

การพัฒนาหุ่นยนต์บอกตำแหน่งด้วยอาร์เอฟไอดีเชื่อมต่อกับบลูทูธ
Development of the Robot Positioning with Radio Frequency Identification
Connected by the Bluetooth

ศุภกฤต พริ้วไธสง

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จ.นครราชสีมา 30000

E-mail: therobot44@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์ขับเคลื่อนด้วยล้อ และได้นำเอาระบบอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้เพื่อระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์เมื่อได้เดินทางไปถึงในพื้นที่ เป้าหมาย โดยสามารถส่งข้อมูลผ่านบลูทูธจากหุ่นยนต์ไปยังโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลบนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ การทำงานของหุ่นยนต์ทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยอาอูดยโน้ทำหน้าที่รับสัญญาณอินฟราเรดจากอัลตราโซนิกเซนเซอร์เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวาง ในขณะที่เดียวกันก็คอยตรวจจับการเข้ามาถึงของสัญญาณความถี่จากแท็กอาร์เอฟไอดีด้วย ซึ่งได้ติดตั้งไว้จำนวน 4 จุดบนสนามทดสอบจำลอง ต่อจากนั้นอาอูดยโน้จะประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้รับมากับข้อมูลในหน่วยความจำ แล้วจึงส่งข้อมูลเหล่านั้นผ่านโมดูลบลูทูธเพื่อไปแสดงผลบนโปรแกรมที่ได้สร้างขึ้นในลักษณะแบบเรียลไทม์ จากผลการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์บอกตำแหน่งด้วยอาร์เอฟไอดีเชื่อมต่อกับบลูทูธ ในขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่พบว่าหุ่นยนต์สามารถอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีได้ครบทุกแท็กและส่งข้อมูลผ่านบลูทูธไปแสดงผลได้อย่างถูกต้อง โดยทำการทดสอบในครั้งนี้จำนวนสองรอบของสนาม แต่ระยะเวลาเฉลี่ยต่อรอบมีความแตกต่างกันเล็กน้อย

ประมาณ 1 วินาที ถือได้ว่ามีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งโดยภาพรวมแล้วการทำงานของหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

Abstract

This research is to study and develop a mobile robot with wheels and bring RFID systems applied to identify the location of the robot on a journey to the target area as well as to send data via Bluetooth from a robot to a laptop computer to display on the program as designed. All functions of the robot is controlled by Arduino which receives input from the ultrasonic sensor to detect obstacles at the same time detect the arrival of the signal from the RFID tags which can be installed on the number four spot on the field test. Subsequently Arduino processes to compare the values obtained with the data in memory and then send the data to the Bluetooth module to display the program was built a consecutive appearance in real-time. The result of this research and development of the robot positioning with RFID connected by the Bluetooth while the robot is

moving shows that it can read RFID tags on every tag and send data via Bluetooth to display correctly. In this test, the test of the entire two rounds of the field test but the average time per round is slightly different about 1 second which can be considered a very similar. So the overall operation of the robot can work according to defined objectives.

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำเอาหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งเทคโนโลยีทางการแพทย์และงานวิจัยต่างๆ ซึ่งหุ่นยนต์แต่ละประเภทจะมีหน้าที่การทำงานแต่ละด้านตามการควบคุมโดยตรงของมนุษย์ การควบคุมระบบต่างๆ ในการสั่งงานระหว่างหุ่นยนต์และมนุษย์สามารถทำได้โดยการควบคุมจากมนุษย์เอง (Manual robots) และทำงานแบบอัตโนมัติ (Autonomous robots) [1] หุ่นยนต์บอกตำแหน่งหรือหุ่นยนต์นำทางเป็นอีกงานวิจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันเกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุและการโจรกรรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นจะหาอย่างไรจึงจะลดการสูญเสียดังกล่าวให้ลดลง และประโยชน์ของหุ่นยนต์บอกตำแหน่งยังสามารถนำมาใช้ด้านการบริการได้เช่น นำทางคนตาบอด เป็นยามรักษาการณ์คอยตรวจสอบพื้นที่ นำทางเพื่อการสำรวจ เป็นต้น การนำหุ่นยนต์บอกตำแหน่งมาใช้งานนั้น ในงานบางประเภทที่เสี่ยงอันตรายยังช่วยสามารถป้องกันอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ได้ ซึ่งหุ่นยนต์นั้นต้องสามารถบอกตำแหน่ง พิกัดหรือรายละเอียดของ

พื้นที่ ที่เดินทางไปถึงได้จากระยะไกลแบบไร้สาย เพื่อประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำเอาอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification: RFID) เข้ามาใช้งาน เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ระบุตำแหน่งที่อยู่ของหุ่นยนต์ เมื่อได้เดินทางไปถึงในพื้นที่เป้าหมาย เนื่องจากอาร์เอฟไอดีมีคุณสมบัติเด่นได้แก่ การอ่านรหัสโดยที่ไม่ต้องสัมผัสถูกป้ายชื่อ การที่เครื่องอ่านสามารถใช้ได้ในทุกสภาพแวดล้อมและสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็วกว่าอุปกรณ์ระบุตัวตนชนิดอื่นๆ ซึ่งการดำเนินงานประกอบด้วย การสร้างตัวหุ่นยนต์ การจัดเตรียมและการออกแบบพื้นที่พร้อมทั้งติดตั้งตัวอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีทุกจุดตามที่ได้ออกแบบไว้ และในส่วนของ การติดต่อสื่อสารข้อมูลกันจะใช้โมดูลบลูทูธ (Bluetooth) ส่งผ่านข้อมูลจากหุ่นยนต์ไปยังโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook computer) และเก็บบันทึกประวัติการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายของหุ่นยนต์ในแต่ละครั้งเพื่อเป็นแหล่งอ้างอิงข้อมูลและสามารถตรวจสอบได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบระบบการเคลื่อนที่และการเรียนรู้ของหุ่นยนต์

2.2 เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีของหุ่นยนต์ในขณะกำลังเคลื่อนที่

2.3 เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถบอกตำแหน่งและการส่งข้อมูลผ่านบลูทูธได้

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 โหลดมอเตอร์ (Motor Load)

สำหรับแรงบิดที่มอเตอร์ต้องใช้ในการขับเคลื่อนล้อหุ่นยนต์ เมื่อต้องการจะคำนวณหาขนาดมอเตอร์จะได้ F นิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลลาทำให้เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ n รอบต่อนาที ในขณะที่เพลลาหมุนไป 1 รอบ การคำนวณหาระยะทาง สามารถคำนวณหาได้ตามสูตรดังนี้ [2]

$$S = 2\pi r \quad (1)$$

คำนวณหาทางในการหมุนเพลลา 1 รอบ

$$T = F * r \quad (2)$$

และคำนวณหากำลังมอเตอร์

$$P = \frac{2\pi TN}{60} \quad (3)$$

เมื่อ P คือ กำลังที่เพลลารับแรงจากมอเตอร์หน่วยเป็นวัตต์ (W)

T คือ โมเมนต์แรงบิด (N.m)

F คือ แรงที่กระทำ (N)

r คือ รัศมีของล้อ (m)

N คือ ความเร็วรอบของเพลลา (rpm)

3.2 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบ Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse width modulation คือ เทคนิคคืออย่างหนึ่งสำหรับควบคุมวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัลของไมโครโปรเซสเซอร์

ควบคุม ซึ่งการคำนวณ หาความถี่ในการสวิตช์สำหรับในการปรับความกว้างของพัลส์ทำได้ดังนี้ [3]

$$f_{PWM} = \frac{f_{clock}}{(n * 256)} \quad (4)$$

เมื่อ f_{PWM} คือ ความถี่ในการสวิตช์ของ PWM

f_{clock} คือ ความถี่ในการทำงานของ

ไมโครคอนโทรลเลอร์

n คือ ตัวลดทอน (Prescale) มีค่าเป็น 1, 8,

32, 64, 128, 256, 1024

3.3 การคำนวณระยะของอัลตราโซนิกเซนเซอร์

หลักการการทำงานของอัลตราโซนิกเซนเซอร์คือ ใช้การส่งคลื่นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินออกไปสะท้อนวัตถุที่ต้องการวัดระยะ แล้วจับเวลาเสียงสะท้อน เพื่อคำนวณระยะ ทาง เนื่องจากเสียงที่ส่งออกไปถึงแม้จะไม่ได้ยินเพราะเกิน 20 kHz ที่มนุษย์จะรับฟังได้ แต่เนื่องจากยังคงเป็นคลื่นเสียง ดังนั้นความเร็วของเสียงจึงแปรผันตามอุณหภูมิด้วย ตามสูตรดังนี้ [4]

$$C \approx 331.5 + 0.61\theta \text{ (m/s)} \quad (5)$$

เมื่อ C คือ ความยาวของสัญญาณสะท้อน

โดยระยะทางสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ระยะทาง} = (C * 340) / 2 \quad (6)$$

3.4 การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันย่านความถี่ที่ใช้ในระบบอาร์เอฟไอดี จะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน (Industrial- Scientific Medical: ISM) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ถูกนำไปใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมย่านความถี่ในการใช้งาน RFID แบ่งออกเป็นย่านความถี่ใหญ่ๆ [5] ได้แก่

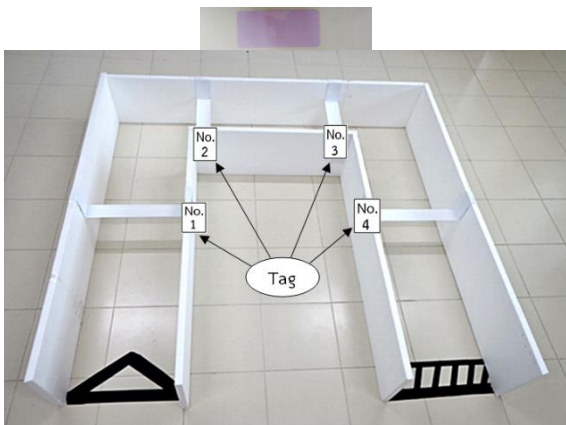
1) ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิร์ตซ์ (KHz) ระยะที่อ่านได้น้อยกว่า 1 เมตร

2) ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ระยะที่อ่านได้น้อยกว่า 1.5 เมตร

3) ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ระยะที่อ่านได้ 2-5 เมตรและ 1-100 เมตร ในกรณีที่ เป็น Tag ชนิด Active

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบสนามทดสอบจำลอง



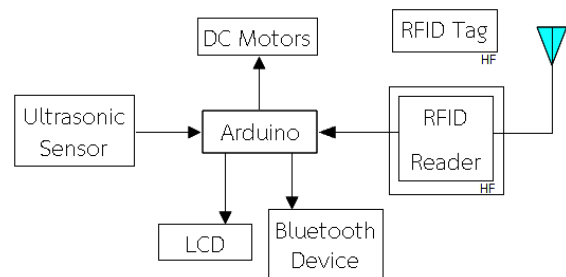
รูปที่ 2 จุดติดตั้งแท็กอาร์เอฟไอดีบนสนามทดสอบจำลอง

จากรูปที่ 2 ทำการออกแบบสนามทดสอบจำลอง โดยระยะทางของสนามทดสอบคือ 5 เมตร และมีแท็กอาร์เอฟไอดีถูกติดตั้งไว้จำนวน 4 จุด แต่ละจุดห่างกัน 1 เมตร ความกว้างของทางเดินเท่ากับ 38 เซนติเมตร และผนังกันทางเดินทั้งซ้ายและขวาทำจากโฟมมีความสูง 30 เซนติเมตร ส่วนการติดตั้งแท็กอาร์เอฟไอดี ซึ่งเป็นบัตรพลาสติกมีความกว้าง 5.5 เซนติเมตร ยาว 8.5 เซนติเมตร ถูกนำไปติดไว้กับกระดาษแข็งมีความกว้าง 7.5 เซนติเมตร โดยระยะการติดตั้งแท็กสามารถปรับเปลี่ยนระยะห่างให้

เหมาะสมกับการอ่านค่าข้อมูลแท็กอาร์เอฟไอดีให้มีประสิทธิภาพได้ ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีของหุ่นยนต์ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ต่อไป

4.2 โครงสร้างของระบบการทำงาน

เพื่อให้เห็นฟังก์ชันการทำงานของระบบทั้งหมดว่าแต่ละภาคส่วนมีความสำคัญและสัมพันธ์ต่อกันอย่างไร จึงได้ทำการเขียนบล็อกไดอะแกรม (Block diagram) ได้แก่ ส่วนประมวลผลและสั่งการ ส่วนการควบคุมมอเตอร์ส่วนแสดงผลข้อมูล ส่วนการตรวจจับสิ่งกีดขวาง ส่วนของระบบอาร์เอฟไอดี และ ส่วนการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์

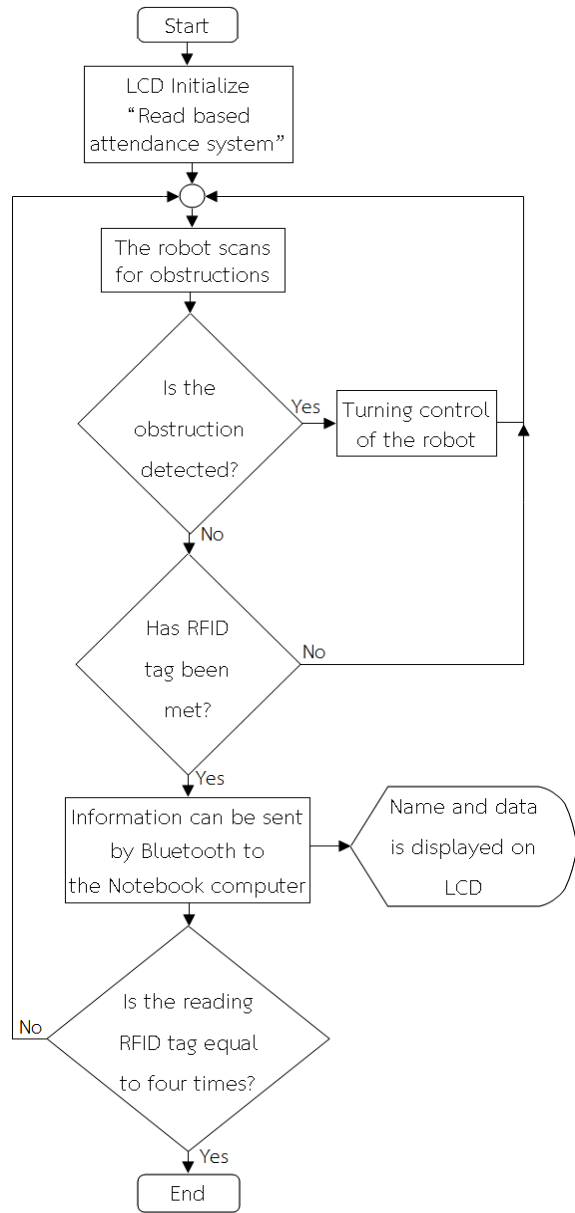
จากรูปที่ 3 หัวใจหลักของหุ่นยนต์คือ Arduino ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์รอบข้าง พร้อมทั้งสั่งการไปยังหน่วยอินพุตและเอาต์พุต [6] โดยเริ่มต้นในส่วนของภาคเซนเซอร์ทำหน้าที่เป็นอินพุตคอยตรวจสอบวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง ในขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไป โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าอัลตราโซนิก ส่วนภาคดีซีมอเตอร์มีจำนวน 4 ตัว จะถูกสั่งจาก Arduino ให้บังคับหมุนซ้ายหรือขวาเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางหรือเดินตรงไปข้างหน้า ส่วนภาค LCD จะแสดงผลการทำงานเมื่อหุ่นยนต์กำลัง

เคลื่อนที่ไปข้างหน้าคือ the robot forwards และแสดงผลข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ในพื้นที่ขณะนั้นรวมถึงหมายเลขไอดีของแท็กอาร์เอฟไอดี เมื่อหุ่นยนต์สามารถตรวจจับสัญญาณความถี่ของแท็กได้ เช่น the 2nd area หมายความว่า หุ่นยนต์ได้เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่สองของพื้นที่ (จากทั้งหมดมี 4 ตำแหน่ง) และอ่านข้อมูลจากแท็กคือ 4519321712176 (ซึ่งไอดีของแท็กจะไม่ซ้ำกัน) ส่วนภาคอาร์เอฟไอดีซึ่งมีทั้งตัวอ่านและแท็กอาร์เอฟไอดีเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างกันที่ความถี่เอชเอฟ คือ 13.56 MHz [7] ส่วนภาคสุดท้ายคือภาคบลูทูธ จะทำการส่งสัญญาณข้อมูลจากหุ่นยนต์ไปยังโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์โดยได้เขียนโปรแกรมการติดต่อสื่อสารระหว่างพอร์ตที่ใช้งานและอัตราบอด (Baud rate) เพื่อเชื่อมต่อการทำงานแบบบลูทูธ [1]

4.3 การออกแบบผังงานของหุ่นยนต์

การออกแบบแผนผังโปรแกรมการทำงานในส่วนนี้จะดำเนินตามทีละขั้นตอนเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้นคือ กำหนดค่าข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ LCD ต่อมาตรวจสอบสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์เซนเซอร์ว่าพบวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้าหรือไม่ ถ้าพบตัว Arduino จะประมวลผลข้อมูลว่าอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวา แล้วจึงทำการส่งสัญญาณออกไปบังคับเลี้ยวให้มอเตอร์หมุนซ้ายหรือขวาเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยเงื่อนไขที่ถูกโปรแกรมไว้คือเมื่ออัลตราโซนิกเซนเซอร์วัดระยะทางได้น้อยกว่า 10



รูปที่ 4 แผนผังโปรแกรมการทำงานหุ่นยนต์

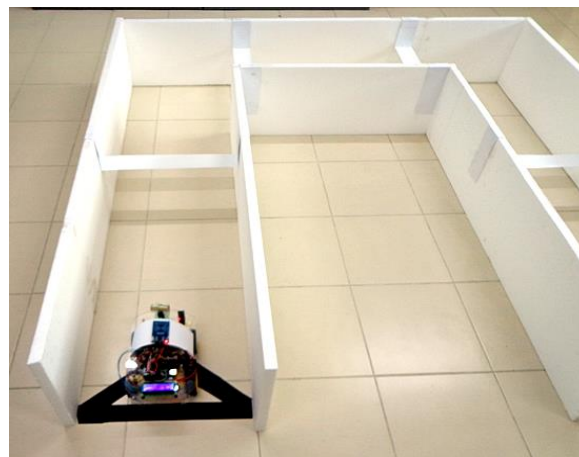
เซนติเมตรโปรแกรมจะสั่งให้มอเตอร์หยุดเป็นเวลา 0.5 วินาทีจากนั้นมอเตอร์จึงทำงานต่อ ซึ่งจะถูกโปรแกรมคำสั่งไว้ 3 เงื่อนไข ได้แก่ มอเตอร์เลี้ยวซ้ายในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางทางขวา มอเตอร์เลี้ยวขวาในกรณีที่มีสิ่งกีดขวางทางซ้ายและสุดท้ายถ้าไม่พบสิ่งกีดขวางเมื่อเซนเซอร์วัดระยะได้มากกว่า 10 เซนติเมตร ตัว Arduino จะสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าและ

ตรวจจับสัญญาณความถี่จากแท็กอาร์เอฟไอดีไปพร้อมกันในขณะที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถ้าตรวจพบแท็กให้หุ่นยนต์หยุด 2 วินาทีแล้วแสดงข้อความบนตัวอุปกรณ์ LCD ดังต่อไปนี้ คือ the 1st, the 2nd, the 3rd หรือ the 4th area และ ID: XXXXXX XXXXXX ขึ้นอยู่กับตำแหน่งพื้นที่ ที่ได้เดินทางไปถึงพร้อมกันนั้น ได้ส่งข้อมูลหมายเลขไอดีของแท็กไปยังโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ผ่านทางโมดูลบลูทูธที่ติดตั้งไว้ในหุ่นยนต์ เพื่อแจ้งให้ทราบว่าหุ่นยนต์ได้เดินทางมาถึงพื้นที่เป้าหมายแล้ว ต่อจาก นั้นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อไป จนกระทั่งอ่านแท็กได้ครบ 4 แท็กตามที่กำหนดไว้แล้วจึงหยุดการทำงานของหุ่นยนต์

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีของหุ่นยนต์ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่

อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีที่ใช้ในการทดลองคือ MIFARE รุ่น RC522 มีความถี่ 13.56 MHz [8] การติดตั้งระบบอาร์เอฟไอดีก็มีความสำคัญไม่แพ้กันกับการสร้างหุ่นยนต์ เนื่องจากว่าตำแหน่งที่ติดตั้งมีระยะห่างมากเกินไปหรือใกล้เกินไปในการอ่านแท็กขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ก็จะมีผลต่อความสามารถในการอ่านค่าข้อมูลของอาร์เอฟไอดีได้



รูปที่ 5 หุ่นยนต์อ่านค่าข้อมูลจากแท็กอาร์เอฟไอดี

ในการทดสอบเริ่มจากปล่อยหุ่นยนต์ที่จุดสตาร์ทให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ดังรูปที่ 6 และจะคอยตรวจจับสิ่งกีดขวาง การเข้ามาถึงของสัญญาณความถี่จากแท็ก ในจุดตำแหน่งต่างๆ ตามช่องทางที่กำหนดของสนามทดสอบ โดยระยะทางทั้งหมดของสนามทดสอบคือ 5 เมตร และมีแท็กอาร์เอฟไอดีถูกติดตั้งไว้ 4 จุด แต่ละจุดห่างกัน 1 เมตร ซึ่งตัวหุ่นยนต์จะติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีไว้และหุ่นยนต์สามารถปรับ เปลี่ยนความเร็วได้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีที่ดีที่สุด แล้วเลือกจุดติดตั้งอาร์เอฟไอดีที่สัมพันธ์กับความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยแบ่งระยะห่างระหว่างตัวอ่านกับแท็กอาร์เอฟไอดีที่ได้ทำการติดตั้งไว้ออกเป็น 4 ระยะคือ 30 มิลลิเมตร, 40 มิลลิเมตร, 50 มิลลิเมตร และ 60 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยระยะที่ 60 มิลลิเมตร เป็นระยะห่างสูงสุดที่รองรับการทำงานของอาร์เอฟไอดีรุ่นนี้ และมีการแบ่งความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็น 4 ช่วงด้วยกันคือ 4 เมตรต่อนาที, 5 เมตรต่อนาที, 6 เมตรต่อนาที และ 7 เมตรต่อนาที

ตามลำดับโดยที่ความเร็ว 7 เมตรต่อนาทีเป็นความเร็วสูงสุดที่ได้ทำการเขียนโปรแกรมเอาไว้

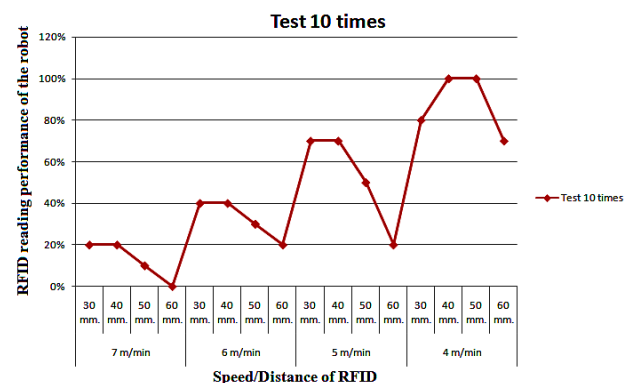
ตารางที่ 1 การทดสอบระบบอาร์เอฟไอดีกับความเร็วยของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ

ความเร็ว/ระยะห่าง RFID		ครั้งที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 m/min	30 mm.	/	/	X	X	X	X	X	X	X	X
	40 mm.	/	X	X	X	/	X	X	X	X	X
	50 mm.	/	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	60 mm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6 m/min	30 mm.	/	/	X	X	/	/	X	X	X	X
	40 mm.	/	/	X	X	/	X	X	X	/	X
	50 mm.	/	X	X	X	/	X	X	X	/	X
	60 mm.	/	X	X	X	X	X	X	X	/	X
5 m/min	30 mm.	/	/	/	/	/	/	X	/	X	X
	40 mm.	/	/	/	X	/	X	/	/	/	X
	50 mm.	/	/	X	X	/	/	X	X	/	X
	60 mm.	/	X	X	X	/	X	X	X	X	X
4 m/min	30 mm.	/	/	/	/	/	/	/	X	/	X
	40 mm.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	50 mm.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	60 mm.	/	/	X	/	/	/	/	X	X	/

หมายเหตุ : / คือ สามารถอ่านแท็กได้
X คือ ไม่สามารถอ่านแท็กได้

จากตารางที่ 1 ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดีกับความเร็วยของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ โดยทำการทดสอบจำนวนสองรอบของสนามทดสอบ ผลปรากฏว่าที่ช่วงความเร็วสูงสุดที่ได้

โปรแกรมหุ่นยนต์ไว้คือ 7 เมตรต่อนาที มีประสิทธิภาพการอ่านแท็กค่อนข้างน้อย ยิ่งถ้าระยะห่างของแท็กมากขึ้นคือ 60 มิลลิเมตร หุ่นยนต์ก็จะไม่สามารถอ่านแท็กได้เลย โดยในช่วงการทดสอบนี้ประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 10 และประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีของหุ่นยนต์ที่ดีที่สุดจะอยู่ที่ช่วงความเร็วประมาณ 4 เมตรต่อนาที ซึ่งมีระยะห่างของแท็กที่ติดตั้งไว้คือ 40 มิลลิเมตร กับ 50 มิลลิเมตร เป็นผลทำให้หุ่นยนต์สามารถอ่านแท็กได้ครบทุกแท็ก แต่ถ้าติดตั้งแท็กที่ระยะ 30 มิลลิเมตร และ 60 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการอ่านจะลดลง โดยในช่วงการทดสอบนี้ประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 87.5 ดังแสดงในกราฟรูปที่ 6



รูปที่ 6 การอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีในช่วงความเร็วต่อระยะห่างที่ติดตั้งในขณะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่

เนื่องจากว่าที่ระยะ 60 มิลลิเมตร เป็นระยะการอ่านสูงสุดของอุปกรณ์อาร์เอฟไอดีรุ่นนี้ อีกทั้งหุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ตลอด เวลาจึงเป็นผลทำให้หุ่นยนต์อ่านแท็กได้เพียงร้อยละ 70 ส่วนในระยะที่ 30 มิลลิเมตร เป็นระยะการอ่านใกล้สุดจึงทำให้ช่วงการสแกนความถี่ของระบบอาร์เอฟไอดีมีขนาดแคบลงในขณะที่หุ่นยนต์

มีการเคลื่อนที่ จึงเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการอ่านแท็กลดลงไปคิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งยังถือว่ามีประสิทธิภาพการอ่านแท็กมากกว่าช่วงความเร็วการโปรแกรมหุ่นยนต์ที่ 5, 6 และ 7 เมตรต่อนาที ตามลำดับ

5.2 การทดสอบการส่งค่าจากหุ่นยนต์ไปยังโปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธ

การทดสอบนี้เป็นการส่งค่าจากหุ่นยนต์ไปยังโปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธที่ได้ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010 Express โดยใช้ระยะเวลาติดตั้งระหว่างแท็กกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี อยู่ที่ 50 มิลลิเมตร และกำหนดความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ 4 เมตรต่อนาที เมื่อเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีอ่านค่าข้อมูลของแท็กแต่ละอันได้แล้ว จะต้องทำการส่งค่าที่อ่านได้ไปยังอาดูยโน้เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในหน่วยความจำ จากนั้นอาดูยโน้จึงทำการส่งค่าที่ได้ผ่านโมดูลบลูทูธออกไปแสดงผลยังโปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธ ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8



รูปที่ 7 โปรแกรมแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์ ทดสอบครั้ง 1



รูปที่ 8 โปรแกรมแสดงตำแหน่งของหุ่นยนต์ ทดสอบครั้ง 2

จากผลการทดสอบทั้งสองรอบพบว่า รอบแรกใช้เวลาเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปยังแท็กแต่ละแท็กคือ 18.25 วินาทีและรอบที่สองใช้เวลาเฉลี่ย 17.25 วินาที ซึ่งถือว่ามีเวลาเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในความเป็นจริงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต้องใช้เวลาเฉลี่ยในการเดินทางจากแท็กหนึ่งไปยังอีกแท็กหนึ่งอยู่ที่ 15 วินาทีตามที่ได้โปรแกรมความเร็วของหุ่นยนต์ไว้ (4 เมตรต่อนาที) แต่ผลลัพธ์ที่ปรากฏไม่ได้เป็นไปตามนั้น อาจเป็นเพราะว่าการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งแท็กที่ 1 หุ่นยนต์ต้องทำการสแกนตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวางก่อนแล้วจึงทำการเคลื่อนที่ออกไป ซึ่งจะทำให้เวลาคลาดเคลื่อนไปจากเดิมเล็กน้อยประมาณ 2-3 วินาที และอีกจุดหนึ่งที่ทำให้เวลาคลาดเคลื่อนไปเหมือนกันคือช่วงการเลี้ยวของหุ่นยนต์ที่ตำแหน่งแท็กที่ 1 ไปยังตำแหน่งแท็กที่ 2 และตำแหน่งแท็กที่ 3 ไปตำแหน่งแท็กที่ 4 ซึ่งตรงจุดนี้เองหุ่นยนต์นอกจากจะสแกนตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวางแล้วยังต้องทำการเลี้ยวขวาให้ได้องศาตามที่โปรแกรมไว้ จุดเหล่านี้เองอาจใช้เวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ประมาณ 3-5 วินาที ซึ่งโดยภาพรวมแล้ว ยังถือว่าการทำงานของหุ่นยนต์ประสบความสำเร็จด้วยดีสามารถอ่านแท็กได้ครบทุกแท็ก และส่งสัญญาณข้อมูลจากโมดูลบลูทูธไปยังโปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธให้แสดงผลได้อย่างถูกต้อง

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองงานวิจัยการพัฒนาหุ่นยนต์บอกตำแหน่งด้วยอาร์เอฟไอดีเชื่อมต่อผ่านบลูทูธ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีของหุ่นยนต์ในขณะกำลังเคลื่อนที่เพื่อหาระยะการติดตั้งแท็กที่เหมาะสมและการพัฒนาโปรแกรมควบคุมความเร็วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้ดีที่สุดเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์กับการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีให้ได้ครบทุกแท็ก จากผลการทดลองในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งแท็กที่ระยะ 40 มิลลิเมตร กับ 50 มิลลิเมตร โดยใช้ช่วงความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์สามารถอ่านแท็กได้ครบทุกแท็กเหมือนกัน จึงได้ทำการวิเคราะห์หาเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่ม ต้นไปยังตำแหน่งแท็กที่สี่ของสนามทดสอบพอดี ได้พบว่าหุ่นยนต์ที่ติดตั้งระยะการอ่านแท็กที่ 50 มิลลิเมตร ใช้เวลาน้อยกว่าระยะ 40 มิลลิเมตร คือ 70.5 : 75.2 วินาที ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าระยะการสแกนความถี่ของแท็กมีมากกว่าทำให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้รวดเร็ว ดังนั้นประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของการอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี ในขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่คือ ระยะ 50 มิลลิเมตร โดยใช้ความเร็ว 4 เมตรต่อวินาที

2) จากการทดสอบการส่งค่าข้อมูลจากหุ่นยนต์ไปยังโปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธ ในขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ โดยทำการทดสอบจำนวนสองรอบของสนามทดสอบจำลอง พบว่าหุ่นยนต์สามารถอ่านแท็กได้ครบทุกแท็ก และสามารถส่งข้อมูลผ่านบลูทูธไปแสดงผลที่โปรแกรมเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธได้อย่างถูกต้อง แต่เวลาเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบจำนวนสองรอบสนามทดสอบมีความแตกต่างกันเล็กน้อยประมาณ 1 วินาทีที่มีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งโดยภาพรวมแล้วการทำงานของหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

7. ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตาม นี่เป็นเพียงการทดสอบในสนามทดสอบเท่านั้น การนำไปใช้งานจริงต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย อาทิเช่นการเลือกใช้อุปกรณ์อาร์เอฟไอดีพื้นผิวถนนทางเดินของหุ่นยนต์ พลังงานไฟฟ้าสำรองที่ต้องเพียงพอ รวมถึงสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานต้องไม่มีสัญญาณความถี่เข้ามารบกวนและความชื้นด้วย ในส่วนการออกแบบโครงสร้าง ควรคำนึงถึงจุดยึดติดต่างๆ ว่าสามารถทนต่อแรงกระทำต่างๆ ได้หรือไม่ เช่น แรงกดจากน้ำหนักบรรทุก แรงบิดจากมอเตอร์ เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบความถูกต้องของงานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุลที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2557

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภโชค ชี้อตรง และ คทา ถิตย์เจิม. หุ่นยนต์บังคับด้วยระบบไร้สายผ่านคอมพิวเตอรื. ปรินูฎยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- [2] ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. เมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สยามคอมสงเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.
- [3] Michael Barr. Introduction to Pulse Width Modulation (PWM), available online: <http://www.barrgroup.com/Embedded-Systems/How-To/PWM-Pulse-Width-odulation>, 2007. [Retrieved 2015, April. 15]
- [4] ทีมงานไอเน็ท. โมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก, ออนไลน์แหล่งที่มา: <http://www.es.co.th/Schematic/PDF/NX-SFR05.PDF>, (ม.ป.ป.). [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2558]
- [5] ประสิทธิ์ ทีฆพุดมิ และ ไพโรจน์ ไหววานิชกิจ. เทคโนโลยี RFID. กรุงเทพฯ : ดอกหญ้าวิชาการ, 2549.
- [6] Simon Monk. 30 Arduino Projects for the Evil Genius. McGraw-Hill, New York, 2010.
- [7] ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ และ คณะ .ระบบบ่งชี้อัตโนมัติด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID system). ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค): เพชรเกษมการพิมพ์, 2552.
- [8] NXP B.V. MFRC522 Contactless Reader IC, Available online: <http://www.elecrow.com/download/MFRC522%20Datasheet.pdf>, 2007. [Retrieved 2015, September. 25]