



การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44

The 44th Electrical Engineering Conference (EECON-44)

17-19 พฤศจิกายน 2564

ณ โรงแรม ที อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

- ไฟฟ้ากำลัง (PW)
- ไฟโตนิคส์ (PH)
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)
- วิศวกรรมชีวการแพทย์ (BE)
- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
- ระบบควบคุมและการวัดคุม (CT)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- พลังงานหมุนเวียน (RE)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)



EECON-44
Electrical Engineering Conference





ต้นแบบรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิดในโรงพยาบาลสนาม

Food Service Vehicle Prototype for COVID Patients in Field Hospital

บัญชา บุรพัฒน์ศิริ¹ สัญชัยยะ ผสมกุลสถิต¹ พิธิษฎ์ โภการัตน์กุล¹ ประภาส ผ่องสนาม² ชม กัมปนา³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

²สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

³คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอต้นแบบรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19 ในโรงพยาบาลสนาม จากการระบาดโควิด-19 ระลอก 3 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ต้องออกมาตรการกักกันหรือแยกผู้ป่วยที่ไม่ปรากฏอาการหรืออาการน้อยให้อยู่ในโรงพยาบาลสนาม แต่อย่างไรก็ตามยังคงคำนึงโอกาสการสัมผัสโรคของผู้ดูแลในโรงพยาบาลสนามด้วย รถบริการอาหารผู้ป่วยจึงสามารถลดปัญหานี้ได้ คณะผู้วิจัยจึงพัฒนาต้นแบบรถบริการอาหารเพื่อแก้ปัญหาความปลอดภัยของผู้ดูแลผู้ป่วย โดยรถที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์เกียร์ของรถบริการอาหาร มีตัวตรวจจับแถบเส้นทางที่กำหนดตามเส้นทางให้บริการผู้ถูกกักตัว จากผลการทดลองพบว่ารถบริการอาหารผู้ป่วยสามารถจอดตรงตำแหน่งบริการได้อย่างน่าพอใจ โดยมีความผิดพลาด ± 15 ซม. และ ± 20 ซม. จากจุดที่กำหนด เมื่อควบคุมด้วย PID และควบคุมด้วย on-off ตามลำดับ

คำสำคัญ: รถบริการอาหาร ผู้ป่วยโควิด-19 ตัวควบคุม PID

Abstract

This research explains the food service vehicle for COVID-19 patients in field hospitals. The third wave of COVID-19 with infections among people on the rise. Until must be a policy and decision to quarantine or isolate patients. However, must consider the safety of caregivers infected with COVID-19 patients. The food service vehicle for COVID-19 patients can reduce this problem. The researchers have been trying to develop the food service vehicle to solve the safety of caregivers. The gear motor drives a vehicle, that is controlled by a microcontroller. The navigator uses the sensors to detect lines, and the vehicle will move according to the specified line to the patients. The COVID patients and caregivers can control the vehicle through a computer, that is connected via wireless communications. The experimental results have shown that the position of vehicle to stop service is accurate, and satisfactory. The accuracy of stopped positions

in this research is about ± 15 cm. and ± 20 cm. for PID controller and on-off controller, respectively.

Keywords: food service vehicle, COVID-19 patients, PID controller

1. บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดโรคติดเชื้อโควิด-19 มีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ ศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ต้องออกมาตรการกักกันหรือแยกผู้ป่วยที่ไม่ปรากฏอาการหรืออาการน้อยให้อยู่ในโรงพยาบาลสนาม [1, 2] ซึ่งจำเป็นต้องมีผู้ให้การดูแลผู้ที่กักตัวในโรงพยาบาลสนาม ตลอดจนอำนวยความสะดวกแก่ผู้ไปกักตัวดังกล่าว การให้บริการแก่ผู้กักตัวผู้ดูแลมีโอกาสสัมผัสกับผู้ป่วยเหล่านี้ขณะเข้าไปให้บริการผู้ป่วย ดังนั้นเพื่อลดโอกาสการรับเชื้อโควิด-19 และอำนวยความสะดวกต่อผู้ป่วยรวมทั้งผู้ดูแล จึงควรมีรถบริการในการเสิร์ฟอาหาร ต้นแบบรถบริการอาหารพัฒนาต่อจากงานวิจัยระบบควบคุมยานพาหนะ PID แบบ offline [3] ซึ่งต่อมาได้มีนักวิจัยศึกษาการจำลองการรักษาสมดุลของการเคลื่อนที่ยานพาหนะ [4 - 5] จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงพัฒนาไปเป็นต้นแบบรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19 ที่ต้องกักตัวในโรงพยาบาลสนามควบคุมผ่าน Wi-Fi

เนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถบริการอาหารต้องคำนึงความสมดุลของตัวรถ คณะผู้วิจัยจึงเลือกระบบควบคุมแบบ PID ผสมกับการปรับจูน PID ให้รถบริการอาหารสามารถวิ่งไปตามเส้นโดยรักษาสมดุลของตัวรถไว้ได้ ในการออกแบบรถบริการอาหารมีลักษณะกึ่งอัตโนมัติ ควบคุมสั่งการผ่านระบบ Wi-Fi ไปยังตัวรถบริการอาหาร โดยมีบอร์ด ESP32 ที่ติดตั้งไว้ในรถเป็นตัวรับสัญญาณและทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุและตรวจจับเส้นทาง หลักการทำงานของระบบขับเคลื่อนตัวรถบริการอาหารเมื่อได้รับคำสั่งจากผู้ใช้ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบ Wi-Fi รถบริการอาหารจะทำงานอัตโนมัติ โดยรถบริการอาหารจะวิ่งตามเส้นไปยังเตียงพยาบาลที่ผู้ใช้งานกำหนด ในระหว่างที่รถบริการอาหารกำลังวิ่งถ้ามีวัตถุกีดขวางรถบริการอาหาร รถบริการอาหารจะหยุดจนกว่าไม่มีวัตถุกีดขวางรถจึงวิ่งต่อ เมื่อรถบริการอาหารถึงเตียงพยาบาลที่ผู้ใช้งานกำหนดรถบริการอาหารจะหยุดจนกว่าผู้ถูกกักตัวจะยกกล่องอาหารออกแล้วกดปุ่มรับ

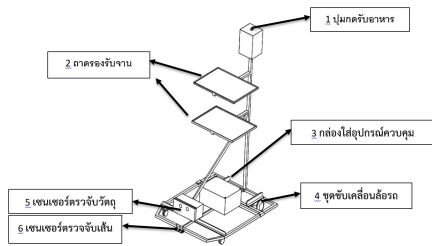


อาหาร รถบริการอาหารจะวิ่งไปตามเส้นทางเพื่อไปยังจุดอื่นหรือกลับไปรับคำสั่งใหม่ต่อไป ดังรายละเอียดที่กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2. ระบบโครงสร้างรถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19

2.1 การออกแบบโครงสร้างรถบริการอาหาร

การออกแบบรถบริการอาหารนั้น ต้องให้รถบริการอาหารเคลื่อนที่ราบเรียบและมีจุดศูนย์ถ่วงมั่นคงทั้งในขณะหยุดนิ่งและเคลื่อนที่ การควบคุมล้อรถและการเชื่อมต่ออุปกรณ์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ตัวรถบริการอาหารมีส่วนประกอบของมอเตอร์เกียร์ DC 12 V ใช้ในการขับเคลื่อนล้อรถบริการอาหาร บอร์ด L298N เป็นชุดขับมอเตอร์ชนิด H-Bridge ในการบังคับทิศทางและความเร็วรอบของมอเตอร์ ตัวตรวจจับเส้นทางการเดินของรถบริการอาหาร ตัวตรวจจับสิ่งกีดขวาง HC-SR04 และบอร์ดประมวลผล Node MCU ESP32 รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi และ Bluetooth 4.2 BLE พร้อมแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า ภาพรวมตัวรถบริการอาหารมีส่วนประกอบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างรถบริการอาหารให้ผู้ป่วยโควิด-19

2.2 ตัวแบบควบคุมล้อรถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19

การควบคุมล้อรถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19 ขึ้นอยู่กับตัวแบบพลศาสตร์และอัลกอริทึมในการควบคุมในงานวิจัย [4 - 5] ดังสมการ (1)-(3) ที่อธิบายการทรงตัวของรถบริการอาหาร

$$\sum F_x = 0; m_k \ddot{x} = -\frac{1}{2} F_H + F_{PH} - b \ddot{x} \quad (1)$$

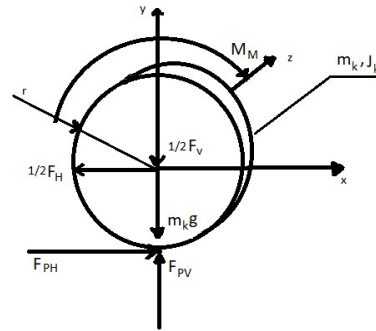
$$\sum F_y = 0; m_k \ddot{y} = -\frac{1}{2} F_V + F_{PV} - m_k g \quad (2)$$

$$\sum M_T = 0; J_k \ddot{\theta}_k = M_M - F_{PH} \quad (3)$$

และสามารถอธิบายสมการพลศาสตร์ของล้อรถได้ดังสมการที่ (4)-(5)

$$\sum F_x = 0; \ddot{x}_n = F_H \quad (4)$$

$$\sum F_y = 0; m_n \ddot{y}_n = F_V - m_n g \quad (5)$$



รูปที่ 2 การแทนค่าตัวแปรที่ล้อรถบริการอาหารในสมการ (1) – (5)

โดยมีตัวแปรของแรง โมเมนต์ มวล และความเร่งในสมการ (1) – (5) เป็นระบบสมการเชิงเส้นและปริภูมิสถานะของสมการพลศาสตร์ ศึกษามวลและทิศทางของรถบริการอาหารตามพิกัดฉาก 3 มิติ ดังในรูปที่ 2 อาศัยสมการข้างต้นนำไปหาค่าความเร็วของล้อ v_H และความเร็วเชิงมุมของล้อ ω_R การควบคุมการเคลื่อนที่ของรถบริการอาหารทำได้โดยการควบคุมการหมุนเชิงมุมของล้อ ω_{Right} และ ω_{Left} ดังสมการที่ (6) และ (7) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบควบคุมรถบริการอาหารต่อไป

$$v_{Right} = R \cdot \omega_{Right} \quad (6)$$

$$v_{Left} = R \cdot \omega_{Left} \quad (7)$$

เมื่อ R คือรัศมีของล้อ

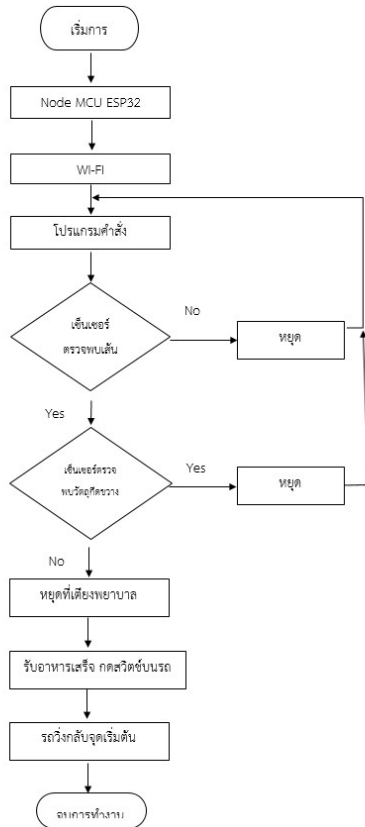
3. หลักการทำงานและการออกแบบระบบ

3.1 หลักการออกแบบระบบการทำงานของรถบริการอาหาร

การออกแบบรถบริการอาหารกึ่งอัตโนมัติควบคุมสั่งการผ่านระบบ WI-FI ไปยังตัวรถบริการอาหาร โดยมี บอร์ด ESP32 ติดตั้งไว้ในรถบริการอาหารเป็นตัวรับสัญญาณและทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุและตรวจจับเส้น ระบบขับเคลื่อนหลักจะทำงานเมื่อตัวรถบริการอาหารได้รับคำสั่งจากผู้ใช้ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบ Wi-Fi เมื่อตัวรถได้รับคำสั่งแล้วจะทำงานอัตโนมัติ โดยรถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19 จะวิ่งไปตามเส้นทางไปยังตำแหน่งเตียงพยาบาลต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนด ในระหว่างที่รถบริการอาหารกำลังวิ่งถ้ามีวัตถุกีดขวางรถบริการอาหารจะหยุดจนกว่าจะไม่มีวัตถุกีดขวางรถบริการอาหารจึงจะวิ่งต่อไป เมื่อรถบริการอาหารถึงเตียงพยาบาลที่ผู้ใช้งานกำหนดรถบริการอาหารจะหยุดจนกว่าผู้ถูกกักตัว



จะยกกล่องอาหารออกและกดปุ่มรถบริการอาหารเพื่อทำหน้าที่ต่อไปตามเส้นทางที่กำหนดจนครบถ้วน แล้ววิ่งกลับไปยังจุดเริ่มต้นเพื่อรอรับคำสั่งต่อไป ตามผังงานของรถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19 ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผังงานการทำงานของรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19

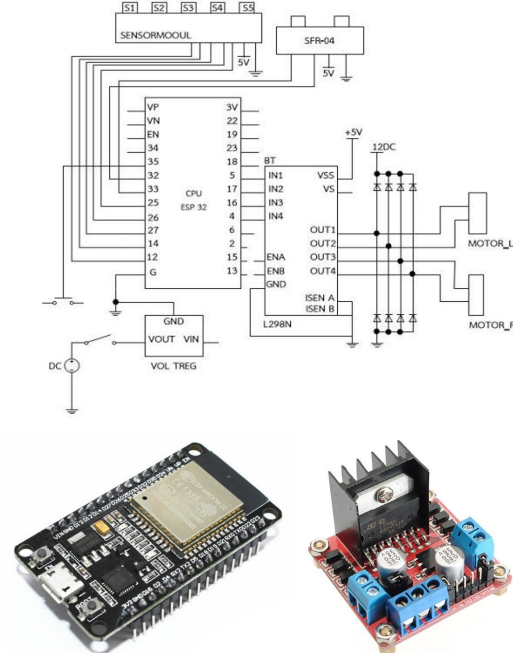
3.2 การออกแบบวงจรควบคุมอัตโนมัติ

รูปที่ 4 แสดงวงจรควบคุมการทำงานของรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19 ประกอบด้วยวงจรถควบคุมมอเตอร์ L298N Dual H-Bridge Motor Controller วงจรควบคุมเซนเซอร์ตรวจจับเส้นทางบนพื้นและวงจรถวจจับวัตถุกีดขวาง

4 การออกแบบตัวควบคุม

รูปที่ 5 เป็นตัวควบคุมป้อนกลับเพื่อรักษาความมั่นคงและทิศทางการเคลื่อนที่ของรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19 ในงานวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึมดิจิทัล PID [5] เมื่อ K_p , K_i , K_d คือค่า Controller gain amplification และ $e(t)$ คือค่า error signal นำอัลกอริทึมไปพัฒนาโปรแกรมภาษาซีบนไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนล้อรถบริการอาหารผ่านวงจรถควบคุมมอเตอร์ L298 N Dual H-Bridge Motor controller ขณะที่บอร์ดประมวลผลจะต้องรับสัญญาณการตรวจจับเส้นทางบนพื้น และสัญญาณตรวจจับสิ่งกีดขวาง อัลกอริทึมควบคุมระบบควบคุมแบบป้อนกลับประกอบด้วย P PI และ

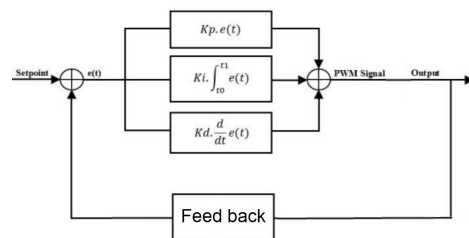
PID ในการปรับจูน PWM การปรับจูนเพื่อการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ในงานวิจัยนี้ปรับค่า $K_p = 55$ $K_i = 0$ และ $K_d = 15$ ตามลำดับ



บอร์ด Node MCU ESP32

บอร์ด L298N Dual H-Bridge Motor Controller

รูปที่ 4 วงจรควบคุมรถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุม PID

5 ผลการทดลอง

รถบริการอาหารผู้ป่วยโควิด-19 สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 5 กิโลกรัม จำนวนกล่องอาหารไม่เกิน 4 กล่อง ก่อนนำไปใช้งานในโรงพยาบาลสนามจะทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวรถบริการอาหารโดยจำลองเตียงพยาบาลจำนวน 3 เตียง กำหนดให้รถบริการอาหารเดินไปตามตำแหน่งที่กำหนด ทดสอบจำนวน 5 รอบ จับเวลาการเดินทางของรถบริการอาหารระยะทาง 14 เมตร ใช้เวลาเดินทางเฉลี่ย 29.09 วินาที (ตารางที่ 1) ผลทดสอบวงเดียวของรถบริการอาหาร (ตารางที่ 2) ผลทดสอบระยะหยุดเมื่อสิ่งกีดขวาง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 การทดลองความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถบริการอาหาร

เตียงพยาบาลที่	รอบที่ 1 (วินาที)	รอบที่ 2 (วินาที)	รอบที่ 3 (วินาที)	รอบที่ 4 (วินาที)	รอบที่ 5 (วินาที)	เฉลี่ย 5 รอบ	
1	ไป 3.5 m	13.59	14.14	14.03	14.25	14.24	14.05
	กลับ 10.5 m	41.2	41.2	41.37	43.91	42.42	42.43
2	ไป 7.0 m	28.96	28.01	29.13	29.02	30.39	29.1
	กลับ 7.0 m	29.21	30.48	30.87	28.29	31.14	29.97
3	ไป 10.5 m	43.77	45.26	46.67	44.02	42.11	44.36
	กลับ 3.5 m	13.82	14.43	15.14	14.51	15.29	14.63
ค่าเฉลี่ยต่อ 14 เมตร		28.48	28.92	29.95	28.89	29.32	29.09



รูปที่ 6 เตียงพยาบาลในโรงพยาบาลสนาม

ในการทดลองกำหนดให้ $K_v = 0$ เนื่องจากต้องการลดค่า offset และให้ผลตอบสนองเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามสามารถลดการขาดเสถียรภาพของรถบริการอาหารที่มุม 125° ได้โดยการเพิ่มค่า K_v แต่ต้องลดความเร็วของรถบริการอาหารด้วย ในการทดสอบความแม่นยำการควบคุมแบบ ON-OFF มีความแม่นยำน้อยกว่าการควบคุมแบบ PID เนื่องจากการควบคุมแบบ ON-OFF เป็น action ระหว่างสัญญาณควบคุมกับสัญญาณป้อนเข้าต่อค่าเป้าหมาย ซึ่งจะมีค่า dead band ทำให้เอาท์พุตผิดพลาดไปจากค่าเป้าหมายและมีแนวโน้มที่จะเกิดการแกว่งขึ้น การแกว่งนี้จะมีมากขึ้นเมื่อระบบมีค่า dead band มากขึ้น เป็นเหตุให้มีความผิดพลาดมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนการทดสอบความเร็วของรถบริการอาหารเป็นการทดสอบความเร็วของตัวรถบริการอาหารเท่านั้นยังไม่ได้รวมระยะเวลาหยุดให้บริการ ในการใช้งานจริงเวลาเฉลี่ยต่อรอบจะมากขึ้นตามจุดที่ให้บริการ

แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อจำกัดเรื่องแบตเตอรี่ จำนวนชั้นที่รองรับถาดอาหาร ความสามารถในการรับน้ำหนักให้มากขึ้นไปอีก ความคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่กำหนดในการบริการอาหาร ซึ่งสามารถพัฒนาให้มีศักยภาพสูงขึ้นกว่าในรุ่นต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วีระพงษ์ ทศวัฒน์ ปิยะกมล มหิวรรณ “การพัฒนาคุณภาพชีวิตทางสังคมของประชาชนและการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID - 19)” วารสารมหาจุฬานาครธรรม ปีที่ 7 ฉบับที่ 9 หน้า 40-55 กันยายน
- [2] Ministry of Health and Family Welfare Government of India. (2020). Guidelines for Quarantine facilities COVID-19. สืบค้น 10 มีนาคม 2564. <https://www.mohfw.gov.in/pdf/90542653311584546120quarantineguidelines.pdf>.
- [3] Chinmay Samak, Tanmay Samak, and Sivanathan Kandhasamy, “CONTROL STRATEGIES FOR AUTONOMOUS VEHICLES,” arXiv: 2011.08729v3 [cs.RO], pp. 1-49, 10 Sep 2021.
- [4] T. Tomislav, D. Andrea, and C. Mladen, “Self-Balancing Mobile Robot Tilter,” Transactions of FAMENA Academic Journal, Vol. 36, pp. 23-32, July 2012.
- [5] C. S. Shijin and K. Udayakumar, “Speed control of wheeled mobile robots using PID with dynamic and kinematic modeling,” 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), pp.1 - 7, 17-18 March 2017.

ตารางที่ 2 การทดสอบวงเลี้ยวของรถบริการอาหาร

องศา	ผ่าน	ไม่ผ่าน
175	/	
165	/	
155	/	
145	/	
135	/	
125		/

ภายหลังการทดสอบรถบริการอาหารได้ทำการขยายฐานข้อมูลจำนวนเตียงพยาบาลเป็น 7 เตียง ส่งอาหารได้ 4 ถาด เนื่องจากข้อจำกัดพื้นที่ของถาดที่วางถาดอาหาร พบว่าแบตเตอรี่ ก้อน 12 V 1.3 A ใช้ได้นาน 1 ชั่วโมง เดินทางได้ทั้งหมด 10 รอบ เตียงพยาบาลในโรงพยาบาลสนามมีรูปแบบดังรูปที่ 6 โดยมีความผิดพลาด ± 15 ซม. และ ± 20 ซม. จากจุดที่กำหนด เมื่อควบคุมด้วย PID และควบคุมด้วย on-off ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การทดลองตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นมนุษย์ แก้อ้อ และ กระเป๋

รอบที่	ระยะในการตรวจจับ (cm)	ระยะเฉลี่ยการหยุดของรถ (cm)
1	60	50
2	60	53
3	60	54
4	60	50
5	60	50
ค่าเฉลี่ย		51.4

6 สรุปและข้อเสนอแนะ

รถบริการอาหารสำหรับผู้ป่วยโควิด-19 หรือผู้ที่กักตัวในโรงพยาบาลสนามที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถนำไปให้บริการอาหารแก่ผู้ที่ต้องกักตัวในโรงพยาบาลสนามได้ ที่ความเร็วเฉลี่ย 0.5 เมตรต่อวินาที รถบริการอาหารนี้สามารถควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านการสื่อสารไร้สาย เป็นการลดโอกาสสัมผัสผู้ป่วยโควิด-19 ของผู้ดูแลผู้ป่วยได้ จำนวนน้ำหนักบรรทุกจะมีผลต่อความเร็วและเสถียรภาพของรถบริการอาหาร