปลง
14	Temperature= 30.86 C	Light = 36.23 lux	3:31:22 PM	
15	Temperature= 30.87 C	Light = 36.23 lux	3:31:28 PM	
16	Temperature= 30.86 C	Light = 35.23 lux	3:31:33 PM	
17	Temperature= 30.86 C	Light = 36.04 lux	3:31:38 PM	
18	Temperature= 30.87 C	Light = 36.20 lux	3:31:43 PM	
19	Temperature= 30.87 C	Light = 36.15 lux	3:31:48 PM	
20	Temperature= 30.86 C	Light = 36.23 lux	3:31:53 PM	

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของระบบโดยกำหนดให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลทุก 5 วินาที ผลการทดลองพบว่า ค่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก และค่าแสงจะเปลี่ยนแปลงสูงจากการเคลื่อนย้ายโปรเจคเตอร์ ซึ่งค่าแสงเปลี่ยนแปลงเกิน 100 เปอร์เซ็นต์ของค่าเดิม โดยเปลี่ยนแปลงจากค่าเดิมประมาณ 35.41 lux ไปเป็น 78.97 ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 123 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้โปรแกรม LINE Notify แจ้งเตือน จากนั้นทดสอบการวางอุปกรณ์กลับเหมือนเดิม จะพบว่าค่าแสงเริ่มจะอยู่ในช่วง 35 – 36 lux ตามปกติ สำหรับตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนใน LINE Notify แสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างข้อความแจ้งเตือนใน LINE Notify

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบตั้งแต่การเขียนโปรแกรมให้กับ Tmote Sky ให้ทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์ และเซิร์ฟเวอร์ โดยไคลเอนต์ทำหน้าที่วัดค่าอุณหภูมิและแสงในบริเวณอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในห้อง อัตราการส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิหรือแสงเพื่อประหยัดพลังงานของเซ็นเซอร์โหนด หลังจากที่ข้อมูลส่งจากเซ็นเซอร์โหนดไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และค่าดังกล่าวจะถูกโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประมวลผลเพื่อตัดสินใจที่จะแจ้งเตือนผู้ใช้ผ่านโปรแกรม LINE Notify ผลการทดลองทำให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถต่อยอดไปใช้ได้จริงจากความแม่นยำของการตรวจวัดและการพัฒนาระบบให้ประหยัดพลังงานจากการส่งข้อมูล โดยสามารถติดเซ็นเซอร์โหนดตามจุดต่าง ๆ และกำหนดชื่อตามหมายเลขที่อยู่ของแต่ละเซ็นเซอร์โหนด ซึ่งระบบนี้หากนำไปใช้จะช่วยให้ผู้ดูแลทราบถึงสภาพแวดล้อมภายในห้องเพื่อให้ทราบถึงการเปิด

เครื่องปรับอากาศหรือแสงไฟภายในห้อง รวมไปถึงการทราบถึงการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำหนดเพื่อป้องกันความเสียหายต่อทรัพย์สินที่กำลังจะเกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- กายรัฐ เจริญราษฎร์, ภิเศก ภัทรเวสารัช และเจตน์พวงศิลป์. (2557). ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกผ่านเครื่องแม่ข่ายโดยเซ็นเซอร์ตรวจจับแบบไร้สาย. ใน *การประชุมวิชาการครุศาสตร์-อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7 (The 7th National Conference on Technical Education)* (หน้า 193-200). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เกรียงไกร รักคำ, กิตติพันธ์ คำเรือน และนพพร พัชรประกิติ. (2560). การพัฒนาระบบบันทึกและแสดงผลข้อมูลภูมิอากาศผ่านระบบสื่อสารไร้สายซิกบี. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม*, 1(1) มกราคม 2560, (55-70).
- เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล, กนกวรรณ บุญก้อน, นพพร ลาดแก้ว และนพชัย คงเจริญ. (2562). ระบบเฝ้าติดตามและแจ้งเตือนสำหรับผู้สูงอายุโดยทางเครือข่ายวายฟาย. *วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น*, 7(1) มกราคม - มิถุนายน 2562, (15-21).
- ภาคย์ สอนเสาวภาคย์ (2557), ระบบตรวจวัดตามเวลาจริงภายในบริเวณบ้านโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 36(3) พฤษภาคม - มิถุนายน 2557, (277-284).
- อิทธิพงษ์ เขมะเพชร (2561). การพัฒนาระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนแบบทันทีสำหรับโครงสร้างสะพาน. *วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 8(2) กรกฎาคม - ธันวาคม 2561, (83-96).
- Anrg.usc.edu. (2016). *Cooja Simulator*. Retrieved from http://anrg.usc.edu/contiki/index.php/Cooja_Simulator
- Contiki-os.org. (2016). *Get Started with Contiki*. Retrieved from <http://www.contikios.org>