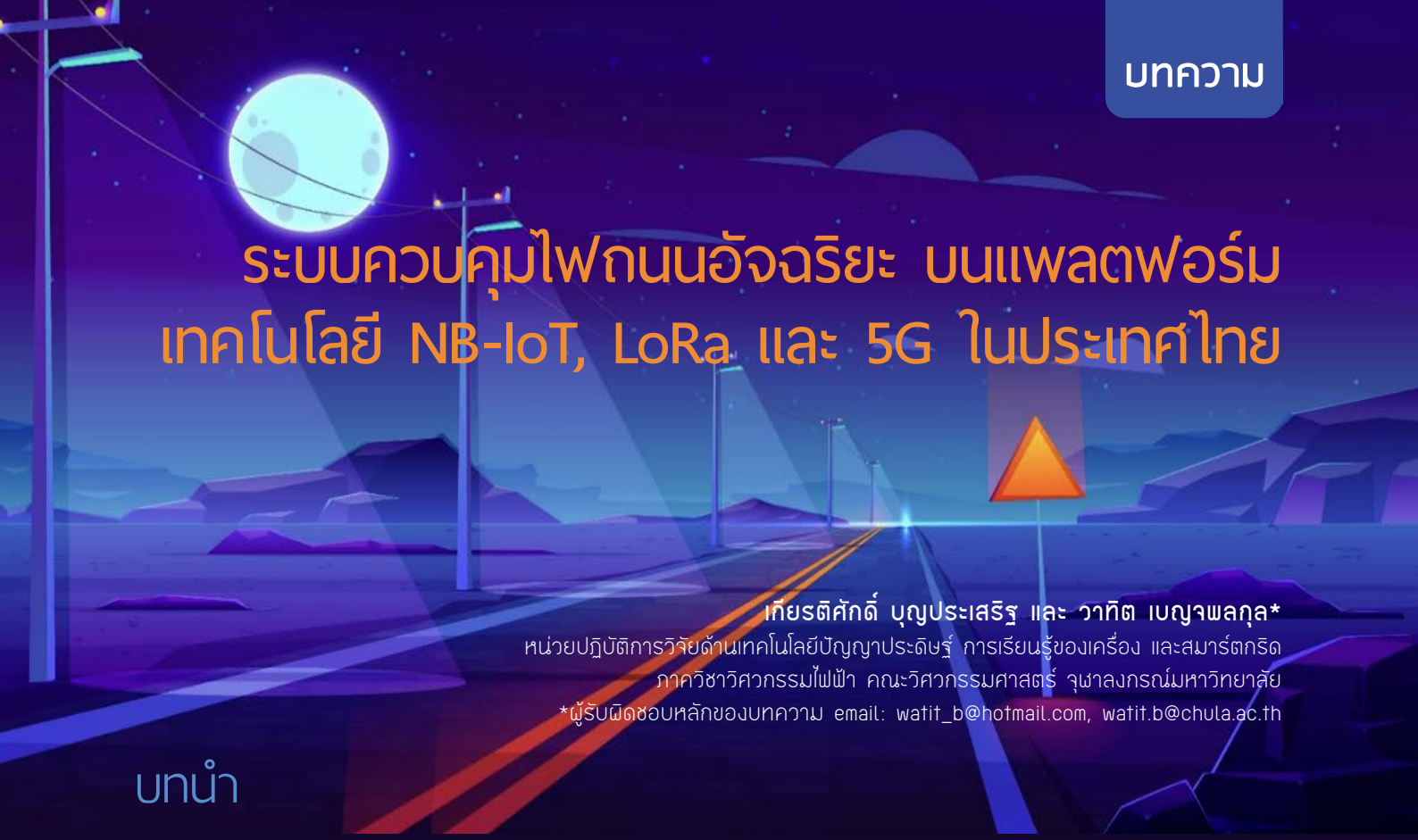


ระบบควบคุมไฟถนนอัจฉริยะ บนแพลตฟอร์มเทคโนโลยี NB-IoT, LoRa และ 5G ในประเทศไทย

เกียรติศักดิ์ บุญประเสริฐ และ วาทิต เบญจพลกุล*
หน่วยปฏิบัติการวิจัยด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และสมาร์ตกริด
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
*ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: watit_b@hotmail.com, watit.b@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันการใช้พลังงานมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ และการตอบสนองความต้องการพลังงานในหลายประเทศได้หันไปใช้พลังงงานทดแทนมากขึ้น เนื่องจากพลังงานจากฟอสซิลที่มีอยู่อย่างจำกัด และการตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มมากขึ้น จากปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าของเชื้อเพลิงแบบฟอสซิล จากสถิติในทุกประเทศทั่วโลกแสดงให้เห็นว่าพลังงานกว่าร้อยละ 19 ใช้ไปกับการส่องสว่างของไฟถนนสาธารณะ และสำหรับประเทศไทยพลังงานส่องสว่างของไฟถนนสาธารณะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 2 ซึ่งการส่องสว่างของไฟถนนสาธารณะมีเพื่อส่องสว่างให้ผู้ใช้ถนน ทางเท้า ในเวลากลางคืนหรือช่วงเวลาที่มีแสงน้อย ได้เดินทางอย่างปลอดภัย มองเห็นถึงอันตรายได้ชัดเจนขึ้น ดังนั้น การจัดการพลังงานที่ดีจะช่วยลดการใช้พลังงงาน และสามารถแก้ปัญหาข้างต้น โดยเฉพาะไฟถนนสาธารณะที่มีปริมาณการใช้งานสูงได้ ซึ่งในหลายประเทศได้มีการนำเทคโนโลยีสื่อสารเข้ามาใช้เพื่อควบคุมและจัดการกับไฟถนนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการพลังงาน

ในอนาคตจะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการพลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะมีความฉลาดขึ้นกล่าวคือ ความสามารถในการสื่อสารกันเองได้ การมีเซนเซอร์ในการตรวจวัด และส่วนประมวลผลการจัดการพลังงาน บางระบบอาจมีความสามารถในการคาดการณ์การใช้พลังงานล่วงหน้าเพื่อการจัดการพลังงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วย เทคโนโลยีสื่อสารจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดการพลังงานโดยเป็นส่วนช่วยติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์เพื่อส่งข้อมูลหรือคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพ จุดเด่นของเทคโนโลยีสื่อสารที่มีการใช้ในปัจจุบันคือการใช้พลังงานที่ต่ำ อายุการใช้งานนาน ในด้านการจัดการพลังงานของเมืองเทคโนโลยีจะถูกพัฒนาและนำเข้ามาอยู่ในทุกภาคส่วนอย่างสอดคล้องกัน อาทิ ระบบไฟถนนสาธารณะ ซึ่งสามารถสนับสนุนการบริหารจัดการเมืองให้เป็นเมืองอัจฉริยะได้

สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการพัฒนาระบบไฟถนนสาธารณะเช่นกัน โดยการไฟฟ้านครหลวงร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาโดยนำระบบสื่อสารเข้ามาใช้ร่วมกับระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะ โดยพิจารณาเปรียบเทียบระบบสื่อสาร Wi-Fi 2.4 GHz, Wi-Fi 5 GHz, PLC (Power Line Communication), RF (Radio Frequency) ในส่วนติดต่อกับรีเลย์ที่ควบคุมดวงไฟและระบบสื่อสารใยแก้วนำแสง เซลลูลาร์ในส่วนติดต่อกับระบบควบคุมทางไกล ผลการศึกษาระบบสื่อสารแต่ละระบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่นั้น ๆ ระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะประเทศไทยยังจำเป็นต้องพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน จึงได้มีการพัฒนาและออกแบบระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะบนพื้นฐานเทคโนโลยีสื่อสาร LoRa (Long Range), NB-IoT (Narrow Band Internet of Thing) และ 5G (Fifth Generation) ในที่สุด

ระบบไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะ

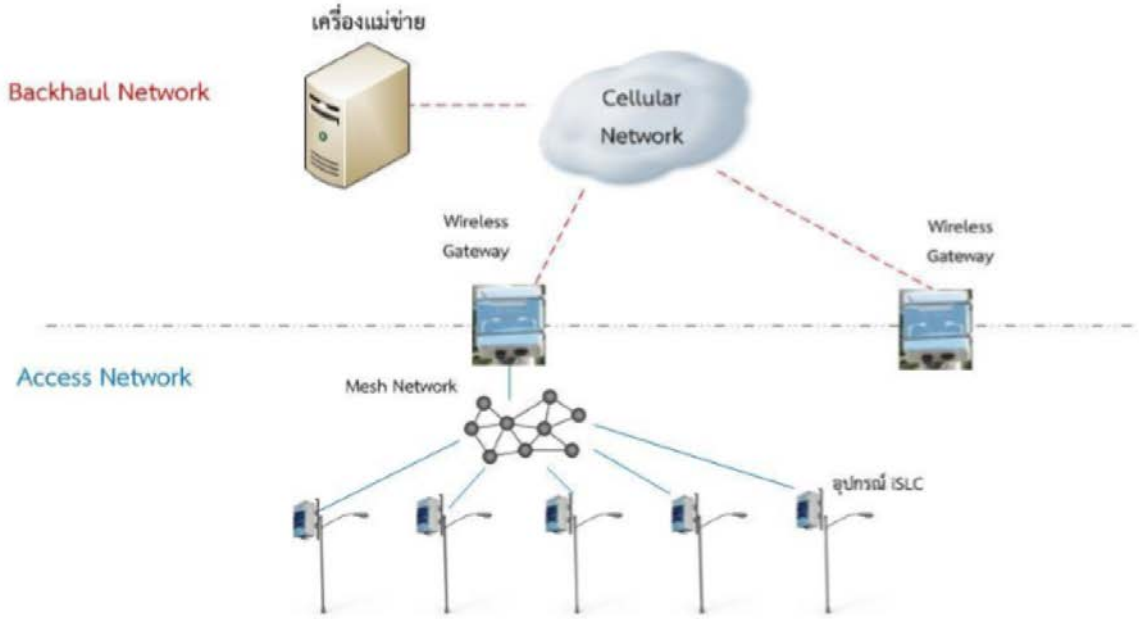
ระบบไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะ คือระบบส่องสว่างของไฟถนน และทางเท้าในพื้นที่สาธารณะ เพื่อให้ผู้ใช้ถนนและทางเท้าได้มีความรู้สึกปลอดภัยในการเดินทาง มองเห็นถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมทั้งปรับปรุงทัศนียภาพแวดล้อมให้เหมาะสม ค่าความสว่างของทางเท้าและถนนมีเกณฑ์กำหนดคุณภาพจากองค์การระหว่างประเทศจากระดับความสว่าง และความสม่ำเสมอของความสว่าง ระบบไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะสามารถควบคุมจากทางไกลได้ มีประสิทธิภาพการทำงานมากกว่าเดิม ประหยัดพลังงาน และสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของโคมไฟถนนสาธารณะได้ (ภาพที่ 1) ประกอบด้วย

1) โคมไฟถนนสาธารณะ เป็นส่วนปลายทางที่ทำหน้าที่ให้แสงสว่างอยู่บนเสาไฟกับผู้ใช้พื้นที่สาธารณะ โดยแต่ละระบบของไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะจะมีส่วนประกอบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งานหรือควบคุมในแต่ละโคม โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย หลอดไฟ เซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ มอดุลสื่อสาร (Communication module)

2) แพลตฟอร์มสื่อสาร คือส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางของระบบสื่อสารระหว่างโคมไฟสาธารณะกับส่วนประมวลผลกลาง แพลตฟอร์มของระบบสื่อสารนั้นมีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ระบบที่เลือกใช้ หรือความเหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ ตัวกลางจุดรวมของโคมไฟสาธารณะย่อย ๆ ส่งต่อไปยังโครงข่ายหลัก (Core network) ที่เป็นโครงข่ายของระบบ และเชื่อมต่อกับเกตเวย์ (Gateway) เพื่อส่งขึ้นคลาวด์เซอร์วิส (Cloud service) หรือส่วนประมวลผลกลางของระบบนั้น ๆ หากเป็นระบบปิด

3) ส่วนประมวลผลกลาง คือส่วนประมวลผลหลักที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากโคมไฟถนนสาธารณะทั้งหมด ให้ประหยัดพลังงานเหมาะสมสอดคล้องกันทั้งระบบ และสั่งเปิดปิดหรือหรี่ดวงไฟไปยังโคมไฟถนนสาธารณะในแต่ละดวงหรือแต่ละกลุ่มขึ้นอยู่กับระบบนั้น ๆ หรือสามารถส่งคำสั่งได้โดยตรง สามารถตรวจสอบการทำงานของโคมไฟแต่ละดวงได้ การทำงานทั้งหมดสามารถทำผ่านระบบ GUI (Graphical User Interface)

Photo by Freepik.com



ภาพที่ 1 ระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะประเทศไทยในปัจจุบัน
ที่มา : ศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2560)

ผลการศึกษาระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะ

จากการศึกษาระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะ สามารถสรุปได้ดังนี้

เทคโนโลยี	ข้อดี	ข้อเสีย
Access network		
ระบบสื่อสาร PLC	- ติดตั้งง่ายจากสายไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่แล้ว - เหมาะสมกับระบบเนื่องจากโคมไฟถนนสาธารณะมีการเชื่อมต่อกับสายไฟอยู่แล้ว	- ไม่สามารถส่งสัญญาณสื่อสารผ่านหม้อแปลงได้ - ยังไม่ได้รับการใช้งานกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าในไทยมากนัก
Zigbee 2.4 GHz	- ราคาถูก ติดตั้งง่าย - มีความเชื่อถือได้สูงเนื่องจากเป็นระบบโครงข่ายแบบตาข่าย (Mesh Network) - มีผลิตภัณฑ์ให้เลือกใช้หลากหลายในท้องตลาด	- โดนสัญญาณรบกวนได้ง่าย - มีข้อจำกัดด้านจำนวนโนด ปลายทางใน 1 โครงข่าย และ ข้อจำกัดด้านจำนวน Hop ในการสื่อสาร
Wi-Fi 5 GHz	- ติดตั้งง่าย มีความยืดหยุ่น - มีปัญหาด้านการรบกวนน้อย เนื่องจากย่าน 5 GHz มีการใช้งานน้อย	- ผลิตภัณฑ์หลากหลาย ราคาสูง
Backhaul Network		
ระบบสื่อสารแบบเซลลูลาร์	- การลงทุนครั้งแรกต่ำ - สามารถติดตั้งใช้งานได้รวดเร็ว - ไม่ต้องดูแลรักษาโครงข่ายด้วยตัวเอง - รองรับการขยายระบบ	- ไม่สามารถจัดการระบบสื่อสารเองได้ - เสียค่าบริการระบบรายเดือน
ระบบสื่อสารใยแก้วนำแสง	- แบนด์วิดท์กว้าง - มีความปลอดภัยและเชื่อถือได้	- มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งที่สูง และค่าบำรุงรักษาที่สูง

จะเห็นได้ว่าการใช้งานระบบสื่อสารในส่วนของการเข้าถึงระบบโครงข่าย (Access network) เทคโนโลยีการสื่อสารแบบ Zigbee น่าจะมีความเหมาะสม แต่ในส่วนโครงข่ายการเชื่อมต่อช่องสื่อสารภาคพื้นดิน (Backhaul Network) การสื่อสารแบบระบบสื่อสารแบบเซลลูลาร์ มีความเหมาะสม แต่ระบบสื่อสารของ Zigbee มีข้อจำกัดด้านจำนวนอุปกรณ์ปลายทางของระบบสื่อสาร และการรบกวนสัญญาณได้ง่าย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาเทคโนโลยีสื่อสารอื่นที่เหมาะสมมากกว่า

เทคโนโลยีสื่อสารสำหรับระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะในอนาคต

เทคโนโลยีสื่อสารที่เหมาะสำหรับระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะในอนาคต ประกอบด้วย

1) Long Range (LoRa) เป็นเทคโนโลยีสื่อสารโดยใช้เทคนิคของเทคโนโลยีการแผ่สเปกตรัมซึ่งมีกรรมสิทธิ์ (Proprietary Spread Spectrum Technology) ในการปรับเปลี่ยน (Modulate) ที่ถูกพัฒนาโดย Semtech Corporation การสื่อสารถูกกำหนดด้วย LoRaWAN Protocol โดย LoRa Alliance ย่านความถี่ที่สามารถใช้ได้ในประเทศไทยคือ 433 MHz และ 915 MHz ทั้งนี้ LoRa มีคุณสมบัติดังนี้

- ความแรงต่ำสุดของเครื่องลูกข่ายที่ใช้งานได้ (Sensitivity) คือ -137 dBm
- ระยะสัญญาณสามารถส่งได้ไกลถึง 15 กิโลเมตร
- กำลังที่ใช้ส่งสัญญาณต่ำ กินไฟน้อย
- ราคาถูก มีหลายยี่ห้อให้เลือกใช้ในตลาด

2) Narrow Band Internet of Things (NB-IoT) ถูกพัฒนามาจาก 3GPP ผู้กำกับดูแลมาตรฐานด้านการสื่อสารบนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยการใช้งานที่ย่านความถี่เดียวกับ LTE (Long Term Evolution) ที่ถูกออกแบบให้ใช้กำลังต่ำความเร็วในการสื่อสารและการส่งข้อมูลก็ต่ำด้วย โดยที่ประเทศไทยมีบริษัทโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่ให้บริการคือ AIS และ True ทั้งนี้ NB-IoT มีคุณสมบัติดังนี้

- กำลังที่ใช้ส่งสัญญาณต่ำ อุปกรณ์สามารถใช้ได้นานถึง 10 ปีต่อการชาร์จพลังงานหนึ่งครั้ง
- ใช้แบนด์วิดท์ของสัญญาณน้อย
- สามารถทำงานร่วมกับโครงข่าย LTE ได้
- ระยะสัญญาณสามารถส่งได้ไกลกว่า 10 กิโลเมตร
- สามารถใช้ได้ทั้งในอาคารและนอกอาคาร

3) เทคโนโลยีสื่อสาร 5G เป็นมาตรฐาน IMT for 2020 and beyond ของ ITU-R มีส่วนที่แตกต่างจากเทคโนโลยี 4G มาก คือพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยกันเอง เป็นเทคโนโลยีทำให้เข้าสู่ยุคสังคมดิจิทัล ทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจจะมีอินเทอร์เน็ตเข้ามาเกี่ยวข้อง (Internet of Things: IoT) เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสื่อสาร 4G มาตรฐาน IMT-Advanced กับระบบ 5G จะพบว่า ระบบ 5G มีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุดเพิ่มขึ้น 20 เท่า การประวิงเวลาของระบบลดลง 10 เท่า รองรับอุปกรณ์เพิ่มขึ้น 10 เท่าและประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโครงข่ายเพิ่มขึ้น 100 เท่า

บทสรุป

การนำเทคโนโลยีการสื่อสารมาช่วยทำให้การควบคุมระบบไฟถนนสาธารณะอัจฉริยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น การนำเทคโนโลยีที่ใหม่กว่าเช่น LoRa, NB-IoT และ 5G เข้ามาช่วยในการพัฒนาจากระบบเดิมทำให้ระบบมีความเสถียรมากขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่าย ครอบคลุมพื้นที่เป็นวงกว้างมากขึ้น และสามารถตอบสนองแบบเรียลไทม์ได้อย่างรวดเร็ว การพัฒนาส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถควบคุมผ่านระบบคลาวด์ ผ่าน UI (User Interface) ได้ และพัฒนาช่วงเวลาหรี่ไฟเปิดปิดแบบเรียลไทม์ได้ ซึ่งผลการพัฒนาดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของเมืองอัจฉริยะในอนาคต เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้รถใช้ถนน อีกทั้งยังช่วยในการประหยัดพลังงานของประเทศอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาวิจัยโครงการ ***"โครงการติดตั้งระบบควบคุมไฟถนนอัจฉริยะ"*** ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาโครงการจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

ปรีชา กอเจริญ, เพชร นันทิวัฒนา, เติมพงษ์ ศรีเทศ, และ ณรงค์ อยู่ถนอม. (2560). *เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายสำหรับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง.* สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2562 จาก https://www.tcithaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article/download/116003/89414/

ศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมไฟถนนสาธารณะ.* ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากการไฟฟ้านครหลวง.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.). (2561). *5G: คลื่นและเทคโนโลยี.* สืบค้นเมื่อ 13 มีนาคม 2562 จากhttp://www.nbtc.go.th/getattachment/Services/quarter2560/

Earth Policy Institute. (2010). *World on the edge–Energy Data Efficiency.* Retrieved March 1, 2018, from www.earthpolicy.org/datacenter/xls/book_pb4_ch4-5_4.xls