การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44

The 44th Electrical Engineering Conference (EECON-44)

17-19 พฤศจิกายน 2564

ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

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

EECON XLI

EECON-44

Electrical Engineering Conference

EEAAT Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

IEEE PES Power & Energy Society®

TOPS Thailand Optics & Photonics Society

RMUTP

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
บทความวิจัยสาขา EL อิเล็กทรอนิกส์		
EL11	เทคนิคการสร้างสัญญาณรูปคลื่นสเปซเวกเตอร์โหมดกระแสแบบแอนะล็อก *ณัฐพงศ์ ธัญญรัตน์สกุล ปวิช ช้อยขุนทด ระพีพันธ์ แก้วอ่อน วินัย ใจกล้า และ ภมร ศิลาพันธ์* *มหาวิทยาลัยศิลปากร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*	614
บทความวิจัยสาขา BE วิศวกรรมชีวการแพทย์		
BE03	การศึกษาไดอิเล็กโตรโฟเรซิสและอิเล็กโตรโรเตชันของเซลล์ติดเชื้อมาลาเรีย *นิติพงศ์ ปานกลาง และ บุญชัย เตชะอำนาจ* *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*	634
บทความวิจัยสาขา PH โฟโตนิกส์		
PH02	การออกแบบเคเบิลเส้นใยนำแสงเพื่อป้องกันสัตว์กัดแทะชนิดกลมแบบฉนวนทั้งหมดสำหรับใช้งานการเข้าถึง *นฤทธิ์สมเจริญ ลำเภาพล อธิคม ฤกษบุตร และ สมมาตร แสงเงิน* *บริษัทโทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, มหาวิทยาลัยนเรศวร*	646
บทความวิจัยสาขา GN งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า		
GN47	การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต้นทุนต่ำเพื่อการทำระดับการเทพื้นด้วยปูนด้วยเทคโนโลยีแสงเลเซอร์แบบอัตโนมัติ *พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์, วิชชา อุปภัย , อดิศร จรัลวรกูลวงศ์ และ กมลภพ มีแป้น* *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*	836

การพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต้นทุนต่ำเพื่อการทำระดับการเทพื้นด้วยปูนด้วยเทคโนโลยีแสงเลเซอร์แบบอัตโนมัติ

Development of a Low-cost Automated Concrete Screed Robot by Laser Guided Technology

พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์ [1] วิชชา อุปภัย [2] อดิศร จรัลวรกูลวงศ์ [2] และกมลภพ มีแป้น [2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร peerapat.o@rmutp.ac.th,
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

การทำระดับของการเทพื้นด้วยปูน (Concrete Screed) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เนื่องจากพื้นที่ที่ได้ระดับจะทำให้งานปูพื้นทำงานได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ หากเป็นงานภายนอกอาคารพื้นที่ที่ได้ระดับจะลดปัญหาการกระแทกแตกเนื่องจากรถที่แล่นผ่าน และปัญหาเรื่องการระบายน้ำ อย่างไรก็ตามการทำระดับโดยอาศัยแรงงานคนมีโอกาสเกิดความผิดพลาด ในปัจจุบันการทำระดับมักใช้เครื่องจักรเป็นหลักซึ่งทำให้งานก่อสร้างมีค่าใช้จ่ายที่สูงตามไปด้วย แต่ด้วยการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบริษัท T.K. FLATFLOOR จึงเกิดเป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ปรับระดับอัตโนมัติ ควบคุมระยะไกลต้นทุนต่ำ เพื่อทดแทนเครื่องจักรกลที่มีราคาสูง งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือ เพื่อพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ตามข้อกำหนดจากภาคอุตสาหกรรม และทดสอบการทำงานเบื้องต้นผ่านระบบควบคุมระยะไกล ผลการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เป็นไปตามข้อกำหนดโดยสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.55 km/h ทั้งบนพื้นเรียบ และพื้นเอียงที่มีความชันไม่เกิน 5° คานระดับสามารถปรับทำมุมเอียงสูงสุดได้ 14° เทียบกับแนวระดับ การควบคุมการปรับระดับของคานระดับจากสัญญาณแสงเลเซอร์สามารถทำได้ แต่พบความผิดพลาดของการรับส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 17.5 จากการทดสอบด้วยแสงเลเซอร์ทั้งหมด ผลการทดสอบนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปรับระดับแบบอัตโนมัติในงานวิจัยขั้นต่อไป

คำสำคัญ: การปรับระดับพื้นปูน หุ่นยนต์ ระบบรับ-ส่งแสงเลเซอร์ การควบคุมไร้สาย

Abstract

Concrete Screed leveling is an important process because a flat floor make the floor covering process quickly and efficiently. For outdoor condition, the flat floor will reduce the problem of crashing due to passing cars and water drainage. Now a day, concrete screed labors was replaced by a high-technology machine which makes the high construction cost. To develop a low-cost concrete screed automatics robot, the collaboration between Rajamangala University of Technology Phra Nakhon and T.K. FLATFLOOR Company was settled. This research presents a part of an on-going collaborative project which is the development of a concrete screed robot according to industry requirements and preliminary test of operations via wireless remote control system. The results of the robot meet all requirements. The robot moving speed is 0.55 km/h either on a flat surface or inclined floors with a slope not more than 5°. A level beam can be adjusted to a maximum angle at 14° relative to the horizontal. The leveling of the level beams can be controlled from the laser signal. But there was some laser transmission error, which accounted for 17.5 percent of all laser tests. The results of these tests will be used to analyze and develop the automatic leveling control system for the next research phase.

Keywords: Concrete Screed, Robotics, Laser Sender and Receiver, and Wireless Control

1. บทนำ

การทำระดับของการเทพื้นด้วยปูน (Concrete Screed) เป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของการเทพื้นปูน เนื่องจากพื้นปูนที่ได้ระดับจะทำให้งานปูพื้นทำงานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ พื้นที่ที่ได้ระดับจะลดปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นทั้งปัญหาเรื่องการแตกเป็นหลุมจากการกระแทกของรถหรือรถเข็นเมื่อเคลื่อนที่ผ่าน หรือปัญหาเรื่องการระบายน้ำขังเนื่องจากฝนตก หรือการล้างทำความสะอาด เป็นต้น

สถิติจากสำนักงานสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สสช.) [1] ชี้ให้เห็นถึงการเติบโตของการก่อสร้างในประเทศ โดยในปี 2563 มีการอนุญาตให้ก่อสร้างใหม่ และต่อเติม คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 55.8 km^2

ในปัจจุบันการทำระดับของการเทพื้นสามารถทำโดยแรงงานคนและเครื่องจักร ซึ่งแรงงานคนจะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่า แต่จะใช้เวลามากกว่าเครื่องจักร เพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านงานเทพื้นของประเทศและลดปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการทำงานโดยเครื่องจักร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบริษัท T.K. FLATFLOOR ได้ทำความร่วมมือเพื่อพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ควบคุมระยะไกลเพื่อการปรับระดับพื้นผิวแบบอัตโนมัติ โดยงานวิจัยระยะที่ 1 เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์ที่ใช้ระบบแสงเลเซอร์เป็นตัวควบคุมการปรับระดับ และควบคุมการทำงาน

ด้วยระบบควบคุมไร้สาย โดยในบทความฉบับนี้จะนำเสนอรายละเอียดของการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ ระบบวงจรไฟฟ้าควบคุม และการทดสอบเบื้องต้นเพื่อควบคุมการปรับระดับด้วยระบบควบคุมระยะไกล

2. เครื่องจักรปรับระดับพื้น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

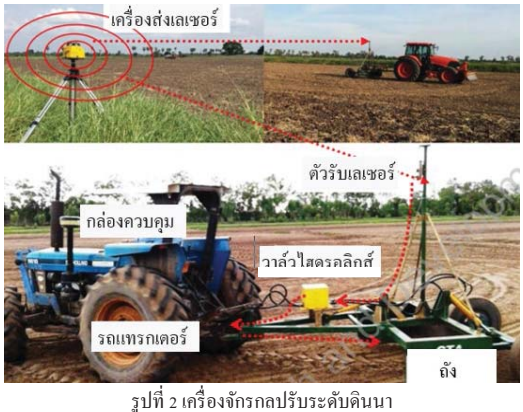
อุตสาหกรรมงานก่อสร้าง และการต่อเติมมีการเครื่องจักรในงานปรับระดับพื้นหลายรูปโดยแบบรูปแบบการทำงานหลักออกเป็น 1) หัวปรับระดับเคลื่อนที่แต่เครื่องจักรหยุดนิ่งดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) และ 2) หัวปรับระดับเคลื่อนที่ไปพร้อมกับเครื่องจักร ดังแสดงในรูปที่ 1 (ข) ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ปรับระดับพื้นรูปแบบที่ 2 ที่หัวปรับระดับเคลื่อนที่ไปพร้อมหุ่นยนต์ เพื่อตอบสนองความต้องการของบริษัท T.K. FLATFLOOR ที่ต้องการปรับระดับพื้นในพื้นที่จำกัด

ก) เครื่องจักรปรับระดับพื้นเชิงพาณิชย์แบบเครื่องจักรหยุดนิ่ง

ข) เครื่องจักรปรับระดับพื้นเชิงพาณิชย์แบบเครื่องจักรเคลื่อนที่

รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องจักรปรับระดับพื้นเชิงพาณิชย์

ในประเทศไทยโดยทีมวิจัยของเฟื่องลดา ธนะโชติ [4] ได้ประดิษฐ์เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาโดยใช้แสงเลเซอร์ ที่ติดตั้งตัวรับสัญญาณแสงเลเซอร์แบบเสาเดี่ยวเข้ากับตัวรถไถดังแสดงในรูปที่ 2 อย่างไรก็ตามลักษณะของการปรับระดับนี้ ไม่เหมาะกับการปรับระดับของการเทพื้นปูนที่ต้องการปรับระนาบคานระดับให้ขนานกับพื้นตลอดการทำงาน



รูปที่ 2 เครื่องจักรกลปรับระดับดินนา

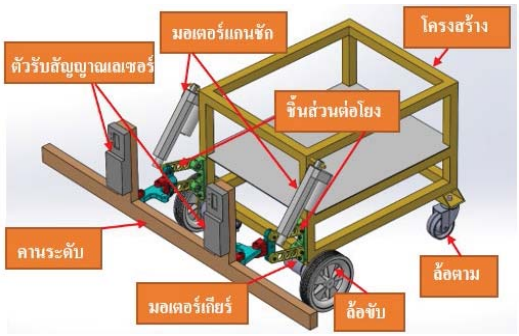
จากรูปแบบการทำงานของเครื่องจักรกลเชิงพาณิชย์ทั้ง 2 แบบ และงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีแสงเลเซอร์มาใช้ปรับระดับพื้นดินนา ทีมวิจัยได้นำแนวทางที่ได้รับมาปรับปรุง และพัฒนาสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต้นทุนต่ำเพื่อปรับระดับการเทพื้นโดยใช้เทคโนโลยีแสงเลเซอร์ เพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม หัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของการพัฒนาสร้างหุ่นยนต์

3. การพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ปรับระดับพื้นโดยใช้แสงเลเซอร์

ข้อกำหนดการออกแบบหุ่นยนต์ที่ได้รับจากภาคอุตสาหกรรม เพื่อทำงานทดแทนเครื่องจักรที่มีอยู่เดิมคือ 1) หุ่นยนต์ต้องเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า 0.5 km/h และขณะทำงานสามารถเคลื่อนที่ขึ้นทางชัน 5° โดยไม่สูญเสียความเร็ว 2) ลดค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรโดยการใช้ระบบรับส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ที่มีราคาถูกลง ซึ่งข้อกำหนดดังกล่าวนี้เป็นที่มาในการออกแบบโครงสร้าง ระบบขับเคลื่อน และการวางตำแหน่งเลเซอร์

3.1 โครงสร้างและระบบขับเคลื่อน

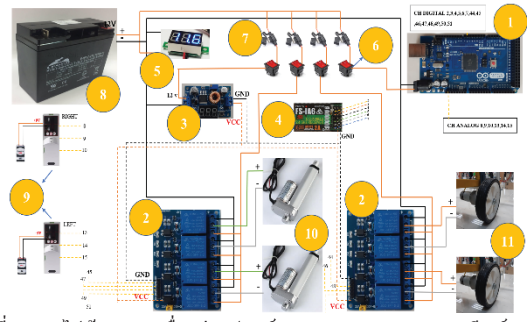
โครงสร้างหุ่นยนต์สร้างจากเหล็กกล่องขนาด 1.25x1.25 cm โดยมีขนาดรวม (กว้างxยาวxสูง) 50x50x50 cm ดังแสดงในรูปที่ 3 เพื่อติดตั้งแบตเตอรี่ขนาด 12 V 8 AH กล่องควบคุมการทำงานและรับสัญญาณควบคุมจากชุดบังคับไร้สาย ระบบขับเคลื่อนแบบ 2 ล้อ แยกอิสระ (Differential Drive) มีมอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 V ความเร็ว 20 rpm สำหรับน้ำหนักรวม 20 kg [2] และมีล้อประคอง 2 ล้อ ด้านหลัง



รูปที่ 3 โครงสร้างและระบบขับเคลื่อน

3.2 วงจรไฟฟ้า ระบบแสงเลเซอร์ และระบบรับสัญญาณ

วงจรไฟฟ้าของหุ่นยนต์แบบออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2) ควบคุมการปรับระดับพื้นปูนที่เท โดยหุ่นยนต์ถูกควบคุมการทำงานผ่านระบบบังคับระยะไกล รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ วงจรไฟฟ้าของหุ่นยนต์ และมีระบบแสงเลเซอร์ที่ใช้สำหรับการปรับระดับ ซึ่งประกอบด้วย ตัวส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA 2 ก้อน แรงดัน 1.5 V ตัวรับสัญญาณแสงเลเซอร์แบบแถบรับ มีขนาดแถบรับ (กว้างxยาว) 13x40 mm ใช้แบตเตอรี่ 9 V 1 ก้อน ดังแสดงในรูปที่ 5 (ก) ตัวส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ รูปที่ 5 (ข) ตัวรับสัญญาณแสงเลเซอร์



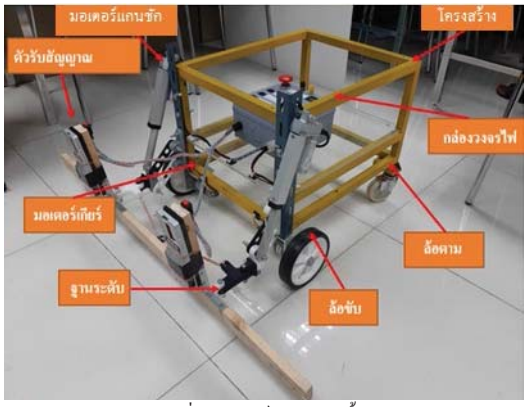
รูปที่ 4 วงจรไฟฟ้าและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ 1) Arduino MEGA2560 2) รีเลย์ควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนและมอเตอร์ปรับระดับ 3) ชุดปรับลดแรงดัน 4) ตัวรับสัญญาณควบคุมระยะไกลแบบ 2.4 GHz 6 ช่องสัญญาณ 5) หน้าปัดแสดงแรงดัน 6) สวิตช์เปิด-ปิด 7) ฟิวส์ 8) แบตเตอรี่กระแสตรงแรงดัน 12 V 9) ตัวรับสัญญาณเลเซอร์ 10) มอเตอร์กระแสตรงเชิงเส้นแรงดัน 12 V 11) มอเตอร์เกียร์กระแสตรงแรงดัน 12 V 20 rpm

ก) ตัวส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ ข) ตัวสัญญาณแสงเลเซอร์

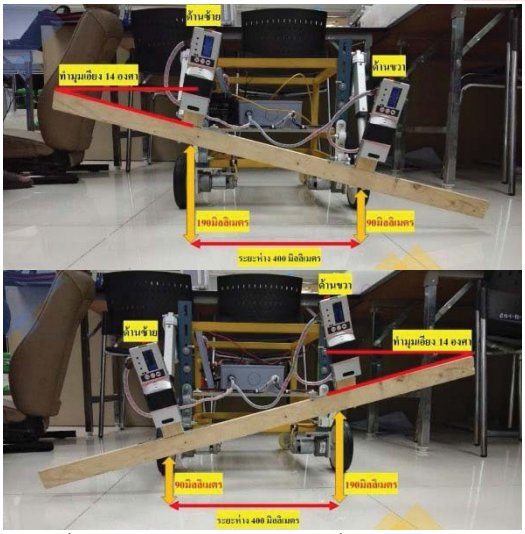
รูปที่ 5 ชุดรับ-ส่งสัญญาณแสงเลเซอร์

4. การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของหุ่นยนต์ปรับระดับ

หุ่นยนต์ปรับระดับพื้นดังแสดงในรูปที่ 6 ถูกทดสอบโดยแบ่งเป็น 1) การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระยะทาง 7 m จำนวน 20 ครั้ง บนพื้นราบ และพื้นเอียง 5° โดยจับเวลาการเคลื่อนที่ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าสามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้ 0.55 km/h ทั้งบนพื้นราบ และบนพื้นเอียง สอดคล้องกับข้อกำหนดจากภาคอุตสาหกรรม 2) การควบคุมการปรับระดับโดยอาศัยสัญญาณแสงเลเซอร์ในการควบคุม โดยการทดสอบในหัวข้อนี้จะแบ่งการทดสอบเป็น 2 การทดสอบคือ การทดสอบการปรับองศาของคานระดับพื้นปูน โดยสามารถปรับความเอียงสูงสุดได้ 14° วัดจากแนวระดับ และการทดสอบการปรับองศาของคานระดับด้วยสัญญาณแสงเลเซอร์ ดังแสดงรูปที่ 7การทดสอบปรับองศาของคานระดับเพื่อใช้บนพื้นที่ต่างระดับ



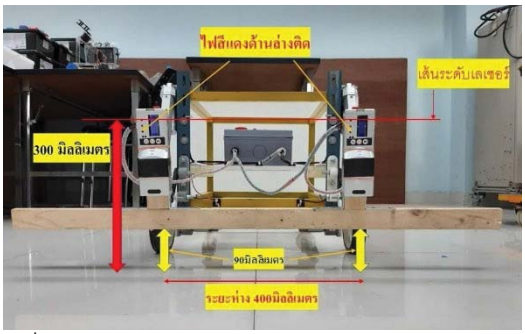
รูปที่ 6 หุ่นยนต์ปรับระดับพื้น



รูปที่ 7 การทดสอบการปรับองศาของคานที่มีมุมเอียงสูงสุด 14°

การทดสอบการปรับคานระดับด้วยสัญญาณแสงเลเซอร์เบื้องต้น มีขั้นตอนการทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์พื้นที่ปรับระดับรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) หุ่นยนต์ตั้งอยู่บนพื้นราบได้ระดับ และคานระดับเอียงทำมุมกับแนวระดับ เป็นมุมเอียงขนาดต่าง ๆ โดยคานระดับอาจอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าแนวระดับที่กำหนด รูปตัวอย่างการทดสอบถูกแสดงในรูปที่ 8 ขั้นตอนการทดสอบในส่วนนี้ จะทำการทดสอบปรับระดับตามสัญญาณแสงเลเซอร์จนกระทั่งคานระดับอยู่ในแนวระดับที่กำหนด โดยจำลองให้คานระดับเอียงซ้าย-ขวา และจำลองให้คานระดับวางขนานกับพื้น แต่กำหนดความสูงของคานระดับ ให้มีความสูงมากกว่า (110 mm) หรือน้อยกว่า (90 mm) ระดับความสูงของแนวระดับที่กำหนด (100 mm) ผลการทดสอบพบว่า หุ่นยนต์สามารถปรับคานระดับผ่านระบบควบคุมระยะไกลได้ จากการทดสอบ 20 ครั้ง มีความผิดพลาดเนื่องจากการรับสัญญาณแสงเลเซอร์ผิดพลาด 2 ครั้ง

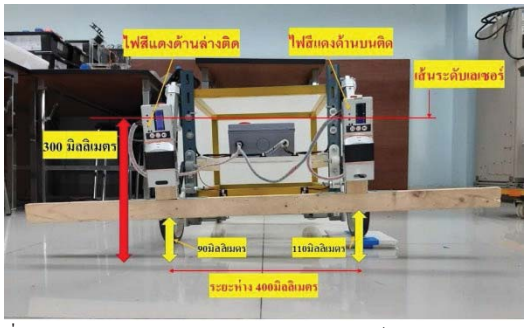


รูปที่ 8 ตัวอย่างการทดสอบการปรับระดับความสูงของคานระดับด้วยสัญญาณแสงเลเซอร์เมื่อหุ่นยนต์อยู่บนพื้นราบ

2) หุ่นยนต์ตั้งอยู่บนพื้นที่ไม่ได้ระดับ โดยที่ล้อข้างใดข้างหนึ่งอยู่บนพื้นที่ไม่ได้ระดับ (ระดับความเอียงของล้อต้องไม่เกิน 5°) และคานระดับเอียงทำมุมกับแนวระดับ เป็นมุมเอียงขนาดต่าง ๆ โดยคานระดับอาจอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าแนวระดับที่กำหนด ตัวอย่างการทดสอบบน

พื้นที่ไม่ได้ระดับถูกแสดงในรูปที่ 9 ขั้นตอนการทดสอบ ทำโดยการจำลองสถานการณ์ให้คานระดับเอียงซ้าย-ขวา และจำลองให้คานระดับวางขนานกับพื้น โดยที่กำหนดความสูงของคานระดับ ให้มีความสูงมากกว่าหรือน้อยกว่าความสูงของแนวระดับที่กำหนด (100 mm) ผลการทดสอบพบว่าหุ่นยนต์สามารถปรับคานระดับตามแนวระดับที่กำหนดได้ ผลการทดสอบจากการทดสอบ 20 ครั้ง หุ่นยนต์สามารถปรับคานระดับให้อยู่ในแนวระดับเที่กำหนดผ่านระบบควบคุมระยะไกลได้ แต่มีความผิดพลาดเนื่องจากการการรับสัญญาณแสงเลเซอร์ผิดพลาด 5 ครั้ง

การทดลองเบื้องต้นนี้ทำเพื่อจำลองสถานการณ์ที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปบนพื้นที่ที่ได้ระดับ และไม่ได้ระดับ คานระดับจะต้องสามารถรักษาแนว และความสูงของแนวระดับ เมื่อเทียบกับพื้นได้ เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการปรับแนวระดับอัตโนมัติในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 9 ตัวอย่างการทดสอบการปรับองศาของคานระดับด้วยสัญญาณแสงเลเซอร์บนพื้นที่ไม่ได้ระดับเมื่อคานระดับวางตัวเอียงจากแนวระดับ

ผลการทดสอบการปรับคานระดับ ด้วยสัญญาณแสงเลเซอร์ในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วขั้นต้น หัวข้อละ 20 ครั้ง (รวมทั้งหมด 40 ครั้ง) พบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากตัวรับสัญญาณแสงเลเซอร์มีสัญญาณเตือนผิดพลาดทั้งหมด 7 ครั้ง เป็นผลมาจากความเข้มของแสงเลเซอร์ที่ส่งมาที่ตัวรับสัญญาณมีค่าผิดพลาด ส่วนการทดสอบอื่น ๆ สามารถควบคุมผ่านระบบควบคุมระยะไกลได้

5. สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาสร้างหุ่นยนต์ปรับระดับการเทพื้นปูนนี้ เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบริษัท T.K. FLATFLOOR เพื่อทดแทนระบบเครื่องจักรที่มีอยู่เดิมที่มีค่าใช้จ่ายสูง โดยผลการพัฒนาในระยะที่ 1 ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์คือ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.55 km/h ทั้งบนพื้นเรียบ และบนพื้นเอียงไม่เกิน 5° หุ่นยนต์มีขนาดเล็กเหมาะสมกับการทำงานในพื้นที่จำกัด และใช้ระบบรับ-ส่ง สัญญาณแสงเลเซอร์ราคาถูกได้ อย่างไรก็ตามด้วยคุณภาพของระบบรับ-ส่งแสงเลเซอร์ทำให้เกิดความผิดพลาดในการปรับระดับ คิดเป็นร้อยละ 17.5 ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่มีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบชี้ให้เห็นถึงรูปแบบการทำงานของหุ่นยนต์ ที่พร้อมต่อการพัฒนาระบบควบคุมการปรับคานระดับอัตโนมัติ สำหรับพื้นเรียบและพื้นที่ไม่ได้ระดับ และยังชี้ให้เห็นถึงผลการทำงานของระบบแสงเลเซอร์ที่จำเป็นต้องพัฒนาระบบควบคุม และระบบตรวจสอบการทำงานเพื่อเพิ่มระดับความมั่นใจของการทำงานของระบบแสงเลเซอร์ต้นทุนต่ำสำหรับงานวิจัยระยะต่อไป

ในงานวิจัยขั้นต่อไปจะเป็นการพัฒนาระบบควบคุม เพื่อทำให้หุ่นยนต์สามารถปรับคานระดับแบบอัตโนมัติ และลดความผิดพลาดของการรับ-ส่งสัญญาณแสงเลเซอร์ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาปรับใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กองสถิติเศรษฐกิจ สำนักงานสถิติแห่งชาติ “การประมวลข้อมูลพื้นที่การก่อสร้างไตรมาสที่ 1 ปี 2564”

[2] https://ligchine.com/ accessed on 15/8/2021

[3] https://masterscreed.com/ accessed on 15/8/2021

[4] http://www.ricethailand.go.th/ accessed on 7/01/2019

พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, งานวิจัย Robotics, Automation Machine

ดร.วิชชา อุปภัย อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, งานวิจัย Control and Automation Machine

อดิศร จรัลวรกูลวงศ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, งานวิจัย Material Analysis

กมลภพ มีแป้น อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, งานวิจัย Control, Mechatronics and Systems Engineering, Modelling and Simulation, System Identification, System Modelling and Simulation