



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

การพัฒนาอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่าง The Moving Aids Development for Paraplegia Person

จรรย์ คนแรง¹

มิ่งขวัญ สมพฤษ²

mingkwan.som@crru.ac.th

อัญชณา อุประกุล³

unchanay@hotmail.com

นงนุช ศรีเล็ก⁴

k_nongnoot@hotmail.com

ไพโรจน์ ด้วงนคร⁵

rojchd@yahoo.com

^{1,2,3,4,5} สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Jarun.kho@crru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่างเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนที่โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและควบคุมความเร็วด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทดสอบใช้งานแบบทางเรียบและทางลาดชันเพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์

ผลการวิจัยพบว่า อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถใช้งานได้อย่างง่าย และตอบสนองต่อความต้องการของผู้พิการช่วงล่างได้ง่ายกว่าอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้งานด้วยมือ และในการทดสอบพบว่าอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 80 กิโลกรัม ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 5.08 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง และขึ้นทางลาดชันระดับไม่เกิน 25 องศา และพบว่าน้ำหนักที่ 40 กิโลกรัม โดยความเร็วที่ระดับ 1 จะมีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 14.11 กิโลเมตร ต่อ การชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง

คำสำคัญ : ผู้พิการช่วงล่าง, เคลื่อนที่, ไมโครคอนโทรลเลอร์



Abstract

This research is study for the moving aids development for paraplegia person. This device is comfort for moving by DC motor driving and it is controlled by microcontroller. This research is investigate the effective of the device by smooth way and slope way moving test.

The result of this research found that paraplegia person can use this device with easily. So, it is response to their need more than previous moving aid (hand moving aid). It can support to 80 kgs. of maximum weight, 5.08 km/hr of maximum velocity, 25° of maximum slope. It also found that, It can moving for 14.11 km at 40 kg weight, minimum velocity (level 1) for one time of battery charging.

Keywords: Paraplegia Person, Moving, Microcontroller

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีคนป่วย และคนพิการบริเวณส่วนล่างของร่างกายมากขึ้น ในกรณีที่ผู้ป่วยขาหักต้องเข้าเฝือก ซึ่งในช่วงทำการรักษาช่วงหนึ่งจะต้องมีการพักผ่อนและทำการรักษากายภาพบำบัดเพื่อสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อ และปรับสภาพของการเดินให้เป็นปกติ และผู้ป่วยที่เริ่มต้นทำการกายภาพบำบัดจะต้องใช้ราวเหล็กค้ำยันเดินซึ่งอยู่ที่สถานกายภาพบำบัดและมีหน้าที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด ในกรณีที่ผู้ป่วยเริ่มพยุงตัวเองได้ก็สามารถใช้อุปกรณ์ช่วยเดินในการทำการกายภาพบำบัดด้วยการฝึกหัดเดินตัวเอง แต่ทั้งนี้ถ้าผู้ป่วยไม่มีกำลังแขนและกำลังขาที่จะยืนพยุงตัวเองเพียงลำพังได้ก็ไม่สามารถที่เดินได้ถึงแม้ว่าจะทำจากอลูมิเนียมก็ตามทำให้ผู้ป่วยที่ต้องคอยประคองผู้ป่วยตลอดเวลาจึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเดินอย่าง เช่น นำมอเตอร์มาติดล้อขับเคลื่อนขาตัวรถเข็น เพื่อให้อุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่อัตโนมัติ และอีกกรณีเมื่อคนพิการช่วงล่างไม่สามารถเดินได้ในการช่วยเดิน ซึ่งเวลาในการเคลื่อนที่โดยต้องใช้รถเข็นไม่มีกำลังแขน และกำลังขาที่จะพยุงตัวเองก็ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในการเดินได้เหมือนกัน จึงเป็นเหตุผลที่จะต้องดัดแปลง รถเข็นให้เป็นอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่ อัตโนมัติเพื่อใช้ในการเดินเคลื่อนที่ไปมาอย่างสะดวกมากขึ้น

ในกระบวนการฟื้นฟูของผู้ป่วยสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนย้ายตนเองไปมา หรือ การช่วยเหลือผู้ป่วยให้มีความสามารถไปไหนมาไหนได้นั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถทางด้านร่างกายของผู้ป่วย เช่น กรณีของผู้ป่วยกระดูกหักแบบเฉียบพลัน ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนย้ายตัวเองไปมาที่บ้านได้ เข้าสังคมได้ โดยใช้เครื่องช่วยบางชนิดชั่วคราว สำหรับผู้ป่วยเรื้อรังหรือผู้พิการก็มีเป้าหมายเช่นเดียวกัน แต่ต้องการเวลามากกว่า เพราะอาจมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องช่วยตลอดชีวิต

นอกจากนี้ในพื้นที่โรงพยาบาลสมเด็จพระญาณสังวร อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษต้องให้การดูแลผู้ป่วยซึ่งพิการช่วงล่างพบว่าผู้ป่วยประสบปัญหาในการเดินทาง ทำภารกิจส่วนตัวเป็นไปด้วยความยากลำบากต้องอาศัยคนดูแลทำให้เป็นภาระกับสังคม อีกทั้งยังส่งผลเสียต่อสภาพจิตใจให้เกิดความท้อในการใช้ชีวิตในสังคม

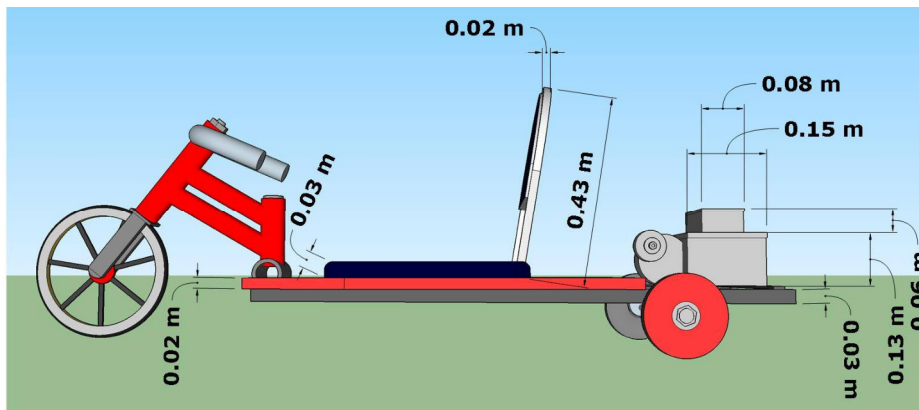
ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่างโดยใช้ในการขับเคลื่อนล้อด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งอาศัยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ามาช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่เพื่อให้ทางโรงพยาบาลสามารถนำไปใช้กับผู้พิการช่วงล่างได้จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่าง ที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระญาณสังวร อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. โรงพยาบาลสมเด็จพระญาณสังวร อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย
3. ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย ธันวาคม พ.ศ. 2560 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2561
4. ขนาดของอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ของผู้พิการช่วงล่างดังภาพที่ 1
5. สามารถวิ่งที่ความเร็วได้สูงสุด 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
6. สามารถวิ่งได้ระยะทางไม่น้อยกว่า 10 กิโลเมตรต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง
7. สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดไม่เกิน 80 กิโลกรัม
8. ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 VDC



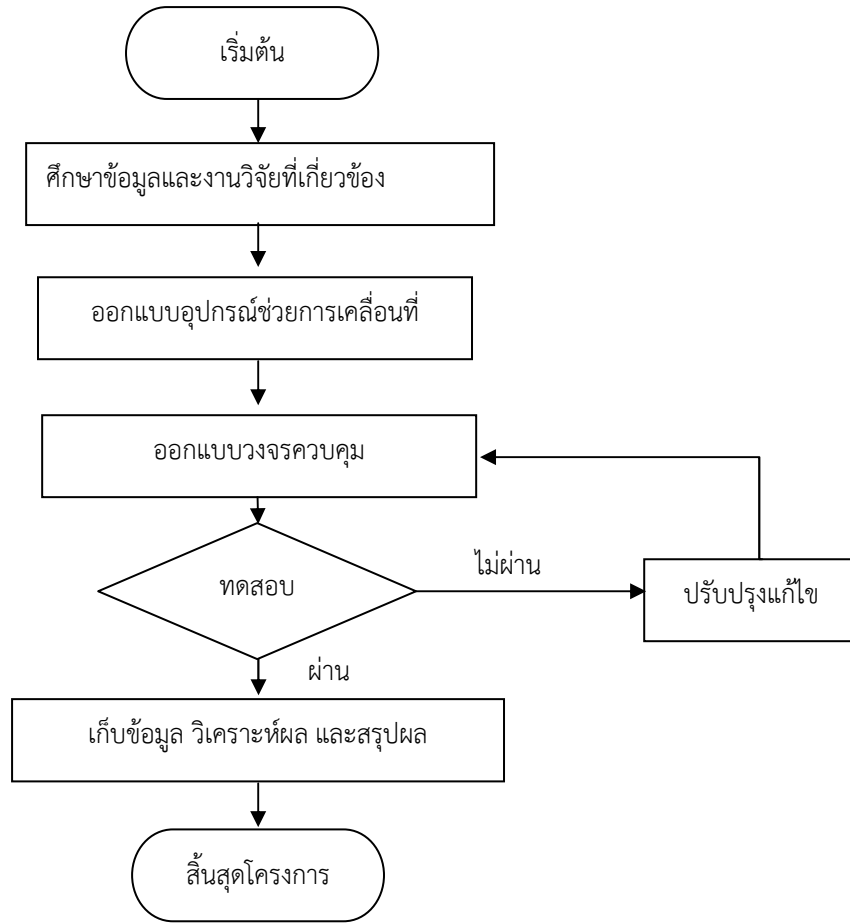
ภาพที่ 1 ลักษณะและขนาดของอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ของผู้พิการช่วงล่าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนผังการดำเนินงาน
2. การออกแบบอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่าง
3. อุปกรณ์การทดลอง
4. การทดลองและบันทึกผล
5. ระยะเวลาในการดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูล

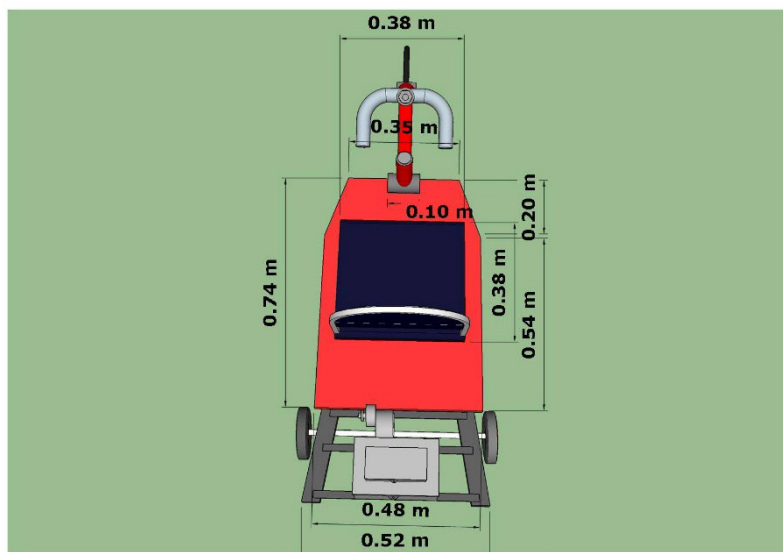


การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

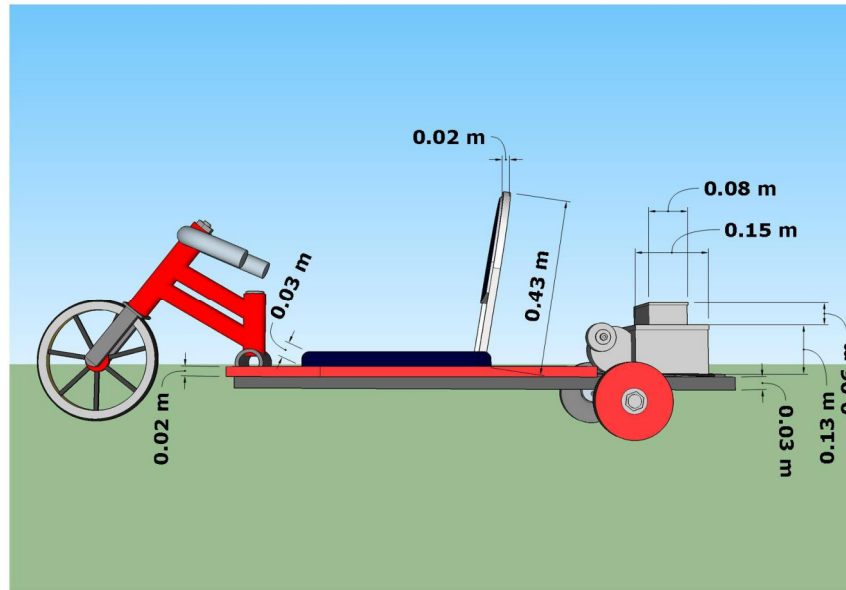


ภาพที่ 2 แผนผังการดำเนินงานของอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่

การออกแบบอุปกรณ์ช่วยการเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่าง



ภาพที่ 3 Front view



ภาพที่ 4 Side view

ผลการทดสอบกรณีวิ่งบนทางเรียบเทียบกับน้ำหนักผู้ที่ใช้งาน

ตารางที่ 1 การทดสอบวิ่งบนทางเรียบเทียบกับน้ำหนักผู้ที่ใช้งานด้วยความเร็วระดับที่ 1 ต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง ในเวลา 4 ชั่วโมง

ครั้งที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
น้ำหนัก									
1	14.20	13.95	13.89	13.85	13.74	13.63	13.36	12.97	12.75
2	14.15	13.90	13.84	13.80	13.69	13.58	13.31	12.92	12.70
3	13.94	13.69	13.63	13.59	13.48	13.37	13.10	12.71	12.49
4	14.25	14.00	13.94	13.90	13.79	13.68	13.41	13.02	12.80
5	14.12	13.87	13.81	13.77	13.66	13.55	13.28	12.89	12.67
6	13.95	13.70	13.64	13.60	13.49	13.38	13.11	12.72	12.50
7	14.04	13.79	13.73	13.69	13.58	13.47	13.20	12.81	12.59
8	14.16	13.91	13.85	13.81	13.70	13.59	13.32	12.93	12.71
9	14.08	13.83	13.77	13.73	13.62	13.51	13.24	12.85	12.63
10	14.17	13.92	13.86	13.82	13.71	13.60	13.33	12.94	12.72
เฉลี่ย	14.11	13.86	13.80	13.76	13.65	13.54	13.27	12.88	12.66



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

จากตารางที่ 1 เป็นการทดสอบอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างโดยให้วิ่งรอบสนามฟุตบอลระยะทาง 400 เมตร ต่อ 1 รอบที่พื้นสนามเป็นทางเรียบด้วยความเร็วระดับที่ 1 จนกว่าแบตเตอรี่จะหมดแล้วทำการวัดระยะทางที่อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการทดสอบเริ่มตั้งแต่ 40 กิโลกรัมถึง 80 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักที่ 40 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 14.11 กิโลเมตร และ น้ำหนักทดสอบที่ 80 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 12.66 กิโลเมตร ต่อการชาร์จจำนวน 1 ครั้ง

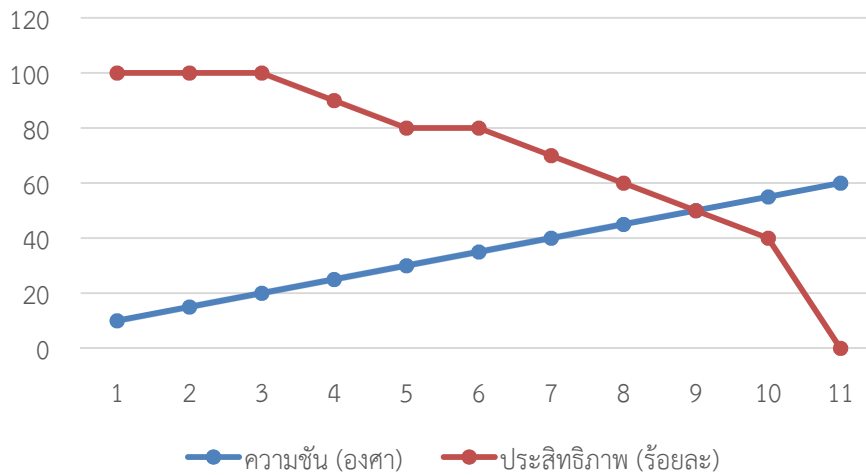
ตารางที่ 2 การทดสอบวิ่งบนทางเรียบเทียบกับน้ำหนักผู้ใช้งานด้วยความเร็วระดับที่ 2 ต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง ในเวลา 4 ชั่วโมง

ครั้งที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
น้ำหนัก									
1	13.02	12.77	12.71	12.67	12.56	12.45	12.18	11.79	11.57
2	13.12	12.87	12.81	12.77	12.66	12.55	12.28	11.89	11.67
3	12.83	12.58	12.52	12.48	12.37	12.26	11.99	11.6	11.38
4	12.94	12.69	12.63	12.59	12.48	12.37	12.1	11.71	11.49
5	13.03	12.78	12.72	12.68	12.57	12.46	12.19	11.8	11.58
6	12.77	12.52	12.46	12.42	12.31	12.2	11.93	11.54	11.32
7	12.71	12.46	12.4	12.36	12.25	12.14	11.87	11.48	11.26
8	12.92	12.67	12.61	12.57	12.46	12.35	12.08	11.69	11.47
9	12.77	12.52	12.46	12.42	12.31	12.2	11.93	11.54	11.32
10	12.82	12.57	12.51	12.47	12.36	12.25	11.98	11.59	11.37
เฉลี่ย	12.89	12.64	12.58	12.54	12.43	12.32	12.05	11.66	11.44

จากตารางที่ 2 เป็นการทดสอบอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างโดยให้วิ่งรอบสนามฟุตบอลระยะทาง 400 เมตร ต่อ 1 รอบที่พื้นสนามเป็นทางเรียบด้วยความเร็วระดับที่ 2 จนกว่าแบตเตอรี่จะหมดแล้วทำการวัดระยะทางที่อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการทดสอบเริ่มตั้งแต่ 40 กิโลกรัมถึง 80 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักที่ 40 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 12.89 กิโลเมตร และ น้ำหนักทดสอบที่ 80 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 11.44 กิโลเมตร ต่อการชาร์จจำนวน 1 ครั้ง



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่าง

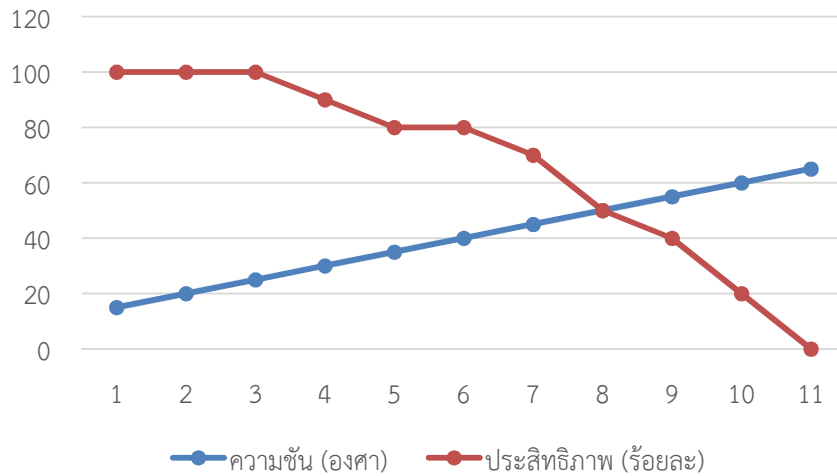


ภาพที่ 6 แสดงลักษณะการเปรียบเทียบการขึ้นทางลาดชัน ความเร็วระดับ 1

จากภาพที่ 6 เป็นการทดสอบการขึ้นบนทางลาดชัน ด้วยความเร็วระดับที่ 1 ด้วยความเร็ว 3.46 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง พบว่าระดับความชันที่ 10 – 20 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้โดยมีประสิทธิภาพ 100 % และในระดับความชันตั้งแต่ 40 องศา เป็นต้นไปจะทำให้ประสิทธิภาพลดลงจนถึงระดับความชันที่ 60 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะการเปรียบเทียบการขึ้นทางลาดชัน ความเร็วระดับ 2

จากภาพที่ 7 เป็นการทดสอบการขึ้นบนทางลาดชัน ด้วยความเร็วระดับที่ 2 ด้วยความเร็ว 5.08 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง พบว่าระดับความชันที่ 10 – 25 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้โดยมีประสิทธิภาพ 100 % และในระดับความชันตั้งแต่ 50 องศา เป็นต้นไปจะทำให้ประสิทธิภาพลดลงจนถึงระดับความชันที่ 65 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างโดยอาศัยหลักการของแผ่นรอนนั่ง สำหรับผู้พิการที่ใช้ในการพยุงตัวเองและเคลื่อนที่ซึ่งการใช้งานไม่สะดวกเพราะต้องอาศัยแรงพยุงจากตัวของผู้พิการเองก่อให้เกิดอันตรายในการเดินทางอีกทั้งยังทำให้ผู้พิการเกิดความท้อแท้ใจจากการทดสอบพบว่า อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 80 กิโลกรัม จะทำความเร็วได้ 2 ระดับ โดยระดับที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 3.46 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง ต่อการชาร์ตแบตเตอรี่ 1 ครั้ง ระดับที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 5.08 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง และในการทดสอบขึ้นทางลาดชัน ด้วยความเร็วระดับที่ 1 พบว่าสามารถขึ้นระดับความชันที่ 10 – 20 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้โดยมีประสิทธิภาพ 100 % ส่วนความเร็วระดับที่ 2 พบว่าสามารถขึ้นระดับความชันที่ 10 – 25 องศา อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้นได้โดยมีประสิทธิภาพ 100 % และในการทดสอบประสิทธิภาพของระยะทางในการใช้งานต่อการชาร์ตแบตเตอรี่ 1 ครั้งพบว่าที่ความเร็วระดับที่ 1 พบว่าน้ำหนักที่ 40 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 14.11 กิโลเมตร และ น้ำหนักทดสอบที่ 80 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 12.66 กิโลเมตร ส่วนความเร็วระดับที่ 2 พบว่าน้ำหนักที่ 40 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 12.89 กิโลเมตร และ น้ำหนักทดสอบที่ 80 กิโลกรัมสามารถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 11.44 กิโลเมตร

จากการเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่างที่มีขายในท้องตลาดยังมีข้อจำกัดในการใช้งานที่ยังไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้พิการช่วงล่างอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจึงเป็น



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

ต้นแบบในการพัฒนาที่อำนวยความสะดวกให้ผู้พิการสามารถนำไปใช้ในการเดินทางได้สะดวก ปลอดภัยมากขึ้นและไม่เป็นอันตรายต่อผู้พิการ

อภิปรายผล

อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนที่ สำหรับผู้พิการช่วงล่างสามารถพัฒนาให้ใช้งานได้หลากหลายตามลักษณะภูมิประเทศและสามารถเพิ่มอุปกรณ์ความปลอดภัยได้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้พิการโดยจากการวิจัยการใช้งานของอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับผู้พิการช่วงล่างพบว่าน้ำหนักของผู้พิการไม่เกิน 80 กิโลกรัม และในการเดินทางสามารถปรับระดับความเร็วของรถได้สองระดับโดยจะมีผลต่อระยะทางโดยที่ความเร็วระดับ 2 จะทำให้วิ่งได้ในระยะทางที่สั้นกว่าความเร็วระดับที่ 1 เนื่องจากจะมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการชาร์จ 1 ครั้งและความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุดจะไม่เกิน 5.08 กิโลเมตร ต่อชั่วโมงซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้พิการในการเดินทาง

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ควรใช้ในพื้นที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอและมีระยะทางไม่ไกลเกินไปและต้องไม่เป็นที่เปียกชื้นเพราะจะเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันแสงแดดและระบบแสงสว่างสำหรับการเดินทางในที่มืด
2. ควรเพิ่มอุปกรณ์ที่ลดการกระแทกของผู้พิการเพื่อป้องกันการบาดเจ็บในระยะยาว

บรรณานุกรม

จักรกฤษณ์ แสงทอง และคณะ.ยานหลบหลีกอัตโนมัติ.วิศวกรรมไฟฟ้า.วิทยานิพนธ์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

กิตติเดช ชลารักษ์และคณะ.เครื่องช่วยคนพิการ.วิศวกรรมไฟฟ้า.วิทยานิพนธ์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

ธนะพงษ์ สวัสดิ์นาที และคณะ.รถเข็นคนพิการ.วิศวกรรมไฟฟ้า.วิทยานิพนธ์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

ธนนต์ ศรีสกุล. พื้นฐานการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : N.Group, 2552.

นคร ภัคดีชาติ. การทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887. กรุงเทพมหานคร:

อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์, 2549.

ประภากร สุวรรณะ. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545.

ประภาพร ช่างไม้. คู่มือเขียนโปรแกรมภาษา C ฉบับผู้เริ่มต้น.นนทบุรี: ไอทีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์, 2551.

ผกามาศ รชตเวโรจน์ และคณะ.หุ่นยนต์ส่งพัสดุอัตโนมัติ.วิศวกรรมไฟฟ้า.วิทยานิพนธ์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.