บทความวิจัย

ประสิทธิภาพเซนเซอร์อินฟราเรดและอัลตราโซนิก ในการประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์

ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ[1*] อรอุมา วาโยพัด[1] ธัญญารัตน์ วงศ์เก๋[1]
ธีรยุทธ ชาญนุวงศ์[1] เพชรากร หาญพานิชย์[2] และ ชยานนท์ อวิคุณประเสริฐ[3]

บทคัดย่อ

การนำอาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อินฟราเรดหรือเซนเซอร์อัลตราโซนิก ทำให้สามารถสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางที่แสดงข้อมูลแบบดิจิทัล ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์เพื่อความสะดวก รวดเร็ว วัดค่าได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบประสิทธิภาพของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดในการวัดระยะทาง โดยใช้วัตถุสะท้อนคลื่นต่างชนิดกัน และมีสีต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า พิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์อินฟราเรด อยู่ในช่วง 40-100 เซนติเมตร การทำงานของเซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นหรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟราเรด แต่สีของวัตถุและสภาวะแสงรอบมีผลต่อความถูกต้องในการวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์-อัลตราโซนิก มีพิสัยในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิก แต่ไม่ขึ้นกับสีของวัตถุ ในการวัดระยะทางในทางการแพทย์สามารถนำเซนเซอร์ทั้งสองมาใช้งานได้ เช่น การวัดความหนาและความสูงของผู้ป่วย การวัดระยะห่างของหลอดเอกซเรย์กับผู้ป่วย โดยเซนเซอร์อินฟราเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของผู้ป่วย และเซนเซอร์อัลตราโซนิกส์เหมาะที่จะนำไปใช้การวัดความสูงของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานต้องคำนึงถึงพื้นผิว ชนิดและสีของวัตถุ ตำแหน่งของเซนเซอร์ สภาวะแวดล้อม

คำสำคัญ: เซนเซอร์อัลตราโซนิก เซนเซอร์อินฟราเรด การวัดระยะทาง อาร์ดุยโนไมโครคอนโทรลเลอร์

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
[2]ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
[3]คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: panaaw@kku.ac.th

Performance of Infrared Sensor and Ultrasonic Sensor for Medical Applications

Panatsada Awikunprasert[1*], Onuma Wayopat[1], Thunyarat Wongke[1], Theerayut Charnnuwong[1], Petcharakorn Hanpanich[2] and Chayanon Awikunprasert[3]

ABSTRACT

The use of Arduino microcontroller with infrared or ultrasonic sensor offers an easy way to construct a digital distance meter. This equipment can be used in medical applications allowing fast, convenient and patient touchless measurement. The aim of this study is to determine the performance of both sensors for measuring the distance using objects with different reflectance properties and different colors. The results showed that the range of infrared sensor was 40-100 cm. The output values do not depend on temperature, humidity and density of objects, but, the color of objects and light environment do affect the accuracy of measurement. Ultrasonic sensor provides the range of 2-300 cm. The performance of sensor depends on temperature, humidity and density of objects, however, it is independent of the colors of objects. Both sensors can be used for distance measurement in medical fields. For example, infrared sensor is suitable for measuring patient thickness and x-ray tube-to-patient distance whereas ultrasonic sensor can be used for patient's height measurement. However, color and type of reflected objects, position of sensor and working environment must be concerned.

Keywords: ultrasonic sensor, infrared sensor, distance measurement, Arduino microcontroller

[1]Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

[2]Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

[3]Faculty of Management Science and Information Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, 48000

[*]Corresponding author, e-mail: panaaw@kku.ac.th

บทนำ

การนำเซนเซอร์อินฟราเรด (infrared; IR sensor) และเซนเซอร์อัลตราโซนิก (ultrasonic; US sensor) มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสร้างอุปกรณ์เพื่อวัดระยะทางแบบอัตโนมัติหรือแบบดิจิทัล ช่วยเพิ่มความถูกต้องของการเก็บข้อมูล ลดความคลาดเคลื่อนจากการอ่านค่าของผู้ปฏิบัติงาน สะดวกและรวดเร็วในงานที่ต้องการนับวัดปริมาณมากๆ และสามารถบันทึกข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตามเวลาได้ เช่น การนำเซนเซอร์อินฟราเรดมาใช้เพื่อตรวจหาสิ่งกีดขวางของหุ่นยนต์ [1] ในโรงงานและอุตสาหกรรมนำเซนเซอร์ทั้งสองชนิดมาใช้เตือนระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับสิ่งกีดขวาง การตรวจหาวัตถุสิ่งของ การวางตำแหน่งวัตถุ [2, 3] ในด้านการเกษตร มีการนำเซนเซอร์อินฟราเรดมาใช้เพื่อติดตามการเติบโตของต้นไม้ [4] การวัดส่วนสูงของคน [5] เนื่องจากเซนเซอร์ทั้งสองชนิดนี้มีราคาถูก น้ำหนักเบา ทนทาน ตอบสนองเร็ว เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของราคาและประสิทธิภาพกับเซนเซอร์ชนิดที่ใช้กล้อง เลเซอร์ หรือระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (global positioning system; GPS)

ในการคำนวณระยะทาง เซนเซอร์ทั้งสองชนิดใช้หลักการ time of flight คือ ระยะเวลาทั้งหมดเริ่มจากตัวส่ง (transmitter) ปล่อยพลังงานออกไปกระทบกับวัตถุและกลับมาที่ตัวรับ (receiver) ระยะทางสามารถคำนวณได้จากความเร็วของพลังงานคูณกับเวลาที่พลังงานเคลื่อนที่ถึงวัตถุ แหล่งพลังงานของเซนเซอร์อินฟราเรด จะใช้แสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร) และอัตราเร็วของแสงในอากาศเท่ากับ 3×10^8 เมตรต่อวินาที ข้อดีของเซนเซอร์อินฟราเรด คือ การตอบสนองเร็วและมีความละเอียดสูง แต่ลักษณะพื้นผิวที่ต่างกัน สีที่ต่าง จะทำให้การสะท้อนและการดูดกลืนแสงอินฟราเรดต่างกันด้วย ทำให้การวัดระยะทางจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุด้วย เช่น วัตถุมีสีดำจะดูดกลืนแสงอินฟราเรดเป็นปริมาณมากและสะท้อนกลับได้น้อย นอกจากนี้ การตอบสนองของเซนเซอร์อินฟราเรดไม่เป็นเชิงเส้น จำเป็นต้องมีการปรับเทียบก่อนนำไปใช้งาน กรณีที่มีแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดอื่นเข้ามารบกวน เช่น การใช้งานกลางแจ้ง ค่าที่วัดได้อาจไม่แม่นยำ

สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิกใช้การส่งคลื่นเสียงความถี่สูงกว่ามนุษย์ได้ยิน (ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ซ) ออกไปกระทบกับวัตถุและสะท้อนคลื่นเสียงกลับมายังตัวรับ สามารถคำนวณระยะทางได้โดยขึ้นกับอัตราเร็วของเสียงในอากาศ เนื่องจากใช้หลักการของคลื่นเสียง เซนเซอร์ชนิดนี้จึงสามารถนำไปใช้งานกลางแจ้งได้ โดยไม่ถูกรบกวนโดยแหล่งกำเนิดรังสีอื่นๆ และไม่ขึ้นกับคุณสมบัติการสะท้อนหรือดูดกลืนแสงในตัวกลาง แต่ข้อจำกัดของเซนเซอร์อัลตราโซนิก คือ ขนาดลำคลื่นสะท้อนกว้าง อัตราเร็วของเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น ทำให้การคำนวณระยะทางอาจไม่ถูกต้อง และถ้าวัตถุดูดซับเสียงจะทำให้การสะท้อนคลื่นเสียงจะลดลง ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางได้

เนื่องจากคุณสมบัติ (ตารางที่ 1) และประสิทธิภาพในการวัดระยะทางของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดต่างกัน ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสงรอบพื้นผิวของวัตถุ และความหนาแน่นของวัตถุ [3, 6] งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์ทั้งสองชนิด ในด้านความถูกต้อง ความแม่นยำในการวัด ช่วงการใช้งาน สภาวะแวดล้อมที่ส่งผลต่อค่าที่วัดได้ เพื่อให้สามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้เซนเซอร์ให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานในการวัดระยะทางในด้านการแพทย์ เช่น การวัดความสูงของผู้ป่วย การวัดความหนาของลำตัวผู้ป่วย การวัดระยะห่างระหว่างหลอดเอกซเรย์ถึงผู้ป่วย

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

การวัดระยะทาง

จัดสร้างฉากเรียบขนาด 30 × 30 เซนติเมตร เริ่มต้นเก็บข้อมูลโดยวางฉากหน้าเซนเซอร์ จากนั้นเลื่อนฉากออกจากเซนเซอร์ทีละ 1 เซนติเมตร ไปจนถึงระยะทางที่กำหนด ทำการวัดระยะทางซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้น คำนวณค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์

ชนิดเซนเซอร์ที่ศึกษา

1. เซนเซอร์อินฟราเรด

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์อินฟราเรด (SHARP รุ่น GP2Y0A02YK0F) คือ ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (infrared light emitting diode; IRED) และหัววัดชนิดไวต่อตำแหน่ง (position sensitive detector; PSD) [7] เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์เป็นแอนะล็อก ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ขาเอาท์พุทของเซนเซอร์อินฟราเรดจะขึ้นกับระยะทาง จึงจำเป็นต้องหาสมการสำหรับปรับเทียบเซนเซอร์ก่อนนำไปใช้งานในการวัดระยะทาง โดยการบันทึกค่าเอาท์พุทของเซนเซอร์เมื่อเลื่อนฉากกระดาษสีขาวออกจากเซนเซอร์ทีละ 1 เซนติเมตร เริ่มตั้งแต่ 20-150 เซนติเมตร ทำซ้ำ 3 ครั้ง และเปลี่ยนเป็นฉากกระดาษสีดำ จากนั้น เขียนกราฟระหว่างระยะทางและค่าเอาท์พุทของเซนเซอร์

นำสมการที่ได้ไปเขียนลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำเซนเซอร์อินฟราเรดที่ปรับเทียบแล้วมาใช้วัดระยะทาง จากนั้นนำวัตถุชนิดต่างๆ ได้แก่ กระดาษสีขาว กระดาษสีดำ ผ้าลูกไม้สีขาว ผ้าใยสังเคราะห์สีฟ้าอ่อน และผ้าฝ้ายสีน้ำเงินเข้ม มาซ้อนทับฉากเรียบที่จัดทำไว้ เริ่มต้นเก็บข้อมูลโดยวางฉากห่างจากเซนเซอร์ 20 เซนติเมตร จากนั้นเลื่อนฉากออกจากเซนเซอร์ทีละ 1 เซนติเมตร ไปจนถึง 150 เซนติเมตร ทำการวัดระยะทางซ้ำ 3 ครั้ง

2. เซนเซอร์อัลตราโซนิก

เซนเซอร์อัลตราโซนิก (HC-SR04) มีส่วนประกอบหลัก คือ แหล่งกำเนิดคลื่นเสียง ตัวส่งสัญญาณ ตัวรับสัญญาณ [8] ต่อขาส่งสัญญาณ (Trig) และขารับสัญญาณ (Echo) เข้ากับขาดิจิทัลของไมโครคอนโทรลเลอร์ เขียนโปรแกรมเพื่อให้เซนเซอร์บันทึกเวลาที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณ และคำนวณค่าระยะทางระหว่างเซนเซอร์และวัตถุ โดยนำวัตถุชนิดต่างๆ ได้แก่ กระดาษสีขาว กระดาษสีดำ ผ้าลูกไม้สีขาว ผ้าใยสังเคราะห์สีฟ้าอ่อน และผ้าฝ้ายสีน้ำเงินเข้ม มาซ้อนทับฉากเรียบที่จัดทำไว้ เริ่มต้นเก็บข้อมูลโดยวางฉากห่างจากเซนเซอร์ 2 เซนติเมตร จากนั้นเลื่อนฉากออกจากเซนเซอร์ทีละ 1 เซนติเมตร ไปจนถึง 400 เซนติเมตร ทำการวัดระยะทางซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเซนเซอร์อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิก [7, 8]

คุณสมบัติ	อินฟราเรด	อัลตราโซนิก
รุ่น	GP2Y0A02YK0F	HC-SR04
หลักการทำงาน	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความยาวคลื่น 850 ± 70 นาโนเมตร	คลื่นเสียง ความถี่ 40 กิโลเฮิร์ซ
พิสัย	20-150 เซนติเมตร	2-400 เซนติเมตร
ชนิดของเอาท์พุท	แอนะล็อก	ดิจิทัล
การปรับเทียบ	ต้องการ	ไม่ต้องการ
ราคา	290 บาท	55 บาท

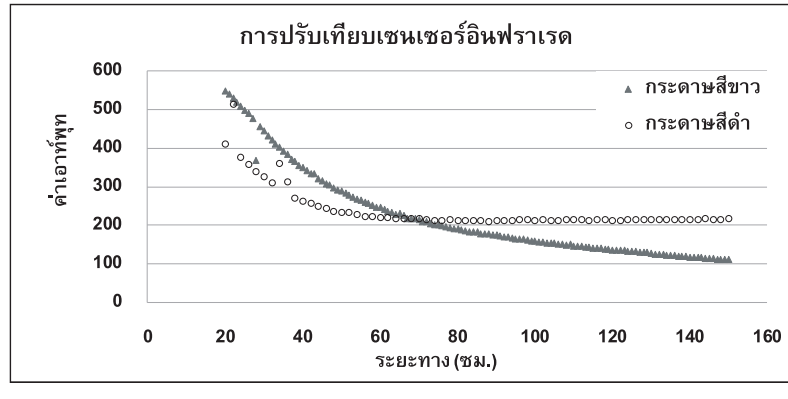
ผลการทดลอง

1. ประสิทธิภาพของเซนเซอร์อินฟราเรด

1.1 การปรับเทียบเซนเซอร์อินฟราเรด

เมื่อใช้กระดาษสีขาวและสีดำเป็นฉาก จะได้กราฟและสมการระหว่างระยะทางและค่าดิจิทัลเอาท์พุทของเซนเซอร์ที่แตกต่างกัน (รูปที่ 1) เมื่อใช้ฉากกระดาษสีขาว ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองมีแนวโน้มเลขยกกำลัง (power) สมการ $y = 7389 \times ^{-0.835}$ ($R^2 = 0.996$) โดยเอาท์พุทของเซนเซอร์มีค่าลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น

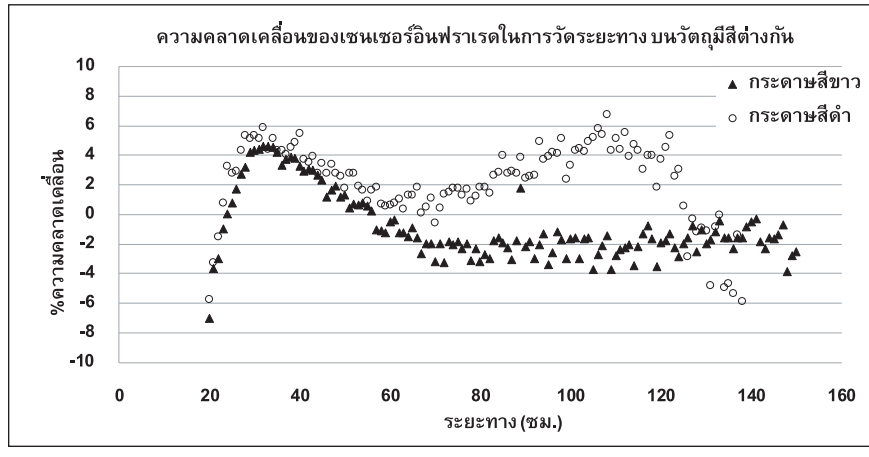
กรณีที่ใช้ฉากกระดาษสีดำ สมการที่ได้ $y = 829 \times ^{-0.293}$ (ค่า $R^2 = 0.703$) โดยในช่วงระยะทาง 20-50 เซนติเมตร พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและค่าเอาท์พุทของเซนเซอร์เป็นเชิงเส้น แต่ที่ระยะทางมากกว่า 50 เซนติเมตร ค่าเอาท์พุทของเซนเซอร์ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของระยะทาง จึงไม่สามารถนำสมการไปใช้ในการวัดระยะทางได้



รูปที่ 1 กราฟแสดงการปรับเทียบเซนเซอร์อินฟราเรด ช่วงระยะ 20-150 เซนติเมตร เมื่อใช้กระดาษสีขาวและกระดาษสีดำเป็นฉาก

1.2 การวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดบนวัตถุชนิดเดียวกันแต่มีสีต่างกัน

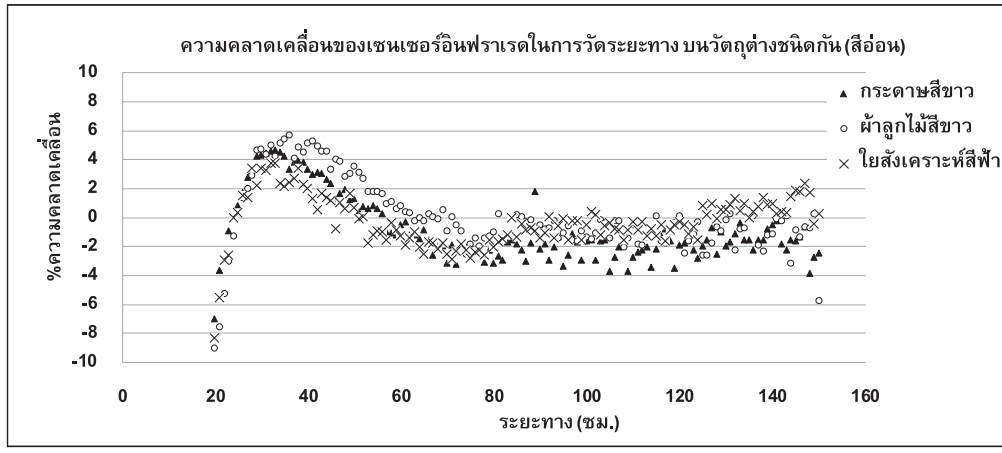
เมื่อนำเซนเซอร์อินฟราเรดไปใช้งานในการวัดระยะทาง โดยวัตถุสะท้อนคลื่นอินฟราเรดเป็นชนิดเดียวกันและพื้นผิวเรียบ แต่มีสีต่างกัน คือ สีขาวและสีดำ พบว่า สีของวัตถุส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์อินฟราเรดในการวัดระยะทาง เมื่อวัตถุมีสีขาว ร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางในช่วง 20-40 เซนติเมตร ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 6% การวัดระยะทางช่วง 40-150 เซนติเมตร ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 4% กรณีที่วัตถุมีสีดำ หากต้องการความคลาดเคลื่อนในช่วงเดียวกับวัตถุสีขาว พิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์จะจำกัดเพียง 40-100 เซนติเมตร (รูปที่ 2)

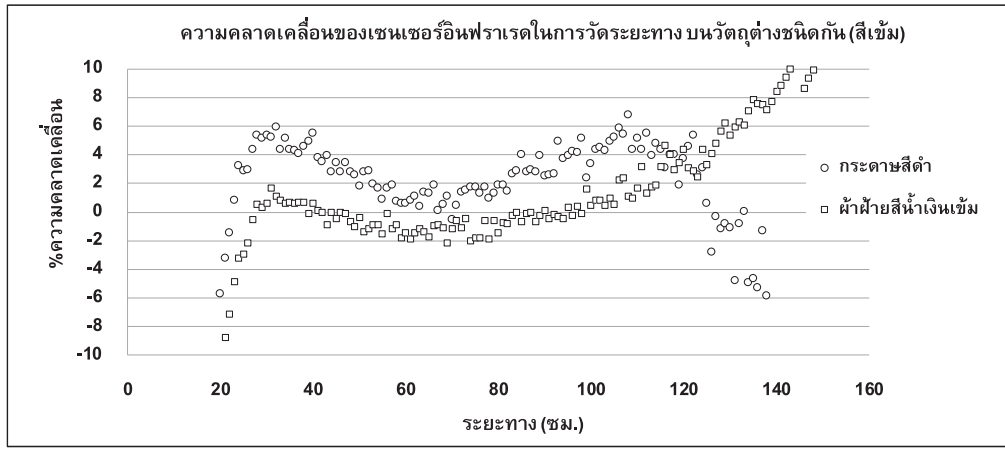


รูปที่ 2 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดบนวัตถุชนิดเดียวกันแต่มีสีต่างกัน

1.3 การวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดบนวัตถุต่างชนิดกันแต่มีสีโทนเดียวกัน

เมื่อนำเซนเซอร์อินฟราเรดไปใช้งานในการวัดระยะทางโดยวัตถุสะท้อนคลื่นอินฟราเรดต่างชนิดกัน พบว่า ชนิดของวัตถุไม่ส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์อินฟราเรดในการวัดระยะทาง เมื่อใช้วัตถุต่างชนิดกัน ได้แก่ กระดาษ ผ้าฝ้าย ผ้าใยสังเคราะห์ และมีสีอ่อน การวัดระยะทางในช่วง 20-40 เซนติเมตร ร้อยละของความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 6% และความคลาดเคลื่อนลดลงเป็น 4% ในช่วงระยะทาง 40-150 เซนติเมตร สำหรับวัตถุสะท้อนคลื่นอินฟราเรดที่มีสีโทนเข้ม พบว่า การวัดระยะทางในช่วง 20-40 เซนติเมตร ร้อยละของความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 6% และพิสัยในการวัดระยะทางของเซนเซอร์ได้เพียง 40-100 เซนติเมตร ที่ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 4% (รูปที่ 3)



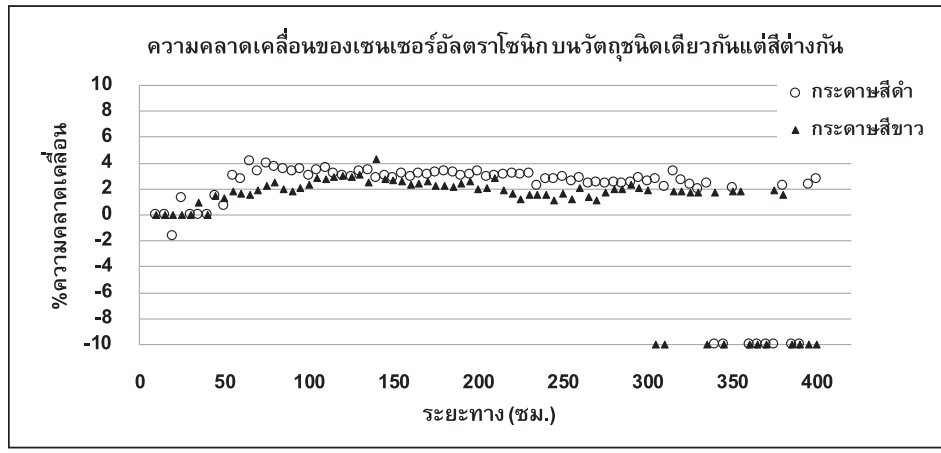


รูปที่ 3 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อินฟราเรดบนวัตถุต่างชนิด โดยมีสีโทนอ่อน (บน) และสีโทนเข้ม (ล่าง)

2. ประสิทธิภาพของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

2.1 การวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกบนวัตถุชนิดเดียวกันแต่มีสีต่างกัน

เมื่อนำเซนเซอร์อัลตราโซนิกไปใช้งานในการวัดระยะทาง โดยวัตถุสะท้อนคลื่นอัลตราโซนิกเป็นชนิดเดียวกันและพื้นผิวเรียบ แต่มีสีต่างกัน คือ สีขาวและสีดำ ผลการศึกษา พบว่า ความแตกต่างของสีของวัตถุไม่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางของเซนเซอร์ โดยในช่วง 2-70 เซนติเมตร มีร้อยละของความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทาง 2% และความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นเป็น 4% เมื่อวัดระยะทางในช่วง 70-300 เซนติเมตร ที่ระยะทางมากกว่า 300 เซนติเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่ามากกว่า 6% (รูปที่ 4)

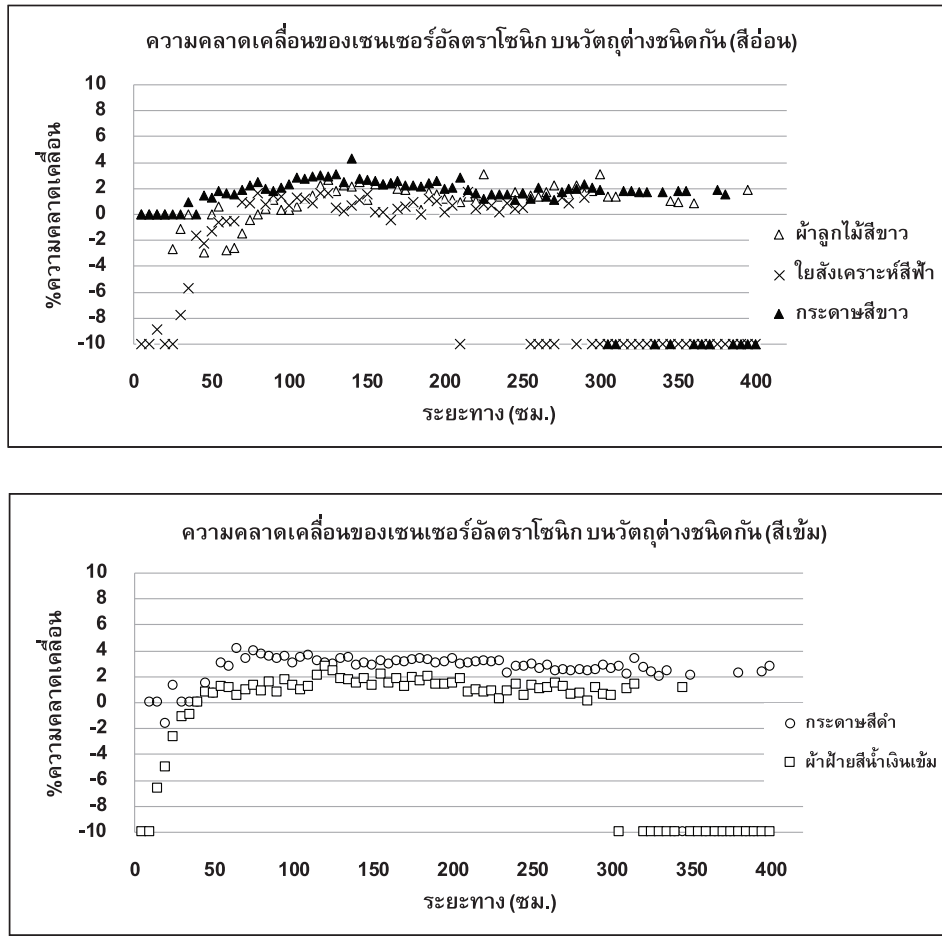


รูปที่ 4 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกบนวัตถุชนิดเดียวกันแต่มีสีต่างกัน

2.2 การวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกบนวัตถุต่างชนิดกันแต่มีสีโทนเดียวกัน

เมื่อนำเซนเซอร์อัลตราโซนิกไปใช้งานในการวัดระยะทาง โดยวัตถุสะท้อนคลื่นอัลตราโซนิกต่างชนิดกัน แต่มีสีโทนเดียวกัน พบว่า ชนิดของวัตถุที่แตกต่างกันส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ในการวัดระยะทาง เมื่อใช้กระดาษและผ้าลูกไม้เป็นฉาก การวัดระยะทางในช่วง 2-70 เซนติเมตร มีค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อน 2% และความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นเป็น 4% เมื่อวัดระยะทางในช่วง 70-300 เซนติเมตร ที่ระยะทางมากกว่า 300 เซนติเมตร ความคลาดเคลื่อนมีค่ามากกว่า 6%

สำหรับผ้าฝ้ายและผ้าใยสังเคราะห์ การวัดระยะทางในช่วง 2-50 เซนติเมตร ให้ความคลาดเคลื่อนมากกว่า 10% และค่าความคลาดเคลื่อนลดลงเป็น 3% ในการวัดระยะทาง 50-250 เซนติเมตร และที่ระยะทางมากกว่า 250 เซนติเมตร ค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่า 10% (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะทางโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก บนวัตถุต่างชนิดกัน

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เซนเซอร์ทั้งสองชนิด มีข้อดี คือ น้ำหนักเบา ราคาถูก สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์ได้ ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ทั้งสองมีความแตกต่างกัน เนื่องจากหลักการที่ใช้ในเซนเซอร์ทั้งสองต่างกัน โดยเซนเซอร์อินฟราเรดใช้คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิกใช้คุณสมบัติของคลื่นเสียง ซึ่งมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน การเลือกใช้เซนเซอร์ ต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น อากาศ คุณสมบัติของวัตถุที่สะท้อนคลื่น เช่น ความหนาแน่น พื้นผิว สีของวัตถุ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิส่งผลต่ออัตราเร็วของเสียงในอากาศ โดยอัตราเร็วเสียงจะเพิ่มขึ้น 1% ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 6°C ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่อการวัดระยะทาง เพื่อให้เซนเซอร์อัลตราโซนิกสามารถคำนวณระยะทางได้ถูกต้องยิ่งขึ้น อาจเพิ่มเซนเซอร์อุณหภูมิที่ได้รับการปรับเทียบแล้วเข้าไปในวงจร นอกจากนี้ กระแสอากาศจากลม พัดลม เครื่องปรับอากาศ หรือแหล่งอื่นๆ สามารถรบกวนการเดินทางของเสียงได้ เป็นข้อจำกัดของการนำเซนเซอร์อัลตราโซนิกไปใช้ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว

ความหนาแน่นของวัตถุส่งผลต่อการสะท้อนคลื่นเสียง โดยวัตถุที่มีความหนาแน่นมากจะสะท้อนคลื่นเสียงได้ดีกว่าวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อย ในทางปฏิบัติ เสื้อผ้าผู้ป่วยต่างชนิดกัน เช่น ผ้าฝ้าย ผ้าใยสังเคราะห์ มีความหนาแน่นของเส้นใยที่ต่างกัน เมื่อใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการวัดระยะทางอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

พื้นผิวของวัตถุที่สะท้อนเสียง ในงานวิจัยนี้ใช้พื้นผิวที่เรียบและวัตถุที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous) มุมของคลื่นเสียงที่ตกกระทบวัตถุจะเท่ากับมุมของคลื่นสะท้อนเสียง แต่ในการนำไปใช้งานในการวัดความหนาของผู้ป่วย อาจต้องคำนึงถึงสภาพพื้นผิวที่ไม่เรียบ การเคลื่อนไหว หรือการหายใจของผู้ป่วย เสื้อผ้าของผู้ป่วย ส่งผลให้เกิดมุมที่คลื่นตกกระทบวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์ไม่เท่ากัน ทำให้ความถูกต้องในการวัดระยะทางลดลง

สำหรับการตอบสนองของเซนเซอร์อินฟราเรดมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นและขึ้นกับคุณสมบัติการสะท้อนแสงและการดูดกลืนแสงของพื้นผิวของวัตถุ ดังนั้น ก่อนนำเซนเซอร์ไปคำนวณระยะทาง จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติพื้นผิว และสีของวัตถุที่มีผลต่อการสะท้อนและการดูดกลืนคลื่นอินฟราเรด นอกจากนี้ สภาวะแสงรอบ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ หรือหลอดไฟ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดค่า ควรหลีกเลี่ยงการใช้เซนเซอร์ในสภาวะดังกล่าว [3]

เซนเซอร์อินฟราเรดและเซนเซอร์อัลตราโซนิกสามารถนำมาใช้งานในการวัดระยะทางในทางการแพทย์ได้ เช่น การวัดความหนาและความสูงของผู้ป่วย การวัดระยะห่างของหลอดเอกซเรย์กับผู้ป่วย ช่วยอำนวยความสะดวกในการวัดค่าโดยไม่ต้องมีการสัมผัสตัวผู้ป่วย รวดเร็ว และมีความถูกต้อง อย่างไรก็ตาม เซนเซอร์ทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพ ข้อดี ข้อจำกัดแตกต่างกัน โดยเซนเซอร์อินฟราเรดที่ใช้ในการศึกษานี้มีพิสัยในการวัดระยะทาง (40-100 เซนติเมตร) สั้นกว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิก ข้อดี คือ การทำงานของเซนเซอร์ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นหรือชนิดของพื้นผิวที่สะท้อนคลื่นอินฟราเรด แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของสีของวัตถุมีผลต่อความถูกต้องในการวัดระยะทาง สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิก มีพิสัยในการวัดระยะทาง 2-300 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นของพื้นผิวที่สะท้อนเสียงอัลตราโซนิก แต่ไม่ขึ้นกับสีของวัตถุ ดังนั้น ในการประยุกต์ใช้งานในทางการแพทย์ เซนเซอร์อินฟราเรด เหมาะที่จะนำไปใช้ในการวัดความหนาของผู้ป่วยและการวัดระยะทางจากหลอดเอกซเรย์ถึงผู้ป่วย เนื่องจากชนิดของเสื้อผ้าไม่ส่งผลต่อการสะท้อนคลื่นอินฟราเรด สำหรับเซนเซอร์อัลตราโซนิกเหมาะที่จะนำไปใช้การวัดความสูงของผู้ป่วย เนื่องจากสีของวัตถุไม่ส่งผลต่อการสะท้อนคลื่นเสียงและมีพิสัยในการวัดระยะทางมากกว่าเซนเซอร์อินฟราเรด

เอกสารอ้างอิง

1. Benet, G., Blanes, F., Simó, J. E., and Pérez, P. 2002. Using Infrared Sensors for Distance Measurement in Mobile Robots. *Robotics and Autonomous Systems* 40:255-66.
2. Malheiros, P., Gonçalves, J., and Costa, P. 2009. Towards a More Accurate Model for an Infrared Distance Sensor. Available from URL: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4119/1/iscies09_sharp_model.pdf. 12 May 2016.

3. Mustapha, B., Zayegh, A., and Begg, R. K. 2013. Ultrasonic and Infrared Sensors Performance in a Wireless Obstacle Detection System. AIMS'13. Proceeding of the 2013 1st International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation; 3-5 December 2013. Washington, DC, USA. p. 487-92.
4. Gupta, S., Mudgil, A., and Soni, A. 2012. Plant Growth Monitoring System. Available from URL: http://www.ijert.org/view-pdf/277/plant-growth-monitoring-system. 22 June 2016.
5. Marathe, R., Kulkarni, A., and Devkar, U. 2014. Portable Automatic Height Detector. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research* 3: 2693-8.
6. Mohammad, T. 2009. Using Ultrasonic and Infrared Sensors for Distance Measurement. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering* 3: 267-72.
7. SHARP Corporation. 2006. GP2Y0A02YK0F Distance Measuring Sensor Unit. Available from URL: http://www.sharpsma.com/webfm_send/1487. 25 July 2016.
8. Cytron Technologies. 2013. Product User's Manual-HC-SR04 Ultrasonic Sensor. Available from URL: http://www.cytron.com.my/p-sn-hc-sr04. 20 July 2016.

ได้รับบทความวันที่ 3 กันยายน 2559
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 19 มกราคม 2560