

การพัฒนาต้นแบบชุดการเรียนรู้การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ผ่านการรับรู้ทางการสัมผัสและการประยุกต์ใช้ กระตุ้นพัฒนาการด้านสังคมในเด็ก

อาชาไนย ใจดี, กุลธิดา บุญราศรี, นันทน์ภัส ศิริบุญญพัฒน์ และ ยรรยงค์ พันธุ์สวัสดิ์*

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม 73000

*yunyong.pd@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์และเทคโนโลยีของหุ่นยนต์กันอย่างแพร่หลาย เช่นเดียวกับการประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์สำหรับการบำบัดและฟื้นฟูสมรรถภาพ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ (Human-robot interaction; HRI) เป็น การเพิ่มความสามารถในการสื่อสารของหุ่นยนต์ บทความนี้ได้เสนอการพัฒนาชุดต้นแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ ผ่านการรับรู้สัมผัส เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์เพื่อกระตุ้นพัฒนาการด้านสังคม สำหรับเด็กปกติและกลุ่มที่มีความบกพร่อง ชุดต้นแบบประกอบด้วย ตัวตรวจจับแรงแบบหลายมิติราคาประหยัด และศีรษะหุ่นยนต์ที่มีใบหน้าเคลื่อนไหวได้คล้ายกับมนุษย์ ใช้แสดงผลการตอบสนองจากการสัมผัสที่มนุษย์กระทำบนตัวตรวจจับแรงที่ใช้เป็นผิวหนังของหุ่นยนต์ การประมวลผลแบบเวลาจริงด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงอารมณ์ความรู้สึกพื้นฐาน ได้แก่ ดีใจ ตื่นตัว เสียใจ และโกรธ การทดลองมีอาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองจำนวน 8 คน แต่ละคนทำการสัมผัสรูปแบบที่หลากหลายลงบนตัวตรวจจับ ได้แก่ สัมผัสด้วยการลูบ การสะกิด และการตี จากผลการทดลองความถูกต้องเฉลี่ยในการจำแนกรูปแบบอยู่ในช่วง 70 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ระบบที่นำเสนอสามารถแสดงการตอบสนองทางอารมณ์ผ่านศีรษะหุ่นยนต์ได้ เมื่อได้รับการสัมผัสที่หลากหลายรูปแบบจากมนุษย์ ดังนั้นระบบอาจจะสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานจริงได้ในอนาคต

คำสำคัญ: การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ การรับรู้ทางการสัมผัส พัฒนาการทางด้านสังคม

Abstract

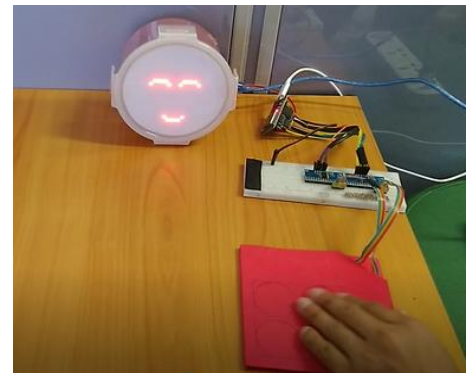
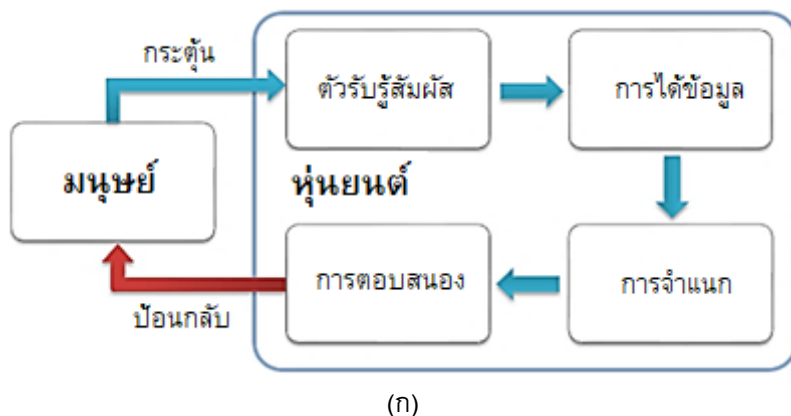
Currently, the development of humanoid robots and robotics technology is widely used, as well as medical applications for therapy and rehabilitation Human-robot interaction (HRI) is a function of a robot to communicate with the human. This paper proposes the development of the prototype of human-robot interaction through touch sensation to be a guideline for applying robots to stimulate social development for healthy children and disabled children. The prototype consists of two main parts which are the low-cost multidimensional force sensor and the head robot with face movements like a human for emotional expressions to response the touch of a human by real-time processing with a microcontroller to display the basic emotions, i.e., happy, awake, sorry and angry were define. There were eight volunteer subjects participate in the experiment. Each subject has to touch on the sensor with various patterns, i.e., pat, tap and hit. The results, the average accuracy of classification ranged in 70 to 100%. The prototype can demonstrate the emotional expressions by following the touch patterns. Therefore, the proposed might be further developed to use in the future.

Keywords: Human-robot interaction, Touch sensory, Socials development

บทนำ

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์จำนวนมาก เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ ในช่วงแรกจึงมีการสร้างหุ่นยนต์ที่เลียนแบบ ท่าทาง การเคลื่อนไหว และการรับรู้ เช่น การมองเห็น การได้ยิน ถูกพัฒนาจนมีความก้าวหน้าไปอย่างมาก ในเชิงวิวัฒนาการของหุ่นยนต์ (Wang, Tao, & Liu, 2018) การสร้างให้หุ่นยนต์สามารถปฏิสัมพันธ์ และสื่อสารกับมนุษย์ได้ (Social robotics) (Silvera-Tawil et al., 2014) และ (Sun et al., 2014). เริ่มต้นเป็นการทำให้หุ่นยนต์สามารถเรียนรู้ (Cognitive robotics) และจดจำวัตถุ เช่น สิ่งของ ใบหน้า และการแสดงออกอารมณ์ของมนุษย์ เป็นต้น โดยอาศัยการประมวลผลภาพและวิธีการเรียนรู้หรือจดจำ การสนทนากับหุ่นยนต์ผ่านการรู้จำเสียงและพูดโต้ตอบได้ นอกจากนี้ การรับรู้และรู้สึกสัมผัส (Touch and tactile sensation) (Jung et al., 2017) ยังถูกเสนอเพื่อเพิ่มความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับมนุษย์เช่นกัน (Willemse et al., 2017) สำหรับการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วยการรับรู้สัมผัสของมนุษย์ (Social touch) นอกจากการรู้สึกสัมผัสถึงแรง รูปแบบ และตำแหน่ง ยังขึ้นอยู่กับระดับความสัมพันธ์ อารมณ์ พฤติกรรม และเจตนาอารมณ์ ซึ่งเป็นกลไกที่ซับซ้อน เป็นขีตจำกัดในการพัฒนาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ด้วยการรับรู้สัมผัส (Social touch interactions) (Willemse & Van Erp, 2019) นอกจากความสามารถของหุ่นยนต์ ลักษณะภายนอกของหุ่นยนต์ ได้แก่ ลักษณะหน้าตา และผิวหนังสัมผัส มีความสำคัญต่อความรู้สึกมนุษย์ในการใช้งานจริง (Yamashita et al., 2018) ในบางครั้งการที่หุ่นยนต์มีหน้าตาเหมือนคนมาก อาจไม่ส่งผลดีเสมอไปในการใช้งานกับกลุ่มผู้ใช้บางราย เช่น เด็กหรือผู้ป่วยจิตเวชบางกลุ่ม จึงนิยมการสร้างศีรษะหุ่นยนต์ที่มีเพียงองค์ประกอบคล้ายกับใบหน้ามนุษย์ (Loureiro et al., 2017) และให้ความรู้สึกไม่เป็นสิ่งมีชีวิตแต่ทำให้ผู้ใช้สนใจในการปฏิสัมพันธ์ นอกจากลักษณะภายนอกที่ดึงดูดความสนใจแล้ว การแสดงอารมณ์ และบุคลิกภาพของหุ่นยนต์ยังมีส่วนสำคัญเช่นเดียวกัน ปัจจุบันมีประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกาที่นำหุ่นยนต์มาใช้เป็นเพื่อนกับมนุษย์ ช่วยฟื้นฟูสภาพจิตใจในผู้ป่วยเรื้อรังหรือผู้พิการกลุ่มติดบ้านติดเตียงติดบ้าน และคลายความเหงาให้กับผู้สูงอายุ ดังกล่าวนั้นเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาระบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์สำหรับช่วยฝึกเด็กที่มีความบกพร่องของพัฒนาการด้านสังคม เพื่อลดพฤติกรรมการเล่นที่รุนแรงเกินกว่าเหตุกับผู้อื่น ช่วยสอนการรูปแบบการสัมผัสที่เหมาะสมสำหรับการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าสังคม

บทความนี้เป็นเพียงการเริ่มต้นของการพัฒนาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ผ่านการรับรู้การสัมผัส มีการสร้างต้นแบบอย่างง่าย ให้ทราบถึงภาพรวมการทำงาน อุปกรณ์ องค์ประกอบ และการเชื่อมต่อแสดงในรูปที่ 1(ก) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย 1) ตัวตรวจจับการสัมผัสแบบยืดหยุ่นหลายมิติ 2) ศีรษะหุ่นยนต์ที่มีองค์ประกอบบนใบหน้าใกล้เคียงกับมนุษย์ สามารถแสดงอารมณ์พื้นฐานได้ดังรูปที่ 1(ข) มีการเลือกสัมผัสด้วยฝ่ามือมนุษย์มาใช้ทดสอบ แรงที่มนุษย์กระทำกับตัวตรวจจับการสัมผัสแบบหลายมิติถูกนำมาประมวลผลแสดงอารมณ์ออกผ่านศีรษะหุ่นยนต์ ทำการสำรวจคุณลักษณะ และพฤติกรรมของตัวตรวจจับการสัมผัสแบบยืดหยุ่นทดสอบประสิทธิภาพจำแนกรูปแบบการสัมผัสด้วยอัลกอริทึมที่เสนอ โดยมุ่งหวังให้ต้นแบบการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ผ่านการรับรู้การสัมผัสเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ รวมถึงสร้างแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์กระตุ้นพัฒนาการทักษะทางสังคม (Social skills) ในกลุ่มเด็กที่มีความบกพร่อง สร้างแรงจูงใจในการศึกษา และพัฒนาหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์เพื่อฟื้นฟูสภาพจิตใจให้กับผู้ป่วยเรื้อรังหรือผู้พิการ

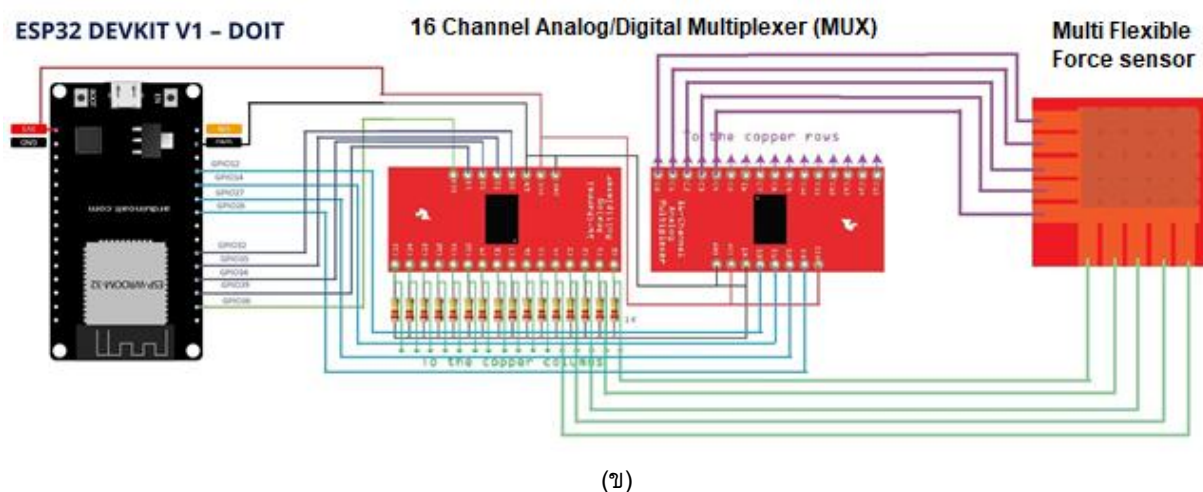
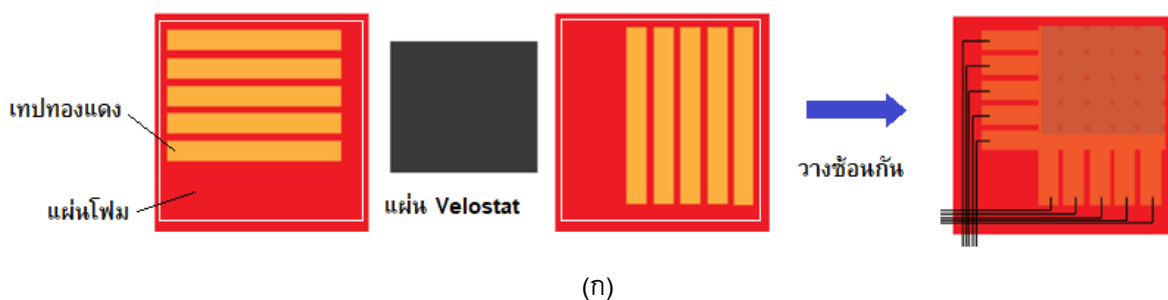


รูปที่ 1 (ก) ไดอะแกรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ผ่านการสัมผัส (ข) ภาพตัวอย่างของชุดต้นแบบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

จากรูปที่ 1(ก) แสดงภาพรวม และส่วนประกอบการทำงานของระบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ผ่านการสัมผัส โดยลำดับการทำงานเริ่มต้นจาก การตรวจจับการสัมผัสด้วยแรงกด จะให้ค่าทางไฟฟ้าออกมาเพื่อเข้าสู่การจัดทำข้อมูลจากการแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล ทำการจำแนกข้อมูลเพื่อระบุรูปแบบการสัมผัส แล้วส่งให้ส่วนแสดงผล คือใบหน้าของหุ่นยนต์แสดงอารมณ์ให้มนุษย์รู้ถึงการตอบสนองของหุ่นยนต์ต่อการสัมผัส รูปแบบการสัมผัสที่ใช้จำแนก และจดจำ ได้แก่ การลูบ การสะกิด และการตี สำหรับอารมณ์พื้นฐานที่ให้หุ่นยนต์แสดงออก ได้แก่ คือ ดีใจ โกรธ ตื่นตัว และผ่อนคลาย สำหรับรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ และอัลกอริทึม ซึ่งในการทำงานของระบบสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติ



สัมผัสด้วยการลูบ

สัมผัสด้วยการสะกิด

สัมผัสด้วยการตี

(ค)

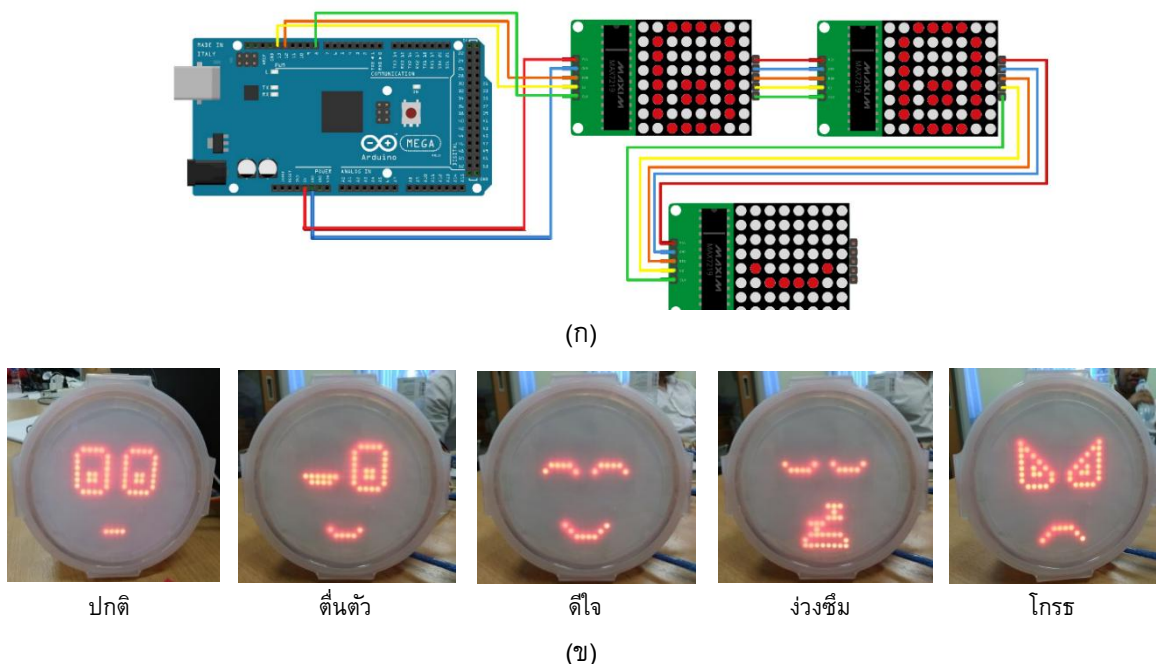
รูปที่ 2 (ก) ส่วนประกอบและการติดตั้งวัสดุสำหรับสร้างตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติ (ข) การเชื่อมต่อตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติกับหน่วยประมวลผล (ค) รูปแบบการสัมผัสที่กระทำกับ

การสร้างตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติโดยอาศัยหลักการเซนเซอร์แบบตัวต้านทาน (Resistive sensors) แปลงค่าปริมาณทางกายภาพ (Physical quantity) เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เช่น เซนเซอร์วัดแรง (Force / pressure sensors) โดยการนำวัสดุทางไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น แล้วจัดเรียงบนแกนของหุ่นยนต์ห่อหุ้มด้วยวัสดุเหนียวที่มีความรู้สึกคล้ายผิวหนัง (Šekoranja et al., 2014) วัสดุอุปกรณ์ประกอบด้วย แผ่นตัวนำไฟฟ้า และแผ่นตัวต้านทาน สำหรับแผ่นตัวนำจะใช้เป็นเทปทองแดงที่มีขนาด 10 X 95 มิลลิเมตร จำนวน 5 แถบ นำมาติดเรียงกันบนแผ่นใส โดยแต่ละแถบมีระยะห่าง 30 มิลลิเมตร ต้องใช้แผ่นตัวนำจำนวน 2 แผ่นที่มีการติดเทปทองแดงในแนวนอน และแนวตั้ง เชื่อมต่อสายไฟกับเทปทองแดงทั้งหมด (<https://www.instructables.com>) เพื่อส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Esp32 สำหรับแผ่นตัวต้านทาน จะใช้เป็นแผ่น Velostat ที่มีขนาดเท่ากับ 80 x 80 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นวัสดุพื้นผิวที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการสร้างตัวตรวจจับแรง นำแผ่นตัวนำสองแผ่นวางประกบและแผ่น Velostat แล้วใช้แผ่นโฟมยืดหยุ่นแบบบางวางประกบแผ่นตัวนำสองทั้งสองอีกชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2(ก) สำหรับการส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Esp32 เนื่องจากจำนวนพอร์ตของ Esp32 ไม่เพียงพอกับจำนวนตำแหน่งเซนเซอร์ทั้งหมด 25 ตำแหน่งของตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติ จึงต้องใช้การมัลติเพล็กซ์สัญญาณด้วย Analog/Digital Multiplexer (MUX) แบบ 16 ช่อง จำนวน 2 ตัวสำหรับ เพื่อส่งสัญญาณจำนวน 25 ช่องไปยัง Esp32 ดังรูปที่ 2(ข)

การเก็บข้อมูลและการจำแนกกลุ่ม

ก่อนการทดลองมีการเก็บตัวอย่างข้อมูลจากผู้ทดลองจำนวน 5 คน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด จากการสัมผัสด้วยการตี การลูบ การสะกิด เพื่อคำนวณ และใช้อ้างอิงในการจำแนกกลุ่ม ผู้ทดลองจะต้องสัมผัสลงบนตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติที่สร้างขึ้น ตามรูปแบบที่กำหนด รูปแบบละ 5 ครั้ง แต่ละครั้งจะได้ข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้าจากตัวตรวจจับ 25 ตำแหน่ง การเก็บค่าจะเริ่มต้นเมื่อพบว่ามีค่าแรงดันไฟฟ้ามากกว่าช่วงปกติ 50 เปรอร์เซ็นต์ ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 40 รอบ เป็นเวลา 4 วินาที ได้ข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 1000 ตัวอย่าง (25x40) ในแต่ละรูปแบบการสัมผัส ทำการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลแล้วจัดเก็บเป็นข้อมูลอ้างอิงของแต่ละกลุ่ม การจำแนกกลุ่มข้อมูลจากการทดลองจริงจะใช้วิธี k-Nearest Neighbors (kNN) (Cover & Hart, 1967) ซึ่งอาศัยการเปรียบเทียบค่าระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) ข้อมูลจากการสัมผัสที่มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างใดมากที่สุด จะถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกับตัวอย่างของการสัมผัสนั้น ดังกล่าวถูกนำไปใช้บนไมโครคอนโทรลเลอร์ Esp32 ซึ่งมีใช้งานง่ายและราคาถูก เพื่อสร้างเป็นชุดการเรียนรู้และพัฒนา อย่างไรก็ตามไมโครคอนโทรลเลอร์ Esp32 ยังมีศักยภาพของการประมวลผลไม่ดีมากนัก โดยเฉพาะเมื่อใช้กับการประมวลผลอัลกอริทึมที่ซับซ้อน และงานที่ความถี่การคำนวณที่หน่วยความจำที่มาก

หัวหุ่นยนต์แสดงอารมณ์



รูปที่ 3 (ก) อุปกรณ์สำหรับสร้างใบหน้าให้ศีรษะหุ่นยนต์ และการเชื่อมต่อ (ข) ตัวอย่างการแสดงผลแต่ละอารมณ์

การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมผ่านการสัมผัสของมนุษย์ ในการตอบสนองต่อการถูกสัมผัสสามารถแสดงออกในรูปแบบต่างๆ เช่น ท่าทาง อารมณ์ความรู้สึก และพฤติกรรม เป็น ระบบนี้ได้เสนอเพียงการแสดงออกทางอารมณ์ให้กับหุ่นยนต์ เพื่อใช้ตอบสนองต่อการสัมผัสจากมนุษย์ ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กันทั้งสองฝ่าย จึงมีการสร้างศีรษะหุ่นยนต์ที่มีองค์ประกอบใบหน้าใกล้เคียงกับมนุษย์ และแสดงอารมณ์ได้ผ่านแอลอีดีแบบเมทริกซ์ (LED matrix) ขนาด 8 x 8 จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย ปาก และตาทั้งสองข้าง สามารถเคลื่อนไหวได้ถูกควบคุมการแสดงผลด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เบื้องต้นกำหนดให้ใบหน้าของหุ่นยนต์แสดงอารมณ์ได้เพียง 5 อารมณ์ ได้แก่ ปกติ ตื่นตัว ดีใจ ง่วงซึม และโกรธ ดังแสดงในรูปที่ 3(ข) ซึ่งเป็นอารมณ์พื้นฐานที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ และสามารถตีความได้ชัดเจน การแสดงอารมณ์จะสัมพันธ์กับรูปแบบการสัมผัสดังรายละเอียดข้อกำหนดต่อไปนี้

- 1) หุ่นยนต์แสดงใบหน้าปกติเมื่อไม่มีการสัมผัสใดๆ และจะแสดงใบหน้านั่งง่วงซึมเมื่อไม่มีการสัมผัสเป็นเวลา 5 นาที
- 2) หุ่นยนต์แสดงใบหน้าที่ยิ้มเมื่อมีการลูบ
- 3) หุ่นยนต์แสดงใบหน้าที่ตื่นตัวเมื่อมีการสะกิด
- 4) หุ่นยนต์แสดงใบหน้าโกรธเมื่อมีการตบอย่างแรง

การทดลอง

การทดลองมีอาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองทั้งสิ้นจำนวน 8 คน เป็นเพศชาย 4 คน และเพศหญิง 4 คน แต่ละคนจะต้องทำการสัมผัสด้วยรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การลูบ การสะกิด และการตบไปทั่วตรวจจบการสัมผัสหลายมิติด้วยมือข้างที่ถนัด ดังรูปที่ 2(ค) โดยแต่ละรูปแบบจะต้องกระทำทั้งสิ้นจำนวน 30 ครั้ง ทำการประมวลผลแบบเวลาจริงในการจำแนกกลุ่มโดยใช้การจำแนกด้วยวิธี k-Nearest Neighbors บันทึกค่าความถูกต้อง เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของตัวตรวจจบการสัมผัสหลายมิติที่สร้างขึ้น และการทำงานของระบบในการจำแนกรูปแบบการสัมผัส ตัวอย่างการทดลองแสดงดังรูปที่ 4(ก) การติดตั้งชุดตัวตรวจแรงหลายมิติลบบนศีรษะหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 4(ข) และ 4(ค) เพื่อนำไปใช้งานจริงในอนาคต



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4 (ก) ภาพตัวอย่างขณะทำการทดลอง (ข) ศีรษะหุ่นยนต์บอกอารมณ์ที่มีการติดตั้งตัวตรวจแรงหลายมิติ (ค) ประเมินลักษณะภายนอกของศีรษะหุ่นยนต์เบื้องต้น

ผลและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการทำงานของชุดต้นแบบที่นำเสนอ

ผู้ทดลอง	ค่าความถูกต้องเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)		
	รูปแบบการสัมผัส		
	การลูบ	การสะกิด	การตี
1	100.00	80.00	73.33
2	100.00	76.67	76.67
3	100.00	80.00	86.67
4	100.00	73.33	80.00
5	96.67	70.67	86.67
6	100.00	86.67	80.00
7	96.67	70.00	76.67
8	100.00	96.67	86.67
ค่าเฉลี่ย	99.17	79.25	80.84

1) อภิปรายถึงตัวตรวจจับการสัมผัสหลายมิติที่สร้างขึ้น สำหรับการตอบสนองของแรงอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ด้วยขนาด และความละเอียดของตัวตรวจจับที่นำมาใช้ทดลอง วัสดุห่อหุ้มอาจจะมีผลกระทบต่อการตอบสนองของตัวตรวจจับ จากการสอบถามผู้ทดลองถึงความรู้สึกสัมผัสคล้ายผิวหนังเมื่อออกแรงกระทำ พบว่ามีความคล้ายไม่มาก แต่ให้ความรู้สึกที่ดีต่อการสัมผัส การหาค่าที่เหมาะสมสำหรับจำนวนเซนเซอร์ต่อพื้นเป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาต่อ เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญในการรับค่า ที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของระบบได้

2) อภิปรายถึงวิธีการหุ่นยนต์แสดงอารมณ์ อุปกรณ์ใช้งานง่ายมาซับซ้อนเหมาะสำหรับการศึกษารียนรู้ ส่วนอัลกอริทึมที่ใช้จำแนกรูปแบบการสัมผัสเป็นเพียงการจัดกลุ่ม (Clustering) จึงทำให้ประสิทธิภาพไม่สูงในทุกรูปแบบการสัมผัส เนื่องด้วยกลุ่มในการจำแนกมีน้อย รวมถึงการต้องการใช้งานแบบพกพา จึงได้ลองนำวิธี k-Nearest Neighbors มาใช้นับออร์ดิเนตโคออร์ดิเนต Esp32 แต่เมื่อทดสอบแล้วพบว่าหน่วยความจำไม่เพียงพอต่อการได้มาของข้อมูลที่ครอบคลุมทุกรูปแบบการสัมผัส ส่วนของการแสดงอารมณ์ตา และปากสามารถเคลื่อนไหวแสดงอารมณ์ได้ โดยทำได้เพียงแค่ตอบสนองด้วยอารมณ์ที่ตรงกับรูปแบบการสัมผัสที่ตั้งค่าไว้ โดยไม่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงเชิงพฤติกรรมเหมือนมนุษย์ ดังอย่างเช่น เมื่อเราโดนสัมผัสด้วยการตี การแสดงออกทางอารมณ์จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างเรากับผู้ที่ตี (Willemse & Van Erp, 2019) และเมื่อมีอารมณ์โกรธแล้ว การคลายความโกรธลงจะขึ้นอยู่กับสิ่งๆมากมาย ซึ่งมีความซับซ้อนมาก (Ficocelli et al., 2016) ดังนั้นการวิจัยเชิงลึกเพื่อพัฒนาระบบด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) ที่จำลองการเรียนรู้ของมนุษย์จึงมีน่าสนใจอย่างมากในการพัฒนาการปฏิสัมพันธ์ของหุ่นยนต์ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้พัฒนาชุดต้นแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ด้วยการสัมผัส มีการใช้ตัวตรวจจับแรงแบบหลายมิติเป็นผิวหนังให้หุ่นยนต์ และมีการใช้หุ่นยนต์ที่แสดงอารมณ์เพื่อตอบสนองการสัมผัส จำแนกรูปแบบการสัมผัสและแสดงอารมณ์ ดังนั้น เริ่มต้นเมื่อไม่มีการสัมผัสใดๆ จะแสดงใบหน้าปกติ จะใบหน้าง่วงซึมเมื่อไม่มีการสัมผัสเป็นเวลานาน เมื่อตรวจพบการลูบจะแสดงใบหน้าที่ยิ้ม เมื่อพบการสะกิดจะแสดงใบหน้าที่ตื่นตัว และแสดงใบหน้าที่โกรธเมื่อตรวจพบการตี จากการทดลองพบว่าชุดต้นแบบสามารถจำแนกรูปแบบได้ในระดับดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเบื้องต้นในการกระตุ้นพัฒนาการด้านสังคมในเด็กด้วยการดูแลของนักกิจกรรมบำบัดได้ รวมถึงการใช้เป็นสื่อในการศึกษาเรียนรู้การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ในทางปฏิบัติได้ อย่างไรก็ตามชุด

ต้นแบบยังต้องมีการพัฒนาต่อในหลายด้าน ได้แก่ วิธีการจำแนก และการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นที่เหมาะสมกับเพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

บรรณานุกรม

- Cover, T., & Hart, P. (1967). Nearest neighbor pattern classification. *IEEE Transactions on Information Theory*, 13, 21-27.
- Ficocelli, M., Terao, J. & Nejat, G. (2016). Promoting interactions between humans and robots using robotic emotional behavior, *IEEE Transactions on Cybernetics*, 46, 2911-2923, <https://www.instructables.com/id/Multi-TouchForce-Midi-Drum-Pad-O-mat/>.
- Jung, M.M., Poel, M., Poppe, R. & Heylen, D. K. J. (2017). Automatic recognition of touch gestures in the corpus of social touch. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 11, 81–96.
- Loureiro, R. et al., (2017). ISR-robot head: robotic head with LCD-based emotional expressiveness, *IEEE 5th Portuguese Meeting on Bioengineering (ENBENG)*, Coimbra, pp. 1-4.
- Šekoranja, B., et al., (2014). Human-robot interaction based on use of capacitive sensors, *Procedia Engineering*, 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 69, 464-468.
- Silvera-Tawil, D., Rye, D. & Velonaki, M. (2014). Interpretation of social touch on an artificial arm covered with an EIT-based sensitive skin international. *Journal of Social Robotics*, 6, 489–505.
- Sun, J., Redyuk, S., Billing, E., Högberg, D., & Hemeren, P. (2017). Tactile interaction and social touch: classifying human touch using a soft tactile sensor. *5th International Conference on Human Agent Interaction (HAI '17)*. ACM, New York, USA, 1-4.
- Wang, TM., Tao, Y. & Liu, H. (2018). Current researches and future development trend of intelligent robot: A review. *International Journal of Automation and Computing*, 15(5), 525-546.
- Willemse, C. J. A. M., Toet, A. & Van Erp J. B. F. (2017). Affective and behavioral responses to robot-initiated social touch: Toward Understanding the Opportunities and Limitations of Physical Contact in Human–Robot Interaction. *Frontiers in ICT; Human-Media Interaction*, 4, 1-13.
- Willemse, C.J. A. M. & Van Erp, J.B.F (2019). Social touch in human–robot interaction: robot-initiated touches can induce positive responses without extensive prior bonding. *International Journal of Social Robotics*, 11, 285-304.
- Yamashita, Y., Ishihara, H., Ikeda, T. & Asada M. (2018). Investigation of causal relationship between touch sensations of robots and personality impressions by path analysis. *International Journal of Social Robotics*, 11, 141–150.