



การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Narrow Band Internet of Thing ในการสร้างต้นแบบสถานี
ตรวจวัดคุณภาพอากาศ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
An Application of Narrow Band Internet of Things to Build a Prototype Air
Quality Monitoring Station at Kamphaeng Phet Rajabhat University

ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์¹ และ พรนรินทร์ สายกลีน¹
Silnarong Chavipat¹ and Ponnarin Saiklin¹

¹ อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบการใช้งานการใช้งาน Narrow Band Internet of Thing (NB-IoT) ซึ่งเป็นบอร์ด IoT พลังงานงานต่ำ โดยงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้งาน IoT กับเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยทำการวัด เก็บข้อมูลและส่งค่าผ่าน AIS Magellan Library และส่งข้อมูลไปแสดงผลที่หน้าเว็บ AIS Magellan และ dweet เครื่องมือที่ใช้วิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย NB-IoT Shield Arduino เซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละออง เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น และบริการคลาวด์ aismagellan โดยใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ขนาดเล็ก ผลการวิจัยพบว่า NB-IoT Shield Arduino และระบบสามารถส่งค่าการตรวจวัดสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้นและค่าฝุ่นละออง PM 1.0 PM 2.5 และ PM 10 แสดงผลบนหน้าเว็บและอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือได้ ผลงานวิจัยชิ้นนี้เป็นต้นแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงาน IoT ในสถานที่ที่มีข้อจำกัดทางด้านแหล่งพลังงานและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

คำสำคัญ: NB IoT / SOLAR ENERGY / Weather Station

Abstract

This research study had an objective to build a prototype using Narrowband-Internet of Things (NB-IoT) which is a low power network radio technology standard. In this study, the NB-IoT was applied to air quality monitoring sensor. The data was measured, gathered, and sent through AIS Magellan Library, before being displayed on the AIS Magellan and dweet web pages. The study tools used in this study were NB-IoT Shield for Arduino, dust sensor, temperature and humidity sensor, and aismagellan cloud storage. The energy source used in this study was a small solar panel. The study results showed that NB-IoT Shield for Arduino was able to send measured data on environment, temperature, humidity, and air particulate matter of 1.0, 2.5, and 10 onto the web pages and smartphone screen. The results from this study can be used as a prototype in product development or IoT application in those areas that have limitation on energy sources and internet networking.

Keywords: NB IoT / SOLAR ENERGY / Weather Station

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามที่รัฐบาลสนับสนุนนโยบายประเทศไทย 4.0 ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เทคโนโลยี IoT ได้รับการกล่าวถึง และได้รับการยอมรับ ส่งผลทำให้เกิดอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับ IoT เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ส่งผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ Narrow band Internet of Things ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT และการส่งค่าเซนเซอร์ต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้ระบบคลื่นโทรศัพท์ 3G/4G ทำได้สะดวกและมีรวดเร็วกว่าเดิม ประกอบกับเป็นอุปกรณ์ดังกล่าวใช้พลังงานต่ำทำให้สามารถติดตั้งโดยใช้แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่หรือพลังงาน



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬงเพชร

สะอาดจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาดเล็กได้ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการติดตั้ง Narrow band Internet of Things ซึ่งเป็น บอร์ด Shield Arduino ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ ความชื้น และเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่นละออง ในการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์จะส่งผ่านโดยใช้คลื่นโทรศัพท์ 3G/4G ไปเก็บข้อมูลและแสดงผลที่คลาวด์ โดยใช้ไลบรารี AIS Magellan Library และเครื่องมือ Github และสามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ dweet ได้เช่นกัน ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดในหัวข้ออื่นๆ ต่อไป

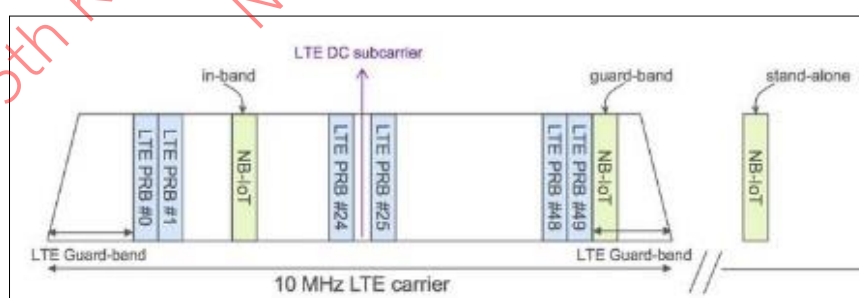
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการนำเอาเซนเซอร์และเทคโนโลยี NB-IoT มาใช้ในการสำรวจสภาพแวดล้อม
2. เพื่อศึกษาต้นแบบในการใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์มาใช้ร่วมกับระบบ NB-IoT

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

1. NB IOT

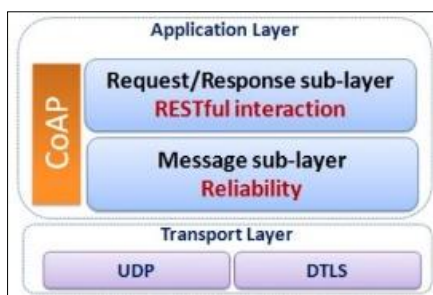
เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบ Low Power Wide Area Network (LPWAN) โดยมีองค์กรกำหนดมาตรฐานกลาง 3rd Generation Partnership Project (3GPP) โดย NB-IoT ถือเป็นหนึ่งใน Release ที่ 13 ของ 3GPP (LTE-Advanced Pro) และประกาศออกมาเป็นมาตรฐานในเดือนมิถุนายนพ.ศ 2559 ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถใช้เครือข่ายเซลลูลาร์ในการรับส่งข้อมูลแบบใช้พลังงานต่ำ ส่งข้อมูล Uplink ในขนาดที่เหมาะสมโดยแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ IoT มีอายุการใช้งานนานกว่า 10 ปี สามารถพัฒนาเครือข่ายให้เปิดบริการ IoT ได้อย่างสะดวกรวดเร็วเนื่องจากสามารถใช้ระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ 3G/4G ในปัจจุบันได้ และสถานีฐานสามารถรองรับอุปกรณ์ IoT ได้มากในระดับเสถียรต่อสถานีฐาน NB-IoT ใช้ย่านความถี่อย่างน้อย 180 KHz สามารถทำงานได้สามลักษณะคือใช้อยู่บนคลื่นความถี่หนึ่งของ GSM ใช้อยู่บนแถบความถี่ของ LTE หรือใช้บนคลื่นความถี่เดียวกับ LTE โดยใช้แบนด์ความถี่หนึ่งบล็อกมีความเร็วในการสื่อสาร 250 kpps มีความไวในการรับสัญญาณได้ในระดับมากกว่า -150 dBm จึงมีระยะทางการสื่อสารที่ไกลมาก โดยมีความไวในการรับสัญญาณได้ดีกว่า GSM และ LTE ในระบบเดิม 20db ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ NB-IoT ได้โดยไม่ต้องมีอินเตอร์เน็ตเกตเวย์ ข้อมูลจะถูกส่งจากอุปกรณ์ NB-IoT ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้โดยตรง



ภาพที่ 1 การแบ่งความถี่ของ NB-IoT
(ที่มา: กฤษฎา อัจฉริยพัฒน์, 2561)

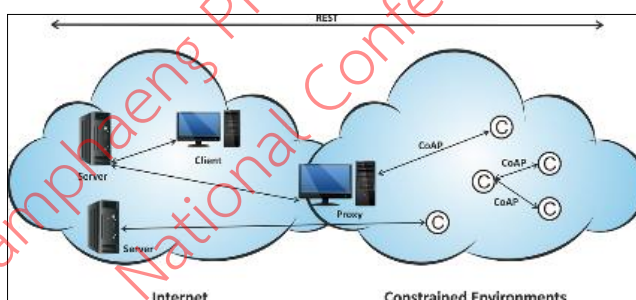
2. โพรโตคอล CoAp

CoAP (Constrained Application Protocol) เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่โดย IETF ในปี 2014 โดยถูกออกแบบให้คล้ายกับ HTTP ซึ่งเป็น Document transfer protocol แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก (มี header แบบคงที่ขนาด 4 byte) เพราะตัดส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้งและรันบน UDP ซึ่งเป็น protocol ที่ไม่มีการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง จึงส่งข้อมูลได้เร็วมากแต่ไม่การันตีว่าข้อมูลจะถูกส่งไปยังปลายทางอย่างแน่นอนและถูกต้องตามลำดับ การส่งซ้ำและเรียงลำดับข้อมูลต้องไปทำบนระดับแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 2 เลเยอร์ของโปรโตคอล CoAp
(ที่มา: Urunov, Hamdamboy, 2017)

โปรโตคอล CoAP เป็นสถาปัตยกรรมแบบ Client/Server โดย client จะทำการร้องขอทรัพยากรไปที่ server โดยตรง จากนั้น server จะทำการตอบกลับคำร้องพร้อมกับออปชัน 'Content-Type' เพื่อว่าบอก client ว่ากำลังจะได้รับข้อมูลในรูปแบบไหนกลับไป (เช่น JSON, XML, CBOR เป็นต้น) โดย client สามารถ GET, PUT, POST และ DELETE ทรัพยากรบน Server ด้วย URL และ query string คล้ายกับ REST API ที่เรารู้จักกันเอง ในการสถาปัตยกรรมแบบ CoAP ที่มีการแลกเปลี่ยนทรัพยากรกันโดยตรง Sensor Node ทำหน้าที่เป็นทั้ง Server และ Client ในเวลาเดียวกันเพราะต้องทำการตอบรับ packets ที่ถูกส่งมาหา โปรโตคอล CoAP ออกแบบมาสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ one-to-one เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันแบบกระจายศูนย์ ที่มีอุปกรณ์อยู่บนเครือข่ายเดียวกันสามารถติดต่อกันได้โดยตรง



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างโนดเซนเซอร์โดยกับเซิร์ฟเวอร์โดยใช้โปรโตคอล CoAp โดยตรง
(ที่มา: RF Wireless World, 2012)

3. ค่า Particulate Matters (PM)

เป็นคำเรียกค่ามาตรฐานของฝุ่นขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของทาง US. EPA (United state Environmental Protection Agency) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ได้แก่ PM10 และ PM2.5 สำหรับ PM10 มีคำเรียกโดยทั่วไปว่า ฝุ่นหยาบ (Course Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนท้องถนนที่ไม่ได้ลาดยางตามการขนส่ง วัสดุฝุ่นจากงานกิจกรรม บด ย่อย หินเป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดมาจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากการหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂), ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ก็อาจเกิดปฏิกิริยา ก่อให้เกิดฝุ่นละเอียดได้เช่นกัน เมื่อเทียบกับเส้นผมปกติของมนุษย์ที่มีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 50 - 70 ไมครอน จะเห็นได้ว่า ฝุ่นละเอียด (PM2.5) มีขนาดเล็กกว่าเป็นอย่างน้อย 20 เท่าของเส้นผม ทำให้ฝุ่นละเอียดขนาด PM2.5 สามารถเล็ดลอดผ่านขนจมูกเข้าสู่ร่างกายได้โดยง่าย (PM10 ก็เล็ดลอดได้โดยง่ายเช่นกัน) ปัญหาฝุ่นละอองมีการบันทึกว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมาก และผู้ป่วยที่เพิ่มจำนวนขึ้นสูงในช่วงสามสิบปีที่ผ่านมา ในสหรัฐอเมริกามีการประมาณการว่ามีผู้เสียชีวิตประมาณ 22,000-52,000 คนต่อปีเนื่องจากปัญหาฝุ่นละอองและ 200,000 คนต่อปีในทวีปยุโรป ผลที่เกิดจากการสูดดมฝุ่นละอองเข้าไปในร่างกายมนุษย์หรือสัตว์สามารถก่อให้เกิด หอบหืด มะเร็งปอด โรคหัวใจ ความ



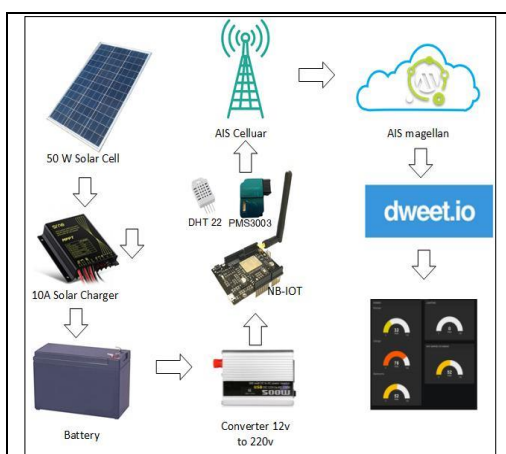
ผิดปกติแต่กำเนิด และการตายก่อนกำหนด ขนาดของอนุภาคจะส่งผลต่อสุขภาพ โดยอนุภาคที่มีขนาด 10 ไมโครเมตรหรือเล็กกว่า (PM10) สามารถเข้าไปในส่วนของที่ลึกสุดของปอดได้ เช่น หลอดลมฝอย หรือ ถุงลมอนุภาคขนาดใหญ่โดยทั่วไปจะถูกกรองด้วยจมูกและลำคอ โดยขนจมูกและขนจมูก แต่อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM10) สามารถผ่านเข้าไปในปอดและก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพได้

4. การบริการของ aismagellan

เป็นแพลตฟอร์ม IoT Connectivity Platform ของผู้ให้บริการโทรศัพท์มือถือจากบริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) (AIS) ซึ่งตัวแพลตฟอร์ม IoT Connectivity Platform นั้นมีหน้าที่หลักในการให้บริการเป็น UDP Server ที่สนับสนุนโปรโตคอล CoAP บริการ Dashboard ปรับแต่ง การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบ Widget หรือพัฒนาเชื่อมต่อ API กับแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และการใช้ Data Proxy รองรับการใช้งานจาก NB-IoT Development Kit และอุปกรณ์ IoT อื่นๆ สามารถจัดการอุปกรณ์ ระบบ Cloud ของ aismagellan เป็นแพลตฟอร์ม ที่ถูกออกแบบให้พัฒนาและอำนวยความสะดวกสำหรับนักพัฒนาในการสื่อสารระหว่างเซนเซอร์ อุปกรณ์ ผ่านระบบเครือข่ายเซลลูลาร์เข้าสู่ระบบ Cloud โดยตรง โดยมี Library AIS Magellan) เพื่อสนับสนุนนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ และโซลูชัน IoT ให้สามารถสรุป การออกแบบ และทดสอบความเป็นไปได้ (Proof of Concept) ได้อย่างรวดเร็ว ก่อนสร้างเป็นผลิตภัณฑ์จริง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการออกแบบและนำเทคโนโลยี NB-IoT หรือ Narrow Band internet of Thing เข้ามาช่วยในการตรวจสอบสภาพแวดล้อม โดยนำเอาเซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น และ เซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละออง บันทึกลงและวัดค่าข้อมูลผ่านมาตรฐานโครงข่ายที่ใช้พลังงานต่ำ LPWAN หรือ Low Power Wide Area Network ซึ่งทำให้สามารถรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ในจุดที่ห่างไกล สามารถส่งค่าเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้โดยตรงโดยใช้พลังงานต่ำโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ 3G/4G โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ และใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น ใช้โมดูล DHT22 / AM2302 เซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละอองใช้โมดูล PMS3003 ยี่ห้อ PlanTower ซึ่งเป็นเซนเซอร์ชนิดมีพัดลมดูดฝุ่นในอากาศที่ต้องการวัดเข้ามาที่ตัวเซนเซอร์ให้ตัดผ่านแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดและโฟโตทรานซิสเตอร์ สามารถวัดค่าฝุ่นละอองได้ 3 ระดับคือ PM1.0 PM2.5 และ PM10 ในส่วนของบอร์ดที่ใช้ในการพัฒนาและเขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลใช้บอร์ด Arduino Uno R3 และ Devio NB-Shield I ที่ใช้โมดูล Quectel BC95 ทำงานที่คลื่น 900MHz มี eSIM ในตัว



ภาพที่ 4 ภาพรวมการออกแบบระบบและการเชื่อมต่อระบบ

(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีวัฒน์, 2561)

จากภาพที่ 4 แสดงการออกแบบวงจรแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ NB-IoT และเซนเซอร์ทั้งหมด และ NB-IoT จะรับค่าจากเซนเซอร์ส่งผ่านระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ 3G/4G โดยใช้ โปรโตคอล



CoAp และข้อมูลจะถูกประมวลผลและจัดเก็บไว้ที่ระบบคลาวด์ Magellan และสามารถนำแสดงค่าข้อมูลจากเซนเซอร์มาแสดงที่หน้าเว็บหรือไปเชื่อมต่อกับ API แอปพลิเคชันอื่นๆ ได้ตามความต้องการ โดยในต้นแบบของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในงานวิจัยนี้ได้ใช้อุปกรณ์และเซนเซอร์ต่างๆ ดังนี้

1. แผงโซลาร์เซลล์ขนาด จำนวน 1 แผง
2. โซลาร์ชาร์จขนาด
3. แบตเตอรี่ขนาด
4. อินเวอร์เตอร์แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 220 โวลต์
5. บอร์ด Arduino Uno 3
6. NB-IoT Arduino Shilled
7. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AM2302/DHT22
8. เซนเซอร์วัดฝุ่นละออง PMS3003 High Precision Laser

ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนานั้นมีดังนี้

1. Arduino IDE version Ver. 1.8.5
2. AIS NB-IoT Library Ver. 1.0.4
3. Library AM2302/DHT22
4. Library PMS3003 Arduino
5. Platform Cloud Magellan AIS
6. Dashboard Dweet.io
7. Github

สถาปัตยกรรมและองค์ประกอบการออกแบบระบบ

ใช้วิธีดำเนินการออกแบบ ซึ่งมี 4 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของการจัดการ Sensor และบอร์ดที่ใช้พัฒนา (Device Management) ในส่วนนี้จะเป็นการติดตั้งเซนเซอร์ PMS 3003 และ เซนเซอร์ AM2302/DHT22 รวมถึงการติดตั้ง Library ที่จำเป็น ดังต่อไปนี้ AIS NB-IoT Library, Magellan Library, Grove-Temperature&Humidity Library และ PMS Library
2. ส่วนของการเชื่อมต่อ (Connectivity Management) ในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด NB-IoT โดยเรียกใช้งานผ่าน AIS NB-IoT Library และ Magellan Library โดยจะส่งข้อมูลไปในรูปแบบ Json Web Token ดังนั้น ในการใช้งานจำเป็นต้องทราบถึงหมายเลข Token ที่ใช้ในการเชื่อมต่อและการ กำหนดค่า Payload ข้อมูลที่ใช้ในการส่ง โดยจะมีรูปแบบตัวอย่างดังนี้

- ตัวอย่างการกำหนดหมายเลข Token

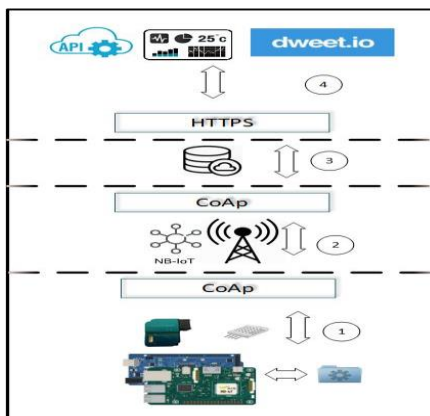
```
char auth[]="64449410-59ec-11e8-9fxx-53f54xx83x56";
```

- ตัวอย่างการกำหนดค่า Payload

```
payload="{\"ตัวแปรเซนเซอร์\":\"+ค่าตัวแปรเซนเซอร์+\"}";
```



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬงเพชร



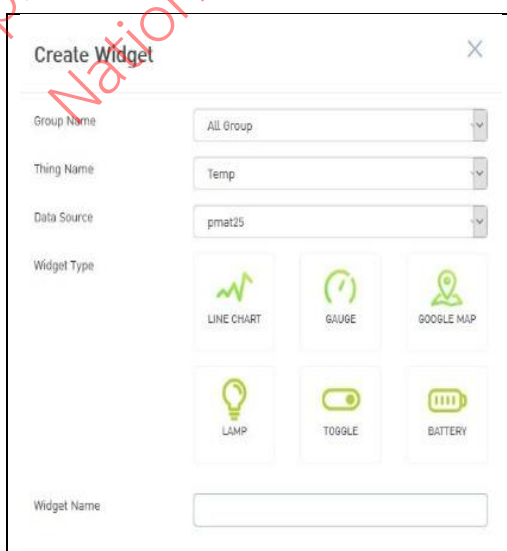
ภาพที่ 5 ภาพรวมการออกแบบระบบและการเชื่อมต่อระบบ

(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)

3. ส่วนจัดการผู้ใช้งาน (Users Management) ในส่วนนี้จะเป็นส่วนสนับสนุนผู้ใช้งานสามารถบริการจัดการรับข้อมูลจากเซนเซอร์มาจัดเก็บลงในฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์และกำหนดค่าต่างๆ ที่ใช้แสดงผลข้อมูล

4. ส่วนของการแสดงผลข้อมูลและการเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่นๆ (Dashboard Management & API Management) ในส่วนนี้จะเป็นการสร้างแดชบอร์ดหรือการส่งค่าเซนเซอร์ไปแสดงผลที่โปรแกรมหรือเว็บอื่นๆ ได้ โดย โดยมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

4.1 การสร้างส่วนแสดงผล (Dashboard Widget) ในส่วนนี้ทางผู้ให้บริการได้สร้างส่วนแสดงผล (Widget) สำเร็จรูปมาให้เลือกใช้งานให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยจะรับค่ามาจากการกำหนดค่า payload มาจากส่วนของการเชื่อมต่อ (Connectivity Management)



ภาพที่ 6 แสดงการสร้าง Widget ที่มีให้เลือกในระบบคลาวด์ของ aismagellan

(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)

4.2 การส่งค่า api ในส่วนนี้สามารถส่งค่าออกเป็น Data Source ส่งค่า api ไปแสดงผลที่โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันอื่นได้โดยง่าย โดยมีรูปแบบการส่งค่าดังนี้

<https://www.aismagellan.io/api/things/pull/64449410-59ec-11e8-9fbb-53f54aa83a56>



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

4.3 การส่งค่าไปแสดงผลกับผู้ให้บริการรายอื่น (3rd party Dashboard) โดยจะส่งค่าไปในรูปแบบ JSON Format ซึ่งมีรูปแบบการส่งดังนี้

<https://dweet.io/follow/64449410-59ec-11e8-9fbb-53f54aa83a56>

```
#include "Magellan.h"
Magellan magel;
#include <DHT.h>;
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Serial1(2, 3); // RX, TX
//Constants
#define DHTPIN 7 // what pin we're connected to
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // Initialize DHT sensor for normal 16mhz Arduino
//Variables
long pmcf10=0;
long pmcf25=0;
long pmcf100=0;
long pmat10=0;
long pmat25=0;
long pmat100=0;
char buf[50];
int chk;
String Humidity; //Stores humidity value
String Temperature; //Stores temperature value
//float Humidity,Temperature; /* Variable for temperature and humidity */

char auth[]="64449410-59ec-11e8-9fbb-53f54aa83a56"; //Token Key you can get from
magellan platform
String payload;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600);
  magel.begin(auth); //init Magellan LIB
}
void loop()
{
  int count = 0;
  unsigned char c;
  while (Serial1.available())
  {
    c = Serial1.read();
    if((count==0 && c!=0x42) || (count==1 && c!=0x44))
    {
      Serial.println("check failed");
      break;
    }
    if(count > 15)
    {
      Serial.println("complete");
      break;
    }
    else if(count == 4 || count == 6 || count == 8 || count == 10 || count == 12 || count
    == 14) high = c;
    else if(count == 5){
      pmcf10 = 256*high + c;
      Serial.print("CF=1, PM1.0=");
      Serial.print(pmcf10);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
    else if(count == 7){
      pmcf25 = 256*high + c;
      Serial.print("CF=1, PM2.5=");
      Serial.print(pmcf25);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
    else if(count == 9){
      pmcf100 = 256*high + c;
      Serial.print("CF=1, PM10=");
      Serial.print(pmcf100);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
    else if(count == 11){
      pmat10 = 256*high + c;
      Serial.print("atmosphere, PM1.0=");
      Serial.print(pmat10);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
    else if(count == 13){
      pmat25 = 256*high + c;
      Serial.print("atmosphere, PM2.5=");
      Serial.print(pmat25);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
    else if(count == 15){
      pmat100 = 256*high + c;
      Serial.print("atmosphere, PM10=");
      Serial.print(pmat100);
      Serial.println(" ug/m3");
    }
  }
  count++;
  while(Serial1.available()) Serial1.read();
  Serial.println();
  Humidity = dht.readHumidity();
  Serial.print(Humidity);
  Serial.println(" %RH");
  Temperature = dht.readTemperature();
  Serial.print(Temperature);
  Serial.println(" °C");

  payload="{\"Temperature\": \"Temperature\", \"Humidity\": \"Humidity\", \"pmat10\": \"pmat10\", \"
  pmat25\": \"pmat25\", \"pmat100\": \"pmat100\"}";
  magel.post(payload);

  delay(3000); //Delay 2 sec.
}
```

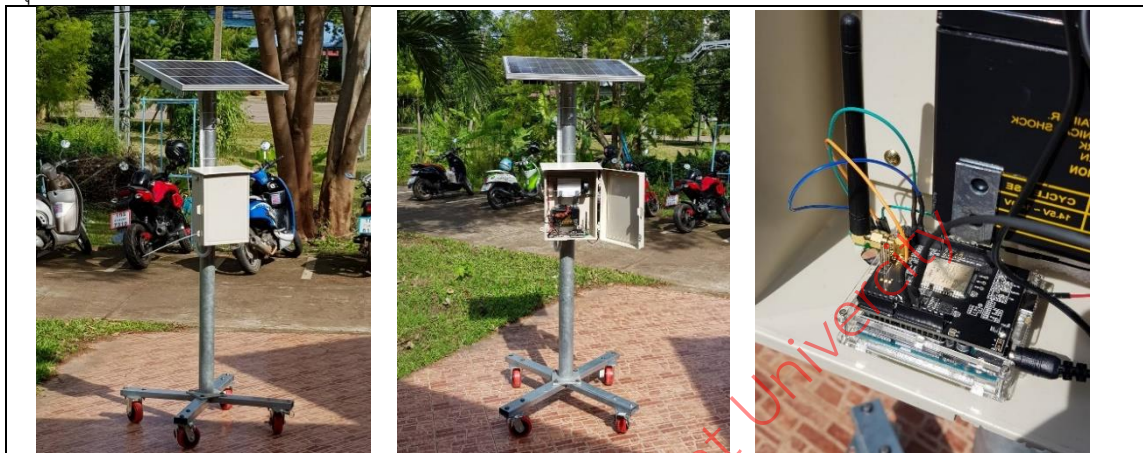
ภาพที่ 7 ตัวอย่างชุดคำสั่งบางส่วนในแอปพลิเคชัน Arduino
(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนา

ภาพที่ 8 แสดงชุดต้นแบบของระบบที่พัฒนาขึ้นมาผู้เชื่อมต่อทดสอบการใช้งานพีเจอาร์ต่างๆ โดยสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 1



ภาพที่ 8 ชุดต้นแบบสถานีตรวจวัดสภาพอากาศที่ได้จากการพัฒนา
(ที่มา: ศิลปณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)

ตารางที่ 1 สรุปการทำงานของระบบ

ลำดับ	หน้าที่การทำงาน	ผลการทดสอบ
1	การทำงานของระบบโซลาร์เซลล์	สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์ได้ตลอด 24 ชั่วโมงทั้งนี้ควรจะปรับปรุงจากอุปกรณ์ Converter เป็น Step Down Voltage Regulator เพื่อประสิทธิภาพการจ่ายไฟที่ดีกว่า
2	การเชื่อมต่อ NB-IoT ผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่	สามารถเชื่อมต่อได้ทุกครั้งที่เปิดระบบ
3	การเชื่อมต่อเข้ากับระบบคลาวด์ www.aismagellan.io	สามารถเชื่อมต่อได้โดยสัญญาณจะมีการส่งค่า 2 สถานะคือ Connected 5 วินาทีสลับกับ Disconnect 10 วินาที ทั้งนี้การส่งข้อมูลจะไม่ real time ทันทีทันทีทันใดแต่จะเป็นส่งข้อมูลไปช่วง เวลาตามสถานะของการ Connect กับ Disconnect
4	การส่งค่าอุณหภูมิความชื้น จากเซนเซอร์ DHT22 AMP 3001	สามารถส่งค่าและแสดงผลบนแดชบอร์ดได้ 2 ค่าคือ Temperature และ Humidity
5	การส่งค่าฝุ่นละอองจากเซนเซอร์ PMS3003	สามารถส่งค่าและแสดงผลบน Dashboard ได้ 3 ค่าคือ PM1.0 PM 2.5 และ PM 10
6	การส่งค่าเซนเซอร์ไปแสดงผลที่เว็บอื่นๆ โดยผ่าน Token Key	สามารถส่งค่าและแสดงผลผ่าน Dashboard บน Dweet.io และ freeboard.io ได้



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร



ภาพที่ 9 การแสดงผลค่าเซนเซอร์ทั้งหมด แบบ GUI บน Dash Board ของระบบคลาวด์ aismagellan
(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)



ภาพที่ 10 การแสดงผลค่าเซนเซอร์ทั้งหมด แบบ RAW File บน Dash Board ของระบบคลาวด์ aismagellan
(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)



ภาพที่ 11 การแสดงผลค่าเซนเซอร์ทั้งหมด แบบ Graph โดยการส่งค่า Token Key ไปที่ <https://dweet.io>
(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)



ภาพที่ 12 การแสดงผลค่าเซนเซอร์ทั้งหมด แบบ GUI บน Dash Board ของระบบคลาวด์ <https://freeboard.io> ผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่
(ที่มา: ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, 2561)



สรุปผลการวิจัย

ข้อสังเกตจากการทดสอบระบบพบว่าอุปกรณ์ Narrow Band Internet of Thing มีการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายเซลลูลาร์แบบไม่ต่อเนื่องกล่าวคือจะแสดงสถานะการเชื่อมต่อ (Connect) กับไม่เชื่อมต่อ (Disconnect) เป็นจังหวะไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นอาจจะไม่เหมาะกับเซนเซอร์บางประเภทที่ต้องการใช้งานแบบทันทีทันใด (Real time) เช่นเซนเซอร์แบบ Smart Home เช่นเซนเซอร์ควบคุมระบบเปิดปิดไฟฟ้า อาจจะเหมาะกับงานเซนเซอร์แบบ Smart City ลักษณะแบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมหรือเซนเซอร์สังเกตการณ์ เช่นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น แต่ข้อดีการประยุกต์ใช้ Narrow Band Internet of Thing ที่เห็นได้ชัดเจนคือการใช้พลังงานต่ำสามารถใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์หรือพลังงานจากแบตเตอรี่ได้และการรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ผ่านเครือข่ายเซลลูลาร์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ สามารถเชื่อมต่อได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว ทำให้ง่ายต่อการการพัฒนา รวมไปถึงข้อจำกัดทางด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ไม่บางสถานที่ไม่สามารถติดตั้งเครือข่ายไร้สายได้ ถึงแม้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะไม่สูงมากคือ สัญญาณ Download 24kbps และ สัญญาณ Upload 15.625kbps แต่ก็เพียงพอต่อการใช้งานจริงโดยจากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าสามารถวัดรายงานค่าข้อมูลได้ 5 ค่าพร้อมกันในเวลาเดียวกัน

อภิปรายผลการวิจัย

เทคโนโลยี Narrow Band Internet of Thing ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ซึ่งมีข้อดีคือรับส่งข้อมูลจากเซนเซอร์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เพื่อประมวลผลข้อมูลได้โดยตรงโดยใช้พลังงานต่ำ สามารถติดตั้งอุปกรณ์และเซนเซอร์ในสถานที่ที่มีข้อจำกัดทางด้านพลังงานและข้อจำกัดการเชื่อมระบบการสื่อสารเพราะตัว Narrow Band Internet of Thing ใช้ระบบเครือข่ายเซลลูลาร์เป็นช่องทางการสื่อสาร ในงานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างต้นแบบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้เซนเซอร์โมดูล DHT22 / AM2302 ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่วัดอุณหภูมิและความชื้นและเซนเซอร์โมดูล PMS 3003 ซึ่งเป็นเซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละอองชนิดมีพัดลมดูดฝุ่นในอากาศที่ต้องการวัดเข้ามาในตัวเซนเซอร์ให้ตัดผ่านแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดและ โฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งสามารถวัดค่าได้สามระดับคือ $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ซึ่งเซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นละอองประเภทนี้มีความเหมาะสมต่อการตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ตามประกาศโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยต้นแบบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จัดสร้างขึ้นมา จะมีส่วนประกอบหลักๆ อยู่ 4 ส่วน คือ (1) ระบบโซลาร์เซลล์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดที่จ่ายให้กับอุปกรณ์และเซนเซอร์ (2) ชุดอุปกรณ์ควบคุมและเซนเซอร์ (3) การพัฒนาโปรแกรม (4) บริการระบบคลาวด์ของ aismagellan ผลที่ได้คือระบบสามารถรายงานสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละอองในอากาศ ได้สามระดับคือ $PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ผ่านระบบคลาวด์และสามารถแสดงผล Dash Board ได้หลายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์มือถือ อย่างไรก็ตาม Narrow Band Internet of Thing ยังมีข้อจำกัดในการใช้งานเซนเซอร์บางอย่างที่ต้องการทำงานแบบทันทีทันใด (real-time) หรือเซนเซอร์ที่ต้องการเวลาในการตอบสนองระยะเวลานั้นๆ อาจจะไม่เหมาะสมมากนักเช่นเซนเซอร์เปิดปิดไฟ เซนเซอร์เกี่ยวกับระบบควบคุมการเข้าออกของพนักงานเนื่องจากมีค่า latency ระหว่างตัวเซนเซอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์มีค่าสูงมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการประยุกต์ใช้งาน Narrow Band Internet of Thing นั้นมีข้อจำกัดใช้ได้เฉพาะกับ UDP Server ที่สนับสนุนการใช้งานโปรโตคอล CoAp เท่านั้น ประกอบกับ IoT Platform ส่วนใหญ่ที่สนับสนุน UDP Server กับโปรโตคอล CoAp ยังมีน้อยมากดังนั้นนักพัฒนาอาจจะต้องพิจารณาการใช้งานให้เหมาะสมกับโปรโตคอล
2. ในการประยุกต์ใช้งาน Narrow Band Internet of Thing ยังมีความสามารถที่ค่อนข้างจำกัดเน้นการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ เข้าสู่ UDP Server เป็นหลัก ยังไม่สนับสนุนการส่งข้อมูลผ่านไปยังแอปพลิเคชัน Blynk หรือการแจ้งเตือนผ่าน แอปพลิเคชัน Line ไม่สามารถทำได้



ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในงานวิจัยต้นแบบนี้ได้ใช้ระบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ในการแปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแผงโซลาร์เซลล์ 12 โวลต์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ ซึ่งจะมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากความร้อน ควรเปลี่ยนไปใช้ Step Down Regulator 12 โวลต์ ลดแรงดันเหลือ 5 โวลต์ จะประหยัดพลังงานมากกว่า
2. ควรทดสอบการใช้งาน Narrow Band Internet of Thing ในพื้นที่อื่นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมจริงสถานที่จริงเช่น บริเวณป่าหรือไร่ นาเนื่องจากพื้นที่ จังหวัดกาฬงเพชรประสบปัญหาเรื่องฝุ่นละอองจากควันท่ออยู่บ่อยครั้งโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาว เพื่อทดสอบว่าในพื้นที่นั้นรองรับการใช้งานเครือข่าย Narrow Band Internet of Thing และทดสอบประสิทธิภาพด้านการสื่อสารของตัวต้นแบบก่อนพัฒนาใช้งานจริง

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา อัจฉริยพัฒน์. (2560). **มารู้จัก NB-IoT กันและถ้าเปรียบเทียบกับ LoRa ละ**. [Online]. Available: <https://medium.com/deaware/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-nb-iot-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%96%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-lora-%E0%B8%A5%E0%B8%B0-4f70bcde6f6>. [2561, สิงหาคม 15].
- เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ็งฉ้วน. (2560). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ. **JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 7(1), 1-11.
- ปรีชา กอเจริญ,เพชร นันทิวัดนา, เต็มพงษ์ ศรีเทศ และณรงค์ อยู่ถนอม. (2560). เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายสำหรับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. **วารสารวิชาการ กสทช**, 2(2), 269-287.
- ฝุ่นละออง. (2559). **ฝุ่นละออง**. [Online]. Available: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9D%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%87>. [2561, สิงหาคม 15].
- สาคร ปันตา อาทิตยียา วุฑฒิ, พิสิษฐ์ วิมลธนสิทธิ์ กิจจา, ไชยทนต์ และจักรรินทร์ ถิ่นนคร. (2560). การศึกษาเซ็นเซอร์หลักการทางแสงราคาถูกสำหรับงานตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศ. **The 3rd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology**, 16-23.
- Hassan, M., Muhammad, M., Alam, Y.L. & Alar, K. (2018). Narrow Band-IoT Performance Analysis for Healthcare Applications. **9th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies, ANT-2018 and the 8th International Conference. Procardia Computer Science**, 1077-1083.
- Oran, C., Anukit, S. & Ekkarat, B. (2017). IoT for Smart Farm: A case study of the Lingzhi Mushroom Farm at Maejo University. **Proceedings of the 2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering**. (pp.585-593). Nakhon Si Thammarat: Walailak University.
- RF Wireless World. (2012). **What is CoAP IoT protocol|CoAP Architecture, message header**. [Online]. <http://www.rfwireless-world.com/IoT/CoAP-protocol.html>. [2018, August 15].
- Urunov, H. (2017). **The constrained application protocol (co ap) implementation-part5**. [Online]. 15. Available: <https://www.slideshare.net/HamdamboyUrunov/the-constrained-application-protocol-co-ap-implementationpart5>. [2018, August 15].



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Wang, Y.-P.E., Lin, X., Adhikary, A., Grövlén, A., Sui, Y., Blankenship, Y., Bergman, J. & Razagh, H.S. (2017). A Primer on 3GPP Narrowband Internet of Things (NB-IoT). **IEEE Communications Magazine**. [Online], 55(3), 117-123. Available: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1606/1606.04171.pdf>. [2018, August 15].

The 5th Kamphaeng Phet Rajabhat University
National Conference