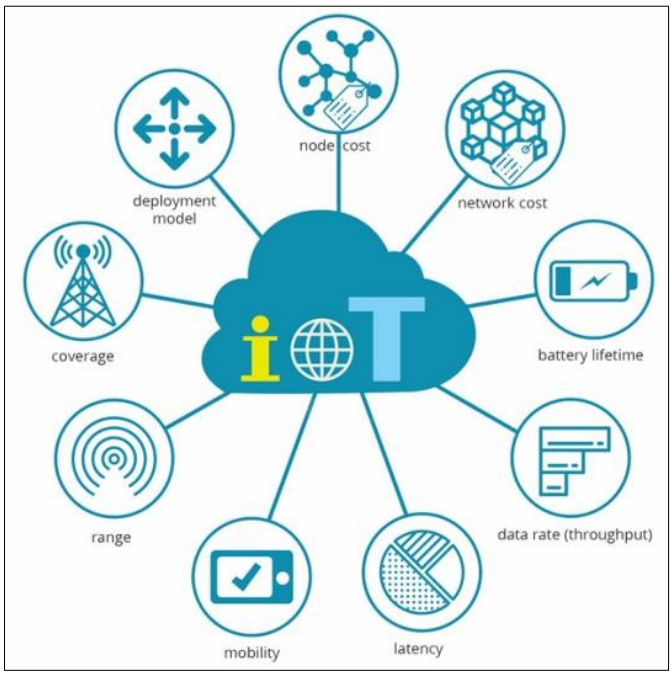
เทคโนโลยี NB-IoT กับ LoRa อันไหนดีกว่ากัน

อดิศร ขาวสังข์ แปลจาก A White Paper by Hardy Schmidbauer prepared for the LoRaAlliance, September 2016

1.บทนำ

มีหลายตัวประกอบสำหรับการพิจารณาแอพพลิเคชัน IoT ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนโหนด (node cost), ต้นทุนของเครือข่าย (network cost), ระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรรี่ (battery lifetime), อัตราการรับส่งข้อมูล (throughput), เวลาแฝง (latency), การเคลื่อนที่ได้ง่าย (mobility), ระยะทางในการสื่อสาร (range), การครอบคลุม (coverage) และรูปแบบการนำไปใช้งาน ไม่มีเทคโลยีอันไหนที่จะสามารถแก้ปัญหาตัวประกอบทั้งหมดตามที่กล่าวมาได้ในเวลาเดียวกัน เทคโนโลยี NB-IoT และเทคโนโลยี LoRa® มีคุณสมบัติด้านเทคนิคและด้านธุรกิจที่ต่างกันที่จะบริการแอพพลิเคชั่นที่แตกต่างกันเฉกเช่น Wi-Fi กับ Bluetooth (BTLE) บทความนี้จะสรุปความความแตกต่างด้านเทคนิคระหว่าง NB-IoT กับ LoRa และพิจารณาว่าเทคโนโลยีไหนจะเหมาะสมกับความต้องการในแอพพลิเคชัน IoT แบบต่างๆ อย่างไร



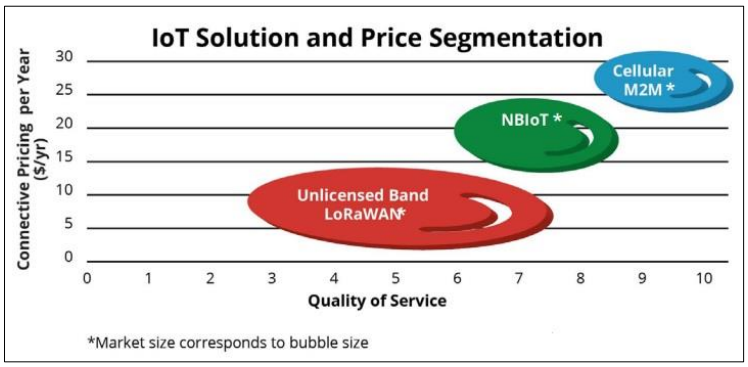
รูปที่ 1 หัวข้อที่ควรพิจารณาในแอพพลิเคชัน IoT

2.สเปคตรัม, Quality of Service, และต้นทุน

LoRa ใช้ความถี่ที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต (unlicensed) ย่านต่ำกว่า 1GHz (ประเทศไทยย่าน 920-925MHz) จึงไม่ต้องลงทุนในส่วนนี้ ในขณะที่ NB-IoT และการสื่อสารเซลลูล่าร์ใช้ย่านความถี่ที่ต้องมีใบอนุญาต (licensed) ในย่านที่ต่ำกว่า 1GHz เช่นกัน แถบความถี่ที่ต่ำกว่า 1GHz ระหว่าง 500MHz-1GHz เหมาะสมสำหรับการสื่อสารระยะไกลและมีประสิทธิภาพด้านเทคนิคสายอากาศ

LoRaWAN™ ใช้สเปคตรัมแบบฟรีที่ไม่ต้องขออนุญาตและใช้โปรโตคอลเป็นแบบ asynchronous ซึ่งเหมาะสมที่สุดในด้าน battery lifetime และด้านต้นทุน โปรโตคอลของ LoRa และ LoRaWAN มีคุณลักษณะที่เป็นหนึ่งเดียวและถูกออกแบบให้รองรับการใช้งานที่มีการซ้อนทับของคลื่น (interference), การทับซ้อนของเครือข่าย (overlapping network) และมีความสามารถในการเพิ่มลดได้ (scalability) ในปริมาณที่สูงมาก แต่ไม่มีการนำเสนอในเรื่องของ QoS ที่มีการกำหนดช่องเวลาในโปรโตตอลของเซลลูลาร์ (time slotted cellular protocol) การ

ประมูลสเปคตรัมความถี่ที่ต่ำกว่า 1GHz จะมีราคามากกว่า 500 ล้านดอลลาร์ต่อ 1 MHz ในขณะที่โปรโตคอลการซิงโครนัสช่องเวลาของเซลลูลาร์และ NB-IoT มีความเหมาะสมที่สุดกับ QoS โดย NB-IoT ไม่มีการเสนอเกี่ยวกับ battery lifetime ที่เทียบกันได้กับ LoRa ซึ่งจะมีการกล่าวรายละเอียดหลังจากนี้ จากการที่มี QoS และมีต้นทุนสเปคตรัมที่สูง แอพพลิเคชันที่มีค่าสูงที่ต้องการรับประกันในเรื่อง QoS จึงชอบทางเลือกที่ไปทางเซลลูลาร์ ในขณะที่หากต้องการต้นทุนต่ำและเป็น high volume solution ก็จะชอบไปทาง LoRa ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 IoT Pricing vs Quality of Service (QoS)

3.BATTERY LIFETIME AND DOWNLINK LATENCY

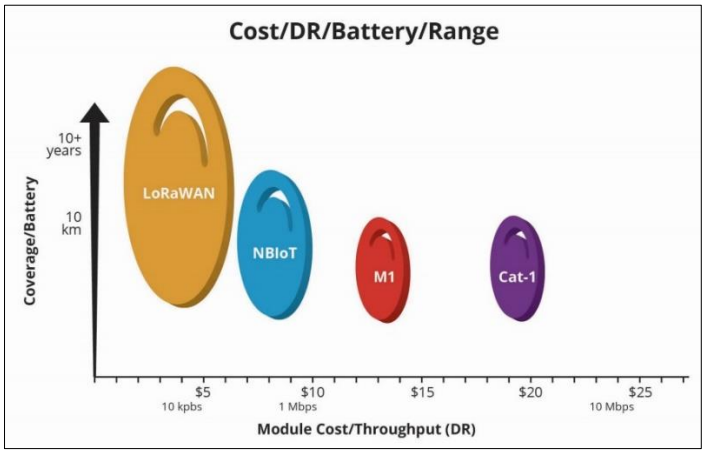
ระบบสื่อสารเซลลูลาร์ถูกออกแบบมาให้ใช้กับสเปคตรัมที่เหมาะสมที่สุด ซึ่ง end-node มีการออมชอมในส่วนของต้นทุนและ battery lifetime แตกต่างกับ LoRaWAN ที่ end-node มีการทำให้ต้นทุนและ battery lifetime มีความเหมาะสมที่สุดที่ค่าใช้จ่ายของการใช้ประโยชน์สเปคตรัม

มีสองลักษณะที่สำคัญในการพิจารณาเรื่องของ battery lifetime นั่นคือการใช้กระแสของ end-device (สูงสุดและเฉลี่ย) และการช่วยเหลือของโปรโตคอล โดย LoRaWAN เป็นอะซิงโครนัสที่ใช้ ALOHA-based protocol ซึ่งมีวิธีการที่ end-device สามารถพัก (sleep) ในระยะเวลาสั้นหรือยาวได้ตามความต้องการแอพพลิเคชัน ในขณะที่ระบบที่เป็น cellular-based synchronous protocol อุปกรณ์ end-device จะต้องมีการ check-in กับเครือข่ายทุกช่วงเวลา ซึ่งโทรศัพท์มือถือปัจจุบันนี้เฉลี่ยแล้วจะมีการซิงโครนัสกับเครือข่ายทุกๆ 1.5 วินาที มิฉะนั้นจะเป็น out of use การซิงโครนัสของระบบ NB-IoT เกิดขึ้นไม่บ่อยนักแต่ก็มีเป็นประจำ ซึ่งก็ยังคงต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่อยู่

ในส่วนของการมอดูเลชันที่ระบบเซลลูลาร์ใช้นั้นมีประสิทธิภาพที่สุดต่อการใช้สเปคตรัม แต่ไม่มีประสิทธิภาพในมุมมองจาก end-device โดยการมอดูเลชันในระบบเซลลูลาร์ที่เป็น OFDM หรือ FDMA ต้องการเครื่องส่งแบบ linear ในการสร้างมอดูเลชัน ซึ่งเครื่องส่งแบบ linear ต้องการขนาดของกระแสสูงสุดมากกว่าการมอดูเลชันแบบ non-linear ที่ LoRa ใช้ กระแสสูงสุดดังกล่าวนี้ไหลออกจากแบตเตอรี่เร็วกว่าและต้องสิ้นเปลืองแบบเตอรี่ที่ต้องมาสนับสนุน

ลักษณะการซิงโครนัสของเครือข่ายเซลลูลาร์สร้างข้อได้เปรียบบางอย่างสำหรับแอพพิลเคชันที่ต้องการเวลาแฝงของ downlink ที่สั้น (short downlink latency) NB-IoT สามารถเสนออัตราข้อมูลที่เร็วกว่าในการสนับสนุนแอพพลิเคชันที่ต้องการ data throughput ที่สูง ส่วน LaRaWAN สนับสนุน class B ที่ถูกออกแบบให้ลด downlink communication latency ด้วยการให้ end-device มีการ wake-up ตามช่วงเวลาที่โปรแกรมไว้ในการตรวจสอบ downlink message

สำหรับแอพพลิเคชันที่ต้องการการสื่อสารที่ถี่มากและต้องการ latency ที่ต่ำมากหรือต้องการจำนวนมากของข้อมูลนั้น เทคโนโลยี NB-IoT เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด แต่แอพพลิเคชันที่ต้องการให้ได้ battery lifetime ที่นานมากๆ เพื่อความคุ้มทุนแต่ไม่ต้องการสื่อสารบ่อย LoRa เป็นทางเลือกที่ดีกว่า “เราจะใช้หลายระบบสำหรับบริการหลายๆ แอพพลิเคชัน IoT เท่าที่เป็นไปได้” เป็นคำกล่าวของ Bertrand Waels, head of Alternative Technologies at Orange “เรามองคุณค่าที่แข็งแกร่งของ LaRa สำหรับบางแอพพลิเคชันที่เทคโนโลยีอื่นไม่สามารถทำได้”



รูปที่ 3 สมรรถภาพและต้นทุนที่ได้อย่างเสียอย่าง

4.การครอบคลุมของเครือข่ายและเวลาที่ใช้ในการเตรียมการ

ความต้องการที่จำเป็นสำหรับการเตรียมการในส่วนของ end-node ก็คือสภาพพร้อมใช้งานของเครือข่าย (network availability) ข้อได้เปรียบเชิงสนับสนุนอันหนึ่งของ NB-IoT ก็คือโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่แล้วสามารถที่จะอัพเกรดสำหรับการให้บริการได้ แต่การอัพเกรดนี้ก็มีข้อจำกัดต่อ 4G/LTE base station อยู่บ้างและก็มีราคาแพง วิธีการดังกล่าวสามารถจะเติบโตได้สำหรับสภาพแวดล้อมที่เป็นเมืองหนาแน่น ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายที่มีการเสนอสำหรับ NB-IoT แต่มันไม่ดีสำหรับพื้นที่ชนบทหรือชานเมืองที่ไม่มีระบบ 4G ครอบคลุม ข้อกำหนดของ NB-IoT ได้ออกมาในเดือนมิถุนายน 2016 โดยในเชิงพานิชนั้นจะต้องใช้เวลาบ้างสำหรับการสร้างระบบนิเวศ (ecosystem) และเคลื่อนไปสู่การผลิตจำนวนมาก นอกจากนั้นต้องมีการเปิดตัวใหม่ของพื้นที่ครอบคลุมเครือข่าย NT-IoT ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะใช้เวลานานขนาดไหนขึ้นอยู่กับแพลลิเคชันหรือโอกาส

คอมโพเน้นท์ของ LoRa และ LoRaWAN ecosystem นั้นเติบโตเต็มที่แล้วและการผลิตพร้อมแล้ว แต่การใช้งานแบบกว้างขวาง (nationwide) นั้นคงยังอยู่ในเฟสที่เริ่มนำบริการมานำเสนอ คุณลักษณะที่สำคัญอันหนึ่งของ LoRaWAN ecosystem คือความสามารถในการทำงานได้ทั้งในรูปแบบที่เป็น private model หรือ enterprise model (เหมือนกับ public network model) ของคอมโพเน้นท์ ซึ่งหลาย enterprise ขนาดใหญ่มีการวางแผนที่จะใช้ hybrid model นั่นคือใช้เครือข่ายหนึ่งในโรงงานหรือสิ่งก่อสร้าง (facility) ของเขา และใช้ public network สำหรับพื้นที่นอกโรงงานหรือสิ่งก่อสร้างของเขา ซึ่ง NB-IoT จะมีข้อจำกัดเพราะ cellular base station จะเป็น public model อย่างเดียว

5.ต้นทุนของอุปกรณ์ ต้นทุนของเครือข่ายและ hybrid model

อุปกรณ์ปลายทางสำหรับโปรโตคอล LoRaWAN นั้นง่ายกว่าเมื่อเทียบกับ NB-IoT และสามารถที่จะจัดหาได้ง่ายด้วยราคาต่ำ เพราะเป็น microcontroller ที่ใช้กันแพร่หลาย การมอดูเลชันของ NB-IoT และโปรโตคอลมีความ

ซับซ้อนทำให้ต้องเพิ่มพื้นที่ซิลิคอนและเพิ่มต้นทุนสำหรับโซลูชัน NB-IoT และ 3GPP มีการประกาศค่าลิขสิทธิ์ IP (IP royalties) ซึ่ง ณ วันนี้ค่าลิขสิทธิ์สำหรับโทรศัพท์เซลลูลาร์เป็น 5 ดอลลาร์ ซึ่งแพงมากสำหรับ IoT อย่างไรก็ตามการทำให้ค่าลิขสิทธิ์ต่ำลงจะเป็นการกัดกร่อนราคาค่าลิขสิทธิ์ทางตลาดเซลลูลาร์ 3GPP community จำเป็นต้องหาทางออกในการจัดการปัญหาค่าลิขสิทธิ์แพงสำหรับ IoT โดยที่ยังคงรักษาแหล่งรายได้ของการสื่อสารเซลลูลาร์

ด้วยเทคนิคการรวมกันแบบหนาแน่น (highly integrated) โมดูล LoRa ราคาต่ำพร้อมแล้วสำหรับการใช้งานและสิ่งใหม่ที่มีออฟชันของการรวมกันจะออกมาเร็ววันนี้ และไม่มีเรื่องของค่าลิขสิทธิ์ที่จะเป็นรายได้ของ LoRa Alliance community ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ราคาของโมดูล LoRaWAN ecosystem ต่ำกว่า 4 ดอลลาร์ ในวันนี้โมดูล LoRaWAN ที่ผ่านการรับรอง (Certifed LoRaWAN modules) จะอยู่ในช่วง 7-10 ดอลลาร์ แต่คาดว่าจะลดลงได้เป็น 4-5 ดอลลาร์สำหรับการใช้งานที่จำนวนมากใน ecosystem และอีกทางเลือกหนึ่ง ณ วันนี้ ราคาของ cellular LTE module ก็พยายามที่จะทำให้ต่ำกว่า 20 ดอลลาร์

สำหรับ IoT และ LPWAN ความแตกต่างในโมเดลของการใช้งานจะถูกใช้เพื่อทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการลงทุน (CapEx) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (OpEx) ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลแบบเดิมที่เป็น tower เพียงอย่างเดียว การใช้งาน LoRaWAN จะมีต้นทุนต่ำมากด้วยการใช้ประโยชน์จากการผสมกันของ tower ดั้งเดิม, industrial gateway, และ in-home pico gateway ราคาของ tower top gateway ประมาณ 1,000 ดอลลาร์, industrial gateway น้อยกว่า 500 ดอลลาร์, และ pico cell gateway ต้นทุนต่ำมีราคาประมาณ 100 ดอลลาร์ แต่สำหรับ NT-IoT นั้นการอัพเกรด 4G LTE base station ที่มีอยู่แล้วสามารถใช้ต้นทุนสูงถึง 15,000 ดอลลาร์

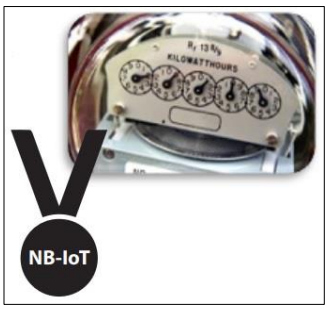
6.ตัวอย่างแอพพลิเคชัน

NB-IoT หรือ LoRa™ : เทคโนโลยีไหนเหมาะสมกับแอพพลิเคชันแบบไหน

ความต้องการในแอพพลิเคชัน, เทคนิคที่แตกต่างกัน, โมเดลในการใช้งาน, ต้นทุนอุปกรณ์, และเวลาในการเตรียมการเป็นตัวควบคุมว่าเทคโนโลยีไหนจะถูกใช้สำหรับการรวมกำลังการผลิตให้ตรงตามชนิด จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าไม่มีเทคโนโลยีอันหนึ่งอันใดที่จะรองรับทุกแอพพลิเคชันต่างๆ ของ IoT ได้อย่างเท่าเทียมกัน ด้านล่างนี้จะเป็นกรณีการใช้งานแอพพลิเคชันต่างๆ ที่จะอภิปรายสรุปให้เห็นว่าเทคโนโลยีอันไหนที่จะเหมาะสมกับความต้องการ

a Electric Metering

ในตลาดมิเตอร์ไฟฟ้า บริษัทด้านสาธารณูปโภคต้องการอัตราการรับส่งข้อมูลที่สูง, มีการรับส่งข้อมูลบ่อยครั้ง, และมีเวลาแฝง (latency) ที่ต่ำ ด้วยเหตุที่มิเตอร์ไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายกำลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อยู่แล้ว จึงไม่ต้องการกำลังไฟฟ้าขนาดต่ำมากและแบตเตอรี่ที่ยาวนานแต่อย่างใด บริษัทสาธารณูปโภคจำเป็นต้องมีการมอนิเตอร์ grid แบบ real-time เพื่อสร้างการตัดสินใจแบบทันทีทันใดโดยอาศัยโหลด, ช่วงเวลาที่ไม่มีกระแสไฟฟ้า, และการขัดจังหวะอื่นๆ แม้ว่ามิเตอร์ไฟฟ้าสามารถจะอิมพลีเม้นท์ด้วยระบบ LoRaWAN ที่เป็น Class C เพื่อให้ได้ low latency แต่ด้วยเหตุผลที่มีการต้องการอัตราข้อมูลในการรับส่งที่สูงและมีการสื่อสารกันบ่อย เทคโนโลยี NB-IoT จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับแอพพลิเคชันนี้ นอกจากนั้น



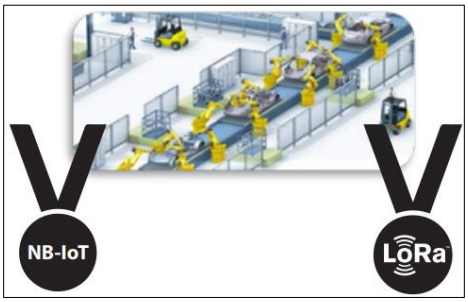
มิเตอร์ไฟฟ้าถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่อยู่กับที่ในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นจึงง่ายต่อการใช้งานผ่านระบบเซลลูลาร์ที่มีบริการ NB-IoT ครอบคลุม

b Precision Farming

ในด้านเกษตรกรรมนั้น ต้องการเซนเซอร์ต้นทุนต่ำที่สามารถใช้งานแบตเตอรี่ได้นาน เซนเซอร์ตรวจจับความชื้น อุณหภูมิ และภาวะเป็นด่าง สามารถปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้นและลดการใช้น้ำ เซนเซอร์มีความจำเป็นที่จะต้องอัพเดตข้อมูลของตัวเองสองสามครั้งต่อชั่วโมงตามสภาพที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ซึ่ง LoRa และ LoRaWAN เป็นสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับความต้องการแบบนี้ นอกจากนั้นหลายๆฟาร์มไม่อยู่ในพื้นที่บริการของระบบเซลลูลาร์หรือแม้แต่ 4G/LTE เทคโนโลยี NB-IoT จึงไม่ใช่ออฟชันที่จะใช้งานได้ในอนาคตอันใกล้

c Manufacturing Automation

การมินิเตอร์เครื่องจักรในโรงงานสามารถป้องกันการบำรุงรักษาที่เกิดจาก line down และสามารถควบคุมระยะไกลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ มีเซนเซอร์หลายชนิดที่ต้องการสำหรับการทำงานอัตโนมัติของในโรงงาน บางแอพพลิเคชันต้องการการสื่อสารที่บ่อยและต้องมีการรับประกัน QoS ดังนั้น NB-IoT จึงเหมาะสมมากกว่า LoRa ความต้องการเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำอื่นๆ ที่ต้องการให้สามารถใช้แบตเตอรี่ได้นานเช่นการติดตามอุปกรณ์เครื่องมือ (track equipment), การมอนิเตอร์สถานะและเงื่อนไขเทคโนโลยี LoRa จะมีความเหมาะสม ด้วยเหตุที่มีความต้องการที่หลากหลายสำหรับงานโรงงานผลิต เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงเป็นทั้ง NT-IoT และ LoRa



d Intelligent Building

การมอนิเตอร์อุณหภูมิ/ความชื้นสัมพัทธ์, ความปลอดภัย, ความชื้น, การเข้าถือครองพื้นที่, HVAC, การไหลของน้ำและปลั๊กไฟสามารถจัดให้สำหรับผู้จัดการอาคารด้วยการเตือนอลาร์มโดยตรงไปยังมือถือ ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันอันตรายและสามารถตอบสนองต่อการร้องขอได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้ระบบมอนิเตอร์แบบ manual การใช้งานและการทำความสะอาดอาคารสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความต้องการสำหรับเซ็นเซอร์กับงานดังกล่าวนี้ใช้แบบต้นทุนต่ำและแบตเตอรี่สามารถใช้ได้นาน ไม่จำเป็นต้องมีระบบสื่อสารแบบรับส่งข้อมูลกันบ่อยหรือการ

รับประกัน QoS ระบบที่เป็น Pico cell gateway สามารถติดตั้งไว้ในห้องใต้ดินหรือโรงจอดรถใต้ดินเพื่อให้ครอบคลุมทั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ของอสังหาริมทรัพย์ ซึ่ง LoRa เหมาะสมที่สุดสำหรับแนวตั้งแบบนี้

e Retail Point of Sale Terminal (PoS)

ระบบ Point of Sale (PoS) เนื่องจากต้องการการสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลกันบ่อย ระบบแบบนี้ต้องมีการจัดให้มีระบบจ่ายไฟที่ไม่จำกัดเพียง battery lifetime เพียงอย่างเดียว และเป็นระบบที่ต้องการ latency time และ turn-around time ที่ต่ำ เนื่องจาก latency time ที่นานจะจำกัดจำนวนของ transaction ได้ ด้วยเหตุที่ต้องมี QoS และมีการสื่อสารที่บ่อย เทคโนโลยี NB-IoT จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับแอพพลิเคชันแบบนี้

f Pallet Tracking for Logistics

คุณลักษณะหลักที่จะปลดล็อคตลาด pallet tracking ที่มีปริมาณสูงก็คือต้นทุนและ battery lifetime ปัจจุบันนี้การติดตาม pallet เพื่อให้ทราบตำแหน่งหรือสภาวะของสินค้าเป็นสิ่งที่พึงปรารถนากันอย่างสูง การติดตาม pallet เป็นตัวอย่างที่ดีของการนำโซลูชันแบบฮายบริดมาใช้ บริษัทลอจิสติกส์สามารถมีโซลูชันของตัวเองเพื่อที่จะรับประกันความคุ้มครองโรงงานของเขา เกตเวย์ต้นทุนต่ำสามารถติดตั้งได้ง่ายเพื่อให้ครอบคลุมการคัดแยกโรงงานและยังถูกใช้งานบนยานพาหนะเป็นเกตเวย์เคลื่อนที่ LoRaWAN public network สามารถใช้ประโยชน์ได้เมื่ออยู่ด้านนอกโรงงานหรือเมื่อสินค้ามาถึงตำแหน่งของลูกค้า ระบบ 4G/LTE for NB-IoT อาจจะไม่สามารถใช้งานได้กับทุกตำแหน่งของการขนส่งที่โดยทั่วไปจะเป็นพื้นที่ชนบท และ LoRa ยังมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่เป็นหนึ่งเดียวที่สามารถสื่อสารได้อย่างมีความน่าเชื่อถือมากกว่าสัญญาณแบบ narrow band เมื่อมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ด้วยคุณสมบัติที่ต้นทุนต่ำ, สามารถใช้งานแบตเตอรี่ได้นานและมีความสามารถเป็น private solution ที่รับประกันการครอบคลุมพื้นที่ในทุกประเภทโรงงาน LoRa จึงเป็นเทคโนโลยีที่ดีที่สุดสำหรับงานแบบนี้

7.สรุป

ไม่มีแชมเปี้ยนแห่ง IoT แต่ละแอพพลิเคชันจะมีความต้องการและข้อพิจารณาจำเพาะของตัวเอง ทำให้นำไปสู่การใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน บทความนี้ได้อธิบายความแตกต่างทางเทคนิคและสภาพได้อย่างเสียอย่างในเชิงพาณิชย์ของ NB-IoT และ LoRa และทั้งคู่จะมีตำแหน่งของตัวเองในตลาด IoT โดย LoRa จะรองรับแอพพลิเคชันที่ใช้ต้นทุนต่ำและปริมาณสูง ส่วน NB-IoT จะรองรับแอพพลิเคชันที่มีคุณค่าสูงและจะต้องจ่ายสำหรับ QoS ที่สูง