

การพัฒนาเครื่องช่วยชะลอความเร็วรถเข็นผู้ป่วยในทางลาดชันแบบอัตโนมัติ

The Development of an Automatic Break System for a Wheel Chair in Slope Condition

ศุภชัย ยิ่งเจริญ*
ชนิษฐา สวัสดิ์*
ดร. อาคม ไสงาม **

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบช่วยชะลอความเร็วในการเคลื่อนที่รถเข็นแบบนั่งในสภาวะลาดชันที่สามารถทำงานได้เองอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้รถเข็นซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ทุพพลภาพได้รับความปลอดภัยมากขึ้น ในการออกแบบได้พัฒนาระบบช่วยวิเคราะห์สภาวะความลาดชันด้วยสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับความเอียง โดยใช้แกน X เป็นแนวขนานทางตรง แกน Y เป็นการตรวจวัดระดับแนวล้อ และ แกน

Z เป็นแนวตั้งขนานพื้นโลก ประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC โดยเลือกใช้เทคนิคการประมวลผลแบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic) ในการวิเคราะห์สภาวะความอันตรายของทางลาดชันและส่งผลการควบคุมไปยังเซอร์โวเบรกแบบก้ามปู เพื่อสร้างแรงช่วยชะลอความเร็วอย่างเป็นเชิงเส้นจึงเป็นการลดการเกิดแรงเฉื่อยได้การเกิดแรงเฉื่อยได้

Abstract

Speed retarding control in a typical wheelchair is normally mechanically controlled by a user. Sometimes, the wheelchair users which usually are disable people could not properly slow down the vehicle speed and may lead to serious injuries. Therefore: the objective of this work is to construct an automatic speed retarding control in a wheelchair

especially in a slope runway. The speed control system will autonomously monitor the slope condition of the runway by a 3D-accelerometer sensor. When the slope condition reaches the setting value, the servo-caliper break will automatically turn on. With Fuzzy logic algorithm, the wheelchair speed will be smoothly reduced for the safety of the users.

* อาจารย์ประจำสาขาวิชาอุปกรณ์ชีวการแพทย์และเทคโนโลยีชีวการแพทย์
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

** หัวหน้าสาขาวิชาอุปกรณ์ชีวการแพทย์และเทคโนโลยีชีวการแพทย์

1. บทนำ

จากการที่ผู้ที่เกิดความทุพพลภาพจำเป็นต้องใช้รถเข็นแบบนั่งในการนำพาร่างกายให้เคลื่อนที่โดยอาศัยแรงแขนที่ต้องฝึกฝนในการบังคับล้อทั้งสองข้างที่เป็นอิสระต่อกันเพื่อให้สะดวกในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ในทางราบการควบคุมสามารถทำได้ง่ายแต่ในความเป็นจริงสถานที่สาธารณะนอกจากมีบันไดสำหรับให้คนปกติทั่วไปแล้วยังมีทางลาดเพื่อผู้ที่ใช้รถเข็นโดยมีมาตรฐานความลาดอัตราส่วน 1:12 (สภากีฬาฯ. 2554)

การลงทางลาดชันโดยตัวเองนั้นทำได้ โดยจับล้อทั้งสองข้างเพื่อต้านแรงที่เกิดขึ้นจากทางลาดชันเพื่อรักษาระดับความเร็ว หากแขนทั้งสองจับยึดล้อไม่มั่นคงจะทำให้รถเข็นเสียการควบคุมจนความเร็วของรถเพิ่มขึ้นเกินกว่าที่มีจะยึดจับได้โดยรถเข็นเองก็มีก้านเบรกห้ามล้อซึ่งประโยชน์ใช้เพื่อล้อกล่อขณะจอดอยู่กับที่ แต่ในขณะที่ล้อหมุนด้วยแรงมีการใช้งานก้านล้อกล่อจะทำให้ล้อหยุดกระทันหันด้วยแรงเฉื่อยจากน้ำหนักจะทำให้ตกจากรถเข็นคว่ำได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างระบบช่วยชะลอความเร็วในการเคลื่อนที่รถเข็นแบบนั่งในสภาวะทางลาดชันเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้รถเข็นบนทางลาดชันและเพื่ออำนวยความสะดวกให้การควบคุมล้อรถเข็นบนทางลาดชันได้

2. หลักการและทฤษฎี

ในงานวิจัยนี้ใช้หลักการชะลอความเร็วรถเข็นโดยใช้เบรกแบบก้ามปูโดยติดตั้งมอเตอร์สำหรับดึงสาย

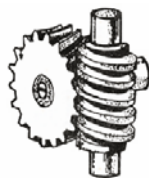
ก้านเบรกและควบคุมน้ำหนักการย่ำเบรกโดยระบบป้อนกลับเพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์โดยใช้วิธีควบคุมแบบฟัซซี่โดยมีหลักการดังนี้

2.1 เบรกชนิดก้ามปู

เป็นอุปกรณ์ห้ามล้อที่ใช้ในจักรยาน โดยอาศัยการสร้างแรงต้านการหมุนโดยใช้แถบยางกดประกบลงที่ขอบจานล้อโลหะสองข้างพร้อมกัน โดยการส่งแรงดึงผ่านสายลวดมายังก้านกลไกที่ทำมุมตรงข้ามกัน ทำให้ล้อที่หมุนด้วยแรงเฉื่อยจะค่อยๆชะลอลงตามแรงฝืดของแถบยางที่เสียดสีกับล้อ ทำให้ค่อยลดการเคลื่อนที่ของล้อโดยที่ล้อไม่ถูกล็อกกระทันหัน ซึ่งเป็นข้อดีของระบบเบรกชนิดนี้รวมทั้งการติดตั้งทำได้ง่าย แถบยางที่นำมาใช้ทำมาจากยางพาราผสมผงคาร์บอน เพื่อเพิ่มความคงทนเมื่อแถบยางถูเสียดสี

2.2 มอเตอร์ทดกำลังแบบเฟืองตัวหนอน

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบใช้แปร่งถ่านที่ใช้วิธีลดรอบการหมุนโดยใช้เฟืองแบบตัวหนอนเพื่อเพิ่มกำลังมอเตอร์ทั้งยังมีคุณสมบัติเมื่อหยุดจ่ายไฟให้กับมอเตอร์จุดหมุนของมอเตอร์จะถูกล็อกไม่สามารถเคลื่อนไหวได้โดยแรงที่ดึงจากภายนอกซึ่งมีใช้ในงานหลายประเภทเช่น กระชกไฟฟ้า ระบบปิดน้ำฝน เฟืองชุดนี้จะประกอบด้วยตัวเกลียวหนอนและเฟืองหนอน โดยเกลียวหนอนจะส่งกำลังหมุนไปขับให้เฟืองหนอนหมุนตาม ดังรูปที่ 1 เฟืองชนิดนี้นิยมใช้กับการทดรอบความเร็วสูงๆ ให้เป็นความเร็วต่ำมากๆ



รูปที่ 1 ลักษณะเฟืองหนอนและเกลียวหนอน

ที่มา <http://www.ipst.ac.th/design/design/article/rotary-fun.html>

2.3 โฟเทนซิโอมิเตอร์เซ็นเซอร์

อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่เชิงเส้นหรือเชิงมุมไปเป็นค่าความต้านทาน กล่าวคือเมื่อจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าทางด้านอินพุต จะทำให้สัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ออกทางเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางเนื่องจากการเลื่อนของแขน (Wiper) ที่ตัวโฟเทนซิโอมิเตอร์ดังกล่าว โฟเทนซิโอมิเตอร์ มี 2 ชนิดคือ โฟเทนซิโอมิเตอร์แบบเชิงเส้น (Linear potentiometer) ใช้ในการวัดระยะทางที่เป็นเส้นตรงและ โฟเทนซิโอมิเตอร์แบบเชิงมุม (Rotary potentiometer) ใช้สำหรับวัดระยะในลักษณะการหมุน โฟเทนซิโอมิเตอร์วัดระยะมุมบางตัวสามารถวัดระยะเชิงมุมได้ถึง 10° หากมันหมุนเต็มรอบจะได้ 357° แต่ในแบบหลายรอบอาจจะมีมุมในการหมุนได้ถึง 3500° หรือมากกว่าความเร็วรอบสูงสุดที่โฟเทนซิโอมิเตอร์ แบบไวร์วาวด์หมุนได้ประมาณ 300 รอบ/นาที หากมากกว่านั้นจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ซึ่งเป็นผลมาจากการไม่สัมผัสกันอย่างต่อเนื่องของแขน ความเร็วในการหมุนของโฟเทนซิโอมิเตอร์ แบบต่อเนื่องอาจหมุนได้ถึง 2,000 รอบ/นาที โฟเทนซิโอมิเตอร์ แบบไวร์วาวด์ที่บางมาก ๆ จะมีเส้นศูนย์กลางเพียง 0.01 มิลลิเมตร โดยลวดที่ใช้อาจทำมาจากแพลทินัมหรือโลหะผสมนิกเกิลที่นำมาพันอยู่บนฟอรัมความละเอียด (Resolution) ของโฟเทนซิโอมิเตอร์ คือการเปลี่ยนแปลงความต้านทานค่าน้อยที่สุดเมื่อแขน โฟเทนซิโอมิเตอร์เคลื่อนที่จากขดลวดช่วงหนึ่งไปยังอีกช่วงหนึ่ง

2.4 เซนเซอร์วัดความเอียง

MMA7260Q เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความเร่ง 3 แกน ขอบเขตของการวัดอย่างน้อย $\pm 6g$ ทำงานด้วยแรงดัน 2.2 - 3.6 โวลต์ และใช้กระแส 500 ไมโครแอมป์ โดยให้สัญญาณออกมาเป็นแรงดันสำหรับอัตราเร่งแต่ละแกนจะสร้างแรงเคลื่อนจาก 0 ถึง 3.3 โวลต์ เมื่อไม่มีอัตราเร่งบนแกนสัญญาณเอาต์พุตจะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งหรือประมาณ 1.65 โวลต์ ด้วยอัตราเร่งบวกในทิศทางบวกตามแกน สัญญาณในแกนนั้น

จะเพิ่มขึ้น ด้วยอัตราเร่งในทิศทางลบตามแกน สัญญาณในแกนนั้นจะลดลง โดยสามารถตั้งค่าความไวขึ้นอยู่กับขนาดของแรงที่กระทำสำหรับ กิจกรรมที่แรงต่ำ เช่นวัดบนแนวเอียงของวัตถุ การตั้งค่าต่ำ 1.5g คงเพียงพอ สามารถตั้งค่าที่ขา GS1 และ GS2 โดยสามารถตั้งค่าให้รองรับได้ 800mV/g ที่ความเร่ง 1.5g 600 mV/g ที่ความเร่ง 2g 300mV/g ที่ความเร่ง 4 g 200mV/g ที่ความเร่ง 6g

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์

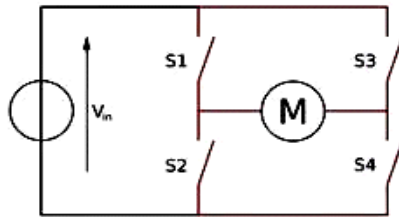
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นตระกูล dsPIC เบอร์ dsPIC30F4011 นั้นเป็น MCU ซึ่งใช้การประมวลผล ข้อมูลในแบบ 16 BIT จากบริษัท Microchips ซึ่งมีจุดเด่นในด้านของความสามารถ ในการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิตอล เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ ในงานควบคุมต่างๆ โดยโครงสร้างภายใน MCU จะเป็นการผสมผสานระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) และวงจร DSP รวม เข้าไว้ด้วยกัน หรืออาจเขียนว่า Digital Signal Controller หน่วยความจำ FLASH 48K Byte, Ram 2K Byte หน่วยความจำ EEPROM ขนาด 1 KByte 16 BIT TIMER/COUNTER 5 ชุด INPUT CAPTURE จำนวน 4 ช่อง A TO D ขนาด 10 BIT / 500KSPS จำนวน 9 ช่อง UART จำนวน 2 ช่อง มีวงจร SPI, I2C, WATCHDOG, POWER-ON RESET, PWM ใช้ Crystal 7.3728 MHz สามารถใช้ PLL คุณความถี่ RUN ได้ถึง 29.4912 MHz

2.6 การควบคุมทิศทางการหมุนมอเตอร์

การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์อาศัยหลักการการเปลี่ยนทิศทางการจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนขั้วมอเตอร์ วงจร H-bridges โดยเมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนโดยทำการปิดวงจร S1 และ S4 และเมื่อต้องการที่จะกลับทางหมุนมอเตอร์ทำได้โดยการเปิดวงจร S1 และ S4 และ ปิดวงจร S3 และ S2 หากต้องการหยุดมอเตอร์โดยการเปิดวงจรทุกตัว

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๑๘ ฉบับที่ ๑ (มกราคม - เมษายน) ๒๕๕๕



รูปที่ 2 ลักษณะการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์แบบ H-bridges

2.7 การควบคุมแบบฟัซซี่ (สัญญา มิตรเอม, 2001 : 1 , อุดม โกมินทร์, 2546 : 2)

ระบบฟัซซี่ (Fuzzy control) เป็นระบบที่เรียกว่า Rules-based system ซึ่งหมายความว่า จะมีกฎของฟัซซี่เป็นตัวตัดสินใจการทำงานของระบบควบคุมนั้นให้มีการปรับเปลี่ยนไปตามผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบ จุดมุ่งหมายของระบบควบคุมแบบฟัซซี่คือการให้ ฟัซซี่เข้าไปแทนการควบคุมแบบเก่าซึ่งใช้มนุษย์เป็นควบคุม โดยระบบควบคุมแบบฟัซซี่จะมีประโยชน์ในสถานการณ์ที่ไม่มีโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่ยอมรับได้สำหรับระบบนั้นหรือเดิมมีการใช้คนที่มีความรู้เป็นผู้ออกแบบระบบ ซึ่งต้องอาศัยกฎของการควบคุมที่ไม่ชัดเจนและคลุมเครือเหตุผลที่ต้องใช้การควบคุมแบบฟัซซี่แบ่งเป็น 2 ส่วน เหตุผลทางทฤษฎี โดยทั่วไปแล้วหลักการทางวิศวกรรมที่ดี ควรต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อโมเดลทางคณิตศาสตร์หายากเกินไปโดยเป็นไปได้สูงมากในการ

ใช้งานจริง ข้อมูลที่สำคัญก็มาจากเซ็นเซอร์จะวัดค่าออกมาเป็นตัวเลข และผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะอธิบายระบบออกมาเป็นภาษามนุษย์ ระบบควบคุมแบบฟัซซี่นั้นสามารถออกแบบโดยนำเสนอข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีลักษณะไม่ชัดเจนมาใช้อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบควบคุมเก่านั้นไม่สามารถนำข้อมูลแบบภาษามนุษย์มาใช้ได้ ระบบควบคุมฟัซซี่เป็น Model-free approach กล่าวคือไม่ต้องการ Mathematical model ของระบบเหล่านั้นซึ่งได้มายาก ระบบควบคุมฟัซซี่นั้นเป็น Non-linear control action ใดก็ได้ เหตุผลทางการปฏิบัติเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากการควบคุมฟัซซี่เป็นการเลียนแบบวิธีการควบคุมของมนุษย์ ระบบฟัซซี่มีหลายชนิดโดยแต่ละชนิดให้หลักการพื้นฐานเดียวกันคือเอาฟัซซี่ของระบบ Y ขึ้นอยู่กับอินพุตของระบบ X ตามกฎของฟัซซี่ ซึ่งเป็นกฎที่ระบุความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาฟัซซี่จำนวน m กฎในรูปแบบ

$$\text{IF } X = A_j \text{ Then } Y = B_j$$

สมการที่ 1 (สัญญา มิตรเอม. 2001 : 7)

ระบบฟัซซี่จะแปลงค่าอินพุตให้อยู่ในรูปแบบของฟัซซี่เซตตามที่แต่ละกฎระบุเอาไว้ และคำนวณหาเอาฟัซซี่ของระบบ Y โดยการรวมกฎเหล่านี้เข้าด้วยกัน

กัน วิธีการหาผลรวมค่าศูนย์กลาง (Center of area) โดยใช้ฟัซซี่แบบมาตรฐานแสดงสมการที่ 2

$$\text{Output} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i S_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

สมการที่ 2 (สัญญา มิตรเอม, 2001 : 15)

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและการสร้างในส่วนของระบบเบรก

3.1.1 การออกแบบติดตั้งระบบยัดเบรก

การออกแบบในส่วนระบบเบรกได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เบรกแบบก้ามปูเข้ากับล้อรถเข็น

ทั้งสองล้อโดยจับยึดระบบเบรกเข้ากับเหล็กงอมุมฉากและจับยึดเข้ากับเสาฐานเบาะรองนั่งโดยใช้ประกับและน็อตในการยึดโดยมีแนวคิดที่จะทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นในการนำไปติดตั้งกับรถเข็นเดิมที่มีใช้งานอยู่โดยไม่มีการทำลายโครงสร้างรถเข็น แสดงดังรูปที่ 3

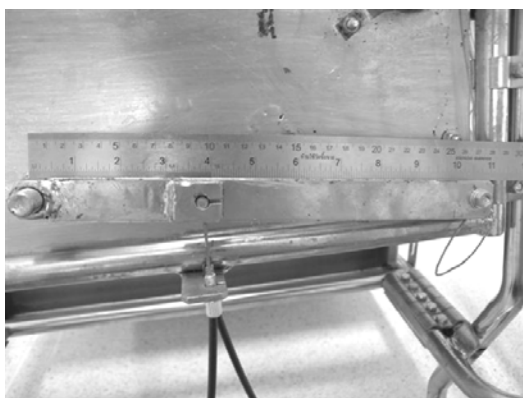


รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ห้ามล้อแบบก้ามปูเข้ากับรถเข็น

3.1.2 การออกแบบระบบดึงสายก้านเบรก

เบรกแบบก้ามปูอาศัยแรงบีบในการช่วยให้ลูกยางกดลงบนจานล้อรถเข็นโดยมีการส่งแรงมาจากสายก้านเบรกซึ่งต้องอาศัยแรงในการดึงจากมอเตอร์ จากมุมดึงที่แคบทำให้มอเตอร์ต้องออกแรงดึงมาก เพื่อเป็นการผ่อนแรงในการดึงได้ออกแบบคาน

เพื่อเพิ่มแรงดึงดังรูปที่ 4 ทำให้มอเตอร์ต้องออกแรงในการดึงสายก้านเบรกลดลงตามทฤษฎีโมเมนต์โดยใช้คานยาว 28 Cm ระยะจากจุดหมุนถึงจุดดึงสายก้านเบรก 10 Cm ระยะที่ห่างจากจุดดึง 18 Cm ดังรูปที่ 4



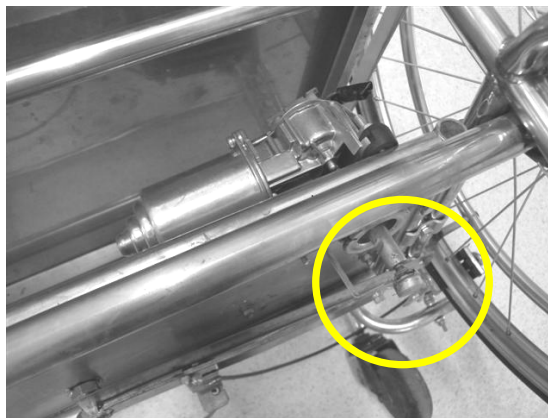
รูปที่ 4 คานเพิ่มแรงดึงสายก้านเบรก

3.2 การออกแบบและการสร้างในส่วนของระบบควบคุม

3.2.1 การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะการดึงสายกันเบรก

ในโครงการนี้ใช้มอเตอร์เฟืองแบบตัวหนอนเป็นต้นกำลังในการดึงสายกันเบรกโดยระยะในการดึง

สายกันเบรกที่แท้จริงนั้น มีระยะการดึงเพื่อให้ล้อหยุดสนิท 1.75 Cm โดยเมื่อเพิ่มคานโมเมนต์ทำให้ระยะของการดึงเพิ่มขึ้นเป็น 5.25 Cm เป็นสัดส่วน 1:3 ได้ทำการติดตั้งโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ตำแหน่งแกนจุดหมุนของมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 5

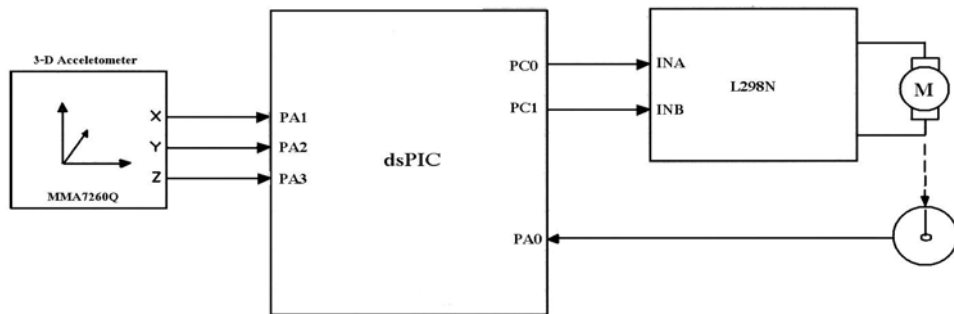


รูปที่ 5 ตำแหน่งการติดตั้งโพเทนชิโอมิเตอร์เข้ากับแกนหมุนของมอเตอร์

เมื่อทำการจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าโพเทนชิโอมิเตอร์ และให้มอเตอร์เคลื่อนที่ดึงสายกันเบรกจนล้อล็อกวัดแรงเคลื่อนเอาท์พุตได้ 1.25 โวลต์ โดยแรงเคลื่อนนี้จะต่อเข้ากับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC โดยมีความละเอียดในการแปลงค่าแรงดันเป็นดิจิตอล 10 Bit โดยเมื่อรับแรงเคลื่อน 5 โวลต์ถึงจะได้รับข้อมูล 1024 ระดับ แต่หากใช้แรงเคลื่อนสูงสุดที่วัดได้จากการดึง 1.75 โวลต์ จะแปลงค่าได้ 359 ระดับ ถือว่ามีความละเอียดเพียงพอที่จะนำไปประมวลผลได้

3.2.2 การออกแบบระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบส่วนนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC เชื่อมต่อโมดูลวัดความแรง MMA726Q เข้าที่ขา PA1 ,PA2,PA3 และ สัญญาณบ้อนกลับจากโพเทนชิโอมิเตอร์เข้าที่ ขา PA0 และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์โดยใช้โมดูล L298N โดยควบคุมที่ขา PC0 และ PC1 ดังรูปที่ 6

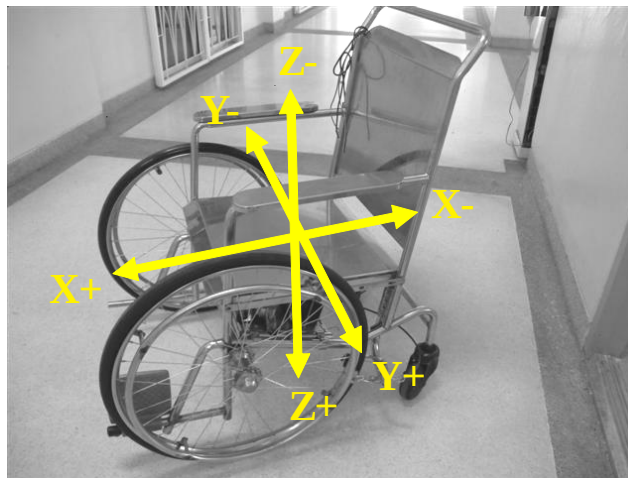


รูปที่ 6 ผังเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซ็นเซอร์และควบคุมมอเตอร์

3.2.3 การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร่ง

การติดตั้งตำแหน่งโมดูลวัดความเร่ง MMA726Q เพื่อวัดความโน้มเอียงของรถเข็นโดยวาง

ที่ด้านใต้รถเข็นในแนวราบโดยให้แกน Z ชี้ลงพื้นและให้ แกน X ชี้ไปทางด้านหน้าขนานกับพื้นและ แกน Y คือการเอียงด้านข้างขนาดเท่ากับพื้นดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ทิศทางการวางแนวติดตั้งโมดูลวัดความเร่ง MMA726Q

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โหมดความไวในการตอบสนองที่ 1.5g โดยจะให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า 800 mV/g สัญญาณที่ได้รับจาก MMA726Q แกน X และ แกน Y บนพื้นราบขนานกับพื้นจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.65 โวลต์ และ แกน Z ชี้ลงพื้น จะได้แรง

เคลื่อนไฟฟ้า 3.3 โวลต์ และเมื่อเอียงรถเข็นไปข้างหน้าทำมุม 30 องศา ค่าแรงเคลื่อนแกน X มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และเมื่อยกหน้าทำมุม 30 องศา ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าลดลง โดยสามารถสรุปเป็นตารางที่ 1

แกน	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30
X	1.76	1.71	1.68	1.65	1.54	1.43	1.38
Y	1.78	1.73	1.69	1.65	1.55	1.44	1.36
Z	2.48	2.49	2.50	2.51	2.50	2.49	2.48

ตารางที่ 1 ผลการเปลี่ยนแปลงความเอียงต่อแรงเคลื่อนเอาต์พุต

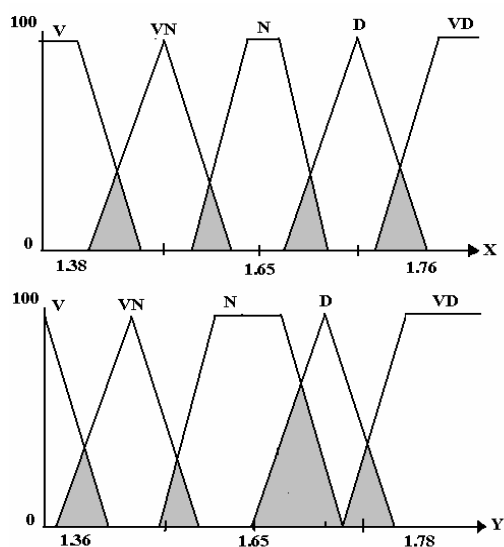
3.3 การออกแบบชุดคำสั่งซอฟต์แวร์ (Software)

กระบวนการประมวลผลด้วยหลักการฟัซซี่มีอยู่ 2 กระบวนการคือ Fuzzification เป็นกระบวนการเปลี่ยนข้อมูลที่รับมาไปเป็นรูปแบบฟัซซี่ซึ่งบางครั้งข้อมูลมีความแตกต่างในแต่ละข้อมูลที่จะนำมาประมวลจะต้องเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน และกระบวนการ Defuzzify เป็นการเปลี่ยนผลของการประมวลในรูปแบบฟัซซี่ไปกลับเป็นเอาต์พุตที่สามารถนำไปควบคุมได้

3.3.1 การสร้างคู่ลำดับสัญญาณเอาต์พุตจากอินพุต (Fuzzification)

ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกฎของฟัซซี่ มี 3 สัญญาณ ประกอบด้วยค่าความแรงแกน X,Y และ Z โดยให้ค่าดังตารางที่ 1 โดยข้อมูลมีค่าอยู่ใน 1.38 -

1.76 โวลต์ เมื่อผ่าน ADC ขนาด 10 bit ทำให้มีระดับความแตกต่างข้อมูลช่วงที่กว้าง จึงทำการเลือกจำนวนกฎที่จะใช้ในการวิเคราะห์ 5 กฎโดยจะทำให้มีกฎที่ใช้จำนวน $5 \times 5 = 25$ กฎซึ่งมากพอที่จะครอบคลุมทั้งฟังก์ชัน โดยให้น้ำหนักข้อมูล แกน X และแกน Y เป็นกฎและใช้ แกน Z เป็นตัวคูณเพิ่มน้ำหนักเหตุผล เพราะข้อมูล Z มีการเปลี่ยนแปลงน้อยสุด แต่จะให้ผลเมื่อรถขึ้นเคลื่อนลงทางลาดเร็วจะทำให้ความเร่งเพิ่มขึ้นหรืออาจเกิดจากการกระแทกทางขรุขระก็จะทำให้ค่าความเร่งมีการเพิ่มขึ้นโดยตรงเพราะรถขึ้นจะรับน้ำหนักของผู้ใช้งานไว้ทั้งหมด ข้อมูล Z มีค่าเปลี่ยนมากขึ้นตามนั้นหมายถึงทางนั้นมีความเสี่ยงสูง ขึ้นแรกผู้วิจัยเลือกใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมคางหมูเพื่อต้องการลดค่าการแกว่งของข้อมูลเพื่อใช้เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกส่วนอินพุตแสดงดังรูปที่ 8



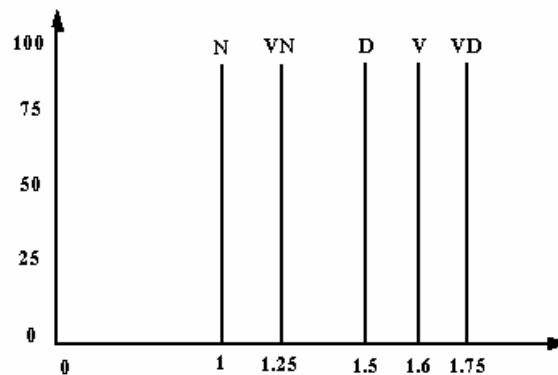
รูปที่ 8 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกส่วนอินพุตของแกน X,Y

โดยที่

- DV คือช่วงความเอียงที่ชันมาก
- D คือช่วงความเอียงที่ชันเล็กน้อย
- N คือช่วงช่วงทางลาดปลอดภัย
- VN คือ ช่วงทางลาดชันเล็กน้อย
- V คือช่วงทางลาดชันชันมาก

ส่วนของการออกแบบส่วนของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกส่วนเอาต์พุตซึ่งเป็นตำแหน่งที่ได้มาจากโพเทนชิโอมิเตอร์เพื่อควบคุมระยะการดึงสายกันเบรก ผู้วิจัยเลือกที่จะให้เอาต์พุตมีลักษณะเป็นแบบซิงเกิลตัน (Singletons) เพราะมีความสะดวกและมีจำนวน ข้อมูลที่จะใช้ในการประมวลผลน้อยเพราะระยะในการดึงสาย

กันเบรกแล้วทำให้ความละเอียดในการควบคุมมีค่าใกล้เคียงจึงสามารถใช้วิธีการนี้ได้แสดงดังรูปที่ 9 ส่วนกฎการควบคุมได้มาจากการพิจารณาถึงเหตุผลจากประสบการณ์ของผู้วิจัยโดยสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของระบบแสดงที่ตารางที่ 2



รูปที่ 9 พังชั้นความเป็นสมาชิกส่วนเอาต์พุต

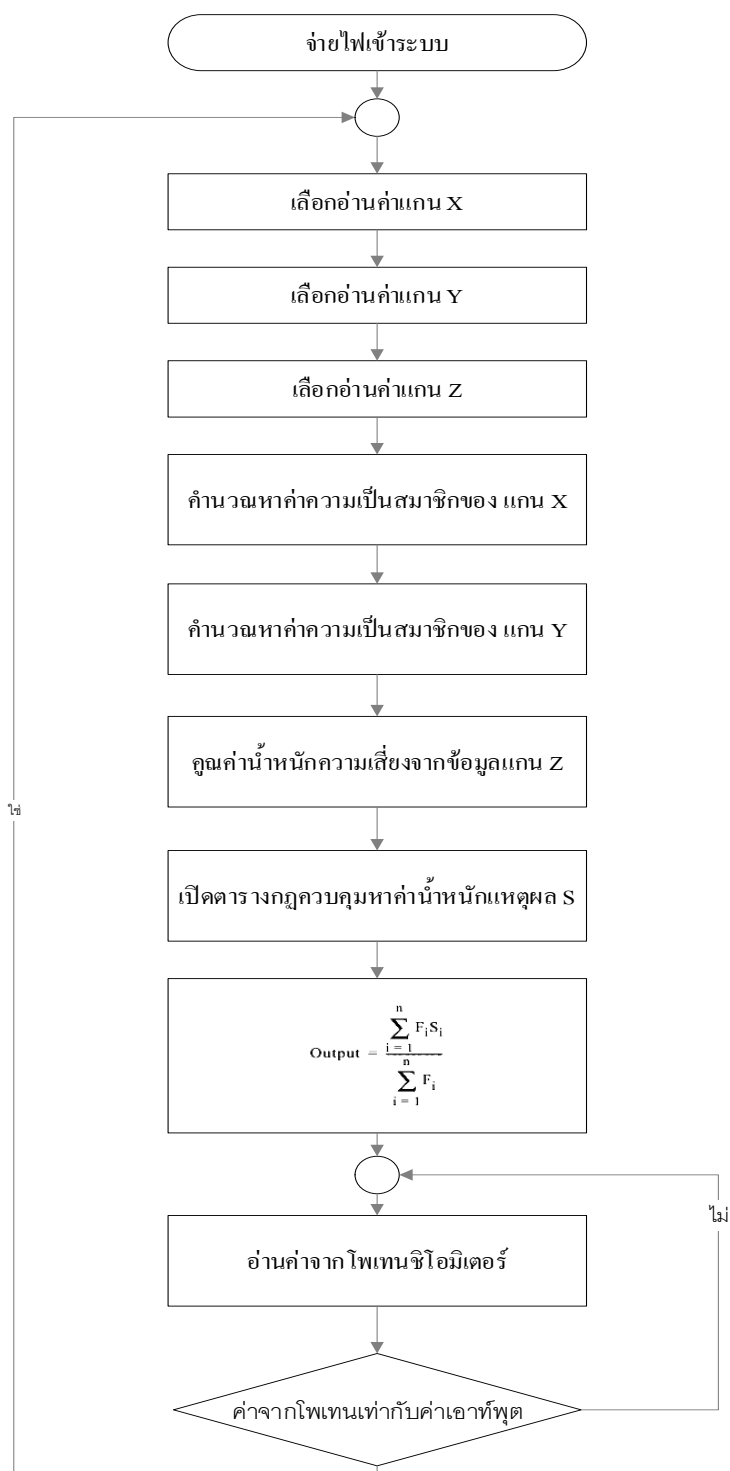
X\Y	V	VN	N	D	VD
V	VD	VD	VN	VN	VD
VN	VD	N	N	VN	VD
N	VN	N	N	VN	VD
D	VN	VN	VN	VD	VD
VD	VD	VD	VD	VD	VD

ตารางที่ 2 แสดงกฎที่ใช้ในการควบคุมผลทางเอาต์พุต

3.3.2 การสร้างสัญญาณเอาต์พุตควบคุมระยะ
ดิ่งเบรก (Defuzzify)

ขั้นตอนนี้ ผลของการเข้ากฎฟัซซี่ จะถูก
แปลงกลับไปเป็นเอาต์พุตจริงผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จะถูก
ประมวลเข้าด้วยกัน โดยในงานวิจัยนี้ใช้หลักการค่าศูนย์
กลางของพื้นที่เป็นตัวแทนของที่ดีที่สุดของเซตนั้น และ
ในกรณีที่ทำการหลายกฎทำให้เกิดพื้นที่ทับซ้อนกันทำให้
เกิดความต่อเนื่องต่อเอาต์พุตโดยสมการที่ใช้ในการหา

เอาต์พุตแสดงที่สมการที่ 2 ถ้ามีมากกว่าสองกฎระบุ
ไปยังสถานะเดียวกันวิธีพิจารณาค่าความเป็น
สมาชิก สูงสุดของกฎเหล่านั้น มีกฎที่สร้างขึ้นในงาน
วิจัยนี้ 25 กฎในการใช้งานจริงบางกฎไม่มีทางเกิดขึ้น
ได้เลย เราสามารถตัดกฎนั้นออกไปได้เพื่อลดจำนวน
การคำนวณลงส่งผลให้การเขียนคำสั่งลดลง สามารถ
เขียนเป็นผังโปรแกรมลำดับขั้นตอนการทำงานรูปที่ 10



รูปที่ 10 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมควบคุม

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๑๘ ฉบับที่ ๑ (มกราคม - เมษายน) ๒๕๕๕

4. ผลการทดลอง

ในการทดลองระบบโดยใช้ทางลาดเอียง 5 องศา ระยะทางยาว 6 เมตร โดยพื้นของทางลาดเอียงสร้างจากปูนผสมหินละเอียด โดยวางการทดลองไว้โดยใช้ถ่วงบรรทุกที่มีน้ำหนักต่างกัน 4 ค่าได้แก่ 40kg 50kg 60kg และ 70kg เป็นตัวแทนของผู้ใช้งานรถ

เข็น โดยเริ่มเข็นทางราบและเข้าสู่ทางลาดและปล่อยให้รถเข็นพร้อมน้ำหนักเคลื่อนที่ โดยทำการทดสอบทั้งหมด น้ำหนักละ 10 ครั้งเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบผลการทดลองตารางที่ 3

น้ำหนัก	ระยะที่รถเข็นทำการชะลอ (เมตร)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40 Kg	0.90	0.88	0.89	0.90	0.90	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90
50 Kg	1.15	1.13	1.13	1.13	1.14	1.15	1.15	1.15	1.14	1.15
60 Kg	1.90	1.89	1.88	1.89	1.89	1.88	1.89	1.90	1.90	1.90
70 Kg	2.40	2.38	2.38	2.38	2.39	2.40	2.40	2.39	2.40	2.40

ตารางที่ 3 ตารางเก็บผลการทดลองรถเข็นบนทางลาดเอียง

5. สรุปผลการทดลอง

ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่นำมาใช้ในการควบคุมความเร็วรถเข็นอาศัยข้อมูลค่าความเอียงจากเซ็นเซอร์วัดความเร่งทั้ง 3 แกน พบว่าชุดควบคุมความเร็วที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการควบคุมความเร็วใกล้เคียงกับความสามารถในการชะลอความเร็วโดยผู้ช่วยเข็นรถ จากข้อมูลผลการทดลองสรุปได้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของรถเข็นทำให้ประสิทธิภาพการช่วยชะลอแปร

ผกผันอย่างเป็นเชิงเส้นโดยที่ไม่มีการลือกล้อย่างกะทันหัน ทำให้การใช้งานรถเข็นมีความปลอดภัยมากขึ้น แต่ยังมีปัจจัยภายนอกที่ยังคงทำให้ระบบมีความผิดพลาดเช่นความสามารถในการยึดเกาะของยางล้อรถเข็นแบบนั่งซึ่งพอที่จะแก้ไขได้เพื่อลดค่าใช้จ่ายการตรวจสอบยางล้อให้มีสภาพดีจะช่วยทำให้ระยะไกลน้อยลงได้

เอกสารอ้างอิง

- สภาวิศวกร. (2554). มาตรฐานทาง ลาดสำหรับรถเข็นคนพิการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.coe.or.th>. (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2554).
- สัญญา มิตรเอม. (2001). “หลักการเบื้องต้นของระบบควบคุมแบบฟัซซี่”. *Journal of Thai Robotic Society* : 1 (1) : 5-22.
- อุดม โกมินทร์. (2546). การควบคุมคงทนแบบฟัซซี่ปรับค่าได้สำหรับระบบควบคุมตำแหน่งที่มีความไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.