

หุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติภายในอาคาร
Autonomous Indoor Navigation Robot
คมศักดิ์ หาดขุนทด สุทัศน์ อุ๋ทอง ธนินทิศา ขุมทอง และ ภควัฒิตา จิตมัตย์
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
sutud2004@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติภายในอาคาร โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการประมวลผล การสั่งงานจะใช้หน้าจอสัมผัสในการรับตำแหน่งปลายทางซึ่งหุ่นยนต์สามารถระบุปลายทางได้ถึง 99 ตำแหน่งจุดหมาย โดยใช้การอ่านค่าจุดหมายและทิศทางการเลี้ยวจากบาร์โค้ด โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขโปรแกรมเมื่อเพิ่มจุดหมายปลายทางในอนาคต ระบบจะจัดเรียงระยะทางที่ใกล้ไปหาตำแหน่งที่ไกลที่สุด หุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติภายในอาคาร จะอ่านบาร์โค้ดตามทางแยกเพื่อระบุตำแหน่งที่จะไป และในขณะที่ทำงานเมื่อมีสิ่งกีดขวางจะส่งเสียงแจ้งเตือนและหยุดรอ จนกว่าสิ่งกีดขวางจะพ้นเส้นทาง และจะทำงานต่อไปจนถึงตำแหน่งปลายทางที่ระบุไว้

คำสำคัญ: หุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติ , นำทางด้วยเทปแม่เหล็ก , อ่านบาร์โค้ด

Abstract

This research involves the development of an indoor autonomous navigation vehicle, using a microcontroller board as the main processing unit. A touchscreen interface is used to input destination locations, allowing for multiple destinations without needing to modify the program when new destinations are added in the future. The system will prioritize routes from the shortest to the longest distance. The indoor autonomous navigation vehicle reads barcodes at junctions to identify its destination. If an obstacle is encountered, the vehicle will emit a warning sound and stop until the obstacle is cleared, and then resume operation until it reaches the specified destination.

Keywords: Automated Guided Vehicles, AGV , Barcodes

1. ที่มาและความสำคัญ

มีแนวคิดในการเปลี่ยนการดำเนินงานด้าน supply chain เพื่อยกระดับความปลอดภัยให้กับพนักงานและลูกค้า จึงทำให้บริษัทเหล่านี้หันมาลงทุนกับระบบอัตโนมัติ นั่นก็คือ หุ่นยนต์ AGV (Automated Guided Vehicles) หรือระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อลดจำนวนคนงานในการรักษามาตรการความปลอดภัยในช่วงแพร่ระบาด และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

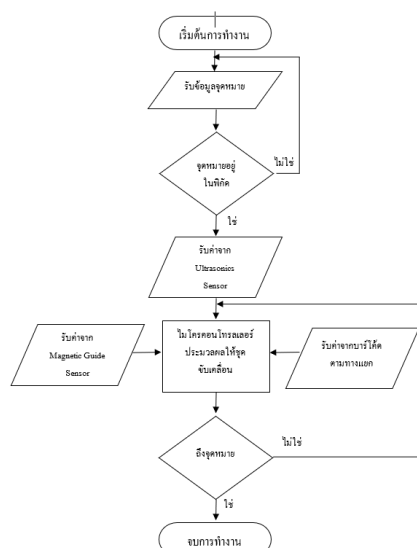
ซึ่ง Automated Guided Vehicle หรือ AGV คือหุ่นยนต์ที่ใช้ขนส่งภายในอาคารแบบไร้คนขับ ที่ช่วยขนย้ายสินค้า และอุปกรณ์ ทั้งภายในคลังสินค้า และโรงงานอุตสาหกรรม ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดดเด่นด้านการรองรับน้ำหนัก และการลำเลียงอย่างถูกต้องและปลอดภัย แม้ไร้แสงสว่าง หรือทำงานร่วมกับมนุษย์

ซึ่งประโยชน์ของ AGV คือ ช่วยลดจำนวนพนักงานในการปฏิบัติงานลง ซึ่งเมื่อทำงานร่วมกับเทคโนโลยี AI ยังสามารถหุ่นยนต์นำมาช่วยในการควบคุมการทำงานในทุกด้าน รวมถึงการเคลื่อนไหว ทิศทาง และประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้น ด้วยฟังก์ชันการทำงานของหุ่นยนต์ AGV (Automated Guided Vehicles) จึงทำให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องและลดการติดต่อสื่อสารโดยตรงระหว่างพนักงานด้วยกันอีกด้วย

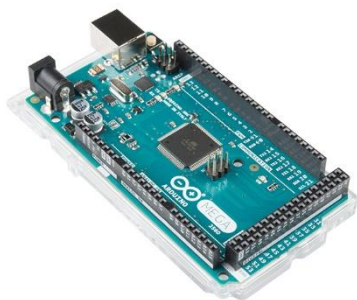
ดังที่กล่าวมาข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงได้จัดสร้างหุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติด้วยเทปแม่เหล็กขึ้น โดยหุ่นยนต์นำทางที่จัดสร้างขึ้นผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ง่ายเนื่องจากราคาถูก และสามารถใช้งานภายนอกอาคารได้อีกด้วย

2. หลักการทำงาน

ระบบขับเคลื่อนและระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ตลอดจนอ่านค่าจากบาร์โค้ด โดยใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega ในควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติ



รูปที่ 2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega

เมื่อเริ่มต้นการทำงาน ผู้ใช้งานต้องระบุจุดหมายปลายทางที่ต้องการให้ไปส่งสิ่งของผ่านหน้าจอตชกรีน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถระบุจุดหมายได้หลายตำแหน่ง เมื่อผู้ใช้ระบุจุดหมายเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ระบบอัตโนมัติจะเริ่มทำงาน โดยในขั้นแรกระบบจะตรวจสอบสิ่งกีดขวางโดยใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ว่ามีสิ่งกีดขวางเข้าใกล้ตัวหุ่นยนต์ในระยะ 30 ซม. หรือไม่ การตรวจจับสิ่งกีดขวางใช้อัลตราโซนิกดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 อัลตราโซนิกที่นำมาใช้ตรวจจับระยะสิ่งกีดขวาง

หลักการคำนวณระยะห่างของวัตถุกับเซ็นเซอร์ จะเป็นไปตามสูตรการเคลื่อนที่ในแนวราบ

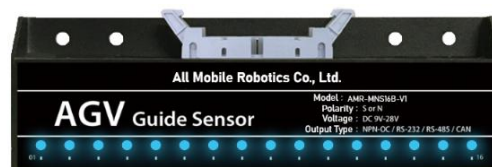
$$S = VT \quad (1)$$

โดย S = ระยะทาง

V = ความเร็วของคลื่นเสียง

T = ระยะเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางทั้งหมด

ทั้งนี้ระบบจะตรวจจับเส้นเทปแม่เหล็ก และบาร์โค้ดระบุพิกัด เมื่อหุ่นยนต์ไม่มีสิ่งกีดขวาง และอยู่ในเส้นเทปแม่เหล็ก และอ่านบาร์โค้ดระบุตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติจะขับเคลื่อนตามเส้นเทปแม่เหล็ก โดยมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการสั่งการระบบขับเคลื่อน โดยรับค่าจากเซ็นเซอร์แม่เหล็กแบบ 16 บิต มาประมวลผลให้ชุดขับเคลื่อน เพื่อให้หุ่นยนต์วิ่งในแนวเส้นเทปแม่เหล็ก



รูปที่ 4 เซ็นเซอร์แม่เหล็กแบบ 16 บิต

และเมื่อถึงทางแยกหุ่นยนต์จะหยุดเพื่ออ่านค่าบาร์โค้ดเพื่อหาพิกัดจุดหมาย ว่าต้องไปทิศทางใดโดยอ่านบาร์โค้ดแบบ 13 หลัก เมื่อแสกนบาร์โค้ดได้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการชุดขับเคลื่อนไปในทิศทางใด



รูปที่ 5 อุปกรณ์อ่านบาร์โค้ด และบาร์โค้ด 13 หลัก

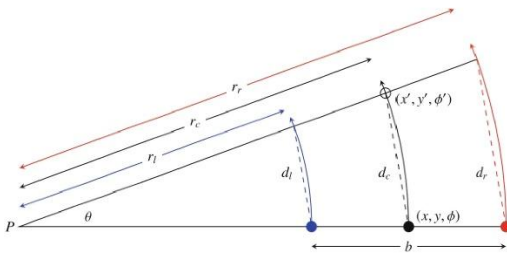
ทั้งนี้หากมีสิ่งกีดขวางเข้าใกล้ตัวหุ่นยนต์ด้านหน้า 30 ซม. ระบบขับเคลื่อนจะหยุดอัตโนมัติ พร้อมทั้งส่งเสียงแจ้งเตือนเป็นระยะๆ เมื่อสิ่งกีดขวางออกจากด้านหน้าตัวหุ่นยนต์ ระบบจะขับเคลื่อนต่อไปจนถึงจุดหมายที่ผู้ใช้ระบุไว้ หากจุดหมายมากกว่า 1 จุด เมื่อปลายทางจุดแรกรับสิ่งของเรียบร้อยแล้ว จะกดหน้าจอตชกรีน เมื่อให้ระบบนำส่งสิ่งของในจุดต่อไปได้ เมื่อถึงจุดหมายสุดท้ายและรับสิ่งของเรียบร้อยแล้ว ผู้รับสิ่งของของแล้ว ระบบอัตโนมัติจะนำหุ่นยนต์กลับไปยังจุดตั้งต้นใหม่



รูปที่ 6 หุ่นยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วยแผงเซลล์ที่พัฒนาขึ้น

3. การคำนวณความเร็วการหมุนของล้อ เพื่อใช้ในการเลี้ยว

ในการคำนวณความเร็วการหมุนของล้อเพื่อใช้ในการเลี้ยวหุ่นยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ใช้ การขับเคลื่อนจากล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวา สมมติว่าจะทำการเลี้ยวซ้าย ล้อทางด้านขวาต้องหมุนเร็วกว่าล้อทางด้านซ้าย



รูปที่ 7 เรขาคณิตของการเลี้ยวซ้าย

ในรูปที่ 7 จุดสีน้ำเงินคือล้อด้านซ้าย จุดสีแดงคือล้อด้านขวา จุดสีดำเป็นจุดกึ่งกลางระหว่างล้อ โดยที่ b เป็นระยะห่างระหว่างล้อด้านซ้ายและล้อด้านขวา

ระยะทางการเคลื่อนที่ (d) จะสัมพันธ์กับกำลังงานของมอเตอร์ ความเร็วการหมุน และระยะเวลาที่ใช้ เราจึงสามารถหุนยนต์หาความเร็วของล้อได้จากสมการที่ 2

$$d_i = 2\pi R \omega_i t \quad \text{เมื่อ } i = l, r \quad (2)$$

เมื่อ d_i เป็นระยะทางของล้อทางซ้าย

d_r เป็นระยะทางของล้อทางขวา

ω_l เป็นความเร็วของล้อทางซ้าย มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

ω_r เป็นความเร็วของล้อทางขวา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

R เป็นรัศมีของล้อ

ทั้งนี้สามารถหุนยนต์หามุมในการเคลื่อนที่ได้ ซึ่งจากรูปที่ 7 หุนยนต์อัตโนมัติเริ่มต้นที่ (x, y, ϕ) หลังจากทีหมุน θ แล้วจะได้ตำแหน่งใหม่เป็น (x', y', ϕ') ดังนั้นสามารถหุนยนต์หามุมที่เลี้ยวไปได้จากสมการที่ 3

$$\theta = \frac{d_l}{r_l} = \frac{d_c}{r_c} = \frac{d_r}{r_r} \quad (3)$$

ความสัมพันธ์ของระยะทางของจุดกึ่งกลางสามารถหุนยนต์หาได้จากสมการ

$$d_c = \frac{d_l + d_r}{2} \quad (4)$$

4. การคำนวณมอเตอร์ที่นำมาใช้

กำหนดให้ มอเตอร์ใช้แรงดัน 24 V ความเร็วรอบ 50 rpm แกนเพลลา 10 mm น้ำหนักรวม 80 kg

$$\text{จาก } T = F \times r = (80) (9.81) (0.005) = 3.924 \text{ N-m}$$

ให้แรงบิดปลายเพลลา = T

$$\text{จาก } T = \frac{9.55 \times P_{out}}{N}$$

$$\therefore P_{out} = 20.54$$

5. การทดลอง

ในการทดลองนั้น หุนยนต์มีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม และใส่สิ่งของหนัก 40 กิโลกรัม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตั้งค่าจุดหมายไว้ 3 จุด เป็นการส่งเอกสารภายในอาคาร คือจุดเริ่มต้นจากงานบุคคล ไปส่งเอกสารจุดแรก ที่งานสารบัญอาคารสำนักงานอธิการบดี จุดที่ 2 คืองานการเงินและบัญชี และจุดที่ 3 คือกองบริการการศึกษา

ในการทดสอบนั้นได้ดำเนินการทดสอบจากจุดดังกล่าวจำนวน 50 รอบ พบว่า หุนยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติสามารถหุนยนต์ขับเคลื่อนตามเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรง ไม่หลุดออกจากแนวเส้นเทปแม่เหล็ก และอ่านค่าจากบาร์โค้ดเพื่อไปยังสถานที่ๆระบุไว้ได้ ตลอดจนสามารถหุนยนต์หยุดหุนยนต์ตรงบริเวณที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ สามารถหุนยนต์หยุดหุนยนต์และส่งเสียงแจ้งเตือนได้เมื่อมีสิ่งกีดขวาง

และจากการทดสอบระบบขับเคลื่อนตามเส้นเทปแม่เหล็กทางตรง โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง จากการทดสอบพบว่า อัตราการเคลื่อนที่ของหุนยนต์อยู่ที่ 0.28 เมตร/วินาที หรือ 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

6. สรุป

หุนยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วยเทปแม่เหล็กที่ทางผู้วิจัยจัดทำสามารถหุนยนต์จัดส่งเอกสารหรือสิ่งของตามตำแหน่งที่ผู้ใช้ระบุปลายทางได้อย่างแม่นยำ โดยเมื่อระบุปลายทางมากกว่า 1 จุด ระบบสามารถหุนยนต์ไปจุดที่ใกล้ที่สุดก่อนและไปจุดหมายต่อไป การขับเคลื่อนที่ตามเส้นเทปแม่เหล็กมีความแม่นยำไม่หลุดออกนอกเส้นเทปที่กำหนด หุนยนต์สามารถหยุดในที่ ๆ กำหนดได้แม่นยำ หยุดเมื่อมีสิ่งกีดขวางและเริ่มทำงานต่อเมื่อสิ่งกีดขวางผ่านพ้นไปแล้วได้ เมื่อจัดส่งเอกสารสิ่งของแล้ว สามารถหุนยนต์กลับมายังจุดเริ่มต้นได้อย่างแม่นยำ ซึ่งการเปลี่ยนจุดหมายหรือเพิ่มจุดหมายปลายทางไม่จำเป็นต้องแก้ไขโปรแกรม เพียงแค่แก้ไขบาร์โค้ดตามที่ต้องการก็ทำให้หุนยนต์ขับเคลื่อนไปยังจุดหมายได้

งานวิจัยนี้จึงเป็นต้นแบบให้กับการจัดสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วยเทปแม่เหล็กในราคาที่ถูกลง เนื่องจากใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega ในการควบคุม และอุปกรณ์ต่างๆซึ่งมีราคาถูก ทำให้บุคคลทั่วไปที่สนใจสามารถหุ่นยนต์เข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถหุ่นยนต์พัฒนาต่อยอดได้เนื่องจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega เป็นบอร์ดแบบโอเพ่นซอส

เอกสารอ้างอิง

- [1] มงคล ทองสงคราม(2536).อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ.ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินต์ติ้ง
- [2] ศุภชัย สุรินทร์วงศ์(2541).มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(พิมพ์ครั้งที่5). กรุงเทพฯ.ส.ส.ท
- [3] แผนกออกแบบและพัฒนาสื่อสาขาไฟฟ้า ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน (2544).การควบคุมมอเตอร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1).กรุงเทพฯ.สกายบุ๊กส์
- [4] นภัทร วังเทพินทร์(2545).เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์(พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ.สกายบุ๊กส์
- [5] ปิยะ นากสงค์(2546).คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C++ (พิมพ์ครั้งที่1).กรุงเทพฯ.Prompt, สนพ.
- [6] เดชฤทธิ์ มณีธรรม(2547).ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino(พิมพ์ครั้งที่5).กรุงเทพฯ.ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [7] ประภาส พุ่มพวง(2561).การเขียนและการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม Arduino(พิมพ์ครั้งที่2).กรุงเทพฯ.ซีเอ็ดดูเคชั่น,บมจ.
- [8] <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
- [9] ธนัยพัฒน์วงศ์รัตน์. 2557. คู่มือพัฒนาแอปพลิเคชัน Android ฉบับผู้เริ่มต้น . กรุงเทพฯ : สวิสไอทีจำกัด.