รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) สำหรับโรงพยาบาลปัตตานี

จัดทำโดย

ศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ ธีรอำพน และคณะ
สถาบันวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย ด้านสังคม
แผนงานระบบบริการสุขภาพ สำนักงานบริหารการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ชื่อวิจัย: โครงการการสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) สำหรับโรงพยาบาลปัตตานี

ISBN: 978-616-398-928-4

ผู้วิจัย: ศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ธีรอำพน

บรรณาธิการ: รองศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ บุญเชียง
ดร.เสาวลักษณ์ เศรษฐีกุล
สุรภี ทานเคหาสน์
สุณิสา เสนาหวาน

ออกแบบและพิมพ์: อรุณวดี กรรมสิทธิ์

เจ้าของและผู้จัดพิมพ์: หน่วยบริหารจัดการและส่งมอบผลลัพธ์ (ODU)
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
โทรศัพท์ 0 5394 2504

พิมพ์ครั้งแรก: มีนาคม 2567

พิมพ์ที่: บริษัทสายามพิมพ์นานา จำกัด
โทรศัพท์ 081-8836720

สนับสนุนโดย: สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยและพัฒนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัดที่สามารถส่งข้อมูลเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยปรับปรุงจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นในรุ่นที่ 2 เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในโรงพยาบาลปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี กระบวนการในการพัฒนาแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะวิเคราะห์สถานการณ์ โดยวิเคราะห์ความต้องการในการใช้งานเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและเครื่องระบุพิกัดร่วมกับทีมผู้อำนวยการโรงพยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินจากโรงพยาบาลสันทรายและโรงพยาบาลปัตตานี จำนวน 5 คน 2) ระยะดำเนินการ เป็นการสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและเครื่องระบุพิกัดด้วยวัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่บางชิ้น เนื่องจากมีปัญหาในการผลิตที่ไม่สามารถหาแหล่งวัตถุดิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นเดิมในท้องตลาดได้ จากนั้น มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการในกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลปัตตานีและโรงพยาบาลเครือข่ายจำนวน 46 คน เพื่อสร้างความเข้าใจและสาธิตการนำเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและเครื่องระบุพิกัดที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานในพื้นที่จังหวัดปัตตานี และ 3) ระยะประเมินผล เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัดที่พัฒนาขึ้น

การศึกษานี้ทำให้ได้เครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย จำนวน 15 เครื่อง และเครื่องระบุพิกัด จำนวน 20 เครื่อง ที่มีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกับรุ่นที่ 2 และสามารถทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency ของโรงพยาบาลสันทรายได้เป็นอย่างดี ซึ่งปัจจุบันได้มีการส่งมอบให้ทีมการแพทย์ฉุกเฉิน โรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี และนำไปใช้ในรถพยาบาลและรถฉุกเฉินของเครือข่ายทั่วจังหวัดปัตตานีแล้ว

คำสำคัญ : การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพ, การสื่อสารแบบไร้สาย, CMUgency, เครื่องระบุพิกัด, โรงพยาบาลปัตตานี

Abstract

This research and development project aimed to develop wireless vital signs monitors and GPS trackers that could transmit data to the internet via a cellular network. They built on the second-generation devices and were improved for use in Pattani Hospital, Mueang Pattani District, Pattani Province. The development process was divided into three phases: 1) analysis phase: analyze the needs for wireless vital signs monitors and GPS trackers with 5 persons from the hospital director team and medical personnel working in the emergency department of Sansai Hospital and Pattani Hospital, 2) implementation phase: build the wireless vital signs monitors and GPS trackers using new materials and electronic components due to production issues and the unavailability of original electronic components in the local market as well as organizing a workshop for 46 medical personnel from Pattani Hospital and network hospitals to understand and demonstrate the use of the developed devices in Pattani Province, and 3) evaluation phase: test the functionality of the developed wireless vital signs monitors and GPS trackers.

This study resulted in the development of 15 wireless vital signs monitors and 20 GPS trackers. These devices had the same functions as the second-generation models and were fully compatible with the CMUgency application and Sansai Hospital's platform. They were distributed to the emergency medical team of Pattani Hospital in Pattani Province and are now being used in ambulances and emergency vehicles throughout the province.

Keywords: Vital signs monitor development, wireless communication, CMUgency, GPS trackers, Pattani Hospital

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
คำถามการวิจัย	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	6
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	7
ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล	11
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	16
ส่วนที่ 1 ผลการประชุมเพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัด	16
ส่วนที่ 2 การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัด	16
ส่วนที่ 3 ประสิทธิผลของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัด	18
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	19
ข้อจำกัดในการดำเนินการวิจัย	19
ข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	20

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
3.1	ตัวอย่างวัสดุที่ดำเนินการสั่งซื้อ	11
3.2	การขนส่ง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ไปยังโรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี	12
3.3	การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับบุคลากรการแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลปัตตานีและโรงพยาบาลเครือข่าย	13
3.4	แนะนำแพลตฟอร์ม CMUgency และหลักการทำงานของเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS	13
3.5	สาธิตการทำงานของเครื่อง CMUgency เครื่อง CM-GPS และระบบ CMUgency บนรถฉุกเฉินแบบ Real Time	14
3.6	การแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะพร้อมแนวทางการปรับใช้แพลตฟอร์มให้เข้ากับการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ภาคใต้	14
3.7	การส่งมอบเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS	15
4.1	จัดทำแผงวงจรเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	17
4.2	การปรับปรุงกล่องโครงเครื่อง CMUgency	17
4.3	จัดทำกล่องโครงเครื่อง CMUgency	17
4.4	การประกอบเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS	18
4.5	การทดสอบการทำงานของเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS	18

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สัญญาณชีพ (vital signs) เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงการมีชีวิตของมนุษย์ ในทางการแพทย์การวัดสัญญาณชีพเป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการประเมินความปกติ หรือผิดปกติของร่างกายผู้ป่วย ประกอบด้วย อุณหภูมิร่างกาย (body temperature) ความดันโลหิต (blood pressure) อัตราการเต้นของหัวใจ หรือชีพจร (heart rate or pulse) และอัตราการหายใจ (respiration rate) โดยต้องใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพที่ได้มาตรฐานเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญยิ่งที่จะช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถนำมาใช้ในการประเมินอาการของผู้ป่วยได้อย่างเที่ยงตรงเพื่อนำไปสู่การรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสม อย่างไรก็ตามในการประเมินอาการผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินก่อนนำส่งโรงพยาบาลส่วนใหญ่ยังทำได้เพียงการวัดคาความดันโลหิตสูง การสังเกตอัตราการหายใจ และการจับชีพจร โดยผู้ปฏิบัติการฉุกเฉิน ซึ่งไม่สามารถส่งข้อมูลการประเมินผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลปลายทางได้ทันที (real-time) เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเครื่องวัดสัญญาณชีพที่ใช้ทำให้บุคลากรทางการแพทย์ของโรงพยาบาลไม่สามารถเตรียมการรับผู้ป่วยฉุกเฉินขณะมีอาการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทวงที นั้น

ปัจจุบัน เครื่องสัญญาณวัดชีพพื้นฐาน เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ชีพจร ความดันโลหิต และความเข้มข้นของออกซิเจน ยังคงเป็นอุปกรณ์ที่มีความต้องการในรถฉุกเฉิน โดยเฉพาะเครื่องที่สามารถส่งสัญญาณชีพได้แบบเวลาจริง (real-time) ผ่านระบบสื่อสารโทรคมนาคมที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น โครงข่ายโทรศัพท์มือถือ หรือไวไฟ (Wi-Fi) ทำให้บุคลากรทางการแพทย์ที่ประจำอยู่ที่โรงพยาบาลปลายทางไม่สามารถตรวจสอบสัญญาณชีพดังกล่าวได้ตลอดเวลา ดังนั้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินและบุคลากรทางการแพทย์สามารถรับรู้อาการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยฉุกเฉินได้อย่างทันทวงที และวางแผนแนวการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องวัดสัญญาณชีพขั้นพื้นฐานที่สามารถวัดและแสดงผลการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ชีพจร ความดันโลหิต และความเข้มข้นของออกซิเจน พร้อมทั้งสามารถส่งผลการวัดและระบุพิกัดของรถฉุกเฉินแบบไร้สายผ่านระบบสื่อสารจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องสัญญาณวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน จำนวน 67 เครื่อง และเครื่องระบุพิกัด จำนวน 25 เครื่อง มาอย่างต่อเนื่อง โดยได้รับผลการทดสอบที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้จริงในโรงพยาบาลสันทราย ด้วยเหตุนี้ ในโครงการวิจัยนี้จึงเป็นขยายผลการดำเนินงานจาก 2 ปีที่ผ่านมา โดยมุ่งเน้นการสร้างเครือข่ายการใช้งานเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน และเครื่องระบุพิกัดเพิ่มเติมเพื่อนำไปทดสอบใช้งานในพื้นที่ของเครือข่ายโรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี โดยการสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพและเครื่องระบุพิกัดนี้ เป็นการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีมาก่อนหน้านี้ของคณะผู้วิจัย และพัฒนาเพื่อให้การทำงานได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน (CMUgency) ที่สามารถวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ชีพจร ความดันโลหิต และความเข้มข้นของออกซิเจน ที่สามารถส่งสัญญาณเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ

2. เพื่อสร้างเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ที่สามารส่งข้อมูลเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ

คำถามการวิจัย

1. เครื่องวัดสัญญาณพื้นฐานที่สามารถส่งสัญญาณส่งสัญญาณเข้าสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ มีลักษณะเป็นอย่างไร

2. ระบบการระบุพิกัดที่สามารถส่งข้อมูลสู่ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือมีลักษณะเป็นอย่างไร

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาครั้งนี้เปนการวิจัยและการพัฒนา (research and development) เพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน และระบบการระบุพิกัดที่สามารถสงขอมูลเขาเครือขายอินเทอรเน็ตผานโครงขายโทรศัพท์มือถือ การศึกษาแบงออกเปน 3 ระยะ คือ 1) ระยะวิเคราะหสถานการณ 2) ระยะดำเนินการ และ 3) ระยะประเมินผล ผู้วิจัยทบทวนเอกสารและวรรณกรรมครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวของกับหลักการประมวลผลสัญญาณ และหลักเกณฑในการพิจารณาคาสัญญาณชีพ ดังนี้

สัญญาณชีพ (vital signs) เปนสิ่งที่บงบอกถึงการมีชีวิตของมนุษย รวมถึงความปกติ หรือความผิดปกติของรางกายของบุคคลนั้น ประกอบดวย ความดันโลหิต (blood pressure) อัตราการเตนของหัวใจหรือชีพจร (heart rate or pulse) อัตราการหายใจ (respiration rate) คลื่นไฟฟาหัวใจ (electrocardiography: EKG) และความอิ่มตัวของออกซิเจนในเสนเลือด (oxygen saturation) ความดันโลหิตเปนคาสัญญาณชีพเบื้องตนที่บงบอกถึงการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดในรางกาย โดยปกติการ วัดคาความดันโลหิตจะมี 2 คา คือ 1) คาความดันของเลือดสูงสุดขณะหัวใจหองลางบีบตัว (systolic blood pressure) และ 2) ค่าความดันของเลือดที่ต่ำสุดขณะหัวใจหองลางคลายตัว (diastolic blood pressure) ในภาวะที่มีความดันโลหิตปกติ จะมีคาความดันของเลือดสูงสุดขณะหัวใจหองลางบีบตัว ประมาณ 120 - 130 มิลลิเมตรปรอท และคาความดันของเลือดที่ต่ำสุดขณะหัวใจห้องลางคลายตัวประมาณ 80 - 90 มิลลิเมตรปรอท แตหากบุคคลนั้นอยูในภาวะความดันโลหิตสูง (hypertension) จะมีคาความดัน ของเลือดสูงสุดขณะหัวใจหองลางบีบตัว และคาความดันของเลือดที่ต่ำสุดขณะหัวใจหองลางคลายตัว มากกวา 140 และ 90 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งเปนภาวะที่ผิดปกติที่เปนอันตรายตอสุขภาพ [1] และหากบุคคลนั้น มีคาความดันของเลือดสูงสุดขณะหัวใจหองลางบีบตัว และคาความดันของเลือดที่ต่ำสุดขณะหัวใจหองลางคลายตัวนอยกวา 90 และ 60 มิลลิเมตรปรอท จะถือไดวามีความโลหิตต่ำ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิด ภาวะช็อค (shock) ตามมา ซึ่งมักพบไดบอยในผูเจ็บปวยฉุกเฉินที่มีอาการสาหัส หรือผูปวยที่เสียเลือดมาก [2] ซึ่งหลักเกณฑ์ดังกลาวควรนำมาประยุกตใชในเครื่องมือวัดสัญญาณชีพพื้นฐานเพื่อใหสงสัญญาณเตือนเมื่อค่าความดันโลหิตอยูในชวงผิดปกติ

อัตราการเตนของหัวใจ เปนสิ่งที่แสดงถึงความเร็วในการบีบตัวของหัวใจหองลางซาย ซึ่งผูประเมินสามารถประเมินไดโดยการจับชีพจรที่เปนแรงสะเทือนของกระแสเลือดบริเวณข้อมือ หรือขอพับแขน โดยปกติในผูใหญหรือผูสูงอายุจะมีอัตราการเตนของหัวใจหรือชีพจรประมาณ 60 – 100 ครั้งตอนาที แตหากบุคคลนั้นมีอัตราการเตนของหัวใจชากวา 60 ครั้งตอนาที หรือมากกวา 100 ครั้งตอนาทีแสดงวามีการเตนหัวใจชากวาปกติ (bradycardia) หรือหัวใจเตนเร็วผิดปกติ (tachycardia) ซึ่งจะกอใหเกิดปญหาทางสุขภาพตามมาเนื่องจากหัวใจไมสามารถสูบฉีดเลือดและนำออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะสวนตาง ๆ ของรางกายไดอยางเพียงพอ ซึ่งหลักเกณฑดังกล่าว ควรนำมาประยุกตใชในเครื่องมือวัดสัญญาณชีพพื้นฐานเพื่อใหสงสัญญาณเตือนเมื่อคาอัตราการเตนของหัวใจอยูในชวงผิดปกติ

การหายใจ (respiration rate) เปนการสังเกตจังหวะและจำนวนครั้งในการหายใจเขา-ออก โดยปกติในผูใหญหรือผูสูงอายุจะมีอัตราการหายใจประมาณ 16 - 24 ครั้งตอนาที แตหากบุคคลนั้นมีอัตราการหายใจช้ากว่า 16 ครั้งตอนาที หรือมากกวา 24 ครั้งตอนาที แสดงวาอาจมีพยาธิสภาพในปอด หรือความผิดปกติตาง ๆ ในรางกาย ซึ่งหลักเกณฑดังกลาวควรนำมาประยุกตใชในเครื่องมือวัดสัญญาณชีพพื้นฐานเพื่อใหสงสัญญาณเตือนเมื่อคาอัตราการหายใจอยูในชวงผิดปกติ

คาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดหรือคาความเข้มขนของออกซิเจนในเลือด เป็นคาที่บงบอกถึงประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนของรางกาย และประสิทธิภาพการทำงานของปอด โดยคาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดปกติจะมีคาระหวางร้อยละ 95 - 100 หากคาความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำกว่าช่วงที่กำหนดจะแสดงวาผู้ถูกวัดมีภาวะความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) [3] ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ผู้เจ็บปวยฉุกเฉินไมสามารถหายใจได้อยางมีประสิทธิภาพ อันเกิดขึ้นจากพยาธิสภาพของหัวใจหรือปอดไดรับความเสียหาย ซึ่งหลักเกณฑนี้ควรนำมาประยุกตใช้ใน เครื่องมือวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน

คลื่นไฟฟาหัวใจ เปนอีกหนึ่งสัญญาณชีพที่สำคัญในการวิเคราะหภาวะของผู้ปวยที่ประสบอุบัติเหตุหรือผู้ปวยที่มีภาวะการหายใจไมปกติ คลื่นไฟฟาหัวใจสามารถวัดแบบละเอียดได้ด้วยการวัดคลื่นไฟฟาหัวใจแบบ 12 Lead มาตรฐาน (standard 12-Lead ECG) ซึ่งสามารถวัดไดผานอิเล็กโทรด จำนวน 10 จุด (4 อิเล็กโทรดที่ตำแหนง RA, LL, LA, RL และ 6 อิเล็กโทรดที่ตำแหนง V1 – V6) และคำนวณคลื่นไฟฟาหัวใจได้ 12 Lead ได้แก Lead I, II, III, aVF, aVR, aVL, V1, V2, V3, V4, V5 และ V6 [4] โดยคลื่นไฟฟาหัวใจที่ได้มาในแตละ Lead นั้นสามารถใช้วิเคราะหผู้ปวยในภาวะที่แตกตางกันอยางไรก็ตาม การวัดคลื่นไฟฟาหัวใจที่นิยมมากที่สุดในการวัดผู้ป่วยในภาวะฉุกเฉิน คือ การวัดคลื่นไฟฟาหัวใจ Lead II ซึ่งคลื่นไฟฟาหัวใจที่ไดมาจะมีลักษณะของ QRS complex P wave และ S wave ที่คอนขางชัดเจน ในการประมวลผลสัญญาณคลื่นไฟฟาหัวใจในเบื้องตนนั้น จะตองมีการกำจัดสัญญาณรบกวน และสัญญาณแปลกปลอมตาง ๆ ที่ปนเข้ามากับคลื่นไฟฟาหัวใจ เชน คลื่นไฟฟ้าจากการขยับกล้ามเนื้อ คลื่นไฟฟาจากการขยับของอิเล็กโทรด หรือคลื่นสัญญาณรบกวนจากธรรมชาติจากการทบทวน วรรณกรรมที่ผานมาพบวิธีการในการกำจัดสัญญาณแปลกปลอมตาง ๆ ดังนี้

1. การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากคลื่นไฟฟาหัวใจด้วยการใช้ตัวกรองแบบปรับได้ (Adaptivefilter) ที่มีการอัพเดทสัมประสิทธิ์ในการปรับพจนดวยการใชคาเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองที่น้อยที่สุด (least mean square error) จากการศึกษาของรามาน และคณะ [5] พบวา ระเบียบวิธีดังกลาวมีต้นทุนในการคำนวณน้อย นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มคาอัตราสวนกำลังระหวางสัญญาณ และสัญญาณรบกวน (signal to noise ratio) ได้อยางมีประสิทธิภาพ ด้วยคุณสมบัติดังกลาวจึงเหมาะแกการ นำไปใช้ในการประมวลผลแบบเวลาจริง

2. การกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการขยับของผู้ปวยบนรถพยาบาล โดยประยุกตระเบียบวิธีดิสครีตเวฟเล็ตทรานสฟอรม (discrete wavelet transform) กับข้อมูลคลื่นไฟฟาหัวใจประเภท 3 Lead จากการศึกษาของ โบรานิยา และเครีย [6] พบวา การกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยเวฟเล็ตประเภท Symlet 4 และ Bior 6.8 สามารถกำจัดสวนของความถี่ที่เกิดขึ้นจากการขยับตัวของผู้ปวยได้ดีที่สุด

3. การกำจัดสัญญาณรบกวนจากการขยับ และสัญญาณรบกวนเกาส จากการศึกษาของ แฮชฮิม และคณะ [7] พบวา การปรับใชกระบวนวิธีที่มีพื้นฐานจากการแปลงเวฟเล็ต และตัวกรองความถี่ต่ำ และสูง (low pass filter and high pass filter) สามารถตัดสัญญาณรบกวนเกาสและสัญญาณรบกวนที่เกิดจากความถี่ที่นอกเหนือจากพิสัยที่ตองการได

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษานี้เปนการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและระบบการระบุพิกัด (GPS) ที่สามารถสงขอมูลเขาเครือขายอินเทอรเน็ตผานโครงขายโทรศัพทมือถือ โดยใชกระบวนการวิจัยและการพัฒนา ซึ่งแบงออกเปน 3 ระยะ ไดแก ระยะที่ 1 ระยะการวิเคราะหสถานการณ โดยศึกษาปญหาและพัฒนาตนแบบเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและระบบการระบุพิกัด ระยะที่ 2 ระยะดำเนินการนำตนแบบที่พัฒนาขึ้นนำไปทดลองการใช้งานในพื้นที่โรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี และระยะที่ 3 ระยะติดตามและประเมินผลประสิทธิภาพของการใชงานเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน และระบบการระบุพิกัด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบวิจัยและพัฒนา (research and development) เพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ที่สามารถส่งข้อมูลเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยปรับปรุงจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นในรุ่นที่ 2 จากนั้นทำการผลิตและทดสอบประสิทธิภาพเพื่อส่งมอบให้โรงพยาบาลปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2566

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 ระยะวิเคราะห์สถานการณ์

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลสันทราย และโรงพยาบาลปัตตานี

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลสันทรายและโรงพยาบาลปัตตานี คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 5 คน ตามเกณฑ์คุณสมบัติดังนี้

1) มีความรู้หรือปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินในโรงพยาบาล
2) มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย

ระยะที่ 2 และ 3 ระยะดำเนินการและระยะประเมินผล

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลปัตตานี และโรงพยาบาลเครือข่าย

กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลปัตตานีและโรงพยาบาลเครือข่าย คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 46 คน ตามเกณฑ์คุณสมบัติดังนี้

1) มีความรู้หรือปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉินในโรงพยาบาล
2) มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

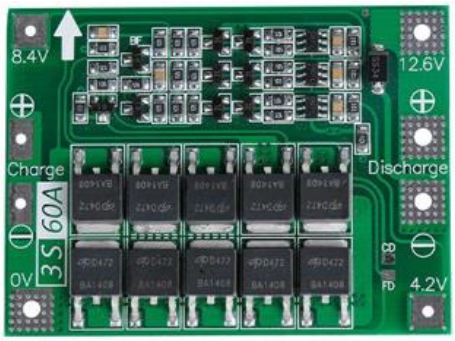
เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและระบบการระบุพิกัด ได้แก่

1. บอร์ดประมวลผล Raspberry Pi 4 Model B ขนาดแรม 4GB

2. สายชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมขนาด 12.6V 5A

3. แบตเตอรี่ Lithium iron phosphate ($LiFePO_4$)

4. อุปกรณ์จัดการการชาร์จ BMS แบบ 3 cells



5. อุปกรณ์วัดชีพจรและออกซิเจนในเลือดแบบ USB

6. อุปกรณ์ต่อพ่วง USB v.3.0 แบบ 4 พอร์ต

7. โมดูลควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่และป้องกันแรงดันไฟฟ้าต่ำ ขนาด 12V

8. บอร์ดแยกขา Type A USB แบบ ตัวเมีย

9. เครื่องวัดความดันโลหิต CONTEC 08A

10. โมดูล GPS G-Mouse

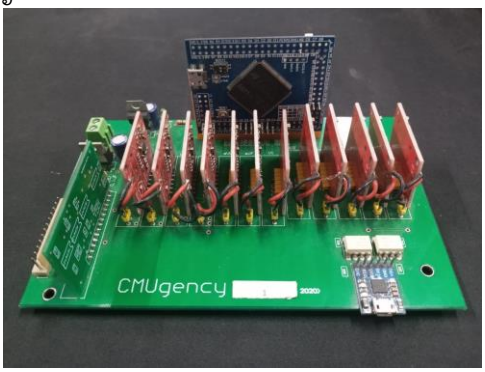
11. อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ต Huawei E8372h-155

12. หน้าจอสัมผัสขนาด 10.1 นิ้ว

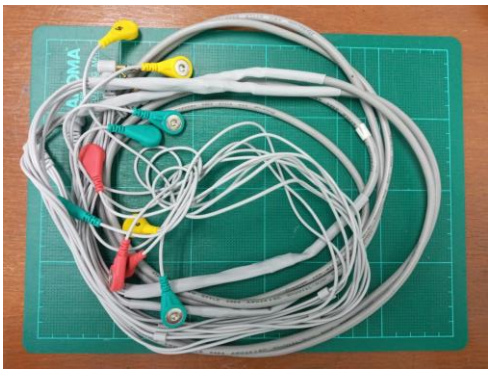
13. โมดูลควบคุมการชาร์ตประจุแบตเตอรี่เต็ม (เต็มตัด) และป้องกันแรงดันไฟแบตเตอรี่ต่ำ (ต่ำตัด) แบบตั้งค่าได้

14. โมดูลแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 4-38V เป็น 1.25-36V กระแส 5A

15. บอร์ดวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ 12 Leads



16. สายวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูล ทีมผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นเตรียมการดำเนินการวิจัย

1. ประชุมทีมวิจัยเพื่อวางแผนการปรับปรุงระบบการทำงานของระบบระบุพิกัดและเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานฯ ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

2. วางแผนจัดหาวัสดุอุปกรณ์และผู้รับจ้างผลิตชิ้นส่วนประกอบสำหรับระบบระบุพิกัดและเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน

3. หาผู้รับจ้างผลิตแผงวงจรและจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจร

4. หาผู้รับจ้างออกแบบและผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ สำหรับบรรจุวงจรทั้งหมด รวมทั้งเจาะรูสำหรับพอร์ตสื่อสารต่าง ๆ และระบบ CMUgency

ขั้นดำเนินการวิจัย

1. จัดประชุมระหว่างทีมวิจัยร่วมกับผู้อำนวยการโรงพยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลสันทรายและโรงพยาบาลปัตตานี จำนวน 5 คน เพื่อสอบถามความต้องการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพและอุปกรณ์ระบุพิกัดภายในรถพยาบาล

2. สำรวจตลาดจำหน่ายชิ้นส่วนวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการผลิตเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ซึ่งจากการสำรวจพบว่า วัสดุและอุปกรณ์บางชิ้นโรงงานได้ทำการหยุดผลิตอย่างถาวร และบางชิ้นส่วนต้องหาผู้จัดจำหน่ายรายใหม่

3. วางแผนและดำเนินการหาแหล่งวัตถุดิบอื่นทดแทน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวัสดุต่างๆ ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนวงจรและการจัดวางชิ้นส่วนในขั้นตอนการประกอบเครื่องสำรวจตลาดจำหน่ายชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ และวางแผนปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนบางอย่างที่หยุดผลิตและหาแหล่งวัตถุดิบอื่นทดแทน

4. ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุที่ใช้ในการผลิตเครื่องระบุพิกัด และเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานฯ (รูปที่ 3.1)

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างวัสดุที่ดำเนินการสั่งซื้อ

5. จัดทำแผงวงจรต้นแบบและจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรต้นแบบของอุปกรณ์ระบุพิกัด

6. จัดทำแผงวงจรต้นแบบและจัดวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรต้นแบบของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐาน พร้อมออกแบบกล่องต้นแบบเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานให้มีความแข็งแรงคงทนมากขึ้น

7. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบุพิกัด และเครื่อง CMUgency โดยทดสอบระบบการระบุพิกัดและการทำงานในฟังก์ชันต่าง ๆ

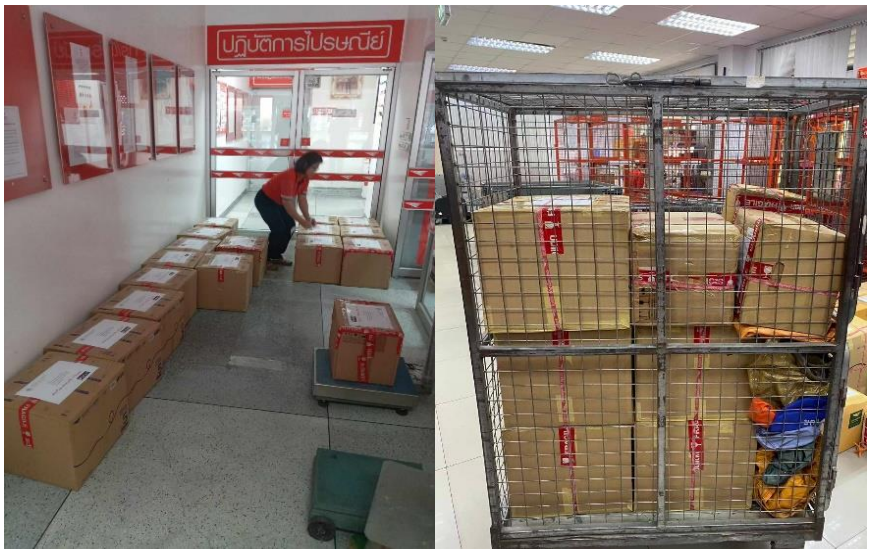
8. ประเมินประสิทธิภาพของการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและระบบการระบุพิกัด โดยการตรวจสอบให้สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ และสามารถใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency ภายใต้ระบบของโรงพยาบาลสันทราย

9. ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ที่ผ่านการทดสอบการทำงานเบื้องต้น

10. ดำเนินการผลิตเครื่อง CMUgency จำนวน 15 เครื่อง และเครื่อง CM-GPS จำนวน 20 เครื่อง โดยแบ่งเป็นการสั่งผลิตวงจรต่างๆ การจัดทำกล่องโครงเครื่อง และจัดซื้อวัสดุประกอบย่อย จากนั้นนำมาประกอบรวมกันเป็นเครื่อง CMUgency

11. ดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องทุกตัว พร้อมเชื่อมต่อเข้ากับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency เดิมที่ถูกสร้างไว้แล้ว

12. ประสานงานส่งเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานฯ (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ผ่านบริการขนส่งของบริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ไปยังโรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี (รูปที่ 3.2)

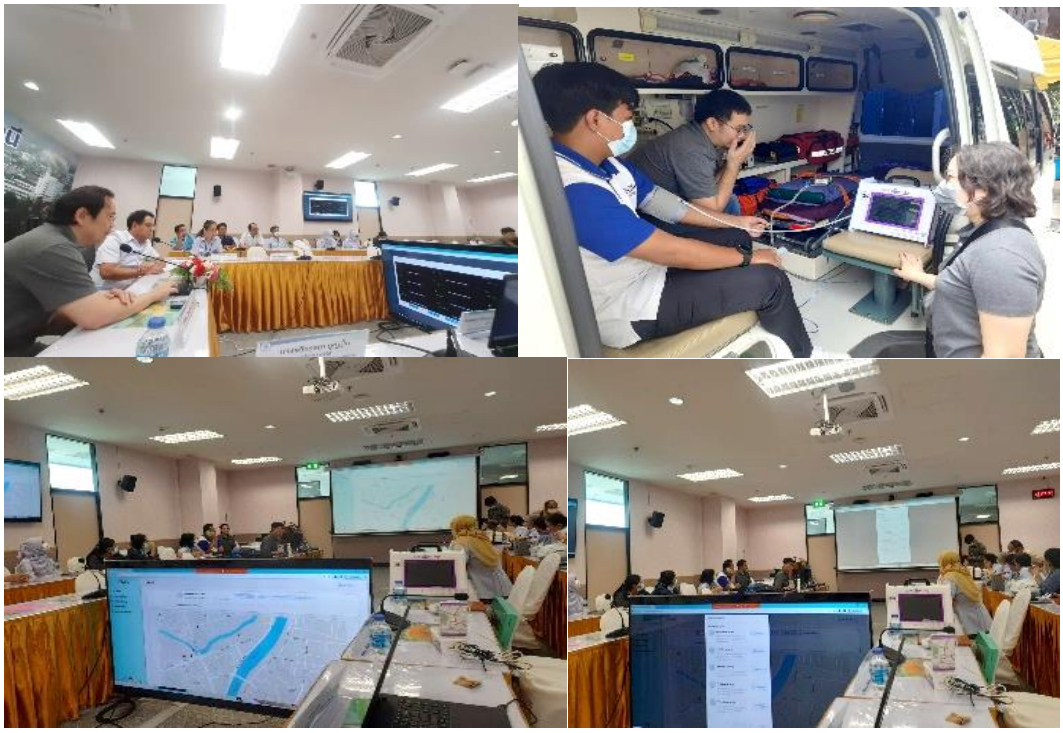


รูปที่ 3.2 การขนส่ง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ไปยังโรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี

13. จัดอบรมเชิงปฏิบัติสำหรับบุคลากรการแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลปัตตานี และโรงพยาบาลเครือข่าย จำนวน 46 คน เพื่อให้ความรู้และสาธิตการทำงานของเครื่อง CMUgency เครื่อง CM-GPS และแพลตฟอร์ม CMUgency ในวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2566 ณ ห้องประชุมปาหนัน ชั้น 9 อาคารวชิรประชาเวช โรงพยาบาลปัตตานี จังหวัดปัตตานี (รูปที่ 3.3-3.5)

รูปที่ 3.3 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับบุคลากรการแพทย์ฉุกเฉินของโรงพยาบาลปัตตานี และโรงพยาบาลเครือข่าย

รูปที่ 3.4 แนะนำแพลตฟอร์ม CMUgency และหลักการทำงานของเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS



รูปที่ 3.5 สาธิตการทำงานของเครื่อง CMUgency เครื่อง CM-GPS และระบบ CMUgency บนรถฉุกเฉินแบบ Real Time

14. ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานและระบบการระบุพิกัดจริง ณ โรงพยาบาลปัตตานี

15. จัดแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะพร้อมแนวทางการปรับใช้แพลตฟอร์มให้เข้ากับการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ภาคใต้ (รูปที่ 3.6)

รูปที่ 3.6 การแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะพร้อมแนวทางการปรับใช้แพลตฟอร์มให้เข้ากับการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ภาคใต้

16. ส่งมอบเครื่อง CMUgency จำนวน 15 เครื่อง และเครื่อง CM-GPS จำนวน 20 เครื่องให้โรงพยาบาลปัตตานี (รูปที่ 3.7)

รูปที่ 3.7 การส่งมอบเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ที่สามารถส่งข้อมูลเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยปรับปรุงจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นในรุ่นที่ 2 เพื่อให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำไปใช้ในโรงพยาบาลปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการประชุมเพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัด

ส่วนที่ 2 การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัด

ส่วนที่ 3 ประสิทธิผลของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัด

ส่วนที่ 1 ผลการประชุมเพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัด

จากการประชุมระหว่างทีมวิจัยร่วมกับผู้อำนวยการโรงพยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลสันทรายและโรงพยาบาลปัตตานี จำนวน 5 คน เพื่อสอบถามความต้องการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพและอุปกรณ์ระบุพิกัดภายในรถพยาบาล พบว่า บุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลปัตตานีมีความต้องการใช้เครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) เพื่อส่งเสริมการทำงานของทีมการแพทย์ฉุกเฉิน เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดปัตตานียังคงมีเหตุการณ์ก่อการร้ายอยู่ การทราบตำแหน่งรถพยาบาล/รถฉุกเฉินจะช่วยให้ทีมแพทย์ฉุกเฉินเตรียมการรองรับคนไข้ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอให้

1. พัฒนาเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานกับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency ภายใต้ระบบของโรงพยาบาลสันทราย
2. ดำเนินการหาชิ้นส่วนวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการผลิตทดแทนชิ้นส่วนเดิม เนื่องจากวัสดุและอุปกรณ์บางชิ้นไม่มีการผลิตแล้ว

ส่วนที่ 2 การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สายและเครื่องระบุพิกัด

ภายหลังจากที่ทีมวิจัยได้พบแหล่งวัตถุดิบครบตามชิ้นส่วนที่จำเป็นแล้ว ทางทีมผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) โดยมีการปรับปรุงจากรุ่นที่ 2 [8] ดังนี้

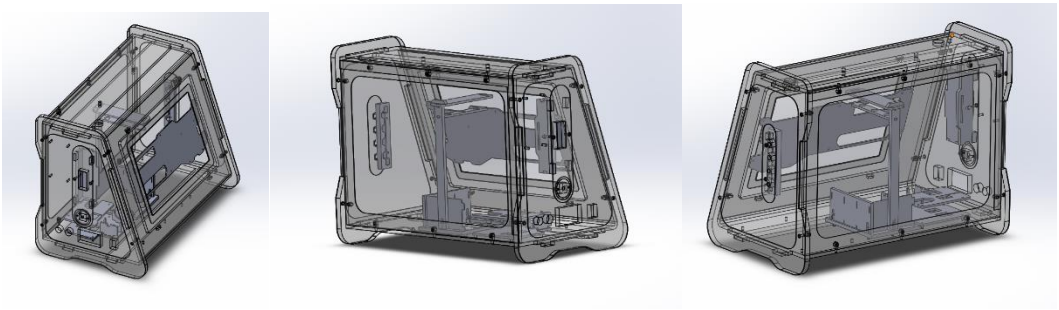
1) ในส่วนของวงจรวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มีการเปลี่ยนรุ่นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นรุ่นใหม่เนื่องจากรุ่นเดิมขาดตลาด (รูปที่ 4.1)

รูปที่ 4.1 จัดทำแผงวงจรเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2) ปรับระบบชาร์ตแบตเตอรี่ของเครื่อง CMUgency โดยนำโมดูลควบคุมการชาร์ตแบตเตอรี่มาแทนที่ตัวลีเลย์ ซึ่งโมดูลนี้มีคุณสมบัติในการตัดวงจรระบบเมื่อแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดในกรณีแบตเตอรี่ใกล้หมดจนไม่สามารถจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ทั้งระบบได้ และสามารถตัดวงจรชาร์ตแบตเตอร์รี่เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่กำหนดในกรณีชาร์ตแบตเตอรี่จนเต็มเพื่อปกป้องการ overcharge

3) เปลี่ยนตัว USB Hub ของเครื่อง CMUgency เหลือเพียง 4 ช่องการใช้เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ถูกใช้งาน

4) ปรับปรุงให้ตัวกล่องโครงโครงเครื่อง CMUgency ให้บางลงและเพิ่มคานเสริมความแข็งแรงให้กล่องโครงเครื่อง รวมถึงการปรับแบบการจัดวางภายในตัวเครื่องใหม่ (รูปที่ 4.2-4.3)



รูปที่ 4.2 การปรับปรุงกล่องโครงเครื่อง CMUgency

รูปที่ 4.3 จัดทำกล่องโครงเครื่อง CMUgency

5) ปรับปรุงฟังก์ชันการแปลงพิกัดตำแหน่ง GPS ของเครื่อง CM-GPS แบบ Latitude และ Longtitude ที่จากเดิมจำกัดเฉพาะภูมิภาคเหนือ ให้สามารถใช้ได้ในจังหวัดปัตตานีและครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ มีความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น เพื่อรองรับการขยายการใช้งานอุปกรณ์ไปยังภูมิภาคอื่น ๆ

6) ประกอบเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS (รูปที่ 4.4)

รูปที่ 4.4 การประกอบเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS

7) ทดสอบการทำงานของเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS โดยทดสอบระบบการระบุพิกัดและการทำงานในฟังก์ชันต่าง ๆ (รูปที่ 4.5)

รูปที่ 4.5 การทดสอบการทำงานของเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS

ส่วนที่ 3 ประสิทธิผลของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัด

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) จำนวน 15 เครื่อง และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) จำนวน 20 เครื่อง พบว่า เครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ที่สร้างขึ้นทุกเครื่องสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันเช่นเดียวกับเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS รุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2 และสามารถทำงานร่วมกับแพลตฟอร์ม CMUgency ของโรงพยาบาลสันทรายได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ที่สามารถส่งข้อมูลเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยปรับปรุงจากเครื่องที่พัฒนาขึ้นในรุ่นที่ 2 เพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในโรงพยาบาลปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี ในการพัฒนาเครื่อง CMUgency และ CM-GPS ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการจัดประชุมทีมผู้อำนวยการโรงพยาบาลและบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลสันทราย และโรงพยาบาลปัตตานี จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความต้องการในการพัฒนาเครื่อง โดยพบว่า ทีมบุคลากรทางการแพทย์มีความต้องการใช้ CMUgency และเครื่อง CM-GPS เพื่อส่งเสริมการทำงานของทีมการแพทย์ฉุกเฉินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ ได้มีข้อเสนอแนะให้มีพัฒนาเครื่อง CMUgency และเครื่อง CM-GPS ที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานกับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency ภายใต้ระบบของโรงพยาบาลสันทราย และจากปัญหาในการผลิตที่ไม่สามารถหาแหล่งวัตถุดิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นเดิมในตลาดได้ ดังนั้นควรมีการค้นหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่ที่สามารถใช้งานแทนอุปกรณ์เดิม พร้อมปรับการวางแผงวงจรให้สามารถใช้งานได้ดีดังเดิม

จากข้อมูลที่ได้จากการประชุม ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) จำนวน 15 เครื่อง และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) จำนวน 20 เครื่อง ที่มีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกับรุ่นที่ 2 และสามารถทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์ม CMUgency ของโรงพยาบาลสันทรายได้เป็นอย่างดี แม้จะมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายในเป็นอุปกรณ์รุ่นใหม่ที่สามารถจัดหาได้ในตลาดทดแทนวัตถุดิบรุ่นก่อนที่หยุดผลิตแล้ว

ข้อจำกัดในการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินโครงการพบว่า อุปสรรคหลักในการผลิตเครื่องสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) คือ การพึ่งพาแหล่งวัตถุดิบจากต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีแหล่งผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสั่งผลิตในจำนวนไม่มากได้ จึงทำให้การจัดหาวัตถุดิบในการดำเนินโครงการมีความไม่แน่นอน และสิ่งนี้อาจส่งผลกระทบต่อไปหากมีการจัดทำเครื่องสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS) ในจำนวนที่มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการต่อยอดพัฒนาแหล่งวัตถุดิบที่มีในประเทศเพิ่มมากขึ้น และนำมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัดอย่างต่อเนื่อง
2. ควรมีการเผยแพร่ และนำเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย และเครื่องระบุพิกัดที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในหน่วยปฏิบัติการฉุกเฉินอื่นเพื่อให้การบริการการแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงโรงพยาบาลมีคุณภาพเพิ่มขึ้นทั้งประเทศ

เอกสารอ้างอิง

[1] Messerli, Franz H., Bryan Williams, and Eberhard Ritz. "Essential hypertension." The Lancet 370.9587 (2007): 591-603.

[2] Degoute, Christian-Serge. "Controlled hypotension." Drugs 67.7 (2007): 1053-1076.

[3] Sarkar, Malay, N. Niranjan, and P. K. Banyal. " Mechanisms of hypoxemia. " Lung India: official organ of Indian Chest Society 34.1 (2017): 47.

[4] Society for Cardiological Science & Technology (SCST) , Clinical Guidelines by Consensus: Recording a Standard 12-Lead Electrocardiogram, 2017.

[5] Rahman, Muhammad Zia Ur, Rafi Ahamed Shaik, and DV Rama Koti Reddy. "Efficient and simplified adaptive noise cancelers for ECG sensor based remote health monitoring." IEEE Sensors Journal 12.3 (2011): 566-573.

[6] Bhoraniya, Dixit V., and Rahul K. Kher. "Motion artifacts extraction using DWT from ambulatory ECG (A-ECG)." 2014 International Conference on Communication and Signal Processing. IEEE, 2014.

[7] Hashim, Fakroul Ridzuan, et al. "Wavelet based motion artifact removal for ECG signals." 2012 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences. IEEE, 2012.

[8] นิพนธ์ ธีรอำพน. การสร้างเครื่องวัดสัญญาณชีพพื้นฐานพร้อมการสื่อสารแบบไร้สาย (CMUgency) และเครื่องระบุพิกัด (CM-GPS). เชียงใหม่ : หน่วยบริหารจัดการและส่งมอบผลลัพธ์ (ODU) คณะสาธารณสุข ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2565.