การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

Designing and developing digital distance measuring devices using IoT (Internet of Things) technology.

เจษฎา รัตนกุล[1*],ชนิน พลอยมี[2],ทักษ์ดนัย แสงกระจ่าง[3],กฤษณพงศ์ ศรีสิริประเสริฐ[4] ,สงกรานต์ จรรลานิมิตร[5]

Jedsada Rattankul[1*], Chanin Ploymee[2], Takdanai Sangkajang[3] Kitsanapong Srisiripasurd[4] ,Songkran Chanchalanimitr[5]

นักศึกษาสาขาธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต[1*] นักศึกษาสาขาธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต[2] ,นักศึกษาสาขาธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต[3] , นักศึกษาสาขาธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต[4]อาจารย์สาขาธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต[5]

Digital Business Business administration Kasem Bundit University[1*], Digital Business Business administration Kasem Bundit University[2] , Digital Business Business administration Kasem Bundit University[3] , Digital Business Business administration Kasem Bundit University[4] , Digital Business Business administration Kasem Bundit University[5]

Email: jedsada9874@gmail.com[1*],artchanin06@gmail.com[2] ,u650105403230@ms.kbu.ac.th[3] ,u630105401840@ms.kbu.ac.th[4] , songkran.cha@kbu.ac.th [5]

บทคัดย่อ

เนื่องจากตลับเมตรในปัจจุบันมักเกิดปัญหาด้านการใช้งาน เช่น เรื่องความไม่สะดวกในการวัดระยะที่ยาวเกินไป เพราะต้องใช้คนอย่างน้อย 2 คนในการวัดระยะเพราะการวัดระยะเพียงคนเดียวอาจทำได้ยากเพราะตลับเมตร มีความอ่อนตัว เพราะวัสดุที่ใช้มีขนาดบางจึงทำให้การใช้งานเพียงคนเดียวไม่สะดวก

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้คิดออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที โดยมีการนำเสนอออกแบบและสร้างเครื่องวัดระยะแบบดิจิทัล โดยใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค โดยมีจุดเด่นเนื่องจากมีการใช้วัสดุที่ต้นทุนต่ำและมีขนาดเครื่องเล็กกะทัดรัด ที่ใช้งานได้สะดวกและมีกระบวนการวิจัยที่กำหนดสมมติฐานและเริ่มรวบรวมข้อมูลที่มีคุณภาพหาข้อมูลงานวิจัยเดิมมาปรับเทียบกับงานวิจัยของเรา ทำการออกแบบตัวเครื่องวัดระยะและพัฒนาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ทำการทดสอบและปรับปรุงเครื่องวัดระยะในข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้งานจริง ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดระยะดิจิทัล 2) เพื่อศึกษาการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ HC-SR04 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องวัดระยะดิจิทัล โดยการวัดระยะนั้นมีพื้นฐานมาจากการหาระยะเวลาการเดินทางไปและกลับของคลื่นเสียงความถี่สูงที่เคลื่อนที่จากตัวส่งและสะท้อนกลับมายังตัวรับมาแปลผลเป็นระยะการวัด ส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ประมวลผลสั่งแสดงผลผ่านหน้าจอแอล ซีดี ผลการทดสอบยืนยันให้เห็นว่าเครื่องวัดระยะที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ระยะเวลาการเดินทางไปและ กลับของคลื่นเสียงความถี่สูงมีค่าอยู่ระหว่าง 114.72 ไมโครวินาที ถึง 22.944 มิลลิวินาที และจากการทดสอบวัดระยะจริง พบว่า มีผลการทดลองมีความแม่นยำมีค่าความถูกต้องร้อยละ 99

ผลจากการศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที พบว่าการทดลองวัดระยะของเซ็นเซอร์ HC-SR04 เครื่องวัดระยะมีการตอบสนองที่เหมาะสมและเซนเซอร์มีความแม่นยำ โดยมีวัตถุเข้าใกล้ระยะ 1 เซนติเมตร ระบบจะทำงาน แต่ในระยะ 401 เซนติเมตร ระบบจะทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพเพราะเนื่องจากประสิทธิภาพของตัวเซ็นเซอร์ HC-SR04 จะทำงานได้แม่นยำในช่วงระยะ 1 - 400 เซนติเมตร และผลการทดลองการวัดระยะของเซ็นเซอร์พบว่าการวัดระยะของเซ็นเซอร์ โดยวัดระยะเกินกว่า 401 เซนติเมตรระบบจะแสดงผลบนหน้าจอ LCD ว่า “Out of range” หรือไม่สามารถวัดค่าได้ แต่ถ้าวัดระยะต่ำกว่า 401 เซนติเมตรระบบจะทำงานโดยแสดงผลบนหน้าจอ LCD

คำแนะนำแก่ผู้ใช้งาน ผลการประเมินในแต่ละด้านจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า ความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องวัดระยะดิจิทัลอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การพัฒนาเครื่องวัดระยะ, การพัฒนาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, การตรวจวัดระยะอัตโนมัติ, HC-SR04, esp8266, เครื่องวัดระยะดิจิทัล, การวัดระยะด้วยอุปกรณ์ IOT, อุปกรณ์ IOT

ABSTRACT

Tape measures in the current market are often manufactured using materials that include metal components, leading to rusting issues. Additionally, leveling lines are marked using screen printing, resulting in problems such as twisting, bending, and the fading or loss of numbers. These issues make such tape measures unsuitable for accurate measurements, especially for distances exceeding 3 meters, where assistance may be required, causing inconvenience.

To address these challenges, the researchers have designed and developed a digital distance measuring device using IoT (Internet of Things) technology. This device utilizes an ultrasonic sensor, offering advantages such as low-cost materials and a compact design for convenient use. The research involves establishing hypotheses, collecting high-quality data from previous studies, designing the measuring device, developing software and hardware, conducting tests, and refining the device's shortcomings before actual use.

The digital distance measuring device operates by measuring the time it takes for high-frequency sound waves to travel to the target and back to the receiver, translating the results into distance measurements. The microcontroller processes the data and displays it on an LCD screen. Testing confirms that the device can measure distances accurately within the specified range. In conclusion, the designed and developed digital distance measuring device utilizing IoT technology demonstrates suitable responsiveness and accuracy. It effectively addresses the limitations of traditional tape measures and provides a convenient and accurate solution for distance measurements. User satisfaction is high, as evidenced by positive evaluations in various aspects from the sample group.

Keyword: Distance measuring device development, Internet of Things (IoT) technology development in natural resources, HC-SR04 ultrasonic sensor, esp8266 microcontroller

บทนำ

ตลับเมตรในปัจจุบันมักผลิตจากวัสดุที่มีการใช้ส่วนผสมของโลหะจึงทำให้เกิดปัญหาการเป็นสนิมของตลับเมตรและ” เส้นวัดระดับ”มีการใช้การสกรีนเพื่อบ่งบอกระยะแต่มักเกิดปัญหาเช่นบิดเบี้ยว ขาด ตัวเลขเลือนขาดหายก็ไม่ควรนำมาวัดชิ้นงานเพราะจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนได้และหากต้องการวัดระยะที่มากกว่า 3 เมตรอาจจะต้องมีผู้ช่วยในการวัดระยะทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานในบางครั้ง

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้คิดค้นอุปกรณ์จากสิ่งที่มีอยู่ คือ เครื่องวัดระยะดิจิทัลโดยทางผู้จัดทำได้พัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยเซ็นเซอร์ HC-SR04 เมื่อทำการเปิดเครื่องวัดระยะก็จะสามารถเริ่มการวัดระยะตามที่ต้องการซึ่งเซ็นเซอร์เมื่อมีการ

เริ่มกระบวนการวัด, HC-SR04 จะส่งสัญญาณ Ultrasonic ออกไปจากตัวเซ็นเซอร์และจะทำการรับสัญญานกลับด้วยคลื่น Ultrasonic คลื่น Ultrasonic จะทำการสะท้อนกลับมาที่เซ็นเซอร์เมื่อมีการตกลงกับวัตถุ HC-SR04 จะวัดเวลาที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณ Ultrasonic และเซ็นเซอร์ HC-SR04 จะนำค่าวัดเวลาที่ได้นั้นมาประมวลผลประมาณ 343 เมตรคูณกับวินาทีในอากาศที่ 20 องศาเซลเซียสซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ระยะทาง (D) จะเท่ากับความเร็วของเสียง (V) คูณกับ เวลาที่รับสัญญาณ (t) และหาร 2 (D = V * t / 2) และข้อมูลจะแสดงขึ้นบนหน้าจอ LCD

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดระยะดิจิทัล

1.2 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ HC-SR04

1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องวัดระยะดิจิทัล

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง หรือ (Internet of Things) นั้นประกอบด้วยคำสำคัญสองคำคือคำว่า “Internet” หมายถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมต่อและสื่อสารจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ หรือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งได้ ส่วนคำว่า “Thing” นั้นหมายถึง สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุหรือสิ่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องวงจรปิด เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ตู้เย็น หลอดไฟ ฯลฯ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2559)

สุภาพร จาตุรันต์เรืองศรี (2560) ได้กล่าวประโยชน์ข้างต้นว่าเครื่องวัดระยะเลเซอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวัดระยะทาง พื้นที่และปริมาตรที่แม่นยำ เช่นเดียวกับเทปวัดหรือตลับเมตร แต่มีการใช้งานที่ง่าย สะดวก รวดเร็วถูกต้องและไม่ต้องมีส่วนร่วมของคนมากกว่าหนึ่งคนดังนั้นเครื่องวัดระยะเลเซอร์มีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่การวัดโดยใช้ตลับเทปวัดหรือตลับเมตร การใช้งานเครื่องวัดระยะแบบเลเซอร์ที่พบมากที่สุด มีการวัดระยะทางผนังกับผนังและการค้นหาความสูงระหว่างพื้นและเพดาน การวัดเหล่านี้กลายเป็นเรื่องง่าย การวัดเพดานสูงทำโดยการวางอุปกรณ์บนปลายด้านหลังและชี้ไปที่เพดาน บนพื้นและเล็งไปที่เพดาน การวัดระหว่างผนังโดยการวางอุปกรณ์ชิดผนังด้านหนึ่งและเล็งไปยังผนังด้านตรงข้ามรวมถึงการวัดระยะทางที่เกี่ยวข้องกับหลายมิติขนาดใหญ่การวัดที่มีสถานการณ์ความสี่ยงสูง ผลการศึกษาพบว่างานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงการใช้งานที่แพร่หลายของเครื่องวัดระยะเลเซอร์ในการวัดระยะทางระหว่างผนังกับผนัง การค้นหาความสูงระหว่างพื้น และเพดาน การวัดระหว่างผนัง และการวัดระยะทางที่เกี่ยวข้องกับหลายมิติของขนาดใหญ่ดังนั้นผลที่ได้จากบทความนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของเครื่องวัดระยะเลเซอร์ในการดำเนินงานต่าง ๆ ในสาขาต่าง ๆ อย่างชัดเจนและครอบคลุม

เกริกเกียรติ กฤษกลาง, สมชาย แสนกล้า และวิทยา โหมดเจริญ. (2552) โครงงานเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคนี้สามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 0.5 ถึง 3.50 เมตร โดยได้นำการเปลี่ยนวัตถุที่สะท้อนคลื่นได้ยากขณะวัดเข้ามามีผลในการคำนวณระยะทางด้วย โครงงานเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคนี้ สามารถนำไปวัดระยะทางโดยประมาณได้และยังสามารถแก้ไขโปรแกรมได้โดยการอัดโปรแกรมใหม่ลงไปในชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ สามารถปรับอัตราการขยายของภาครับได้โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทานของอุปกรณ์อินเวิสติ้งแอมปลิไฟล์หรือตัวต้านทานทำให้สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ แต่ต้องแก้ไขโปรแกรมด้วยการประยุกต์ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานสำหรับการแสดงผลระยะทาง เช่น เป็นเครื่องช่วยประมาณระยะทางในการจอดหรือการถอยรถยนต์ เป็นต้นและจากการศึกษาพบว่า โครงการนี้ตัวเซ็นเซอร์สามารถทำการวัดระยะทางได้อย่างแม่นยำและยังสามารถปรับแก้โปรแกรมได้อย่างยืดหยุ่นตามคสามต้องการตาม

การใช้งาน ดังนั้นเครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคมีศักยภาพที่จะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมและสาขาอื่น ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ และกำหนดปัญหาของระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์ระบบการทำซองเซ็นเซอร์

1.3 ออกแบบระบบโดยทำการออกแบบ ระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัล

1.4 พัฒนาระบบโดยเริ่มจาก ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Arduino

1.5 เก็บรวบรวมข้อมูล สรุป วิเคราะห์ และจัดทำคู่มือการใช้งานระบบ การใช้โปรแกรม Arduino

2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 โปรแกรม Arduino เพื่อควบคุมและส่งคำสั่งการทำงานต่าง ๆ โดยส่งชุดคำสั่งไปยังไมโครคอนโทลเลอร์ซึ่งประกอบด้วย ESP8266

2.2 แบบประเมินคุณภาพระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการทดลองใช้เครื่องวัดระยะดิจิทัล

3. กลุ่มเป้าหมาย/ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ประชากร คือ นักเรียน/นักศึกษา นักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์ และ ช่างก่อสร้าง

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคคลทั่วไป อายุ 18 – 36 ปีซึ่งประกอบไปด้วย นักเรียน/นักศึกษา นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ และ ช่างก่อสร้าง

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2550) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

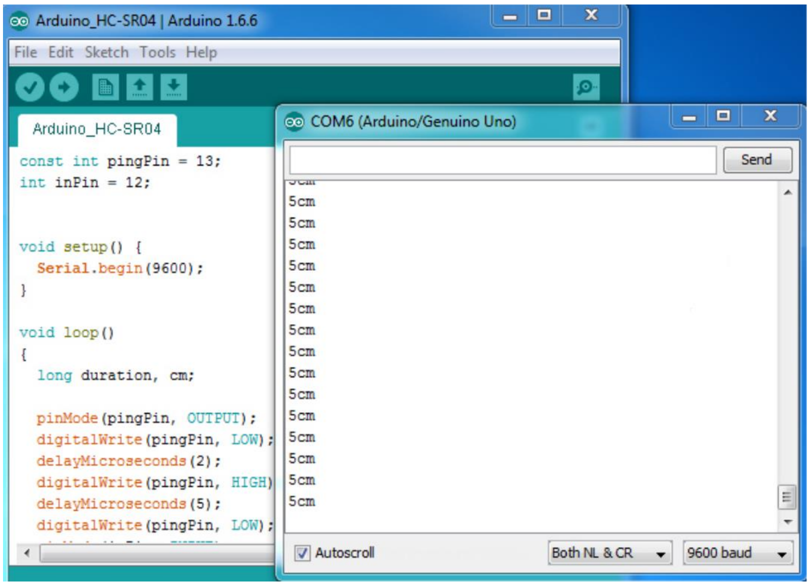
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที ด้วยโปรแกรม Arduino ตามขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์ มาจัดทำระบบ ด้วยโปรแกรม Arduino และเครื่องมือของกิจกรรม แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

จากภาพที่ 1 ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที ด้วยการใช้โปรแกรม Arduino ประกอบด้วย ชุดคำสั่งแบบวนลูป โดยส่งสัญญาน Ultrasonic ออกไปที่วัตถุและรอรับสัญญานกลับ เมื่อได้รับกลับมาแล้วจะนับเวลาที่ใช้ในการเดินทางและคำนวณหาความยาวของระยะทางในหน่วยเซนติเมตรแล้วแสดงผลทาง Serial Monitor ทุก ๆ 100 milliseconds ในลูป ‘loop()’ จนกว่าจะถูกหยุดการทำงานโดยผู้ใช้หรืออุปกรณ์จะถูกปิดลง.

2. ผลการทดลองใช้ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที ที่พัฒนาขึ้นกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร จำนวน 30 คน โดยมีการทดสอบก่อนเรียน หลังการเรียนรู้ และสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อระบบ จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านความแข็งแรงของเครื่องวัดระยะดิจิทัล	3.60	0.50	ระดับมาก
2. ด้านการใช้งานสามารถใช้งานได้จริง	4.23	0.57	ระดับมาก
3. ด้านโครงสร้างอุปกรณ์เครื่องวัดระยะดิจิทัล	4.30	0.75	ระดับมาก
4. ด้านความคุ้มค่าของเครื่องวัดระยะดิจิทัล	3.67	0.61	ระดับมาก
5. ด้านประสิทธิภาพ	3.77	0.57	ระดับมาก
โดยรวม	**3.91**	**0.09**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที พบว่า ด้านโครงสร้างอุปกรณ์เครื่องวัดระยะดิจิทัล อยู่ในระดับประสิทธิภาพด้านที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.30 (S.D. = 0.75) และด้านรองลงมาอีกคือด้านการใช้งานสามารถใช้งานได้จริง ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ยคือ

4.23 (S.D. = 0.57) และด้านที่รองลงอีกคือด้านประสิทธิภาพ ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ยคือ 3.77 (S.D. = 0.57) และด้านรองลงมาอีกคือด้านความคุ้มค่าของเครื่องวัดระยะ ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.67 (S.D. = 0.61) และด้านความแข็งแรงของเครื่องวัดระยะดิจิทัล ซึ่งมีระดับคะแนนเฉลี่ยคือ 3.60 (S.D. = 0.50 ซึ่งระดับโดยรวมคะแนนเฉลี่ยคือ 3.91 (S.D. = 0.09) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก

3. ผลการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

ผู้วิจัยดำเนินการสอบถามผู้ใช้งานบุคลคลทั่วไปอายุ 18 – 33 ปี ของนักศึกษาที่มีต่อระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น จากนั้นนำผลการสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดรยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ระบบมีความแม่นยำในการแสดงค่าระยะทาง	3.83	0.65	ระดับมาก
2. ระบบมีความรวดเร็วในการแสดงค่าระยะทาง	4.47	0.57	ระดับมาก
3. ระบบมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.80	0.41	ระดับมากที่สุด
4. ระบบมีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน	3.80	0.71	ระดับมาก
5. ระบบมีการแสดงผลข้อมูลอย่างถูกต้อง	3.83	0.46	ระดับมาก
6. ระบบมีการจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.50	ระดับมากที่สุด
โดยรวม	**4.22**	**0.12**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดรยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที พบว่า ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับความพึงพอใจมากจากผลโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 4.22 (S.D. = 0.12) พิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า มีความพึงพอใจด้านระบบมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน 4.80 (S.D. = 0.41) ระบบมีการจัดรูปแบบง่ายต่อการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.60 (S.D. = 0.50) ระบบมีความรวดเร็วในการแสดงค่าระยะทาง มีค่าเฉลี่ย 4.47 (S.D. = 0.57) และรองลงมา ระบบมีความแม่นยำในการแสดงค่าระยะทาง มีค่าเฉลี่ย 3.83 (S.D. = 0.46) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนผู้ดูแลระบบ 2) ส่วนผู้ใช้งานและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากระบบมีองค์ประกอบ ตามขอบเขตครบถ้วนสมบูรณ์ จึงส่งผลให้ ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที สอดคล้องกับ เกริกเกียรติ กฤษกลาง, สมชาย แสนกล้า และวิทยา โหมดเจริญ. (2552). ได้วิจัยเรื่อง เครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค พบว่า ระบบการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอทีมีการทำงานของระบบเป็นไปตามที่ได้กำหนดขอบเขตและออกแบบไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

2. ผลการทดลองใช้ระบบเครื่องวัดระยะจากการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้ระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัล พบว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยกับการใช้ระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัล และมีความพึงใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากระบบมีองค์ประกอบ ตามขอบเขตครบถ้วนสมบูรณ์ จึงส่งผลให้ ระบบเครื่องวัดระยะดิจิทัลโดยใช้ เซ็นเซอร์ HC-SR04 พบว่า สอดคล้องกับ กันยารัตน์ เอกเอี่ยม, องอาจ ทับบุร. (2564) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องวัดระยะแบบดิจิทัล โดยใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิคพบว่า กรณีศึกษาหลักการใช้งาน EPS8266 โดยใช้เซ็นเซอร์ HC-SR04 มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ และออกแบบระบบการใช้งานไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

3. ผลการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดระยะดิจิทัลด้วยอุปกรณ์ไอโอที พบว่า ผู้ที่ทำการทดลองใช้สามารถเข้าใจระบบการทำงานได้ง่ายและรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากระบบมีองค์ประกอบโดยมีการใช้งานระบบได้ สอดคล้องกับ เปรม อิงคเวชชากุล และกิตติคุณ บุญเกตุ. (2565). ได้วิจัยเรื่อง ระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง HC-SR04 พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้โปรแกรมแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.12) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (0.482) 2) ด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.52) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (0.223) 3) ด้านคุณประโยชน์ของการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.68) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (0.38) และ 4) ด้านภาพรวมระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.38) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ (0.56) จากผลการประเมินทั้ง 4 ด้านพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัย ที่ได้นำเสนอนั้นจะเห็นว่า ระยะที่คำนวณได้ ระยะที่ได้จากเครื่องวัดระยะมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบวัดระยะจริงนอกจากนี้จากผลการทดสอบวัดระยะ ทุกๆ 50 เซนติเมตรจะเห็นว่าเครื่องวัดระยะแบบดิจิทัลที่สร้างขึ้นมีข้อดีคือสามารถวัดระยะทางได้โดยไม่ต้องใช้สายวัดหรือตลับเมตรทำให้สามารถวัดได้ทุกระยะการวัดโดยใช้ผู้ทำการวัด เพียง 1 คน อีกทั้งยังสามารถแสดงผลด้วยระบบตัวเลขผ่านหน้าจอแอลซีดีและลดความผิดพลาดจากการอ่านของผู้ทำการวัดได้ สำหรับข้อเสนอแนะ คือ ควรออกแบบให้เครื่องวัดระยะแบบดิจิทัลนี้สามารถวัดระยะที่มากกว่า 4 เมตร และสามารถเก็บบันทึกผลการวัดระยะได้

เอกสารอ้างอิง

เกริกเกียรติ กฤษกลาง, สมชาย แสนกล้า และวิทยา โหมดเจริญ. (2552). **เครื่องวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค.** ปริญญา นิพนธ์. นครราชสีมา : สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กันยารัตน์ เอกเอี่ยม, องอาจ ทับบุร. (2564). การออกแบบและสร้างเครื่องวัดระยะแบบดิจิทัล โดยใช้เซนเซอร์อัลตร้าโซนิค งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่ : มหาลัยราชภัฏราชนครินทร์

เซนเซอร์ คือ แหล่งที่มา: แหล่งที่มา: https://flutech.co.th/what-is-sensor/ วันที่สืบค้นข้อมูล 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567.

ทศพร สังข์กังวาล และไพเราะ ไพรหิรัญกิจ. (2564). **แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่ใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อัลตร้าโซนิคเพื่อวัดระยะและบันทึกข้อมูลในการตรวจสถานที่เกิดเหตุ.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ 32, (1) 1-12

ทำความรู้จักกับ Node MCU ESP8266 ว่ามันคืออะไร. (2561)., จาก https://www.mindphp.com/

เปรม อิงคเวชชากุล และกิตติคุณ บุญเกตุ. (2565). **ระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง HC-SR04.** คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, จังหวัดบุรีรัมย์.

ไมโครคอนโทรลเลอร์: (Microcontroller) แหล่งที่มา : http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/

วันที่สืบค้นข้อมูล 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2559). อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา Internet of Things on Education วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม, 8(2), 83 - 92. สืบค้นจาก https://so04.tci-thaijo.org

สุภาพร จาตุรันต์เรืองศรี. (2560). ตลับเมตรไร้สาย เครื่องวัดระยะเลเซอร์. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ,.** 65 (205), 14-15.

สอนวิธีการใช้งานเซ็นเซอร์วัดระยะ HC-SR04 ใช้งานอย่างไร. (2563)., จาก https://www.cybertice.com/article/110/สอนใช้งาน-arduino-วัดระยะทางด้วย-เซ็นเซอร์วัดระยะทาง-ultrasonic-module-hc-sr04

Arduino แหล่งที่มา: https://www.scimath.org/article-technology/item/9815-arduino/
วันที่สืบค้นข้อมูล 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567.

Djalilov, A., Sobirov, E., & Nazarov, O. (2023). Study on automatic water level detection process using ultrasonic sensor. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1203(1), 012028.: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1142/1/012020/pdf

Hoomod, H. K., & Al-Chalabi, S. M. M. (2017). Objects Detection and Angles Effectiveness by Ultrasonic Sensors HC-SR04. International Journal of Science and Research (IJSR), 6(6). https://www.ijsr.net

Mutava, M. G., & Kuria, P. K. (2020). Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 9(5), 936.

Sulistyawan, V. N., Salim, N. A., Abas, F. G., & Aulia, N. (2023). Parking Tracking System Using Ultrasonic Sensor HC-SR04 and NODEMCU ESP8266 Based IoT. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1203(1), 012028. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1203/1/012028/pdf