



การแบ่งปันข้อมูลด้วยโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีกายใต้ข้อความแบบเจสัน และหัวข้อแบบเอ็มทีเอ็นซี* Data Sharing with MQTT Protocol based on JSON-Message and MTNC-Topic

นชิ ตันติธารานุกุล^{1**} , กิตติกร หาญตระกูล²
Nasi Tantitharanukul^{1**} , Kittikorn Hantrakul²

^{1,2}สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เลขที่ 63 ถนนเชียงใหม่-พร้าว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

^{1,2}Department of Digital Technology Innovation, Faculty of Science, Maejo University
63 Sansai-Phrao Road, Nongharn, Sansai District, Chiang Mai, 50290

บทคัดย่อ

โปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่เป็นรูปแบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ดิจิทัลหรือชุดเซ็นเซอร์ต่างๆที่กำลังเป็นที่นิยมเพื่อใช้ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เนื่องจากถูกออกแบบมาเพื่อการสื่อสารที่มีแบนด์วิดท์จำกัด ขณะที่ใช้ทรัพยากรต่ำ จึงสามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลที่มีความถี่ของการรับส่งสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการสื่อสารข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ “หัวข้อ” และ “ข้อความ” ที่ใช้สำหรับกำหนดช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้เผยแพร่ข้อมูลและผู้บอกรับข้อมูล ซึ่งยังขาดมาตรฐานที่แน่นอนในการกำหนดชื่อหัวข้อและรูปแบบของข้อความที่ใช้รับส่งระหว่างกันในเชิงสาธารณะ จึงยากแก่การค้นหา บอกรับหรือนำข้อมูลไปใช้งาน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการกำหนดมาตรฐานในการแบ่งปันข้อมูลสาธารณะผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีโดย กำหนดให้ชื่อหัวข้อต้องอยู่ภายใต้หลักการการตั้งชื่อแบบเอ็มทีเอ็นซี ซึ่งถูกเสนอขึ้นในงานวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัย ร่วมกับการกำหนดให้ข้อความที่ส่งอยู่ในแบบรูปเจสันที่สามารถอ่านได้เข้าใจทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้ทดสอบความเหมาะสมในด้านการสื่อความหมายและความยาก-ง่ายต่อการใช้งานร่วมกับอักขระตัวแทนของข้อมูลที่อยู่ภายใต้หลักเกณฑ์ดังกล่าว ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ชุดข้อมูล

*ปรับปรุงเพิ่มเติมเนื้อหาจากบทความ เรื่อง MQTT-Topic Naming Criteria of Open Data for Smart Cities ที่นำเสนอในการประชุมวิชาการ 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2016). ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮอริคิต จ.เชียงใหม่ วันที่ 13-17 ธันวาคม 2559

** ผู้เขียนหลัก

อีเมล: n.tantitharanukul@gmail.com

ที่ถูกกำหนดให้อยู่ภายใต้หลักเกณฑ์ข้างต้นสามารถสื่อความหมายให้ผู้รับข้อมูลเข้าใจถึงรายละเอียดของข้อมูลได้ในระดับดีและง่ายต่อการบอกรับข้อมูลร่วมกับอักขระตัวแทน แม้ผู้บอกรับข้อมูลจะมีความรู้หรือไม่มีความรู้เกี่ยวกับหลักการเอ็มทีเอ็นซีและเจสัน

คำสำคัญ

การแบ่งปันข้อมูล เจสัน โปรโตคอลเอ็มคิวทีที เอ็มทีเอ็นซี

Abstract

MQTT is one of the most popular communication protocols that any digital devices in smart cities use to communicate with each other. MQTT protocol is designed for a low bandwidth communication while requires low resource consumption. Thus, MQTT protocol is appropriated for the data sharing with high transmission frequency. In order to use MQTT, "Topic" and "Message" are needed to set a communication channel between publishers and subscribers. However, there is no open standard format in order to define the topic and the message of data to be shared in public. So, subscribers hard to find and subscribe their desired data. In this paper, we determine the standard of data sharing via MQTT protocol that the topic will be created following the MTNC format from our previous work. A message is also stored in JSON format that readable by a human and computers. We evaluate the data explanation and the easiness of the subscription with wildcards in the proposed standard. The experimental results show that a topic created following MTNC format and a message stored in JSON format can explain the meaning of data and it allows the subscribers to find their desired information easier than without using this technique.

Keywords

Data Sharing, JSON, MQTT Protocol, MTNC

บทนำ

การพัฒนา “เมือง” ให้เป็นสถานที่อยู่อาศัยที่มีเทคโนโลยีต่างๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพนั้น การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กร บุคคลหรือแม้แต่อุปกรณ์ดิจิทัลต่างๆ อย่างสาธารณะ นับเป็นกุญแจสำคัญ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากระบบหนึ่งสามารถถูกนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจให้แก่ระบบการให้บริการอื่นๆ ให้สามารถดำเนินงานได้อย่างชาญฉลาดมีประสิทธิภาพและกลมกลืนกับวิถีชีวิตของประชากร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเมืองไปสู่เมืองอัจฉริยะ (Smart City) เพื่อให้ระบบอัจฉริยะต่างๆ ของเมืองสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้ทันทั่วทั้งที่โดยอัตโนมัติ ระบบดังกล่าว



จำเป็นที่จะต้องใช้องค์ความรู้ (Real-time Data) เพื่อใช้เป็นฐานของการประมวลผลและตัดสินใจ อาทิ ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่สามารถทำงานร่วมกับระบบเฝ้าระวังภัยพิบัติเพื่อจัดการ การจราจร เพื่ออพยพประชาชนสู่พื้นที่ปลอดภัยได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสมอย่างอัตโนมัติเมื่อเกิดภัยพิบัติเป็นต้น ซึ่งยิ่งระบบมีความล้ำค่าในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้ซ้ามากขึ้นเท่าใด ยิ่งส่งผล กระทบต่อความเสียหายที่อาจเกิดได้มากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นโปรโตคอลการสื่อสารที่มีความรวดเร็ว และ ใช้ทรัพยากรต่ำอย่างเอ็มคิวทีที (MQTT: Message Queue Telemetry Transport) (mqtt.org, 2017) จึงถูกผลักดันให้เป็นโปรโตคอลกลางในการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูลสาธารณะ ให้แก่ระบบต่างๆ ตั้งแต่อุปกรณ์ดิจิทัลขนาดเล็ก ไปจนถึงระบบขนาดใหญ่สำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ อาทิ ภายในงาน ของ Tantitharanukul (Tantitharanukul, Osathanunkul, Hantrakul, Pramokchon & Khoenkaw, 2016) งานของ Hantrakul (Hantrakul, Sitti & Tantitharanukul, 2017) หรืองานของ Osathanunkul (Osathanunkul, Hantrakul, Pramokchon, Khoenkaw & Tantitharanukul, 2017) เป็นต้น เนื่องจากโปรโตคอลเอ็มคิวทีที สามารถทำงานได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เป็นระบบเครือข่ายที่ได้รับความนิยมสูงที่สุดในปัจจุบัน อีกทั้ง ยังรองรับเทคโนโลยีภายใต้หลักการการสื่อสารตามแนวคิดไอโอที (IoT: Internet of Things) สำหรับการ ส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีประกอบด้วยสองส่วนคือ “หัวข้อ (Topic)” และ “ข้อความ (Message)” โดยหัวข้อเป็นส่วนที่ใช้เพื่อกำหนดช่องทางการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้เผยแพร่และผู้บอกรับข้อมูล ขณะที่ข้อความคือสายอักขระ (String) ที่บรรจุข้อมูลที่ต้องการเผยแพร่เอาไว้ อย่างไรก็ตามการกำหนดหัวข้อ และข้อความที่ส่งผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในเมืองเพื่อใช้เป็นฐานในการ พัฒนาเมืองอัจฉริยะนั้นยังขาดรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นผู้เผยแพร่ข้อมูลสามารถกำหนดชื่อหัวข้อและ รูปแบบได้อย่างอิสระและอาจไม่มีความหมายใดๆ ซึ่งยากต่อการรวบรวม ค้นหาและนำไปใช้แบบสาธารณะ ด้วยเหตุดังกล่าวในงานวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัย (Tantitharanukul et al., 2016) จึงได้มีการนิยามหลักการ ในการตั้งชื่อหัวข้อของข้อมูลที่เผยแพร่ผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีเพื่อการพัฒนาเมืองอัจฉริยะขึ้น โดยมีชื่อว่ หลักการเอ็มทีเอ็นซี (MTNC) เพื่อให้หัวข้อของข้อมูลที่เผยแพร่สามารถสื่อความหมายได้ ช่วยให้ง่าย ต่อการค้นหาและการบอกรับข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในเมือง อาทิ ข้อมูลสภาพแวดล้อม ข้อมูลจราจร หรือข้อมูล ภัยพิบัติ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวได้กำหนดเฉพาะหลักการการตั้งชื่อของหัวข้อเท่านั้นแต่ไม่ได้กำหนด รูปแบบของข้อความที่รับส่งด้วย เพื่อต่อยอดงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเสนอให้การแบ่งปันข้อมูล เกี่ยวกับเมืองในเชิงสาธารณะผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีต้องอยู่ภายใต้หลักการเอ็มทีเอ็นซีและมีรูปแบบ ของข้อความอยู่ในรูปแบบเจสัน (JSON) เพื่อให้ข้อมูลสาธารณะที่ส่งผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่มีมาตรฐาน ทั้งหัวข้อและข้อความ สามารถทำความเข้าใจได้และถูกนำไปใช้ได้โดยง่ายทั้งมนุษย์และอุปกรณ์ดิจิทัล ดังนั้นงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบการสื่อความหมายของข้อมูลที่มีหัวข้อและข้อความหลักการดังกล่าว ซึ่งผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นส่วนช่วยการผลักดันให้เกิดมาตรฐานในการเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะและ ช่วยให้ประชาชน เอกชนและภาครัฐ เกิดความร่วมมือร่วมใจในการเผยแพร่ข้อมูล

ที่เป็นประโยชน์ เพื่อการพัฒนาระบบอัจฉริยะต่างๆ ของเมืองเพื่อก้าวสู่เมืองอัจฉริยะอย่างแท้จริง

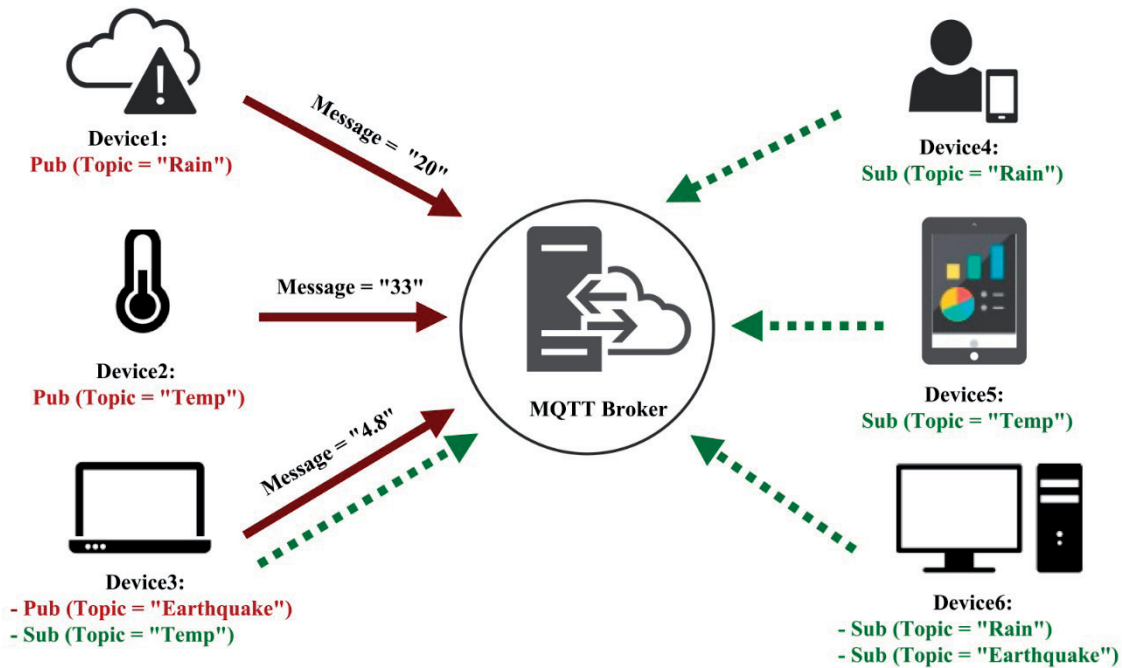
วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์และทดสอบการสื่อความหมายของชุดข้อมูลที่มีหัวข้ออยู่ภายใต้หลักการเอ็มทีเอ็นซี และมีข้อความในรูปแบบเจสัน
2. เพื่อวิเคราะห์ความยาก-ง่าย ต่อการบอกรับข้อมูลที่อยู่ภายใต้หลักการดังข้อ 1 ร่วมกับอักขระตัวแทน

บททวนวรรณกรรม

1. โปรโตคอลเอ็มคิวทีที

โปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่ถูกนำเสนอโดย Dr. Andy Stanford-Clark และ Arlen Nipper โดยเป็นโปรโตคอลที่ตั้งอยู่บนหลักการ “เผยแพร่” (Publish) และ “บอกรับ” (Subscribe) ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลประเภทสายอักขระ (String) ซึ่งปัจจุบันถูกกำหนดให้อยู่ในมาตรฐานไอเอสโอด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (ISO/IEC 20922:2016, 2016) โดยโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีออกแบบให้เป็นโปรโตคอลที่ใช้ทรัพยากรต่ำและง่ายต่อการใช้งาน โดยทำงานอยู่บนที่ซีพี/ไอพี (TCP/IP) หรืออีกนัยหนึ่ง คือ สามารถทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งเหมาะสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครือข่ายการสื่อสารที่มีทรัพยากรหรือแบนด์วิดท์จำกัด (ISO/IEC 20922:2016, 2016) เช่น สภาพแวดล้อมของงานด้านไอโอทีที่มีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ดิจิทัลขนาดเล็กจำนวนมากพร้อมๆ กันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างการนำไปใช้จริงที่เป็นที่รู้จัก เช่น IBM Message Sight พัฒนาโดยบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) เพื่อให้บริการการจัดการข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่มีปริมาณการรับส่งข้อมูลสูง โดย IBM Message Sight สามารถเผยแพร่ข้อความได้สูงถึง 15 ล้านข้อความภายในหนึ่งวินาทีไปยังอุปกรณ์หรือโปรแกรมประยุกต์ (Application) ใดๆ ของลูกค้า (Derhamy, Eliasson, Delsing, & Priller, 2015) ด้วยความสามารถดังกล่าวจึงทำให้บริษัทไอบีเอ็มนำโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีภายใต้ IBM Message Sight มาใช้ในการให้บริการวิเคราะห์และจัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคซึ่งรวมถึงการทำงานของเครื่องยนต์แบบเรียลไทม์แก่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์เพื่อใช้ในการพัฒนา วิเคราะห์ตรวจสอบความผิดปกติหรือให้คำแนะนำในการซ่อมบำรุงได้ เป็นต้น



ภาพที่ 1: ตัวอย่างการเผยแพร่ข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวที

ในการสื่อสารผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีที่ ต้นทางและปลายทางอาจเป็นได้ทั้งอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Devices) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าต่างๆ หรือระบบซอฟต์แวร์ใดๆ ซึ่งสื่อสารกันผ่านตัวกลางที่เรียกว่าโบรกเกอร์ (Broker) ดังภาพที่ 1 โดยองค์ประกอบของระบบภายใต้การสื่อสารผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีที่ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1.1 โบรกเกอร์: ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการกระจายข้อมูล โดยจะเป็นผู้รับชุดข้อมูลซึ่งประกอบด้วย “หัวข้อ” และ “ข้อความ” จาก “ผู้เผยแพร่ (Publisher)” ซึ่งหลังจากที่โบรกเกอร์ได้รับข้อมูลจากผู้เผยแพร่แล้ว โบรกเกอร์จะใช้หัวข้อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเพื่อส่งข้อความของข้อมูลชุดนี้ให้แก่ “ผู้บอกรับ (Subscriber)” ที่บอกรับข้อความด้วยหัวข้อยก่่าวทุกแหล่งพร้อมๆ กัน

1.2 ผู้เผยแพร่: คือผู้ที่เผยแพร่ (Publish) ข้อมูลของตนเองให้แก่ผู้อื่นผ่านโบรกเกอร์ โดยผู้เผยแพร่จะเป็นผู้กำหนดหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการเผยแพร่โดยที่ผู้บอกรับจะต้องบอกรับข้อมูลด้วยหัวข้อเดียวกันนี้ จึงจะได้รับข้อความ เมื่อผู้เผยแพร่เผยแพร่ข้อมูลออกมา ซึ่งในภาพที่ 1 แสดงแทนผู้เผยแพร่ด้วยอุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลไปยังโบรกเกอร์ด้วยคำสั่ง Pub (Topic = “xxx”) โดยที่ xxx เป็นชื่อหัวข้อของข้อมูลใดๆ ที่ต้องการเผยแพร่ ซึ่งในที่นี้ผู้เผยแพร่คืออุปกรณ์ที่ชื่อ Device1, Device2 และ Device3 โดยที่ Device1 เป็นผู้เผยแพร่ข้อมูลในหัวข้อ Rain และส่งข้อความที่มีค่าเป็น 20 ออกมา ส่วน Device2 เป็นผู้เผยแพร่ข้อมูลในหัวข้อ Temp ซึ่งเผยแพร่ข้อความที่มีค่าเป็น 33 ออกมา เป็นต้น

1.3 ผู้บอกรับ: เป็นอุปกรณ์หรือระบบใดๆ ที่บอกรับ (Subscribe) ข้อมูลจากผู้เผยแพร่ซึ่งผู้บอกรับจะต้องระบุหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการบอกรับแก่โปรแกรเกอร์ โดยผู้บอกรับสามารถบอกรับข้อมูลได้มากกว่าหนึ่งหัวข้อที่แตกต่างกัน ในภาพที่ 1 แสดงแทนการบอกรับข้อมูลด้วยคำสั่ง Sub (Topic = "xxx") โดยที่ xxx เป็นชื่อหัวข้อของข้อมูลใดๆ ซึ่งในที่นี้ตัวอย่างของผู้บอกรับ เช่น อุปกรณ์ที่ชื่อ Device3 และ Device5 ที่บอกรับข้อมูลในหัวข้อ Temp โดยเมื่อ Device2 เผยแพร่ข้อมูลในหัวข้อ Temp ที่มีค่าเป็น 33 ออกมาแล้ว Device3 และ Device5 จะได้รับข้อมูลนี้ ขณะที่ Device1, Device2, Device4 และ Device6 ที่ไม่ได้บอกรับข้อมูลในหัวข้อ Temp จะไม่ได้รับข้อมูลนี้ นอกจากนี้ผู้เผยแพร่และผู้บอกรับสามารถสลับบทบาทกันได้หรือเป็นได้ทั้งสองบทบาทในคราวเดียว (Vermesan & Friess, 2014) เช่น Device3 ที่เป็นทั้งผู้เผยแพร่ข้อมูลในหัวข้อ Earthquake ขณะเดียวกันก็เป็นผู้บอกรับข้อมูลในหัวข้อ Temp เช่นกัน

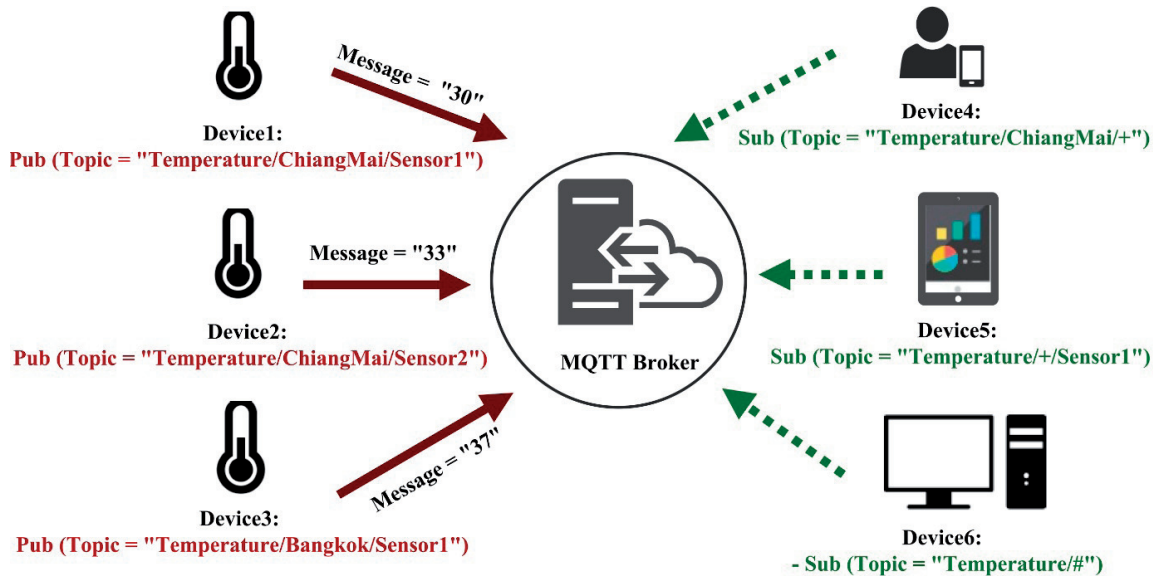
2. อักขระตัวแทน (Wildcards)

สำหรับการรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีที่การกำหนดหัวข้อถือเป็นเรื่องที่สำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากหัวข้อเป็นสายอักขระที่รองรับความสามารถในการแบ่งลำดับชั้น (Hierarchical) และรองรับการใช้อักขระตัวแทนในการบอกรับข้อมูล ซึ่งหากผู้เผยแพร่กำหนดหัวข้อด้วยโครงสร้างของลำดับชั้นที่ดีแล้ว ผู้บอกรับจะสามารถบอกรับข้อมูลได้อย่างยืดหยุ่นด้วยการใช้คุณสมบัติของอักขระตัวแทนได้ โดยผู้เผยแพร่สามารถแบ่งลำดับชั้นภายในหัวข้อได้ด้วยเครื่องหมาย "ทับ (/)" ตัวอย่างเช่นหัวข้อต่อไปนี้ ประกอบด้วย 3 ลำดับชั้น

Temperature / ChiangMai / Sensor2

ซึ่งหัวข้อดังกล่าวสามารถอ่านให้มนุษย์เข้าใจได้ในรูปแบบภาษาธรรมชาติ (Natural Language) โดยหมายถึงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดตัวที่ 2 (Sensor2) ในจังหวัดเชียงใหม่ (Chiang Mai) ที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ (Temperature) ด้วยเหตุดังกล่าวหัวข้อจึงเป็นสิ่งที่สามารถบอกความหมายหรือวัตถุประสงค์ของข้อมูลได้ด้วยตัวเองได้ (Tantitharanukul et al., 2016) นอกจากนี้ผู้บอกรับยังสามารถใช้อักขระตัวแทนซึ่งประกอบด้วยเครื่องหมาย "นัมเบอร์ (#)" และเครื่องหมาย "บวก (+)" แทนที่การบอกรับข้อมูลจากหัวข้อหนึ่งๆ โดยตรง ซึ่งช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในการบอกรับข้อมูลดังกล่าวได้ โดยเครื่องหมายนัมเบอร์ใช้แทนการบอกรับข้อมูลแบบหลายชั้น (Multi-Level) ขณะที่เครื่องหมายบวกใช้แทนการบอกรับข้อมูลแบบชั้นเดียว (Single-Level) ยกตัวอย่างดังภาพที่ 2 คือ เมื่อ Device6 บอกรับข้อมูลด้วยหัวข้อ Temperature / # ดังนั้นหาก Device1, Device2 หรือ Device3 เผยแพร่ข้อมูลออกมาด้วยหัวข้อต่างๆ ดังภาพ Device6 จะได้รับข้อมูลทั้งหมดจากทั้งสามแหล่งดังกล่าว ซึ่งการบอกรับข้อมูลด้วยรูปแบบ ดังข้างต้นหมายถึง Device6 บอกรับข้อมูลจากหัวข้อทั้งหมดที่ขึ้นต้นด้วย Temperature โดยที่หัวข้อดังกล่าวจะมีจำนวนลำดับชั้นไปอีกกี่ลำดับชั้นก็ได้ ขณะที่ตัวอย่างของการบอกรับข้อมูลด้วยการใช้เครื่องหมายบวกพร้อมด้วยสามารถแสดงได้คือ เมื่อ Device5 บอกรับหัวข้อ Temperature / + / Sensor1 จะทำให้ Device5 สามารถรับข้อความทั้งหมดที่มีหัวข้อตามโครงสร้างดังกล่าวโดยที่เครื่องหมายบวกถูกแทนที่ด้วยสายอักขระใดๆ ได้ เช่นข้อมูลที่มีหัวข้อเป็น Temperature / ChiangMai / Sensor1 หรือ Temperature / Bangkok / Sensor1 เป็นต้น ซึ่งในที่นี้ Device5

จะได้รับข้อมูลทั้ง 30 และ 37 หรืออีกนัยหนึ่ง คือ เครื่องหมายบวกสามารถใช้แทนลำดับชั้นใดๆ ในหัวข้อของข้อมูลที่ส่งผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีได้หนึ่งลำดับ ทั้งนี้อักขระตัวแทนสามารถใช้ได้กับการบอกรับข้อมูลแต่ไม่สามารถใช้ในการกำหนดหัวข้อเพื่อเผยแพร่ข้อมูลได้



ภาพที่ 2: ตัวอย่างการใช้อักขระตัวแทนในการบอกรับข้อมูล

จากภาพที่ 2 หากผู้บอกรับต้องการบอกรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ผู้บอกรับสามารถบอกรับข้อมูลในหัวข้อ Temperature / ChiangMai / Sensor1 หรือหัวข้อ Temperature / ChiangMai / Sensor2 ได้ โดยที่ Sensor1 และ Sensor2 เป็นชื่อของเซ็นเซอร์ที่ผู้เผยแพร่กำหนดไว้ ขณะเดียวกัน หากผู้บอกรับต้องการข้อมูลจากเซ็นเซอร์ทุกตัวในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ผู้บอกรับสามารถบอกรับข้อมูลได้จากหัวข้อ Temperature / ChiangMai / + ในทำนองเดียวกันผู้บอกรับสามารถบอกรับข้อมูลอุณหภูมิจากจากทุกเซ็นเซอร์ในทุกจังหวัดได้ด้วย การบอกรับหัวข้อ Temperature / + / + หรือใช้หัวข้อ Temperature / # แทนได้ จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่าหากผู้เผยแพร่กำหนดโครงสร้างของหัวข้อสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะไว้อย่างดีสามารถสื่อความหมายให้แก่ผู้บอกรับเข้าใจได้อย่างไม่กำกวมแล้ว ผู้บอกรับจะสามารถใช้ประโยชน์ของการบอกรับข้อมูลร่วมกับอักขระตัวแทนเพื่อกำหนดขอบเขตของการบอกรับข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบเพื่อให้ อุปกรณ์หรือระบบของตนตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่มีขอบเขตพื้นที่เข้ามาเกี่ยวข้องได้ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการจัดการเมืองซึ่งใช้ขอบเขตพื้นที่เป็นหลักในการบริหารจัดการ

3. เอ็มทีเอ็นซี (MTNC: MQTT-Topic Naming Criteria of Open Data for Smart Cities)

“เอ็มทีเอ็นซี” เป็นหลักการในการกำหนดหัวข้อของข้อมูลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่เผยแพร่อย่างสาธารณะด้วยโปรโตคอลเอ็มคิวทีที ถูกนำเสนอโดย Tantitharanukul (N. Tantitharanukul, et al., 2016) ซึ่งหลักการเอ็มทีเอ็นซีมุ่งเน้นให้กำหนดชื่อหัวข้อมีโครงสร้างที่สามารถแสดงวัตถุประสงค์และอธิบายถึงความหมายของข้อมูลที่เผยแพร่ให้ผู้บอกรับที่เป็นมนุษย์เข้าใจได้เพื่อให้สามารถบอกรับข้อมูลร่วมกับอักขระตัวแทนเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบได้อย่างตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยหลักการเอ็มทีเอ็นซีกำหนดให้หัวข้อของข้อมูลที่จะเผยแพร่จะต้องประกอบด้วยสามส่วนคือ วัตถุประสงค์ของข้อมูล (Objective) แหล่งกำเนิดข้อมูล (Location) และเจ้าของข้อมูล (Owner) ซึ่งจะถูกลำดับชั้นด้วยเครื่องหมายทับ ดังนั้นหัวข้อที่อยู่ภายใต้หลักการเอ็มทีเอ็นซีจะมีโครงสร้างดังนี้

Objective / Location / Owner

โดยที่แต่ละองค์ประกอบดังกล่าวจะถูกแบ่งเป็นลำดับย่อยลงไปได้อีก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุประสงค์: เป็นส่วนที่ระบุถึงประเภทและเป้าหมายของการนำข้อมูลไป ประกอบด้วยวัตถุประสงค์หลัก (Main Objective) วัตถุประสงค์รอง (Sub Objective) และวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่ (User-Defined Objective) ซึ่งในงานวิจัยของ Tantitharanukul (Tantitharanukul et al., 2016) ได้นำเสนอหมวดหมู่ของสายอักขระที่ใช้กำหนดเป็นวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์รองให้ผู้เผยแพร่ได้เลือกใช้ในการกำหนดชื่อหัวข้อ ขณะที่วัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่จะเป็นส่วนที่ผู้เผยแพร่สามารถกำหนดได้อย่างอิสระแต่จะต้องไม่ประกอบด้วยเครื่องหมายทับ ดังนั้นเฉพาะในส่วนของวัตถุประสงค์จึงมีโครงสร้างเป็น MainObjective / SubObjective / X โดยที่ X เป็นวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่

3.2 แหล่งกำเนิดข้อมูล: เป็นส่วนที่ผู้เผยแพร่ต้องระบุว่าข้อมูลที่เผยแพร่เกิดจากการวัดค่าหรือสร้างขึ้นที่สถานที่ใด ประกอบด้วย ชื่อประเทศ (Country) ชื่อจังหวัดหรือเมือง (Province) และแหล่งกำเนิดข้อมูลที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่ (User-Defined Location) ซึ่งแหล่งกำเนิดข้อมูลที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่อาจเป็นขอบเขตของพื้นที่ที่เล็กลงเช่น ชื่ออาคารหรือพิกัดจีพีเอส (GPS) เป็นต้น ดังนั้นแหล่งกำเนิดข้อมูลจึงมีโครงสร้างเป็น Country / Province / Y โดยที่ Y แทนแหล่งกำเนิดข้อมูลที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่

3.3 เจ้าของข้อมูล: เป็นส่วนที่ใช้ระบุชื่อบุคคลหรือหน่วยงานที่เป็นเจ้าของของข้อมูล ซึ่งผู้เผยแพร่จะต้องกำหนดไว้ในหัวข้อ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกบอกรับข้อมูลจากผู้เผยแพร่ที่ตนเองเชื่อถือหรือรับข้อมูลประเภทเดียวกันจากเจ้าของข้อมูลหลายเจ้าด้วยการใช้อักขระตัวแทน โดยที่ชื่อของผู้เผยแพร่แต่ละรายจะต้องไม่ซ้ำกัน ดังนั้นในงานของ Tantitharanukul (Tantitharanukul, Osathanukul, Hantrakul, Pramokchon & Khoenkaw, 2017) จึงได้พัฒนาระบบสำหรับจัดการหัวข้อและผู้เผยแพร่ขึ้น เพื่อการเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะสำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีที เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เผยแพร่สามารถเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะที่มีหัวข้อภายใต้รูปแบบเอ็มทีเอ็นซีได้ พร้อมทั้งช่วยให้ผู้บอกรับสามารถค้นหาหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการบอกรับได้โดยง่าย



จากองค์ประกอบของหัวข้อภายใต้หลักการเอนที่เอ็นซีทั้งสามส่วนดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น โครงสร้างทั้งหมดของการกำหนดหัวข้อภายใต้หลักการเอนที่เอ็นซีเป็นดังต่อไปนี้คือ

MainObjective / SubObjective / X / Country / Province / Y / Z

โดยที่ X เป็นวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่ ขณะที่ Y เป็นแหล่งกำเนิดข้อมูลที่กำหนดโดยผู้เผยแพร่ และ Z คือ ชื่อผู้เป็นเจ้าของข้อมูล ยกตัวอย่างเช่นหัวข้อด้านล่างนี้เป็นต้น

Environment / Air / AverageCO2 / THA / ChiangMai / AmphoeMueang / INTNINLab

4. เจสัน (JSON: JavaScript Object Notation)

“เจสัน” เป็นวากยสัมพันธ์ (Syntax) สำหรับการจัดเก็บและการแลกเปลี่ยนข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบสายอักขระซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน (Lin, Chen, Chen & Yu, 2012) โดยรูปแบบข้อมูลแบบเจสันมีลักษณะคล้ายกับข้อมูลในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ที่สามารถแสดงลำดับชั้น (Hierarchical) ของข้อมูลได้และมนุษย์สามารถอ่านเข้าใจได้โดยง่าย (Xu & Zhu, 2011) แต่สิ่งที่รูปแบบเจสันแตกต่างจากรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล คือ รูปแบบการเขียนที่สั้นกระชับ นอกจากนี้เจสันนี้ยังรองรับการเข้ารหัสของข้อมูลอีกด้วย โดยข้อมูลในรูปแบบเจสันจะประกอบไปด้วยชื่อ (Name) และค่า (Value) ของข้อมูล โดยที่ข้อมูลแต่ละตัวถูกคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ตัวอย่างเช่น

```
{“firstName” : “Nasi” , “lastName” : “Tantitharanukul”}
```

โดยที่ข้อมูลในรูปแบบดังกล่าวข้างต้นสามารถบ่งบอกได้ถึง ข้อมูลสองชุดซึ่งประกอบด้วย firstName ที่มีค่าเป็น Nasi และข้อมูล lastName ที่มีค่าเป็น Tantitharanukul โดยปัจจุบันมีการนำรูปแบบเจสันไปใช้งานในหลายด้าน อาทิ การแทนข้อมูลในระบบฐานข้อมูล หรือการแทนข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Data) สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) (Xu & Zhu, 2011) เป็นต้น จากคุณลักษณะที่โดดเด่นของรูปแบบของเจสันดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดรูปแบบของข้อความที่เผยแพร่อย่างสาธารณะเพื่อใช้ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของการเผยแพร่ข้อมูลสาธารณะเพื่อการพัฒนาเมืองอัจฉริยะผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีภายใต้การกำหนดชื่อหัวข้อด้วยหลักการเอนที่เอ็นซีที่มีข้อความในรูปแบบเจสัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีวิจัยโดยแบ่งออกเป็นสามส่วน ประกอบด้วย การสร้างข้อมูลจำลอง การทดสอบการสื่อความหมายของหัวข้อและข้อความและความยาก-ง่ายต่อการบอกรับข้อมูลด้วยอักขระตัวแทนและท้ายที่สุดเป็นการวิเคราะห์และแปลผลผลการทดสอบ โดยมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

1.1 การสร้างข้อมูลจำลอง

ขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างข้อมูลจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบการสื่อความหมายของชุดข้อมูลที่หัวข้อและข้อความอยู่ภายใต้หลักการเอนที่เอ็นซีและเจสันตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับวิธีการสื่อ

ความหมายของชุดข้อมูลที่มีหัวข้อและข้อความที่ไม่ตั้งอยู่บนหลักการการกำหนดชื่อหรือรูปแบบใดๆ โดยมีขั้นตอนการสร้างคือ

1.1.1 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับเมืองในเชิงสาธารณะรวมถึงการนำข้อมูลไปใช้เพื่อการพัฒนาในระดับต่างๆ เพื่อเป็นฐานในการสร้างข้อมูลจำลอง เช่น ข้อมูลสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ข้อมูลการเฝ้าระวังภัยพิบัติ ข้อมูลการจราจร ข้อมูลการจัดการขยะ ข้อมูลประชากร หรือข้อมูลด้านการจัดการพลังงานและแสงสว่าง เป็นต้น

1.1.2 สร้างชุดข้อมูลจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีการสร้างชุดข้อมูล 40 ชุดที่มีหัวข้อต่างกัน (พร้อมคำอธิบายถึงความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูล) ประกอบด้วยหัวข้อภายใต้หลักการการเฝ้าระวังภัยพิบัติ 20 หัวข้อโดยที่อีก 20 หัวข้อไม่ตั้งอยู่บนหลักการการตั้งชื่อใดๆ ซึ่งแต่ละประเภทชุดข้อมูลแยกเป็นชุดข้อมูลที่มีข้อความในรูปแบบเจสัน 10 ชุด ขณะที่อีก 10 ชุดข้อมูลมีข้อความที่ไม่มีรูปแบบใดๆ โดยในการสร้างหัวข้อและข้อความของข้อมูลแต่ละชุด คัดเลือกมาจากกลุ่มคำที่มีค่าความยากง่าย (Difficulty) ของการแปลความหมายของคำที่ระดับ 0.20 – 0.50 จำนวนครึ่งหนึ่งและอีกครั้งหนึ่งเป็นกลุ่มคำที่มีค่าความยากง่าย ระดับ 0.51 – 0.80 เพื่อนำมาประกอบเป็นสายของหัวข้อและสายของข้อมูล โดยตัวอย่างของแบบฟอร์มของชุดข้อมูลสร้างขึ้นแต่ละชุดเป็นดังตารางที่ 2

1.1.3 นำข้อมูลจำลองที่ได้ไปป้อนให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการสื่อสารข้อมูลและด้านการพัฒนาอุปกรณ์ดิจิทัลสำหรับเมืองอัจฉริยะเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและการสื่อความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูลตามที่กำหนด พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจึงนำไปเป็นข้อมูลจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 1

การออกแบบชุดข้อมูลจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบ

		หัวข้อ	
		อยู่ภายใต้หลักการเฝ้าระวังภัยพิบัติ	ไม่อยู่ภายใต้หลักการใดๆ
ข้อความ	อยู่ในรูปแบบเจสัน	10 ชุดข้อมูล	10 ชุดข้อมูล
	ไม่อยู่ในรูปแบบเจสัน	10 ชุดข้อมูล	10 ชุดข้อมูล

ตารางที่ 2

ตัวอย่างฟอร์มบันทึกชุดข้อมูลจำลอง: (ประเภทที่1) ข้อมูลภายใต้หลักการเฝ้าที่เอ็นซีและเจสัน

ข้อมูลชุดที่	องค์ประกอบ	รายละเอียด
1	หัวข้อ	Environment/ Air/ AverageCO2/ THA/ ChiangMai/ AmphoeMueang/ INTNINLab
	ข้อความ	{"value" : 900, "Unit" : "ppm" , "dateTime" : "2017-03-05 02:20:14"}
	วัตถุประสงค์ของข้อมูล	เพื่อแสดงค่าเฉลี่ยของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่วัดได้ภายในบริเวณอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ที่มีหน่วยวัดเป็น ppm ในแต่ละช่วงเวลา
	ผู้เผยแพร่	INTNIN Laboratory
	ผู้บอกรับที่คาดหวัง	ประชากรในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่, เจ้าหน้าที่รัฐที่เกี่ยวข้องของจังหวัดเชียงใหม่, นักวิจัย, กรมควบคุมมลพิษ
2	...	...
...	...	...

2 ทดสอบการสื่อความหมายของชุดข้อมูล

ในการทดสอบการสื่อความหมายและการนำไปใช้ของชุดข้อมูลที่มีหัวข้ออยู่ภายใต้หลักการเฝ้าที่เอ็นซีและข้อความอยู่ในรูปเจสัน ผู้วิจัยได้ทดสอบบนผู้ใช้ข้อมูล จำนวน 20 คน ซึ่งแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ

2.1 ผู้ใช้ข้อมูลที่เข้าใจหลักการเฝ้าที่เอ็นซีและรูปแบบข้อมูลแบบเจสัน จำนวน 10 คน

2.2 ผู้ใช้ข้อมูลที่ไม่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับหลักการเฝ้าที่เอ็นซีและรูปแบบข้อมูลแบบเจสัน จำนวน 10 คน

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดสอบบนผู้ใช้ข้อมูลทั้งสองกลุ่ม โดยกำหนดให้ผู้ใช้ทั้งสองกลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้บอกรับข้อมูล โดยข้อมูลที่ผู้เผยแพร่จะเป็นข้อมูลจากชุดข้อมูลจำลองที่ได้สร้างขึ้นในขั้นตอน ก่อนหน้า โดยที่แต่ละชุดข้อมูลจะถูกปิดรายละเอียดบางส่วนซึ่งรายละเอียดที่ปิดประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของข้อมูล ผู้เผยแพร่และผู้บอกรับที่คาดหวัง โดยกำหนดให้กลุ่มทดสอบเป็นผู้เติมรายละเอียดนั้นแทน เพื่อทดสอบว่าผู้ใช้จะมีอัตราการตอบถูกเป็นเท่าใดเพื่อวัดความเข้าใจในความหมายของชุดข้อมูล เมื่ออ่านจาก “หัวข้อ” และ “ข้อความ” โดยตารางที่ 3 เป็นรายละเอียดของการทดสอบชุดข้อมูลที่สร้างขึ้นซึ่งแยกประเภทชุดข้อมูลตามตารางที่ 1 บนผู้ใช้ทั้งสองกลุ่มซึ่งประกอบด้วยผู้ใช้ข้อมูลที่เข้าใจหลักการเฝ้าที่เอ็นซีและเจสันและผู้ใช้ข้อมูลที่ไม่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับหลักการเฝ้าที่เอ็นซีและเจสัน ดังนั้น การทดสอบทั้งหมดจึงถูกออกแบบให้เป็น 8 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทประกอบด้วยสองส่วนคือ 1) การสื่อ ความหมายของข้อมูลหรืออัตราส่วนจำนวนผู้ใช้ข้อมูลที่เข้าใจความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูล โดยคิดจากจำนวนผู้ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง (แบบทดสอบ) และ 2) ความง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้งาน (แบบสอบถาม)

ตารางที่ 3

ประเภทของการทดสอบ

		หัวข้อ	
		อยู่ภายใต้หลักการเอนิที่เอนิ	ไม่อยู่ภายใต้หลักการใด ๆ
ข้อความ	อยู่ในรูปแบบเจสัน	ผู้ใช้กลุ่มที่ 1 (การทดสอบประเภทที่ 1)	ผู้ใช้กลุ่มที่ 1 (การทดสอบประเภทที่ 3)
		ผู้ใช้กลุ่มที่ 2 (การทดสอบประเภทที่ 2)	ผู้ใช้กลุ่มที่ 2 (การทดสอบประเภทที่ 4)
	ไม่อยู่ในรูปแบบเจสัน	ผู้ใช้กลุ่มที่ 1 (การทดสอบประเภทที่ 5)	ผู้ใช้กลุ่มที่ 1 (การทดสอบประเภทที่ 7)
		ผู้ใช้กลุ่มที่ 2 (การทดสอบประเภทที่ 6)	ผู้ใช้กลุ่มที่ 2 (การทดสอบประเภทที่ 8)

3. การวิเคราะห์และการแปลงผลข้อมูลการทดสอบ

ในการทดสอบความเข้าใจในข้อมูลของผู้ใช้หรือการสื่อความหมายของข้อมูล โดยให้ผู้ใช้เป็นผู้กรอรายละเอียดของข้อมูลเทียบกับเฉลยที่ปิดไว้ หากคำตอบตรงกับเฉลยมากกว่าร้อยละ 80 จะถือว่าผู้ใช้ตอบได้ถูกต้อง โดยมีเกณฑ์การแปลงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4

การแปลงผลการทดสอบ

จำนวนชุดของข้อมูลแต่ละประเภทที่ผู้บอกรับตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง	การแปลงผล
น้อยกว่าร้อยละ 40	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบไม่สามารถสื่อความหมายได้
อยู่ระหว่างร้อยละ 40 - 49	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบสามารถสื่อความหมายได้น้อย
อยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 69	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบสามารถสื่อความหมายได้พอใช้
อยู่ระหว่างร้อยละ 70 - 79	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบสามารถสื่อความหมายได้ดี
มากกว่าร้อยละ 80	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบสามารถสื่อความหมายได้ดีมาก

สำหรับแบบสอบถามความง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้งานและความยืดหยุ่นของหัวข้อต่อการใช้งานร่วมกับอักขระตัวแทนเมื่อข้อมูลถูกกำหนดให้อยู่ภายใต้หลักการเอนิที่เอนิและรูปแบบเจสัน ได้ถูกออกแบบให้ใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท (Likert scale) 5 ระดับ โดยแปลงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5

การแปลผลแบบสอบถาม

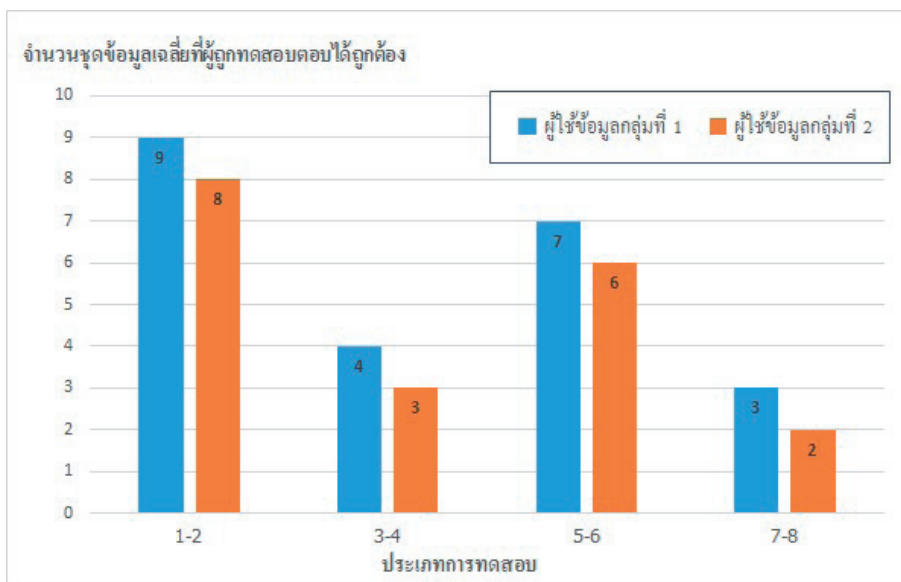
คะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถาม	การแปลผล
1.00 – 1.49	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบไม่สามารถนำไปใช้งานได้
1.50 - 2.49	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบนำไปใช้งานได้ยาก
2.50 - 3.49	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบนำไปใช้งานได้ปานกลาง
3.50 - 4.49	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบนำไปใช้งานได้ง่าย
4.5 - 5.0	ชุดข้อมูลในรูปแบบที่ทดสอบนำไปใช้งานได้ง่ายมาก

ผลการวิจัย

หลังจากดำเนินการวิจัยดังที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า ผู้วิจัยได้แบ่งผลของการวิจัยออกเป็นสองส่วนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการทดสอบการสื่อความหมายของข้อมูล (วิเคราะห์จากผลการทดสอบ)

2. ผลการสำรวจความง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้งานต่อและความยืดหยุ่นของหัวข้อที่อยู่ภายใต้หลักการเอ็นทีเอ็นซีต่อการใช้งานร่วมกับอักขระตัวแทน (วิเคราะห์จากผลของแบบสอบถาม) โดยผลการทดสอบการสื่อความหมายของข้อมูลเป็นดังภาพที่ 3 ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 8 ประเภท ดังที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3 โดยสามารถแสดงเป็นผลรวมของการตอบแบบทดสอบจากกลุ่มผู้ใช้ข้อมูลทั้งสองกลุ่มได้ดังตารางที่ 6 ขณะที่ผลการสำรวจความง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้งานต่อและความยืดหยุ่นของหัวข้อที่อยู่ภายใต้หลักการเอ็นทีเอ็นซีต่อการใช้งานร่วมกับอักขระตัวแทน ได้ว่ากลุ่มผู้ใช้ข้อมูลให้ผลคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.60 จาก คะแนนเต็ม 5.00 คะแนน ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50



ภาพที่ 3: ผลการทดสอบการสื่อความหมายของชุดข้อมูล

ตารางที่ 6

ผลรวมของจำนวนแบบทดสอบที่ผู้ถูกทดสอบกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตอบได้ถูกต้อง

		หัวข้อ	
		อยู่ภายใต้หลักการเอมทีเอ็นซี	ไม่อยู่ภายใต้หลักการใดๆ
ข้อความ	อยู่ในรูปแบบเจสัน	17 จาก 20 (คิดเป็นร้อยละ 85)	7 จาก 20 (คิดเป็นร้อยละ 35)
	ไม่อยู่ในรูปแบบเจสัน	14 จาก 20 (คิดเป็นร้อยละ 70)	5 จาก 20 (คิดเป็นร้อยละ 25)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยดังภาพที่ 3 และตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลที่มีหัวข้ออยู่ภายใต้หลักการเอมทีเอ็นซีและมีข้อความอยู่ในรูปแบบเจสัน (การทดสอบประเภทที่ 1 และ 2) สามารถแสดงความหมายของข้อมูลให้ผู้เข้าใจได้ในระดับดีมาก ซึ่งอัตราการตอบถูกสูงถึงร้อยละ 85 อีกทั้งมีความคิดเห็นของผู้ใช้ต่อความง่ายในการนำข้อมูลไปใช้งานและบอกรับข้อมูลร่วมกับการใช้อักษรตัวแทนในระดับง่ายมาก โดยมีข้อสังเกตคือจากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าผู้ใช้ข้อมูลทั้งสองกลุ่มสามารถเข้าใจความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูลได้ใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับที่สูง แม้ว่ากลุ่มผู้ใช้ข้อมูลกลุ่มที่สองไม่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับหลักการเอมทีเอ็นซีและเจสัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้หลักการเอมทีเอ็นซีร่วมกับเจสันช่วยเพิ่มการสื่อความหมายของข้อมูลได้ถึงแม้ผู้ตอบไม่เคยทราบหลักการการกำหนดรูปแบบของหัวข้อและข้อความใดๆ มาก่อนสำหรับข้อมูลที่มีหัวข้ออยู่ภายใต้หลักการเอมทีเอ็นซีแต่ข้อความไม่ขึ้นกับหลักการใดๆ (การทดสอบประเภทที่ 5 และ 6) ยังคงแสดงความหมายของข้อมูลให้ผู้เข้าใจได้ในระดับดี ซึ่งยังคง มีระดับมากกว่าชุดข้อมูลที่หัวข้อและข้อความไม่ต้องอยู่บนหลักการใดๆ และจากการที่การทดสอบประเภทที่ 3, 4, 7 และ 8 ซึ่งเป็นการทดสอบที่หัวข้อไม่อยู่ภายใต้หลักการเอมทีเอ็นซี ได้คะแนนที่ต่ำกว่าการทดสอบที่เหลือ แสดงให้เห็นว่าหลักการเอมทีเอ็นซีมีน้ำหนักต่อการเข้าใจความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูลในระดับค่อนข้างมาก จากการทดสอบทั้งหมดจึงแสดงให้เห็นว่าการใช้หลักการเอมทีเอ็นซีร่วมกับการกำหนดรูปแบบข้อความให้เป็นแบบเจสันช่วยเพิ่มความสามารถในการแสดงความหมายของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญ เหตุผลเนื่องมาจากหลักการเอมทีเอ็นซีกำหนดให้ผู้เผยแพร่ต้องระบุหัวข้อที่ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของข้อมูล แหล่งกำเนิดของข้อมูล รวมทั้งผู้เป็นเจ้าของข้อมูล ซึ่งเพียงพอต่อการนำข้อมูลไปใช้งานในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือระบบอัจฉริยะต่างๆ และด้วยความสามารถในการแสดงความหมายและวัตถุประสงค์ของข้อมูล ของหัวข้อที่อยู่ภายใต้หลักการเอมทีเอ็นซีนี้นี้จึงทำให้ผู้ตอบสามารถบอกรับข้อมูลร่วมกับอักษรตัวแทนได้โดยง่ายและเกิดความผิดพลาดน้อย จึงส่งผลให้ผลสำรวจความยาก-ง่ายต่อการบอกรับข้อมูลร่วมกับอักษรตัวแทนจากข้อมูลที่ตั้งอยู่บนหลักการที่น่าเสนอ ได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึง 4.60 จาก คะแนนเต็ม 5.00 คะแนน ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50



สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการสื่อความหมายและการใช้งานข้อมูลสาธารณะที่เผยแพร่ผ่านโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีที่หัวข้ออยู่ภายใต้หลักการเอ็มทีเอ็นซีและข้อความอยู่ภายใต้รูปแบบเจสัน ผลการวิจัยพบว่า ชุดข้อมูลที่มีหัวข้อและข้อความอยู่ภายใต้หลักการดังกล่าว สามารถสื่อความหมายให้ผู้ใช้อ้างอิงถึงรายละเอียดของข้อมูลอยู่ในระดับดีมากและง่ายต่อการบอกรับข้อมูลร่วมกับอักขระตัวแทน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 4.60 จาก คะแนนเต็ม 5.00 คะแนน ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 โดยต่างจากชุดข้อมูลที่มีหัวข้อและข้อความไม่อยู่ภายใต้หลักการใดๆ ที่สื่อความหมายได้น้อยสำหรับงานวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยเห็นว่าควรเปรียบเทียบหลักการที่นำเสนอกับมาตรฐานของข้อความที่อยู่ในรูปแบบอื่น เช่น ข้อความที่อยู่ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล ทั้งในด้านการสื่อความหมาย ขนาดความรวดเร็วในการสื่อสารและการใช้ทรัพยากรเป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนจากหน่วยวิจัยนวัตกรรมดิจิทัลอัจฉริยะ คณะวิทยาศาสตร์และสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Derhamy, H. ; Eliasson, J. ; Delsing, J. & Priller, P. (2015). A survey of commercial frameworks for the Internet of Things. In **Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA)**, 2015 IEEE 20th Conference on (pp. 1-8). IEEE.
- Hantrakul, K. ; Sitti, S. & Tantitharanukul, N. (2017). Parking lot guidance software based on MQTT Protocol. In **Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)**. International Conference on (pp. 75-78). IEEE.
- ISO/IEC20922:2016. (2016). **Information technology – Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) v3.1.1**.
- Lin, B. ; Chen, Y. ; Chen, X. & Yu, Y. (2012, August). Comparison between JSON and XML in applications based on AJAX. In **Computer Science & Service System (CSSS)**, 2012 International Conference on (pp. 1174-1177). IEEE.
- MQTT. (Maejo University) (n.d.) Online accessed 10-Jan-2017. Retrieved June, n.d. , from , <http://mqtt.org>.
- Osathanunkul, K. ; Hantrakul, K. ; Pramokchon, P. ; Khoenkaw, P. & Tantitharanukul, N. (2017). Configurable automatic smart urinal flusher based on MQTT protocol. In **Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)**, International Conference on (pp. 58-61). IEEE.



- Tantitharanukul, N. ; Osathanunkul, K. ; Hantrakul, K. ; Pramokchon, P. & Khoenkaw, P. (2016). Mqtt-topic naming criteria of open data for smart cities. In **Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 2016 International** (pp. 1-6). IEEE.
- Tantitharanukul, N. ; Osathanunkul, K. ; Hantrakul, K. ; Pramokchon, P. & Khoenkaw, P. (2017, March). MQTT-Topics Management System for sharing of Open Data. In **Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), International Conference on** (pp. 62-65). IEEE.
- Vermesan, O. & Friess, P. (Eds.). (2014). **Internet of things-from research and innovation to market deployment** (pp. 74-75). Aalborg: River Publishers.
- Xu, Z. & Zhu, J. (2011, December). Research of WebGIS based on HTML5 and JSON. In **Computer Science and Network Technology (ICCSNT)**. (pp. 1714-1717). IEEE.