เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ของ

พัทยะ ธรรมบุตร

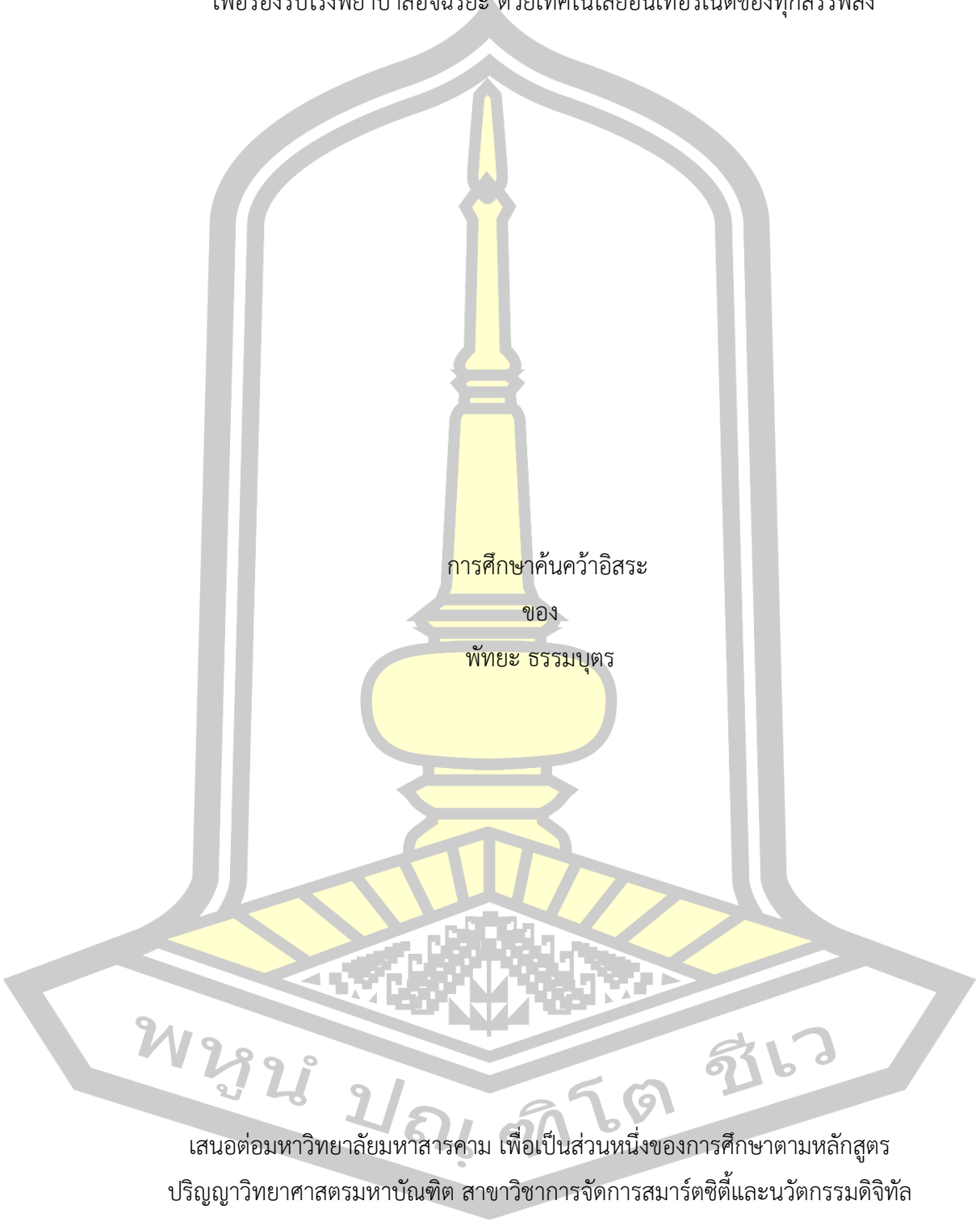
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล

กรกฎาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง



การศึกษาค้นคว้าอิสระ

ของ

พัทยะ ธรรมบุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล

กรกฎาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Vitalsign SmartMeter And Patient Identification of Mahasarakham Hospital To Support Smart Hospital On IoT Base Technology

Pattaya Tammaboot

A Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Smart City Management and Digital Innovation)

July 2025

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระของนาย พัทยะ ธรรมบุตร แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. มณีรัตน์ วงษ์ชิ้ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อ. ดร. เอกชัย แน่นอุดร)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. จรวย สาวิถี)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. ชัดชัย แก้วตา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. จรวย สาวิถี)
คณบดีคณะการบัญชีและการจัดการ

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เชาวรัตน์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม
เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง
ผู้วิจัย พัทยะ ธรรมบุตร
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. เอกชัย แน่นอุดร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) ประกอบด้วยเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดสัญญาณชีพผู้ป่วย โดยที่มีการยืนยันตัวตนผู้ป่วยก่อนทำการวัดด้วย QR-Code ที่ผูกติดกับข้อมือผู้ป่วย ซึ่งจะเป็นการป้องกันการให้บริการที่ผิดคนอันจะนำไปสู่การรักษาที่ผิดพลาดกับผู้ป่วย เครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะนี้ มีการวัดความพึงพอใจการใช้งานด้วย System Usability Scale (SUS) ซึ่งมาค่าคะแนนอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่นๆ อีกทั้งมีการวัดประสิทธิภาพด้วยปัจจัยด้านคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service) มีการวัด ความพร้อมใช้งาน ความแม่นยำ และความเสถียรของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่สร้างขึ้น เครื่องมือนี้จะช่วยลดภาระของผู้ให้บริการที่ให้บริการวัดสัญญาณชีพในแบบเดิม จากนั้นบันทึกลงในระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาล เพื่อที่จะแสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพในรูปแบบของกราฟเส้น ซึ่งเจอปัญหาในเรื่องของการลงข้อมูลผิดพลาด ล่าช้า ส่งผลโดยตรงกับการดูแลรักษาผู้ป่วย การวัดด้วยเครื่องมือวัดสัญญาณชีพที่สร้างขึ้น จะวัด 3 ค่าสัญญาณชีพ ประกอบด้วย ความดันโลหิต ระดับออกซิเจนในเลือด และ อุณหภูมิร่างกาย มีการแสดงผลที่หน้าจอของเครื่องวัดให้ตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะส่งเข้าระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาลให้แพทย์ได้ใช้ข้อมูลจากเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะเพื่อรักษาและดูผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการเป็น Smart Hospital ตามนโยบายโรงพยาบาลอัจฉริยะของกระทรวงสาธารณสุข

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง คุณภาพการให้บริการ วัดประสิทธิภาพ โรงพยาบาลอัจฉริยะ

TITLE Vitalsign SmartMeter And Patient Identification of Mahasarakham Hospital
To Support Smart Hospital On IoT Base Technology

AUTHOR Pattaya Tammaboot

ADVISORS Ekkachai Naenudorn , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Smart City Management and Digital Innovation

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

This research is a research and development of an intelligent vital sign measuring device using Internet of Things (IoT) technology, which verifies the patient's identity before measuring with a QR-Code tied to the patient's wrist, which will prevent providing the wrong service to the wrong person, leading to incorrect treatment for the patient. This intelligent vital sign measuring device measures satisfaction with the System Usability Scale (SUS), and measures its efficiency with the quality of service factor of the intelligent vital sign measuring device that was created. This device will help reduce the burden on service providers who provide vital sign measuring services in the traditional way, which encounters problems with incorrect data entry and delays, which directly affects patient care. The results are displayed on the device screen for checking the accuracy before sending it to the hospital's database system, allowing doctors to use the data from the intelligent vital sign measuring device to treat and monitor patients effectively, and supporting the Smart Hospital policy of the Ministry of Public Health.

Keyword : Internet of Things Quality of Service Measure performance Smart Hospital

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เอกชัย แน่นอุดร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาอุทิศเวลาในการให้คำปรึกษา เสนอแนะและนำองค์ความรู้ที่มากด้วยประสบการณ์อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย รวมทั้งให้กำลังใจ กำกับติดตาม ข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัดชัย แก้วตา ผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ ดร.จรวย สาวิถี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณีรัตน์ วงษ์ซิ้ม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพจน์พัทธ์ เมืองโคตร อาจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ชุติมารังสรรค์ และอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณ นพ.ฉัตรชัย ยมศรีเคน ภก.กาญจนาภรณ์ ตาราไต ทนพ.ประวิตร ฤทธิ์เจริญวัตถุ ที่ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมและเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัย จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดีสุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอน้อมรำลึกพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ผู้สนับสนุนทุกท่านทั้งกำลังใจและทุนสำหรับการศึกษา ขอบพระคุณคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธ์ประสาทวิชาให้ความรู้ จนนำไปสู่ความสำเร็จและเจริญยิ่ง ๆขึ้นไป

พัทยะ ธรรมบุตร

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 5

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT) 5

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 9

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเซนเซอร์ (Sensors) 10

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) 11

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสัญญาณชีพ 13
2.6 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ ระบบ HIS (Hospital Information System) 16
2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยืนยันตัวตน 17
2.8 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database) 18
2.10 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ 20
2.11 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ System Usability Scale (SUS) 21
2.12 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสมาร์ตซิตี้ (Smart City) 23
2.13 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) 24
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
บทที่ 3 31
วิธีดำเนินงานวิจัย 31
3.1 ประชากร 31
3.2 กลุ่มตัวอย่าง 31
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 32
3.4 การวัดประสิทธิภาพด้วยคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) 32
3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย 35
3.6 พื้นที่ดำเนินโครงการวิจัย 41
บทที่ 4 42
ผลการดำเนินงาน 42
4.1 เครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ 42
4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ 43
4.3 ผลการประเมินผลประเมินความพึงพอใจ 60
บทที่ 5 62
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 62

สรุปผลการวิจัย 62
5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป 62
5.2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ 62
5.3 แปลผลการวัดประสิทธิภาพด้วย QoS 64
อภิปรายผล 65
5.4 ความท้าทายและข้อจำกัดของการใช้ IoT ในการดูแลผู้ป่วย 66
5.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำ IoT ไปใช้กับผู้ป่วย 66
บทสรุป 66
บรรณานุกรม 67
ประวัติผู้เขียน 72

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความดันโลหิตแต่ละประเภท 13

ตารางที่ 2 แสดง อุณหภูมิของร่างกายที่ตำแหน่งต่าง ๆ 15

ตารางที่ 3 ตารางสรุปการนำปัจจัยต่าง ๆ ของ QOS ไปใช้งาน 30

ตารางที่ 4 แสดงการวัดประสิทธิภาพวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ 50

ตารางที่ 5 แสดงแสดงการวัดประสิทธิภาพวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ 55

ตารางที่ 6 แสดงการวัดการวัดค่า Throughput ของการวัดในแต่ละครั้ง 59

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจด้วย SUS Score 61

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 3
รูปภาพที่ 2 แสดงส่วนประกอบของ Raspberry Pi 10
รูปภาพที่ 3 แสดงโมดูลเซนเซอร์ GY-906 11
รูปภาพที่ 4 แสดง โมดูล MAX30100 11
รูปภาพที่ 5 เปรียบเทียบช่วงคะแนนต่าง ๆ ของ SUS กับ Acceptability range 23
รูปภาพที่ 6 Flow แสดงการทำงานของระบบ 35
รูปภาพที่ 7 แสดงหน้าจอส่วนของผู้บันทึกข้อมูล 36
รูปภาพที่ 8 หน้าจอส่วนผู้ใช้ข้อมูล 36
รูปภาพที่ 9 เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่ประกอบพร้อมใช้งาน 42
รูปภาพที่ 10 แสดงการวัดประสิทธิภาพด้านความเสถียร 56
รูปภาพที่ 11 แสดงการอธิบายการวัดความพึงพอใจด้วย System Usability Scale 63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ซึ่งมีเป้าหมายในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนตามหลักธรรมาภิบาล โดยมีเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นส่วนหนึ่งและสำคัญอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ในส่วนของหน่วยบริการทางด้านสุขภาพก็ต้องมีการปรับตัว วิเคราะห์ และวางแผนการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ เพื่อให้มีข้อมูลและระบบสารสนเทศที่สนับสนุนด้านข้อมูลการรักษา และการพัฒนาหน่วยบริการทางด้านสุขภาพในทุกด้าน

ขณะเดียวกัน Smart City (เมืองอัจฉริยะ) คือ เมืองน่าอยู่ที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีมาเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการและการบริหารจัดการเมือง โดยเน้นการออกแบบที่ดีให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาเมือง เป็นการประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัล หรือข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร มาเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพให้ครอบคลุมทั้ง 7 ด้านของ Smart City ซึ่งได้แก่ สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ เศรษฐกิจอัจฉริยะ พลังงานอัจฉริยะ การบริหารงานภาครัฐอัจฉริยะ การขนส่งอัจฉริยะ พลเมืองอัจฉริยะ และการดำรงชีวิตอัจฉริยะ เพื่อให้บริการชุมชนและประชาชนในพื้นที่ ทั้งยังช่วยในการลดต้นทุน ลดการใช้ทรัพยากร จนเกิดเป็นมิติใหม่สำหรับคนเมือง ภายใต้แนวคิดการพัฒนา เมืองน่าอยู่ เมืองทันสมัย ให้ประชาชนในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความสุข อย่างยั่งยืน

โรงพยาบาลมหาสารคาม ได้จัดทำแผนการ พัฒนาดิจิทัลเพื่อนำไปสู่การเป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) ของโรงพยาบาลมหาสารคาม ระยะ 5 ปี (พ.ศ.2565- 2569) โดยมีประเด็นยุทธศาสตร์ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาระบบบริหารจัดการและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาโรงพยาบาล เพื่อขับเคลื่อนโรงพยาบาลให้สามารถดำเนินการตามพันธกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผล ความคล่องตัวในการบริหารจัดการองค์กร มีธรรมาภิบาลโปร่งใส ตรวจสอบได้ รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อการดูแลรักษาผู้ป่วยได้อย่างเต็มศักยภาพ ทั้งส่งเสริมให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ พัฒนาบุคลากรและผลิตนวัตกรรมในทางการแพทย์ มีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพพร้อมก้าวสู่ความเป็น Smart Hospital ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Smart Living (การดำรงชีวิตอัจฉริยะ) และสอดคล้องกับแผนพัฒนาการโรงพยาบาลมหาสารคาม (พ.ศ. 2565-2569)

นอกจากนี้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of things : IoT) และเทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยยกระดับการแพทย์แบบอัจฉริยะ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ดิจิทัลอย่างสมาร์ทโฟนหรือสายรัดข้อมือเพื่อติดตามการเคลื่อนไหว (Fitness tracker) ช่วยเก็บข้อมูลทางสุขภาพ

เชิงลึกถึงชีวภาพของผู้ใช้แต่ละบุคคล ทำให้ผู้ให้บริการทางการแพทย์สามารถนำข้อมูลไปให้แนวทางในการเปลี่ยนพฤติกรรม วิเคราะห์ รวมถึงวิธีการรักษาที่ให้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น

ถึงแม้ว่า ระบบคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในทุกสาขาอาชีพ รวมถึงด้านการแพทย์ อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการปฏิวัติเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจำนวนมากในเวชระเบียนของโรงพยาบาลยังคงถูกบันทึกด้วยลายมือ (เฉลิมวัฒน์ เสือลอย และยุทธนา นุ่นละออง, 2025) ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์หรือผู้ที่เขียนอาจเข้าใจสิ่งที่ตนเองเขียนหรือจดบันทึก แต่เมื่อมีบุคคลอื่นเกี่ยวข้องก็ปัญหาก็อาจเกิดขึ้นได้ อีกทั้งลายมือของบุคลากรทางการแพทย์ ที่มีการอ่าน แปลความ และถอดรหัสได้ยากจนถึงระดับที่ต้องใช้ทักษะพิเศษในการอ่าน อย่างไรก็ตาม ความสำคัญของลายมือบุคลากรทางการแพทย์ไม่สามารถมองข้ามได้ ในขณะที่เภสัชกรและพยาบาลยังคงต้องต้องอ่านใบสั่งยาของแพทย์เพื่อจ่ายและบริหารยาให้ถูกต้องแก่ผู้ป่วย ผู้ป่วยเองก็ต้องเข้าใจใบสั่งยาเพื่อรับการรักษาอย่างถูกต้องและตรงเวลา โดยผลกระทบของลายมือแพทย์ที่ไม่ชัดเจนสามารถร้ายแรงถึงขั้นเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย นำไปสู่การปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องของพยาบาลและบุคลากรสนับสนุน การใช้ยาผิดพลาดทั้งในแง่ของตัวยาและขนาดยา การกำหนดตารางการรักษาที่ไม่เหมาะสม และแม้กระทั่งปัญหาทางกฎหมาย มีการคาดการณ์ว่าความผิดพลาดทางยาเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอย่างน้อย 7,000 รายต่อปีในสหรัฐอเมริกา โดยหนึ่งในสี่ของกรณีเกิดจากความสับสนในชื่อยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณียาที่มีชื่อคล้ายกันและอาจก่อให้เกิดผลร้ายแรง (สุจิตรา อดุลย์เกษม และคณะ, 2016)

จากการศึกษาแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นของผู้ป่วย ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ระดับออกซิเจนในเลือด และอุณหภูมิร่างกาย เพื่อแก้ปัญหาการวัดสัญญาชีพผู้ป่วยแบบดั้งเดิมที่มีการวัดด้วยเครื่องมือที่เป็นระบบ Analog (อนาล็อค) แล้วจดบันทึกลงแบบฟอร์มในสมุดบันทึกโดยเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำรายงานให้กับแพทย์เจ้าของไข้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการรักษาผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าว ทำให้เกิดข้อผิดพลาดหลายอย่าง เช่น ลงบันทึกข้อมูลผิดคน การวัดค่าสัญญาณชีพมีความผิดพลาดหรือคาดเคลื่อน การจัดทำรายงานมีความล่าช้า ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการดูแลรักษาผู้ป่วย ทั้งนี้ก็จะส่งผลทำให้ข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่สมบูรณ์ และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อการรักษาผู้ที่ป่วยและอาจเกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้

ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพของผู้ป่วยใน ภายในโรงพยาบาลมหาสารคาม โดยอุปกรณ์ดังกล่าวใช้วัดข้อมูลสัญญาณชีพซึ่งประกอบไปด้วย ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) อุณหภูมิร่างกาย และระดับออกซิเจนในเลือด (สุรเทพ แป้นเกิด, 2022) สามารถนำไปใช้ได้หลากหลายรูปแบบ มีความเที่ยงตรงเทียบเท่าหรือใกล้เคียงอุปกรณ์มาตรฐาน เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล มีการยืนยันตัวผู้ป่วยเพื่อป้องการการวัดและตรวจรักษาผิดคน ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT) มาช่วยบริหารจัดการระบบการวัดสัญญาณชีพอัตโนมัติ ซึ่งสามารถดูข้อมูลตามเวลาจริง (Realtime) และย้อนหลัง สนับสนุนให้แพทย์หรือบุคลากรทางด้านสุขภาพใช้ประกอบการวินิจฉัยดูแลรักษาผู้ป่วยให้มีประสิทธิภาพและทันเวลา สนับสนุนให้โรงพยาบาลมหาสารคามพัฒนาสู่ Smart Hospital ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคามด้วยคุณภาพการให้บริการ (Quality of Services: QoS)

1.2.3 เพื่อประเมินผลความพึงพอใจในการใช้เครื่องมือวัดสัญญาณด้วยเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ด้วยวิธี System Usability Scale (SUS)

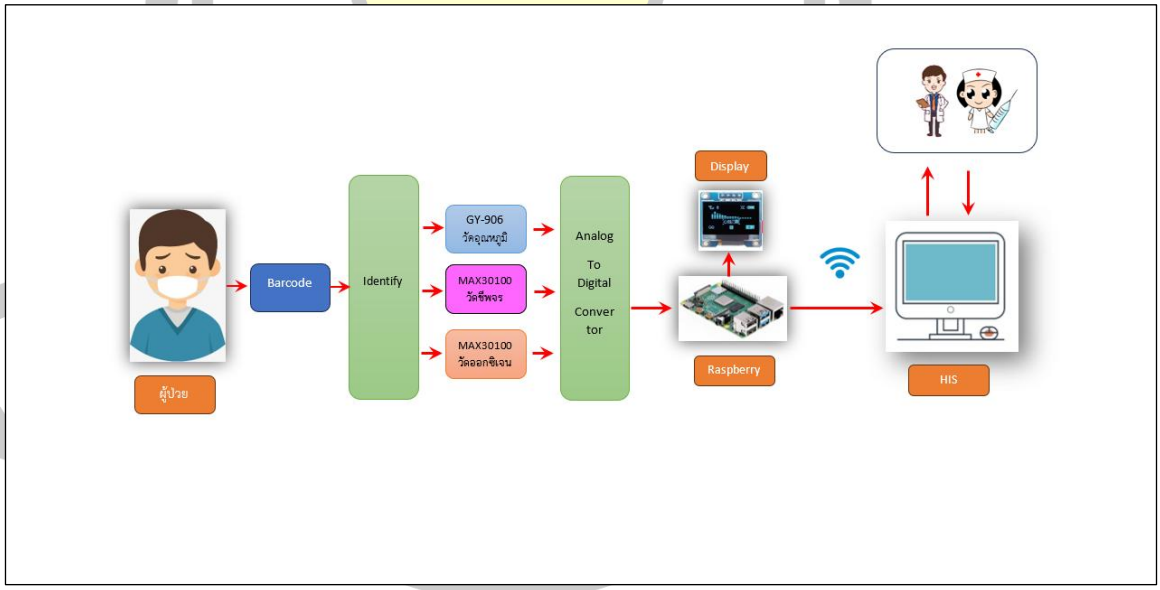
1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่สร้างขึ้น สามารถวัดค่าสัญญาณชีพผู้ป่วย ซึ่งสามารถยืนยันตัวตนผู้ป่วยได้

1.3.2 เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่สร้างขึ้น สามารถส่งข้อมูลเข้าระบบ HIS ของโรงพยาบาลมหาสารคาม ได้

1.3.3 แพทย์สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากระบบเพื่อประกอบการดูแลรักษาผู้ป่วยได้

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพที่ 1 ผู้ป่วยที่มีการยืนยันตัวตนในฐานข้อมูลของโรงพยาบาล จะถูกวัดวัดค่าสัญญาณชีพ (Vital Sign) โดยเจ้าหน้าที่ ด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่สร้างขึ้น ซึ่งข้อมูลที่วัดได้จะถูกแปลงสัญญาณจาก Analog ไปเป็นสัญญาณ Digital จากนั้นก็จะประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงผลออกทางจอภาพที่อยู่กับเครื่องวัด และส่งข้อมูลผ่านระบบ Wi-Fi ของโรงพยาลบาล ถูกบันทึกข้อมูลเก็บในฐานข้อมูลของโรงพยาบาล และสามารถแสดงผลออกทางระบบ Hospital Information System (HIS) ของโรงพยาบาลได้ ขณะเดียวกัน แพทย์ พยาบาล หรือบุคลากรทางการแพทย์สามารถใช้ข้อมูลที่ได้ผ่านระบบ HIS ของโรงพยาบาลเพื่อประเมินอาการของผู้ป่วย และใช้ข้อมูลที่ได้ประกอบการดูแลรักษาผู้ป่วย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 โรงพยาบาลมหาสารคามมีเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

1.5.2 โรงพยาบาลมหาสารคามได้ข้อมูลสัญญาณชีพที่บันทึกจากเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้น มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และพร้อมใช้งาน

1.5.3 โรงพยาบาลมหาสารคามใช้ประโยชน์จากเครื่องมือวัดสัญญาณชีพที่สร้างขึ้น เพื่อมุ่งสู่ความเป็น Smart Hospital

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT) คือ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง เช่นการที่สิ่งของต่าง ๆ รอบตัวเรา ถูกเชื่อมโยง สู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้เราสามารถ สั่งการ ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า การสั่งงานกล้องวงจรปิดภายในบ้านระยะไกล การเปิดปิดม่านภายในบ้าน หรือแม้แต่การใช้ในการดูแลสุขภาพ ตรวจ / ติดตาม / เฝ้าระวัง ผู้ป่วย

สัญญาณชีพ (Vital sign) คือ อาการสำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่ช่วยบอกถึงความปกติหรือความผิดปกติของร่างกาย ประกอบด้วย 3 อาการแสดง คือ ชีพจร ระดับออกซิเจนในเลือดและอุณหภูมิร่างกาย

การยืนยันตัวตน คือ ข้อเท็จจริงหรือความเป็นไปของบุคคลหนึ่ง ซึ่งการที่จะทราบถึงข้อเท็จจริงนั้นได้ ต้องอาศัยทำความรู้จักเกี่ยวกับบุคคลนั้น ๆ เพื่อให้ที่จะยืนยันได้ว่าเป็นบุคคลนั้นจริง โดยวิธีการทำความรู้จักสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแสดงหลักฐานของตัวบุคคลผ่านทาง QR-Code ที่ข้อมือของผู้ป่วยใน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป ดังนี้

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT)
2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์
2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเซนเซอร์ (Sensors)
2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner)
2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสัญญาณชีพ
2.6 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับระบบ HIS (Hospital Information System)
2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยืนยันตัวตน
2.8 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service)
2.10 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
2.11 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสมาร์ตซิตี้ (Smart City)
2.12 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital)
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (IoT)

อินเทอร์เน็ตกำเนิดขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1969 โดยองค์กรทางทหารของสหรัฐอเมริกา ชื่อว่า ยู.เอส.ดีเฟนซ์ ดีพาร์ทเมนท์ (U.S. Defence Department) เป็นผู้คิดค้นระบบขึ้นมา มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้มีระบบเครือข่ายที่ไม่มีวันตายแม้จะมีสงคราม ระบบการสื่อสารถูกทำลาย หรือตัดขาด แต่ระบบเครือข่ายแบบนี้ยังทำงานได้ ในปี 1999 Kevin Ashton บิดาแห่ง Internet of Things เขาได้นำเสนอโครงการที่ชื่อว่า Auto-ID Center ต่อยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ที่ในขณะนั้นถือเป็นมาตรฐานโลกสำหรับการจับสัญญาณเซนเซอร์ต่าง ๆ (RFID Sensors) ตัวเซนเซอร์เหล่านั้นสามารถทำให้มันพูดคุยเชื่อมต่อกันได้ผ่านระบบ Auto-ID ของเขา โดยการ

บรรยายให้กับ P&G ในครั้งนั้น Kevin ก็ได้ใช้คำว่า Internet of Things ในสไลด์การบรรยายของเขาเป็นครั้งแรก โดย Kevin นิยามเอาไว้ตอนนั้นว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ใด ๆ ก็ตามที่สามารถสื่อสารกันได้ก็ถือเป็นอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Ashton, 2009)

อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง หรือ Internet of Things (IoT) บางทีเรียก IoE : Internet of Everything หรือ อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสิ่ง เป็นการที่สิ่งของต่าง ๆ รอบตัวเรา ถูกเชื่อมโยง สู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้เราสามารถ สั่งการ ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า การสั่งงานกล้องวงจรปิดภายในบ้านระยะไกล การเปิดปิดม่านภายในบ้าน หรือแม้แต่การทำฟาร์มเกษตรด้วยอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายเข้ากับโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เปิดโอกาสให้มีการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและกว้างขวางมาก โดยรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ จำนวนมากเข้ากับโครงข่าย จะช่วยให้สามารถตรวจวัดข้อมูลที่หลากหลายประเภท ได้เป็นจำนวนมาก และช่วยให้สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์และแสดงผลแบบกราฟิกเพื่อช่วยในการตัดสินใจได้ อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งเข้ามามีบทบาทในด้านต่าง ๆ มากมาย (Pratik Akhairamka, 2015)

2.1.1 การจัดการพลังงานและสาธารณูปโภค (Utility Management)

ระบบการจัดการพลังงานและสาธารณูปโภคที่มีประสิทธิภาพ อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในลักษณะการตรวจวัดระยะไกล (Telemetry) เช่น ระบบ Smart meter การประยุกต์ใช้งานประเภทนี้ คือ บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart grid) ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้า และรวบรวมข้อมูลเพื่อประมาณการค่าอุปสงค์ การใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมการจ่ายไฟฟ้า การวางแผนสร้างโรงไฟฟ้า จัดการแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า และการคิดราคาค่าไฟฟ้าแบบสอดคล้องกับค่าอุปสงค์-อุปทาน รวมไปถึงระบบบ้านอัจฉริยะ ระบบการควบคุมบ้านที่มีความชาญฉลาด มีอุปกรณ์อัตโนมัติที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ เช่น ตู้เย็นอัจฉริยะสามารถบอกได้ว่ามีอาหารอะไรกี่อย่างอยู่ภายในตู้เย็น อีกทั้งยังบอกได้ว่าอาหารจะหมดอายุเมื่อไหร่ โซฟา ที่สามารถปรับความอ่อนแข็งได้ตามสรีระและความพอใจของแต่ล่ะคน ห้องน้ำอัจฉริยะ ที่สามารถควบคุม อุณภูมิ เสียง แสง และกลิ่นภายในห้องน้ำได้ ประตูอัตโนมัติ ที่สามารถตรวจจับใบหน้าของสมาชิกภายในบ้านแล้วทำการเปิดปิดเองโดยอัตโนมัติ รีโมทที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านทั้งหมด ระบบรักษาความปลอดภัยที่ไม่ใช่เป็นเพียงกล้องที่บันทึกเหตุเท่านั้น แต่ยังมีเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวและไซเรนเพื่อส่งเสียงในการระงับเหตุ หุ่นยนต์เข้ามาใช้ภายในบ้านเช่น หุ่นยนต์ดูดฝุ่น หุ่นยนต์ให้อาหาร สัตว์เลี้ยง เป็นต้น

2.1.2 ระบบสาธารณสุขอัจฉริยะ และการแพทย์ (Smart Health)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง เพื่อระบบสาธารณสุขอัจฉริยะสามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ ที่เก็บข้อมูลสุขภาพ และสัญญาณทางร่างกาย (Bio signals) เช่น สัญญาณชีพจร ความดันโลหิต คุณภาพการนอน การเคลื่อนที่ การหายใจ ผ่านการใช้อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable devices) เพื่อรวบรวมและประมวลผลออกมาเป็นข้อมูลสุขภาพ และอาการเจ็บป่วย ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลการเจ็บป่วยที่มีประโยชน์ต่อการวินิจฉัยก่อนที่คนไข้มาถึงการดูแลของแพทย์ การคาดการณ์และการวินิจฉัยการเจ็บป่วยล่วงหน้า (Predictive diagnostic) การแจ้งเตือนการเจ็บป่วย

ทันที และระบบติดตามการแพร่กระจายของโรค ซึ่งข้อมูลและค่าสถิติการเจ็บป่วยและสุขภาพของกลุ่มประชาชนโดยรวมจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนทางสาธารณสุข โดยเฉพาะ Wearable หรืออุปกรณ์สวมใส่อย่าง นาฬิกาอัจฉริยะ ช่วยให้คนเราที่รักสุขภาพหรือรักการออกกำลังกายได้รับรู้ว่าแต่ละวันใช้พลังงานไปกี่แคลอรี่ การนับก้าว การบันทึกการหลับ ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) เดินวิ่งไปกี่ก้าว หรือตั้งเวลากำหนดแจ้งเตือนหรือใช้งานร่วมกับ โทรศัพท์มือถือเพื่อช่วยแจ้งเตือนนัดหมาย อุปกรณ์สวมใส่ของทางการแพทย์ยังสามารถเป็น อุปกรณ์ช่วยชีวิตคนป่วยหรือผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัวเช่น คนเป็นโรคหัวใจอยู่บ้าน ทางโรงพยาบาลให้ใส่ ที่มีฟีเจอร์กดปุ่มฉุกเฉินเรียกรถพยาบาลได้ก่อนที่จะรู้สึกวูบ เป็นต้นหรืออีกมุมมองที่เป็นประโยชน์คืออุปกรณ์ที่ช่วยให้ป้องกันภัยร้ายจากมิจฉาชีพหรือโจรได้เช่นหากใส่อุปกรณ์ไว้ถ้ามีโจรคิดจะทำร้ายเราก็เพียงกดปุ่มให้เกิดเสียงดังมาก ๆ รวมไปถึงส่งสัญญาณแจ้งขอความช่วยเหลือไปยังยามหรือตำรวจที่อยู่ในบริเวณใกล้ ๆ ให้มาช่วยเราได้พร้อมบอกตำแหน่งพิกัดผ่าน GPS เป็นต้น (Prof Sathish, 2020)

2.1.3 ระบบเทคโนโลยีการเงิน (Fintech)

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง สามารถเข้ามามีบทบาทสนับสนุนเทคโนโลยีทางการเงินได้หลายรูปแบบ เช่น ระบบการจ่ายเงินอัตโนมัติ (Auto-payment) ในร้านค้าปลีก ระบบการจ่ายเงินโดยผ่านอุปกรณ์สวมใส่ (Wearable devices) และโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมถึงสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นในโรงงานอุตสาหกรรม ในงานเกษตรกรรม เพื่อสั่งซื้อและจ่ายเงินวัสดุอุปกรณ์วัตถุดิบอย่างอัตโนมัติ นอกจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ประเทศไทยยังสามารถนำ อินเทอร์เน็ตมาช่วยสนับสนุนการสร้างคุณค่าและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการให้บริการในภาคส่วนอื่น เช่น การท่องเที่ยว ค้าปลีก และการจัดการข้อมูลกลางภาครัฐ เป็นต้น

2.1.4 ระบบคมนาคมและการจัดการโลจิสติกส์แบบอัจฉริยะ (Transportation and Logistics Intelligent)

โครงข่ายอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง จะเข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบคมนาคมและการจัดการ โลจิสติกส์โดยช่วยสนับสนุนให้มีการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างยานพาหนะด้วยกัน หรือ ระหว่างยานพาหนะและระบบควบคุมการจราจรอื่น เช่น ระบบสัญญาณการจราจร ระบบข้อมูลสภาพจราจร หรือ การนำเอาระบบดังกล่าวมาใช้กับระบบขนส่งมวลชนที่จะช่วยให้การบริการมีความปลอดภัย สะดวก และตรงเวลามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การนาระบบดังกล่าวไปใช้ในการขนส่งสินค้า จะทาให้สามารถทราบตำแหน่งยานพาหนะ ทราบสถานการณ์รับ-ส่งสินค้า อันส่งผลให้การจัดการสินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างของการใช้งานระบบติดตามยานพาหนะ ในประเทศไทยเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อภาคธุรกิจขนส่งสินค้าเนื่องจากสามารถทำให้ผู้ประกอบการขนส่งสามารถใช้ลดต้นทุนในกระบวนการขนส่งได้เป็นอย่างดี เช่น การลดการทุจริตของพนักงานขับรถที่ส่งผลให้ผู้ประกอบการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การจัดการวางแผนเส้นทางการขนส่งซึ่งทำให้ผู้ประกอบการได้มีการเลือกใช้เส้นทางหรือหลบเลี่ยงเส้นทางที่ต้องใช้จำนวนพลังงานเชื้อเพลิงมากยิ่งขึ้น รวมถึงการควบคุมพฤติกรรมการขับรถเร็วเกินกำหนดซึ่งส่งผลถึงความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งคนและทรัพย์สินองค์กร สามารถบันทึกภาพหรือเสียงในการขับขี่ของพนักงาน สามารถตรวจสอบการเบรก การเปิดไฟเลี้ยว เป็นต้น

2.1.5 การเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร (Smart Industrial Agriculture)

การเกษตรที่นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งมาใช้ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบเซนเซอร์ที่วัดความชื้น ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ ระบบฐานข้อมูลพืช และระบบให้น้ำ ปรับปริมาณแสง และระบบปรับอุณหภูมิ ที่ทำงานสอดคล้องกันเพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด และแม่นยำที่สุด ระบบดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้เกษตรกรประหยัดและใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น ยังช่วยให้เกษตรกรสามารถประมาณการช่วงเวลาเก็บเกี่ยวและปริมาณพืชผลที่จะได้อีกด้วย อีกทั้งช่วยเฝ้าระวังความชื้นและความแห้งแล้ง เกษตรอัจฉริยะ เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้ การทำไร่นามีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Microclimate) ระดับไร่ (Macroclimate) และระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ระบบสมาร์ตฟาร์มจะบูรณาการข้อมูล Microclimate และ Mes climate จากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ภายในไร่นา และนำเสนอต่อเกษตรกร เจ้าของไร่ ผ่านทางเว็บไซต์ โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลของไร่ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และ ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ การวางแผนการเพาะปลูก การให้น้ำ ให้ปุ๋ย และ ยา เป็นต้น (ชินวัจน์ งามวรรณากร และคณะ, 2561)

2.1.6 อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรม (Industrial Internet)

อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งที่นำมาใช้กับระบบอุตสาหกรรม คือ โครงข่ายข้อมูลขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องวัด และ ระบบการควบคุมในระบบอุตสาหกรรมเข้าด้วยกัน การส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายจะช่วยให้อุปกรณ์และระบบต่างๆ มีการทางานที่แม่นยำ สามารถทางานสอดคล้องกันได้โดยไม่ต้องการ การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของเครื่องจักรเช่น อุณหภูมิ การสั่น การหมุน นอกจากจะช่วยตรวจสอบความผิดปรกติของเครื่องจักรได้ ยังช่วยใช้คาดการณ์เวลาที่จำเป็นต้องเปลี่ยนอะไหล่ของอุปกรณ์เมื่อถึงเวลาเสียได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่โดยไม่จำเป็นได้ นอกจากนี้ การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างร้านสะดวกซื้อ ระบบโลจิสติกส์ และโรงงาน จะช่วยให้สามารถบริหารการผลิตและกระจายสินค้าให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยในฐานะที่มีสัดส่วนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมที่สูง จะมีโอกาสได้ประโยชน์จากการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนที่ไม่จำเป็น

อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งเป็นการเชื่อมต่อสิ่งรอบ ๆ ตัวเราอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ทำให้คุณภาพชีวิตสูงขึ้นและลดการสูญเสียเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เนื่องจากปัจจุบันเวลาถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง แต่แนวคิดดังกล่าวหากไม่มีการควบคุมรักษาความปลอดภัยที่เพียงพอ ก็จะกลายเป็นช่องโหว่ให้มิจฉาชีพสามารถเข้าถึงความเป็นส่วนตัว และแนวทางการดำเนินของผู้ใช้ระบบได้ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ในอนาคตเราจะสามารถควบคุมการทำงานของสิ่งของทุกอย่างรอบตัวได้ง่าย ๆ ผ่านสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ตคือเรื่องของการจัดการกับข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของระบบหลังบ้าน ระบบหน้าบ้าน และการจัดการกับข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ ต่าง ๆ การถูกตรวจสอบ การดักฟัง หรือการควบคุมการใช้บริการ ผู้ใช้งาน ควรป้องกันความเสี่ยงเหล่านี้ที่อาจจะเกิดขึ้น และต้องประเมินความเสี่ยงในโลกจริงด้วย รวมถึงตั้ง

คำถามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ก่อนที่จะตัดสินใจนำเข้าไปใช้อย่างเป็น เพื่อทำให้อุปกรณ์เหล่านี้มีมาตรฐานความปลอดภัยที่ดีและทำให้ผู้ใช้สามารถวางใจได้ว่ามีความปลอดภัยจากภัยคุกคามต่าง ๆ ที่เป็นไปได้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Raspberry Pi) คือ คอมพิวเตอร์บอร์ดจิ๋วมีประสิทธิภาพและขนาดเท่ากับบัตรหนึ่งใบ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยองค์กร "Raspberry Pi" มูลนิธิเพื่อการกุศลจากประเทศอังกฤษที่มีเป้าหมายต้องการที่จะเผยแพร่ เทคโนโลยีดิจิทัล รวมถึงความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้คนทั่วโลก พวกเขามีทั้งกิจกรรมประชาสัมพันธ์ และ การให้เปิดคอร์สให้ข้อมูลด้านเทคโนโลยีกับผู้คน โดยหนึ่งในผลงานนั้นก็คือการสร้างคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กอย่าง Raspberry Pi มาวางจำหน่ายสู่สายตาประชาชน ซึ่งมาพร้อมกับศักยภาพในการเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดย่อมที่มีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย สามารถประยุกต์ใช้ฝึกเขียนโปรแกรมและศึกษาทักษะด้านคอมพิวเตอร์ แม้กระทั่งประยุกต์มาสร้างเกม ระบบกล้องเว็บแคม เว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือ อุปกรณ์ควบคุมฮาร์ดแวร์ และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้าน หรือ อุปกรณ์ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) เป็นต้น

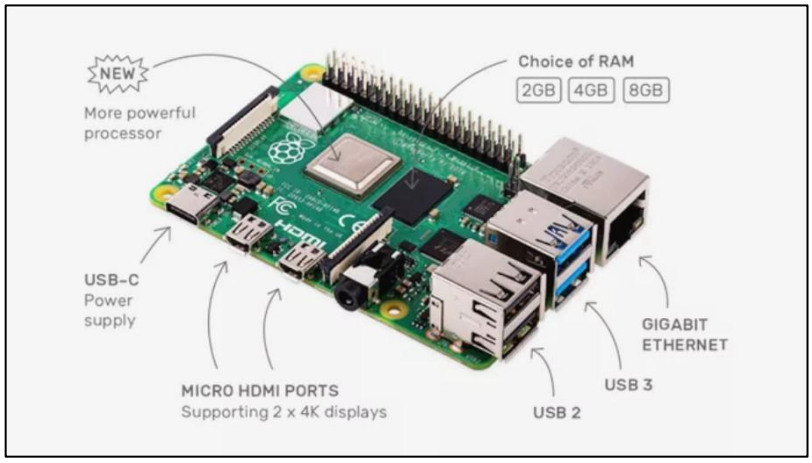
นอกจากนี้องค์กร Raspberry Pi ยังสร้างชุมชนอะคาเดมี่สำหรับโปรแกรมเมอร์รุ่นเยาว์ ที่มีชื่อว่า "Code Club" และ "CoderDojo" เป็นแพลตฟอร์มที่รวบรวมข่าวสารและเปิดให้เด็ก ๆ ได้มาเรียนรู้การใช้ Raspberry Pi รวมถึงฝึกทักษะด้านคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น วิธีการเขียนโค้ดทำโปรแกรมด้วย ภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) อย่าง Scratch, HTML, CSS และภาษา Python ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์หลัก ๆ ที่รองรับใน Raspberry Pi

ส่วนประกอบของ Raspberry Pi ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำ RAM ตัวรับสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi Receiver) และ ตัวรับสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Receiver) ตามด้วยพอร์ตต่าง ๆ เช่น HDMI Audio Output USB หรือแม้แต่ LAN เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยส่วนประกอบเหล่านี้ เราสามารถนำ Raspberry Pi มาใช้ทำคอมพิวเตอร์เดสต์ท็อปได้เลย เพียงแค่ติดตั้งอุปกรณ์เสริม อาทิ จอมอนิเตอร์ เมาส์ คีย์บอร์ด และสาย LAN มาเชื่อมต่อ และจุดเด่นของ Raspberry Pi ที่ทำให้มันกลายเป็นของเล่นยอดนิยมสำหรับนักประดิษฐ์ทั้งหลายก็คือการที่มี พอร์ต เอนกประสงค์ หรือ General Purpose Input Output (GPIO) พอร์ตนี้สามารถนำมาประยุกต์ เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ อุปกรณ์เปิดปิดในบ้านได้ และควบคุมผ่าน Raspberry Pi เช่น สวิตช์ไฟ ทีวี พัดลม เป็นต้น

ระบบระบบปฏิบัติการของ Raspberry Pi มีชื่อว่า Raspbian OS แต่ถ้าอยากนำโอเพ่นซอร์สตัวอื่น มาใช้ก็ได้เช่น Ubuntu หรือ Mate เป็นต้น โดยการเลือก ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ขึ้นอยู่กับว่าจะเอา Raspberry Pi มาทำอะไร แล้วแต่จุดประสงค์ของผู้ใช้ เหตุผลหลัก ที่ Raspberry Pi ถึงได้รับความนิยม เพราะว่ามีราคาถูก เมื่อเทียบกับราคาคอมพิวเตอร์ PC ทั่วไปถือว่าถูกมาก แม้ว่าตอนเปิดตัวใน ปี ค.ศ. 2012 (พ.ศ. 2555) จะเป็นเพียงบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีเพียง CPU ความเร็ว 700 Mhz. แบบ Single-Core พร้อม RAM ขนาดความจุ 256 MB แต่เพียง

เท่านี้ในสมัยนั้นก็เพียงพอแล้วสำหรับการฝึกเพื่อเขียนโค้ด หรือ เขียนโปรแกรม และสร้างสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ

ยิ่งปัจจุบัน Raspberry Pi พัฒนามาไกลจนเทียบเท่าคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อป (PC) ราคากลางเครื่องหนึ่ง เช่น Raspberry Pi 4 Model B ที่มีการทำออกมาเป็น Desktop Kit หรือ แพ็กเกจสำเร็จรูปสำหรับทำคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีอุปกรณ์เมาส์และคีย์บอร์ดให้พร้อม และพอร์ตเชื่อมต่อหลากหลาย มี CPU Quad-Core ความเร็ว 1.5 GHz และ RAM อีก 8 GB ดังนั้น Raspberry Pi จะไม่เป็นแค่เครื่องมือสำหรับฝึกเขียนโปรแกรม แต่จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อยอดได้อีกมากมาย



ที่มา : https://assets.raspberrypi.com/static/

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเซนเซอร์ (Sensors)

2.3.1 เซนเซอร์ GY-906

เซนเซอร์ GY-906 สำหรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ไฟเลี้ยง 3.3-5V เชื่อมต่อแบบ I2C ใช้สายเพียง 2 เส้นในการควบคุม สามารถวัดอุณหภูมิที่เป้าหมายแบบไร้การสัมผัสที่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส และยังสามารถวัดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมได้ที่ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ความละเอียดของอุณหภูมิที่วัดได้ 0.02 องศาเซลเซียส รุ่นที่ใช้มี 3 รุ่นคือ

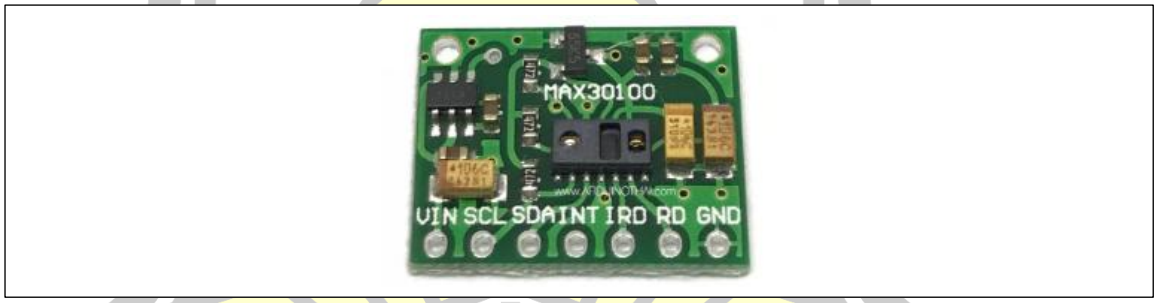
รุ่น GY-906 MLX90614ESF - BAA ระยะวัด 5 ซม
รุ่น GY-906 MLX90614ESF - BCC ระยะวัด 10 ซม
รุ่น GY-906 MLX90614ESF - DCI ระยะวัด 50 ซม

รูปภาพที่ 3 แสดงโมดูลเซนเซอร์ GY-906

ที่มา : https://cu.lnwfile.com/_/cu/_raw/rp/98/

2.3.2 โมดูล MAX300100

MAX30100 คือ Blood oxygen Heartbeat Sensor Module เซนเซอร์วัดออกซิเจนในเลือดและชีพจร เชื่อมต่อด้วย I2C โมดูลมีขนาดเล็กติดตั้งใช้งานได้สะดวก สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ค่าออกซิเจนในเลือดปกติ 97 ถึง 99 %



รูปภาพที่ 4 แสดง โมดูล MAX30100

ที่มา : https://o.lnwfile.com/_/o/_raw/k9/7o/b1.jpg

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner)

เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) เป็นอุปกรณ์ในการอ่านข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบแท่งบาร์โค้ด และแปลงให้เป็นข้อมูลไปที่ตัวรับออกมาเป็นรหัสสินค้า มีลักษณะการทำงานป้อนข้อมูล

เหมือนกับแป้นพิมพ์ โดยจะมีประสิทธิภาพในการอ่าน ความเร็วและความแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดจากการพิมพ์ข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ได้ ซึ่งข้อมูลที่ใช้คู่กับเครื่องอ่านบาร์โค้ดคือ บาร์โค้ด (Barcode) เป็นรหัสแท่ง ที่ประกอบด้วยเส้นมืดทึบกับเส้นสว่าง มักจะเห็นในสีขาวดำ วางเรียงกันในลักษณะแนวดิ่ง ใช้แทนตัวเลขและตัวอักษร ถูกใช้นำมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการประมวลผลข้อมูล ให้รวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปมี 2 แบบคือ

2.4.1 เครื่องอ่านบาร์โค้ด 1 มิติ

เครื่องอ่านบาร์โค้ด 1 มิติ (1D) เป็นการเรียงตัวกันของ บาร์ หรือ แท่ง เป็นเส้นขนานหลายๆ เส้นที่มีความหนา ช่องระยะห่างเรียงกันอย่างมีกฎเกณฑ์และมีความหมาย ซึ่งรูปแบบนี้จะเรียกว่าเชิงเส้น หรือ 1D โดยอ่านข้อมูลผ่านแนวยาวมีระยะห่างและความหนาของแท่ง เครื่องอ่านบาร์โค้ด 1D ถูกจำกัดโดยสแกนได้แค่บาร์โค้ด 1D เหตุนี้จึงจำกัดจำนวนและความหลากหลายของข้อมูลที่เราสามารถถอดรหัสได้ โดยธรรมชาติของบาร์โค้ด 1D จะถูกจำกัดให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งเป็นเพราะการออกแบบ 1 มิติที่มาในรูปแบบของการจัดกลุ่มเส้นแนวตั้งที่แตกต่างกันไปในความหนา นอกจากนี้ระบบบาร์โค้ด 1D ยังต้องใช้ฐานข้อมูลภายนอกเพื่อที่จะถอดรหัส

2.4.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ด 2 มิติ

เครื่องอ่านบาร์โค้ด 2 มิติ (2D) มีให้พบเห็นกันหลายแบบและใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ที่พบเห็นกันบ่อยในปัจจุบันนี้ คือ รหัสคิวอาร์ (QR Code) มีความสามารถคือสแกนข้อมูลและบันทึกภาพไว้เหมือนกดถ่ายภาพกล้องดิจิตอล เพื่อนำมาประมวลผลเพิ่มด้านแกนความสูง ทำให้รับข้อมูลได้ละเอียดมากกว่าบาร์โค้ด

ความแตกต่างจากเครื่องสแกนบาร์โค้ด 1D สแกนเนอร์ 2D จะได้เปรียบในการสแกนแบบรอบทิศทางจากระยะทางได้มากกว่า 36 นิ้ว และสามารถถอดรหัสบาร์โค้ดที่ไม่ชัดเจนหรือมีตำหนิ นอกจากนี้เครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบ 2D ยังสามารถถอดรหัสบาร์โค้ดได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าสแกนเนอร์ 1Dเนื่องจากเครื่องสแกนบาร์โค้ด 2D สามารถสแกนบาร์โค้ดทั้ง 1D และ 2D ได้ สแกนเนอร์ 2D จะมีผลประโยชน์เพิ่มเติมที่มาพร้อมกับระบบบาร์โค้ด 2D บาร์โค้ด 2D จะมาในรูปแบบของลวดลายเรขาคณิตเช่นจุด หกเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม ดังนั้นข้อมูลจะถูก encode แบบสองมิติ โดยเป็นทั้งแนวตั้งและแนวนอน เนื่องจากการออกแบบของบาร์โค้ด 2D เป็นดังนี้ บาร์โค้ด 2D สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมากกว่าและในหลากหลายรูปแบบเช่น เว็บไซต์ เสียง และภาพ นอกจากนี้การมีเครื่องสแกนบาร์โค้ดแบบ 2D หมายความว่าคุณไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลภายนอกเพื่อที่จะใช้งาน

เนื่องจากเครื่องสแกนบาร์โค้ดแต่ละประเภทมีชุดคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง เครื่องสแกนบาร์โค้ด 2 แบบนี้จึงมักใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันด้วยการจัดเก็บข้อมูลที่ จำกัด บาร์โค้ด 1D มักใช้ในการระบุรายการที่มีข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ดังนั้นเครื่องสแกนบาร์โค้ด 1D มักใช้ในธุรกิจค้าปลีกหรือค้าส่ง เพื่อสแกนราคาที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ในส่วนมุมมองด้านการใช้งานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด 2D สแกนเนอร์ประเภทนี้มักใช้ในธุรกิจการผลิตหรือซัพพลายเชน ในขณะที่เครื่องอ่านบาร์โค้ด 2D สามารถสแกนบาร์โค้ด 2D ซึ่งเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมากกว่า เครื่องอ่านบาร์โค้ด 2D สามารถถอดรหัสข้อมูลผลิตภัณฑ์ในจำนวนมากได้อย่างง่ายดายในขณะที่ผลิตภัณฑ์

เคลื่อนไปตามสายพานในโรงงาน นอกจากนี้เครื่องอ่านบาร์โค้ด 2D ก็เป็นที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมยาเพราะว่า บาร์โค้ด 2D จะเหมาะที่สุดสำหรับบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ยาส่วนใหญ่ที่มีพื้นที่จำกัด

2.5 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสัญญาณชีพ

สัญญาณชีพ หมายถึง การวัดการทำหน้าที่ทางสรีรวิทยาที่สำคัญต่อชีวิตหรือวิกฤติ โดยปกติแล้ว สัญญาณชีพใช้ในการบ่งชี้ถึง การวัดค่าอุณหภูมิ อัตราการหายใจ อัตราชีพจร และความดันโลหิต

2.5.1 ความดันโลหิต

ความดันโลหิต เป็นแรงดันเลือดที่เกิดจากหัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย ซึ่งวัดได้ 2 ค่าได้แก่

1) ความดันโลหิตค่าบน คือ แรงดันโลหิตขณะที่หัวใจบีบตัวเต็มที่

2) ความดันโลหิตค่าล่าง คือ แรงดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัวเต็มที่

ซึ่งความดันโลหิตระดับต่าง ๆสามารถแสดงให้เห็นได้ในตารางที่ 1 ดังนี้

ประเภท	ความดันโลหิตตัวบน (มม.ปรอท)		ความดันโลหิตตัวล่าง (มม.ปรอท)
ความดันโลหิตที่ดี	ต่ำกว่า 120	และ	ต่ำกว่า 80
ความดันโลหิตปกติ	120 – 129	และ / หรือ	80 – 84
ความดันโลหิตค่อนข้างสูง	130 – 139	และ / หรือ	85 – 89
ความดันโลหิตสูงเล็กน้อย	140 – 159	และ / หรือ	90 – 99
ความดันโลหิตสูงปานกลาง	160 – 179	และ / หรือ	100 – 109
ความดันโลหิตสูงมาก	ตั้งแต่ 180 ขึ้นไป	และ / หรือ	ตั้งแต่ 110 ขึ้นไป

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความดันโลหิตแต่ละประเภท

ที่มา : (วารสารกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2562)

2.5.2 ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ)

ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) (Heart Rate) หมายถึงจำนวนครั้งที่หัวใจเต้นต่อ 1 นาที ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามความหนักเบาของกิจกรรมที่ทำหรือสิ่งกระตุ้น เช่น หัวใจจะเต้นเร็วขึ้นเมื่อเราขยับตัวหรือรู้สึกตกใจและหวาดกลัว และหัวใจจะเต้นช้าลงเมื่อเรานอนหลับหรือรู้สึกผ่อนคลาย อย่างไรก็ตาม ชีพจรช้าหรือเร็วกว่าปกติมากเกินไป อาจเป็นสัญญาณของปัญหาสุขภาพบางอย่าง ปกติแล้วชีพจรจะวัดในขณะที่เราไม่ได้ทำกิจกรรมใด ๆ และรู้สึกผ่อนคลาย เรียกว่าชีพจรพัก (Resting Heart Rate) ซึ่งในแต่ละคนจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อายุ น้ำหนัก หรือสุขภาพ การทราบเกี่ยวกับชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) จะช่วยให้เราสามารถสังเกตความแข็งแรงของร่างกายตนเองได้ รวมทั้งอาจช่วยให้เรารับมือกับความผิดปกติที่กำลังจะเกิดขึ้นได้

ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) จะแตกต่างกันไปในแต่ละคน ขึ้นอยู่กับอายุและปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ สภาพอารมณ์ น้ำหนักตัว การออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือแอลกอฮอล์ การใช้สารเสพติด ผลข้างเคียงของยาบางชนิด อย่างยากลุ่มเบต้าบล็อกเกอร์ หรือความผิดปกติของร่างกาย เช่น ภาวะโลหิตจาง ความผิดปกติเกี่ยวกับหัวใจ ภาวะไทรอยด์เป็นพิษ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับ

ปกติแล้วผู้ใหญ่จะมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) อยู่ที่ประมาณ 60–100 ครั้งต่อนาที แต่บางคนก็อาจต่ำกว่านั้นได้ โดยเฉพาะผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงหรือผู้ที่เป็นนักกีฬา ซึ่งอาจมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่ต่ำได้ถึง 40-50 ครั้งต่อนาที ส่วนเด็กจะมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่สูงกว่าผู้ใหญ่ เมื่อเด็กโตขึ้นชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปตามช่วงอายุ ซึ่งในช่วงแรกเกิดอาจสูงได้ถึงประมาณ 160 ครั้งต่อนาที

โดยทั่วไป หากชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ของผู้ใหญ่ต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที และสูงเกิน 100 ครั้งต่อนาทีจะถือว่าเป็นสัญญาณอันตราย แต่มีข้อยกเว้นว่าในระหว่างออกกำลังกายอาจสูงกว่านั้นได้ และจะยังถือว่าปลอดภัยหากไม่เกินชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) สูงสุด (Max Heart Rate) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก 220 ลบด้วยอายุ เช่น ผู้ที่อายุ 23 ปี จะมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) สูงสุดอยู่ที่ 197 ครั้งต่อนาที ซึ่ง ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่เร็วหรือช้ากว่าเกณฑ์อาจเป็นสัญญาณของความผิดปกติทางสุขภาพบางอย่าง เช่น ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่เร็วเกินไปในกรณีของผู้ใหญ่ หากมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่มากกว่า 100 ครั้งต่อนาทีในขณะพักจะเรียกว่าภาวะหัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ (Tachycardia) ซึ่งภาวะนี้ไม่ได้เป็นอันตรายเสมอไป อาจเกิดขึ้นได้จากปัจจัยทั่วไปและเกิดเพียงชั่วคราว เช่น เมื่อออกกำลังกาย รู้สึกตื่นเต้น รู้สึกกลัว หรืออาจเกิดจากโรคหรือความผิดปกติบางอย่าง โดยหากเต้นเร็วเกินไป ภาวะนี้อาจส่งผลให้เกิดอาการเวียนศีรษะ เป็นลม รู้สึกใจสั่น เจ็บหน้าอก หายใจถี่ หรืออ่อนเพลียได้ ในผู้ที่มีโรคประจำตัว หากมีภาวะหัวใจเต้นเร็วเกินชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) สูงสุดบ่อย ๆ อาจทำให้หมดสติหรือหัวใจวาย จึงควรไปพบแพทย์ทันทีหากเกิดอาการต่อไปนี้อย่างกะทันหันหรือรุนแรง เช่น เจ็บหน้าอก ปวดกราม แขน คอ หรือหลัง หายใจลำบาก อ่อนเพลียมาก หมดสติ

ส่วนชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ที่ช้าเกินไปนั้น การที่ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ของผู้ใหญ่ต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาทีในขณะพัก จะเรียกว่าภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติ (Bradycardia) ซึ่งภาวะนี้ไม่ได้เป็นอันตรายเสมอไป เช่น ในกรณีของนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ หัวใจของคนกลุ่มนี้จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ขณะพักสามารถต่ำได้ประมาณ 40-50 ครั้งต่อนาที ภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติสามารถเกิดได้ทั้งจากปัจจัยทั่วไปและโรคประจำตัว โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับหัวใจ ภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติจะมีอาการหน้ามืด เป็นลม หรืออาการอื่น ๆ คล้ายกับภาวะหัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ และอาจนำไปสู่ภาวะหัวใจล้มเหลว ภาวะความดันโลหิตสูง รวมถึงภาวะความดันโลหิตต่ำได้ด้วย

เนื่องจากชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) อาจเป็นสัญญาณของปัญหาสุขภาพบางอย่าง เราจึงควรหมั่นสังเกตตัวเองอยู่เสมอ และหลีกเลี่ยงปัจจัยที่อาจทำให้ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) เกิดความผิดปกติ เช่น การเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมากเกินไป การสูบบุหรี่ หากมีความกังวล

เกี่ยวกับชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ควรไปพบแพทย์เพื่อเข้ารับคำปรึกษาและการตรวจวินิจฉัยที่เหมาะสม

2.5.2.1 คุณสมบัติของชีพจร (Characteristic of pulse)

1) ความเร็วในการเดินทางของคลื่นความดันไปตามผนังของหลอดเลือดแดงเร็วกว่าอัตราการไหลของเลือดมาก

2) ความเร็วของคลื่นชีพจรขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือด ถ้าหลอดเลือดแดงแข็งตัว ความเร็วในการเดินทางของคลื่นความดันจะเร็วขึ้น

3) ความแรงของคลื่นความดันจะลดลงเมื่อเดินทางผ่านหลอดเลือดแดงขนาดเล็กและหายไปในที่สุดเมื่อถึงหลอดเลือดแดงฝอย (capillaries artery) ฉะนั้นการจับชีพจร จึงไม่สามารถจับได้จากหลอดเลือดดำแต่จะจับได้เฉพาะหลอดเลือดแดงที่มีขนาดใหญ่ เช่น ด้านข้างลำคอ ใต้ข้อมือ ขาหนีบ และข้อพับของข้อศอก

4) ความแรงของชีพจรจะขึ้นอยู่กับคลื่นความดัน คือ ถ้าความดันสูง ชีพจรก็จะเต้นแรง ความดันต่ำ ชีพจรก็จะเต้นเบา เช่น ภาวะช็อก (shock) หรือภาวะความดันโลหิตต่ำ ทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 ครั้งของการบีบตัวลดลงมาก ส่งผลให้ความดันโลหิตต่ำ ชีพจรก็จะต่ำด้วยเช่นกัน

2.5.2.2 ปัจจัยที่มีลต่อค่าชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) หรืออัตราชีพจร (Pulse Rate)

โดยปกติแล้วค่าชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ในผู้ใหญ่ขณะพัก อยู่ที่ประมาณ 60 – 100 ครั้งต่อนาที ขึ้นอยู่กับอายุหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำ ในเด็กจะมีชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) สูงกว่าผู้ใหญ่ หรือในขณะหลับชีพจร จะลดลงประมาณ 10 – 20 ครั้งต่อนาที ดังนั้น ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชีพจร ต้องเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ (Action potential) ของการเกิดไฟฟ้าในหัวใจ (SA node)

2.5.3 อุณหภูมิร่างกาย

อุณหภูมิร่างกายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์เพราะเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าแต่ละบุคคลมีความผิดปกติหรือมีอาการป่วยเป็นไข้หรือไม่ โดยปกติแล้วในการวัดร่างกายจะกระทำอยู่ 4 ตำแหน่งของร่างกายด้วยกันคือ ช่องปาก ใต้วงแขน หู และทวารหนัก ซึ่งแต่ละตำแหน่ง จะให้ช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ถีรถวัลย์ ปานกลาง และคณะ (2564) ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตำแหน่งของร่างกาย	ช่วงอุณหภูมิปกติ (^{O}C)
ใต้วงแขน	34.7 – 37.3
ช่องปาก	35.5 – 37.5
ทวารหนัก	36.6 – 38.0
ช่องหู	35.8 – 38.0

ตารางที่ 2 แสดง อุณหภูมิของร่างกายที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ที่มา : (วารสารกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2562)

2.6 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ ระบบ HIS (Hospital Information System)

Hospital Information System (HIS) คือ ระบบสารสนเทศในโรงพยาบาล เป็นระบบสารสนเทศขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยระบบสารสนเทศของฝ่ายงานต่าง ๆ ระบบสารสนเทศย่อย ๆ ทั้งหลายเหล่านี้ถูกนำมาใช้ร่วมกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศกัน ทั้งนี้เนื่องจากโรงพยาบาลมีภารกิจมากมายทั้งด้านการบริหาร ด้านการรักษาพยาบาล ร่วมทั้งการศึกษา วิจัย (กรณีเป็นโรงพยาบาลของสถานศึกษา) ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละด้านจำเป็นต้องใช้สารสนเทศจากหลายฝ่ายงานมาประสมประสานกันเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นอยู่เสมอในทุกกระบวนการทำงาน การตัดสินใจที่ถูกต้องยอมให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2.6.1 ภารกิจด้านการบริหาร มีสารสนเทศย่อยด้านบุคลากร การจัดอัตรากำลัง ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางของเจ้าหน้าที่ อัตราเงินเดือน คลังยา คลังจ่ายกลาง คลังพัสดุ จำนวนผู้มาใช้บริการ รายจ่าย รายรับ การซ่อมบำรุงรักษา เป็นต้น และต้องการใช้สารสนเทศด้านการรักษาพยาบาล ด้านการศึกษาวิจัย มาประกอบด้วย

2.6.2 ภารกิจด้านการรักษาพยาบาล มีสารสนเทศย่อยด้านประวัติส่วนตัวผู้ป่วย สถานะทางเศรษฐกิจสังคม และครอบครัวของผู้ป่วย ประวัติการรักษาพยาบาล คลินิกเฉพาะทาง การตรวจทางห้องปฏิบัติการ เอกซ์เรย์ เตียงผู้ป่วย ห้องพักฟื้น เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่ต้องการสารสนเทศด้านการบริหาร ด้านการศึกษาวิจัยมาประกอบด้วย

2.6.3 ภารกิจด้านการวิจัย มีสารสนเทศย่อยด้าน ห้องสมุด อาจารย์ ห้องเรียน สถานที่ฝึกปฏิบัติงาน เป็นต้น และต้องการสารสนเทศด้านการบริหาร และด้านการรักษาพยาบาลมาประกอบด้วย

การบริหารงานในโรงพยาบาลเจ้าหน้าที่ต่างแผนกมีความจำเป็นต้องสื่อสารข้อมูลสารสนเทศให้แก่กันและกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อความเข้าใจกันในการทำงานให้ถูกทิศทางและให้สามารถบรรลุเป้าหมายได้ตรงกันอย่างมีประสิทธิภาพโดยอาศัยข้อมูลและสารสนเทศที่มีในระบบขณะนั้นได้เลย จึงสามารถลดข้อขัดแย้งส่วนตัวที่อาจจะเกิดขึ้นจากการติดต่อสื่อสารกัน ลดเวลาและแรงงานในการส่งข้อมูลสื่อสาร นั่นหมายถึงการลดค่าใช้จ่ายในการทำงานแต่ละขั้นตอนลงไปได้ ในการนำระบบสารสนเทศย่อยของฝ่ายงานต่างๆ มาใช้ร่วมกัน นั่นหมายถึงระบบสารสนเทศต้องได้รับการออกแบบแฟ้มข้อมูลให้สัมพันธ์กันได้ (Relation) ตัวแปรที่จัดเก็บในแฟ้มข้อมูลต้องมีความหมายที่เข้าใจได้ตรงกัน และคัดเลือกระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) ที่มีประสิทธิภาพมาใช้ จึงจะสามารถเชื่อมโยงสื่อสารข้อมูลของตัวแปรในทุกแฟ้มข้อมูลกันได้อย่างราบรื่นเชื่อถือได้ เที่ยงตรง คงที่ มีความสำคัญที่จะต้องออกแบบให้ทำงานอยู่บนระบบเครือข่าย (Local Area Network : LAN) เดียวกัน คุณสมบัติของอุปกรณ์ (Hard ware) ระบบปฏิบัติการที่ใช้ (Operation System) โปรแกรมภาษา และหรือ โปรแกรมประยุกต์ที่เลือกใช้ (Application System) ในระบบเครือข่ายเดียวกันนี้ควรเป็นระบบที่เข้ากันได้หรือเป็นคุณสมบัติเดียวกันหรือ (Platform) เดียวกันเพื่อให้การบริหารจัดการระบบเครือข่ายและระบบสารสนเทศมีปัญหาและอุปสรรคน้อยที่สุด โรงพยาบาลได้รับประโยชน์สูงสุด นั่นคือคือใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบสารสนเทศที่มีราคาถูก การใช้ Platform ที่แตกต่างกันของแต่ละระบบสารสนเทศย่อยก็สามารถ

นำมาเชื่อมโยงกันได้แต่จะมีความยุ่งยากซับซ้อนมากซึ่งหมายถึงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบในราคาที่แพงมากนั่นเอง

ระบบสารสนเทศในโรงพยาบาลทำให้ผู้ปฏิบัติงาน ผู้บริหาร มีสารสนเทศนำมาใช้ประโยชน์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ ขณะทำงานและบริหารงานทุกขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สามารถวางแผนรอรับปริมาณงานได้เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของผู้มาใช้บริการ ณ แต่ละช่วงเวลา วางแผนการสั่งซื้อจัดเตรียมทรัพยากรที่ดีที่สุดให้มีจำนวนเพียงพอไว้ไม่เกินความจำเป็นจนสูญเปล่า ติดตามการจัดเก็บรายได้ ได้อย่างสมบูรณ์ สามารถจัดอัตรากำลังบุคลากรทำงานได้อย่างเหมาะสม คิดค่าบริการได้อย่างเป็นธรรมและมีกำไร จ่ายค่าตอบแทนและจัดสวัสดิการให้บุคลากรได้อย่างเหมาะสมเป็นที่พึงพอใจแก่ทุกฝ่าย สามารถจูงใจให้บุคลากรดำรงอยู่กับองค์กรได้ตลอดไป

2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยืนยันตัวตน

เพื่อให้ป่วยได้รับการรักษาพยาบาล การทำหัตถการ และการผ่าตัดถูกต้อง ถูกคน โดยให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการระบุตัว ดังนี้

2.7.1 ให้ผู้ป่วยผูกป้ายข้อมือ (wristband) ที่มี QR-Code แผนกผู้ป่วยใน ทุกราย

2.7.2 ใช้ข้อมูลอย่างน้อย 3 ตัวชี้บ่งในการระบุตัวคือ ชื่อ – นามสกุล เลข HN และ QR-Code

2.7.3 ระบุตัวผู้ป่วยทุกครั้ง ก่อนให้การพยาบาล ก่อนให้ยาหรือให้เลือด และผลิตภัณฑ์ของเลือด ก่อนเจาะเลือด ก่อนเก็บสิ่งส่งตรวจ และก่อนส่งผู้ป่วยไปหน่วยอื่นเพื่อทำหัตถการ การตรวจพิเศษ การผ่าตัด เป็นต้น

2.7.4 วิธีการระบุตัวผู้ป่วย

2.7.4.1 วิธีสอบถามข้อมูลโดยตรงจากผู้ป่วย (Active communication) เพื่อให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมในการระบุตัวแล้วเปรียบเทียบข้อมูล

2.7.4.2 วิธีดูป้ายข้อมือ / ข้อเท้า (Passive communication) แล้วเปรียบเทียบข้อมูลใน Medical record หรือ Chart IPD ว่าถูกต้องหรือไม่ ในกรณีที่ผู้ป่วยสื่อสารไม่ได้ เช่น ผู้ป่วยเด็ก ผู้ป่วยไม่รู้สติ เป็นต้น

2.7.5 การระบุตัวผู้ป่วยในกรณีต่าง ๆ

2.7.5.1 ก่อนเจาะเลือดหรือเก็บสิ่งส่งตรวจ ให้ใช้ข้อมูลบ่งเทียบข้อมูลใน sticker barcode บนขวดเก็บสิ่งส่งตรวจทุกครั้ง

2.7.5.2 ก่อนให้เลือดและผลิตภัณฑ์ของเลือด ให้ใช้ข้อมูลบ่งเทียบข้อมูลใน sticker barcode บนขวดเก็บสิ่งส่งตรวจทุกครั้ง

2.7.5.3 ทารกแรกเกิด ตรวจสอบหมายเลขที่ข้อมือมารดาและทารกต้องตรงกัน ต้องใช้ป้ายที่มีสีตรงกับเพศ โดยสีชมพู หมายถึง ทารกเพศหญิง และสีฟ้า หมายถึง ทารกเพศชาย

2.7.5.4 ผู้ป่วยชื่อ – นามสกุลเขียนเหมือนกัน เขียนข้อความ “ชื่อซ้ำกัน” ติดบริเวณแฟ้มประวัติและเตียงผู้ป่วย

2.7.5.5 ผู้ป่วยที่ไม่สามารถตรวจสอบชื่อ – สกุลได้ ต้องระบบ “ชายไม่ทราบชื่อ” หรือ “หญิงไม่ทราบชื่อ” และเลข HN

2.7.5.6 ผู้ป่วยฉุกเฉิน แนบสำเนาบัตรประชาชนหรือบัตรที่มีรูปผู้ป่วยไว้กับเวชระเบียน

2.7.5.7 ผู้ป่วยต่างชาติ แนบสำเนา passport หรือเอกสารที่มีรูปผู้ป่วยไว้กับเวชระเบียน (สถาบันการพยาบาลศรีสวรินทิรา สภากาชาดไทย, 2562)

2.8 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันแล้วนำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ ข้อมูลที่นำมารวมกันนั้นต้องถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานในองค์กรด้วยกัน เช่น โรงพยาบาลเก็บรวมรวมข้อมูลของผู้รับบริการ เริ่มตั้งแต่ ชื่อ – สกุล เบอร์โทรศัพท์ เลขบัตรประชาชน ฯลฯ รวมไปถึงข้อมูลต่าง ๆ ของโรงพยาบาลด้วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีส่วนที่สัมพันธ์กันและเป็นที่ต้องการนำออกมาใช้ประโยชน์ต่อไปภายหลัง ข้อมูลนั้นจะเกี่ยวข้องกับบุคคล สิ่งของ หรือแม้แต่สถานที่ ตลอดถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เราสนใจ หรืออาจมาจากการสังเกต การนับ หรือการวัดก็ได้ ประกอบไปด้วย ข้อมูลที่เป็นตัวเลข ข้อความ รูปภาพต่าง ๆ หรือแม้แต่ภาพเคลื่อนไหว ก็สามารถนำมาเก็บเป็นฐานข้อมูลได้ และสิ่งที่สำคัญข้อมูลทุกอย่างต้องมีความสัมพันธ์กัน เพราะเราต้องการนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคต

ระบบฐานข้อมูล (Database System) หมายถึง การรวมตัวกันของฐานข้อมูลตั้งแต่ 2 ฐานข้อมูลเป็นต้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และทำให้การบำรุงรักษาตัวโปรแกรมง่ายมากขึ้น โดยผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล หรือ เรียกย่อว่า Database Management System (DBMS) โดยหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นข้อย่อยๆ ได้ ดังต่อไปนี้

2.8.1 ช่วยกำหนดและเก็บโครงสร้างของฐานข้อมูล (Define and Store Database Structure)

2.8.2 การเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล (Load Database) เมื่อมีคำสั่งให้จากโปรแกรมประยุกต์ให้ประมวลผล ระบบฐานข้อมูลจะทำการรับและเก็บข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเก็บที่ฐานข้อมูลเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการประมวลผล

2.8.3 การเก็บและดูแลข้อมูล (Store and Maintain Data) ข้อมูลในระบบฐานข้อมูลจะถูกรวบรวมไว้ด้วยกัน ซึ่งจะมีระบบการจัดการฐานข้อมูลเป็นผู้ดูแลรักษาข้อมูลนั้น

2.8.4 ประสานงานกับระบบปฏิบัติการ (Operating System) เป็นที่ได้ทราบกันอยู่แล้วว่าระบบปฏิบัติการเป็นโปรแกรมที่คอยควบคุมการทำงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมต่างๆ ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบการจัดการฐานข้อมูลก็จะทำหน้าที่ประสานงานกับระบบปฏิบัติการเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้องตามที่ผู้ใช้ต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูล การแก้ไขข้อมูล หรือแม้แต่การออกรายงาน

2.8.5 ช่วยควบคุมความปลอดภัย (Security Control) ในระบบการจัดการฐานข้อมูลจะมีวิธีควบคุมเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้หรือ

แก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลของผู้ใช้ในระบบ ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลขึ้นมาทำการแก้ไขได้แตกต่างกัน เป็นต้น

2.8.6 การจัดทำข้อมูลสำรองและการกู้ (Backup and Recovery) ในระบบจัดการฐานข้อมูลจะจัดทำข้อมูลสำรองของฐานข้อมูลเอาไว้ และเมื่อมีปัญหากับระบบฐานข้อมูล เช่น แฟ้มข้อมูลหาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากดิสก์เสีย ลบผิดแฟ้มข้อมูล หรือไฟไหม้ ฯลฯ ระบบจัดการฐานข้อมูลจะใช้ระบบข้อมูลสำรองนี้ในการฟื้นสภาพการทำงานของระบบให้สู่ภาวะปกติได้

2.8.7 ควบคุมการใช้ข้อมูลพร้อมกัน (Concurrency Control) ในระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ปัจจุบัน โปรแกรมการทำงานมักจะเป็นแบบผู้ใช้หลายคน (Multi User) จึงทำให้ผู้ใช้แต่ละคนสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้พร้อมกัน ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีคุณสมบัติควบคุมการใช้ข้อมูลพร้อมกันนี้ จะทำการควบคุมการใช้ข้อมูลพร้อมกันของผู้ใช้หลายคนในเวลาเดียวกันได้ โดยมีระบบการควบคุมที่ถูกต้องเหมาะสม เช่น ถ้าการแก้ไขข้อมูลนั้นยังไม่เรียบร้อย ผู้ใช้อื่นๆ ที่ต้องการเรียกใช้ข้อมูลนี้จะไม่สามารถเรียกข้อมูลนั้นๆ ขึ้นมาทำงานใด ๆ ได้ ต้องรอจนกว่าการแก้ไขข้อมูลของผู้ที่เรียกใช้ข้อมูลนั้นก่อนจะเสร็จเรียบร้อย จึงจะสามารถเรียกข้อมูลนั้นไปใช้งานต่อได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการเรียกใช้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

2.8.8 ควบคุมความบูรณภาพของข้อมูล (Integrity Control) ระบบจัดการฐานขอมูลจะทำการควบคุมค่าของข้อมูลในระบบให้ถูกต้องตามที่ควรจะเป็น

2.8.9 จัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ระบบจัดการฐานข้อมูลจะทำการสร้างพจนานุกรมข้อมูลขึ้นมาให้เมื่อมีการกำหนดโครงสร้างของกับฐานข้อมูลมา เพื่อเป็นเอกสารหรือแหล่งข้อมูล เช่น ชื่อ แฟ้มข้อมูล ชื่อเขตข้อมูล เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างและจัดการฐานข้อมูล (Database) เป็นเพียงเครื่องมือใช้ทำงานเท่านั้น สิ่งที่สำคัญกว่าคือ การออกแบบระบบการใช้ข้อมูลอย่างระมัดระวัง ถ้าระบบที่ออกแบบขึ้นมาไม่ดีพอ จะทำให้การทำงานในองค์กรล่าช้าขึ้นเชื่อถือในฐานข้อมูลไม่ได้ และพนักงานทุกคนในองค์กรก็จะรู้สึกอึดอัดขัดใจที่จะใช้ระบบรูปแบบของระบบที่ดีจะมีผลทำให้ระบบนั้นคงอยู่ได้ เพราะเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานและตรงตามความต้องการขององค์กร (ฐิติยาภรณ์ แสงประกาย และกาญจนา กาญจนสุนทร, 2020)

2.9 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS)

คุณภาพการให้บริการ (Quality of Service หรือ QoS) เป็นแนวคิดและการวัดประสิทธิภาพของบริการในระบบเครือข่ายหรือระบบการสื่อสารต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าบริการจะถูกส่งมอบให้กับผู้ใช้งานอย่างมีความคุณภาพและความเหมาะสมตามความต้องการและประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ ซึ่ง QoS มักมีการจัดการและควบคุมองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านเพื่อให้บริการในระดับที่สูงขึ้น โดยหลักการที่เกี่ยวข้องสำคัญประกอบด้วย

2.9.1 แบนด์วิธ (Bandwidth) QoS ช่วยให้การจัดสรรและการจัดการแบนด์วิธในเครือข่ายเพื่อให้การสื่อสารและการส่งข้อมูลสามารถทำได้อย่างราบรื่นและมีความเร็วตามความต้องการของแต่ละแอปพลิเคชันหรือบริการ

2.9.2 ความหน่วง (Latency) เป็นค่าที่วัดเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งและรับข้อมูลในระบบเครือข่าย หรือในกระบวนการสื่อสารต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นเวลาที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลจากแหล่งต้นทางไปยังปลายทาง หรือในกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่ต้องใช้เวลา เช่น การส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต การเล่นเกมออนไลน์ หรือการทำงานร่วมกันในระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย

2.9.3 ความมีเสถียรภาพ (Reliability) QoS ช่วยให้การสื่อสารมีความเสถียรและน่าเชื่อถือ โดยการลดการสูญเสียข้อมูลหรือการขาดต่อสัญญาณในระบบเครือข่าย

2.9.4 ประสิทธิภาพ (Performance) QoS ช่วยให้ความสามารถในการประมวลผลและการทำงานของระบบเครือข่ายเหมาะสมกับการใช้งานตามความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจเว็บไซต์หรือการทำงานร่วมกันของแอปพลิเคชัน

2.9.5 การจัดการความสำคัญ (Prioritization) QoS ช่วยให้สามารถกำหนดลำดับความสำคัญให้กับแอปพลิเคชันหรือบริการต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้แอปพลิเคชันหรือบริการที่สำคัญมีปริมาณและคุณภาพการให้บริการที่เหมาะสม

2.9.6 การจัดการแบบควบคุม (Control Management) QoS ช่วยให้ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถกำหนดการตั้งค่าและการจัดการระบบเพื่อให้บริการในระดับคุณภาพที่ต้องการ

QoS มีความสำคัญในการให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ในระบบเครือข่ายองค์กรที่ต้องการให้บริการที่มีความเสถียรและเร็วตามความต้องการของพนักงาน หรือในแวดวงการสื่อสารแบบเรียลไทม์เช่นการสตรีมวิดีโอ และแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่ต้องการประสิทธิภาพและคุณภาพในการให้บริการข้อมูลและสื่อสารกับผู้ใช้งาน

2.10 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

นันทวุฒิ เถาถวิล (2566) ได้สรุปการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการศูนย์รังสีรักษาและมะเร็งวิทยา โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ พบว่าอายุและรายได้ที่แตกต่างกัน มีความพอใจของผู้รับบริการแตกต่างกันด้วย

ณัฐณภรณ์ เอกนราจินดาวัฒน์ และคณะ (2566) ได้สรุปการศึกษาและวัดระดับความพึงพอใจของประชาชนต่อหุ่นยนต์สวัสดีพยาบาล เนื่องจากมีการตอบสนองความต้องการของประชาชนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และด้านความเข้าใจและรับรู้ความต้องการของประชนชน

กรรณนิกา วิชัยเนตร และคณะ (2566) ได้สรุปการศึกษาเกี่ยวกับเกมส์เสมือนจริง เพื่อการศึกษาสำหรับเด็กที่เป็นโรคเบาหวาน และกล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเกิดจากการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หรือการบริการและความคาดหวังของผู้ใช้บริการ ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพหรือการบริการมีมากกว่าความคาดหวังของผู้ใช้บริการจะเกิดความไม่สอดคล้องทางบวก ผู้ใช้บริการจะรู้สึกว่าสิ่งที่ได้รับมีมูลว่าสูงกว่า ก่อให้เกิดความพอใจต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นๆ

สุจิตรา ปัญญา (2567) ได้สรุปการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่อง Self-Checkout และได้พบว่า การรับรู้ความง่าย การรับรู้ประโยชน์ และคุณภาพของข้อมูล มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความพึงพอใจในการใช้งาน ซึ่งหมายความว่ายิ่งผู้ใช้รู้สึกว่าระบบใช้งานมากเท่าไร ก็จะยิ่งมีความพึงพอใจมากขึ้นเท่านั้น ผู้ใช้ที่มองเห็นประโยชน์ของระบบจะมีความพึงพอใจมากกว่า

จิรายุ สุขโข (2566) ได้สรุปการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการซื้อเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติเกรดพรีเมียม และได้พบว่าการใช้งานการรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้งาน ส่งผลต่อความพึงพอใจในการซื้อเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติเกรดพรีเมียม

อัญชลีโพธิ์ สาขา และสุทธาวรรณ จีระพันธุ (2024) ได้สรุปการศึกษาแนวทางการเพิ่มความพึงพอใจที่มีต่อ Application GHB ALL BFRIEND ของลูกค้าฝ่ายบริหารหนี้ กทม.และปริมณฑล

Supasiri Sirichai et al.(2023) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความภักดีและความพึงพอใจต่อแบรนด์สินค้าเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย โดยใช้ตัวถอดแบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความภักดีต่อแบรนด์สินค้าเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม มี 2 ปัจจัย คือ ประสบการณ์ที่มีต่อตราสินค้า และความพึงพอใจของลูกค้า

อัญญาวีร์ ธันย์ชูรัตน์ และดารารัตน์ สุขแก้ว (2025) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติประเภทเครื่องดื่มจำแนกตามวัตถุประสงค์การบริโภคและลักษณะประชากรศาสตร์ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลและได้พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ จำแนกตามวัตถุประสงค์การบริโภค มีความแตกต่างกันโดยผู้ใช้บริการให้ความสำคัญกับสุนทรียะ มากกว่าอรรถประโยชน์ และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการการจำแนกตามประชากรศาสตร์ มีความแตกต่างกัน

2.11 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการใช้งาน (Usability) ของระบบ หรือผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน หรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆโดย SUS ถูกพัฒนาขึ้นโดย John Brook ในปี ค.ศ. 1986 และยังคงได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ง่าย รวดเร็ว และให้ผลที่น่าเชื่อถือได้

2.11.1 โครงสร้างของ System Usability Scale (SUS)

SUS เป็นแบบสอบถามที่ประกอบด้วย 10 คำถาม (Statements) แต่ละข้อจะให้ผู้ใช้ให้คะแนนตามระดับ Likert scale 5 ระดับ (1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไปจนถึง 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ตัวคำถามจะสลับระหว่างคำถามบวกและลบ เพื่อช่วยลดอคติของผู้ตอบ

ตัวอย่างคำถาม System Usability Scale (SUS) ประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อดังต่อไปนี้

2.11.1.1 ฉันอยากใช้ระบบนี้บ่อย ๆ

2.11.1.2 ฉันคิดว่า ระบบนี้ซับซ้อนโดยไม่จำเป็น

2.11.1.3 ฉันคิดว่าระบบนี้ใช้ง่าย (I think this system was easy to use.)

2.11.1.4 ฉันคิดว่าต้องการความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ระบบนี้

2.11.1.5 คิดคิดว่า ฟังก์ชั่นต่าง ๆ ในระบบนี้ทำงานสอดคล้องกันดี

2.11.1.6 ฉันคิดว่าระบบนี้มีความไม่สอดคล้องกัน

2.11.1.7 ฉันคิดว่าฉันสามารถเรียนรู้การใช้งานระบบนี้ได้อย่างรวดเร็ว

2.11.1.8 ฉันคิดว่าระบบนี้ยุ่งยากเกินไป

2.11.1.9 ฉันคิดว่าฉันสามารถใช้ระบบนี้ได้ดี

2.11.1.10 ฉันต้องเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ มากมายก่อนที่จะสามารถใช้ระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Brooke, 2013)

2.11.2 วิธีการคำนวณคะแนน System Usability Scale (SUS) ซึ่งใช้สมการ ดังนี้

$$SUS = (X + Y) \times 2.5$$

2.11.2.1 สำหรับคำถามข้อที่เป็นเลขคี่ (1, 3, 5, 7, 9) ให้นำคะแนนที่ได้ลบด้วย 1

2.11.2.2 สำหรับคำถามที่เป็นเลขคู่ (2, 4, 6, 8, 10) ให้นำ 5 ลบด้วยคะแนนที่ได้

2.11.2.3 จากนั้นรวมคะแนนทั้งหมด และนำไปคูณด้วย 2.5 จะได้คะแนนเต็มที่ 100 คะแนน (Nittaya supaporn Bunchai et. al., 2020)

2.11.3 การแปรผลคะแนน System Usability Scale (SUS)

2.11.3.1 ต่ำกว่า 50 แปรผลเป็น ระบบมีปัญหาด้าน usability มาก

2.11.3.2 50 - 70 แปรผลเป็น ใช้งานได้ระดับพอใช้ แต่ควรปรับปรุง

2.11.3.3 70 – 85 แปรผลเป็น ใช้งานได้ดีในระดับหนึ่ง

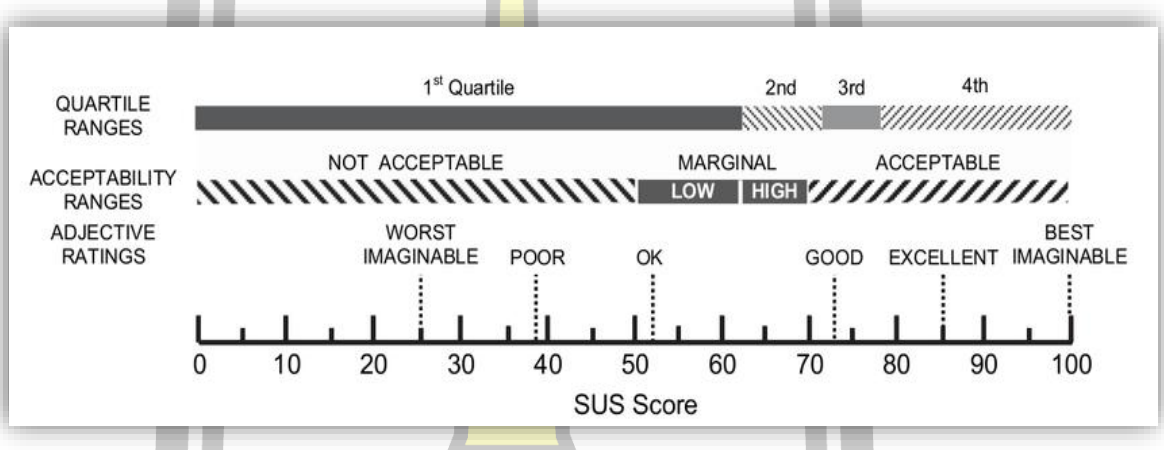
2.11.3.4 มากกว่า 85 มีระบบ usability ดีเยี่ยม

2.11.4 จุดเด่นของ System Usability Scale (SUS)

2.11.4.1 ใช้งานง่าย และใช้เวลาทำแบบสอบถามไม่นาน

2.11.4.2 สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ หรือระบบงานได้หลากหลายประเภท

2.11.4.3 เหมาะสำหรับการทดสอบภายใน (Internal testing) และการทดสอบกับผู้ใช้งานจริง (User testing)



รูปภาพที่ 5 เปรียบเทียบช่วงคะแนนต่าง ๆ ของ SUS กับ Acceptability range

2.12 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสมาร์ตซิตี้ (Smart City)

นักวิชาการทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้ให้คำนิยามและความหมายของ Smart City ไว้ดังนี้

Achuayram and Wongsim (2023) กล่าวว่า Smart City หมายถึง เมืองที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลหรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการส่งเสริมคุณภาพและประสิทธิภาพการให้บริการของเมืองการลดค่าใช้จ่ายและการใช้ทรัพยากรและการเข้ามามีบทบาทและส่วนร่วมของประชาชนที่เพิ่มมากขึ้น การดำเนินการดังกล่าวจะทำให้เมืองสามารถใช้ประโยชน์จากระบบคมนาคมขนส่ง สาธารณูปโภค และสาธารณูปการที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยให้เรียนรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาเมืองได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งยังสามารถเข้าถึงกลุ่มคนได้ในทุกชนชั้น และหลากหลายภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ซึ่งช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางสังคมได้

Glasmeier and Nebiolo (2016) กล่าวว่า SMART City หมายถึง ตลาดใหม่ โดยมีการจัดการของเสีย การควบคุมการจราจร การใช้เทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกระบบย่อย ๆ ของเมือง เช่น พลังงานน้ำ การเคลื่อนย้ายการสร้างสภาพแวดล้อม โอกาสในการจ้างงาน การสร้างความมั่งคั่งและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจความต้องการเพิ่มมูลค่าและนวัตกรรม แต่ยังละเลยการดูแลสุขภาพและความยั่งยืน ความเป็นอยู่การทำงาน การเคลื่อนย้ายการอำนวยความสะดวกสาธารณะและการเปิดเผยข้อมูล

Meijer and Bolívar (2016) กล่าวว่า SMART City หมายถึงการให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีทรัพยากรมนุษย์และการปกครองการจัดทำทางเลือกนโยบายและการนำนโยบายไปปฏิบัติกระบวนการตัดสินใจ การเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างและกระบวนการ

Angsukanjanakul (2017) กล่าวว่า Smart city หมายถึง แนวคิดของการพัฒนาเมืองนวัตกรรมที่สามารถลดปัญหามลภาวะส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรและเพิ่มการใช้พลังงานสะอาดและสามารถจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

สรุปได้ว่า SMART City เป็นแนวคิดทางการบริหารจัดการที่ครอบคลุมการพัฒนาเมืองให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต การจ้างงาน การเพิ่มโอกาสและการแข่งขันทางธุรกิจ การสรรสร้างนวัตกรรม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการทุกภาคส่วน อาทิระบบการขนส่ง น้ำประปาไฟฟ้า ระบบความปลอดภัย เป็นต้น เพื่อให้ครอบคลุมและทั่วถึงสำหรับการให้บริการในพื้นที่เมือง

2.13 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital)

เมื่อชุมชนด้านสุขภาพได้รับการยอมรับมากขึ้น รวมไปถึงการนำ EHR มาใช้อย่างแพร่หลายและโรงพยาบาลกล้าที่จะลงทุนกับเทคโนโลยี ซึ่งการนำ EHR มาใช้ทำให้มองเห็นความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงไปสู่ Smart Hospital โดยมีการออกพระราชบัญญัติสารสนเทศด้านสุขภาพ Health Information Technology for Economic and Clinical Health (HITECH) ซึ่งมีผลในปี 2009 อนุญาตให้ ONC จ่ายเบี้ยเลี้ยงหรือ incentive เพื่อจูงใจในการเปลี่ยนแปลง ในอีกหลายปีให้หลัง

Smart Hospital เข้ามาช่วยสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาการรักษา และการดำเนินงานในด้านการบริหารรายได้ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ป่วยในการรักษาที่ดีขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ในที่นี้เป็นการทำลายข้อจำกัดของโรงพยาบาล โดยสามารถรวบรวมข้อมูลจาก EHR อุปกรณ์ Wearable และข้อมูลบน social media และการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพ

การพัฒนา Smart Hospital จะมีการพัฒนา "healthcare as a service" ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ บริการใหม่ที่ใช้ดิจิตอล การวิเคราะห์เพื่อการรักษาด้านสุขภาพ เพื่อให้มีต้นทุนที่ผู้ป่วย

เข้าถึงได้ และปรับให้เหมาะกับการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยแต่ละคน จะต้องมีการปรับทั้งเบื้องหน้าและเบื้องหลัง จนทำให้ต้นทุนอยู่ได้

หลัก ๆ แล้ว Smart Hospital ช่วยให้ผู้ป่วยมีประสบการณ์ที่ดีขึ้นกับโรงพยาบาล สามารถให้บริการนอกพื้นที่โรงพยาบาลได้ และยังใช้ EHR เก็บข้อมูลคนไข้ได้อยู่ และบุคลากรทางการแพทย์จะไม่ต้องอุดอู้อยู่ในห้องสี่เหลี่ยม ๆ อีกต่อไป มีการนำ Digital Workflow เข้ามาช่วย เพื่อการประสานงานอย่างราบรื่นของแพทย์ หรือพยาบาล ช่วยจัดการต้นทุนให้เหมาะสม รวมไปถึงการบริหารจัดการอุปกรณ์ทางการแพทย์ การรีโมทเข้ามาตรวจสุขภาพ การใช้ RFID และ Real-Time Location System (RTLS) ช่วยลดต้นทุน การมอนิเตอร์อาการคนไข้ผ่านรีโมท Home Monitoring Remote Care ทั้งการใช้ Mobile App และ Tele Medicine ตรวจสอบประวัติคนไข้ นอกจากนี้ จะมีโรงพยาบาลขนาดเล็ก ที่เน้นการดูแลเฉพาะทางมากขึ้น และสิ่งสำคัญที่สุดคือ Security หรือความปลอดภัย เพราะก่อนหน้านี้ โรงพยาบาลมีความอ่อนไหวเรื่องความปลอดภัยด้านระบบเครือข่าย

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.14.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรเทพ แป้นเกิด (2022) ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้เครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ และประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง โดยมีคณาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทลเลอร์จำนวน 3 คน กลุ่มตัวอย่าง 30 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) เครื่องต้นแบบการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนรับค่า (2) การประมวลผลจากเซนเซอร์ และ (3) ส่วนติดต่อ 2) ผลการประเมินการทดลองใช้เครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งโดยการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย ทุกระบบสามารถใช้งานได้ 3) ผลการปริเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

ขนิษฐา แซ่ลิ้ม และคณะ (2019) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องวัดชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) และอุณหภูมิในร่างกายโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เครื่องมือมีการใช้เซนเซอร์เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของร่างกาย ได้แก่ เซนเซอร์วัดชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) และวัดอุณหภูมิของร่างกาย ติดตั้งบริเวณข้อมือ ข้อมูลจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลย่อยบนข้อมือ จากนั้นจะส่งผ่านระบบไร้สายลอร่าไปยังหน่วยประมวลผลกลาง ที่ติดตั้งส่วนแสดงผล ฐานข้อมูล และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ และโปรแกรมไลน์ จากการทดสอบหาประสิทธิภาพ พบว่า เครื่องวัดมีค่าความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 3 และ 5 เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานตามลำดับ เครื่องวัดรองรับผู้สูงอายุได้มากกว่าหนึ่งคนต่อเครื่อง การใช้งานครอบคลุมพื้นที่การใช้งาน ระยะทางไม่น้อยกว่า 400 เมตร ทั้งในที่โล่งและมีสิ่งกีดขวาง ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ด้วยเทคนิคการประหยัดพลังงาน อย่างไรก็ตามระบบยังมีข้อจำกัดในเรื่องขนาด

รูปทรงที่ติดตั้งแล้วทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกไม่สะดวก ตลอดจนปัญหาการอ่านข้อมูลที่ผิดพลาดของเซนเซอร์และการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย

Samann et al. (2021) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน Cranix ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์ลักษณะทางคลินิก และการจัดท่าผู้ป่วยสำหรับถ่ายภาพเอกซเรย์ในส่วนกะโหลกศีรษะ ที่ใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android โดยใช้เว็ปไซต์ Thunkable ซึ่งประเมินความยากง่ายและความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี System usability scale (SUS) และวิธีมาตรวัดของ Linkert

นิตยา สุภาภรณ์ และคณะ (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน CUFastTech ช่วยในการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป เป็นแหล่งข้อมูลและสื่อการเรียนรู้สำหรับนิสิตรังสีเทคนิค สามารถติดตั้งในมือถือบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภายในแอปพลิเคชันประกอบด้วยฟังก์ชันการค้นหาแบบทันทีและฟังก์ชันการเรียนรู้ ผลประเมินความพึงพอใจส่วนเนื้อหาและรูปแบบของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นยังใช้งานได้ยากจึงได้ผลการประเมินการใช้งานด้วยวิธี System usability scale (SUS) ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

พงษ์ลดา โอทาตะวงค์ (2019) ได้ออกแบบกรอบการทำงานในการเก็บความต้องการของผู้ใช้และการทดสอบการใช้งานในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศ ป้องกันข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบและกำหนดนโยบายกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเอกสารก่อนส่งมอบให้ลูกค้าเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดจากความผิดพลาดของมนุษย์ในการปฏิบัติงาน การวัดความพึงพอใจโดยรวม (System Usability Scale) ในการใช้งานกรอบการทำงานแสดงให้เห็นว่าหลังจากเสนอกรอบการทำงานในการเก็บความต้องการของผู้ใช้และการทดสอบการใช้งานระบบให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ ระดับความพึงพอใจที่มีต่อกรอบการทำงานใหม่และกรอบการทำงานเดิมในการเก็บความต้องการของผู้ใช้และการทดสอบการใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.93 และ 20.00 ตามลำดับ หลังจากหกเดือนที่มีการดำเนินการใช้กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของเอกสารพบว่าไม่มีข้อร้องเรียนจากลูกค้าเกี่ยวกับความผิดพลาดในการออกเอกสาร

Bangor Aaron (2008) ได้นำเสนอข้อมูล System Usability Scale (SUS) มูลค่าเกือบ 10 ปีที่รวบรวมจากผลิตภัณฑ์จำนวนมากในทุกระยะของวงจรการพัฒนา SUS ซึ่งพัฒนาโดย Citation Brooke (1996) สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการอย่างมากในชุมชนการใช้งานสำหรับเครื่องมือที่สามารถรวบรวมคะแนนการใช้งานของผลิตภัณฑ์โดยอัตนัยของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย ข้อมูลในการศึกษานี้ระบุว่า SUS ตอบสนองความต้องการดังกล่าว ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์คะแนน SUS จำนวนมากนี้แสดงให้เห็นว่า SUS เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงและอเนกประสงค์สำหรับมือ

อาชีพด้านการใช้งาน บทความนี้นำเสนอผลลัพธ์เหล่านี้และอภิปรายถึงผลกระทบ อธิบายการใช้งาน SUS ในรูปแบบใหม่ อธิบายการปรับเปลี่ยน SUS ที่เสนอเพื่อให้คะแนนคำคุณศัพท์ที่สัมพันธ์กับคะแนนที่กำหนด และให้รายละเอียดว่าคะแนน SUS ที่ยอมรับได้

Grier Rebecca (2013) ได้แนะนำการประชุมสัมมนา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ให้ภาพรวมของ SUS และอภิปรายคำถามการวิจัยที่กำลังติดตามโดยผู้ร่วมอภิปรายในปัจจุบัน การวิจัยในปัจจุบันนี้ประกอบด้วย การกำหนดบรรทัดฐานการใช้งาน การประเมินความสามารถในการใช้งานโดยไม่ต้องปฏิบัติงาน และการใช้ SUS เพื่อการยศาสตร์ นอกเหนือจากบทความนี้แล้ว ยังมีเอกสารอีกสี่ฉบับในการประชุมสัมมนา ซึ่งอภิปรายถึงผลกระทบของประสบการณ์ต่อข้อมูล SUS ความสัมพันธ์ระหว่าง SUS และคะแนนผลงาน ความเชื่อมโยงระหว่าง SUS และตัวชี้วัดทางธุรกิจ ตลอดจนศักยภาพในการใช้ SUS ใน การทดสอบและประเมินผลระบบทหารระดับการใช้งานระบบ (SUS Brooke, 1996) เป็นเครื่องมือที่ใช้กันทั่วไปในการทดสอบการใช้งานของผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ เป้าหมายของการประชุมสัมมนานี้คือเพื่อหารือเกี่ยวกับความถูกต้องของ SUS ในการทดสอบการใช้งานและอื่นๆ

2.14.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bhardwaj Vaneeta (2022) ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง เพื่อให้ชีวิตผู้ป่วยง่ายขึ้นสำหรับการวินิจฉัยของแพทย์ โดยสามารถตรวจสอบความดันโลหิต ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ระดับออกซิเจน และอุณหภูมิของร่างกายได้ เป็นระบบที่มีประโยชน์สำหรับพื้นที่ชนบทหรือหมู่บ้าน คลินิกในบริเวณใกล้เคียงสามารถติดต่อโรงพยาบาลในเมืองเกี่ยวกับสุขภาวะสุขภาพของผู้ป่วยได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกี่ยวกับสุขภาพที่เกินมาตรฐาน ระบบ IoT จะแจ้งเตือนแพทย์ ซึ่งค่าผิดพลาดต่าง ๆ เมื่อเทียบกับระบบตรวจสุขภาพเชิงพาณิชย์ ในการวัดสัญญาณชีพจะอยู่ที่ ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) 2.89 % อุณหภูมิร่างกาย 3.03 % ค่าออกซิเจน 1.06 % ระบบ IoT ที่ใช้จะช่วงให้แพทย์รวบรวมข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ เก็บข้อมูลได้ง่าย การส่งข้อมูลเข้าระบบจะส่งเป็นระยะ ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งระบบดังกล่าวจะช่วยในการรักษาผู้ติดเชื้อโควิด – 19 ได้

Akkaş (2020) ได้นำเสนอถึงเทคโนโลยี IoT ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานทางการแพทย์ ทิศทางต่าง ๆ ที่เจาะกลุ่มภาคการดูแลสุขภาพ และนำเสนอแนวโน้มในอนาคตในการพัฒนา เช่น Bio-IoT และ Nano-IoT หรือ Internet of Nano Things จากมุมมองของการเฝ้าติดตามสัญญาณชีพของผู้ป่วยส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบที่ใช้ IoT คือ Wireless Body Area Networks (ดับเบิลยูบีเอ็น) WBAN ประกอบด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะขนาดเล็กมากที่วางอยู่ในหรือบนร่างกายของผู้ป่วยที่สามารถสื่อสารแบบไร้สายได้ กล่าวถึงสถาปัตยกรรมและการใช้งานแอปพลิเคชันทางชีวการแพทย์เฉพาะตาม WBAN ซึ่งได้รับการสร้างต้นแบบและทดสอบที่โรงพยาบาล Ege University ระบบที่นำเสนอมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลโดยเฉพาะสำหรับอัตราชีพจร และอัตราส่วนออกซิเจนสัมพัทธ์ของผู้ป่วย ที่ได้รวบรวมไว้ข้อมูลถูกถ่ายโอนจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายไปยังฐานข้อมูลกลางโดยใช้ IoT เทคโนโลยี ประสิทธิภาพของระบบได้รับการประเมินในแง่ของความยืดหยุ่นเช่นเดียวกับความถูกต้อง

ของข้อมูลที่เก็บรวบรวมใน Topology เครือข่ายต่าง ๆ และในแง่ของเครือข่ายเสถียรภาพและช่วงที่มีประสิทธิภาพ

Islam M. M. (2020) ได้พัฒนาระบบการดูแลสุขภาพอัจฉริยะในสภาพแวดล้อม IoT ที่สามารถตรวจสอบสุขภาพขั้นพื้นฐานของผู้ป่วยได้ป้ายบอกทางและสภาพห้องที่ผู้ป่วยอยู่ในขณะนี้แบบเรียลไทม์ ในระบบนี้จะใช้เซนเซอร์ความร้อน ในการจับภาพข้อมูลจากสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาล ได้แก่ เซนเซอร์วัดการเต้นของหัวใจ, เซนเซอร์อุณหภูมิร่างกาย, เซนเซอร์อุณหภูมิห้อง, เซนเซอร์ออกซิเจน และเซนเซอร์คาบอนไดออกไซด์ 2 เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาดของโครงร่างที่พัฒนาขึ้นนั้นอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนด (< 5%) สำหรับแต่ละกรณี สภาพของผู้ป่วยจะถูกส่งผ่านทางเครือข่ายไปยังบุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งพวกเขาสามารถประมวลผลและวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของผู้ป่วย ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะสำหรับการตรวจสุขภาพที่พิสูจน์ได้จากประสิทธิภาพของระบบ

Swaroop K. Narendra (2019) ได้นำเสนอการออกแบบระบบติดตามสุขภาพแบบเรียลไทม์ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลพารามิเตอร์สุขภาพพื้นฐานของผู้ป่วย สามารถให้ข้อมูลแก่ผู้ประกอบวิชาชีพทางการแพทย์ได้ เพื่อเป็นการแจ้งเตือนและเฝ้าระวังผ่านช่องทางสื่อสารหลายช่องทาง ในปัจจุบันการรักษาพยาบาล ระบบมีอยู่ด้วยตัวเลือกการสื่อสารแบบโหมดเดียว เป็นที่นิยมทั้งในระบบ GSM หรือข้อมูลเข้าถึงบนเว็บแอปพลิเคชัน ระบบติดตามสุขภาพที่นำเสนอช่วยยกระดับการรักษาพยาบาล การจัดส่งโดยการสื่อสารข้อมูลแบบมัลติเพล็กซ์ผ่านสามโหมด BLE (1) Mobile Application) (2) GSM (message service) และ (3) Wi-Fi (อินเทอร์เน็ต)

M and G (2018) ได้ใช้ ปัจจัยด้านคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) เพื่อเลือกบริการที่ใช้ IoT ได้แก่ Interoperability (การทำงานร่วมกัน) Power Consumption (การใช้พลังงาน) Availability (ความพร้อมใช้งาน) Long-Term Stability (ความมั่นคงในระยะยาว) Operating Temperature Range (ช่วงอุณหภูมิการทำงาน) Sensitivity (ความไว) Precision (ความแม่นยำ) Security (ความปลอดภัย) OTA Update (การอัพเดตผ่านอากาศ) Drift (การเบี่ยงเบน) Memory Resources (การใช้หน่วยความจำ) Resolution (ความละเอียด)

Samann et al. (2021) นำเสนอ การใช้คุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) เพื่อวัดการพัฒนา Application ด้วย IoT โดยใช้ปัจจัยทางด้าน Latency (ความหน่วง) Reliability (ความน่าเชื่อถือ) Throughput (ประมาณงาน) และ Network Usage (การใช้เครือข่าย)

Ali (2015) ได้ทำกรอบการจัดเตรียม QoS แบบไดนามิก (QoPF) สำหรับ IoT ที่มุ่งเน้นบริการโดยใช้อัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาย้อนรอย (BSOA) เฟรมเวิร์ก QoPF ได้รับการเสนอเพื่อเพิ่มคุณภาพการบริการแบบคอมโพสิตในชั้นแอปพลิเคชัน IoT โดยสร้างความสมดุลระหว่างความน่าเชื่อถือของบริการและต้นทุนที่ยอมรับได้ โดยใช้ปัจจัยในการวัดคือ Throughput (ปริมาณงาน) Delay Time (ความหน่วง) และ jitter (ความกังวลใจ)

Patan Rizwan (2020) ได้นำเสนอวิธีการดูแลสุขภาพอัจฉริยะด้วย Deep Neural Network โดยใช้ปัจจัยของ (Quality of Service: QoS) เป็นตัววัด ได้แก่ Time (เวลา) Overhead is reduced (การลดค่าใช้จ่าย) และ Accuracy (ความแม่นยำ)

White (2018) ได้นำเสนอการเลือกแนวปัจจัยคุณภาพที่เหมาะสมกับ IoT เช่น Safety (ความปลอดภัย) สำหรับยานยนต์อัตโนมัติ ความล่าช้า (Delay) สำหรับแอปพลิเคชั่นด้านดูแลสุขภาพ

Manivannan and Radhakrishnan (2020) ได้นำเสนอปัจจัยคุณภาพของ (Quality of Service: QoS) ที่ใช้วัด IoT ได้แก่ Application are reliability (ความน่าเชื่อถือของโปรแกรม), Cost (ราคา), Energy consumption (การใช้พลังงาน), Security (ความปลอดภัย), Availability and service time (ความพร้อมใช้งาน), End to End delay (ความเร็วในการรับ - ส่งข้อมูล), Throughput (ปริมาณงาน), jitter (ความกังวลใจ), Packet delivery (การส่งแพ็คเก็ต)

เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ ผู้วิจัยขอนำเสนอ โดยใช้สัญลักษณ์แทน ปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของ (Quality of Service : QoS) ดังนี้

Interoperability (การทำงานร่วมกัน)	แทนด้วยสัญลักษณ์	A
Power Consumption (การใช้พลังงาน)	”	B
Availability (ความพร้อมใช้งาน)	”	C
Long-Term Stability (ความมั่นคงในระยะยาว)	”	D
Operating Temperature Range (ช่วงอุณหภูมิการทำงาน)	”	E
Sensitivity (ความไว)	”	F
Security (ความปลอดภัย)	”	G
OTA Update (การอัพเดตผ่านอากาศ)	”	H
Drift (การเบี่ยงเบน)	”	I
Memory Resources (การใช้หน่วยความจำ)	”	J
Resolution (ความละเอียด)	”	K
Latency (ความหน่วง)	”	L
Reliability (ความน่าเชื่อถือ)	”	M
Throughput (ความสำเร็จในการส่งข้อมูล)	”	N
Network Usage (การใช้เครือข่าย)	”	O
jitter (ความกังวลใจ)	”	P
Time (เวลา)	”	Q
Response Time (เวลาที่ตอบสนอง)	”	R
Accuracy (ความแม่นยำ)	”	S
Delay (ความล่าช้า)	”	T
Cost (ราคา)	”	U

งานวิจัย / ปัจจัยที่ใช้วัด	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Manisiha Singh et al.(2020)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									
Fady E. F. Samann et al.(2021)												✓	✓	✓	✓						
Mahmoud M. Badawy et al.(2019)									✓			✓		✓							
Rizwan Patan et al.(2020)																	✓	✓	✓		
Gary White et al. (2017)							✓													✓	
T.Manivannan and P.Radhakrishnan (2020)			✓			✓							✓	✓		✓					✓
เอกชัย แน่นอุดร (2559)			✓										✓	✓				✓			✓
ผู้วิจัย (2568)			✓				✓						✓	✓							

ตารางที่ 3 ตารางสรุปการนำปัจจัยต่าง ๆ ของ QOS ไปใช้งาน

จากการทบทวนวรรณที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้นำปัจจัยคุณภาพของ (Quality of Service : QoS) ที่ใช้วัดเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่ได้พัฒนาขึ้น ได้แก่ Availability (ความพร้อมใช้งาน), Accuracy (ความแม่นยำ), Reliability (เสถียรภาพหรือความน่าเชื่อถือของระบบ) และ Throughput (ความสำเร็จในการนำส่งข้อมูล) สำหรับการวัดประสิทธิภาพของเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ต่อผู้รับบริการในโรงพยาบาลมหาสารคาม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการโครงงานวิจัย “เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคามเพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง” แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ประชากร
3.2 กลุ่มตัวอย่าง
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3.4 การประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.5 การวัดประสิทธิภาพด้วยคุณภาพการให้บริการ
3.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย
3.7 พื้นที่การดำเนินโครงการวิจัย

3.1 ประชากร

ประชากร หมายถึง แพทย์ 144 คน พยาบาล 570 ในโรงพยาบาลมหาสารคาม จากแผนกผู้ป่วยต่าง ๆ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาผู้ป่วย รวม 784 คน (รายงานประจำปีโรงพยาบาลมหาสารคาม, 2567)

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

การประเมินการใช้งานและความพึงพอใจของระบบที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญจากแผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลมหาสารคาม จำนวน 30 คน ด้วยแบบประเมิน การประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะด้วยวิธี System usability scale (SUS) (Brooke, 2013) ประกอบด้วยคำถามการประเมิน 10 ข้อ ดังนี้

3.2.1 ฉันคิดว่าฉันต้องการใช้ระบบนี้บ่อย ๆ
3.2.2 ฉันคิดว่าระบบนี้ซับซ้อนโดยไม่จำเป็น
3.2.3 ฉันคิดว่าระบบนี้ใช้งานง่าย
3.2.4 ฉันคิดว่าต้องการความช่วยเหลือจากผู้เชียวชาญเพื่อใช้ระบบนี้
3.2.5 ฉันคิดว่าฟังก์ชั่นต่าง ๆ ในระบบนี้ทำงานสอดคล้องกันดี

3.2.6 ฉันคิดว่าระบบนี้มีความไม่สอดคล้องกัน

3.2.7 ฉันคิดว่าฉันสามารถเรียนรู้การใช้งานระบบนี้ได้อย่างรวดเร็ว

3.2.8 ฉันคิดว่าระบบนี้ยุ่งยากเกินไป

3.2.9 ฉันคิดว่าฉันสามารถใช้ระบบนี้ได้ดี

3.2.10 ฉันต้องเรียนรู้สิ่งต่าง ๆมากมายก่อนที่จะสามารถใช้ระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วย ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3.3.2 แบบประเมิน System Usability Scale (SUS)

3.3.3 แบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะด้วย Quality of Services (QoS)

3.4 การวัดประสิทธิภาพด้วยคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS)

การวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์พื้นฐานของเครื่องมือวัด เป็นสิ่งสำคัญในการเลือกใช้เครื่องมือวัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพพื้นฐานของเครื่องมือที่สำคัญด้วยคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ดังนี้

3.4.1 ความพร้อมใช้งาน (Availability) หมายถึงความพร้อมใช้งานหรือความเป็นที่พร้อมสำหรับการใช้งานตามคำขอหรือความต้องการของผู้ใช้และยังหมายความว่าสิ่งหรือบริการที่มีความพร้อมใช้งานมีความเป็นไปได้ในการเข้าถึงและใช้งานเมื่อต้องการ โดยใช้สมการ

$$A = \frac{N_{suc}}{N_{all}}$$

โดยที่ A คือ ค่าสภาพความพร้อมในการให้บริการ

N_{suc} คือ ผลรวมของเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้เครื่องมือวัดสามารถใช้เครื่องมือวัดใช้งานได้จริง

N_{all} คือ ผลรวมของเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้เครื่องมือวัด ในช่วงเวลาที่กำหนด

3.4.2 ความแม่นยำ (Accuracy) ความถูกต้องหรือความแม่นยำ เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด ในการการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าความจริง โดยค่าความถูกต้อง / ความแม่นยำ (วราวิช พรพระ et al., 2013)

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP}$$

โดยที่

TP (True Positive) คือ โมเดลทำนายว่าเป็นบวกและถูกต้อง

TN (True Negative) คือ โมเดลทำนายว่าเป็นลบและถูกต้อง

FP (False Positive) คือ โมเดลทำนายว่าเป็นบวกแต่ผิด

FN (False Negative) คือ โมเดลทำนายว่าเป็นลบแต่ผิด

3.4.3 เสถียรภาพของระบบ (Reliability) คือระดับความสามารถในการให้บริการของเครื่องวัด แสดงได้ด้วยอัตราส่วนของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือวัด คำนวณได้โดยการวัดอัตราส่วนของจำนวนครั้งทั้งหมดที่เจ้าหน้าที่ใช้เครื่องวัดได้สำเร็จ ส่วนด้วยจำนวนครั้งทั้งหมดที่ผู้ใช้ ใช้เครื่องวัดในช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้สมการ

$$R = \frac{T_{suc}}{T_{all}}$$

โดยที่

R คือ ค่าความเสถียรของระบบ

T_{suc} คือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่ผู้ใช้เครื่องมือ ใช้เครื่องมือวัดได้สำเร็จในช่วงเวลาที่กำหนด

T_{all} คือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่ผู้ใช้เครื่องมือ ใช้เครื่องมือวัดในช่วงเวลาที่กำหนด

3.4.4 ความสำเร็จในการนำส่งข้อมูล (Throughput) คือความสำเร็จในการรับส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที ซึ่งเป็นจำนวนทรานแซคชั่น (Transaction) หรือการร้องขอ (Request) ที่ถูกสร้างขึ้นหรือทำงานได้ในช่วงเวลาการทดสอบ โดยหน่วยที่นิยมใช้สำหรับวัดค่า Throughput คือ TPS (Transaction Per Second) ซึ่งก็คือ จำนวนของทรานแซคชันที่สามารถทำงานได้ใน 1 วินาที ค่าคะแนนคุณภาพนี้จะบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องวัด ในเรื่องของการสื่อสารข้อมูล หรือแบนด์วิธ เพราะการใช้งานเครื่องวัดจำเป็นต้องมีแบนด์วิธเพียงพอจึงจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สมการ

$$Tp = \frac{TN_s}{T_{Total}}$$

$$Tpn = \frac{Tp}{\max(Tp)}$$

โดยที่

Tp คือ ค่า Throughput หน่วยเป็น inVoke / second

N_{suc} คือ จำนวนทรานแซคชัน (Transaction) หรือการร้องขอ (Request) ที่ถูก สร้างขึ้นหรือทำงานได้ในช่วงเวลาการทดสอบ

T_{total} คือ ค่าช่วงเวลาการทดสอบ หน่วยเป็น Second

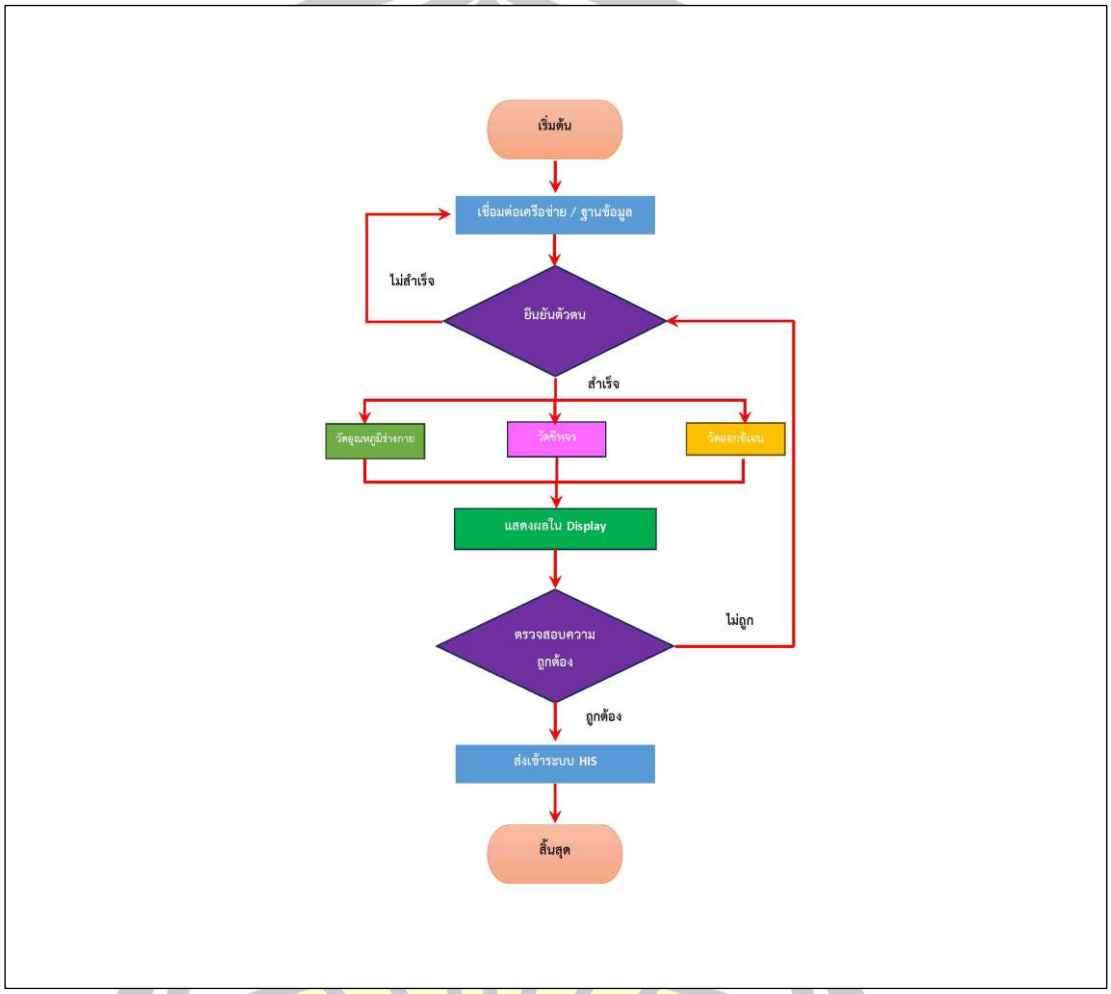
Tpn คือ ค่า Throughput normalize

$\max(Tp)$ คือ ค่า Throughput ที่มีค่าสูงสุด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย

3.5.1 การออกแบบระบบ



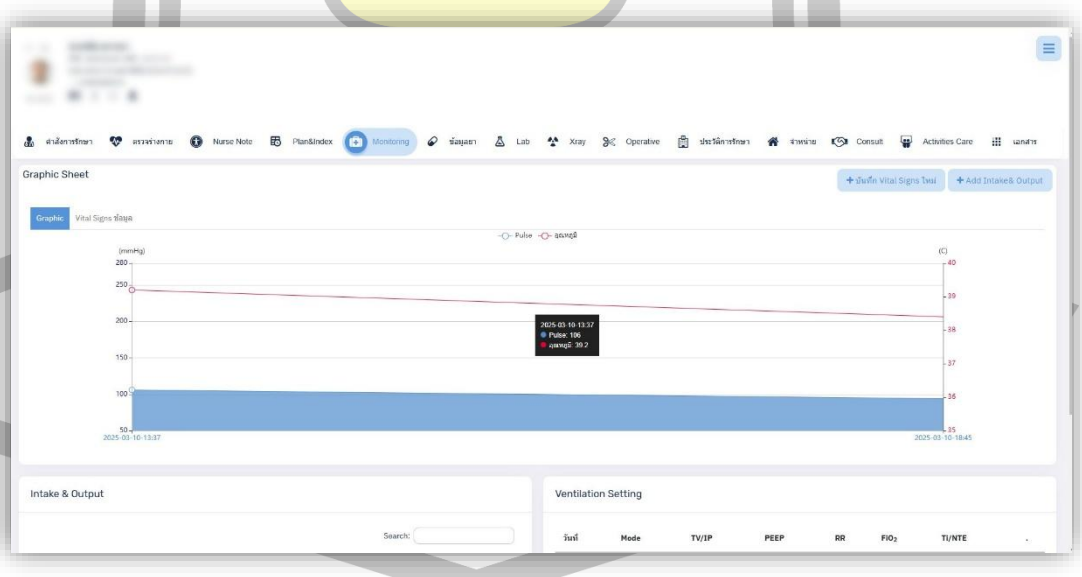
รูปภาพที่ 6 Flow แสดงการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 6 สามารถอธิบายได้ว่า ขั้นตอนการทำงานของระบบเริ่มด้วยหน้าจอของเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นพร้อมรับข้อมูลสำหรับการยืนยันตัวตนของผู้ป่วย โดยเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องจะนำเครื่องมือดังกล่าว Scan QR-Code ที่อยู่บนข้อมือของผู้ป่วยแต่ละราย เมื่อระบบได้ข้อมูลแล้วจึงจะทำการเชื่อมต่อกับ Sensors และระบบเครือข่ายเพื่อวัดค่าสัญญาณชีพและอ่านข้อมูลเพื่อแสดงผลที่หน้าจอ และเมื่อแสดงผลเสร็จแล้วระบบจะส่งข้อมูลเข้าระบบ HIS ของโรงพยาบาล

3.5.2 ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

รูปภาพที่ 7 แสดงหน้าจอส่วนของผู้บันทึกข้อมูล

3.5.3 ออกแบบส่วนของผู้ใช้ข้อมูล



รูปภาพที่ 8 หน้าจอส่วนผู้ใช้ข้อมูล

จากรูปภาพที่ 8 หน้าจอแสดงสัญญาณชีพผู้ป่วย ซึ่งจะประกอบด้วย ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) ระดับออกซิเจนในเลือด และอุณภูมิร่างกาย โดยจะมีค่าแสดงทุกรอบของการวัด (ทุก 1

ชั่วโมง) ที่มีการเปรียบเทียบได้กับเวลาที่ผ่านมา ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ระบบจะแสดงให้เห็นในรูปแบบของกราฟ เพื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ผ่านมา ซึ่งหากเกิดความผิดปกติผู้ที่ให้การรักษาสามารถที่จะช่วยเหลือผู้ป่วยรายนั้น ๆ ได้ทันเวลา

3.5.4 การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม Raspberry Pi สามารถทำได้โดยใช้หลายภาษาโปรแกรมต่าง ๆ เช่น Python, C/C++, JavaScript, หรือภาษาอื่น ๆ ตามต้องการ ในที่นี้ผู้วิจัยจะแสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม Raspberry Pi ด้วย Python เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ

การติดตั้ง Python สามารถใช้คำสั่งต่อไปนี้เพื่อติดตั้ง Python บน Raspberry Pi

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install python3
```

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

```
import sys
import time
import board
import busio
import max30100
import adafruit_mlx90614
from PyQt5.QtWidgets import QApplication, QMainWindow , QMessageBox
from PyQt5.QtGui import QScreen, QPixmap
from PyQt5.uic import loadUi  # Load .ui file
from PyQt5.QtCore import QTimer

#i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
# Initialize MLX90614 sensor
#mlx = adafruit_mlx90614.MLX90614(i2c)
# MAX30100
mx30 = max30100.MAX30100()
mx30.enable_spo2()

class MyApp(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        loadUi("smart_vitalsign.ui", self)  # Load the UI file
        self.setWindowTitle('SMART VITALSIGN BY PATTAYA@SMART CITY')
        self.resize(1024, 730)
        self.center_window()

    def center_window(self):
        screen = QApplication.primaryScreen()
        screen_geometry = screen.availableGeometry()
        window_geometry = self.frameGeometry()
        window_geometry.moveCenter(screen_geometry.center())
        self.move(window_geometry.topLeft())

        # Connect button event
        self.pbt_send.clicked.connect(self.show_alert)
        self.pbt_send.clicked.connect(self.reset_pbt)
        self.pbt_close.clicked.connect(self.button_close)
        self.led_hn.returnPressed.connect(self.check_hn)
        self.pbt_connect_temp.clicked.connect(self.get_temp)
        self.pbt_reset.clicked.connect(self.reset_pbt)
        self.pbt_connect_bp.clicked.connect(self.start_task)
```

```
def msgbox(self):
        reply = QMessageBox.question(self, "Confirm", "ไม่พบข้อมูล",
                                     QMessageBox.Ok)
        if reply == QMessageBox.Ok:
            self.led_hn.setText('')
            self.led_age.setText('')
            self.led_name.setText('')
            self.led_address.setText('')
            self.led_hn.setFocus()
            default_pic = QPixmap('default_pic.png')
            self.lbl_pic.setPixmap(default_pic)
        else:
            self.led_hn.setFocus()
        def start_task(self):
            mx30.read_sensor()
            mx30.ir, mx30.red
            hb = int(mx30.ir / 100)
            spo2 = int(mx30.red / 100)
            self.pbt_connect_bp.setEnabled(False)
            self.counter = 0
            self.timer = QTimer(self)
            self.led_bp.setText(str(hb))
            self.led_spo2.setText(str(spo2))
            self.timer.timeout.connect(self.do_task)
            self.timer.start(1000)
        def do_task(self):
        self.counter +=1
        if self.counter >= 5:
            self.timer.stop()
            self.pbt_connect_bp.setEnabled(True)

    def reset_pbt(self):
        self.led_hn.setText('')
        self.led_name.setText('')
        self.led_age.setText('')
        self.led_address.setText('')
        self.led_bp.setText('')
        self.led_spo2.setText('')
        self.led_temp.setText('')
        default_pic = QPixmap('default_pic.png')
        self.lbl_pic.setPixmap(default_pic)
        self.led_hn.setFocus()
    def button_close(self):
        window.close()

# Run the application
if __name__ == "__main__":
    app = QApplication(sys.argv)
    window = MyApp()
    window.show()
```

เซิร์ฟเวอร์ (server) หรือ เครื่องแม่ข่าย คือ เครื่องหรือซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานให้บริการ ในระบบเครือข่ายแก่ลูกข่าย (ซึ่งให้บริการผู้ใช้อีกทีหนึ่ง) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์นี้ควรจะมีประสิทธิภาพสูง มีความเสถียร สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้ได้เป็นจำนวนมาก ภายในเซิร์ฟเวอร์ให้บริการได้ด้วยโปรแกรมบริการ ซึ่งทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการอีกชั้นหนึ่ง ในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้เครื่องแม่ข่าย ยี่ห้อ Lenovo รุ่น Think System SR650 CPU Xeon Gold 5215 10 Core 2.5 GHz Cache 13.75 M Ram 32 GB

ไคลเอนต์ (Client) คือ เครื่องที่ไปขอใช้บริการอย่างใดอย่างหนึ่งจากเซิร์ฟเวอร์ซึ่ง ไคลเอนต์เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่สามารถเรียกใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในตัวเองได้ แต่สามารถใช้งานโปรแกรมนั้นผ่านทางระบบเครือข่าย ในการพัฒนาระบบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องไคลเอนต์ (Client) หลากหลายยี่ห้อ / รุ่นแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกรุ่นทุกยี่ห้อที่มีขายตามท้องตลาด ณ ปัจจุบัน

โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) คือ ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการข้อมูล แก่ Client หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ขอรับบริการ ในรูปแบบ สื่อผสม ผ่านระบบเครือข่าย โดยสามารถแสดงผล ผ่านโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) หรืออาจกล่าวได้ว่าโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์เป็นโปรแกรมที่คอยให้บริการแก่ไคลเอนต์ ที่ร้องขอข้อมูลเข้ามาโดยผ่านเว็บบราวเซอร์พร้อมรองรับการใช้งานจากไคลเอนท์หลาย ๆ เครื่องพร้อมกัน การพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Apache2 Version 2.4.41 ซึ่งติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu Version 20.04

การเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลสำหรับพัฒนาระบบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมฐานข้อมูล Mysql Version 5.7.37 ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ Relational Database Management System (RDBMS) ซึ่งได้รับการพัฒนนาขึ้นมาจากชาวสวีเดน 2 คน ชื่อ David Axmark, Allan Larsson และชาวฟินแลนด์ 1 คน Michael “Monty” Widenius ได้จัดตั้งบริษัทที่ชื่อว่า MySQL ซึ่งโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลนี้ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี 1979 แต่ได้เปิดให้ใช้งานจริงเมื่อปี 1996 และ MySQL ยังเป็นโปรแกรมที่ได้รับรางวัล Linux Journal Reader ‘s Choice Award 3 ปีซ้อน ซึ่งเป็นเครื่องการันตีความสามารถของโปรแกรมนี้ได้เป็นอย่างดี

3.5.6 การใช้ข้อมูล

การใช้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ Microsoft Visual FoxPro ซึ่งเป็นระบบเดิมที่ใช้ในโรงพยาบาลมหาสารคามที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายภายในของโรงพยาบาลมหาสารคาม ซึ่ง Microsoft Visual FoxPro หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า VFP ถูกรวมเข้ากับกลไก

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของตัวเองอย่างแน่นหนา ซึ่งขยายความสามารถ xBase ของ FoxPro เพื่อรองรับการสืบค้น SQLและการจัดการข้อมูล ไม่เหมือนกับระบบการจัดการฐานข้อมูลส่วนใหญ่ Visual FoxPro เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกที่มีคุณสมบัติครบถ้วนซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมทั่วไปเพิ่มเติม

3.5.7 การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วย ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

3.5.8 ทดสอบใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.5.9 ผู้ใช้งานตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจด้วย System Usability Scale

3.5.10 ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือด้วย Quality of Services

3.5.11 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.6 พื้นที่ดำเนินโครงการวิจัย

โรงพยาบาลมหาสารคาม เลขที่ 168 ถนนผดุงวิถี ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งแล้วประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคามด้วยคุณภาพการให้บริการ (QoS) และประเมินผลประเมินความพึงพอใจการวัดสัญญาณด้วยเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

4.1 เครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ

เครื่องมือวัดสัญญาณชีพและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

รูปภาพที่ 9 เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่ประกอบพร้อมใช้งาน

4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ

ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคามด้วยคุณภาพการให้บริการ (QoS) ด้านต่าง ๆ เป็นดังนี้

4.2.1 ผลการวัดประสิทธิภาพด้วย QoS

4.2.1.1 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านความพร้อมใช้งาน (Availability)

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพด้านความพร้อมใช้งานในโรงพยาบบาลมหาสารคามทดลองใช้เครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ 1 เครื่อง โดยวัด 5 วัน(จันทร์ - ศุกร์) วันละ 6 ครั้งโมงตลอด 4 สัปดาห์ (เดือนมกราคม 2565) รวมเป็น 30 วัน 120 ครั้ง ต่อเครื่อง

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบความพร้อมใช้งาน
1.	พร้อมใช้งาน
2.	พร้อมใช้งาน
3.	พร้อมใช้งาน
4.	พร้อมใช้งาน
5.	พร้อมใช้งาน
6.	พร้อมใช้งาน
7.	พร้อมใช้งาน
8.	พร้อมใช้งาน
9.	พร้อมใช้งาน
10.	ไม่พร้อมใช้งาน
11.	พร้อมใช้งาน
12.	พร้อมใช้งาน
13.	พร้อมใช้งาน
14.	พร้อมใช้งาน
15.	พร้อมใช้งาน
16.	พร้อมใช้งาน
17.	ไม่พร้อมใช้งาน
18.	พร้อมใช้งาน
19.	พร้อมใช้งาน
20.	พร้อมใช้งาน
21.	พร้อมใช้งาน
22.	พร้อมใช้งาน
23.	พร้อมใช้งาน
24.	พร้อมใช้งาน
25.	พร้อมใช้งาน

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบความพร้อมใช้งาน
26.	พร้อมใช้งาน
27.	พร้อมใช้งาน
28.	พร้อมใช้งาน
29.	พร้อมใช้งาน
30.	ไม่พร้อมใช้งาน
31.	พร้อมใช้งาน
32.	พร้อมใช้งาน
33.	พร้อมใช้งาน
34.	พร้อมใช้งาน
35.	พร้อมใช้งาน
36.	พร้อมใช้งาน
37.	พร้อมใช้งาน
38.	พร้อมใช้งาน
39.	พร้อมใช้งาน
40.	พร้อมใช้งาน
41.	พร้อมใช้งาน
42.	พร้อมใช้งาน
43.	ไม่พร้อมใช้งาน
44.	พร้อมใช้งาน
45.	พร้อมใช้งาน
46.	พร้อมใช้งาน
47.	พร้อมใช้งาน
48.	ไม่พร้อมใช้งาน
49.	ไม่พร้อมใช้งาน
50.	พร้อมใช้งาน
51.	พร้อมใช้งาน
52.	พร้อมใช้งาน
53.	พร้อมใช้งาน
54.	พร้อมใช้งาน
55.	พร้อมใช้งาน
56.	พร้อมใช้งาน
57.	ไม่พร้อมใช้งาน
58.	พร้อมใช้งาน
59.	พร้อมใช้งาน
60.	พร้อมใช้งาน

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบความพร้อมใช้งาน
61.	พร้อมใช้งาน
62.	พร้อมใช้งาน
63.	พร้อมใช้งาน
64.	พร้อมใช้งาน
65.	พร้อมใช้งาน
66.	ไม่พร้อมใช้งาน
67.	พร้อมใช้งาน
68.	พร้อมใช้งาน
69.	พร้อมใช้งาน
70.	พร้อมใช้งาน
71.	พร้อมใช้งาน
72.	พร้อมใช้งาน
73.	พร้อมใช้งาน
74.	พร้อมใช้งาน
75.	พร้อมใช้งาน
76.	พร้อมใช้งาน
77.	พร้อมใช้งาน
78.	พร้อมใช้งาน
79.	พร้อมใช้งาน
80.	ไม่พร้อมใช้งาน
81.	พร้อมใช้งาน
82.	พร้อมใช้งาน
83.	พร้อมใช้งาน
84.	พร้อมใช้งาน
85.	พร้อมใช้งาน
86.	พร้อมใช้งาน
87.	พร้อมใช้งาน
88.	พร้อมใช้งาน
89.	พร้อมใช้งาน
90.	พร้อมใช้งาน
91.	ไม่พร้อมใช้งาน
92.	พร้อมใช้งาน
93.	พร้อมใช้งาน
94.	พร้อมใช้งาน
95.	พร้อมใช้งาน

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบความพร้อมใช้งาน
96.	พร้อมใช้งาน
97.	พร้อมใช้งาน
98.	พร้อมใช้งาน
99.	พร้อมใช้งาน
100.	พร้อมใช้งาน
101.	ไม่พร้อมใช้งาน
102.	พร้อมใช้งาน
103.	พร้อมใช้งาน
104.	พร้อมใช้งาน
105.	พร้อมใช้งาน
106.	พร้อมใช้งาน
107.	พร้อมใช้งาน
108.	พร้อมใช้งาน
109.	ไม่พร้อมใช้งาน
110.	พร้อมใช้งาน
111.	ไม่พร้อมใช้งาน
112.	พร้อมใช้งาน
113.	พร้อมใช้งาน
114.	พร้อมใช้งาน
115.	พร้อมใช้งาน
116.	พร้อมใช้งาน
117.	พร้อมใช้งาน
118.	พร้อมใช้งาน
119.	ไม่พร้อมใช้งาน
120.	พร้อมใช้งาน
Availability	106/120

การคำนวณค่า Availability (ความพร้อมใช้งาน)

Uptime = 120 – 14

= 106 ครั้ง

Downtime = 14 ครั้ง

หมายเหตุ : Downtime เกิดจากหลายปัจจัย เช่น ระบบเครือข่ายไม่พร้อมใช้งาน ระบบ HIS ของโรงพยาบาลไม่พร้อมใช้งาน

คำนวณได้จากการแทนที่สมการ ดังนี้

$$Availability = \frac{106}{106 + 14} \times 100\ \% = \frac{106}{120} \times 100\% = 83.33\ \%$$

ดังนั้น Availability ของเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ = 88.33 %

การแปรความหมาย ค่า Availability (ความพร้อมใช้งาน) ของเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ อยู่ที่ 88.33 %

4.2.1.2 ผลการวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง (Accuracy)

ครั้งที่ทดสอบ	เครื่องมือมาตรฐาน เทียบการการสอบเทียบ			เครื่องมือที่สร้างขึ้น		
	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)
1.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
2.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
3.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
4.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
5.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
6.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
7.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
8.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
9.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
10.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
11.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
12.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
13.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
14.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
15.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
16.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
17.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
18.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
19.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
20.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
21.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
22.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
23.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
24.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง

ครั้งที่ทดสอบ	เครื่องมือมาตรฐาน เทียบการการสอบเทียบ			เครื่องมือที่สร้างขึ้น		
	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)
25.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
26.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
27.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
28.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
29.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
30.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
31.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
32.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
33.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
34.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
35.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
36.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
37.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
38.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
39.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
40.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
41.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
42.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
43.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
44.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
45.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
46.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
47.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
48.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
49.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
50.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
51.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
52.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
53.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
54.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
55.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
56.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
57.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
58.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
59.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
60.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
61.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
62.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง

ครั้งที่ทดสอบ	เครื่องมือมาตรฐาน เทียบการการสอบเทียบ			เครื่องมือที่สร้างขึ้น		
	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)
63.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
64.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
65.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
66.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
67.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
68.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
69.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
70.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
71.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
72.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
73.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
74.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
75.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
76.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
77.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
78.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
79.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
80.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
81.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
82.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
83.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
84.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
85.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
86.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
87.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
88.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
89.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
90.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
91.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
92.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
93.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
94.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
95.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
96.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
97.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
98.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
99.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
100.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
101.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง

ครั้งที่ทดสอบ	เครื่องมือมาตรฐาน เทียบการการสอบเทียบ			เครื่องมือที่สร้างขึ้น		
	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)	HR +- (2)	SoO2 +- (2)	TEMP +- (0.2)
102.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
103.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
104.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
105.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
106.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
107.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
108.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
109.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
110.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
111.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
112.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
113.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
114.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
115.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
116.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
117.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
118.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
119.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
120.	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง	ถูกต้อง
AVG	100 %	100 %	100 %	89.17 %	89.17 %	73.33 %

ตารางที่ 4 แสดงการวัดประสิทธิภาพวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะด้านความถูกต้อง (Accuracy)

จากสมการ

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP}$$

แทนค่าในสมการการวัดชีพจร

$$Accuracy = \frac{107}{120} X\ 100$$

$$Accuracy = 89.17\ \%$$

ดังนั้น ค่า Accuracy ของการวัดชีพจร 89.17 %

แทนค่าในสมการการวัดระดับออกซิเจนในเลือด (SpO2)

$$Accuracy = \frac{107}{120} \text{X } 100$$

$$Accuracy = 89.17\ \%$$

ดังนั้น ค่า Accuracy ของการวัดระดับออกซิเจนในเลือดเท่ากับ 89.17 %

แทนค่าในสมการการวัดอุณหภูมิร่างกาย (TEMP)

$$Accuracy = \frac{88}{120} \text{X } 100$$

$$Accuracy = 73.33\ \%$$

จากตารางที่ 4 การประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง (Accuracy) จากการวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะที่สร้างขึ้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ค่าชีพจร จากระดับความคลาดเคลื่อน (+-2) ผลการวัดมีความถูกต้อง 107 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 89.17 และผลการวัดมีความไม่ถูกต้อง 13 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 10.83

2) ค่าระดับออกซิเจนในเลือด (SpO2) จากระดับความคาดเคลื่อน (+-2)) ผลการวัดมีความถูกต้อง 107 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 89.17 และผลการวัดมีความไม่ถูกต้อง 13 ครั้งจากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 10.83

3) อุณหภูมิร่างกาย (TEMP) จากระดับความคาดเคลื่อน (+-0.2) ผลการวัดมีความถูกต้อง 88 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 และผลการวัดมีความไม่ถูกต้อง 32 ครั้ง จากการวัดทั้งหมด 120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 26.67

4.2.1.3 การวัดประสิทธิภาพด้านความเสถียร (Reliability)

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องวัด
1.	วัดสำเร็จ
2.	วัดไม่สำเร็จ
3.	วัดสำเร็จ
4.	วัดสำเร็จ
5.	วัดสำเร็จ
6.	วัดสำเร็จ
7.	วัดสำเร็จ
8.	วัดสำเร็จ
9.	วัดสำเร็จ
10.	วัดไม่สำเร็จ
11.	วัดสำเร็จ
12.	วัดสำเร็จ
13.	วัดสำเร็จ
14.	วัดสำเร็จ
15.	วัดสำเร็จ
16.	วัดสำเร็จ
17.	วัดสำเร็จ
18.	วัดสำเร็จ
19.	วัดสำเร็จ
20.	วัดสำเร็จ
21.	วัดไม่สำเร็จ
22.	วัดสำเร็จ
23.	วัดสำเร็จ
24.	วัดสำเร็จ
25.	วัดสำเร็จ
26.	วัดสำเร็จ
27.	วัดสำเร็จ
28.	วัดสำเร็จ
29.	วัดสำเร็จ
30.	วัดสำเร็จ
31.	วัดสำเร็จ
32.	วัดสำเร็จ

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องวัด
33.	วัดสำเร็จ
34.	วัดสำเร็จ
35.	วัดสำเร็จ
36.	วัดสำเร็จ
37.	วัดสำเร็จ
38.	วัดไม่สำเร็จ
39.	วัดสำเร็จ
40.	วัดสำเร็จ
41.	วัดสำเร็จ
42.	วัดสำเร็จ
43.	วัดสำเร็จ
44.	วัดสำเร็จ
45.	วัดสำเร็จ
46.	วัดสำเร็จ
47.	วัดสำเร็จ
48.	วัดสำเร็จ
49.	วัดสำเร็จ
50.	วัดสำเร็จ
51.	วัดสำเร็จ
52.	วัดสำเร็จ
53.	วัดสำเร็จ
54.	วัดไม่สำเร็จ
55.	วัดสำเร็จ
56.	วัดสำเร็จ
57.	วัดสำเร็จ
58.	วัดสำเร็จ
59.	วัดสำเร็จ
60.	วัดสำเร็จ
61.	วัดสำเร็จ
62.	วัดสำเร็จ
63.	วัดสำเร็จ
64.	วัดสำเร็จ
65.	วัดสำเร็จ
66.	วัดสำเร็จ
67.	วัดสำเร็จ
68.	วัดสำเร็จ

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องวัด
69.	วัดสำเร็จ
70.	วัดสำเร็จ
71.	วัดสำเร็จ
72.	วัดสำเร็จ
73.	วัดสำเร็จ
74.	วัดสำเร็จ
75.	วัดสำเร็จ
76.	วัดสำเร็จ
77.	วัดสำเร็จ
78.	วัดสำเร็จ
79.	วัดไม่สำเร็จ
80.	วัดสำเร็จ
81.	วัดสำเร็จ
82.	วัดสำเร็จ
83.	วัดสำเร็จ
84.	วัดสำเร็จ
85.	วัดสำเร็จ
86.	วัดสำเร็จ
87.	วัดสำเร็จ
88.	วัดสำเร็จ
89.	วัดสำเร็จ
90.	วัดสำเร็จ
91.	วัดไม่สำเร็จ
92.	วัดสำเร็จ
93.	วัดสำเร็จ
94.	วัดสำเร็จ
95.	วัดสำเร็จ
96.	วัดสำเร็จ
97.	วัดสำเร็จ
98.	วัดสำเร็จ
99.	วัดสำเร็จ
100.	วัดไม่สำเร็จ
101.	วัดสำเร็จ
102.	วัดสำเร็จ
103.	วัดสำเร็จ
104.	วัดสำเร็จ

ครั้งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องวัด
105.	วัดสำเร็จ
106.	วัดไม่สำเร็จ
107.	วัดสำเร็จ
108.	วัดสำเร็จ
109.	วัดสำเร็จ
110.	วัดสำเร็จ
111.	วัดสำเร็จ
112.	วัดสำเร็จ
113.	วัดสำเร็จ
114.	วัดสำเร็จ
115.	วัดสำเร็จ
116.	วัดสำเร็จ
117.	วัดสำเร็จ
118.	วัดสำเร็จ
119.	วัดไม่สำเร็จ
120.	วัดไม่สำเร็จ
Reliability	109/120 = 90.83 %

ตารางที่ 5 แสดงแสดงการวัดประสิทธิภาพวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ ด้าน Reliability (ความเสถียร)

จากตารางที่ 6 การวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ จำนวน 120 ครั้ง ผลการวัดสำเร็จ 109 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 90.83 และไม่สำเร็จ 11 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.17 ดังนั้น ค่า Reliability (ความเสถียร) คือ 109/120 = 90.83 %

และสามารถแสดงในรูปแบบของ Pie Chart ได้ดังนี้

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

รูปภาพที่ 10 แสดงการวัดประสิทธิภาพด้านความเสถียร

4.2.1.4การวัดประสิทธิภาพด้านความสำเร็จในการส่งข้อมูล (Throughput) โดยประเมินได้จากสมการดังนี้

จากสมการ

$$Tp = \frac{TN_s}{T_{Total}}$$

เมื่อ Tp คือ ค่า Throughput

TN_s คือ ข้อมูลที่ส่งสำเร็จ

T_{Total} คือ เวลาที่ใช้

ทำให้ได้ค่า Through ของการวัดแต่ละครั้งดังตารางที่ 6

ครั้งที่ทดสอบ	ข้อมูลที่ส่งสำเร็จ (Bytes)	เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล (วินาที)	Through (B/s)
1	82	1.91	43.02
2	83	2.50	33.14
3	85	3.50	24.29
4	85	3.02	28.18

ครั้งที่ทดสอบ	ข้อมูลที่ส่งสำเร็จ (Bytes)	เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล (วินาที)	Through (B/s)
5	82	2.17	37.73
6	81	2.35	34.48
7	80	2.58	31.06
8	84	2.76	30.39
9	78	3.33	23.39
10	80	1.72	46.45
11	75	1.13	66.32
12	76	1.83	41.45
13	84	3.10	27.08
14	81	1.86	43.60
15	77	1.83	41.99
16	77	2.44	31.59
17	84	3.44	24.42
18	78	2.51	31.12
19	77	1.49	51.83
20	79	2.81	28.07
21	81	1.44	56.30
22	85	3.02	28.15
23	85	3.11	27.34
24	85	2.14	39.79
25	79	1.27	62.41
26	75	2.11	35.59
27	79	2.96	26.66
28	83	2.67	31.04
29	81	2.44	33.24
30	76	3.20	23.74
31	85	2.48	34.26
32	84	3.40	24.73
33	82	3.46	23.71
34	75	1.79	41.81
35	77	2.94	26.16
36	75	2.88	26.02
37	85	2.01	42.29
38	80	2.60	30.75
39	80	3.07	26.09
40	76	2.24	33.94
41	82	1.65	49.72
42	77	1.70	45.22
43	76	3.46	21.95
44	79	2.29	34.49

ครั้งที่ทดสอบ	ข้อมูลที่ส่งสำเร็จ (Bytes)	เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล (วินาที)	Through (B/s)
45	78	2.44	31.96
46	84	3.32	25.33
47	78	3.30	23.61
48	79	3.20	24.68
49	83	2.33	35.55
50	79	2.04	38.71
51	82	3.15	26.06
52	79	2.47	32.00
53	84	2.52	33.35
54	76	1.48	51.23
55	76	2.32	32.83
56	85	2.20	38.61
57	85	1.27	67.15
58	77	2.22	34.73
59	77	1.21	63.39
60	75	1.50	50.17
61	75	1.14	65.64
62	75	2.11	35.66
63	83	3.41	24.33
64	76	3.02	25.13
65	84	2.54	33.09
66	77	1.22	63.30
67	76	1.21	62.98
68	85	1.51	56.41
69	79	3.43	23.04
70	82	1.54	53.36
71	76	1.28	59.55
72	77	1.38	55.75
73	75	2.19	34.25
74	79	1.12	70.34
75	78	1.28	60.74
76	76	2.39	31.76
77	82	2.48	33.11
78	75	1.11	67.50
79	84	1.38	60.72
80	76	2.98	25.51
81	83	3.33	24.91
82	83	1.95	42.48
83	83	1.70	48.91
84	77	2.75	28.01

ครั้งที่ทดสอบ	ข้อมูลที่ส่งสำเร็จ (Bytes)	เวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล (วินาที)	Through (B/s)
85	77	3.17	24.33
86	85	3.34	25.42
87	80	3.09	25.92
88	75	2.65	28.35
89	78	1.83	42.51
90	78	3.03	25.78
91	77	1.43	53.75
92	76	2.15	35.35
93	75	1.15	65.43
94	76	1.22	62.22
95	79	2.55	30.96
96	78	2.04	38.23
97	81	2.93	27.62
98	79	2.87	27.51
99	85	2.65	32.02
100	81	2.86	28.35
101	84	2.32	36.23
102	83	1.35	61.29
103	76	2.30	33.02
104	79	3.44	22.97
105	78	1.44	54.27
106	84	1.50	56.09
107	81	2.91	27.86
108	77	1.97	39.17
109	83	2.00	41.53
110	84	1.69	49.80
111	76	2.55	29.86
112	75	2.86	26.25
113	77	1.62	47.51
114	80	2.96	27.01
115	79	1.80	43.79
116	80	1.39	57.62
117	79	2.17	36.48
118	82	3.00	27.35
119	85	2.89	29.42
120	80	2.37	33.79
Avg.	*79.71*	*2.31*	*38.30*

ตารางที่ 6 แสดงการวัดการวัดค่า Throughput ของการวัดในแต่ละครั้ง

คำนวณค่าเฉลี่ย Throughput

$$Tp_{avg} = \frac{\sum TP_i}{N}$$

เมื่อ N คือจำนวนรอบที่ทำการส่งข้อมูล

TP_i คือค่า Throughput ในแต่ละรอบ

แทนค่าสมการ

$$Tp_{avg} = \frac{82 + 83 + 85 + 82 + 81 + 80 + \ldots + 82 + 85 + 80}{120}$$

$$Tp_{avg} = 38.30$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของ Throughput จากการใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นครั้งนี้คือ 38.30 Byte per second

4.3 ผลการประเมินผลประเมินความพึงพอใจ

การประเมินผลการประเมินจากการใช้งานวัดสัญญาณชีพด้วยเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม โดยผลการประเมินความพึงพอใจด้วยวิธี System Usability Scale (SUS) ดังนี้

ลำดับที่	คะแนนรวม	ปรับคะแนน X 2.5	Percentiles	Grades	Adjectives	Acceptability	Promoter and Detractors
1.	29	72.5	60-64	C+	Good	Acceptable	Passive
2.	30	75	70-79	B	Good	Acceptable	Passive
3.	17	42.5	0-14	F	Poor	Not Acceptable	Detractor
4.	30	75	70-79	B	Good	Acceptable	Passive
5.	27	67.5	41-59	C	OK	Marginal	Passive
6.	31	77.5	80-84	B+	Good	Acceptable	Passive
7.	24	60	15-34	D	OK	Not Acceptable	Detractor
8.	21	52.5	15-34	D	OK	Not Acceptable	Detractor

ลำดับที่	คะแนนรวม	ปรับคะแนน X 2.5	Percentiles	Grades	Adjectives	Acceptability	Promoter and Detractors
9.	28	70	41-59	C+	OK	Marginal	Passive
10.	19	47.5	0-14	F	Poor	Not Acceptable	Detractor
11.	28	70	41-59	C	OK	Marginal	Passive
12.	24	60	15-34	D	OK	Marginal	Detractor
13.	20	50	15-34	F	Poor	Not Acceptable	Detractor
14.	26	65	41-59	C	OK	Marginal	Passive
15.	29	72.5	60-64	C+	Good	Acceptable	Passive
16.	32	80	85-89	A-	Good	Acceptable	Promoter
17.	27	67.5	41-59	C	OK	Marginal	Passive
18.	29	72.5	60-64	C+	OK	Acceptable	Passive
19.	31	77.5	60-64	B+	Good	Acceptable	Passive
20.	24	60	15-34	D	OK	Marginal	Detractor
21.	27	67.5	41-59	C	OK	Marginal	Passive
22.	32	80	85-89	A-	Good	Acceptable	Promoter
23.	11	27.5	0-14	F	Worst Imaginable	Not Acceptable	Detractor
24.	28	70	41-59	C	OK	Marginal	Passive
25.	28	70	41-59	C	OK	Marginal	Passive
26.	24	60	15-34	D	OK	Marginal	Detractor
27.	32	80	85-89	A-	Good	Acceptable	Promoter
28.	28	70	41-59	C	OK	Acceptable	Passive
29.	27	67.5	41-59	C	OK	Marginal	Passive
30.	26	65	41-59	C	OK	Marginal	Passive
AVG		65.75					
MAX.		80	41-59 (9)	C(10)	OK (17)	Marginal (13)	Passive (18)
Next Value.		77.5	15-34 (6)	D(5)	Good (9)	Acceptable (11)	Detractor (9)
MIN.		27.5	70-79(1)	B,B+ (2)	Worst Imaginable (1)	Not Acceptable (6)	Promoter (3)

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจด้วย SUS Score

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจด้วยด้วยวิธี System Usability Scale (SUS) โดยค่าเฉลี่ย SUS Score คือ 65.75 มากสุดค่า SUS Score คือ 80 รองลงมาค่า SUS Score คือ 77.5 และค่า SUS Score น้อยที่สุด คือ 27.5 ซึ่งค่าคะแนนของ System Usability Scale (SUS) ที่ยอมรับโดยทั่วไป คือ 68.0

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้นำเสนอตามขั้นตอนดังนี้

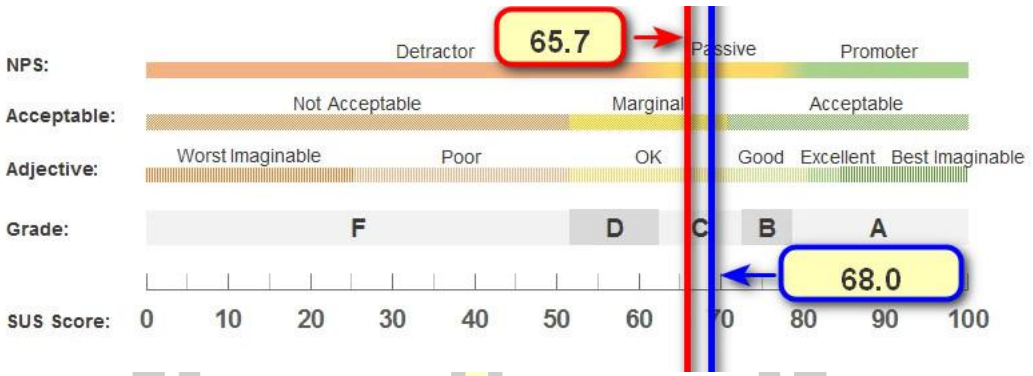
สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง ที่ใช้ในการบริการผู้ป่วยใน โรงพยาบาลมหาสารคาม จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน แยกเป็นเจ้าหน้าที่อื่น ๆ จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ พยาบาล จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และแพทย์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33

5.2 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง ด้วยวิธี System Usability Scale (SUS) โดยค่าเฉลี่ย SUS Score คือ 65.75 ค่า SUS Score มากสุดคือ รองลงมาค่า SUS Score คือ 77.5 และค่า SUS Score น้อยที่สุด คือ 27.5 ซึ่งสามารถสรุปผลการวัดด้วย System Usability Scale (SUS) ด้วยภาพ ที่ 11 และคำอธิบาย ดังนี้



รูปภาพที่ 11 แสดงการอธิบายการวัดความพึงพอใจด้วย System Usability Scale

จากค่าเฉลี่ยของ SUS Score ในระดับ 65.75 มีความใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของ SUS Score จากงานวิจัยจำนวนมากอยู่ที่ 68 ซึ่งอยู่ในระดับ พอใช้ โดยแปรผลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 แปลผลในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentiles)

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจในครั้ง แปรผล SUS Score ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentiles) โดยแบ่งเป็น Range ระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 0-1.9, 2-14, 15-34, 34-40, 41-59, 60-64, ... ,96-100 การแปรผลอยู่ในระดับ Percentiles range 41 – 59 เท่ากันกับงานวิจัยส่วนใหญ่ (Miller, 2009)

5.2.2 แปลผลในรูปแบบ (Grades)

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจในครั้งนี้ แปรผล SUS Score ในรูปแบบเกรด (Grades) โดยแบ่งเป็น F, D, C-, C+, B-, B+, A-, A+ การแปรผลอยู่ในระดับ C เท่ากันกับงานวิจัยส่วนใหญ่

5.2.3 แปลผลในรูปแบบคำคุณศัพท์ (Adjectives)

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจในครั้งนี้ แปรผล SUS Score ในรูปแบบคำคุณศัพท์ (Adjectives) โดยแบ่งเป็น แย่ที่สุดเท่าที่จะจินตนาการได้ (Worst Imaginable), แย่ (poor), ก็ได้ (OK), ดี (Good), ยอดเยี่ยม (Excellent), ดีที่สุดเท่าที่จะจินตนาการได้ (Best Imaginable) การแปรผลอยู่ในระดับ ก็ได้ (OK) เท่ากันกับงานวิจัยส่วนใหญ่

5.2.4 แปลผลในรูปแบบการยอมรับ (Acceptability)

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจในครั้งนี้ แปรผล SUS Score ในรูปแบบการยอมรับ (Acceptability) โดยแบ่งเป็น ไม่ยอมรับ (Not Acceptable), ตรงขอบ (Marginal), ยอมรับ (Acceptable) การแปรผลอยู่ในระดับ ตรงขอบ (Marginal) เท่ากันกับงานวิจัยส่วนใหญ่

5.2.5 แปลผลในรูปแบบการแนะนำต่อ (Promoter and Detractors)

คะแนนเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจในครั้งนี้ แปรผล SUS Score ในรูปแบบแนะนำต่อ (Promoter and Detractors) โดยแบ่งเป็น ไม่แนะนำ (Detractor), เฉย ๆ (Passive), แนะนำต่อ (Promoter) การแปรผลอยู่ในระดับ เฉย ๆ (Passive) เท่ากันกับงานวิจัยส่วนใหญ่

5.3 แปลผลการวัดประสิทธิภาพด้วย QoS

5.3.1 ด้านความพร้อมใช้งาน (Availability)

การวัดความพร้อมใช้งาน เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะมีความพร้อมใช้งานร้อยละ 88.33 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์การประเมินโรงพยาบาลอัจฉริยะ ปี 2568 ที่กำหนดให้ระบบใช้งานได้มากกว่าร้อยละ 99 ถือว่ามีความพร้อมในระดับหนึ่ง โดยหากต้องการให้เครื่องมีความใช้งานในระดับที่สูงขึ้น อาจต้องลด Downtime โดยการปรับปรุงและเลือกใช้ Sensors ที่มีความพร้อมใช้งานมากยิ่งขึ้น หรือต้องมีเครื่องวัดสัญญาณชีพสำรองให้มากกว่า 1 เครื่อง

5.3.2 ด้านความถูกต้อง (Accuracy)

การวัดความความถูกต้อง เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ มีการวัด 3 ค่า คือ ค่าชีพจร ค่าระดับออกซิเจนในเลือด และค่าอุณหภูมิร่างกาย พบว่า การวัดทั้งหมดมีค่าความถูกต้องมากกว่าความไม่ถูกต้อง โดย ชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) กับระดับออกซิเจนในเลือด มีความถูกต้องเท่ากันมากที่สุด ร้อยละ **89.17** และ อุณหภูมิร่างกาย มีความถูกต้อง **ร้อยละ 73.33**

5.3.3 ด้านความเสถียรภาพ (Reliability)

การวัดประสิทธิภาพด้านความเสถียรของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะ จำนวน 120 ครั้ง ผลการวัดสำเร็จ 109 ครั้งและไม่สำเร็จ 11 ครั้ง ดังนั้น ค่า Reliability (ความเสถียร) คือ 109/120 หรือ **ร้อยละ 90.83** โดยมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.3.3.1 เซ็นเซอร์ (Sensors) ที่ใช้ในการวัดชีพจร (อัตราการเต้นของหัวใจ) และระดับออกซิเจนในเลือด MAX30100 และ GY-906 ไม่ใช่เกรดที่ใช้ในทางการแพทย์

5.3.3.2 การออกแบบตำแหน่งการวางเซ็นเซอร์ (Sensors) ไม่ดี ทำให้การวัดจากการสัมผัสไม่แนบสนิท และไม่ได้ค่าจากการวัดครั้งนั้น

5.3.4 ด้านความสำเร็จในการส่งข้อมูล (Throughput)

การวัดประสิทธิภาพด้านความสำเร็จในการส่งข้อมูลของเครื่องมือวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะด้วยการวัด 30 วัน วันละ 4 ครั้ง รวมจำนวน 120 ครั้งโดยค่าเฉลี่ยของ Throughput จากการใช้เครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นครั้งนี้คือ 38.30 Bps โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการส่งข้อมูล (Throughput) ดังนี้

5.3.4.1 แบนด์วิดท์ของเครือข่าย (Bandwidth) คือ แบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นช่วยให้ค่า Throughput ดีขึ้น

5.3.4.2 ระยะทางและความหน่วง (Latency) คือ เครือข่ายที่มีค่าความหน่วงสูง จะทำให้ค่า Throughput ลดลง

5.3.4.3 การสูญเสียแพ็กเก็ต (Packet Loss) คือ แพ็กเก็ตข้อมูลสูญหาย ต้องทำการส่งข้อมูลใหม่ ทำให้ค่า Throughput ลดลง

5.3.4.4 ภาระของเครือข่าย (Network Congestion) คือ เมื่อมีผู้ใช้จำนวนมาก ค่า Throughput ลดลง

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยในเรื่อง เครื่องวัดสัญญาณชีพอัจฉริยะและการยืนยันตัวตนผู้ป่วยโรงพยาบาลมหาสารคาม เพื่อรองรับโรงพยาบาลอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง ผู้วิจัยอภิปรายผลในประเด็นที่สำคัญดังต่อไปนี้

สาเหตุที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากโรงพยาบาลมหาสารคาม มีการทดลองใช้เครื่องมือวัดสัญญาณชีพจากบริษัทผู้ผลิตเข้ามาในช่วงเวลาเดียวกัน และมีการทดลองใช้อย่างต่อเนื่องจำนวนหลายเครื่อง และขยายการบริการด้วยเครื่องมือดังกล่าวไปหลายหอผู้ป่วย และบริษัทผู้ผลิต มีการสำรวจความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานต่อผลิตภัณฑ์ของบริษัทตนเองทำให้เกิดการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือวัดที่มีขายตามท้องตลาดกับเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (นิตยา สุภาภรณ์ และคณะ, 2020) ซึ่งได้พัฒนาแอปพลิเคชัน “CUFastTech” ช่วยในการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป เป็นแหล่งข้อมูลและสื่อการเรียนรู้สำหรับนิสิตรังสีเทคนิค สามารถติดตั้งในมือถือบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภายในแอปพลิเคชันประกอบด้วยฟังก์ชันการค้นหาแบบทันทีและฟังก์ชันการเรียนรู้ ผลประเมินความพึงพอใจส่วนเนื้อหาและรูปแบบของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นยังใช้งานได้ยากจึงได้ผลการประเมินการใช้งานด้วยวิธี System Usability Scale (SUS) ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

5.4 ความท้าทายและข้อจำกัดของการใช้ IoT ในการดูแลผู้ป่วย

5.4.1 ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล

ข้อมูลสุขภาพถือเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน จำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล

5.4.2 ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ IoT

อุปกรณ์ต้องมีความถูกต้องและสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

5.4.3 การเข้าถึงเทคโนโลยี

ผู้ป่วยบางกลุ่มอาจไม่สามารถเข้าถึงหรือใช้งานอุปกรณ์ IoT ได้ เช่น ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล

5.4.4 ต้นทุนของเทคโนโลยี

อุปกรณ์ IoT บางประเภทอาจมีต้นทุนสูง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้ในวงกว้าง

5.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำ IoT ไปใช้กับผู้ป่วย

5.5.1 พัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

ควรใช้เทคโนโลยีเข้ารหัสข้อมูลและระบบยืนยันตัวตนเพื่อปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย

5.5.2 ปรับปรุงความถูกต้องของอุปกรณ์

พัฒนาเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ IoT ให้มีความถูกต้องสูงขึ้นเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

5.5.3 ส่งเสริมการเข้าถึงเทคโนโลยี

รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนการใช้ IoT ในภาคการแพทย์ให้สามารถเข้าถึงได้ในทุกกลุ่มประชากร

5.5.4 การให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์

ควรมีการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้ IoT อย่างถูกต้องเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บทสรุป

การนำ IoT ไปใช้กับผู้ป่วยเป็นแนวทางที่สามารถช่วยยกระดับการดูแลสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาและใช้งาน IoT ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูล ความถูกต้องของอุปกรณ์ และการเข้าถึงของประชากรทุกกลุ่ม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อระบบสาธารณสุขและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยในอนาคต

บรรณานุกรม

กรรณิกา และ คณะ., (2023). ผลของการเรียนรู้ด้วย Game-Based Learning “Multi-Shevana” เรื่องยาปฏิชีวนะต่อความรู้และความพึงพอใจของนักเรียนพยาบาล ทหารอากาศ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565. วารสารศูนย์อนามัยที่ 9 วารสาร ส่งเสริมสุขภาพ แล อนามัยสิ่งแวดล้อม, 17(3), 1078-1091.

ขนิษฐา แซ่ลิ้ม และ คณะ., (2019). เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิในร่างกายโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง Heart Rate Monitor and Body Temperature by Use IoT. NPRU National Academic Conference, ปีที่ 11

จิรายุ สุขโข. (2566). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการซื้อเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติเกรดพรีเมียมในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล มหาวิทยาลัย มหิดล.

เฉลิมวัฒน์ เสือลอย และยุทธนา นุ่นละออง. (2025). ผลของโปรแกรมบันทึกรายงานผล การ ส่องกล้องด้วยคอมพิวเตอร์ต่อคุณภาพ บันทึกทางการพยาบาล. วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษาการแพทย์ และสุขภาพ, 10(1), 681-691.

ชินวัจน์ งามวรรณากร และ คณะ., (2561). การพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงงานขนาดย่อมด้วยเทคโนโลยีไร้สายผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา].

ฐิติยาภรณ์ แสงประกาย และกาญจนา กาญจนสุนทร.ม (2020). การบริหารทรัพย์สินและการพัฒนาระบบการบริหารจัดการทรัพย์สิน ของ องค์กร กรณี ศึกษา บริษัท อินเทอร์เน็ตประเทศไทย จำกัด (มหาชน). Rangsit Graduate Research Conference: RGRC,

ณัฐณภรณ์ เอกนราจินดาวัฒน์ และ คณะ., (2023). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้งานหุ่นยนต์ “สวัสดีพยาบาล” ของพื้นที่องค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ. วารสาร รัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา, 6(2), 163-174.

นันทวุฒิ เถาถวิล. (2023). คุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการศูนย์รังสีรักษาและมะเร็งวิทยาโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ. Procedia of Multidisciplinary Research, 1(7), 83-83.

นิตยา สุภาภรณ์ และ คณะ., (2020). การพัฒนาและประเมินแอปพลิเคชัน บนโทรศัพท์มือถือ CUFastTech สำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์ ทั่วไป. The Thai Journal of Radiological Technology, 45(1), 1-7.

พงษ์ลดา โอทาตะวงค์. (2019). การออกแบบกรอบการทำงานในการเก็บความต้องการผู้ใช้และ ทดสอบระบบของระบบบารสนเทศกรณีศึกษาสถาบันการเงิน.

วราวิช พรพระ และ คณะ., (2013). การตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในเมล็ดพืช ด้วยเทคนิคแอคทีฟเทอร์โมกราฟฟี.

สุจิตรา ปัญญา. (2566). การศึกษาความพึงพอใจของผู้ ใช้งานเครื่อง Self-Checkoutหรือเครื่องชำระเงินด้วยตนเองของ Uniqlo กรณีศึกษาใน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุจิตรา อดุลย์เกษม และคณะ., (2016). การออกแบบต้นแบบส่วนติดต่อกับผู้ ใช้แบบกราฟิกส์สำหรับการบันทึกเวช ระเบียนอิเลกทรอนิกส์. Veridian E-journal Science and Technology Silpakorn University, 3(2), 1-17.

สุรเทพ แป้นเกิด. (2022). เครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอเน็ตของสรรพสิ่ง. วารสารวิชาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ.

อัญชลีโพธิ์ สาขา และ สุทธาวรรณ จีระพันธุ., (2024). การศึกษาแนวทางการเพิ่มความพึงพอใจที่มีต่อ Application GHB ALL BFRIEND ของลูกค้าฝ่าย บริหารหนี้ กทม.และปริมณฑล. วารสารธรรม เพื่อ ชีวิต: Journal of Dhamma for Life, 30(2), 348-365.

อัญญาวีร์ ธันย์ชูรัตน์ และ ดาราวัตน์ สุขแก้ว., (2025). การศึกษาเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติประเภทเครื่องดื่มจำแนกตามวัตถุประสงค์การบริโภคและลักษณะประชากรศาสตร์ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วารสาร วิชาการการจัดการภาครัฐและเอกชน, 7(1), 117-131.

Achuayram, K., & Wongsim, M. (2023). A Study of Guidelines for the Development of Buriram Municipality to be a Smart City for Smart Mobility.

Akkaş, M. A. (2020). Healthcare and patient monitoring using IoT. Internet of Things, 11, 100173. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100173

Ali, Z. H. (2015). Internet of Things (IoT): definitions, challenges and recent research directions. International Journal of Computer Applications, 128(1), 37-47.

Angsukanjanakul, J. (2017). Perception and awareness of Thailand smart city. The 2017 International Academic Research Conference in Zürich,

Ashton, K. (2009). That internet of things thing. RFID journal, 22(7), 97-114.

Bangor Aaron. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. Intl. Journal of Human –Computer Interaction, 24(6), 574-594.

Bhardwaj Vaneeta. (2022). IoT-Based Smart Health Monitoring System for COVID-19. SN Computer Science, 3(2), 137.

Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. Journal of usability studies, 8(2), 29-40.

Glasmeier, A. K., & Nebiolo, M. (2016). Thinking about smart cities: The travels of a policy idea that promises a great deal, but so far has delivered modest results. Sustainability, 8(11), 1122.

Grier Rebecca. (2013). The system usability scale: Beyond standard usability testing. Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting,

Islam M. M. (2020). Development of Smart Healthcare Monitoring System in IoT Environment. SN Comput Sci, 1(3), 185.

M, S., & G, B. (2018). Quality of Service (QoS) in Internet of Things. 2018 3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU),

Manivannan, T., & Radhakrishnan, P. (2020). Preventive Model on Quality of Service in IOT Applications. Int. J. Mech. Prod. Eng. Res. Dev, 10(3), 1247-1264.

Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. International review of administrative sciences, 82(2), 392-408.

Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Score Mean. Jurnal of Usability Studies, 144-123.

Nittayasupaporn Bunchai, T. F., & Poungpum Thanaphon, A. L. (2020). Application development and evaluation On CUFastTech mobile phones for general X-ray imaging. The Thai Journal of Radiological Technology, 45(1), 1-7.

Patan Rizwan. (2020). Smart healthcare and quality of service in IoT using grey filter convolutional based cyber physical system. Sustainable Cities and Society, 59, 102141.

Prof Sathish. (2020). Computer Vision on IOT Based Patient Preference Management System. Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology, 2(2), 68-77.

Samann, F. E. F., Zeebaree, S. R. M., & Askar, S. (2021). IoT Provisioning QoS based on Cloud and Fog Computing. Journal of Applied Science and Technology Trends, 2(01), 29-40. https://doi.org/10.38094/jastt20190

Supasiri Sirichai, Supornpraditchai Tanya, & Khamrod Sittikorn. (2023). Factors affecting loyalty and satisfaction with industrial measuring equipment brands in the food industry in Thailand. Sripatum Review of Humanities and Social Sciences, 23 (1), 22-35.

Swaroop K. Narendra. (2019). A health monitoring system for vital signs using IoT. Internet Things, 5, 116-129.

White, G. (2018). Qos prediction for reliable service composition in iot. Service-Oriented Computing–ICSOC 2017 Workshops: ASOCA, ISyCC, WESOACS, and Satellite Events, Málaga, Spain, November 13–16, 2017, Revised Selected Papers.

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	พัทยะ ธรรมบุตร
วันเกิด	28 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	7 หมู่ 12 ต.โนนแดง อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	345 หมู่ 10 บ.โนนเดื่อ ต.แวงน่าง อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ชำนาญการ หัวหน้ากลุ่มงานเทคโนโลยีสารสนเทศ โรงพยาบาลมหาสารคาม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงพยาบาลมหาสารคาม 168 ถ.ผดุงวิถี ต.ตลาด อ.เมือง จ.มหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	
	2544 ปวช. พาณิชยการการบัญชี วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม
	2546 ปวส. คอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม
	2548 ปริญญาตรีคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	ปัจจุบัน กำลังศึกษาระดับปริญญาโทการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	-

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว