

การพัฒนารถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา

ศิริวรรณ พลเศษ^{1*} กิตติศักดิ์ วาดสันทัด² ปรัชญ์ ใจกว้าง³

Received : July 17, 2020

Revised : December 23, 2020

Accepted : December 25, 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนารถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ สำหรับผู้พิการทางขา 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งการพัฒนาเป็นรูปแบบนวัตกรรมสำหรับผู้พิการทางขาสามารถช่วยเหลือตนเองได้ หรือสามารถเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนา รถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ โดยมีจุดเด่น คือ รถไฟฟ้าจำนวน 4 ล้อ สามารถขับเคลื่อนอิสระ เช่น ทางลาดชัน ทางขรุขระ ทางเนิน และทางต่างระดับ ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า ผลการทดลองระบบควบคุมความเร็วสูงสุดอัตโนมัติ (Boost control) ที่ 4WD สามารถเคลื่อนที่ได้เพิ่มขึ้นจากความเร็วคงที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็ว 18.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยวัดค่าไฟฟ้ากระแสได้ 20 แอมแปร์ ค่าไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อรถออกตัวได้ 9.8 แอมแปร์ ขณะที่รถไฟฟ้าเร่งความเร็วสูงสุดสามารถรับน้ำหนักได้รวม ทั้งหมด 246 กิโลกรัม รถไฟฟ้าเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสามารถขึ้นฟุตบาทได้ โดยวัดความสูงของฟุตบาทที่ขณะมีผู้ใช้งานขับได้ระดับที่ 8 - 10 เซนติเมตรเท่านั้น

คำสำคัญ: รถไฟฟ้าขนาดเล็ก ขับเคลื่อน4ล้ออิสระ ผู้พิการทางขา

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อีเมล: superorange2529@gmail.com

² อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อีเมล: kittisak.wad@vru.ac.th

³ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อีเมล: p.kluay_elec@hotmail.com

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: superorange2529@gmail.com

THE DEVELOPMENT OF SMALL FREE 4-WHEEL DRIVE ELECTRIC CART FOR THE DISABLED

Siriwan Polset¹ Kititsak Wadsuntud² Prach Jaikwang³**Abstract**

The objectives purposes of this research ware 1) to develop small free 4-wheel drive electric carts for the disabled, 2) to measure the performance. Of the created model that facilitates the disabled to be able to support themselves when necessary or to help them with mobility. The researchers researched and built free electric carts for the disabled. The highlight is that it is possible to move freely on slopes, rugged roads, elevations, and uneven floors. The results from testing the boost control system showed that the 4-wheel drive electric cart could increase its speed from a constant speed of 10 km/h to 18.8 km/h; with the current voltage measured at 20 amps and the direct current voltage measured at 9.8 amps when they were first launched. The electric carts' gross weight when traveled by a user was 246 kg. The small 4-wheel drive electric cart were able to move up only the elevations of 8-10 centimeter when traveled by a user.

Keywords: Mini electric vehicle, Free 4-wheels drive, The disabled

¹ Lecturer, Mechatronic and Robotics Engineering, Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, e-mail: superorange2529@gmail.com

² Lecturer, Mechatronic and Robotics Engineering, Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, e-mail: kittisak.wad@vru.ac.th

³ Lecturer, Mechatronic and Robotics Engineering, Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage, e-mail: p.kluay_elec@hotmail.com

*Corresponding author, e-mail: superorange2529@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันตามข้อมูลสถิติของผู้พิการในประเทศไทยจากฐานข้อมูลของผู้มีบัตรคนพิการ ของกรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ ข้อมูลเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2563 มีจำนวนผู้พิการที่ยังมีชีวิตอยู่รวมทั้งสิ้น 1.99 ล้านคน โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนผู้พิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย มีจำนวน 985,000 คน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49 ซึ่งถือว่าเป็นประเภทที่มีสัดส่วนสูงสุด เมื่อเทียบกับผู้พิการประเภทอื่น ๆ (สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์, 2563)

ดังนั้นปัจจุบันการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการทางขาหรือผู้สูงอายุนั้น จึงมีความต้องการนวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางขาหรือผู้สูงอายุ เนื่องจากนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้จะได้มีผลกระทบและมีประโยชน์กับจำนวนของผู้พิการที่สามารถนำไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตได้ในสัดส่วนที่มากกว่าประเภทอื่น โดยการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างได้ศึกษาความต้องการของผู้พิการเนื่องจากนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นนั้นจะรองรับการใช้ชีวิตประจำวันของผู้พิการ ทางผู้จัดทำจึงได้ทั้งแนวคิด หาความรู้เพิ่มเติมและแนวทางการพัฒนางานวิจัยนี้ขึ้นมา ซึ่งได้ข้อสรุปดังกล่าวและได้แนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมรถไฟไฟฟ้าให้คนพิการทางขาสามารถขับและเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการได้ในชีวิตประจำวัน โดยมีความพิเศษที่สามารถขับเคลื่อนได้แบบ 4 ล้ออิสระ เพื่อที่จะทำให้รถไฟฟ้ามักำลังจนสามารถเคลื่อนที่ไปยังถนนในพื้นที่ที่มีทางขรุขระ หรือถนนที่ไม่ราบเรียบได้ และสามารถเคลื่อนที่ขึ้นพุดบาท หรือขอบถนน ที่ไม่ถูกออกแบบไว้สำหรับผู้พิการ ซึ่งโดยปกติรถสำหรับผู้พิการทั่วไป ที่จะมีเพียง 3 ล้อ จะยังไม่สามารถขึ้นพุดบาทได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้พัฒนาเพื่อมีจุดประสงค์ให้เป็นนวัตกรรมทางเลือกของผู้พิการรวมถึงผู้สูงอายุ ที่สามารถเลือกนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามบริบทความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวันและกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้พิการสามารถช่วยเหลือตนเองได้สำหรับการเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ของผู้พิการหรือผู้สูงอายุ ทั้งนี้สามารถอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างเสมอภาคอย่างยั่งยืนต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพรถไฟฟ้านขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้พัฒนารถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานและทดสอบประสิทธิภาพ ดังนี้

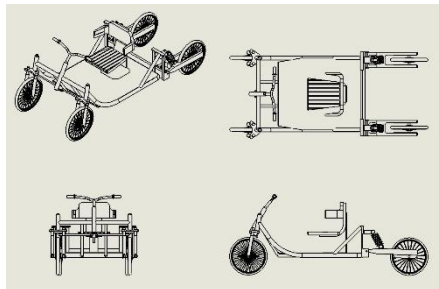
1. ศึกษาข้อมูลทางเทคนิค

จากการศึกษาข้อมูลทางเทคนิคพื้นฐานข้อมูลแนวคิดที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น รถจักรยานไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าแบบไร้แปรงถ่าน และวิธีการควบคุมมอเตอร์ (เฉลิมพล เรื่องพัฒนาวิวัฒน์ และ ยุทธนา กันทะพะเยา, 2559) จึงได้แนวความคิดการพัฒนานวัตกรรมเพื่อผู้พิการทางขา โดยพัฒนาเป็นรถไฟฟ้านขนาดเล็ก

เล็กที่สามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนล้อได้โดยอิสระทั้ง 4 ล้อ เพื่อให้ผู้ขับขี่ที่เป็นผู้พิการทางขา หรือผู้สูงอายุ สามารถเพิ่มแรงบิดของมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนรถไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสภาพถนนหรือพื้นที่ที่ผู้พิการทางขาไม่สามารถเดินทางได้ จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวได้นำชุดประกอบของมอเตอร์สำหรับรถจักรยานไฟฟ้ามาใช้ เนื่องจากใช้เทคโนโลยีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน (Brushless DC หรือเรียกสั้นๆว่า BLDC) ที่มีลักษณะคล้ายดุมล้อขนาดเล็กที่มีชุดเฟืองแพลนเนตารี (Planetary gear) สำหรับเพิ่มแรงบิดภายในเพื่อให้มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การออกตัวของล้อไม่สะดุด โดยไม่เพิ่มอุปกรณ์ในการควบคุมจังหวะออกตัว พร้อมทั้งในชุดประกอบที่มีการจำหน่ายโดยแพร่หลาย ซึ่งจะมิชุดกล่องควบคุมที่เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าชุดขับเคลื่อนสามารถทำงานได้สัมพันธ์กับค่ามูเมนต์ของขดลวดในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่าน ส่วนชุดประกอบมอเตอร์สำหรับรถจักรยานไฟฟ้าครั้งนี้ จุดเด่นคือผู้วิจัยเน้นต้นทุนต่ำและเน้นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพให้เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งาน

2. การออกแบบรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา (Ebikethakit, 2554) โดยการทำการออกแบบโครงสร้าง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ออกแบบโครงสร้างรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ 4 มุมมอง

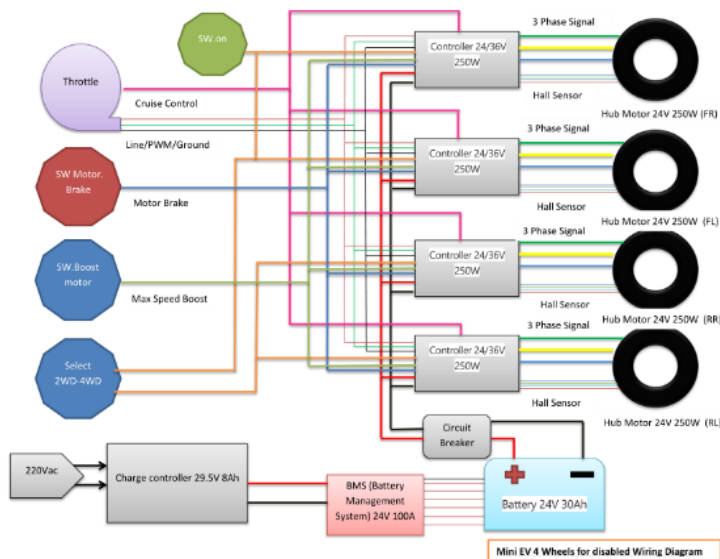
การออกแบบโครงสร้างรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ (A. Nasri, B. Gasbaoui, 2017) มีขั้นตอนดังนี้ 1) การออกแบบโครงสร้างสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 100 กิโลกรัม 2) ล้อด้านหน้าติดตั้งโซ่จักรยานทั้ง 2 ข้างเพื่อให้ผู้พิการสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถเดินทางในทางต่างระดับได้ เช่น ทางบันไดไม่เกิน 2 ชั้น และทางสโลป 3) ล้อด้านหลังติดตั้งสปริงโซ่คเพื่อช่วยเพิ่มสมรรถนะในการขับขี่และเพิ่มการทรงตัวให้กับผู้พิการทางขาสำหรับการใช้งาน



ภาพที่ 2 รถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ 4 มุมมอง

3. ระบบควบคุมและการเชื่อมต่อด้วยสายสัญญาณ

ขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมและการเชื่อมต่อด้วยสายสัญญาณ ได้ออกแบบวงจรตามโปรแกรมและทำการทดสอบระบบ เพื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ในโครงสร้างรถไฟฟ้า ดังภาพที่ 2 รูปภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงภาพการเชื่อมต่อสายสัญญาณ

การออกแบบระบบและการเชื่อมต่อสายไฟ และสายสัญญาณของรถไฟฟ้าเพื่อควบคุมการขับขี่ ซึ่งอยู่ที่คันเร่งไฟฟ้าและปุ่มควบคุมเข้ากับชุดกล่องควบคุมมอเตอร์ที่แยกอิสระสำหรับการส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า

กระแสดรงไว้แปร่งถ่านที่ติดตั้งส่วนของคัมล้อ (Zachey Brandstater, 2011) โดยทำการเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมของมอเตอร์เป็น 4 ชุด ทำการแยกออกจากกัน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมมอเตอร์รถไฟฟ้าได้ ทั้งแบบขับเคลื่อน 2 ล้อ และ ขับเคลื่อน 4 ล้อ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการเชื่อมต่อสัญญาณให้สามารถควบคุมผ่านคันเร่งไฟฟ้าเพียง 1 ชุด และ ออกแบบการเชื่อมต่อสวิตช์ควบคุมแบบการขับเคลื่อนให้ผู้พิการทางขา สามารถเลือกได้ว่าจะขับเคลื่อนแบบ 2 ล้อ และแบบ 4 ล้อ

4. วิธีการทดสอบระบบ

ขั้นตอนการดำเนินการทดลองประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนไฟฟ้าแบบ 4 ล้ออิสระ โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

4.1 ทดลองระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ (Cruise control) โดยทำการทดลองด้วยการขับรถไฟฟ้าบนพื้นราบ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1. เปิดสวิตช์ที่คันเร่งไฟฟ้า ขั้นตอนที่ 2. กดสวิตช์ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ โดยผู้ขับขี่ด้วยการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่บนแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า Speedometer สังเกตความเร็วคงที่ หรือไม่ ตรวจสอบค่ากระแสรวมที่ใช้ด้วยเครื่องมือวัดกระแสค่าไฟฟ้า กระแสตรงแบบคล่อง ทำการบันทึกผล



ภาพที่ 4 แสดงภาพแอปพลิเคชัน (Speedometer mobile application)

4.2 ทดลองระบบควบคุมเพิ่มความเร็วสูงสุดอัตโนมัติ Speed booster โดยทำการทดลองด้วยการขับรถไฟฟ้าบนพื้น เปิดสวิตช์ที่คันเร่งไฟฟ้า และกดสวิตช์ Max speed booster control แล้วตรวจสอบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ โดยผู้ขับขี่ด้วยการใช้แอปพลิเคชันที่ชื่อว่า Speedometer สังเกตความเร็วรถว่าเพิ่มขึ้น หรือไม่ ตรวจสอบค่ากระแสรวมที่ใช้ด้วยเครื่องมือวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรงแบบคล่องเพื่อทำบันทึกผลการทดลอง



ภาพที่ 5 แสดงภาพเครื่องวัดค่ากระแสไฟฟ้า

4.3 ทำการทดลองขับเคลื่อนหุ่นยนต์ โดยทดลองด้วยการขับรถไฟฟ้านพื้นราบ จากนั้นเปิดสวิตซ์ที่คันเร่งไฟฟ้า และบิดคันเร่งไฟฟ้า เพื่อเร่งขับเคลื่อนขึ้นหุ่นยนต์ วัดความสูงของหุ่นยนต์ที่สามารถขึ้นได้ ทำการบันทึกผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมรรถนะพาหุไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขา โดยการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบการทำงานของระบบรถไฟฟ้านขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระ จากบุคคลปกติเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานดังกล่าว ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดลองระบบการควบคุมความเร็วอัตโนมัติ (Cruise control) ที่ 4WD

ปัจจัย	ค่าที่วัดได้	หน่วย
น้ำหนักกรร	148	Kg
น้ำหนักคนขับ	98	Kg.
ค่าแรงดันที่วัดเมื่อรถออกตัว	29.04	V.
ค่าแรงดันที่วัดได้ที่ความเร็วสูงสุด	28.8	V.
ระบบการขับเคลื่อน	4	WD
ค่าความเร็วเมื่อกดปุ่มระบบการควบคุมความเร็วอัตโนมัติ (Cruise Control)	10	Km./H
ค่าไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อรถออกตัว	20.0	A.
ค่าไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อรถที่ความเร็วคงที่	9.6	A.
ความเร็วคงที่	ค่าความเร็วคงที่	-

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองระบบการควบคุมความเร็วอัตโนมัติ (Cruise control) ได้ผลว่าระบบควบคุมทำงานถูกต้องเนื่องจากวารถไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนแบบ 4 WD สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วคงที่ ที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรงได้ 20 แอมแปร์ เมื่อเริ่มออกตัวรถ และวัดค่าค่าไฟฟ้ากระแสตรงได้

9.6 แอมแปร์ โดยมีความความเร็วกังที่ ขนาดทดลองนั้นค่าน้ำหนักรถไฟฟ้าและคนขับมีน้ำหนักรวม 246 กิโลกรัม

ขั้นตอนการทดลองด้วยการขับรถไฟฟ้าบนพื้นราบ เปิดสวิตซ์ที่คันเร่งไฟฟ้า และกดสวิตซ์ Max speed Booster control แล้วตรวจสอบว่าความเร็วในการเคลื่อนของรถ โดยผู้ขับขี่ด้วยการใช้แอปพลิเคชัน ที่ชื่อว่า Speedometer สังเกตความเร็วรถจะเพิ่มขึ้นหรือไม่นั้น พร้อมการตรวจสอบการวัดค่ากระแสรวมที่ใช้ด้วย เครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสตรงแบบคล่อง

ตารางที่ 2 ผลการทดลองระบบควบคุมความเร็วสูงสุดอัตโนมัติ (Boost control) ที่ 4WD

ปัจจัย	ค่าที่วัดได้	หน่วย
น้ำหนักรถ	148	Kg.
น้ำหนักคนขับ	98	Kg.
ค่าแรงดันที่วัดเมื่อรถออกตัว	29.04	V.
ค่าแรงดันที่วัดได้ที่ความเร็วสูงสุด	28.8	V.
ระบบการขับเคลื่อน	2	WD.
ค่าความเร็วเมื่อหมุนคันเร่งไฟฟ้าตอนออกตัว	0.2	Km./H
ค่าความเร็วสูงสุด	22.3	Km./H
ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อรถออกตัว	20.0	A.
ไฟฟ้ากระแสตรงที่ความเร็วสูงสุด	9.8	A.
ระยะทางที่ได้ความเร็วสูงสุด	15	M.
ความเร็วเพิ่มขึ้นเมื่อกด Boost Speed	ค่าความเร็วเพิ่มขึ้น	-

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองระบบควบคุมความเร็วสูงสุดอัตโนมัติ (Boost control) ที่ 4WD ได้ผลว่า ระบบควบคุมทำงานถูกต้องเนื่องจากว่ารถไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนแบบ 4WD สามารถเคลื่อนที่ได้เพิ่มขึ้นจากความเร็ว กังที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มาที่ความเร็ว 18.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรงได้ 20 แอมแปร์ เมื่อรถออกตัว และได้ค่า ไฟฟ้ากระแสตรงได้ 9.8 แอมแปร์ ที่ความเร็วสูงสุด รถไฟฟ้าและคนขับมีน้ำหนักรวม 246 กิโลกรัม

เมื่อทดสอบด้วยการขับรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนไฟฟ้าแบบ 4 ล้ออิสระบนพื้น เปิดสวิตซ์ที่คันเร่งไฟฟ้า และบีบคันเร่งไฟฟ้า โดยใช้การขับเคลื่อนแบบ 4 WD แล้วขับขึ้นฟุตบอล วัดความสูงของฟุตบอลที่ขับขึ้นได้ทำ การบันทึกผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการขับรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนไฟฟ้าแบบ 4 ล้ออิสระขึ้นฟุตบาท

ความสูงของฟุตบาท	รถไฟฟ้าสามารถขับขึ้นฟุตบาท
ระดับที่ 1 ระยะ 8 เซนติเมตร	สามารถขึ้นฟุตบาท
ระดับที่ 2 ระยะ 9 เซนติเมตร	สามารถขึ้นฟุตบาท
ระดับที่ 3 ระยะ 10 เซนติเมตร	สามารถขึ้นฟุตบาท
ระดับที่ 4 ระยะ 11 เซนติเมตร	ไม่สามารถขึ้นฟุตบาท

จากผลการทดสอบในตารางที่ 3 การขับรถไฟฟ้าขึ้นฟุตบาท สามารถขึ้นฟุตบาทได้ที่ความสูงของฟุตบาทสูงสุด 10 เซนติเมตร

สรุป

การพัฒนารถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนแบบ 4 ล้ออิสระสำหรับผู้พิการทางขาหรือผู้สูงอายุ โดยใช้มอเตอร์ฮับที่มีกำลัง 250 วัตต์ ติดตั้งคัมล้อทั้งสี่ล้อ และออกแบบระบบการเชื่อมต่อสัญญาณให้สามารถควบคุมการทำงานจากคันเร่งไฟฟ้าเพียงชุดเดียว เมื่อประกอบรถไฟฟ้าสำเร็จนั้นขนาดน้ำหนักที่ 148 กิโลกรัม

จากผลการทดลองระบบควบคุมความเร็วสูงสุดอัตโนมัติ (Boost control) แบบ 4WD ได้ผลว่าระบบควบคุมทำงานถูกต้องเนื่องจากว่ารถไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนแบบ 4WD สามารถเคลื่อนที่ได้เพิ่มขึ้นจากความเร็วคงที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ด้วยความเร็ว 18.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรงได้ 20 แอมแปร์ เมื่อรถไฟฟ้าออกตัวสามารถได้วัดค่าไฟฟ้ากระแสตรงคือ 9.8 แอมแปร์ ที่ความเร็วสูงสุดรถไฟฟ้าและคนขับมีน้ำหนักรวม 246 กิโลกรัม

จากทดสอบด้วยการขับรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนไฟฟ้าแบบ 4 ล้ออิสระบนพื้น เปิดสวิตซ์ที่คันเร่งไฟฟ้าและควบคุมด้วยคันเร่งไฟฟ้า โดยการทดลองการขับเคลื่อนแบบ 4 WD รถไฟฟ้าสามารถขับขึ้นฟุตบาท ได้ทั้ง 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 ได้ 8 เซนติเมตร, ระดับที่ 2 ได้ 9 เซนติเมตร และระดับที่ 3 ได้ 10 เซนติเมตร

ข้อเสนอแนะ

- แนวทางพัฒนาโครงการ ผู้พัฒนาสามารถปรับเปลี่ยนสเปกเพิ่มเติมตามความสามารถของรถไฟฟ้าได้ดังนี้
1. สามารถปรับปรุงระบบเบรกให้เป็นแบบดิสก์เบรกได้ทั้ง 2 ล้อหลังเพื่อลดช่วงการเบรกให้อยู่ภายในระยะที่สามารถควบคุมได้
 2. สามารถเชื่อมต่อกับโซล่าเซลล์เพื่อใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นต้นกำลังช่วยเพิ่มระยะทางในการขับขี่ให้ได้ระยะไกล

3. สามารถพัฒนาโครงสร้างของตัวรถไฟฟ้าขนาดเล็กขับเคลื่อนไฟฟ้าแบบ 4 ล้ออิสระ เพื่อประกอบเข้ากับลิฟต์แบบยกตัว สำหรับรองรับผู้พิการที่ใช้รถเข็น เพื่อนำรถเข็นขึ้นขึ้นมาบนตัวรถเข็นให้เป็นเก้าอี้ และใช้ขับที่ต่อได้ในชีวิตประจำวัน

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล เรื่องพัฒนาวิวัฒน์ และยุทธนา กันทะพะเยา. (2559). การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่านด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับจักรยานสามล้อไฟฟ้า. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชชมงคลล้านนา**, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 , หน้า 17-22

สำนักข่าวแห่งชาติ กรมประชาสัมพันธ์. (2563). **สถานการณ์คนพิการ วันที่ 6 มกราคม 2563**. สืบค้นจาก http://122.155.92.12/centerweb/News/NewsDetail?NT01_NewsID=TCATG200103223333905

A. Nasri, B. Gasbaoui. (2017). Novel Propulsion System Applied for For Wheels Electronic Vehicle Using Hybrid Fuzzy Sliding Mode Controller. **International Journal on Electrical Engineering and Informatics**, 9(3), 496-481.

Ebikethakit. (2554). **จักรยานไฟฟ้า เพื่อศึกษาและใช้งาน**. สืบค้นจาก <https://www.ebikethakit.com/เรียนรู้สร้างจักรยานไฟฟ้า-980.page>

Zachey Brandstater. (2011). **Tractiion Control and Torque Vectoring with Wheel Hub Motors**, Retrieved from <http://robotics.ee.uwa.edu.au/theses/2011-REV-SAE-TractionControl-Brandstater.pdf>