ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566

บทความวิจัย

การออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE

Design and Study of the Efficiency of a Medical Robot for Collecting Data Presented by NETPIE

ชลพรรษ บทมาตร[1] ถวัลย์ แสงนา[2] และภัทราภรณ์ ปอโนนสูง[3]
Chonlapat Botmatra[1] Thawan Sangna[2] and Pattraporn Ponongsung[3]

[1,2] แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัดนครราชสีมา 30190
Mechatronics Department, Suranaree Technical College, Institute of Vocational Education: Northeastern Region 5, Nakhon Ratchasima 30190

[3] แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครโคราช สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัดนครราชสีมา 30000
Electric Power Department, Nakhon Korat Technical College, Institute of Vocational Education: Northeastern Region 5, Nakhon Ratchasima 30000

[1] Corresponding Author: E-mail: chonlapat.bot@gmail.com
Received: 10 Nov. 2023; Revised: 28 Dec. 2023; Accepted: 28 Dec. 2023

บทคัดย่อ

วิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE โดยการวัดอุณหภูมิภายในร่างกายและอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกาย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปแสดงยัง NETPIE โดยใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต สามารถช่วยลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์และทำให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถนำเวลาไปดูแลผู้ป่วยได้มากยิ่งขึ้น

ผลการทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE สามารถแบ่งผลทดสอบออกเป็น ดังนี้ การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์ฯ คือ 72 rpm การทดสอบตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายผู้ป่วย ค่าเฉลี่ยจากหุ่นยนต์วัดอุณหภูมิใช้เซนเซอร์ MLX90614 อยู่ที่ 36.08 °C และค่าเฉลี่ยจากเครื่องวัดอุณหภูมิใช้อุปกรณ์ Infrared Temp Gun อยู่ที่ 36.16 °C มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ±0.08 °C การทดสอบตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายผู้ป่วย ข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกาย ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 75.4 ครั้งต่อนาที และข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 76.1 ครั้งต่อนาที มีค่าคาดเคลื่อน ±0.7 ครั้งต่อนาที ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานและด้านโครงสร้าง พบว่า มีความพึงพอใจขั้นตอนการใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด ความพึงพอใจต่อสามารถเคลื่อนที่ได้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจต่อระบบขับเคลื่อนทำงานได้เหมาะสมอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจต่อรูปร่างและโครงสร้างแข็งแรงอยู่ในระดับมากที่สุด ความพึงพอใจในความปลอดภัยต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจในความสะดวกต่อการวัดอุณหภูมิและอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: หุ่นยนต์ ข้อมูลผู้ป่วย NETPIE

Abstract

The objectives of this research were to design and then, study the efficiency of a medical robot that collects patient data on body temperatures and heart rates and displayed them by NETPIE. The information is sent to NETPIE using an internet signal. This can help reduce the workload of medical personnel and offer them more time on patient care.

The test results showed the overall performance of the robot collecting patient data displayed by NETPIE. The test on the appropriate motor rotation speed for the medical robot was 72 rpm. The test on the patients'temperature using MLX90614 was at the average of 36.08 degrees Celsius while the average temperature measurement using the Infrared Temp Gun device was 36.16 degrees Celsius with an error of ±0.08 degrees Celsius. The test on the heart rate measurement collected by the internal heart rate sensor revealed the average of 75.4 beats per minute while the data from the heart rate monitor showed the average of 76.1 beats per minute with an expected deviation of ±0.7 beats per minute. The results of the users' satisfaction with the medical robot showed that the users were satisfied with its practical and convenient process at the highest level. They also rated the robot mobility at a high level. In addition, they reported high satisfaction towards its operation process and its strong structure together with the safety system at the highest level. Moreover, the users were overall highly satisfied with the convenience in measuring the temperature and the heart rate.

Keywords: Robot, Patient Information, NETPIE

1. บทนำ

ปัจจุบันประชาชนไทยจะได้รับการตรวจคัดกรองสุขภาพหรือไม่ อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับประกันสุขภาพของแต่ละคน สิทธิประโยชน์ของระบบสวัสดิการรักษาพยาบาลข้าราชการ ครอบคลุมการตรวจทางห้องปฏิบัติการรวม 16 รายการ ส่วนระบบหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าสนับสนุนเฉพาะการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูก ภาวะกลุ่มอาการทางเมตาบอลิก และการติดเชื้อเอชไอวี ในขณะที่ระบบประกันสังคมไม่ได้ระบุสิทธิประโยชน์ด้านการตรวจคัดกรอง การตรวจคัดกรองสุขภาพ เป็นการซักถามหรือตรวจเบื้องต้น เพื่อค้นหาความเสี่ยงหรือโรคในประชากรสุขภาพดี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันลดความเสี่ยงหรือภาวะแทรกซ้อนจากโรค วิธีการที่นำมาใช้คัดกรองโรคหรือปัญหาสุขภาพหนึ่ง ๆ อาจมีได้หลายวิธีซึ่งมักมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความไว ความจำเพาะความเหมาะสม และความคุ้มค่า เหมาะสมสำหรับการตรวจคัดกรอง ปัญหาสุขภาพที่สำคัญของคนไทยในประเทศไทย โดยไม่รวมการตรวจคัดกรองในประชากรที่มีประวัติเสี่ยง การตรวจวินิจฉัยโรค การตรวจติดตามเพื่อการรักษาโรค การตรวจคัดกรองภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ในผู้ป่วย [1]

เครื่องมือแพทย์ไม่ใช่แค่เครื่องมือในการประกอบอาชีพและรักษาผู้ป่วยของแพทย์เท่านั้นเพราะในปัจจุบันเครื่องมือแพทย์บางชนิดก็จำเป็นกับการดูแลรักษาสุขภาพของบุคคลทั่วไปและกลุ่มบุคคลที่ต้องรักษาตัวที่บ้านเช่นกันเช่น เครื่องวัดความดัน เครื่องมือตรวจออกซิเจนในเลือด เครื่องพ่นยาขยายหลอดลม เป็นต้น บุคลากรทางการแพทย์จึงมีหน้าที่มากมายที่ต้องรับผิดชอบในแต่ละวันแพทย์เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ วินิจฉัยโรค สั่งยาและให้การรักษาทางอายุรกรรมและศัลยกรรมในความผิดปกติในร่างกายและจิตใจของมนุษย์ ทำการวิจัยปัญหาทางแพทย์และปฏิบัติงานที่ ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์รวมถึงการตรวจร่างกาย การวินิจฉัยโรค การสั่งยา การผ่าตัดและการรักษาอาการบาดเจ็บ [2, 3]

บทความนี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้งาน NETPIE สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิในพื้นที่ โดยรอบและแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่เครื่องยนต์สูบน้ำดับเพลิง เพื่อตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าและอุณหภูมิในพื้นที่ โดยรอบที่มีผลต่ออายุ

การใช้งานของแบตเตอรี่ จึงได้มีการดำเนินการศึกษาระบบ NETPIE และสร้างชุดจำลองขึ้นมาเพื่อทำการทดลอง โดยนำเอา Node MCU (ESP 8266) Version 2 โมดูลสื่อสาร ไร้สายและเซนเซอร์ วัดอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ผ่านระบบ NETPIE และประยุกต์ระบบสมองกลฝังตัวในการประมวลผลและแสดงผลผ่านระบบ NETPIE ทำการติดตั้งและทดสอบ เป็นการเปรียบเทียบค่าจากการวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องวัด (Digital thermometer) ELITECH รุ่น ST-2 และเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เพื่อหาความเที่ยงตรงและแม่นยำ โดยผลการทดสอบพบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองวัดอุณหภูมิโดยค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.03% ส่วนเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองแรงดันไฟฟ้าโดยค่าเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.46% [4]

คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและได้ทำการออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE เพื่อนำประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ไปพัฒนาการเก็บข้อมูลผู้ป่วย และใช้ระบบการนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บไซต์ในการแสดงข้อมูล ซึ่งสามารถได้รับส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อเก็บข้อมูลผู้ป่วยที่มีระบบการนำทางและรวมข้อมูลผ่านเว็บไซต์

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

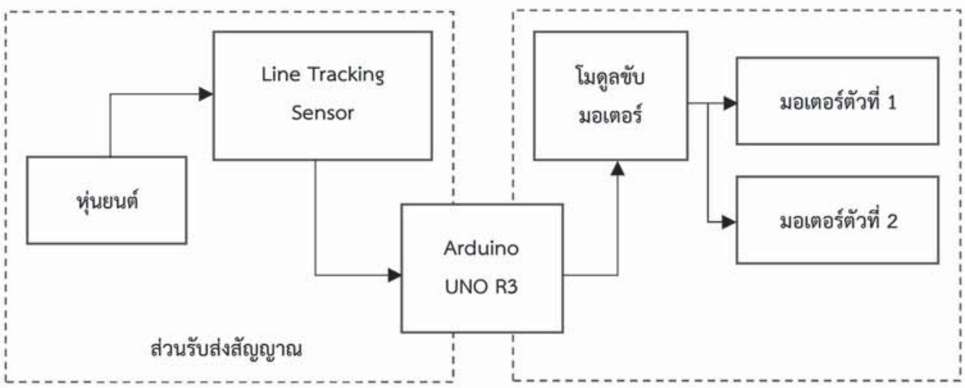
3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 หุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยสามารถบันทึกข้อมูลของผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

3.2 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวม ของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลมีผลต่อความพึงพอใจผู้ป่วยอยู่ในระดับมาก

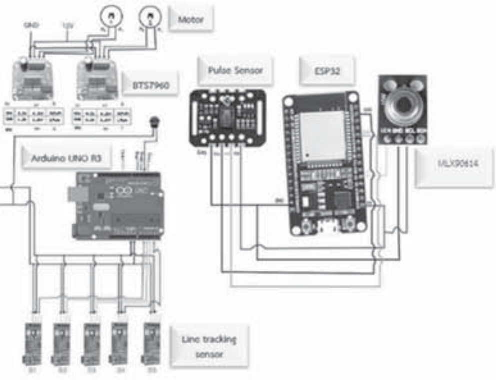
4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE จากการศึกษาทฤษฎีและหลักการในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงออกแบบเพื่อควบคุมการทำงาน จะใช้ Arduino UNO R3 ในการเชื่อมต่อโมดูลขับมอเตอร์ (Motor Driver Module) เพื่อควบคุมมอเตอร์ให้หมุนไปข้างหน้าหรือหมุนสวนกลับ และเชื่อมต่อกับ Line Tracking Sensor เพื่อระบุการขับเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งเปรียบเสมือนว่าเซนเซอร์เป็นอินพุต (Input) และการเคลื่อนที่เป็นเอาต์พุต (Output) โดยการเชื่อมต่อเหล่านี้แสดงตามบล็อกไดอะแกรมดังภาพ 1



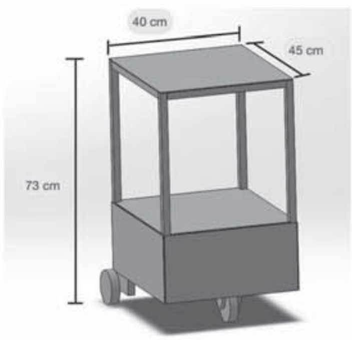
ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการสั่งการทำงานของหุ่นยนต์ให้ขับเคลื่อน

4.2 การออกแบบวงจรการทำงานของของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE โดยจะออกแบบการต่อวงจรของ Tracking Sensor, Pulse Sensor, MLX90614 และ Motor 12V 120 rpm เข้ากับตัวบอร์ด Arduino Uno R3 และ Arduino ESP32 [5, 6]



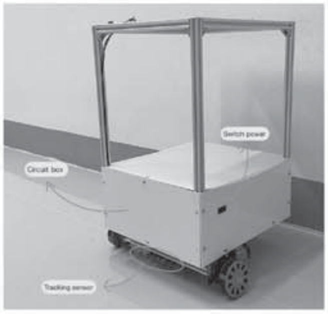
ภาพที่ 2 วงจรหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

4.3 การออกแบบโครงหุ่นยนต์ในการสร้างหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE นั้นจำเป็นต้องออกแบบรูปทรงให้เหมาะสมกับการใช้งาน และน่าใช้งาน โดยหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยจะต้องออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักสินค้าได้อย่างต่ำ 5 กิโลกรัม ในการออกแบบหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE จะใช้โปรแกรม Solid Work ในการออกแบบโดยจะมีแบบดังนี้ ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แบบจำลอง 3 มิติของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

4.4 การประกอบหุ่นยนต์ ทำการประกรอบโครง และวงจรของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยตามที่ได้ออกแบบไว้ดังนี้ภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4 หุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

4.5 ส่วนการแสดงผลข้อมูล เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูข้อมูล สามารถเข้าเว็บไซต์ NETPIE.com จากนั้นเข้าสู่ระบบเพื่อดูข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ [7]

ภาพที่ 5 แสดงผลการเก็บข้อมูลผู้ป่วยบนเว็บไซต์ NETPIE.com

4.6 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ใช้บริการทางการแพทย์ที่โรงพยาบาทส่งเสริมสุขภาพ ต.ท่าอ่าง อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา เลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน

4.7 การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย 1) สร้างแบบประมาณความพึงพอใจต่อการใช้งานหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตรส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เกณฑ์การให้คะแนน คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด 2) เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาตรวจสอบข้อคำถามให้มีความเหมาะสมและถูกต้อง และทำการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา และ 3) วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ปรากฎว่าแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจมีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกข้อเท่ากับ 1.00

5. ผลการวิจัย

5.1 ทดสอบการเคลื่อนที่โดยการตรวจจับด้วยเซนเซอร์ของหุ่นยนต์ จะทำการทดสอบโดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนเส้นสีดำและจะทดสอบโดยการให้ความเร็วของมอเตอร์ขนาด 12 V 7A 120 rpm ในหน่วย rpm (รอบต่อนาที) ทดสอบด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้ ที่ค่า 60 rpm ที่ค่า 72 rpm และที่ค่า 84 rpm

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความเร็วของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์

ครั้งที่	ระดับความเร็วของมอเตอร์ (หน่วย rpm)		
	60	72	84
1	✓	✓	✓
2	×	✓	×
3	✓	✓	×
4	×	✓	✓
5	✓	✓	×
สรุปผล	ไม่เหมาะสม	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม

จากตารางที่ 1 การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE มีข้อสรุปดังนี้ ความเร็วของมอเตอร์ 84 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานผิดพลาด 3 ครั้ง ที่ความเร็วของมอเตอร์ 60 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานผิดพลาด 2 ครั้ง และที่ความเร็วของมอเตอร์ 72 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานไม่ผิดพลาด จึงสรุปได้ว่าความเร็วของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย คือ 72 rpm

5.2 ทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการใช้อุปกรณ์รอบข้าง เมื่อตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายผู้ป่วยแล้ว ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้จะเป็นค่าสัญญาณแอนะล็อก เนื่องด้วยง่ายต่อการวิเคราะห์และสรุปผล โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากหุ่นยนต์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกาย ได้ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง และสามารถบันทึกผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย

ครั้งที่	เปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิร่างกาย	
	หุ่นยนต์วัดอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เครื่องวัดอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1	36.3	36.4
2	35.9	36.2
3	35.9	36.3
4	36.4	36.3
5	36.2	36.1
6	36.0	36.0
7	36.3	36.3
8	35.9	36.1
9	35.8	35.9
10	36.1	36.0
ค่าเฉลี่ย	36.08	36.16

จากตารางที่ 2 การทดสอบตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายผู้ป่วย โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายนั้น องศาเซลเซียสค่าเฉลี่ยจากหุ่นยนต์วัดอุณหภูมิใช้เซนเซอร์ MLX90614 อยู่ที่ 36.08 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยจากเครื่องวัดอุณหภูมิใช้อุปกรณ์ Infrared Temp Gun อยู่ที่ 36.16 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่าหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ±0.08 องศาเซลเซียส

5.3 ทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายผู้ป่วยแล้ว ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้จะเป็นค่าสัญญาณเนื่องด้วยง่ายต่อการวิเคราะห์และสรุปผล โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกาย จึงทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง และสามารถบันทึกผลได้ดังตารางข้างล่าง

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ครั้งที่	เปรียบเทียบการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	
	เซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)	เครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)
1	65	66
2	70	73
3	96	96
4	87	87
5	70	70
6	69	69
7	65	65
8	70	70
9	72	72
10	90	93
ค่าเฉลี่ย	75.4	76.1

จากตารางที่ 3 การทดสอบตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายผู้ป่วยแล้ว โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกาย หุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยจากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยนอยู่ที่ 75.4 ครั้งต่อนาที และข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 76.1 ครั้งต่อนาที มีค่าคาดเคลื่อน ±0.7 ครั้งต่อนาที

5.4 ทดสอบความพึงพอใจต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน ในการทดสอบนี้จะทำการทดสอบด้วยวิธีการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

ตารางที่ 4 ผลการประมาณความพึงพอใจต่อการใช้งานหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย

หัวข้อ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานและด้านโครงสร้าง			
ขั้นตอนการใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อน	4.60	.50	มากที่สุด
สามารถเคลื่อนที่ได้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้	4.33	.48	มาก
ระบบขับเคลื่อนทำงานได้เหมาะสม	4.13	.74	มาก
รูปร่างและโครงสร้างแข็งแรง	4.46	.51	มากที่สุด
ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.40	.50	มาก
ให้ความสะดวกต่อการวัดอุณหภูมิและอัตราการเต้นของหัวใจ	4.33	.48	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.60	.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยได้ข้อสรุปดังนี้ ระดับความพึงพอใจที่มีต่อหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานและด้านโครงสร้าง เมื่อพิจารณาพบว่าระดับความพึงพอใจขั้นตอนการใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด ระดับความพึงพอใจต่อสามารถเคลื่อนที่ได้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้อยู่ในระดับมาก ระดับความพึงพอใจต่อระบบขับเคลื่อนทำงานได้เหมาะสมอยู่ในระดับมาก ระดับความพึงพอใจต่อรูปร่างและโครงสร้างแข็งแรงอยู่ในระดับมากที่สุด ระดับความพึงพอใจต่อความปลอดภัยต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก และระดับความพึงพอใจต่อให้ความสะดวกต่อการวัดอุณหภูมิและอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับมาก

6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

1) ผลการทดสอบความเร็วของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์ ความเร็วของมอเตอร์ 84 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานผิดพลาด 3 ครั้ง ที่ความเร็วของมอเตอร์ 60 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานผิดพลาด 2 ครั้ง และที่ความเร็วของมอเตอร์ 72 rpm หุ่นยนต์นั้นทำงานไม่ผิดพลาด จึงสรุปได้ว่าความเร็วของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วย คือ 72 rpm

2) ผลการทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย การทดสอบตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายผู้ป่วยแล้ว โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิภายในร่างกายนั้น องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยจากหุ่นยนต์วัดอุณหภูมิ อยู่ที่ 36.08 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยจากเครื่องวัดอุณหภูมิ อยู่ที่ 36.16 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่าหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ±0.08 องศาเซลเซียส

3) ผลการทดสอบสมรรถภาพของหุ่นยนต์ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การทดสอบตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายผู้ป่วยแล้ว โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกายกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจภายในร่างกาย หุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยจากเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 75.4 ครั้งต่อนาที และข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 76.1 ครั้งต่อนาที มีค่าคาดเคลื่อน ±0.7 ครั้งต่อนาที

4) ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยได้ข้อสรุปดังนี้ ระดับความพึงพอใจที่มีต่อหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยด้านความพึงพอใจต่อการใช้งานและด้านโครงสร้าง เมื่อพิจารณาพบว่าระดับความพึงพอใจขั้นตอนการใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด ระดับความพึงพอใจต่อสามารถเคลื่อนที่ได้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดไว้อยู่ในระดับมาก ระดับความพึงพอใจต่อระบบขับเคลื่อนทำงานได้เหมาะสม

อยู่ในระดับมาก ระดับความพึงพอใจต่อรูปร่างและโครงสร้างแข็งแรงอยู่ในระดับมากที่สุด ระดับความพึงพอใจต่อความปลอดภัยต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก และระดับความพึงพอใจต่อให้ความสะดวกต่อการวัดอุณหภูมิและอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับมาก

6.2 อภิปรายผล

การออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บข้อมูลผู้ป่วยแสดงข้อมูลโดย NETPIE เป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการปรับปรุงกระบวนการทางการแพทย์ การวิจัยนี้จะส่งผลต่อการให้บริการทางการแพทย์และการดูแลผู้ป่วยในอนาคต การปรับใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ในสายงานนี้อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงทางวิชาการและวงการสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญและสามารถทำให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลที่ดีขึ้นในอนาคต สอดคล้องกับการตรวจคัดกรองสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับสังคมไทย [1] ที่พบว่าควรมีวิธีการคัดกรองโรคที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดภาระงาน ลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพลง และสอดคล้องกับงานวิจัยหุ่นยนต์เพื่อการสำรวจสถานที่เสี่ยงภัย [2] ที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงและลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี

6.3 ข้อเสนอแนะ

1) พัฒนาระยะสัญญาณไร้สายที่ใช้ในการส่งข้อมูลให้ไกลมากขึ้น

2) พัฒนาหุ่นยนต์ให้มีขนาดกะทัดรัดมากขึ้น

3) พัฒนาหุ่นยนต์ให้มีกำลังในการขับเคลื่อนมากขึ้นและมีระยะเวลาในการใช้งานที่มากขึ้น

4) พัฒนาโดยการเพิ่มเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของหุ่นยนต์

5) พัฒนาการระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิที่สูงเกินไป

6) พัฒนาโครงสร้างของหุ่นยนต์ให้แข็งแรงและได้มาตรฐานมากขึ้น

7) เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนัญญา คู่พิทักษ์ขจร. (2556). การตรวจคัดกรองสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับสังคมไทย. โครงการประเมินเทคโนโลยีและนโยบายด้านสุขภาพ, 1(5), 1-3.

[2] บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว. (2548). หุ่นยนต์เพื่อการสำรวจสถานที่เสี่ยงภัย. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี, 3(6), 86-93.

[3] ดอนสัน ปงผาบ. (2563). ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[4] เอกชัย ดีศิริ. (2562). การประยุกต์ใช้งาน NETPIE สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิในพื้นที่โดยรอบและแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่เครื่องยนต์สูบน้ำดับเพลิง. การประชุมทางวิชาการ สมาคมสถาบันการศึกษาขั้นอุดมแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประจำประเทศไทย ครั้งที่ 43, 80-90.

[5] วิศรุต ศรีรัตนะ. (2554). เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[6] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2559). คัมภีร์การใช้งาน หุ่นยนต์: Robot. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[7] ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ และประพจน์ จิระสกุลพร. (2549). ไมโครเวฟพื้นฐานและการประยุกต์ใช้งาน เรื่อง หลักการของสายนำสัญญาณและท่อนำคลื่น. กรุงเทพมหานคร: โครงการไอซีที-เทเลคอมออนไลน์.