

หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบโดยใช้โอโดเมทรีสำหรับระบบนำทาง อัตโนมัติบนบอร์ดสมองกลฝังตัว

Prototype Mapping Robot using Odometry for Autonomous Navigation Systems on Arduino Board

สุชาดา สิทธิจงสภาพร

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร (MII)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

E-mail: ssuchada@mut.ac.th

และ ณัฐพงศ์ แพน้อย

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร (MII)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

E-mail: nattapong@mutacth.com

Manuscript received April 6, 2020

Revised May 8, 2020

บทคัดย่อ

หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบจัดทำขึ้นมาเพื่อจำลองการสร้างแผนที่และการควบคุมการทำงานต่างๆของหุ่นยนต์ โดยการใช้หลักการของโอโดเมทรีสำหรับระบบนำทางอัตโนมัติ มีการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีในปัจจุบัน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน หลักการของหุ่นยนต์จำลองแผนที่ จะมีบอร์ด Arduino MEGA2560 และ Arduino UNO เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่และทำงานอื่น ๆ ของหุ่นยนต์ ได้แก่ เซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและการควบคุมหุ่นยนต์ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปจำลองหรือวาดแผนที่ต่อไป บทความนี้มุ่งเน้นอธิบายหลักการของโอโดเมทรีและการนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งด้วยตัวเองในหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ ผลการทดสอบพบว่า การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่และ

จำลองแผนที่ได้ โดยมีความคลาดเคลื่อนค่าที่เกิดจากการสั่นไหวของล้อทำให้ทิศทางและระยะทางที่ได้คลาดเคลื่อนเมื่อนำมาคำนวณหาตำแหน่งของหุ่นยนต์

คำสำคัญ: โอโดเมทรี ระบบนำทางอัตโนมัติ Arduino MEGA2560

ABSTRACT

Prototype mapping robot is to study the systems and methods for mapping simulation and control of various functions of the robot. An Arduino MEGA2560 is programmed using an integrated development environment (IDE) in order to control the robot motion and odometry. Sensors are used to analyze the environment and control the robot path for simulating the map. This paper is to focus on the principle of odometry and how to use it on prototype mapping

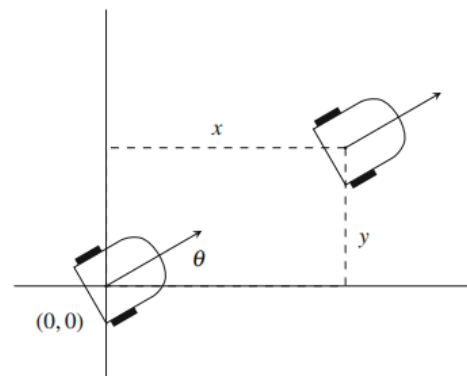
robot. Experimental results show that the movement of the robot can move and simulate the map. We found that the skid steering and position drift in the direction of the robot's movement can cause errors.

Keywords: Odometry, Autonomous Navigation Systems, Arduino MEGA2560

1. บทนำ

ปัจจุบันการสำรวจพื้นที่ที่มีวิธีการสำรวจที่แตกต่างกัน ได้แก่ การสำรวจขนาดพื้นที่และจำลองพื้นที่เพื่อเข้าช่วยเหลือและค้นหาเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้นในสถานที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้หรือเข้าถึงได้ยากลำบาก สำหรับการสร้างแผนที่ (Mapping) ของสภาพแวดล้อมจัดเป็นกระบวนการที่นำเอาข้อมูลการวัดสภาพแวดล้อมที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์ (Sensors) ชนิดต่าง ๆ มาใช้ประกอบกันเพื่อสร้างเป็นโครงสร้างของข้อมูลสำหรับอธิบายสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น ๆ ส่วนการระบุตำแหน่ง (Localization) เป็นการอธิบายถึงการวางตัวหรือการหาตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ หรือ หุ่นยนต์ (Robot) ที่สนใจในแผนที่ [1] โดยแผนที่นั้นอาจเป็นแผนที่ที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วหรืออาจจะเป็นแผนที่ซึ่งสร้างขึ้นใหม่ไปพร้อม ๆ กันกับการระบุตำแหน่งในการทำงานของหุ่นยนต์ ดังนั้นการระบุตำแหน่งและการสร้างแผนที่ (Localization and Mapping) จัดเป็นงานที่มีความสำคัญสำหรับหุ่นยนต์เป็นอย่างมาก เนื่องจากหุ่นยนต์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลแผนที่ ประกอบร่วมกับข้อมูลตำแหน่งของหุ่นยนต์ในการวางแผน เพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ ตอบสนองตามสภาพแวดล้อมนั้น ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนที่สำหรับหุ่นยนต์สำรวจอัตโนมัติ หุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ [2] หุ่นยนต์ทำความสะอาด [3] เป็นต้น

การพัฒนาาระบบนำทาง แบบอัตโนมัติ (Autonomous navigation systems) [4] เป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับการสร้างความสามารถในการนำทางที่เชื่อถือได้ ทั้งในสถานการณ์ที่มีระบบนำทางแบบ GPS (Global Positioning System) ที่ชัดเจนและในสถานการณ์ที่ระบบ GPS ไม่เชื่อถือ ดังนั้นระบบออดอมเทรี (Odometry) [5] - [6] เป็นระบบนำทางที่มีความสามารถในการควบคุมและหาตำแหน่งได้ด้วยตัวเอง (Self-localization) จึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก



รูปที่ 1 ตำแหน่งและการหันทิศทาง (Position and heading) [1]

โดยระบบ Odometry จะทำการจัดสรรตำแหน่งและทิศทางด้วยตนเองของยานพาหนะ สำหรับใช้ในการนำทางอัตโนมัติ การหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางและการติดตามวัตถุ โดยที่จะต้องมีการรักษาข้อมูลของตำแหน่งอย่างต่อเนื่อง

วิธีการวัดระยะทางในตัวและการแปลและการทำแผนที่พร้อมกัน (Simultaneous Localization And Mapping: SLAM) จัดเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการหาตำแหน่งได้ที่รวมระบบออดอมเทรี (Self-contained odometry methods) ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้รับความนิยม [7] - [8] โดยเทคนิค SLAM ช่วยให้สามารถคำนวณตำแหน่งและทิศทางของยานพาหนะตามข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์บนบอร์ดได้

บทความนี้มุ่งเน้นอธิบายหลักการของ Odometry ที่นำไปใช้ในการระบุตำแหน่งด้วยตัวเองในหุ่นยนต์จำลองแผนที่แบบร่วมกับบอร์ดสมองกลฝังตัวที่มีความสามารถหลากหลายในการใช้งาน [9]-[10]

2. การวัดระยะทางแบบ Odometry

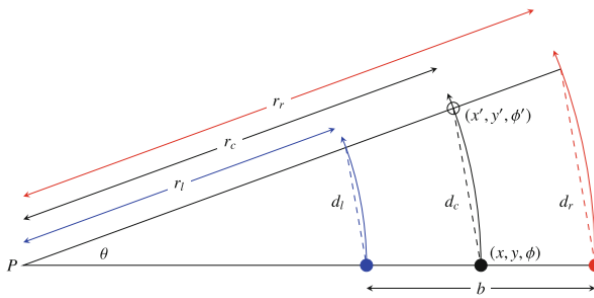
การวัดระยะทางแบบ Odometry [1] เป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้ในหุ่นยนต์สำหรับสำหรับระบบนำทางอัตโนมัติ ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งใหม่ของหุ่นยนต์ได้ในขณะที่มีการเคลื่อนที่เกี่ยวกับการหมุนของล้อ การคำนวณระยะทางด้วย Odometry โดยเริ่มต้นจากหุ่นยนต์เริ่มเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจากนั้นให้หุ่นยนต์เลี้ยว

Odometry เป็นรูปแบบของการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ ซึ่งจะต้องกำหนดตำแหน่งในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ สำหรับ Odometry จะกำหนดตำแหน่งได้โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงจากตำแหน่ง

เริ่มต้นที่ทราบของหุ่นยนต์ในขณะที่อยู่ตำแหน่งนั้น ซึ่งจัดเป็นการกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์เทียบกับตำแหน่งที่รู้จัก

2.1 Odometry สำหรับการระบุตำแหน่ง

การคำนวณการเคลื่อนที่ใน 2 มิติ กำหนดให้ตำแหน่งของหุ่นยนต์ (x, y) สัมพันธ์กับจุดกำเนิดและการหันทิศทาง θ ดังแสดงทิศทางของหุ่นยนต์ในรูปที่ 1 โดยเรียก (x, y, θ) เป็นตำแหน่งของ



รูปที่ 2 เรขาคณิตของการเลี้ยวซ้ายของหุ่นยนต์ที่มีสองล้อ [1]

หุ่นยนต์ ถ้าหุ่นยนต์เริ่มต้นที่จุดกำเนิด $(0,0)$ แล้วเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเป็นมุม θ ด้วยความเร็ว (v) และเวลาที่ใช้ (t) ดังนั้นสามารถหาระยะทาง (s) การเคลื่อนที่ได้ จาก $s = vt$ โดยตำแหน่งใหม่ของหุ่นยนต์ (x, y) จะคำนวณได้จาก [1]

$$x = vt \cos \theta \quad (1)$$

$$y = vt \sin \theta \quad (2)$$

2.2 Odometry สำหรับการเลี้ยว

จากรูปที่ 2 [1] สมมติว่าหุ่นยนต์ที่มี 2 ล้อทำการเลี้ยวซ้ายเล็กน้อยโดยล้อขวาจะเคลื่อนที่เร็วกว่าล้อซ้าย ในรูปหุ่นยนต์หันไปทางด้านบนโดย จุดสีฟ้าคือล้อซ้าย จุดสีแดงคือล้อขวาและจุดสีดำเป็นจุดศูนย์กลางของหุ่นยนต์ที่อยู่กึ่งกลางระหว่างล้อ โดย b เป็นระยะห่างระหว่างล้อและระยะทางที่ล้อสองล้อเคลื่อนที่และจุดศูนย์กลางเมื่อหุ่นยนต์ต้องหมุนเพื่อเลี้ยว นำมาคำนวณหาตำแหน่งใหม่และการหันทิศทางของหุ่นยนต์

ระยะทางการเคลื่อนที่ (d) จะสัมพันธ์กับกำลังงานของมอเตอร์ ความเร็วการหมุนและเวลาที่ใช้ ดังนี้

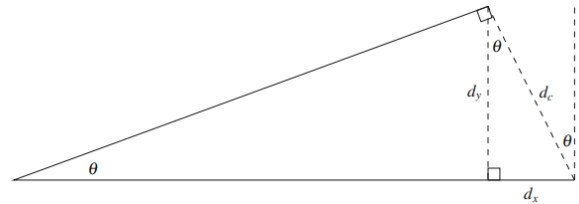
$$\therefore d_i = 2\pi R \omega_i t, \quad i = l, r \quad (3)$$

เมื่อ d_l เป็นระยะทางของล้อซ้าย d_r เป็นระยะทางของล้อขวา ω_l เป็นความเร็วการหมุนของล้อซ้าย ω_r เป็นความเร็วการหมุนของล้อขวา มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที และ R เป็นรัศมีของล้อ

จากรูปที่ 2 จะแสดงตำแหน่งหุ่นยนต์เริ่มต้นที่ (x, y, ϕ) เมื่อหุ่นยนต์หันหน้าไปทางเหนือ จะได้ $\phi' = \pi/2$ แล้วหลังจากหุ่นยนต์หมุน θ เรเดียแล้ว จะได้ตำแหน่งใหม่ เป็น (x', y', ϕ') โดยที่ $\phi' = \phi' + \theta$ ดังนั้นจะคำนวณหามุม θ ได้จาก

$$\therefore \theta = d_l/r_l = d_c/r_c = d_r/r_r \quad (4)$$

เมื่อ $\square\square, \square\square, \square\square$ เป็นระยะทางจากจุด P ในรูปที่ 2



รูปที่ 3 การหาตำแหน่งและทิศทางด้วยวิธีตรีโกณมิติ [1]

ความสัมพันธ์ของระยะทางของจุดศูนย์กลาง $\square\square$ คำนวณจาก

$$\therefore d_c = \frac{d_l + d_r}{2} \quad (5)$$

จากรูปที่ 3 คำนวณ d_x และ d_y โดยใช้วิธีตรีโกณมิติ¹ จะได้

$$d_x = -d_c \sin \theta \quad (6)$$

$$d_y = d_c \cos \theta \quad (7)$$

2.3 การหาตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง

การหาตำแหน่งสิ่งกีดขวาง (Obstacle) ในพิกัดฉาก (x, y) สามารถหาได้จาก

$$x_{obs} = x + D_{obs} \cos(\phi_{obs} - \phi') \quad (8)$$

$$y_{obs} = y + D_{obs} \sin(\phi_{obs} - \phi') \quad (9)$$

¹ $\sin(\theta + \pi/2) = \cos \theta$ และ $\cos(\theta + \pi/2) = -\sin \theta$

เมื่อ D_{obs} เป็นระยะห่างจากสิ่งกีดขวางกับตัวหุ่นยนต์ x_{obs} เป็นตำแหน่งสิ่งกีดขวางในแกน x และ y_{obs} เป็นตำแหน่งสิ่งกีดขวางในแกน y

3. ผังการทำงาน

รายละเอียดชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเป็นหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ มีดังนี้

- 1) โมดูลอัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 (Ultrasonic module) เป็นอุปกรณ์ใช้วัดระยะทางโดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัด วัดได้ตั้งแต่ 2 ซม. ถึง 400 ซม. โดยส่งสัญญาณอัลตราโซนิกที่มีความถี่ 40 KHz ไปยังวัตถุที่ต้องการวัดระยะทางและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา พร้อมทั้งจับเวลาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณระยะทาง
- 2) โมดูลวัดความเร็วมอเตอร์ด้วยแสงชนิดที่มีการเข้ารหัส (Motor Speed Sensor/Encoder Module) เป็นโมดูลที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ที่ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสโดยใช้ระยะทางจากการหมุนรอบตัวเอง แล้วแปลงออกมาเป็นรหัสในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าโดยสามารถนำเอารหัสเหล่านี้มาแปลงกลับเพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เช่น ระยะทาง การหมุน องศาของการเคลื่อนที่ หรือ ความเร็วรอบ แล้วนำค่าที่ได้มาแสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผล
- 3) เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerator sensor) เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ โดยเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน (3-Axes)
- 4) อุปกรณ์นำทางแบบเฉื่อยหรือระบบ IMU (Inertial Measurement Unit: IMU) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งการวางแผนและความเร็ว รวมทั้งทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องอ้างอิงภายนอก ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

4.1 เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerator sensor) ชนิด 3 ทิศทาง ที่มีไจโรสโคป (Gyroscopes) ชนิด 3 ทิศทาง เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์

4.2 เซนเซอร์ตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Geomagnetic Sensor) ชนิด 3 แกน เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจจับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือเรียกว่า เข็มทิศดิจิทัล (Digital compass)

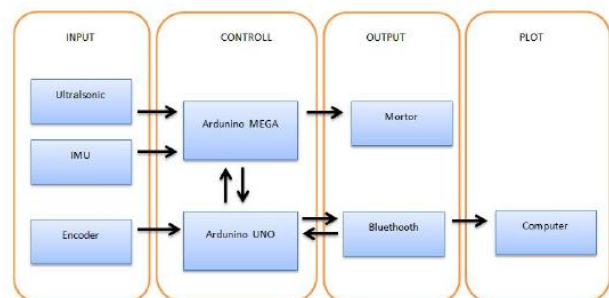
3) โมดูลบลูทูธ รุ่น HC-06

4) ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ รุ่น L298N

5) บอร์ด Arduino MEGA 2560 และ Arduino UNO

6) ชุดโครงหุ่นยนต์

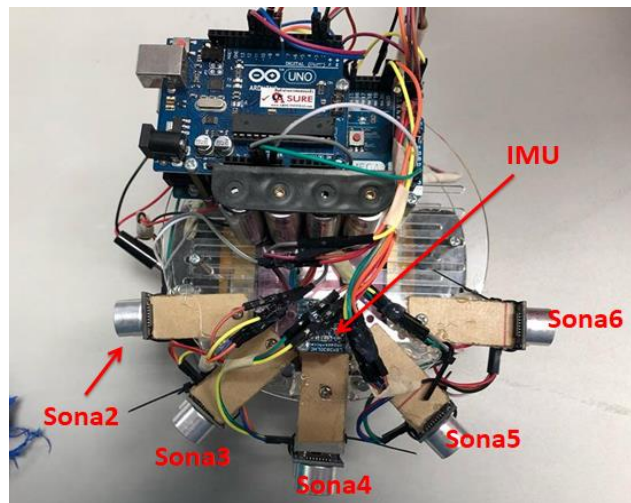
ผังการทำงานของหุ่นยนต์วาดแผนที่ต้นแบบ ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 มีการทำงานดังนี้ โดยเริ่มจากการรับสัญญาณอินพุตจากโมดูลอัลตราโซนิก และระบบ IMU ส่งไปให้ชุดควบคุมในส่วนที่เป็นบอร์ด Arduino MEGA ซึ่งจะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณเพื่อไปขับชุดมอเตอร์และติดต่อกับบอร์ด Arduino UNO ซึ่งรับสัญญาณอินพุตจากส่วนที่เป็นการเข้ารหัส แล้วบอร์ด Arduino UNO จะทำการแสดงผลไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางโมดูลบลูทูธ โดยเมื่อเริ่มคำสั่งระบบจะทำการคำนวณระยะทางและสิ่งกีดขวาง เมื่อตรวจสอบค่าคำสั่งที่ได้แล้ว จะนำมาคำนวณเพื่อหาทิศทางการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ตามที่ได้กำหนดค่าไว้



รูปที่ 4 ผังการทำงานของหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ

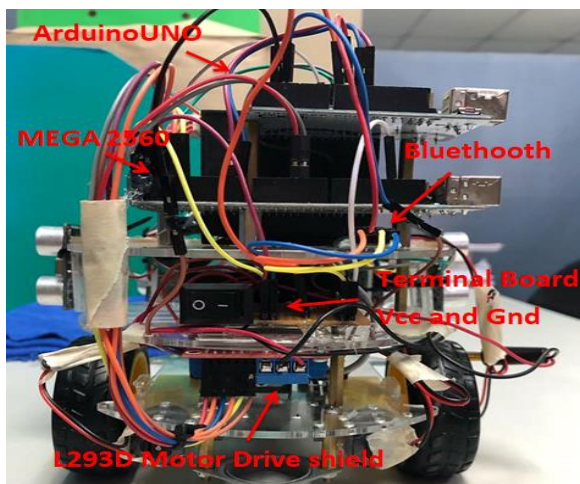


ก) โครงสร้างฐานและล้อ

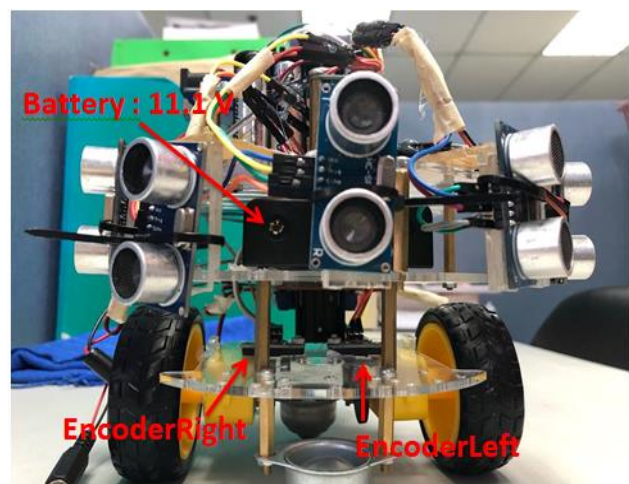


ข) Top view

รูปที่ 5 หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ (cont.)



ค) Rear view



ง) Front view

รูปที่ 5 หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ

3.1 โครงสร้างของหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ

หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ จะมีโมดูลอัลตราโซนิก (Sona2-Sona6) ใช้คำนวณหาสิ่งกีดขวางอยู่ที่ด้านหน้า โดยโครงสร้างหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีโครงสร้างฐานแบบ 2 ล้อ ดังแสดงในรูปที่ 5(ก) ซึ่งจากภาพด้านบน (Top view) พบว่าหุ่นยนต์ต้นแบบจะประกอบด้วยโมดูลอัลตราโซนิก 5 ตัวและโมดูล IMU 1 ตัวบริเวณตรงกลางของหุ่นยนต์ต้นแบบ ดัง

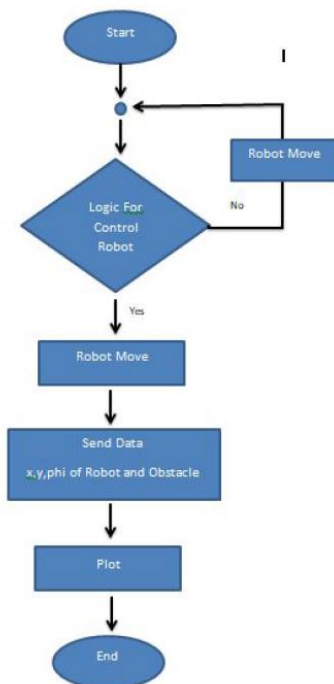
แสดงในรูปที่ 5(ข) และจากภาพด้านหลัง (Rear view) ดังแสดงในรูปที่ 5(ค) จะแสดงการติดตั้งบอร์ด Arduino UNO และ บอร์ด Arduino MEGA2560 และโมดูลบลูทูธที่ด้านบนของหุ่นยนต์ตามลำดับ และชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ฐานล้อของหุ่นยนต์ต้นแบบ จากภาพด้านหน้า (Front view) ดังแสดงในรูปที่ 5(ง) จะแสดงการติดตั้งแบตเตอรี่ ขนาด 11 V และชุดเข้ารหัส (Encoder) ที่ติดตั้งบริเวณล้อด้านขวาและล้อด้านซ้าย

3.2 เงื่อนไขควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

กำหนดเงื่อนไขควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับการออกแบบได้กำหนดตรรกะหรือลอจิก (Logic) ที่ใช้เป็นเงื่อนไขควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ ซึ่งกำหนดใช้ระยะ (d) เป็นเงื่อนไขควบคุม ดังนี้ ถ้ามีระยะน้อยกว่า 14 ซม. จะกำหนดให้มีลอจิก เป็น ระยะใกล้ (Close) ถ้ามีระยะมากกว่า 16 ซม. กำหนดให้มีลอจิก เป็น ระยะไกล (Far) และถ้ามีระยะอยู่ระหว่าง 14-16 ซม. จะกำหนดให้เป็นระยะที่เหมาะสม (Optimal)

ตารางที่ 1 เงื่อนไขควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ

Logic	ระยะ (□) เป็น ซม.
Close	□ ≤ 14
Optimal	14 < □ < 16
Far	□ ≥ 16



รูปที่ 6 ผังการทำงานของชุดควบคุม

3.3 ผังการทำงานของชุดควบคุม

ผังการทำงานของชุดควบคุม แสดงในรูปที่ 6 โดยจะใช้ลอจิกในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต้นแบบ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยค่าที่ได้จะเป็นระยะทางในแกน x แกน y และ มุมที่แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดส่งผ่านโมดูลบลูทูธ เพื่อแสดงเป็นกราฟทิศทางการเคลื่อนที่บนคอมพิวเตอร์

4. การทดลอง

ทำการจำลองพื้นที่เพื่อใช้สร้างแผนที่ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2x2 เมตรมีวัตถุทรงสี่เหลี่ยม 1 ชิ้น ขนาด 30x30 ซม. อยู่ตรงกลางของแผนที่ แล้วทำการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลโดยเก็บลงในชุดควบคุม ประกอบด้วยบอร์ด Arduino MEGA2560 และบอร์ด Arduino UNO ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลผ่านโมดูลบลูทูธ แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาทำการแสดงผลการจำลองแผนที่ด้วยโปรแกรม Matlab

ผลการจำลองการวาดแผนที่โดยทำการวาดกราฟ (Plot) จากข้อมูลที่ส่งผ่านมาทางโมดูลบลูทูธ ผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 7 ดังต่อไปนี้ รูปที่ 7(ก) แสดงการวาดแผนที่ของหุ่นยนต์ต้นแบบโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง และรูปที่ 7(ข) แสดงการวาดแผนที่ของหุ่นยนต์ต้นแบบโดยมีสิ่งกีดขวางเป็นวัตถุสี่เหลี่ยม ต่อมาในรูปที่ 7(ค) แสดงการวาดแผนที่และกำหนดค่าโดยมีสิ่งกีดขวางโดยใช้ข้อมูลดิบที่ได้รับมา และในรูปที่ 7(ง) แสดงการวาดแผนที่และกำหนดค่าโดยมีสิ่งกีดขวางโดยใช้ข้อมูลที่ได้ผ่านการกรองข้อมูลแล้ว

5. สรุป

หุ่นยนต์จำลองแผนที่ต้นแบบ สามารถเก็บข้อมูลที่ใช้สำหรับจำลองแผนที่ แล้วนำกลับมาวาดลักษณะของพื้นที่และสิ่งกีดขวางได้ โดยสามารถเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ และส่วนโมดูลอัลตราโซนิกสามารถตรวจสอบระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวางได้โดยมีความคลาดเคลื่อน (Error) ซึ่งคาดว่าอาจเกิดจากการสั่นไหวของล้อ ทำให้ทิศทางและระยะทางที่ได้คลาดเคลื่อนเมื่อนำมาใช้คำนวณหาตำแหน่งของหุ่นยนต์

ข้อจำกัดของวิธี Odometry ซึ่งจัดเป็นการวัดทางอ้อมที่เกี่ยวข้องกับกำลังงานของมอเตอร์หรือการเคลื่อนที่ของล้อเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของหุ่นยนต์นั้น อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วมอเตอร์และการหมุน

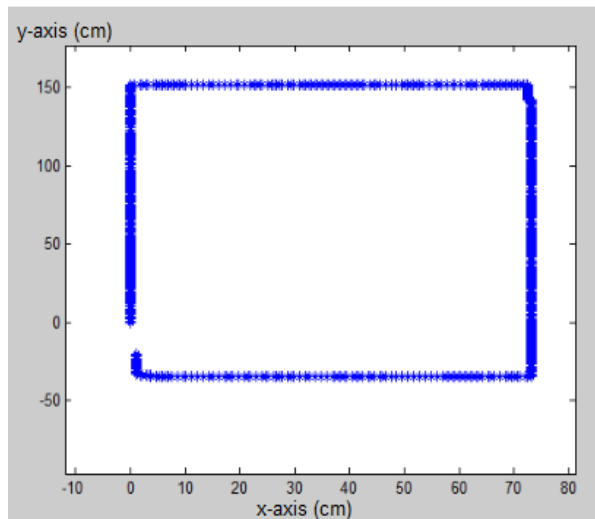
ของล้ออาจไม่เป็นเชิงเส้นและใช้เวลาที่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้ล้ออาจเกิดการสั่นไถลได้ ดังนั้นอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของล้อกับหุ่นยนต์ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ นายภัทรพล รุ่งศรีเรือง และ นายกิตติธร ศรีพลธรรม นักศึกษาสาขาวิศวกรรมวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร สำหรับความช่วยเหลือในบทความนี้

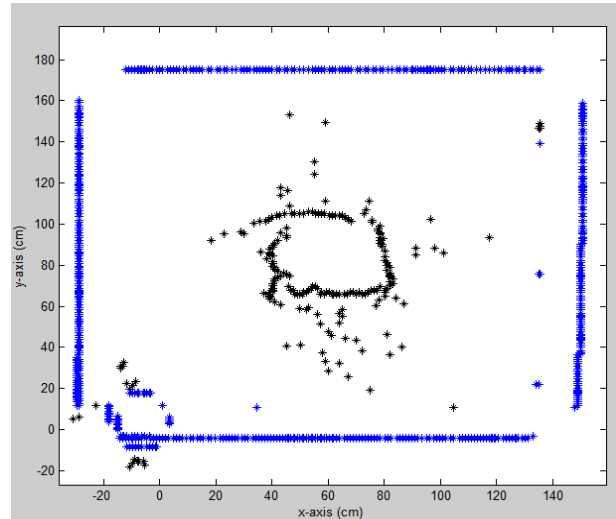
เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Ben-Ari and F. Mondada, "Elements of Robotics", Springer, 2018.

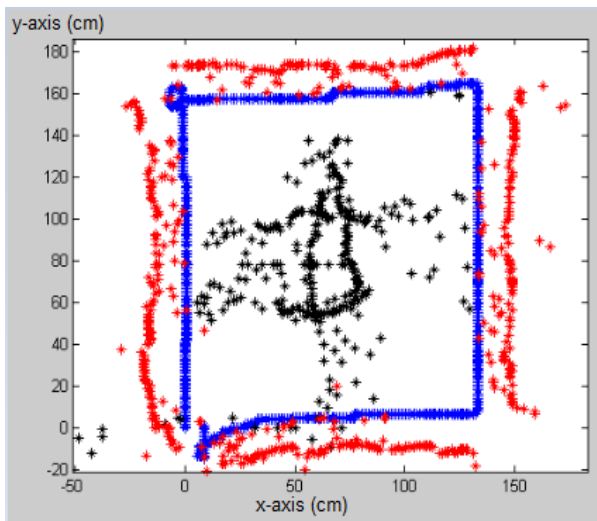


(ก) วาดแผนที่โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

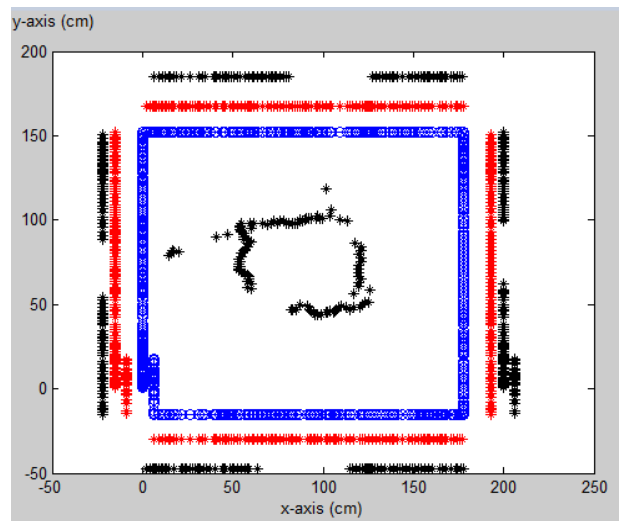
- [2] วริศรา เลิศสิทธิสุทธิ์, พัฒนพงษ์ เกียรติภัทรชัย, เศรษฐกาล โปร่งนุช, ณรงค์ ณรงค์รัตน์, "การออกแบบหุ่นยนต์ประจำสัมพันธ์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา", การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9, หน้า 1242-1255, 2561.
- [3] มนัสรา ชัยสุข, กฤษฎา จารุพิพัฒนกุล, เศรษฐกาล โปร่งนุช, รวี อุดมธนิ นทร์, "การสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติรองรับการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน", วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มรภ.สวนสุนันทา, 3(3), หน้า 4-15, 2558.
- [4] S. S. Mohamed, M. Hagbayan, T. Westerlund, J. Heikkonen, H. Tenhunen and J. Plosila, "A Survey on Odometry for Autonomous Navigation Systems", *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [5] D. Scaramuzza and F. Fraundorfer, "Visual Odometry [tutorial]," *IEEE Robotics and Automation Magazine*, vol. 18, no. 4, pp. 80-92, Dec. 2011



(ข) วาดแผนที่โดยมีสิ่งกีดขวาง



(ค) วาดแผนที่และกำหนดค่าพิกัดโดยมีสิ่งกีดขวางด้วยข้อมูลดิบ



(ง) วาดแผนที่และกำหนดค่าพิกัดโดยมีสิ่งกีดขวางเมื่อมีการกรองข้อมูล

รูปที่ 7 การจำลองแผนที่ของหุ่นยนต์ต้นแบบ

- [6] M. Egerstedt, "Odometry: Control of mobile robot", Received 31 January 2019 from <https://www.coursera.org/lecture/mobile-robot/odometry-L4gPH>
- [7] C. Shi, K. Huang, Q. Yu, J. Xiao, H. Lu, and C. Xie, "Extrinsic Calibration and Odometry for Camera-LiDAR Systems", *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [8] R. Mur-Artal, J. M. M. Montiel, and J. D. Tardós, "ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System", *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 31, no. 5, pp. 1147-1163, Oct. 2015.
- [9] มัสลิน อัจฉริยะ, ณทิพรดา พงษ์งาม, อาพันธ์ จานะ, เศรษฐกาล โปร่งนุช, ปฐกศักดิ์ อุตพัฒน์, อภิรักษ์ อธิณณมิต, ณัฐพร อารีรัชกุล, "การออกแบบระบบสมองกลฝังตัวสำหรับจอตrolleyยนต์ต้นแบบควบคุมด้วยคำสั่งเสียง", การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7, หน้า 3034-3047, 2559.
- [10] จักรพันธ์ ไชยวงศ์, เทพฤทธิ์ ธงเนาว์, ภาณุมาส ไสสุข, เศรษฐกาล โปร่งนุช และณรงค์ ณรงค์รัตน์, "การศึกษาการจัดสรรงานประสิทธิภาพสูงด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับระบบการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง", รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก ครั้งที่ 12, หน้า 158-166, 2562.



สุชาดา สิทธิจงสถาพร จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์) และ วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครและดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หัวหน้างานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ การประมวลผลขั้นสูง (Advanced signal processing) การประมวลผลเชิงสถิติ (Statistical signal processing) การประมวลผลเชิงภาพและวิดีโอ (Image and video processing) แมชชีนเลิร์นนิง (Machine learning) ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded system) และ อัลกอริทึมแบบปรับตัวได้ (Adaptive algorithm)



ณัฐพงศ์ แพน้อย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมระบบวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมระบบวัดคุม สถาบันนวัตกรรมมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่

อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic algorithm)