

การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพประสิทธิผลอุปกรณ์ IoT

เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล*

A Development and Evaluation of Efficiency/Effectiveness of an IoT Device
for Communicating between Bed-sick Elderly Patients and Caregivers

วงศ์พัทธ์ วรรณยศ (Vongsapat Wannayos)**

อารีย์รัตน์ สงสกุลวัฒนา (Areerat Songsakulwattana)***

วศิน ชูประยูร (Vasin Chooprayoon)****

*วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต

**นักศึกษาปริญญาโท, หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต email: vongsapat.w59@rsu.ac.th

***อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต. E-mail: areerat.s@rsu.ac.th

****ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ผู้อำนวยการหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต. E-mail: vasin@rsu.ac.th

ได้รับบทความ: 5 พ.ค. 63/ แก้ไขปรับปรุง: 25 มี.ค. 64 / อนุมัติให้ตีพิมพ์: 27 เม.ย. 64 / เผยแพร่ออนไลน์: 27 มิ.ย. 64

DOI:

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล และ 2) ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT

ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายที่เป็นผู้ทดลองใช้อุปกรณ์ ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุที่เป็นผู้ป่วยติดเตียงและผู้ดูแลที่มีถิ่นพำนักในเขตอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก จำนวนกลุ่มละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 60 คน ผู้วิจัยใช้ Arduino Software (IDE) Version 1.8.5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาอุปกรณ์ จากนั้นนำอุปกรณ์ไปทดลองใช้กับผู้สูงอายุป่วยติดเตียงและผู้ดูแล และใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ ผลการวิจัยทำให้ได้อุปกรณ์ IoT ที่ปฏิบัติงานได้ตามวัตถุประสงค์ เมื่อนำไปทดลองใช้พบว่า ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ส่งผลต่อระดับประสิทธิผลจากการใช้งาน โดยที่ผู้ป่วยสูงอายุติดเตียงเห็นว่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ส่งผลต่อปมกดบนอุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับผู้ดูแลได้ตามต้องการทุกประการ ขณะเดียวกันผู้ดูแลเห็นว่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ส่งผลต่อขีดความสามารถของอุปกรณ์ในการสื่อสารกับผู้สูงอายุติดเตียงได้ตลอด 7 วัน / 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เป็นเพราะประสิทธิภาพในแต่ละด้านของผู้ทดลองทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงให้ความสำคัญกับความสามารถในการสื่อสารกับผู้ดูแลภายหลังกดปุ่ม ในขณะที่ผู้ดูแลให้ความสำคัญกับการได้รับสัญญาณผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทันทีที่ผู้สูงอายุกดปุ่ม ผลจากการทดสอบสมมติฐานทำให้ได้ตัวแบบอิทธิพลของประสิทธิภาพต่อประสิทธิผลจำนวน 2 ตัวแบบ

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อุปกรณ์ไอโอทีสำหรับผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไอโอที ประสิทธิผลของอุปกรณ์ไอโอที

Abstract

The objectives of this research are to) analyze, design, and develop an IoT device for communicating between bed-sick elderly patients and caregivers, and 2) evaluate the efficiency and effectiveness of the device. The 60 research samples 30 bed bound elderly patients and 30 caregivers living in Phrom Phiram district, Phitsanulok province, Thailand used the device then evaluated the device efficiency and effectiveness. Arduino Software (IDE) Version 1.8.5 was

used as a device development tool. The structural interviewing questionnaires were used for gathering data on the efficiency and effectiveness of the device from the samples. The results of the research provided the IoT device which are available as intended. After the device had been on trial, found that the efficiency influences the effectiveness. The bed bound elderly patients pointed out that the effectiveness of the device influences the keypad on the device which they are able to communicate with caregivers in all aspects. Meanwhile, the caregivers pointed out that efficiency influences the ability of the device in terms of 7/24 communication with the patients. The hypothesis testing resulted in 2 models of influence of effectiveness on effectiveness.

Keywords: Internet of Thing (IoT), IoT for Bed Bound Elderly Patients, IoT Efficiency, IoT Effectiveness

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการคาดคะเนบนฐานประชากร 66 ล้านคนในปี พ.ศ.2563 (ไม่รวมแรงงานข้ามชาติ) พบว่ามีผู้สูงอายุ จำนวน 11.6 ล้านคน (ร้อยละ 17) และในอีก 4 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2565) ประเทศไทยจะมีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะก้าวเข้าสู่สังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ เป็นจำนวนถึง 20 ล้านคน (สุเมธ ตันติเวชกุล, 2561). สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (2563) ได้ให้หลักประกันด้านบริการการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบองค์รวมโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะการดูแลผู้สูงอายุระยะยาวที่มีภาวะพึ่งพิง และมีกองทุนสุขภาพท้องถิ่น สุเมธ ตันติเวชกุล, (2561) ประมวลภาพให้เห็นว่ากระทรวงสาธารณสุข สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช) และ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ร่วมกันจัดให้มีผู้จัดการดูแลผู้สูงอายุ (Care manager) และผู้ดูแลผู้สูงอายุ (Caregiver) มีโครงการฝึกอบรมประชาชนในชุมชนให้ทำหน้าที่เป็นอาสาสมัครดูแลผู้สูงอายุที่บ้าน อาสาสมัครเหล่านี้ทำหน้าที่เยี่ยมเยียนผู้สูงอายุในชุมชนอย่างสม่ำเสมอ สุเมธ ตันติเวชกุล (2561) ชี้ให้เห็นว่าระบบบริหารโรงพยาบาลและระบบบริการสาธารณสุขยัง

ไม่สามารถตอบสนองของความต้องการบริการพื้นฐานของผู้สูงอายุได้ทั้งในมิติการส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค การรักษา และการฟื้นฟูสภาพ และพบว่าผู้สูงอายุป่วยติดเตียงพักฟื้นที่บ้านได้รับการดูแลโดยลำพังจากญาติเท่านั้น การดูแลที่บ้านเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลกับบ้านอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงไปชุมชน ซึ่งต้องการการมีส่วนร่วมจากผู้ที่เกี่ยวข้อง

อนันต์ อนันตกุล. (ม.ป.ป.) ได้ชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญภายใต้นโยบายประเทศไทย 4.0 ที่รัฐบาลให้ความสำคัญ คือการวางเป้าหมายที่จะสร้างความมั่นคงให้ป็นสังคมผู้สูงอายุที่มีพลัง ประกอบด้วย 7 มิติ คือ สุขภาพ ที่อยู่อาศัย การออม นวัตกรรม สภาพแวดล้อมปลอดภัย และความมั่นคง เมื่อพิจารณาไปที่มิตินวัตกรรม รัฐบาลมุ่งเน้นให้มีการพัฒนาและสร้างสรรค์ตลาดนวัตกรรมสำหรับผู้สูงอายุ ประกอบกับปัจจุบันนวัตกรรมอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (Internet of Thing) หรือ IoT เป็นนวัตกรรมที่มีผู้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะ IoT ด้านสาธารณสุข Pham, Mengistu, Do and Sheng (2017) ชี้ว่าสภาพแวดล้อมในบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) จะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้อยู่อาศัยอย่างเพียงพอ ซึ่งจะช่วยให้การตรวจสอบสุขภาพมีความแม่นยำมากกว่าการใช้สัญญาณทางสรีรวิทยา นอกจากนี้ Atzori, Lera, and Morabito (2010) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับ IoT ไว้เป็นเบื้องต้นว่า เป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในสถานการณ์ของการสื่อสารไร้สายทันสมัย แนวคิดพื้นฐานของ IoT คือการพัฒนาและแพร่กระจายของสิ่งต่างๆ อาทิ เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี หรือย่อมาจาก Radio Frequency Identification, เซ็นเซอร์, หัวขับ/วาล์ว (Valve Actuator), โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ ซึ่งสามารถมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและประสานร่วมมือกับนวัตกรรมเพื่อนบ้านอื่นๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

ตามนัยสำคัญที่กล่าวแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงประสงค์ที่จะพัฒนาอุปกรณ์ในรูปแบบอุปกรณ์ IoT เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียง และผู้มทลองใช้ในเขตพื้นที่ชุมชนบ้านคลองตาล ตำบลหนองแรม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นชุมชนที่มีจำนวนผู้สูงอายุ 17,676 คน ผู้มีผู้สูงอายุป่วยติดเตียง จำนวน 603 คน (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2562) จากการศึกษาในเขตพื้นที่นี้ของธนิดา ปานอยู่ (2560) พบว่า ผู้สูงอายุที่นอนติดบ้าน/ติดเตียงป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ประสบกับปัญหาการช่วยเหลือตัวเองในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน การรับประทานยา บางครั้งเรื้อนผู้สูงอายุอยู่บ้านตาม

ลำพังเนื่องจากญาติต้องไปทำงานนอกบ้าน การติดตามเยี่ยมบ้านผู้สูงอายุของโรงพยาบาลยังทำได้ไม่ครอบคลุม ขาดความต่อเนื่อง ขาดการดูแลแบบองค์รวมที่มีรูปแบบชัดเจน

จากการสัมภาษณ์นักวิชาการ (ธนิดา ปานอยู่, สัมภาษณ์) พบว่ามีการจำแนกกลุ่มผู้สูงอายุ ออกเป็น 3 กลุ่มคือ ก) กลุ่มติดสังคม ข) กลุ่มติดบ้าน และ ค) กลุ่มติดเตียง กลุ่ม ค เป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่นอนติดเตียงแต่สามารถเคลื่อนไหวมือเพื่อสื่อสารกับผู้ดูแลหรือญาติ ดังนั้น กลุ่ม ค จึงเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยประสงค์จะพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อให้เป็นอุปกรณ์ผู้ช่วยในการสื่อสารของผู้ป่วยกลุ่มดังกล่าวกับผู้ดูแล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล และ 2) ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT

ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ ผู้วิจัยกำหนดฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ไว้ ดังนี้

1.1 แจ้งเตือนผู้ดูแลและ/หรือญาติผ่านลำโพงในอุปกรณ์ และลำโพงภายนอก

1.2 สัญญาณจะถูกส่งไปยัง Line Notify (การแจ้งเตือนสถานการณ์ผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ของกลุ่มผู้ช่วยเหลือผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพิง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลองตาลและ/หรือโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในชุมชนใกล้เคียง เพื่อประเมินสถานการณ์ว่าจะส่งบุคลากรทางการแพทย์หรือติดต่อสมาชิกในครอบครัว)

1.3 ข้อมูลแจ้งเตือน ประกอบด้วย ข้อมูล ชื่อ-สกุล ผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และข้อความขอความช่วยเหลือ เพื่อให้สามารถติดตามตำแหน่งที่ตั้งปัจจุบันและเร่งรัดช่วยเหลือฉุกเฉินส่วนบุคคล

1.4 ปุ่มฟังก์ชันการแจ้งเตือนใช้แบบกดปุ่มเพื่อขอความช่วยเหลือ ที่มีรูปแบบการใช้งานแบบปุ่มกดสี่เหลี่ยม 3 ปุ่ม คือ ก) ปุ่มสีเขียว ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงใช้สื่อสารกับผู้ดูแล มี 3 ฟังก์ชันการทำงานคือ 1) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งหมายถึง ต้องการรับประทานอาหาร 2) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง จากนั้นกดปุ่มสีเหลือง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการใช้ห้องสุขา และ 3) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง จากนั้นกดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการอาบน้ำ ข) ปุ่มสีเหลือง หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกผู้ดูแล และ ค) ปุ่มสีแดง หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกเจ้าหน้าที่สาธารณสุขชุมชน

2) ขอบเขตการพัฒนาอุปกรณ์

2.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาอุปกรณ์ได้แก่ Arduino Software (IDE) Version 1.8.5, Python 3.7.7

2.2 ลักษณะทางกายของอุปกรณ์ เป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 150 มิลลิเมตร มีปุ่มกดนูน 3 ปุ่มคือ

2.2.1) ปุ่มสีเขียว หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงใช้สื่อสารกับผู้ดูแล มี 3 ฟังก์ชันการใช้งานคือ

- 1) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการรับประทานอาหาร
- 2) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง จากนั้นกดปุ่มสีเหลือง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการใช้ห้องสุขา
- 3) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้ง จากนั้นกดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการอาบน้ำ

2.2.2) ปุ่มสีเหลือง หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกผู้ดูแล

2.2.3) ปุ่มสีแดง หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกเจ้าหน้าที่สาธารณสุขชุมชน

3) ขอบเขตด้านประชากรเป้าหมายที่เป็นผู้ทดลองใช้อุปกรณ์ ได้แก่ ผู้สูงอายุที่ป่วยติดเตียงในเขตอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน และผู้ดูแลผู้สูงอายุป่วยติดเตียงในเขต อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน

4) ขอบเขตด้านการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์

ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการประเมินของ Kim (2016) จากงานวิจัยเรื่อง A Quality Model for Evaluating IoT Applications

แนวคิด ทฤษฎี และนวัตกรรมที่เกี่ยวข้อง

1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้สูงอายุในจังหวัดพิษณุโลก

สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก (2562) ชี้ให้เห็นว่าผู้สูงอายุในจังหวัดพิษณุโลกในช่วง พ.ศ.2556 – 2561 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลปี พ.ศ.2556 มีจำนวนผู้สูงอายุ 124,906 คน และ พ.ศ. 2561 มีจำนวน 152,935 คน เพิ่มขึ้นร้อยละ 22.44 เมื่อแบ่งผู้สูงอายุออกเป็น 3 กลุ่ม ตามช่วงวัย พบว่าใน พ.ศ.2561 มีผู้สูงอายุวัยต้น (อายุ 60-69 ปี) ถึงร้อยละ 57.6 รองลงมาคือผู้สูงอายุวัยกลางที่มีอายุในช่วง 70-79 ปี (ร้อยละ 27.8) และผู้สูงอายุวัยปลายอายุ 80 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 14.6) ในเขตอำเภอพรหมพิราม มีจำนวนผู้สูงอายุ 17,676 คน มีสัดส่วนเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ต่อจำนวนผู้สูงอายุ จำนวนแพทย์ 1 คน ต่อจำนวนผู้สูงอายุ 1,040 คน จำนวนทันตแพทย์ 1 คน ต่อจำนวนผู้สูงอายุ 2,946 คน จำนวนเภสัชกร 1 คน ต่อจำนวนผู้สูงอายุ 2,946 คน จำนวนพยาบาลวิชาชีพ 1 คน ต่อจำนวนผู้สูงอายุ 327 คน อีกทั้งข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์จังหวัดพิษณุโลก และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก ในปี พ.ศ.2561 ระบุว่าผู้สูงอายุที่ประสบปัญหาติดเตียง ในเขตอำเภอนี้มีจำนวน 603 คน

2) แนวคิดเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ในปี ค.ศ.1999 Kevin Ashton (2009) นักวิจัยของ Massachusetts Institute of Technology (MIT) ได้รับเชิญบรรยายที่บริษัท Procter & Gamble (P&G) โดยนำเสนอโครงการ Auto-ID Centre ซึ่งเป็นโครงการต่อยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ซึ่งในขณะนั้นถือว่าเป็นเทคโนโลยีมาตรฐานโลกใช้จับสัญญาณเซ็นเซอร์ต่างๆ (RFID Sensors) อุปกรณ์เซ็นเซอร์เหล่านั้นสามารถเชื่อมต่อกันได้ผ่านระบบ Auto-ID การบรรยายในครั้งนี้ Ashton (2009) ได้ใช้คำว่า Internet of Things เป็นครั้งแรกในโลก โดยอธิบายว่าหากคอมพิวเตอร์ทุกอย่างที่ติดอยู่กับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมมาได้โดยไม่ต้องมีความช่วยเหลือใดๆ จากมนุษย์ มนุษย์ก็จะสามารถติดตามและตรวจนับทุกอย่างและลดการสูญเสีย การขาดทุน และค่าใช้จ่าย

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2561) อธิบายว่า IoT คือสภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยสรรพสิ่งใดๆ ที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านเครือข่ายทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยที่สรรพสิ่งต่างๆ มีวิธีการระบุตัวตน รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อม และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกัน ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่อุปกรณ์และบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด/ปิด สวิตซ์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคนหรือไม่มีคนอยู่ อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วย/ผู้สูงอายุและส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียกหน่วยกู้ชีพหรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น

หลักการสำคัญของ IoT คือข้อมูลที่ก่อกำเนิดและไหลเป็นกระแสในสภาพแวดล้อมรอบตัว มีอยู่ในธรรมชาติ ในทุกหนแห่งเป็นจำนวนมหาศาล (Big Analog Data) ในหลากหลายรูปแบบทั้งแสง สี เสียง อุณหภูมิแรงดันไฟฟ้า สัญญาณวิทยุ ความชื้น การสั่นสะเทือน ความเร็วลม การเคลื่อนไหว อัตราเร่ง อนุภาค คลื่นแม่เหล็ก ความดัน เวลาและสถานที่ ฯลฯ ด้วยนวัตกรรมดิจิทัลที่ล้ำสมัย จึงสามารถเชื่อมโยงประสานข้อมูลเหล่านั้นเข้าด้วยกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาผ่านระบบอินเทอร์เน็ตใน 3 รูปแบบคือ 1) IoT สามารถติดตามตรวจสอบ รายงาน นำเสนอข้อมูลต่างๆ อย่างต่อเนื่องในเวลาจริง (Real Time) เช่น การเรียกดูข้อมูลอุณหภูมิ/ความชื้นของห้องการเฝ้าสังเกตเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน สำนักงาน หรือสถานที่ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ ข้อมูลตามเวลาจริงของ IoT เกิดจากอุปกรณ์ตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ รับและส่งกลับข้อมูลมาที่อุปกรณ์สื่อสารโดยตรง 2) ผู้ใช้สามารถบำรุงรักษา อาทิ บันทึกรักษา แก้ไข

ปรับปรุง อัลเกรด 3) IoT สามารถกระตุ้น หรือจูงใจให้เกิดการตัดสินใจหรือปฏิบัติงานได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Bradicich, 2015)

3) นวัตกรรม IoT ที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าในประเทศไทยได้มีนวัตกรรมระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะและ IoT เพื่อสนับสนุนการดูแลผู้สูงอายุและผู้ป่วย พัฒนาโดย ดร.สุรภา เทียมจรัส ด้วยการพัฒนาอุปกรณ์ที่จับและไว้ตามจุดต่างๆ ของร่างกายผู้สูงอายุและผู้ป่วยในโรงพยาบาล เช่น หลังใบหู ฯลฯ จากนั้นระบบจะแจ้งเตือนไปยังจอประมวลผลเพื่อบอกว่าผู้ป่วยกำลังลุกจากเตียง หรือกำลังเดินออกจากห้อง เพื่อให้พยาบาลหรือผู้ดูแลเข้าไปดูแล หรือบางรายที่ต้องระวังแผลกดทับ ผู้ดูแลจะรู้โดยทันทีว่าผู้ป่วยอยู่ในท่าเดิมเป็นเวลานานเท่าใด อุปกรณ์ IoT นี้ได้รับรางวัลนักวิจัยสตรีดีเด่น สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ ในโครงการทุนวิจัยลริอัลประเทศไทย “เพื่อสตรีในงาน วิทยาศาสตร์” ประจำปี 2561 (ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะ นวัตกรรมเพื่อ ‘สังคมผู้สูงอายุ,’ 2561)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมเพิ่มเติมพบว่า ทั่วโลกมีการพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการแพทย์และการสาธารณสุขในหลายรูปแบบ เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิระยะไกลสำหรับการดำเนินการด้านวัคซีน อุปกรณ์ส่งผ่านข้อมูลทางการแพทย์ เซนเซอร์คุณภาพอากาศ อุปกรณ์ติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพของยา อุปกรณ์ตรวจจับข้อมูลสัญญาณชีพ อุปกรณ์ติดตามคุณภาพการนอน เทคโนโลยีเตือนให้เต็มยาในการรักษา สแกนเนอร์ชีวภาพเพื่อการดูแลระยะไกล อุปกรณ์ป้องกันและตรวจสอบการนอนหลับทารก เป็นต้น ตัวอย่างนวัตกรรม IoT ในมิติดังกล่าว อาทิ (Thomas, 2020)

Genesis Touch (GT) พัฒนาโดยบริษัท Honeywell เป็น IoT ที่เชื่อมต่อผู้ป่วยเข้ากับผู้ให้บริการดูแลที่อยู่ห่างไกล ผู้ดูแลจะได้รับข้อมูลชีวภาพที่ส่งผ่านแดชบอร์ดของผู้ป่วย นอกจากนี้ GT ยังสามารถเป็นโฮสต์การเชื่อมต่อชีวิตที่ช่วยให้ผู้ให้บริการดูแลสามารถเข้าถึงสถิติสัญญาณชีพของผู้ป่วยและใช้งานร่วมกับเครื่องวัดความอิมิตัวของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง เครื่องวัดความดันโลหิต และเครื่องมือวัดสุขภาพที่แม่นยำ

R-style Lab พัฒนาระบบ IoT เพื่อการดูแลสุขภาพผ่านบลูทูธ ไร้ไฟ และการเชื่อมต่อในรูปแบบอื่นๆ เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อข้อมูลกับอุปกรณ์ทางการแพทย์ต่างๆ ข้อมูลและสารสนเทศทางการแพทย์จะเก็บรวบรวมด้วยการอ่านเซนเซอร์และใช้วิธีการอื่นๆ ข้อมูล/สารสนเทศนี้สามารถนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ปัญหาสุขภาพและวินิจฉัยอาการตามเวลาจริง

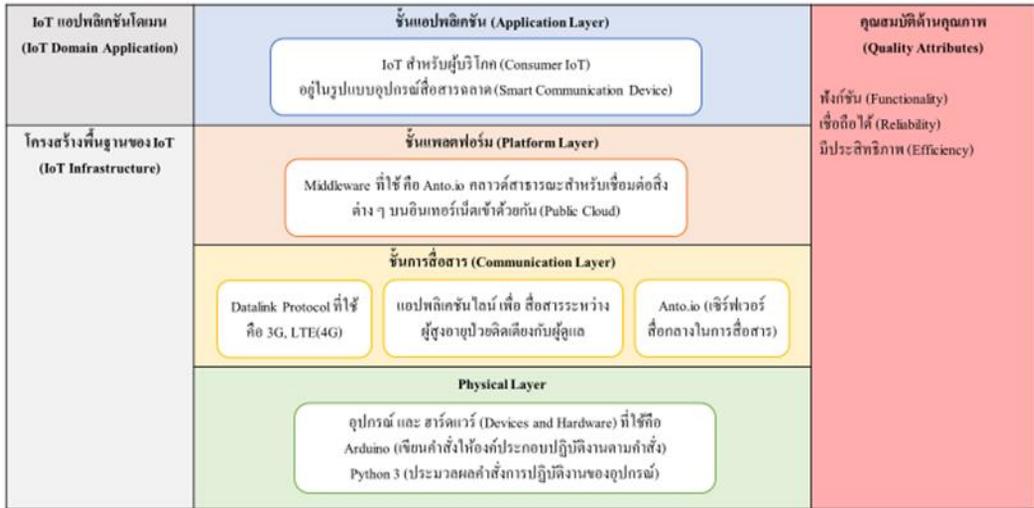
Stanley Healthcare เป็นระบบ IoT ดูแลสุขภาพ อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ป่วยตามเวลาจริงผ่าน RFID ทำให้ผู้ใช้บริการดูแลสุขภาพสามารถตรวจสอบผู้ป่วยได้ง่ายขึ้นตามความต้องการของผู้ป่วยแต่ละราย

QuiO เป็นแพลตฟอร์มคลาวด์เชื่อมต่ออุปกรณ์การรักษอาการป่วยที่สัมพันธ์กับไอศถบ่าบัตรวมทั้งกิจกรรมและสุขอนามัยสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการเรื้อรัง เป็นเครื่องมือ (Tool) สำหรับโทรศัพท์มือถือและเว็บ ช่วยให้ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพและผู้ดูแลมองเห็นแนวโน้มและการตอบสนองต่อข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้ใช้ยังสามารถรับคำแนะนำพิเศษในการจัดการกับอาการของผู้ป่วยและมีโอกาสที่จะเข้าร่วมในการศึกษาวิจัย

AdhereTech คือ IoT ในรูปแบบขวดยาอัจฉริยะ ผู้ป่วยจะได้ขวดยานี้พร้อมยารักษาเฉพาะทาง มีวิธีใช้เหมือนการใช้ขวดยาปกติหากแต่สามารถแจ้งเตือนปริมาณยาที่รับประทานครั้งที่ผู้ป่วยลืมรับประทาน ผ่านทางข้อความหรือโทรศัพท์ นอกจากนี้ยังอำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วยในการเติมยาและประเด็นเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ

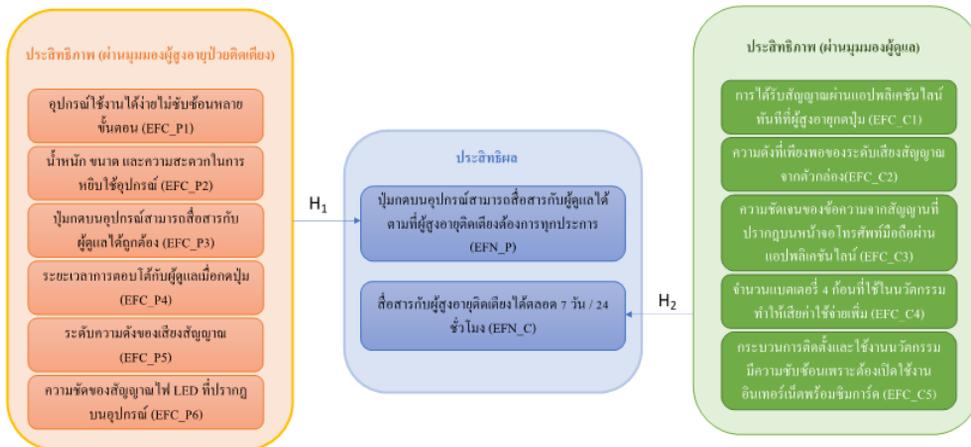
กรอบการวิจัย

กรอบการวิจัยในครั้งนี้มี 2 กรอบ คือ กรอบแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT ซึ่งผู้วิจัยประยุกต์กรอบการพัฒนาอุปกรณ์ IoT ของ Udoh and Kotonya (2018) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุปวดยิตติดเตียงกับผู้ดูแล (ประยุกต์จาก Udoh and Kotonya, 2018)

และกรอบแนวคิดที่ 2 เป็นกรอบการประเมินประสิทธิภาพประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT (ประยุกต์จาก Kim, 2016)

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ IoT ประกอบด้วย 5 กระบวนการ คือ 1) วิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ 2) ศึกษาและออกแบบลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล 3) พัฒนาโมดูลต่างๆ เช่น โมดูลสวิตช์ปุ่มกด และโมดูลโทรศัพท์ GSM ส่งข้อความฉุกเฉินติดต่อกลุ่มผู้ช่วยเหลือผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพิงอย่างเร่งด่วนเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ที่จะส่งทีมแพทย์ลงพื้นที่ 4) นวัตกรรมโมดูลต่างๆ ให้สามารถปฏิบัติงานร่วมกันแบบองค์รวม 5) ทดสอบระบบและกลไกทางเทคนิค

ตอนที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพประสิทธิผลอุปกรณ์ IoT ประกอบด้วย ก) การพัฒนาแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ข) การตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้คะแนนเฉลี่ยความเที่ยงของแบบสัมภาษณ์ทั้งฉบับเท่ากับ .89 แสดงว่าแบบสัมภาษณ์มีความเที่ยงสูง สามารถใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มทดลองได้ ค) การคัดเลือกตัวอย่างกลุ่มทดลอง ซึ่งคัดเลือกเฉพาะครอบครัวผู้สูงอายุป่วยติดเตียงที่สมัครใจเท่านั้น ง) การลงพื้นที่เพื่อการทดลองซึ่งผู้วิจัยได้ยื่นเอกสารแนะนำตัวเป็นทางการพร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งการดำเนินการในด้านเอกสารนี้ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นผู้สอบถามความถูกต้องทางวิชาการ จากนั้นผู้วิจัยได้นำส่งถึงญาติของผู้สูงอายุป่วยติดเตียงและผู้ดูแล รวมทั้งแจ้งไปยังหน่วยงานสาธารณสุขชุมชน และไลน์กลุ่มของเจ้าหน้าที่ดูแลผู้สูงอายุในชุมชนพื้นที่เป้าหมาย เพื่อขอความอนุเคราะห์ กำหนดวันทดลองใช้อุปกรณ์และสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงและผู้ดูแล หลังจากทดลองใช้อุปกรณ์แล้ว 24 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสัมภาษณ์ไม่เกิน 15 นาที อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในครั้งนี้

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ [1] ตัวอุปกรณ์ IoT ที่ผ่านการทดสอบ (Testing) และความพร้อมใช้ (Availability) และ [2] แบบสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ประสิทธิผลของอุปกรณ์ แบบสัมภาษณ์มี 2 ชุดคือ แบบสัมภาษณ์ผู้สูงอายุวัยติดเตียง และแบบสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุ ทั้ง 2 ชุด ประกอบด้วย ข้อคำถาม 2 กลุ่มคำถาม คือ ภูมิหลังของผู้สูงอายุวัยติดเตียงและ/หรือผู้ดูแล และกลุ่มข้อคำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสาร ซึ่งเป็นกลุ่มข้อคำถามที่กลุ่มทดลองเป็นผู้ให้คะแนนตามมาตรวัดแบบ Likert's Scale 5 ระดับคือ มีประสิทธิภาพและ/หรือประสิทธิผล ในระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 อุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุวัยติดเตียงกับผู้ดูแล

ผู้วิจัยได้พัฒนาตามแบบที่กำหนดไว้ทำให้ได้อุปกรณ์ตามรูปลักษณะ ด้านหน้า และกล่องเสียงสัญญาณ ดังนี้



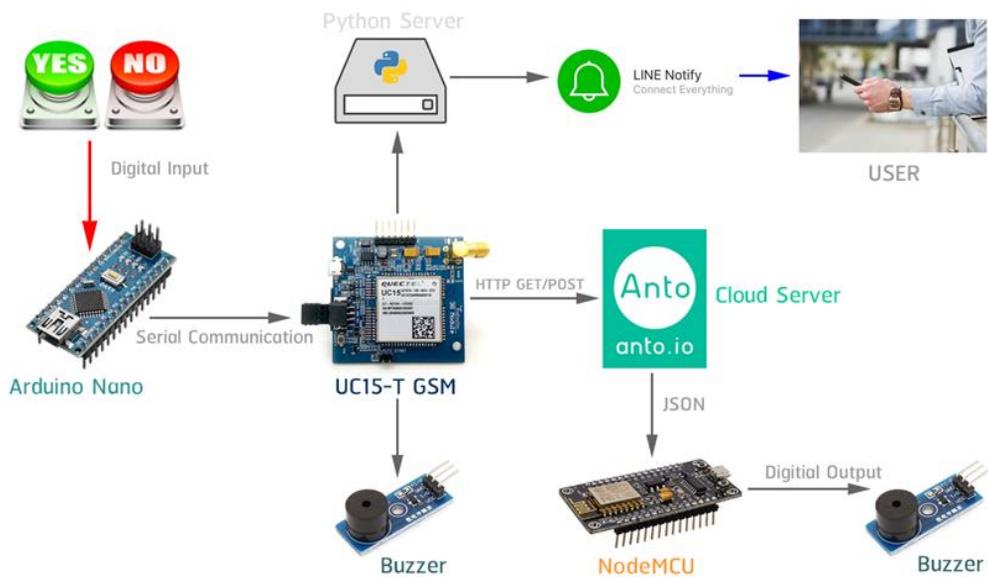
กล่องส่งสัญญาณ และข้อความขอความช่วยเหลือ



กล่องรับสัญญาณเสียงแจ้งเตือน

รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์

จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ พบว่าสามารถปฏิบัติงานได้ครบตามวัตถุประสงค์ คือ สามารถแจ้งเตือนสมาชิกในครอบครัวและผู้ดูแลใน 2 รูปแบบ คือแจ้งเตือนภายในอุปกรณ์ และเสียงจากเครื่องส่งสัญญาณเสียงภายนอกอุปกรณ์ เมื่อระบบแจ้งเตือนผู้สูงอายุป่วยติดเตียงถูกเรียกใช้ การแจ้งเตือนสถานการณ์ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงผ่าน (Line Notify) ไลน์กลุ่มครอบครัวและ/หรือญาติผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ไลน์กลุ่มผู้ช่วยเหลือดูแลผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพิง (Caregivers) และไลน์กลุ่มเจ้าหน้าที่สาธารณสุขโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลองตาล จากนั้นจะมีการประเมินสถานการณ์และจัดหาค่าการทางการแพทย์ หรือติดต่อสมาชิกในครอบครัว ข้อมูลภายในระบบแจ้งเตือนผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ประกอบด้วย ข้อมูล ชื่อ-สกุล ผู้ป่วย ที่อยู่ เบอร์โทรติดต่อกลับ และข้อความขอความช่วยเหลือ เพื่อให้สามารถติดตามตำแหน่งที่ตั้งปัจจุบันและเร่งรัดช่วยเหลือฉุกเฉินส่วนบุคคล ส่วนประกอบสำคัญของระบบแจ้งเตือนผู้สูงอายุป่วยติดเตียงคือ ปุ่มขอความช่วยเหลือ โดยครอบครัวและ/หรือญาติ ผู้ดูแลผู้สูงอายุ และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขชุมชนสามารถเข้าถึงรายชื่อติดต่อฉุกเฉินได้ทันทีเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ป่วยในการเข้าใช้งาน โครงสร้างสถาปัตยกรรมของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล แสดงในรูป 4 ดังนี้



รูปที่ 4 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล

ส่วนที่ 2 การติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแลเบื้องต้น

การใช้งานอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแลนั้น จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์โปรแกรม Python Version 3.7.7 หลังจากนั้น ติดตั้งแอปพลิเคชันไลน์สำหรับอุปกรณ์ (PC, MacOS, Android, IOS) เพื่อสร้างกลุ่ม จากนั้นให้เข้าไปที่ <https://notify-bot.line.me/th/> เพื่อขอ Token สำหรับ LINE Notify จากนั้นนำ Token ที่ได้รับไปใส่ในโค้ดโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้ให้ไว้ (โค้ดโปรแกรมสามารถแก้ไขข้อมูล หรือความต้องการอื่นๆ ของผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้) จากนั้น run โค้ดที่ผู้วิจัยให้ไว้ผ่านโปรแกรม Python โดยที่คอมพิวเตอร์จะต้องปฏิบัติงานตลอดเวลา หากปิดเครื่องคอมพิวเตอร์การทำงานจะไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถรับการแจ้งเตือนจากผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้

ส่วนที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแล มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

ผู้ทดลองใช้อุปกรณ์ทั้งสองกลุ่มประชากร ประกอบด้วย ก) ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงจำนวน 30 คน จำแนกเป็น ชาย 16 คน และเพศหญิง จำนวน 14 คน อยู่ในช่วงอายุ 76 – 83 ปี เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉลี่ยแล้วมีอายุ 75 ปี 8 เดือน สาเหตุของการนอนป่วยติดเตียงคือ อัมพฤกษ์ และ อุบัติเหตุอื่นๆ (หกล้ม อุบัติเหตุทางรถยนต์ ตกบันได ตกต้นไม้ ตกนังร้าน) ระยะเวลาการนอนติดเตียงคือ 4–7 เดือน ข) ผู้ดูแลผู้สูงอายุป่วยติดเตียง จำนวน 30 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (20 คน) ที่เหลือคือเพศชาย ส่วนใหญ่อยู่ช่วงอายุ 42 – 48 ปี อายุเฉลี่ยของผู้ดูแลคือ 46 ปี 2 เดือนมีความสัมพันธ์กับผู้สูงอายุป่วยติดเตียงในฐานะ บุตร เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาคือ หลาน มีระยะเวลาการดูแลผู้สูงอายุป่วยติดเตียงนับจากวันที่เริ่มติดเตียงจนถึงปัจจุบัน

หลังจากทดลองใช้อุปกรณ์แล้ว ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับมาก (\bar{x} =4.75, S.D.=0.36) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า เสียงสัญญาณเมื่อกดปุ่มสี่เหลี่ยมมีระดับความดังที่สามารถส่งถึงผู้ดูแล และผู้ดูแลสามารถเข้ามาพบผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้ตามต้องการ ในระดับมากที่สุด (\bar{x} =4.50, S.D.=0.50) รองลงมาคือ การกดปุ่มสี่เหลี่ยม สีเหลือง และสีแดง สามารถสื่อสารกับผู้ดูแลได้อย่างชัดเจน (\bar{x} =4.37, S.D.=0.56) นอกจากนี้ ภายหลังจากการกดปุ่ม ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงจะได้รับเสียงสัญญาณตอบกลับอย่างรวดเร็วภายในเวลาเฉลี่ย 3.13 วินาที ซึ่งถือว่าเร็ว

นอกจากนี้ ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้ประเมินประสิทธิผลโดยรวมของอุปกรณ์นี้และชี้ว่ามีประสิทธิผลในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.48$, S.D. = 2.30) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปุ่มทั้ง 3 สี ถือว่ามีประสิทธิผลมากที่สุดเนื่องจากสามารถสื่อสารกับผู้ดูแลได้ตามที่ต้องการ ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.73) รองลงมาคือ การได้รับการตอบสนองจากผู้ดูแลภายในเวลาอันรวดเร็วหลังจากการกดปุ่มสัญญาณ ($\bar{x} = 3.77$, S.D. = 0.68) ส่วนข้อที่มีประสิทธิผลน้อยที่สุดคือ ระดับเสียงสัญญาณภายหลังกดปุ่มดังกล่าวจนเกิดเสียงประท้วง และก่อให้เกิดความรำคาญ ($\bar{x} = 2.53$, S.D. = 0.50)

ในส่วนของผู้ดูแลผู้สูงอายุป่วยติดเตียงภายหลังทดลองใช้แล้วเห็นว่าอุปกรณ์นี้มีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับมาก ($\bar{x} = 3.73$, S.D. = 0.32) โดยที่ ระดับเสียงสัญญาณจากตัวกล่องมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.68) กล่าวคือ มีความดังเพียงพอที่จะได้ยิน และทำให้ผู้ดูแลสามารถไปพบผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้ตามที่ผู้ป่วยต้องการ รองลงมาคือ ข้อความจากการกดปุ่มของผู้สูงอายุป่วยติดเตียงที่ปรากฏบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มีความชัดเจนบ่งบอกถึงความต้องการของผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ($\bar{x} = 3.93$, S.D. = 0.78) ส่วนข้อที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือ กระบวนการติดตั้งและใช้งานอุปกรณ์มีความซับซ้อนเพราะต้องเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตพร้อมซิมการ์ด ($\bar{x} = 3.30$, S.D. = 0.47)

นอกจากนี้ ผู้ดูแลได้ประเมินประสิทธิผลหลังจากทดลองใช้อุปกรณ์ดังกล่าว โดยชี้ให้เห็นว่า อุปกรณ์นี้มีประสิทธิผลโดยรวมในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.49$, S.D. = 0.23) และเห็นว่า โดยภาพรวมแล้ว อุปกรณ์นี้มีประโยชน์ และจะแนะนำให้ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงและ/หรือผู้ดูแลท่านอื่น ๆ ได้ติดตั้งและใช้ประโยชน์ในการสื่อสารระหว่างกัน ($\bar{x} = 3.77$, S.D. = 0.43) และเห็นว่าอุปกรณ์นี้ก่อให้เกิดความรู้สึกไว้วางใจว่าผู้สูงอายุป่วยติดเตียงจะไม่อยู่ตามลำพังในกรณีที่ผู้ดูแลไปประกอบภารกิจนอกบ้าน และผู้สูงอายุป่วยติดเตียงสามารถสื่อสารโดยตรงกับผู้ช่วยเหลือดูแลผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพิงใกล้บ้านด้วยการกดปุ่มสีเหลือง หรือ กดปุ่มสีแดงเมื่อต้องการสื่อสารโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ($\bar{x} = 3.70$, S.D. = 0.53) ส่วนข้อที่มีประสิทธิผลน้อยที่สุดคือ อุปกรณ์ดังกล่าวทำให้ผู้ดูแลสามารถสื่อสารกับผู้สูงอายุป่วยติดเตียงได้ตลอดเวลา ($\bar{x} = 3.20$, S.D. = 0.61) และรู้สึกว่าการใช้อินเทอร์เน็ตรายเดือนที่เพิ่มขึ้นเป็นค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อยที่ยอมรับได้ ($\bar{x} = 3.20$, S.D. = 0.55)

ผลการทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Regression) เริ่มจากการตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์ดังกล่าวว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่ ผลการทดสอบปรากฏว่าเป็นไปตามเงื่อนไขทุกประการดังนี้

เงื่อนไข	H ₁	H ₂
1) การตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในของข้อมูล	ค่า Durbin-Watson (d) = 2.491 (เป็นไปตามเงื่อนไข ค่า d อยู่ระหว่าง 1.5-2.5)	ค่า Durbin-Watson (d) = 2.036 (เป็นไปตามเงื่อนไข ค่า d อยู่ระหว่าง 1.5-2.5)
2) การตรวจสอบสภาวะร่วมเพื่อทดสอบความสัมพันธ์กันของตัวแปรพยากรณ์	ค่า Eigenvalue อยู่ระหว่าง .003 - .05 ซึ่งไม่เกิน 10 (เป็นไปตามเงื่อนไข)	ค่า Eigenvalue อยู่ระหว่าง .007 - .531 ซึ่งไม่เกิน 10 (เป็นไปตามเงื่อนไข)
3) การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Residual) = .000 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง หรือเท่ากับศูนย์	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Residual) = .000 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง หรือเท่ากับศูนย์
4) การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์	ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์มีการแจกแจงแบบปกติ กล่าวคือ ค่าความน่าจะเป็น (Normal Probability) เรียงตัวตามแนวเส้นตรงที่ลากทแยง	ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์มีการแจกแจงแบบปกติ กล่าวคือ ค่าความน่าจะเป็น (Normal Probability) เรียงตัวตามแนวเส้นตรงที่ลากทแยง
5) การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ว่ามีความแปรปรวนคงที่	ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ กล่าวคือการกระจายของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์อยู่ได้และ	ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ กล่าวคือการกระจายของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์อยู่ได้และ

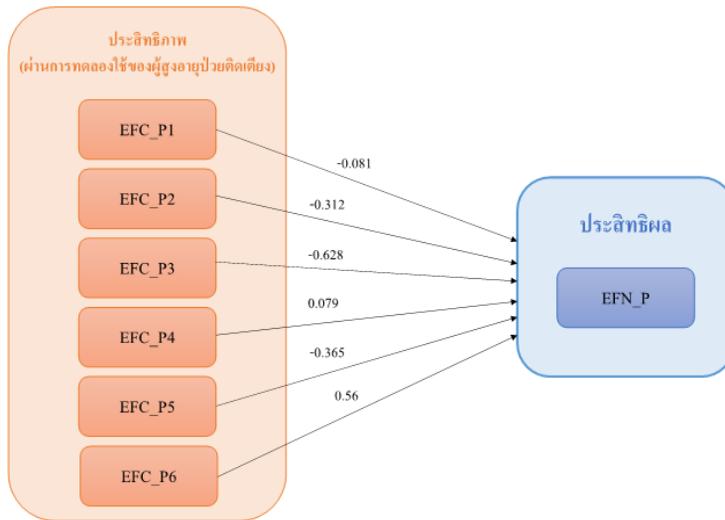
เงื่อนไข	H ₁	H ₂
	อยู่เหนือระดับ 0.0 โดยมีพื้นที่ ใกล้เคียงกัน และเป็นแนว สี่เหลี่ยมผืนผ้า	อยู่เหนือระดับ 0.0 โดยมีพื้นที่ ใกล้เคียงกัน และเป็นแนว สี่เหลี่ยมผืนผ้า

ผลการทดสอบสมมุติฐานพบว่า เป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด กล่าวคือ ปัจจัยด้านประสิทธิภาพ ทั้ง 6 ด้าน มีความสัมพันธ์กับประสิทธิผลของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุติดเตียงกับผู้ดูแล มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) เป็น .421 สามารถพยากรณ์ประสิทธิผลของนวัตกรรม IoT ได้ร้อยละ 42.1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value = .035) โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± .62 เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิสหสัมพันธ์ลดของตัวแปรพยากรณ์ว่า ปัจจัยด้าน ปุ่มกดบนอุปกรณ์ สามารถสื่อสารกับผู้ดูแลได้ถูกต้อง (EFC_P3) และความชัดของสัญญาณไฟ LED ที่ปรากฏบนอุปกรณ์ (EFC_P6) สามารถพยากรณ์ประสิทธิผลของนวัตกรรม IoT ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 (p-value = .023 และ .013 ตามลำดับ) สมการพยากรณ์ประสิทธิผลของนวัตกรรม IoT เมื่อนำเข้ารูปสมการในรูปคะแนนดิบเป็นดังนี้

$$EFN_P = 7.479 - .081(EFC_P1) - .312(EFC_P2) - .625(EFC_P3) + .79(EFC_P4) - .365(EFC_P5) + .560(EFC_P6) \dots\dots\dots(1)$$

จากสมการที่ 1 อธิบายได้ว่า เมื่อปัจจัยทั้ง 6 ด้าน มีค่าเป็น 0 ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือเท่ากับ 7.479 ปัจจัยด้านปุ่มกดบนอุปกรณ์สามารถสื่อสารกับผู้ดูแลได้ถูกต้อง (EFC_P3) มีค่าเท่ากับ -.625 หมายความว่าเมื่อปัจจัยดังกล่าวลดลง 1 หน่วย ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะลดลง .625 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยด้านความชัดของสัญญาณไฟ LED ที่ปรากฏบนอุปกรณ์ (EFC_P6) มีค่าเท่ากับ .560 หมายความว่า เมื่อปัจจัยนี้เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะเพิ่มขึ้น .560 หน่วย

จากการทดสอบสมมติฐาน H₁ สรุปเป็นตัวแทนตามรูปที่ 4



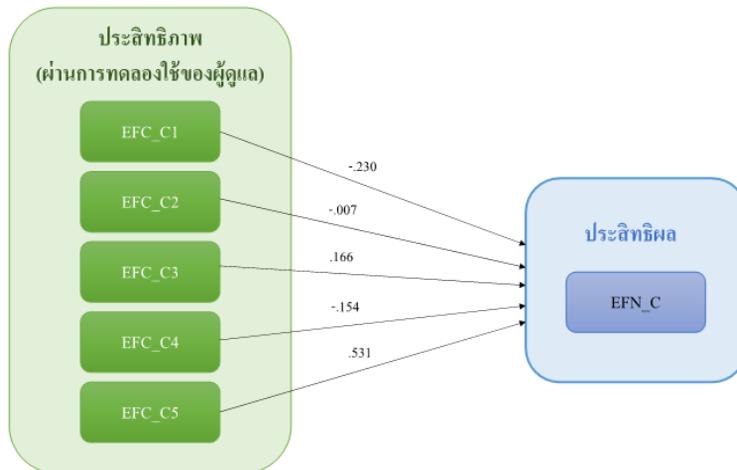
รูปที่ 5 ตัวแบบอิทธิพลของประสิทธิภาพของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุวัยติดเตียงกับผู้ดูแล (ผ่านการทดลองใช้ของผู้สูงอายุวัยติดเตียง) ต่อประสิทธิผลที่เกิดขึ้นหลังการทดลองใช้

ผลการทดสอบสมมติฐาน H₂ พบว่า ปัจจัยด้านประสิทธิภาพทั้ง 5 ด้าน มีความสัมพันธ์กับ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุวัยติดเตียงกับผู้ดูแล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) เป็น .453 สามารถพยากรณ์ประสิทธิผลของนวัตกรรม IoT ได้ร้อยละ 45.3 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value = .009) โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± .44 เมื่อพิจารณาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ พบว่าปัจจัยด้านการได้รับสัญญาณผ่านแอปพลิเคชัน ไลน์ทันทีที่ผู้สูงอายุกดปุ่ม (EFC_C1) และ กระบวนการติดตั้งและใช้งานนวัตกรรมมีความซับซ้อนเพราะ ต้องเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตพร้อมซิมการ์ด (EFC_C5) สามารถพยากรณ์ประสิทธิผลของนวัตกรรม IoT ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 (p-value = .056 และ .015 ตามลำดับ) สมการพยากรณ์ประสิทธิผล ของนวัตกรรม IoT เมื่อนำเข้ารูปสมการในรูปคะแนนดิบเป็นดังนี้

$$\widehat{EFN_C} = 2.695 - .230(EFC_C1) - .007(EFC_C2) + .166(EFC_C3) - .154(EFC_C4) + .531(EFC_C5) \dots\dots\dots(2)$$

จากสมการที่ 2 อธิบายได้ว่า เมื่อปัจจัยทั้ง 5 ด้าน มีค่าเป็น 0 ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะ มีค่าเพิ่มขึ้นหรือเท่ากับ 2.695 ปัจจัยด้านการได้รับสัญญาณผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทันทีที่ผู้สูงอายุกดปุ่ม (EFC_C1) มีค่าเท่ากับ -.230 หมายความว่า เมื่อปัจจัยดังกล่าวลดลง 1 หน่วย ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะลดลง .230 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยด้านกระบวนการติดตั้งและใช้งานนวัตกรรมมีความซับซ้อนเพราะต้องเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตพร้อมซิมการ์ด (EFC_C5) มีค่าเท่ากับ .531 หมายความว่า เมื่อปัจจัยนี้เพิ่มขึ้น 1 หน่วย ประสิทธิภาพของนวัตกรรม IoT จะเพิ่มขึ้น .531 หน่วย

จากการทดสอบสมมุติฐาน H₂ สรุปเป็นตัวเลขตามรูปที่ 5



รูปที่ 6 ตัวแบบอิทธิพลของประสิทธิภาพของอุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียง กับผู้ดูแล(ผ่านการทดลองใช้ของผู้ดูแล) ต่อประสิทธิผลที่เกิดขึ้นหลังการทดลองใช้

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ทำให้ได้อุปกรณ์ IoT เพื่อการสื่อสารระหว่างผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกับผู้ดูแลในลักษณะ กล้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 150 มิลลิเมตร มีรูปแบบการใช้งานแบบปุ่มกดสื่อสาร 3 ปุ่ม คือ ก) ปุ่มสีเขียว ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงใช้สื่อสารกับผู้ดูแล มี 3 ฟังก์ชันการทำงานคือ 1) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งหมายถึง ต้องการรับประทานอาหาร 2) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งจากนั้นกดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการใช้น้ำ และ 3) กดปุ่มสีเขียว 1 ครั้งจากนั้นกดปุ่มสีแดง 1 ครั้ง หมายถึง ต้องการอาบน้ำ ข) ปุ่มสีเหลือง หมายถึง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกผู้ดูแล และ ค) ปุ่มสีแดง ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงกดเรียกเจ้าหน้าที่ สาธารณสุขชุมชน

อุปกรณ์ IoT นี้มีความโดดเด่นแตกต่างจากอุปกรณ์ที่มีการผลิตในลักษณะคล้ายกันก่อนหน้านี้ในหลายมิติ คือ ปุ่มกดที่มีขนาดเล็ก หน้าจอแสดงระดับพลังงานแบตเตอรี่ชัดเจน ระดับเสียงของการแจ้งเตือนเมื่อกดตั้งในระดับไม่สร้างความรำคาญให้ผู้ใช้ อุปกรณ์ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา เชื่อมโยงกับระบบไลน์ของทั้งผู้สูงอายุป่วยติดเตียง ผู้ดูแล และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขใกล้บ้าน

เมื่อได้นำอุปกรณ์ IoT นี้ไปทดลองใช้กับผู้สูงอายุป่วยติดเตียงและผู้ดูแล พบว่า ทั้งสองกลุ่มทดลองมีความเห็นแตกต่างกันเล็กน้อยในระดับประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของอุปกรณ์นี้ กล่าวคือ ผู้ดูแลประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระดับมาก ส่วนผู้สูงอายุติดเตียงประเมินประสิทธิภาพในระดับถึงมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัตถุประสงค์การใช้งานของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน โดยที่ผู้ป่วยสูงอายุติดเตียงมีวัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อบอกการใช้งานของตนเอง ในขณะที่ผู้ดูแลเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ป่วยติดเตียงซึ่งในบางครั้งไม่สามารถทำได้ทันที

จากการทดสอบสมมติฐานจะเห็นว่าทั้งสองกลุ่มทดลองให้น้ำหนักระดับประสิทธิภาพต่อระดับประสิทธิผลแตกต่างกัน โดยที่ ผู้ป่วยสูงอายุติดเตียงเห็นว่าประสิทธิผลของอุปกรณ์นี้ ในส่วนที่เป็นความสามารถในการสื่อสารกับผู้ดูแลได้อย่างตรงตามความต้องการ (EFN_P) เป็นผลมาจาก ประสิทธิภาพทั้ง 6 ด้าน (EFC_P1, EFC_P2, EFC_P3, EFC_P4, EFC_P5, EFC_P6) ในขณะที่ผู้ดูแลเห็นว่า ประสิทธิผลของอุปกรณ์ในด้านการสื่อสารกับผู้สูงอายุติดเตียงได้ตลอด 7 วัน / 24 ชั่วโมง (EFN_C) เป็นผล

มาจากประสิทธิภาพ 5 ด้าน (EFC_P1, EFC_P2, EFC_P3, EFC_P4, EFC_P5) ทั้งนี้เป็นเพราะประสิทธิภาพในแต่ละด้านของผู้ทดลองทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้สูงอายุป่วยติดเตียงให้ความสำคัญกับความสามารถในการสื่อสารกับผู้ดูแลภายหลังกดปุ่ม (EFC_P3) และความชัดของสัญญาณไฟ LED ที่ปรากฏบนอุปกรณ์ (EFC_P6) ในขณะที่ผู้ดูแลให้ความสำคัญกับการได้รับสัญญาณผ่านแอปพลิเคชันไลน์ทันทีที่ผู้สูงอายุกดปุ่ม (EFC_C1) และกระบวนการติดตั้งและใช้งานนวัตกรรมมีความซับซ้อนเพราะต้องเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตพร้อมซิมการ์ด (EFC_C5)

กล่าวโดยสรุป ผลจากการทดสอบสมมุติฐานพบว่าเป็นไปตามที่กำหนดทุกประการ ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยมีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ IoT ดังกล่าว บนพื้นฐานแนวคิดสถาปัตยกรรมเทคโนโลยี IoT (IoT technology architecture) และประยุกต์กรอบแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันของ Udoh and Kotonya (2018) ที่ใช้ Framework DataTweet โดยชั้นเทคโนโลยีประกอบด้วย ชั้นแอปพลิเคชัน ชั้นแพลตฟอร์ม และชั้นการสื่อสาร ภายใต้ลักษณะสำคัญคือ ก) Open – Source APIs สำหรับฟังก์ชันการทำงานทั่วไปของระบบ IoT ข) การบูรณาการข้อมูลส่วนกลางของระบบเน็ตเวิร์ค ค) การทำงานร่วมกันด้วยมาตรฐาน Machine to Machine (M2M) ง) สนับสนุนความปลอดภัยกลไกการออกแบบแอปพลิเคชัน IoT จ) ส่งเสริมการข้ามแอปพลิเคชันโดเมน IoT อีกทั้งมีเครื่องมือที่ช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์นี้สนับสนุนเรื่องการออกแบบ และการดำเนินงาน ตามแนวคิด Udoh and Kotonya (2018) เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

ธนิดา ปานอยู่. (2560). รายงานประจำปีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลองตาล. พิษณุโลก:

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลองตาล.

ธนิดา ปานอยู่. (2562, 12 สิงหาคม). นักวิชาการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลองตาล

[สัมภาษณ์].

- ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะ นวัตกรรมเพื่อ 'สังคมผู้สูงอายุ.' *มติชนรายวัน*. (15 พฤศจิกายน 2561). หน้า 18. สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th/lifestyle/news_1228330.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2561). Internet of Things. สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2563 จาก <https://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html>.
- สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. (2563). สปสช. สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สืบค้น วันที่ 4 เมษายน 2563 จาก https://www.facebook.com/NHSO.Thailand/?ref=page_internal
- สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก. (2562). จังหวัดพิษณุโลกเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุจริงหรือ. สืบค้นวันที่ 25 มกราคม 2563 จาก http://phitsanulok.nso.go.th/images/attachments/article/553/Analyze_Edeyly_2019.pdf.
- สุเมธ ตันติเวชกุล. (2561). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2561*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (ทส.ผส.).
- อนันต์ อนันตกุล. (ม.ป.ป.). *สังคมสูงวัย...ความท้าทายประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสภา. สืบค้น จาก <http://www.royin.go.th/wp-content/uploads/2017/12/สังคมสูงวัย3.pdf>
- Ashton, Kevin. (2009). That 'Internet of Things' thing. *RFID Journal*. Retrieved from <http://www.rfidjournal.com/article/print/4986>.
- Atzori, L., Lera, A. & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54, 2787-2805.
- Bradicich, T. (2015). The 7 Principles of the Internet of Things (IoT). Retrieved December 15th 2019 from <http://blog.iiconsortium.org/2015/07/the-7-principles-of-theinternet-of-things-iot.html>.
- Datta, S. K.i., & Bonnet, C. "Easing IoT application development through DataTweet framework." 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (2016): n. pag. Web.

Edoh, T. & Degila, J. (2019). IoT-enabled health monitoring and assistive systems for in place aging dementia patient and elderly. In Ismail, Y. (Ed.), *Internet of Thing (IoT) for Automated and Smart Application*. DOI: 10.5772/intechopen.86247. Retrieved from: <https://www.intechopen.com/books/internet-of-things-iot-for-automated-and-smart-applications/iot-enabled-health-monitoring-and-assistive-systems-for-in-place-aging-dementia-patient-and-elderly>.

Kim, M. (2016). A Quality Model for Evaluating IoT Applications. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 8(1), 66-76. doi: 10.17706/ijcee.2016.8.1.66-76.

Mike Thomas. (2019). 6 IOT IN HEALTHCARE APPLICATIONS LEADING TO BETTER CARE AND LOWER COSTS. doi: <https://builtin.com/internet-things/iot-in-healthcare>

Pham, M., Mengistu, Y., Do, H. & Sheng, W. (2017). Delivering home healthcare through a Cloud-based Smart Home Environment (CoSHE). *Future Generation Computer Systems*, 81, 129-140. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.10.040>.

Thomas, M. (2020). 6 IoT in healthcare applications leading to an improved industry. Retrieved April 18th, 2020 from <https://builtin.com/internet-things/iot-in-healthcare?fbclid=IwAR3bOxEQvI8Cg816XucP100hJGhpSM8qGDk4ZFxQRGjvnfagjxpZyTu3yWE>.

Udoh, I. S. & Kotonya, G. (2018). Developing IoT applications: challenges and frameworks. *IET Cyber-Physical Systems: Theory & Applications* 3(2), 65-72. doi: 10.1049/iet-cps.2017.0068.