

การประยุกต์ใช้เฟล็กซ์เซ็นเซอร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์สำหรับช่วยเหลือผู้สูงอายุ Application of flex sensors to control devices for helping the elderly

รุจิพรรณ สัมปันนา^{1*}, เทพทวี ทองเต็มแก้ว¹, ปันชนิตต์ เฮงศรีวัช² และเติมพงษ์ ศรีเทศ³
Rujipan Sampanna^{1*}, Thaptawee Thongtemkeaw¹, Panchanit Hengsrirawat²
and Termpong Srited³

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ จังหวัดปทุมธานี

¹Faculty of Engineering, Bangkok University, Pathum Thani Province

²โรงเรียนสตรีวิทยา 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร

²Satriwitthaya 2 School, Bangkok Province

³คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม จังหวัดกรุงเทพมหานคร

³Faculty of Engineering, Sripatum University, Bangkok Province

*Corresponding Author E-mail Address : rujipan.s@bu.ac.th

บทคัดย่อ

สถิติประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยปี 2564 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งมีลักษณะการอาศัยอยู่คนเดียวตามลำพังในครัวเรือนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน พบว่ามีผู้สูงอายุที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ รวมถึงผู้สูงอายุที่สามารถดูแลและช่วยเหลือตนเองได้บ้าง คิดเป็นร้อยละ 1.3 และ 1.8 ตามลำดับ ดังนั้น เพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุให้สามารถพึ่งพาตนเองภายในที่พักอาศัยได้ บทความนี้จะนำเสนอการนำสิ่งประดิษฐ์โดยประยุกต์ใช้เฟล็กซ์เซ็นเซอร์ซึ่งติดตั้งที่บริเวณนิ้วมือ ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ สำหรับควบคุมรถเข็น หุ่นยนต์ขนาดเล็ก และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการประมวลผลสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino R3 ผลทดสอบการควบคุมอุปกรณ์ด้วยนิ้วมือทั้ง 5 นิ้ว แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ การควบคุมโดยการขยับที่ละนิ้วและการควบคุมด้วยการขยับเป็นชุดรหัสนิ้วมือ การควบคุมรถเข็นจากทุกเหตุการณ์ แสดงให้เห็นความถูกต้องแม่นยำโดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 89.07% และ 87.47% ภายใต้สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร และภายนอกอาคาร ตามลำดับ ความแม่นยำของการควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก รวมถึงการควบคุมเปิดปิดหลอดไฟ คิดเป็น 83.20% และ 87.81% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ เฟล็กซ์เซ็นเซอร์ อุปกรณ์ช่วยเหลือผู้สูงอายุ

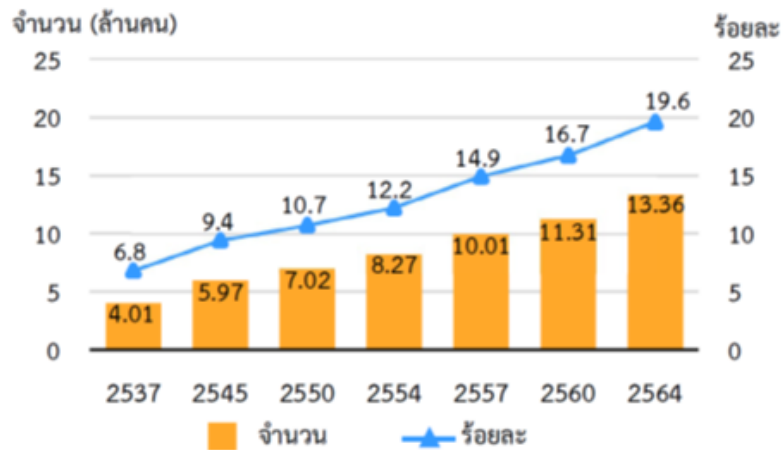
Abstract

Statistics of the elderly population in Thailand in 2021 are likely to increase rapidly and continuously, which has an increase in the characteristics of living alone in the household. Considering the ability to carry out daily activities, it was found that there were elderly people who were unable to help themselves. Including the elderly who can help and take care of themselves accounted for 1.3% and 1.8%, respectively. Therefore, to help the elderly to be self-reliant within the residence. This article focuses on implementing the invention by applying a flex sensors mounted on a finger to detect finger movements for controlling wheelchair, small robot and electrical equipment. By processing the signal with the Arduino R3 microcontroller from the flex sensor mounted on the finger. The test results for controlling the device with all 5 fingers are divided into 2 forms, which are control by moving one finger or moving a set of finger codes. Controlling a wheelchair from any event, this demonstrated accuracy with an average of 89.07% and 87.47% under different environment both indoor and outdoor, by order. Accuracy of controlling a small robot along with the control of turning on and off the lamp, accounting for 83.20% and 87.81%, respectively.

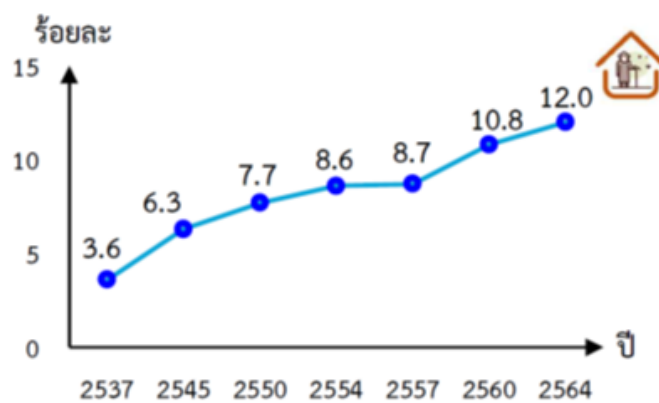
Keywords: Microcontroller, Flex sensor, Elderly assistance devices

บทนำ

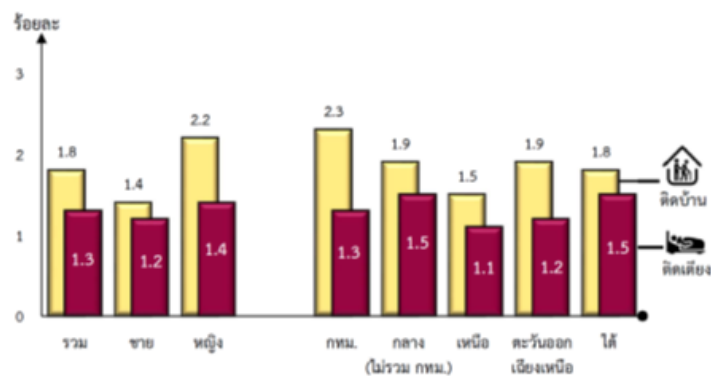
จากการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2564 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2564) พบว่า ประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยเพิ่มจากร้อยละ 6.8 ในปี 2537 เป็นร้อยละ 19.6 ในปี 2564 ดังรูปที่ 1 สามารถแบ่งกลุ่มผู้สูงอายุตามช่วงวัยได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มผู้สูงอายุวัยต้น ช่วงอายุ 60 – 69 ปี กลุ่มผู้สูงอายุวัยกลาง ช่วงอายุ 70 – 79 ปี และกลุ่มผู้สูงอายุวัยปลาย อายุตั้งแต่ 80 ปี ขึ้นไป โดยการพิจารณาจากลักษณะการอยู่อาศัยของผู้สูงอายุที่อาศัยร่วมกับสมาชิกอื่น ๆ ในครัวเรือน พบว่า ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่คนเดียวตามลำพัง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มจากร้อยละ 3.6 ในปี 2537 เป็นร้อยละ 12 ในปี 2564 ดังรูปที่ 2 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ผลจากการสำรวจปี 2564 พบว่า มีผู้สูงอายุกลุ่มติดเตียงที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้พิการ หรือทุพพลภาพ รวมถึงผู้สูงอายุกลุ่มติดบ้านที่สามารถดูแลและช่วยเหลือตนเองได้บ้าง คิดเป็นร้อยละ 1.3 และ 1.8 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้สูงอายุ พ.ศ. 2537 – 2564



รูปที่ 2 ร้อยละของผู้สูงอายุที่อยู่คนเดียวตามลำพังในครัวเรือน พ.ศ. 2537 – 2564



รูปที่ 3 ร้อยละของผู้สูงอายุติดเตียงและติดบ้าน จำแนกตามเพศ และภาค พ.ศ. 2564

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ช่วงหลายปีที่ผ่านมามีความพยายามสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกในรูปแบบต่าง ๆ (เทพทวี และคณะ, 2564; Andrés et al., 2019; Saifuddin et al., 2019; Kollu et al., 2020; Zainab et al., 2020; Shuo et al., 2021; Krishnakumar et al., 2022; Niranjana et al., 2022; Xu et al., 2022) ตามลักษณะของการใช้งาน โดยเฉพาะอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายร่างกาย อุปกรณ์สำหรับช่วยอำนวยความสะดวกโดยไม่ต้องเคลื่อนไหว

ร่างกาย เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถช่วยเหลือตัวเองได้บ้างโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาคนอื่น และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในหรือภายนอกที่พักอาศัยได้ตามลำพัง

บทความนี้นำเสนอรูปแบบหนึ่งของการประยุกต์ใช้เฟล็กซ์เซ็นเซอร์ (Flex sensor) หรือเซ็นเซอร์โค้งงอ ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้วัดปริมาณการหักงอของวัสดุจำพวกคาร์บอน ทำให้ความต้านทานมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของการโค้งงอ ดังนั้น หากนำเฟล็กซ์เซ็นเซอร์มาติดตั้งและออกแบบเป็นถุงมือ ก็สามารถใช้ตำแหน่งของการขยับนิ้วมือที่แตกต่างกัน โดยจะทำให้ความต้านทานของเฟล็กซ์เซ็นเซอร์มีค่าเปลี่ยนไป และสามารถนำการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานนี้ไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปใช้สำหรับการควบคุมรถเข็น หุ่นยนต์ขนาดเล็ก รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้ เพื่อช่วยเหลือบุคคลที่ไม่สามารถขยับร่างกายได้สะดวก (เทพทวี และคณะ, 2564; Andrés et al., 2019; Saifuddin et al., 2019; Kollu et al., 2020; Zainab et al., 2020; Shuo et al., 2021; Krishnakumar et al., 2022; Niranjana et al., 2022; Xu et al., 2022) จุดมุ่งเน้นในการพัฒนาของงานวิจัยนี้ คือการออกแบบอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้สูงอายุให้มีฟังก์ชันในการควบคุมที่หลากหลาย และมีความปลอดภัยมากขึ้น ประกอบด้วย รถเข็น หุ่นยนต์ขนาดเล็ก และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยขนาดของรถเข็นถูกออกแบบไว้ภายใต้เงื่อนไขของน้ำหนักบุคคลไม่เกิน 80 กิโลกรัม สูงไม่เกิน 170 เซนติเมตร ความเร็วรถไม่เกิน 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รวมถึงสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถได้ทั้ง 4 ทิศทาง คือ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และมีระบบเบรก สำหรับหุ่นยนต์ขนาดเล็ก ถูกออกแบบให้เป็นตัวแทนของหุ่นยนต์สำหรับช่วยเคลื่อนย้ายสิ่งของภายในบ้านที่สามารถสั่งการและควบคุมด้วยถุงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์เช่นกัน โดยประยุกต์จากชุดรถหุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางแบบ 2 ล้อ ซึ่งมีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์เซอร์โวควบคุมด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านที่ถูกควบคุมการเปิด-ปิดด้วยถุงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ จะใช้หลอดไฟ LED จำนวน 6 หลอด เพื่อแสดงให้เห็นการทำงานของหลอดไฟจากการควบคุมด้วยการขยับนิ้วมือของถุงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

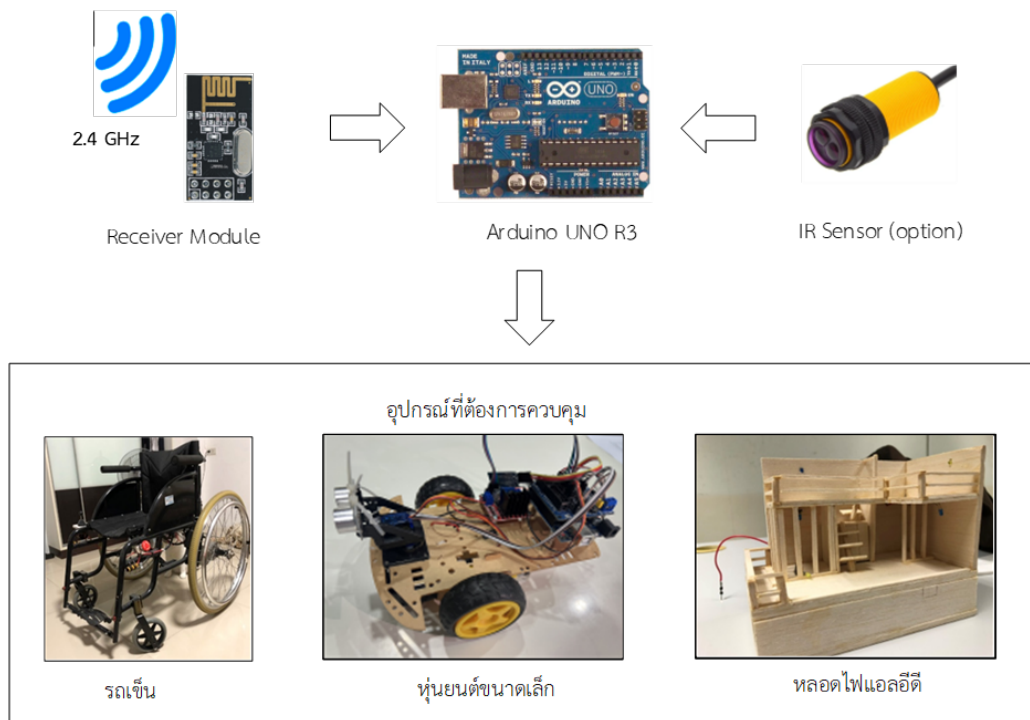
วิธีการวิจัย (Methodology)

1. โครงสร้างการทำงานของระบบ

การทำงานจะแบ่งเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนแรกคือภาคส่ง โดยใช้ถุงมือซึ่งออกแบบด้วยการติดตั้งเฟล็กซ์เซ็นเซอร์จำนวน 5 ชิ้น ขนาดความยาว 2.2 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว บริเวณนิ้วมือทั้งห้า เพื่อให้ผู้ใช้งานสวมใส่ได้สะดวกและง่ายต่อการควบคุม รวมถึงสามารถพกพาติดตัวได้ตลอดเวลา ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ในภาคส่งจะทำหน้าที่ตรวจการเปลี่ยนแปลงการขยับข้อต่อนิ้วมือทั้งห้านิ้ว แล้วส่งข้อมูล ผ่านโมดูลไร้สาย 2.4 GHz (Transmitter module) ไปยังภาครับ ส่วนที่สองคือภาครับ ดังที่แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งมีโมดูลไร้สาย 2.4 GHz รับข้อมูลจากภาคส่งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของนิ้วมือทั้งห้านิ้วมาแปลเป็นคำสั่ง เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ อันได้แก่รถเข็น หุ่นยนต์ขนาดเล็ก หรือหลอดไฟแอลอีดี



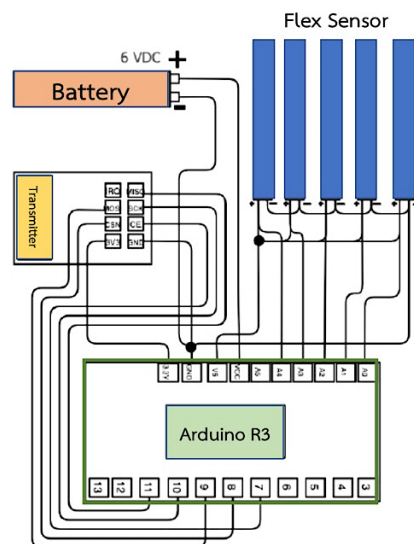
รูปที่ 4 ภาคส่งของระบบควบคุม



รูปที่ 5 ภาครับของระบบควบคุม

2. ชุดการทำงานภาคส่ง

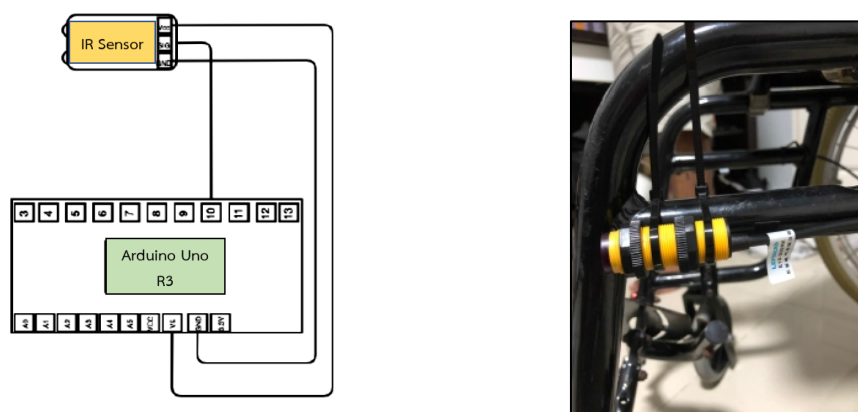
เมื่อผู้ใช้งานมีการขยับนิ้วมือที่มีการใส่ถุงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ จะเกิดการโค้งงอของเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ ส่งผลให้เกิดค่าความต้านทานของเฟล็กซ์เซ็นเซอร์มีเปลี่ยนแปลงไป โดยความต้านทานจะมีค่าต่ำเมื่อเฟล็กซ์เซ็นเซอร์อยู่ในระนาบเส้นตรงและมีค่าสูงขึ้นเมื่อเฟล็กซ์เซ็นเซอร์มีการโค้งงอ ค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงจะถูกเปลี่ยนอยู่ในรูปแบบแรงดันไฟฟ้าโดยใช้วงจรแบ่งแรงดัน หากความต้านทานของเฟล็กซ์เซ็นเซอร์สูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นตามไปด้วย ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ของแต่ละนิ้ว จะถูกส่งเข้าไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ทางพอร์ตแอนาล็อก 10 บิต ดังรูปที่ 6 แล้วทำการส่งไปที่ภาครับผ่านโมดูลไร้สาย 2.4 GHz (Receiver module)



รูปที่ 6 การต่อเฟล็กซ์เซ็นเซอร์กับบอร์ด Arduino UNO R3

3. ชุดการทำงานภาครับ

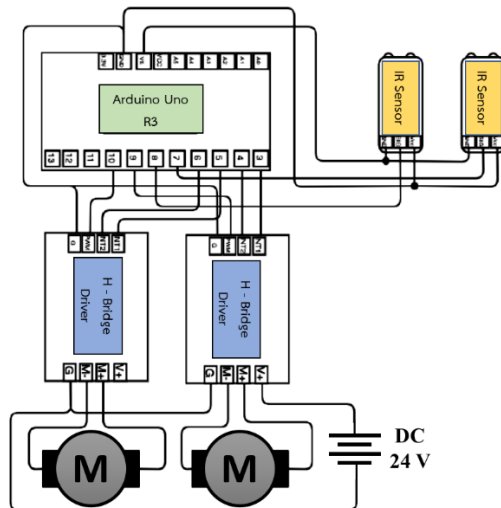
ในส่วนของการทำงานของภาครับ จะรับข้อมูลจากโมดูลไร้สาย 2.4 GHz เข้าไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ในรูปแบบตัวเลขฐานสิบที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1023 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบการขยับข้อต่อนิ้วมือทั้งห้านิ้ว เพื่อแปลเป็นคำสั่งต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ที่จะถูกควบคุม ตามตารางที่ 1 สำหรับการควบคุมรถเข็นและหุ่นยนต์ และตามตารางที่ 2 สำหรับการควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ เฉพาะกรณีการควบคุมรถเข็น เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน จะมีเพิ่มตัวตรวจจับวัตถุด้วยเซ็นเซอร์อินฟราเรด (IR Sensor) เพื่อตัดระบบการทำงานของมอเตอร์เมื่อเจอวัตถุติดหน้าหรือสิ่งกีดขวาง โดยมีลักษณะการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีตำแหน่งติดตั้งบริเวณด้านหน้าของรถเข็น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตำแหน่งติดตั้งและการต่อ IR Sensor กับบอร์ด Arduino UNO R3

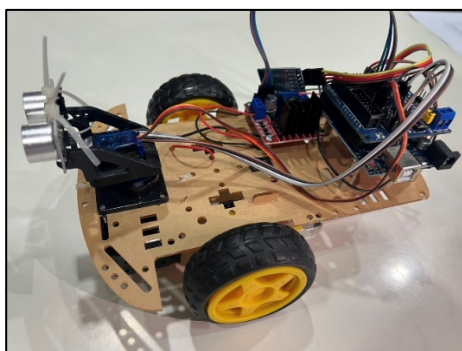
4. การออกแบบอุปกรณ์สำหรับช่วยเหลือผู้สูงอายุ

ระบบขับเคลื่อนรถเข็น ออกแบบโดยใช้มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลัง 250W แรงดัน 24V จำนวน 2 ตัว สำหรับการรับน้ำหนักคนไม่เกิน 80 กิโลกรัม ส่วนสูงไม่เกิน 170 เซนติเมตร และวิ่งด้วยความเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ H-Bridge PWM ดังรูปที่ 8 ทั้งนี้ เพื่อหาความแม่นยำในการบังคับรถเข็นไปในทิศทางที่กำหนด ด้วยถูงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ รวมถึงความสามารถในการหยุดรถได้โดยอัตโนมัติเมื่อเจอสิ่งกีดขวางโดยการทำงานของเซ็นเซอร์อินฟราเรด การทดสอบความแม่นยำจะกระทำภายใต้สภาพแวดล้อมภายในอาคาร 50 ครั้ง และภายนอกอาคาร 50 ครั้ง จากผู้ทดสอบเพศชาย 3 คน ซึ่งถูกสมมติเป็นผู้สูงอายุที่ยังคงสามารถขยับข้อนิ้วมือทั้งห้านิ้วได้ตามปกติ

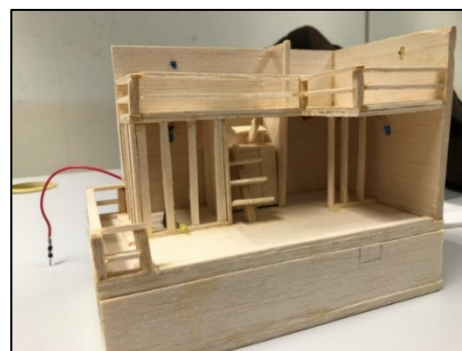


รูปที่ 8 ลักษณะโครงสร้างรถเข็นและการเชื่อมต่อวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กับบอร์ด Arduino UNO R3

การออกแบบหุ่นยนต์ขนาดเล็ก ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของหุ่นยนต์สำหรับช่วยเคลื่อนย้ายสิ่งของภายในบ้าน จะประยุกต์จากชุดรถหุ่นยนต์แบบ 2 ล้อ ที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic sensor) และมีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์เซอร์โวควบคุมด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 โดยรับสัญญาณจากชุดภาคส่งสำหรับการควบคุมทิศทางของมอเตอร์เซอร์โว ดังรูปที่ 9 (ก) สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านถูกออกแบบให้เป็นบ้านจำลองเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ โดยภายในจะติดตั้งหลอดไฟ LED ทั้งหมด 6 ดวง เป็นเสมือนตัวแทนของอุปกรณ์ไฟฟ้า 6 ประเภท ดังรูปที่ 9 (ข)



(ก) โครงสร้างส่วนประกอบหุ่นยนต์ขนาดเล็ก

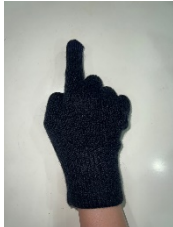
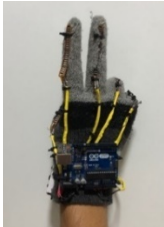


(ข) แบบบ้านจำลองติดตั้งหลอดไฟ LED 6 ดวง

รูปที่ 9 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับช่วยเหลือผู้สูงอายุ

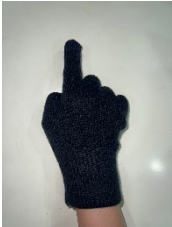
ลักษณะการขยับนิ้วมือ เพื่อใช้สำหรับการควบคุมรถเข็นและหุ่นยนต์ขนาดเล็ก ถูกออกแบบไว้เป็น 2 รูปแบบเพื่อความแม่นยำ คือ การขยับนิ้วมือโดยใช้รหัสนิ้วมือสื่อสารและการขยับนิ้วมือครั้งละหนึ่งนิ้ว รวมถึงลักษณะการติดตั้งเฟล็กซ์เซ็นเซอร์และการขยับนิ้วมือ ตามตารางที่ 1 โดยการทดสอบซึ่งกำหนดให้ผู้ใช้งานสวมถุงมือด้านขวา จากนั้นควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่รถเข็นและหุ่นยนต์โดยการขยับนิ้วมือตามเงื่อนไขซึ่งแบ่งการควบคุมจากนิ้วทั้งห้าเป็น 5 สถานะ คือ สถานะหยุด เดินหน้า เดินไปทางด้านขวา เดินไปทางด้านซ้าย และเดินถอยหลัง

ตารางที่ 1 สถานะการควบคุมรถเข็นและหุ่นยนต์ด้วยการขยับนิ้วมือ

สถานะการควบคุม	การขยับนิ้วมือครั้ง ละหนึ่งนิ้ว	ลักษณะขยับนิ้วมือ	การใช้รหัสนิ้วมือ	ลักษณะขยับนิ้วมือ
หยุด	กำมือหรือนิ้ว ทั้งหมดงอ		กำมือหรือนิ้วทั้งหมดงอ	
เดินหน้า	นิ้วชี้กางออก		นิ้วชี้กับนิ้วกลาง กางออก	
เดินไปทางด้านขวา	นิ้วก้อยกางออก		นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนางและ นิ้วก้อย กางออก	
เดินไปทางด้านซ้าย	นิ้วโป้งกางออก		นิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วโป้ง กางออก	
เดินถอยหลัง	กางนิ้วมือทั้งหมด		กางนิ้วมือทั้งหมด	

สำหรับสถานะการควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟด้วยเฟลิกซ์เซ็นเซอร์ สามารถทำได้ด้วยการขยับนิ้วมือแต่ละนิ้วตามเงื่อนไขเพื่อควบคุมหลอดไฟ 6 ดวง โดยแบ่งเป็น 7 สถานะ โดยเริ่มจากการกำมือหรืองอนิ้วทั้ง 5 นิ้วค้างไว้เกิน 5 วินาที จะหมายถึงการสั่งให้หลอดไฟทุกดวงดับ หลังจากนั้นการควบคุมให้หลอดไฟทำงาน จะใช้การขยับนิ้วมือโดยมีลักษณะดังตารางที่ 2 ทั้งนี้ การควบคุมหลอดไฟจะต้องเริ่มต้นที่สถานะการควบคุมที่ 1 คือการทำให้หลอดไฟทั้งหมดดับก่อนเสมอ

ตารางที่ 2 สถานะการควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟและการขยับนิ้วมือ

สถานะการควบคุม	การขยับของนิ้วมือ	ลักษณะขยับนิ้วมือ	จำนวนหลอดไฟที่ติด
1	การกำมือหรือนิ้วทั้งหมดงอ		0
2	นิ้วชี้กางออกเพียงหนึ่งนิ้ว		1
3	นิ้วชี้กับนิ้วกลางกางออกสองนิ้ว		2
4	นิ้วชี้ นิ้วกลางและนิ้วนางกางออกสามนิ้ว		3
5	กางนิ้วสี่นิ้วยกเว้นนิ้วโป้ง		4
6	กางนิ้วมือทั้งหมด		5

7

งอนิ้วชี้กับนิ้วโป้ง



6

ผลการวิจัย

1. การทดสอบเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ควบคุมรถเข็นภายในอาคาร

ผลการทดสอบจากการขยับนิ้วมือทีละนิ้วและการขยับเป็นชุดรหัสนิ้วในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการควบคุมรถเข็นภายในอาคารตามเงื่อนไขการควบคุมจากนิ้วทั้งห้าเป็น 5 สถานะ คือ สถานะหยุด เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และถอยหลัง จำนวน 50 ครั้งต่อ 1 สถานะ จากผู้ทดสอบเพศชาย 3 คน (อายุเฉลี่ย 20 ปี) โดยชุดรหัสนิ้วมือมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 89.07% ซึ่งสูงกว่าการควบคุมโดยการขยับทีละนิ้วที่มีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 79.07%

2. การทดสอบหาระยะทำงานของเซ็นเซอร์อินฟราเรด

ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์อินฟราเรดเพื่อหาระยะปลอดภัยในการหยุดรถเข็นเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง ในช่วงระยะห่างจากวัตถุ 10-100 เซนติเมตร ทำการทดสอบจำนวน 15 ครั้งต่อเหตุการณ์ แสดงให้เห็นระยะที่เหมาะสมสำหรับกำหนดให้เซ็นเซอร์ทำงานอยู่ที่ระยะ 50 เซนติเมตร โดยค่าความผิดพลาดในการตรวจจับวัตถุเกิดจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

ตารางที่ 3 ผลทดสอบการควบคุมรถเข็นภายในอาคาร

สถานะการควบคุม	ความแม่นยำเฉลี่ย (%)	
	การขยับนิ้วมือทีละนิ้ว	การขยับเป็นชุดรหัสนิ้ว
หยุด	92.67	97.33
เดินหน้า	77.33	86.00
เลี้ยวซ้าย	58.67	79.33
เลี้ยวขวา	72.67	86.67
ถอยหลัง	94.00	95.33
ค่าเฉลี่ย	79.07	89.07

3. การทดสอบเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ควบคุมรถเข็นภายนอกอาคาร

ผลการทดสอบจากการขยับนิ้วมือทีละนิ้วและการขยับเป็นชุดรหัสนิ้วในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการควบคุมรถเข็นภายนอกอาคารตามเงื่อนไขการควบคุมจากนิ้วทั้งห้าเป็น 5 สถานะ คือ สถานะหยุด เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และถอยหลัง จำนวน 50 ครั้งต่อ 1 สถานะ จากผู้ทดสอบเพศชาย 3 คน โดยชุดรหัสนิ้วมือมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 87.47% ซึ่งสูงกว่าการควบคุมโดยการขยับทีละนิ้วที่มีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 67.73%

ตารางที่ 4 ผลทดสอบการควบคุมรถเข็นภายนอกอาคาร

สถานะการควบคุม	ความแม่นยำเฉลี่ย (%)	
	การขยับนิ้วมือทีละนิ้ว	การขยับเป็นชุดรหัสนิ้ว
หยุด	93.67	94.67
เดินหน้า	75.00	82.67
เลี้ยวซ้าย	59.00	76.00
เลี้ยวขวา	64.67	88.67
ถอยหลัง	92.33	95.33
ค่าเฉลี่ย	67.73	87.47

4. การทดสอบเฟล็กซ์เซ็นเซอร์ควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก

ผลการทดสอบควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็กแสดงดังตารางที่ 5 โดยทำการทดสอบสถานะตามตารางที่ 1 สถานะละ 25 ครั้ง จากผู้ทดสอบ 3 คน แสดงให้เห็นว่าการควบคุมโดยชุดรหัสนิ้วมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 83.20% ซึ่งสูงกว่าการควบคุมโดยการขยับทีละนิ้วที่มีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 71.47%

ตารางที่ 5 ผลทดสอบการควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก

สถานะการควบคุม	ความแม่นยำเฉลี่ย (%)	
	การขยับนิ้วมือทีละนิ้ว	การขยับเป็นชุดรหัสนิ้ว
หยุด	84.00	86.67
เดินหน้า	80.00	81.33
เลี้ยวซ้าย	69.33	80.00
เลี้ยวขวา	44.00	81.33
ถอยหลัง	80.00	86.67
ค่าเฉลี่ย	71.47	83.20

5. การทดสอบเฟล็กซ์เซ็นเซอร์สำหรับควบคุมแบบจำลองอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผลการทดสอบควบคุมหลอดไฟ 6 ดวง แสดงดังตารางที่ 6 โดยทำการทดสอบสถานะตามตารางที่ 2 สถานะละ 25 ครั้ง จากผู้ทดสอบ 3 คน มีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 87.81%

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบควบคุมแบบจำลองอุปกรณ์ไฟฟ้า

สถานะการควบคุม	ความแม่นยำเฉลี่ย (%)
1	88.00
2	88.00
3	77.33
4	93.33
5	90.67
6	89.33
7	88.00
ค่าเฉลี่ย	87.81

บทสรุป

จากการนำเทคโนโลยีเฟล็กซ์เซ็นเซอร์มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบถุงมือสำหรับการควบคุมรถเข็น หุ่นยนต์ และแบบจำลองอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาให้มีฟังก์ชันในการควบคุมที่หลากหลายและมีความปลอดภัย ด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ช่วยประมวลผลเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีรูปแบบของการควบคุมจากการขยับนิ้วมือซึ่งสะดวกและปลอดภัยต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ ผลการทดสอบพบว่ามีความเฉลี่ยความถูกต้องของการควบคุมรถเข็นภายในอาคาร การควบคุมรถเข็นภายนอกอาคาร การควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก และการควบคุมเปิดปิดหลอดไฟ คิดเป็นร้อยละ 89.07, 87.47, 83.20 และ 87.81 ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำอยู่ในระดับดี โดยผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการควบคุมด้วยการขยับเป็นขูตรหัสนิ้ว จะมีความถูกต้องแม่นยำกว่าการขยับนิ้วมือที่ละนิ้วในทุกกรณี อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบทางเทคนิคบางประการ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดค่าความผิดพลาดในการทดสอบ คือ โมดูลภาคส่งและภาครับแบบไร้สายจะมีช่วงระยะเวลาในการส่งข้อมูลเกิน 5 วินาที ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดด้านการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ประกอบกับถุงมือเฟล็กซ์เซ็นเซอร์จะมีค่าความผิดพลาดของการอ่านนิ้วมือในแต่ละบุคคลที่ไม่เท่ากัน เป็นต้น ทั้งนี้แนวทางการดำเนินงานต่อยอดของงานวิจัยนี้ สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับสัญญาณชีวการแพทย์อื่น ๆ อาทิ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ สัญญาณจากการกระพริบตา และสัญญาณไฟฟ้าจากการเคลื่อนไหวดวงตา เป็นต้น และต่อยอดการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุแต่ละบุคคลมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2564). การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2564. ค้นเมื่อ 28 มิถุนายน 2565.

http://www.nso.go.th/sites/2014en/Survey/social/domographic/OlderPersons/2021/fullreport_64.pdf

เทพทวี ทองเต็มแก้ว, รุจิพรรณ สัมปันณา และวิชชากร เฮงศรีธวัช. (2564). การควบคุมรถเข็นผู้พิการด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือร่วมกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ. ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44. 17-19 พฤศจิกายน 2564. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. นาน. 736-739.

J. Andrés S.B., Mónica C.L., Miguel A.E., Olivia J.L.M., M. Andrea S.C. and José J.H.A. (2019). Design of a multifunctional electronic module adaptable to a motorized wheelchair for people with motor disabilities. In International Conference on Inclusive Technologies and Education. 30 October 2019 - 01 November 2019. San Jose del Cabo. Mexico. 201-2013.

Kollu J.L., Akshada M., A Venkata R. and Prakash K. (2020). Patient assistance using flex sensor. In International Conference on Communication and Signal Processing. 28-30 July 2020. Chennai. India. 00181-00185.

Krishnakumar S., Bethanney J.J., Sindu D., Aishwarya M.K., Sheryl R., Poojashri S. and Prakash W.G. (2022). Designing of controlled wearable robot for the treatment of ankle injuries using flex sensors. In 5th International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies. 26-27 November 2022. Aligarh. India. 1-5.

- R. Niranjana, M.A. Ibrahim, R. Ajay, V.B. Arunnachalam, R.S. Krishnan and K.L. Narayanan. (2022). Effectual gesture controlled smart wheelchair for the incapacitated. In 3rd International Conference on Smart Electronics and Communication. 20-22 October 2022. Trichy. India. 82-87.
- Saifuddin M., Xiangxu L., Jong H.K., Hasib I., MD R.U.Z., Sakib R. and M Asifur R. (2019). A Multi-Modal human machine interface for controlling a smart wheelchair. In 7th Conference on Systems, Process and Control. 13-14 December 2019. Melaka. Malaysia. 10-13.
- Shuo Z., Angus S. F., Ashraf F., Chunxu L. and Johann S. (2021). Development of a low-cost data glove using flex sensors for the robot hand teleoperation. In 3rd International Symposium on Robotics & Intelligent Manufacturing Technology. 24-26 September 2021. Changzhou. China. 47-51.
- Xu C.Z., Yu Q.L., Ying Y. and Wen F.L. (2022). Motion control of a dexterous manipulator using data glove. In 8th International Conference on Mechanical Engineering and Automation Science. 14-16 October 2022. Wuhan. China. 138-142.
- Zainab A., Taylor B., Matthew S., Ishfaq A., Manfred H. and Addison C. (2020). A Human-Computer interface for smart wheelchair control using forearm EMG signals. In 3rd International Conference on Data Intelligence and Security. 24-26 June 2020. South Padre Island. TX. USA. 34-39.