

วารสารวิชาการ
กสทช.
ประจำปี 2563

NBTC
JOURNAL
2020

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission

แพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ต ของสรรพสิ่ง ฐานรากสำคัญ สู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมดิจิทัล

INTERNET OF THINGS PLATFORM-
AN ESSENTIAL FOUNDATION
FOR CREATING DIGITAL INNOVATION

พนิตา พงษ์ไพบูลย์¹, เอ็มอัชนา นิรันตสุขรัตน์²

และ กุลชาติ มีทรัพย์หลาก³

Panita Pongpaibool¹, Aimaschana Niruntasukrat²

and Koonlachat Meesublak³

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ปทุมธานี 12120^{1 ถึง 3}

National Electronics and Computer Technology Center, Pathum Thani 12120 Thailand^{1 to 3}

Corresponding E-mail : panita.pongpaibool@nectec.or.th

Received Date	July 31, 2020
Revised Date	September 4, 2020
Accepted Date	October 29, 2020

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (Internet of Things: IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ต้องผสมผสานทักษะการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสาร บริการคลาวด์แพลตฟอร์มไอโอทีที่เป็นเสมือนโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักพัฒนาสามารถสร้างสรรค์ผลงานด้านไอโอทีได้อย่างรวดเร็ว ลดภาระการติดตั้งดูแลระบบสื่อสาร ระบบเซิร์ฟเวอร์ หรือฐานข้อมูลใด ๆ บทความนี้อธิบายหลักการทำงานและองค์ประกอบพื้นฐานของแพลตฟอร์มไอโอทีในท้องตลาด และนำเสนอแพลตฟอร์มเน็ตพายที่พัฒนาและให้บริการโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ บริการแพลตฟอร์มเน็ตพายกระตุ้นให้เกิดการสร้างสรรค์พัฒนาไอโอทีขึ้นภายในประเทศ นำไปสู่การสร้างขีดความสามารถและความเข้มแข็งด้านดิจิทัลให้กับประเทศไทย

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไอโอที คลาวด์ แพลตฟอร์ม เน็ตพาย

Abstract

Internet of Things or IoT technology requires multidisciplinary skills in hardware, software, and communication. IoT cloud platforms are revolutionizing businesses and are gaining rapid adoption. IoT cloud platforms help speed up IoT innovation by relieving a burden of server and database provisioning. IoT cloud platforms offer a ready-to-use software infrastructure and services necessary to enable IoT solutions. IoT cloud platforms let IoT solution providers focus their effort solely on their devices and applications, hence shortening their time to market. This paper discusses necessary components of IoT cloud platforms and proposes NETPIE (Network platform for Internet of everything), an IoT cloud platform developed and serviced by NECTEC (National Electronics and Computer Technology Center) in Thailand. NETPIE has become a foundation to stimulate creation of IoT and other digital innovation, thus strengthening Thailand's digital competitiveness.

Keywords : Internet of Things, IoT, Cloud, Platform, NETPIE

บทนำ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือไอโอที (Internet of Things: IoT) เป็นเทคโนโลยีที่เติบโตอย่างรวดเร็วทั่วโลก และมีการพัฒนาวิทยาการมากมายเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกอย่างเข้าด้วยกัน ไอโอทีได้รับประโยชน์โดยตรงจากการเติบโตของอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง การสื่อสารแบบเคลื่อนที่ และการประมวลผลแบบคลาวด์ (Gartner, 2016, 2017) ไอโอทีเป็นการเชื่อมต่อโลกแห่งความจริงเข้าสู่โลกไซเบอร์ ซึ่งตลาดและผู้นำของเทคโนโลยีไอโอทีจะไม่ได้อยู่ในซีกโลกตะวันตกอีกต่อไป ทุกประเทศมีโอกาสแข่งขันในเทคโนโลยีนี้เท่า ๆ กัน เนื่องจากไอโอทีเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ต้องลงทุนสูง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันมีสมรรถภาพสูงในราคาที่ถูกคนเข้าถึงได้ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสของผู้พัฒนาชาวไทยและประเทศไทยที่จะเข้ามามีบทบาท ไม่ใช่ในฐานะผู้ใช้เท่านั้น แต่ยังสามารถมีส่วนกำหนดทิศทาง สร้างนวัตกรรม บริการ ผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานใหม่ เพื่อก้าวขึ้นไปเป็นผู้นำด้านไอโอทีของโลกได้

ไอโอทีเป็นเทคโนโลยีที่ต้องผสมผสานทักษะการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสาร แม้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพสูงในด้านการพัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และสมองกลฝังตัว และมีอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ที่เข้มแข็ง แต่บุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์นั้นมีจำนวนจำกัด จากเหตุผลดังกล่าว ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาบริการพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง หรือบริการแพลตฟอร์มไอโอทีในชื่อ เน็ตพาย (Network Platform for Internet of Everything: NETPIE) เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักพัฒนาฮาร์ดแวร์ได้ทำในสิ่งที่ตัวเองถนัด นั่นคือ พัฒนาอุปกรณ์ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องการจัดตั้งดูแลระบบสื่อสาร ระบบเซิร์ฟเวอร์ หรือฐานข้อมูลใด ๆ ในขณะเดียวกันแพลตฟอร์มนี้ยังช่วยให้นักพัฒนา

ซอฟต์แวร์เข้าถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ผ่านไลบรารีสำเร็จรูปที่แพลตฟอร์มเตรียมไว้ให้ ดังนั้นบริการแพลตฟอร์มเน็ตพาย จึงเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างนักพัฒนาฮาร์ดแวร์และนักพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อนำไปสู่การสร้างขีดความสามารถและความเข้มแข็งด้านไอโอทีให้กับประเทศไทย

บทความนี้จะแนะนำองค์ประกอบของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คุณลักษณะและประเภทของแพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือแพลตฟอร์มไอโอที (IoT Platform) และเปิดเผยสถาปัตยกรรมหลักการทำงาน แนวทางการพัฒนาของแพลตฟอร์มเน็ตพาย นอกจากนี้จะนำเสนอสถานะการให้บริการการประยุกต์ใช้งาน และเปรียบเทียบความสามารถกับแพลตฟอร์มไอโอทีอื่นในตลาด

องค์ประกอบการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ อาจมาในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต อุปกรณ์สวมใส่ กล้องตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ
2. การสื่อสาร เพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในข้อ 1 ให้สื่อสารกันได้ การสื่อสารในที่นี้อาจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสาธารณะ หรือเป็นการสื่อสารภายในเครือข่ายส่วนตัว ทางเลือกในการเชื่อมต่อเครือข่ายมีตั้งแต่การสื่อสารแบบใช้สาย ไปจนถึงการสื่อสารแบบไร้สาย ไม่ว่าจะเป็น 3G, 4G, 5G WiFi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, Lora การเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารขึ้นอยู่กับข้อจำกัดด้านระยะทางสื่อสาร อัตรารับส่งข้อมูล แบนด์วิดท์ และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน
3. ระบบเซิร์ฟเวอร์หลังบ้าน (Backend server) คือ ระบบเบื้องหลังที่จัดการการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ดูแลการส่งต่อข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง ดูแลการจัดเก็บข้อมูล ดูแลความปลอดภัยของการสื่อสาร การตรวจสอบสิทธิ์ รวมถึงการจัดการชุดซอฟต์แวร์ หรือการจัดการส่วนต่อประสานการเขียนโปรแกรมแอปพลิเคชัน หรือเอพีไอ (Application Programming Interface: API) เพื่ออำนวยความสะดวกในการพัฒนาแอปพลิเคชันไอโอที ระบบหลังบ้านของไอโอทีนี้เองคือหัวใจของบริการแพลตฟอร์มไอโอที

แพลตฟอร์มไอโอที คืออะไร

แพลตฟอร์มไอโอที เป็นบริการระบบเซิร์ฟเวอร์หลังบ้านที่อำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนาหรือผู้ประกอบการธุรกิจไอโอที ไม่ต้องจัดซื้อ ไม่ต้องติดตั้งระบบ ไม่ต้องดูแลเรื่องเซิร์ฟเวอร์หลังบ้านเอง แพลตฟอร์ม

ไอโอทีที่ช่วยลดขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอโอที และลดภาระให้กับบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไอโอที แพลตฟอร์มไอโอทีอาจจะให้บริการในลักษณะบริการแพลตฟอร์มบนคลาวด์ หรือที่เรียกว่า Platform-as-a-service หรือให้บริการในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ส่วนตัวก็ได้

ปัจจุบันมีผู้ให้บริการแพลตฟอร์มไอโอทีมากกว่า 450 รายทั่วโลก (IoT Analytics, 2015, 2016, 2017; MacNation, 2016) มีทั้งบริการที่ฟรีและบริการเชิงพาณิชย์ แต่ละแพลตฟอร์มมีจุดเด่นและลักษณะการให้บริการที่แตกต่างกัน การศึกษาจุดเด่นและข้อจำกัดของแต่ละบริการของแพลตฟอร์มจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักพัฒนาที่จะเลือกใช้บริการให้เหมาะสมกับงานและความต้องการของตน

องค์ประกอบของแพลตฟอร์มไอโอที

องค์ประกอบพื้นฐานที่ทุกแพลตฟอร์มไอโอทีต้องมี คือการจัดการการเชื่อมต่อ อย่างไรก็ตาม แพลตฟอร์มไอโอทีในตลาดส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบอื่นเพิ่มเติมเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ อาทิ การจัดการอุปกรณ์ การจัดเก็บข้อมูล การแสดงผลข้อมูลแบบกราฟิก รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่มียักษ์ วิเคราะห์และจำแนกองค์ประกอบที่สำคัญของแพลตฟอร์มไอโอทีทั่วไปได้ 8 ส่วน ทั้งนี้แพลตฟอร์มไอโอทีที่มีในตลาด อาจมีไม่ครบทุกองค์ประกอบก็ได้

1. **ส่วนจัดการการเชื่อมต่อ (Connectivity management)** คือส่วนจัดการการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ไอโอที เป็นส่วนที่ดูแลจัดการเมื่ออุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายครั้งแรก หรือเมื่อการเชื่อมต่อหลุดไป หรือเมื่ออุปกรณ์มีการเคลื่อนย้ายเครือข่าย เปลี่ยนหมายเลขอินเทอร์เน็ต แพลตฟอร์มจะต้องดูแลให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปอย่างต่อเนื่องราบรื่น ส่วนนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่มีในทุกแพลตฟอร์มไอโอที
2. **ส่วนจัดการอุปกรณ์ (Device management)** คือส่วนที่บริหารจัดการว่ามีอุปกรณ์ไอโอทีใดได้รับสิทธิ์ให้เชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มบ้าง จัดการตรวจสอบยืนยันตัวตนของอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อป้องกันการลักลอบใช้งานของอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต จัดการว่าอุปกรณ์ใดมีสิทธิ์สื่อสารกับอุปกรณ์ใดบ้าง และระบุรายละเอียดของสิทธิ์ในระดับการอ่านหรือเขียน กระบวนการจัดการสิทธิ์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ไอโอทีเป็นประเด็นที่ท้าทายเนื่องจากอุปกรณ์ไอโอทีมีทรัพยากรประมวลผลจำกัด
3. **ส่วนสร้างกฎเกณฑ์เงื่อนไข (Rule engine)** คือส่วนที่อนุญาตให้ผู้ใช้สร้างกฎเกณฑ์ เงื่อนไขว่าเมื่อมีเหตุการณ์หรือข้อมูลนี้เกิดขึ้นให้ดำเนินการอย่างไรต่อ กลไกนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ หรือข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลมาประมวลผลในฝั่งแพลตฟอร์ม เมื่อพบเหตุการณ์ตรงตามเงื่อนไข สามารถส่งการแจ้งเตือน หรือส่งคำสั่งควบคุม หรือบันทึกข้อมูลพิเศษ ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

4. **ส่วนจัดเก็บข้อมูล (Data storage)** คือส่วนที่ช่วยบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลหรือพื้นที่จัดเก็บ ซึ่งข้อมูลที่จัดเก็บอาจเป็นการบันทึกค่าของเซนเซอร์ตามช่วงเวลา หรืออาจเป็นไฟล์ข้อมูล หรือข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลจากส่วนสร้างกฎเกณฑ์เงื่อนไขแล้ว รูปแบบการเก็บข้อมูลเป็นได้ทั้งฐานข้อมูล ไฟล์ข้อมูล ส่วนเก็บข้อมูลของแพลตฟอร์มไอโอทีจำเป็นต้องออกแบบเพื่อรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ ที่มีข้อมูลหลากหลายรูปแบบไหลเข้าตลอดเวลา ฐานข้อมูลที่ใช้เป็นได้ทั้งแบบมีโครงสร้าง (SQL) และแบบไร้โครงสร้าง (noSQL)
5. **ส่วนแสดงผลข้อมูล (Data visualization)** คือส่วนที่นำข้อมูลดิบมาแสดงผลในรูปแบบที่มนุษย์เข้าใจได้ง่าย อาจเป็นการแสดงผลในรูปแบบภาพ กราฟ แผนที่ ข้อความ หรือกราฟิกอื่น ๆ ข้อมูลที่นำมาแสดงอาจเป็นข้อมูลดิบ ณ เวลานั้น หรือชุดข้อมูลย้อนหลัง หรือข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว นอกจากนี้ การแสดงผลข้อมูลยังหมายความรวมถึงส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ที่ใช้ส่งคำสั่งควบคุมไปยังอุปกรณ์ไอโอทีได้ด้วย แพลตฟอร์มไอโอทีที่ดีควรมีส่วนแสดงผลข้อมูลที่ยืดหยุ่นให้ผู้ใช้ปรับแต่งจัดวางองค์ประกอบได้เอง และแสดงผลได้บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์พกพา
6. **ส่วนวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics)** คือส่วนที่นำข้อมูลดิบที่จัดเก็บในฐานข้อมูลหรือไฟล์ข้อมูล มาวิเคราะห์ต่อให้กลายเป็นองค์ความรู้ เพื่อเรียนรู้ความสัมพันธ์ เรียนรู้พฤติกรรม เพื่อวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหา เพื่อแนะนำทางเลือกเพื่อช่วยในการตัดสินใจ หรือเพื่อคาดการณ์ความผิดปกติล่วงหน้า เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลไอโอทีควรมีความสามารถจัดการข้อมูลปริมาณมาก ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วตลอดเวลา และข้อมูลหลากหลายรูปแบบ
7. **ส่วนเชื่อมต่อกับระบบภายนอก (External interfaces)** แพลตฟอร์มไอโอทีควรจัดให้มีช่องทางการนำเข้าและส่งออกข้อมูลผ่านทางเอพียู หรือผ่านทางชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development kit) หรือผ่านซอฟต์แวร์ไลบรารี ตัวอย่าง เช่น เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับโปรแกรมวางแผนทรัพยากรของหน่วยงาน (Enterprise resource planning) หรือเพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ไอโอทีที่อยู่บนแพลตฟอร์มไอโอทีอื่น
8. **องค์ประกอบอื่น ๆ** บางแพลตฟอร์มอาจมีความสามารถอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น การสร้างรายงานในรูปแบบ .csv .json การอัปเดตเฟิร์มแวร์เข้าอุปกรณ์ไอโอทีผ่านเครือข่าย (Over-the-air update) หรือแม้กระทั่งเครื่องมือช่วยสร้างแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

การแบ่งประเภทของแพลตฟอร์มไอโอที

แม้ว่าหลายบริการเรียกตัวเองว่าเป็นแพลตฟอร์มไอโอที แต่องค์ประกอบและความสามารถของแพลตฟอร์มเหล่านี้มีความหลากหลาย แตกต่างกันไป นอกจากพิจารณาคุณลักษณะของแพลตฟอร์มไอโอทีตามองค์ประกอบ 8 ส่วนข้างต้นแล้ว เราสามารถพิจารณาคุณลักษณะของแพลตฟอร์มไอโอทีตามมิติการให้บริการและกลุ่มเป้าหมายการใช้ประโยชน์ นำมาซึ่งการแบ่งประเภทและจัดหมวดหมู่ของแพลตฟอร์มไอโอทีในสองมิติ ดังนี้

1. มิติการประยุกต์ใช้งานเฉพาะทาง (Solution platform) เปรียบเทียบกับการใช้งานทั่วไป (Generic platform)

แพลตฟอร์มไอโอทีมีทั้งแบบที่เป็นแพลตฟอร์มที่รองรับการใช้งานเฉพาะด้าน เช่น แพลตฟอร์มสำหรับบ้านอัจฉริยะ แพลตฟอร์มสำหรับเมืองอัจฉริยะ แพลตฟอร์มสำหรับอุตสาหกรรมอัจฉริยะ กับแพลตฟอร์มที่รองรับการใช้งานทั่วไป คือแพลตฟอร์มที่ให้บริการฟังก์ชันพื้นฐานกว้าง ๆ ให้นักพัฒนานำไปเลือกใช้พัฒนาต่อเพื่อสร้างแอปพลิเคชันเฉพาะด้านเอง

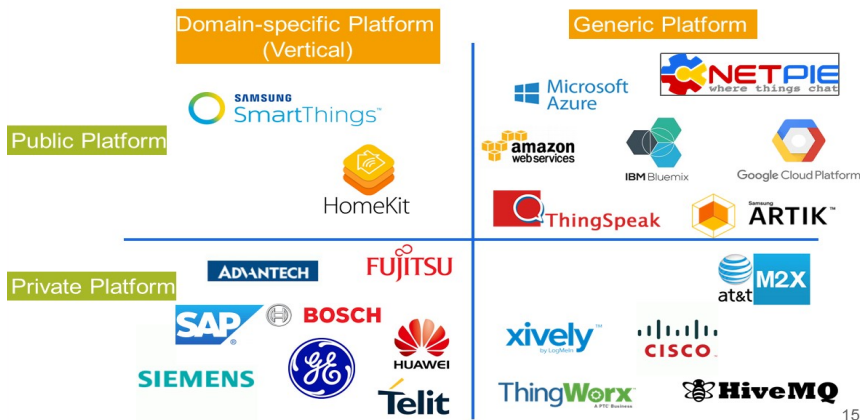
แพลตฟอร์มเฉพาะด้านเป็นแนวทางการพัฒนาแนวตั้ง คือให้บริการแพลตฟอร์มที่ตอบโจทย์แต่ละด้านอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าเป็นแพลตฟอร์มสำหรับบ้านอัจฉริยะ ก็ออกแบบมารองรับอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้านรองรับมาตรฐานการสื่อสารในบ้านโดยเฉพาะ มีแผงควบคุมที่ออกแบบมาโดยคำนึงถึงความต้องการของเจ้าของบ้านโดยเฉพาะ ในขณะที่แพลตฟอร์มที่รองรับการใช้งานทั่วไปจะรองรับอุปกรณ์ไม่ว่าใครคอนโทรลเลอร์ทั่วไป มีฟังก์ชันการเรียกใช้งานแบบพื้นฐาน เช่น รับ-ส่ง-เก็บข้อมูล ฟังก์ชันแสดงผลก็เป็นแบบพื้นฐาน เช่น ปุ่ม กราฟ ที่ต้องไปปรับแต่งต่อโดยผู้พัฒนาหรือผู้ที่นำไปสร้างระบบใหม่

2. มิติแพลตฟอร์มสาธารณะ (Public Platform) เปรียบเทียบกับแพลตฟอร์มส่วนตัว (Private Platform)

แนวทางการให้บริการแพลตฟอร์มสาธารณะและแพลตฟอร์มส่วนตัว มีที่มาจากรูปแบบการให้บริการคลาวด์สาธารณะและบริการคลาวด์ส่วนตัว แพลตฟอร์มสาธารณะ หมายถึง แพลตฟอร์มที่ผู้ใช้ทุกคนใช้ทรัพยากรของคลาวด์หรือเซิร์ฟเวอร์ร่วมกัน (Multi-tenancy) โดยผู้ให้บริการแพลตฟอร์มเป็นผู้จัดการขอบเขตสิทธิ์ไม่ให้เกิดการให้บริการของผู้ใช้รายหนึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ใช้รายอื่น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด บริการลักษณะนี้จึงมีค่าบริการที่ต่ำและส่วนใหญ่คิดค่าบริการตามการใช้งานจริง (Pay-per-user)

แพลตฟอร์มส่วนตัว หมายถึง แพลตฟอร์มที่มีการกำหนดขอบเขตทรัพยากรของผู้ใช้แต่ละรายออกจากกัน เช่น แยกเซิร์ฟเวอร์ แยกพื้นที่ดิสก์ แยกแบนด์วิดท์ที่ให้บริการแก่ลูกค้าแต่ละราย แพลตฟอร์มส่วนตัวอาจให้

บริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ภายในองค์กรของลูกค้า (On-premise) หรือให้บริการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่แยกต่างหากภายในคลาวด์ที่ผู้ให้บริการดูแลให้ (Off-premise) การให้บริการแพลตฟอร์มส่วนตัวต้องจัดสรรและดูแลทรัพยากรแยกออกมา จึงมีต้นทุนการให้บริการสูงกว่าบริการแพลตฟอร์มสาธารณะ



ภาพที่ 1 การจัดประเภทของแพลตฟอร์มไอโอที จำแนกตามความเป็นแพลตฟอร์มสาธารณะหรือแพลตฟอร์มส่วนตัว และการรองรับการใช้งานทั่วไปหรือเฉพาะด้านพร้อมตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

เมื่อนำทั้งสองมิติมาพิจารณาร่วมกันจะสามารถแบ่งประเภทแพลตฟอร์มไอโอทีออกได้ 4 กลุ่มย่อย คือ

1. แพลตฟอร์มสาธารณะ สำหรับการประยุกต์ใช้งานเฉพาะด้าน ตัวอย่างแพลตฟอร์มในกลุ่มนี้ ได้แก่ Samsung smartthings และ Apple homeKit เป็นแพลตฟอร์มสาธารณะสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีภายในบ้าน โดยแพลตฟอร์มทั้งสองอาศัยความเป็นแพลตฟอร์มสาธารณะ ดึงดูดให้อุปกรณ์บ้านอัจฉริยะยี่ห้อต่าง ๆ เข้ามามีส่วนร่วม เสมือนเป็นการสร้างมาตรฐานการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ยี่ห้อ หรือ Siemens mindsphere เป็นแพลตฟอร์มสาธารณะสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น
2. แพลตฟอร์มสาธารณะ สำหรับการประยุกต์ใช้งานทั่วไป แพลตฟอร์มในกลุ่มนี้ มีทั้งที่ให้บริการโดยบริษัทข้ามชาติขนาดใหญ่และธุรกิจเกิดใหม่ สำหรับบริษัทขนาดใหญ่ที่ให้บริการแพลตฟอร์มสาธารณะมักมีพื้นฐานมาจากการเป็นผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์มาก่อน การมีโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์เป็นของตนเองก็เป็นข้อได้เปรียบ ทำให้มีบริการเสริมได้หลากหลายมากกว่าแพลตฟอร์มที่ให้บริการโดยธุรกิจเกิดใหม่ แพลตฟอร์มในกลุ่มนี้ ได้แก่ Microsoft Azure IoT Hub, AWS IoT, IBM Watson IoT เป็นต้น

3. แพลตฟอร์มส่วนตัว สำหรับการประยุกต์ใช้งานเฉพาะด้าน แพลตฟอร์มในกลุ่มนี้มีจำนวนมากที่สุด บางครั้งไม่อาจเรียกว่าแพลตฟอร์มเพราะเป็นการให้บริการระบบไอโอทีทั้งระบบที่รวมอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ แพลตฟอร์ม และแอปพลิเคชันสำเร็จรูป ตัวอย่าง เช่น แพลตฟอร์มในกลุ่มอุตสาหกรรม อัจฉริยะ เช่น Advantech, Bosch, Siemens ฯลฯ แพลตฟอร์มในกลุ่มเมืองอัจฉริยะ เช่น Huawei ฯลฯ
4. แพลตฟอร์มส่วนตัว สำหรับการประยุกต์ใช้งานทั่วไป แพลตฟอร์มในกลุ่มนี้บางรายเคยเป็น แพลตฟอร์มสาธารณะที่ให้บริการแก่นักพัฒนาทั่วไปมาก่อนที่จะเปลี่ยนมาให้บริการแพลตฟอร์มส่วนตัว เช่น Xively ฯลฯ บางแพลตฟอร์มเป็นลักษณะการขายลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์มาติดตั้งใช้งาน ที่เซิร์ฟเวอร์ของลูกค้า เช่น Thingworx, HiveMQ และ Cisco Jasper ฯลฯ

แพลตฟอร์มเน็ตพาย

จากบทวิเคราะห์ด้านบน ทีมวิจัยเห็นโอกาสว่าแพลตฟอร์มไอโอทีสาธารณะสำหรับการใช้งานทั่วไป จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลในประเทศได้เป็นอย่างมาก แม้ว่าจะมีบริการ แพลตฟอร์มลักษณะนี้ในตลาดอยู่แล้ว แต่ล้วนแต่เป็นบริการจากต่างชาติ ซึ่งมีเครื่องให้บริการและพื้นที่จัดเก็บ ข้อมูลอยู่ต่างประเทศทั้งหมด ผลกระทบจากการใช้บริการจากต่างประเทศ คือเส้นทางการสื่อสารระหว่าง อุปกรณ์ไอโอทีในประเทศจะต้องอ้อมออกไปนอกประเทศก่อน ส่งผลต่อความเร็วและประสิทธิภาพในการสื่อสาร นอกจากนี้บางแอปพลิเคชันมีข้อกำหนดทางกฎหมายให้เก็บข้อมูลภายในประเทศเท่านั้น เช่น การประยุกต์ ใช้งานด้านสุขภาพและด้านการเงิน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทีมวิจัยจึงออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มไอโอทีสาธารณะสำหรับการใช้งานทั่วไป โดยใช้ชื่อบริการเน็ตพาย โดยมีเป้าหมายเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนาไอโอทีช่วยดูแล การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยดูแลเรื่องความปลอดภัย ความพร้อมใช้ และการขยายตัวของระบบ เพื่อนักพัฒนาไม่ต้องกังวลเรื่องการบริหารจัดการระบบและการสื่อสารที่อยู่เบื้องหลัง บริการเน็ตพายเวอร์ชันแรก หรือเน็ตพาย 2015 เปิดให้บริการเมื่อ 16 กันยายน พ.ศ. 2558 และได้มีการปรับปรุงบริการต่อเนื่องสู่เวอร์ชัน ปัจจุบัน หรือ เน็ตพาย 2020 บทความนี้เป็นครั้งแรกที่ทีมวิจัยจะเปิดเผยแนวคิดการออกแบบสถาปัตยกรรม ของแพลตฟอร์มเน็ตพาย ประเด็นความท้าทายทางเทคนิค และแนวทางการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาคความท้าทาย เหล่านี้ โดยจะเน้นอธิบายหลักการออกแบบและพัฒนาเน็ตพาย 2015 เป็นหลัก และเสริมถึงส่วนที่ปรับปรุง ในเน็ตพาย 2020

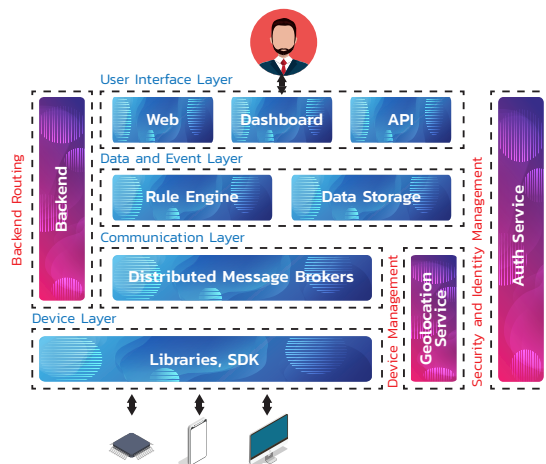
กรอบแนวคิดหลักการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มเน็ตพาย

กรอบแนวคิดการออกแบบแพลตฟอร์มเน็ตพาย วางอยู่บนหลักการพื้นฐาน 3 เรื่อง คือ 1) การออกแบบที่คำนึงถึงการขยายตัวของบริการ 2) การออกแบบที่คำนึงถึงความพร้อมใช้ของบริการ และ 3) การออกแบบที่คำนึงถึงความปลอดภัยของบริการ ทีมวิจัยพบว่าเทคโนโลยีที่พร้อมตอบหลักการพื้นฐานทั้งสามนี้ คือเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ และการออกแบบระบบแบบกระจายตัว (Distributed system)

ทีมวิจัยออกแบบเน็ตพายให้เป็นระบบกระจายตัวขนาดใหญ่ ทุกองค์ประกอบของเน็ตพายต้องทำงานด้วยสถาปัตยกรรมแบบคลาวด์ กล่าวคือทรัพยากรทุกอย่างจะถูกบริหารจัดการให้เกิดการใช้งานร่วมกันแบบหลอมรวม มีการกระจายโหนดอัตโนมัติ ผู้ใช้ทุกคนจะใช้ทรัพยากรบนแพลตฟอร์มร่วมกัน การออกแบบหน่วยเก็บข้อมูลและหน่วยประมวลผลทุกส่วนต้องเป็นแบบแยกส่วนได้ เพราะคำนึงถึงความสะดวกในการขยายตัวแบบแนวนอน (Scale out) เป็นหลัก การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของแพลตฟอร์ม คำนึงถึงความสามารถในการทำงานแบบกระจายตัวได้และขยายตัวได้เป็นหลัก

จากการสำรวจพบว่าโพรโทคอลสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ไอโอทีที่ได้รับความนิยมในหมู่นักพัฒนา ได้แก่ Hypertext Transfer Protocol (HTTP) และ Message Queue Telemetry Transport (MQTT) โดย HTTP เหมาะกับคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมรุ่นเก่าที่รองรับเว็บโพรโทคอลการสื่อสารของ HTTP ใช้หลักการไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ (Client-server) ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกับการให้บริการเครื่องแม่ข่ายทั่วไป ส่วน MQTT จะเหมาะกับอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรประมวลผลต่ำ ใช้หลักการสื่อสารแบบพับลิช-ซับสไครบ์ (Publish-subscribe) แยกกระบวนการส่งข้อความออกจากกระบวนการรับข้อความ โดยมีโบรกเกอร์ข้อความ (Message broker) เป็นตัวกลางส่งต่อข้อความเหมือนบุรุษไปรษณีย์ ทั้งสองโพรโทคอลสามารถรองรับการสื่อสารแบบปลอดภัยโดยทำงานร่วมกับ Transport Layer Security (TLS) เพื่อเข้ารหัสข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทาง ซึ่งเรียกว่า Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) และ Secure MQTT

ข้อจำกัดของ HTTP และ MQTT คือเครื่องเซิร์ฟเวอร์และโบรกเกอร์ข้อความจะเป็นคอขวดหลักของระบบ หากเราตั้งเงื่อนไขว่าแพลตฟอร์มไอโอทีต้องสามารถขยายตัวเพื่อรองรับอุปกรณ์ไอโอทีในหลักแสนหรือล้านอุปกรณ์ได้ แปลว่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์และโบรกเกอร์ข้อความจะต้องทำงานแบบกระจายโหนดกันได้ ในส่วน HTTP นั้นไม่มีปัญหาเพราะมีทางเลือกให้ใช้ตัวกระจายโหลด (Load balancer) หรือพร็อกซีย้อนกลับ (Reverse proxy) ในการรับมือ แต่สำหรับโบรกเกอร์ข้อความของ MQTT นั้น เท่าที่สำรวจยังไม่มีการแก้ไขหรือตัวช่วยให้ทำงานแบบกระจายตัวได้ ทีมวิจัยจึงออกแบบและพัฒนาระบบโบรกเกอร์ข้อความที่ทำงานได้แบบคลัสเตอร์สามารถกระจายงานหรือทำงานทดแทนกันได้ ซึ่งส่วนนี้เป็นหัวใจสำคัญของแพลตฟอร์มเน็ตพาย



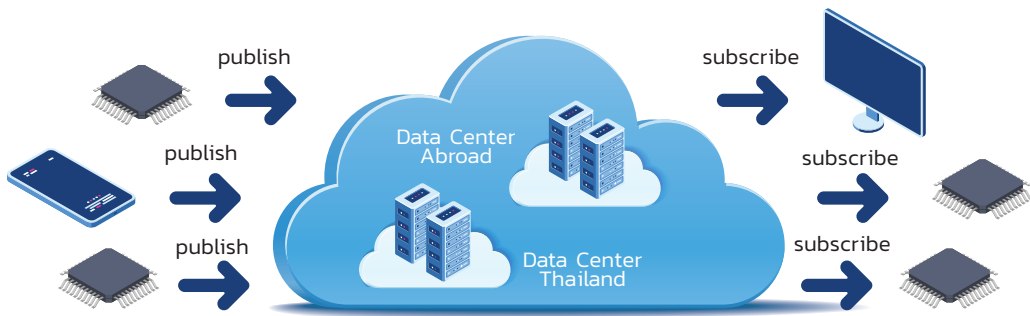
ภาพที่ 2 ภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบเน็ตพาย

วิธีการศึกษา

ทีมวิจัยออกแบบโครงสร้างของสถาปัตยกรรมคลาวด์เบื้องหลังของเน็ตพาย ออกเป็น 10 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยมีองค์ประกอบ หลักการออกแบบและรายละเอียดการพัฒนา ดังนี้

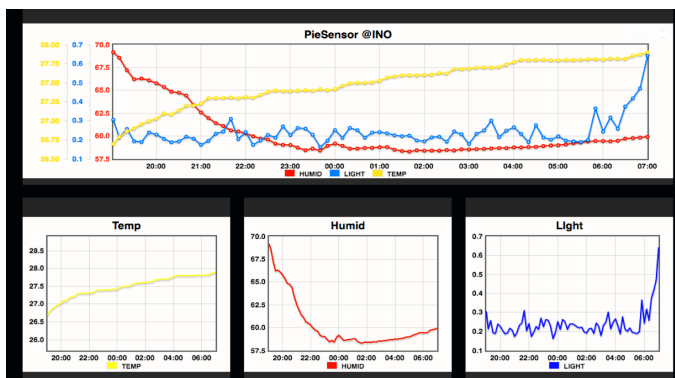
1. เน็ตพายไลบรารี เป็นซอฟต์แวร์ไลบรารีสำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์ไอโอที ประกอบด้วยฟังก์ชันในการเชื่อมต่อสื่อสารกับแพลตฟอร์ม ยืนยันตัวตนของอุปกรณ์ เข้ารหัสช่องสื่อสาร และประสานงานกับอุปกรณ์อื่น การสื่อสารผ่านเน็ตพายไลบรารีดัดแปลงจากการสื่อสารบนโพรโทคอล MQTT และไลบรารีให้สิทธิใช้งานแบบโอเพนซอร์สด้วยสัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิ ISC นักพัฒนาสามารถดาวน์โหลดเน็ตพายไลบรารีได้ที่ <http://github.com/netpieio> ในเน็ตพาย 2015 ทีมวิจัยเตรียมไลบรารีสำหรับการเขียนโปรแกรมภาษา Node.js, Python, HTML5, C, C++, C#, Java, JavaScript และ Android ซึ่งมีความหลากหลายครอบคลุมฮาร์ดแวร์ไอโอทีทั่วไป เช่น Raspberry Pi, Arduino-Ethernet-shield, ESP8266, ESP32 ฯลฯ สมาร์ทโฟน Android และคอมพิวเตอร์ทั่วไป ความท้าทายคือการพัฒนาไลบรารีในแต่ละภาษาเพื่อรองรับอุปกรณ์ไอโอทีที่หลากหลายประเภทให้ส่งข้อความที่สามารถถอดความออกมาในมาตรฐานเดียวกันและสื่อสารกันได้ จากความท้าทายนี้ ทีมวิจัยได้ปรับปรุงให้เน็ตพายสามารถใช้ไลบรารี MQTT แบบมาตรฐานในเน็ตพายเวอร์ชัน 2020 ทำให้เน็ตพายรองรับภาษาคอมพิวเตอร์และฮาร์ดแวร์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นตามที่กลุ่มชุมชนผู้พัฒนา MQTT สนับสนุน

2. โบรกเกอร์ข้อความแบบกระจายตัว ดังที่กล่าวไปเบื้องต้นว่าโบรกเกอร์ข้อความแบบกระจายตัวเป็นหัวใจสำคัญของบริการเน็ตพาย โจทย์คือการมีโบรกเกอร์หลายตัว แต่ทำงานได้แบบหลอมรวมกัน โดยที่ทั้งหมดไม่จำเป็นต้องติดตั้งอยู่ในศูนย์ข้อมูลเดียวกัน ในขณะที่หากมองจากฝั่งอุปกรณ์จะต้องเห็นเสมือนเป็นโบรกเกอร์เดียว คือจะส่งข้อความผ่านโบรกเกอร์ตัวใดก็ได้ ไม่ต้องผูกติดกับตัวใดตัวหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 3 (นี่เป็นส่วนที่เน็ตพายแตกต่างจากบริการโบรกเกอร์ข้อความไอโอทีทั่วไป ซึ่งให้บริการแยก 1 โบรกเกอร์ต่อ 1 ผู้ใช้) ในการพัฒนาทีมวิจัยต้องดัดแปลงโพรโทคอล MQTT และพัฒนาโบรกเกอร์ข้อความขึ้นเองด้วยภาษา Node.js นอกจากนี้ ทีมวิจัยยังได้พัฒนากลไกในการจำกัดอัตราการส่งข้อความของอุปกรณ์ด้วยวิธีถังโทเคน (Token Bucket) เพื่อรับประกันคุณภาพของบริการและป้องกันระบบจากการถูกโจมตี เพื่อให้เน็ตพายมีความพร้อมใช้สูงสุด



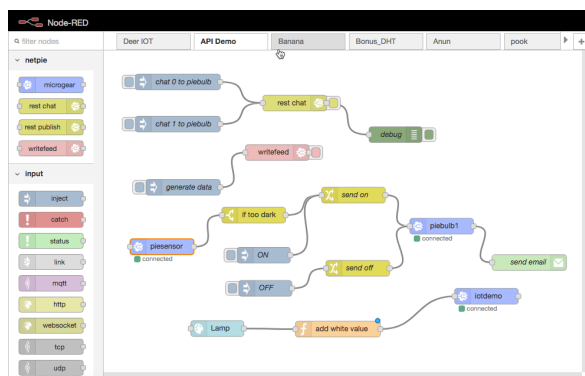
ภาพที่ 3 แผนผังการทำงานแบบกระจายตัวของโบรกเกอร์ข้อความ

3. **ถึงข้อมูล** ผู้ใช้บริการเน็ตพายสามารถเก็บข้อมูลของตนไว้ใช้ระยะยาวได้ โดยบริการเก็บข้อมูลนี้เรียกว่า เน็ตพายฟีด (NETPIE feed) เป็นการเก็บข้อมูลชนิดอนุกรมเวลา (Time-series database) ดังแสดงในภาพที่ 4 ในการพัฒนาที่มวิจัยใช้ฐานข้อมูลชนิด Kairosdb/Cassandra ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่ทำงานได้แบบคลัสเตอร์กระจายตัว ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลของตนได้ผ่านช่องทางเน็ตพายไลบรารีหรือผ่านเอพีไอ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลแบบอนุกรมเวลาในเน็ตพายฟีด

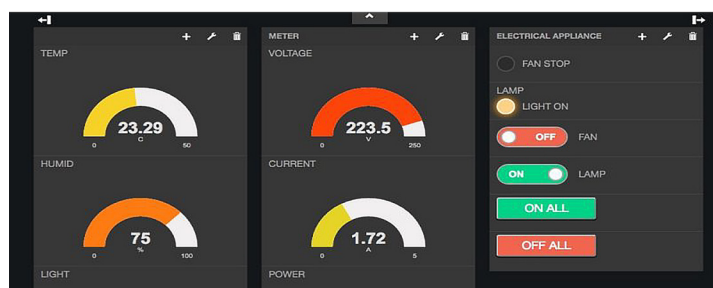
4. **ส่วนสร้างกฎเกณฑ์เงื่อนไข** เป็นเครื่องมือให้นักพัฒนาใช้กำหนดเงื่อนไข ตรรกะ ของการสื่อสารระหว่างสิ่งของหรืออุปกรณ์ โดยที่มนุษย์ไม่ต้องช่วยตัดสินใจ เช่น เมื่อมีเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้น (เช่น วัดค่าอุณหภูมิได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด) ให้เริ่มทำกิจกรรมที่สอง (เช่น เปิดพัดลม) ส่วนสร้างกฎเกณฑ์เงื่อนไขนับเป็นส่วนที่สำคัญเพราะเป็นส่วนช่วยดึงประโยชน์สูงสุดจากการใช้งานไอโอที ที่มวิจัยเลือกใช้โปรแกรม Node-RED เป็นฐานในการพัฒนา เพราะใช้งานได้ง่ายและเห็นภาพชัดเจน ด้วยลักษณะการลากวางและเชื่อมต่อโมดูล และยังมีขนาดเล็ก สามารถนำไปลงในอุปกรณ์ขนาดเล็กที่ขอบของเครือข่าย (Edge computing device) ได้ โดยได้สร้างบล็อกเสริมที่ทำหน้าที่คล้ายเน็ตพายไลบรารี ช่วยรับส่งข้อความไปยังอุปกรณ์ไอโอทีที่ต่าง ๆ บนเน็ตพายได้ ส่งข้อมูลไปจัดเก็บลงเน็ตพายฟีดได้



ภาพที่ 5 ส่วนสร้างกฎเกณฑ์เงื่อนไขของเน็ตพายที่พัฒนาต่อยอดจากโปรแกรม Node-RED

5. เว็บไซต์ เป็นบริการเว็บไซต์ที่โดเมนเนม netpie.io ที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเน็ตพาย ผู้ใช้จะใช้งานผ่านเว็บเพื่อบริหารจัดการแอปพลิเคชันไอโอทีของตนเอง เช่น การสร้างแอปพลิเคชันใหม่ การกำหนดสิทธิ์ให้อุปกรณ์ ข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลที่จำเป็นต่อการแสดงผลบนเว็บจะถูกเรียกจากฐานข้อมูลในรูปแบบเอพีไอแทนการดึงจากฐานข้อมูลโดยตรง เซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเว็บจะอยู่หลังระบบกระจายโหลด เพื่อป้องกันปัญหาคอขวด และรองรับการขยายตัวเมื่อมีผู้เรียกใช้บริการพร้อมกันจำนวนมาก

6. แผงควบคุม คือหน้าเว็บสำหรับควบคุมและแสดงผลข้อมูลที่ดึงมาจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเน็ตพาย โดยเป็นการพัฒนาต่อยอดจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สชื่อ Freeboard ที่สามารถสร้างแผงควบคุมได้อย่างยืดหยุ่น ในแบบลากวาง สามารถวางปุ่มกดสวิตช์ไว้ใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ หรือวางหน้าต่างปัดเพื่อแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากเซนเซอร์ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลเป็นกราฟได้ ส่วนแผงควบคุมนี้สามารถปรับแต่งได้โดยง่าย เพียงแค่ป้อนข้อมูลเข้าหรือกำหนดคำสั่งก็สามารถทำงานได้แล้ว โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเอง ข้อมูลบนแผงควบคุมจะถูกอัปเดตแบบเวลาจริงผ่านการสื่อสารกับแพลตฟอร์มเน็ตพาย ทีมวิจัยได้พัฒนาเครื่องมือควบคุมและแสดงผลเพิ่มเติมจากชุดเครื่องมือดั้งเดิมของ Freeboard เพื่อรองรับการใช้งานที่หลากหลาย เช่น ปุ่มควบคุม ปุ่มควบคุมแบบสลับ แถบควบคุมแบบเลื่อน และกราฟข้อมูลชนิดอนุกรมเวลา



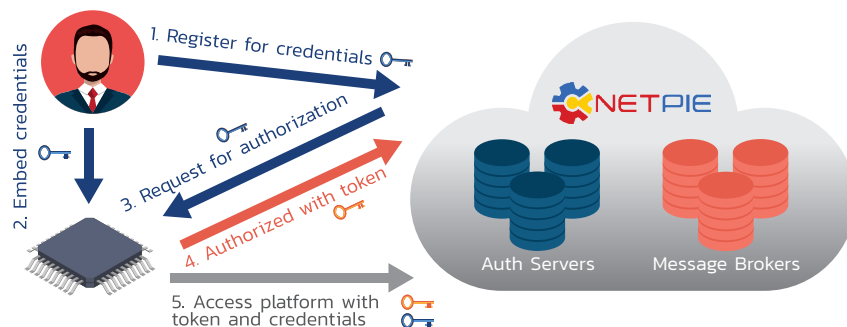
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแผงควบคุมของเน็ตพาย

7. **เอพีไอ** เน็ตพายให้บริการเอพีไอที่ api.netpie.io เพื่อรองรับการสื่อสารผ่าน HTTP สำหรับอุปกรณ์ที่ไม่สามารถเชื่อมต่อสื่อสารผ่านโบรกเกอร์ข้อความ เช่น อุปกรณ์รุ่นเก่าที่ใช้โพรโทคอล MQTT ไม่ได้ อุปกรณ์ที่ติดตั้งไลบรารีไม่ได้ นอกจากนี้ทีมวิจัยยังใช้เอพีไอกับระบบภายในด้วย เช่น การสื่อสารระหว่างเว็บไซต์ แดงควบคุม และถึงข้อมูลชนิดอนุกรมเวลา ความท้าทายของการออกแบบเอพีไอ คือการออกแบบให้สามารถทำงานได้แบบกระจายตัว เครื่องที่ให้บริการเอพีไอจะอยู่ภายใต้เอพีไอเกตเวย์ซึ่งมีหน้าที่กระจายภาระงาน ตรวจสอบ และจำกัดอัตราการส่งข้อความ เพื่อป้องกันการถูกโจมตี

8. **ส่วนระบุตำแหน่ง** เนื่องจากโบรกเกอร์ข้อความในเน็ตพายถูกออกแบบให้ทำงานได้แบบกระจายตัว กล่าวคือ มีโบรกเกอร์หลายตัวแต่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอยู่ในศูนย์ข้อมูลเดียวกัน ทีมวิจัยได้เตรียมฟังก์ชันในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเลือกการเชื่อมต่อตามพื้นที่ใช้งาน เพื่อลดระยะเวลาในการสื่อสารให้สั้นที่สุด หากไม่ระบุแพลตฟอร์มจะเลือกเชื่อมต่อกับโบรกเกอร์ที่มีภาระงานต่ำที่สุด เพื่อเป็นการกระจายภาระงานในภาพรวม เช่น ผู้ผลิตอุปกรณ์ไอโอทีที่ขายภายในประเทศไทยสามารถระบุให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับโบรกเกอร์ในประเทศไทย ในขณะที่อุปกรณ์ไอโอทีที่ขายในต่างประเทศ สามารถเชื่อมต่อกับโบรกเกอร์ที่ตั้งในศูนย์ข้อมูลในต่างประเทศ

9. **ส่วนตรวจสอบสิทธิ์และยืนยันตัวตน** ทำหน้าที่ตรวจสอบสิทธิ์ยืนยันตัวตนการเข้าใช้งานและการสื่อสารของแต่ละอุปกรณ์ โดยความท้าทายคือการออกแบบและพัฒนาโพรโทคอล OAuth ให้เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมของไอโอที เนื่องจากอุปกรณ์ไอโอทีที่กำลังประมวลผลและหน่วยความจำที่จำกัด อีกทั้งไม่มีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (ไม่มีเมาส์และแป้นพิมพ์) การตรวจสอบสิทธิ์และยืนยันตัวตนจะเป็นกลไก 3 ส่วน (ผู้ใช้ อุปกรณ์ และแพลตฟอร์ม) และใช้หลักฐานรับรอง (Credential) 2 ชุด คือหลักฐานรับรองที่สร้างจากผู้ใช้งาน และหลักฐานรับรองที่ออกให้โดยแพลตฟอร์ม ส่งผลให้วิธีที่ออกแบบขึ้นมามีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านธรรมดาที่ใช้ในระบบไอโอทีทั่วไป โดยปกติกลไกแบบ 3 ส่วนนี้จำเป็นต้องทำบนอุปกรณ์ที่มีกำลังประมวลผลสูง เช่น คอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน แต่ทีมวิจัยได้ออกแบบกลไกใหม่ให้สามารถรองรับอุปกรณ์ขนาดเล็กที่มีกำลังประมวลผลต่ำมาก เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด ESP8266 ได้ แพลตฟอร์มไอโอทีอื่นที่มีกลไกความปลอดภัยในระดับเดียวกันไม่สามารถรองรับได้ สำหรับรายละเอียดเทคนิคการตรวจสอบสิทธิ์ยืนยันตัวตน การเข้าใช้งาน และการสื่อสารที่กล่าวถึงนี้ ได้ถูกตีพิมพ์ในบทความวิชาการนานาชาติ (Niruntasukrat, 2016) และทีมวิจัยได้ยื่นคำขอสิทธิบัตรไทยเลขที่ 1601003026 แล้ว (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559) ภาพที่ 7 แสดงกลไกการทำงานของระบบจัดการสิทธิ์และยืนยันตัวตนในแพลตฟอร์มเน็ตพาย

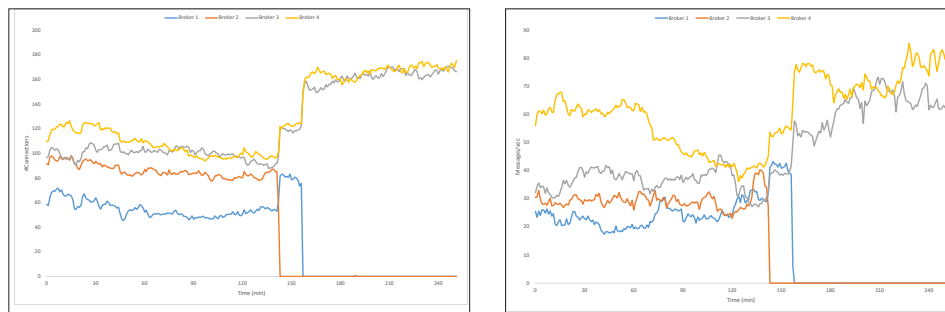
10. **บริการหลังบ้าน** เป็นบริการส่วนกลางที่ดูแลการทำงานของทุกองค์ประกอบของแพลตฟอร์ม ทุกองค์ประกอบจะมีการเชื่อมต่อและสื่อสารมายังบริการหลังบ้าน การสื่อสารระหว่างแต่ละองค์ประกอบจะไม่สื่อสารโดยตรง แต่เป็นรูปแบบการส่งข้อความผ่านตัวกลางด้วยโพรโทคอล Advance Message Queue Protocol (AMQP) ความท้าทายคือการออกแบบการสื่อสารระหว่างทุกองค์ประกอบภายในแพลตฟอร์มให้เป็นแบบไม่เก็บสถานะและลดการพึ่งพากันให้มากที่สุด เพื่อเวลาจะขยายตัวขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งสามารถทำได้ทันที โดยไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบอื่น



ภาพที่ 7 กลไกการทำงานของระบบจัดการสิทธิ์และยืนยันตัวตนในแพลตฟอร์มเน็ตพาย

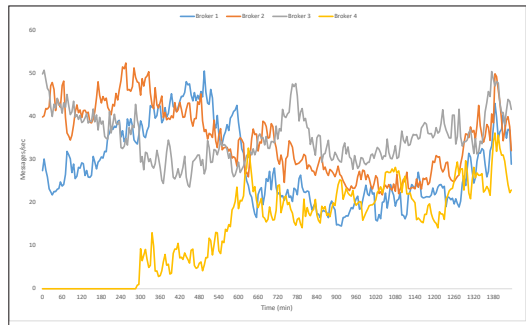
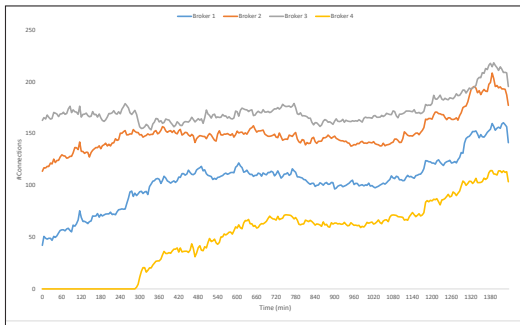
ผลการศึกษา

ภาพที่ 8 แสดงการกระจายงานภายในกลุ่มของโบรกเกอร์ข้อความจำนวน 4 ตัว ในสภาวะจริง เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2560 เวลา 17.00-21.00 น. ในนาทิตี่ 142 การเชื่อมต่อกับโบรกเกอร์ที่ 2 ถูกตัด จะเห็นว่ามีการย้ายภาระงานไปยังโบรกเกอร์ที่เหลือทั้งสามตัวในทันที เช่นเดียวกับในนาทิตี่ 157 ที่โบรกเกอร์ที่ 1 หลุดจากกลุ่ม การย้ายงานไปยังโบรกเกอร์ที่เหลืออีกสองตัวก็เกิดขึ้นทันทีเช่นกัน



ภาพที่ 8 การกระจายจำนวนการเชื่อมต่อ (ซ้าย) และอัตรารับส่งข้อความ (ขวา) ในกลุ่มของโบรกเกอร์ข้อความสี่ตัวภายใต้สภาวะการเชื่อมต่อผิดพลาด

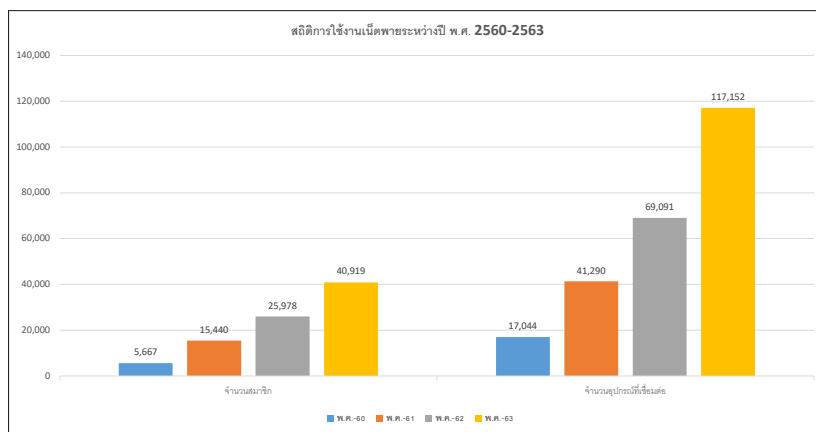
ภาพที่ 9 แสดงการขยายตัวของกลุ่มโบรกเกอร์ข้อความตามการเพิ่มขึ้นของภาระงานจากสภาวะจริง เมื่อวันที่ 14-15 ตุลาคม 2560 เมื่อปริมาณงานของโบรกเกอร์ 3 ตัว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเกินค่าที่กำหนดในนาทิตี่ 290 โบรกเกอร์ที่ 4 จึงถูกเปิดขึ้นเพื่อช่วยรับภาระ การเชื่อมต่อที่เพิ่มเข้ามาใหม่จะถูกกระจายไปยังโบรกเกอร์ที่เพิ่งเปิดขึ้นอย่างอัตโนมัติและทันที ภาระงานของโบรกเกอร์อื่นมีแนวโน้มคงที่หลังจากนั้น



ภาพที่ 9 การกระจายจำนวนการเชื่อมต่อ (ซ้าย) และอัตรารับส่งข้อความ (ขวา) เมื่อเพิ่มโบรกเกอร์ข้อความ

สถานะการให้บริการเน็ตพาย

นับตั้งแต่เริ่มให้บริการในปี 2558 ถึงปัจจุบัน (กรกฎาคม 2563) แพลตฟอร์มเน็ตพายได้รับความนิยมในหมู่นักพัฒนาไทยเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ มีชุมชนนักพัฒนาที่เข้มแข็ง การสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนา กิจกรรมกระจายเสียง กิจกรรมโทรทัศน์ และกิจกรรมโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ ในโครงการขยายผล NETPIE IoT Platform สู่ภาคอุตสาหกรรมตั้งแต่พฤษภาคม 2560 ถึง กรกฎาคม 2563 ทำให้เกิดการจัดกิจกรรมฝึกอบรมการประยุกต์ใช้งานให้กับครูผู้สอนและผู้สนใจทั่วไปอย่างต่อเนื่อง จนทำให้เน็ตพายเป็นแพลตฟอร์มหลักของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และวิทยานิพนธ์สำหรับนักเรียนนักศึกษาทั่วประเทศ เว็บไซต์เน็ตพายระบุจำนวนผู้ใช้บริการสะสม 41,896 คน มีจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อทั้งหมด 120,969 อุปกรณ์ (NECTEC, 2020) ผู้ใช้ที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อมากที่สุด ได้แก่ บริษัท นิเด็ค ชีบาอูระ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (ข้อมูล ณ วันที่ 4 กันยายน 2563) (ศศิวิภา, 2560)



ภาพที่ 10 สถิติการใช้งาน NETPIE ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2563

ที่มา : NETEC (2020)

บทวิเคราะห์เปรียบเทียบเน็ตพายกับแพลตฟอร์มไอโอทีในตลาด

ทีมวิจัยเปรียบเทียบภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันไอโอที หรือใช้เขียนเฟิร์มแวร์ของอุปกรณ์ไอโอทีที่แพลตฟอร์มไอโอทีที่ต่าง ๆ รองรับ สรุปผลได้ดังตารางที่ 1 หลังจากเน็ตพาย 2020 ปรับมาใช้ไลบรารีแบบมาตรฐาน MQTT ทำให้แพลตฟอร์มเน็ตพายสามารถรองรับการพัฒนาด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่หลากหลายที่สุด และเมื่อพิจารณาความสามารถรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไอโอทีที่แบบต่าง ๆ พบว่าเน็ตพายมีความสามารถเทียบได้กับแพลตฟอร์มอื่น ๆ ในตลาด

ตารางที่ 1 ระดับกำลังของสัญญาณที่รับได้ที่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดและรถยนต์โมบิลิตี้แตกต่างกัน

แพลตฟอร์ม	NET PIE 2020	NET PIE 2015	Bluemix		Azure IoT Hub		AWS IoT	Thing Speak	Blynk
			Device	App	Device	Service			
C++	✓	✓	✓		✓		✓ *		✓
C#	✓	✓	✓		✓				
Embedded C	✓		✓						
Node.js	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
JavaScript	✓	✓					✓		✓
Java	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
.NET	✓				✓	✓			
Python	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Ruby	✓			✓				✓	
PHP	✓			✓					
Go	✓			✓					
Android	✓	✓							
Swift	✓								
Rust	✓								
Node-Red	✓	✓					✓		✓
REST API	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
ความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่าย									
NB-IoT	✓				✓			✓	✓
LoraWAN	✓				✓			✓	✓
WiFi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เดือน-ปีที่เปิดให้บริการ									
	2-2563	9-2558	10-2557		2-2559		12-2558	2554**	2558**

*เฉพาะ Arduino Yun

** อนุมานจากคำค้นหาในบริการ Google Trends

ข้อสรุป

บทความนี้อธิบายหลักการทำงานพื้นฐานของแพลตฟอร์มไอโอทีในท้องตลาดและเปิดเผยหลักการออกแบบและพัฒนาเน็ตพาย ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มไอโอทีแรกๆ ที่พัฒนาและให้บริการในประเทศไทย ตั้งแต่ในช่วงแรกที่ว่าแพลตฟอร์มไอโอทียังไม่เป็นที่รู้จัก แม้ว่าในปัจจุบันจะมีแพลตฟอร์มไอโอทีที่ให้บริการโดยบริษัทต่างประเทศหลายบริการ บริการดังกล่าวยังมีต้นทุนสูง ปรับแต่งให้เข้ากับความต้องการของนักพัฒนาในประเทศได้ยาก และการเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ไอโอทีจากในประเทศไปยังแพลตฟอร์มไอโอทีที่มีเครื่องให้บริการในต่างประเทศ นำมาซึ่งความหน่วงของการสื่อสารที่สูงขึ้นและการสิ้นเปลืองแบนด์วิดท์ออกต่างประเทศโดยไม่จำเป็น การมีแพลตฟอร์มไอโอทีที่ให้บริการภายในประเทศอย่างเน็ตพายจะเอื้อต่อผู้ประกอบการในประเทศ ในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากแพลตฟอร์มได้อย่างเต็มที่ ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม และธุรกิจเกิดใหม่สามารถพัฒนาด้านแบบแอปพลิเคชันหรือผลิตภัณฑ์ไอโอทีได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนนักศึกษา มีเครื่องมือให้ฝึกฝนทักษะการพัฒนาไอโอที ด้วยเหตุนี้ เน็ตพายจึงเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการพัฒนาไอโอทีในประเทศ ช่วยลดการพึ่งพาระบบของต่างประเทศ เพิ่มทางเลือกในการเข้าถึงแพลตฟอร์มไอโอทีที่หลากหลายมากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรโทรคมนาคมในประเทศ ขยายโอกาสสร้างนวัตกรรมดิจิทัล ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างชาติ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับนานาชาติ

กิตติกรรมประกาศ

บริการแพลตฟอร์มเน็ตพายได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึง 2563

บรรณานุกรม

- ศศิวิภา หาสุข. (2560). นิเด็ค ชีบาอูระ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) มุ่งสู่เป้าหมาย industry 4.0 ภายในปี 2561. ค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2560 จาก <https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/netpie-nidec.html>.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2559). ระบบตรวจสอบและอนุญาตการเข้าถึงทรัพยากรระหว่างอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายข้อมูลและวิธีการดังกล่าว. คำขอสิทธิบัตร. เลขที่คำขอ 1601003026. วันที่ยื่นคำขอ 26 พฤษภาคม 2559.
- Gartner. (2016). Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage. Retrieved August 16, 2017 from <http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>.
- Gartner. (2017). Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017. Retrieved August 16, 2017 from <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>.
- IoT Analytics. (2015). IoT Platforms The central backbone for the Internet of Things. Retrieved August 16, 2017 from <https://iot-analytics.com/product/iot-platforms-white-paper/>.
- IoT Analytics. (2016). IoT Platforms: Market Report 2015-2021, Retrieved August 15, 2017 from <https://www.ptc.com/en/internet-of-things/analyst-reports>.
- IoT Analytics. (2017). IoT Platform Comparison: How the 450 providers stack up. Retrieved August 16, 2017 from <https://iot-analytics.com/iot-platform-comparison-how-providers-stack-up/>.
- MachNation. (2016). 2016 IoT Application Enablement Platform Scorecard. Retrieved August 16, 2017 from <https://www.machnation.com/2016/12/>.
- NECTEC. (2020). NETPIE Main Page. Retrieved July 9, 2020 from <https://netpie.io>.
- Niruntasukrat, A., Issariyapat, C., Pongpailool, P., Meesublak, K., Aiumsupucgul, P., & Panya, A. (2016). Authorization Mechanism for MQTT-Based Internet of Things. IEEE International Conference on Communications Workshops. 290-295.