บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบรถนั่งผู้พิการไฟฟ้านั้น มีหลายวิธี แต่การออกแบบพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติ และประดิษฐ์อุปกรณ์เสริมให้กับรถนั่งผู้พิการแบบควบคุมด้วยมือบังคับการเคลื่อนที่ ให้เป็นรถนั่งผู้พิการไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้าโดยก้านควบคุม และควบคุมด้วยมือบังคับการเคลื่อนที่ เพื่อทดแทนการนำเข้ารถนั่งผู้พิการไฟฟ้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง และลดปัญหาจากการซ่อมบำรุงที่อุปกรณ์บางชิ้นต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ จะทำให้เกิดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่สถานประกอบการพยาบาล รวมถึงมูลนิธิเกี่ยวกับผู้พิการ และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้พิการ, ผู้ป่วย และผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดินได้

ปี 2550 พบว่ามีคนพิการจำนวน 1.9 ล้านคนจากประชากรทั้งสิ้นประมาณ 65.6 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.9 โดยมีลักษณะพิการอย่างน้อย 1 ใน 3 ลักษณะ คือ มีความลาบากหรือปัญหาในการทากิจกรรม จานวน 1.8 ล้านคน (ร้อยละ 2.8) มีความลำบากในการดูแลตนเองหรือทากิจวัตรส่วนตัวประมาณ 0.4 ล้านคน (ร้อยละ 0.6) หรือมีความบกพร่องทางร่างกาย จิตใจ หรือสติปัญญา 1.3 ล้านคน (ร้อยละ 2.0) ซึ่งกลุ่มนี้เพิ่มขึ้นจาก 1.1 ล้านคน (ร้อยละ 1.7) ในปี 2545(สมาคมผู้พิการแห่งประเทศไทย, www.apht-th.org/)

โครงงานรถไฟฟ้าสำหรับคนพิการขับเคลื่อนภายในอาคารโดยที่เน้นการควบคุมการขับเคลื่อนของรถโดยควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 2 ตัวเป็นอิสระแยกจากกัน ผ่านอินเวอร์เตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 เมื่อจอยสติกได้รับคำสั่งจากผู้ขับจอยสติกจะส่งสัญญาณผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อินเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมให้มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ตำแหน่งซ้ายและขวามีความเร็วรอบการหมุนค่าอัตราส่วนต่างๆตามที่ออกแบบไว้ จากวิธีการดังกล่าวนี้จะเห็นว่าการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าขับเคลื่อนภายในอาคารสำหรับคนพิการจะมีความคล่องตัวสูงและมีวงเลี้ยวที่แคบ เหมาะแก่การนำไปใช้งานในพื้นที่จำกัด นอกจากนี้ในโครงงานนี้ยังมีการศึกษาคุณลักษณะของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่ เมื่อทำการอัดประจุและคายประจุไฟฟ้าแบบกระแสคงที่ที่ค่ากระแสต่างๆ เพื่อพิจารณาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ รวมทั้งศึกษาค่าความจุของแบตเตอรี่ที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีการ อัดประจุหรือคายประจุไฟฟ้าที่ค่ากระแสต่างกัน (สุพงษ์ ธนาศรีวิไล, 2543)

การจัดทำรถเข็นคนพิการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าจากการควบคุมจอยสติก อาศัยหลักการทำงานของวงจรที่ควบคุมโดยจอยสติก เพื่อควบคุมทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ อ่านค่าจากจอยสติกที่มีแรงดันตั้งแต่ 0-5 โวลต์ และแปลงแรงดันอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้

ไอซี ADC0808 ประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสร้างสัญญาณพัลส์ป้อนให้กับชุดควบคุมมอเตอร์เพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนจากโปรแกรมแอสเซมบลี ซึ่งงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยส่วนประกอบภายในหลายส่วน แต่ละส่วนพบปัญหาและข้อผิดพลาดที่ต้องแก้ไข เช่น วงจรขับมอเตอร์ร้อนและไหม้ เป็นต้น (เตชทัต บูรณะอัศวกุล, 2555)

การออกแบบและสร้างชุดขับเคลื่อนไฟฟ้าประกอบสำหรับรถเข็นคนพิการ มีหลักการทำงาน คือ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์วิธมอดูเลชั่นโดยใช้การเขียนคำสั่งโปรแกรมประมวลผลด้วยภาษาซี ซึ่งใช้สวิทช์ป้อนคำสั่งการทำงานให้มอเตอร์อยู่ในตำแหน่งเดินหน้า และถอยหลัง พร้อมกับใช้คันเร่งเป็นตัวควบคุมความเร็ว ของมอเตอร์ มีวงจรแยกสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อแยกกราวด์ไฟฟ้าของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทางด้านอินพุตออกจากวงจรขับมอเตอร์ทางด้านเอาท์พุตไม่ให้เกิดความเสียหายกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้แบตเตอรี่ 12โวลต์ จำนวน 2 ก้อนต่ออนุกรมกันให้ได้แรงดัน 24โวลต์ ไปจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับมอเตอร์ โดยผ่านวงจรขับเพื่อไปขับให้มอเตอร์ทำงานจากผลการทดลองสามารถรับน้ำหนักคนพิการได้สูงสุด 100 กิโลกรัม ความเร็วสูงสุด 8.42 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ยุทธนา ปิติธีรภาพ, 2555)

สังคมไทยกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางประชากรครั้งสำคัญ คือการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสัดส่วนจำนวนประชากรในวัยทำงานและวัยเด็กลดลง เนื่องจากอัตราการเกิดและอัตราการตายลดลงอย่างต่อเนื่องประชากรวัยสูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) จะเพิ่มขึ้นกว่า 3 เท่าจาก 4.02 ล้านคนในปี 2533 เป็น 17.74 ล้านคนในปี 2573 เมื่อคิดเป็นสัดส่วนจะเพิ่มจากร้อยละ 7.36 เป็นร้อยละ 25.12 และตามนิยามของสังคมผู้สูงอายุ ประเทศไทยเริ่มก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในปี 2547 เมื่อประชากรอายุ 60 ปี ขึ้นไปมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 10 และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในปี 2567 เมื่อประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 20 (ชมพูนุท พรหมภักดิ์, 2556)

ในชีวิตประจำวันนั้นเรามักจะเคยชินกับคุณสมบัติเชิงคุณภาพหรือใช้ความรู้สึกเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจไม่ว่าจะเป็น ความสูง ความเร็ว ระยะทาง ความร้อน ความดัง ความสว่าง ความสวย และความเชื่อมั่นตนเอง ซึ่งไม่สามารถแบ่ง จำแนก หรือจัดการให้เป็นที่น่าพอใจ โดยใช้เพียง ‘ใช่’ หรือ ‘ไม่ใช่’ เป็นพื้นฐาน ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ความสูงของคน แทนที่จะแบ่งเป็น 2 อย่าง คือ สูง และไม่สูง ซึ่งที่จริงน่าจะเป็นอัตราความสูงน้อยๆไปถึงสูงมากๆ วิธีการระบุว่าองค์ประกอบหรือสมาชิกในประชากรมีค่าเป็นเพียง ‘ใช่’ หรือ ‘ไม่ใช่’ นั้นนิยมใช้ในทฤษฎีเซตทั่วไป ซึ่งตามความเหมาะสมแล้วไม่เพียงพอในการจัดการกับคุณสมบัติทางนามธรรมที่ค่อนข้างคลุมเครือและไม่เจาะจงเหล่านี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปัจจุบันนี้การควบคุมโดยการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์มีบทบาทอย่างมากในการทำงานรวมถึงการออกแบบระบบควบคุมการทำงานด้วย ในการออกแบบการควบคุมการทำงานที่เป็นในรูปแบบที่ผ่านมาก็มักจะเป็นในรูปแบบที่เป็นพีไอดี ซึ่งพีไอดีนี้มีการออกแบบการทำงานที่จำเป็นต้องอาศัยการคำนวณหาสมการของโมเดลการทำงาน ในปัจจุบันระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกได้มีการพัฒนานำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การออกแบบควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้นโดยการกำหนดสมาชิกของผลต่างอุณหภูมิ และอัตราการเปลี่ยนแปลงผลต่างอุณหภูมิไปควบคุมความชื้นก็เช่นเดียวกัน กำหนดผลต่างความชื้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงผลต่างความชื้นไปควบคุม หรือใช้ทฤษฎีฟัซซี่ในการออกแบบ อุณหภูมิและความชื้นที่เกิดจากการคาดหมายของอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับความชื้นในความพึงพอใจในการออกแบบ

ลอตฟี ซีเดฮ์ เป็นผู้เริ่มต้นทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกขึ้น เมื่อปี ค.ศ. 1965 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์นำมาออกแบบวิธีการทางฟัซซี่ลอจิก เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ เช่น เครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น ลิฟต์ และอื่นๆ อีกมากมาย เนื่องจากการออกแบบระบบควบคุมด้วยฟัซซี่มีความสามารถในการควบคุมได้ในช่วงการออกแบบควบคุมที่ได้กว้างกว่าระบบควบคุมแบบเก่า สามารถแก้ไข และ ปรับปรุงการควบคุมได้ง่ายกว่าเนื่องจากอาศัยการคิดตรรกะของมนุษย์นำมาพัฒนา

การเรียนรู้ของหุ่นยนต์โดยการนำข้อมูลซึ่งใช้อุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด ประยุกต์ใช้ฟัซซี่ลอจิก ใช้กฎฟัซซี่จำนวน 14 กฎมาใช้ควบคุมการหลบหลีกและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยจำนวนกฎการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น พบว่าสามารถเพิ่ม-ลดความเร็วได้ตามเงื่อนไขที่ออกแบบ เมื่อหุ่นยนต์เริ่มเคลื่อนที่จะค่อยๆเพิ่มความเร็วแล้วชะรอความเร็วก่อนถึงสิ่งกีดขวางแล้วเลี้ยวหลบอย่างช้าๆ (กันตภณ พริ้วไธสง, 2556)

การออกแบบตัวควบคุมฟัซซีลอจิกร่วมกับตัวควบคุมพีไอดีและการวางแผนเส้นทางการเคลื่อนที่ในระบบคาร์ทีเซียน สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางภายในอาคาร พบว่าตัวควบคุมพีไอดีและฟัซซีสามารถควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนด มีค่าความผิดพลาดสูงสุดระหว่างตำแหน่งสุดท้ายของหุ่นยนต์และเป้าหมายไม่เกิน 0.1 เมตร (ไกรศักดิ์ โพธิ์ทองคำ, 2558)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่ามีการพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรถเข็นไฟฟ้าเพื่อใช้กับคนพิการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพบว่ายังมีสิ่งที่ควรเติมเต็มเพื่อสร้างความเหมาะสมให้กับคนพิการ และผู้สูงอายุ เช่น มุมในการเลี้ยวควรน้อยที่สุดเพื่อความสะดวกในกรณีพื้นที่จำกัด การออกแบบให้มีการซ่อมบำรุงที่ง่ายและสะดวก ราคาต้นทุนควรอยู่ในระดับต่ำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อต้องการให้คนพิการและผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีมากกว่าในปัจจุบัน งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติแบบฟัซซี่ลอจิกเพื่อให้ความเหมาะสมในการใช้งานตามน้ำหนักผู้ใช้งานอยู่ระหว่าง 40 - 80 กิโลกรัม และ

สร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับรถนั่งคนพิการแบบใช้มือบังคับการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นรูปทรงมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่ในโรงพยาบาลทั่วไป ให้เป็นรถนั่งไฟฟ้าคนพิการกึ่งอัตโนมัติที่มีราคาต้นทุนต่ำ

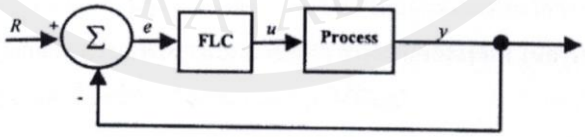
2.1 ความหมายของการควบคุม

การควบคุมนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ เพราะเนื่องจากการทำงานนั้นจะมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่เสมอ การควบคุมนั้นจึงต้องนำมาใช้ร่วมด้วย ในร่างกายของคนเรานั้นเป็นตัวอย่างได้อย่างดีเพราะว่าระบบในร่างกายของคนเราในสภาวะสิ่งแวดล้อมต่างๆ ร่างกายของเราก็สามารถคงสภาวะที่เหมาะสมของร่างกายเราไว้ได้ เช่น ในสภาวะที่ร้อน ร่างกายของคนเราก็จะขับเหงื่อออกมา เพิ่มการระบายความร้อนที่มีอยู่ในร่างกายของเราให้ลดลงเป็นต้น

ในระบบควบคุมได้พัฒนาในช่วงของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ได้มีการออกแบบระบบกลไกต่างๆมากมาย เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ละมีประสิทธิภาพมาก อาทิเช่นระบบการขนส่ง การควบคุมสภาวะแวดล้อม ในปัจจุบันการควบคุมสภาวะแวดล้อม หรือที่เราเรียกว่าการควบคุมอุณหภูมิความชื้นหรือระบบปรับอากาศ เป็นส่วนหนึ่งที่เราสามารถพบเห็นได้บ่อยมากทั้งโรงงานอุตสาหกรรม ห้างสรรพสินค้า หรือแม้แต่ในบ้านพักอาศัยก็มีระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้น เพื่อช่วยให้เราอยู่ได้อย่างสบาย

2.2 ภาพรวมของระบบควบคุมฟัซซี่ลอจิก

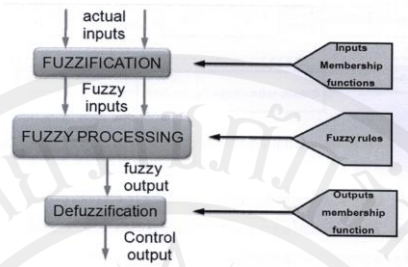
การควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกที่ใช้ในงานควบคุมระบบปิด สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 2.1 ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกพื้นฐาน การทำงานของฟัซซี่ลอจิกในระบบปิดนั้น ก็เช่นเดียวกับการควบคุมทั่วไป โดยค่า e คือค่าความผิดพลาดจากระบบที่เกิดจากค่าที่กำหนด R เมื่อทำการควบคุมแล้วค่าที่ได้ในการควบคุมก็คือ u ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงาน ค่าที่วัดได้ของระบบการทำงานคือ y ค่าที่ได้ก็จะนำไปหักล้างกับค่าที่กำหนดเกิดค่าความผิดพลาด ค่าความผิดพลาดนี้ก็จะนำไปทำการประมวลผลเพื่อการควบคุมในรอบต่อๆไป



ภาพที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมพื้นฐาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกมีกระบวนการในการปฏิบัติงานอยู่ 3 ขั้นตอนซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังภาพ2.2 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 2.2 กระบวนการทำงานในฟัซซี่

การแปลงอยู่ในรูปฟัซซี่ (Fuzzification)

วิธีการนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบของค่าป้อนเข้าจากระบบการทำงานของสิ่งที่กำหนดจริงให้เปลี่ยนอยู่ในรูปแบบค่าใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับค่าป้อนเข้าจริง โดยอาศัยการกำหนดสมาชิกป้อนเข้าของฟัซซี่เซต ในการออกแบบฟัซซี่ลอจิกของสมาชิกป้อนเข้านี้สามารถออกแบบได้หลายวิธี

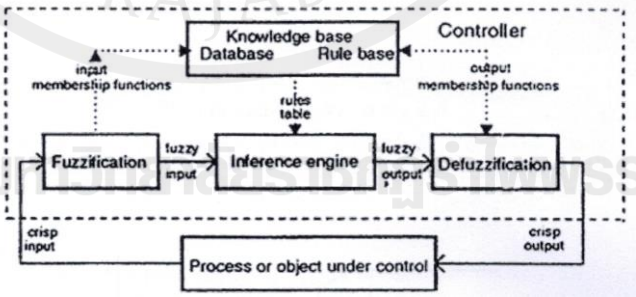
กระบวนการฟัซซี่ (Fuzzy processing)

เป็นกระบวนการทำงานของระบบควบคุมการทำงานที่ถูกกำหนดให้อยู่ในรูปแบบกฎการทำงาน หรือเป็นตัวดำเนินการในการควบคุม ผลลัพธ์ที่ได้นี้จะได้ค่าป้อนเข้าให้กับสมาชิกของเอาพุท

การแปลงกลับอยู่ในรูปค่าที่ใช้งานจริง (Defuzzification)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนค่าของผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปแบบของค่าที่ควบคุมจริงของระบบการทำงานนั้น

จากขั้นตอนในการควบคุมการทำงานโดยฟัซซี่ลอจิกนั้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการทั้ง 3 เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการออกแบบควบคุมการทำงานของระบบ ในการทำงานของระบบควบคุมการทำงานโดยใช้ฟัซซี่ทั่วๆไปสามารถแสดงดังภาพที่ 2.3



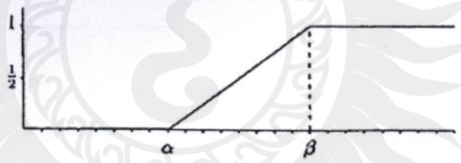
ภาพที่ 2.3 การทำงานทั่วไปของการควบคุมโดยฟัซซี่ลอจิก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากภาพที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมในเส้นปะซึ่งเป็นตัวควบคุมระบบการทำงานภายในประกอบไปด้วยขั้นตอน และกระบวนการในการควบคุมโดยการรับค่าจริงจากระบบที่ถูกควบคุมและส่งค่าที่ได้จากขั้นตอนในการควบคุมไปควบคุมระบบ

การออกแบบสมาชิกการแปลงอยู่ในรูปฟัซซี่ (Fuzzifucation)

ในการออกแบบสมาชิกเริ่มต้นของการควบคุมนั้น ได้อาศัยการออกแบบทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยการกำหนดให้อยู่ในรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ เช่น เมื่อเราต้องการค่าที่ได้ เท่ากับเลข 7 สิ่งที่ได้ในการออกแบบนั้นก็คือ ความน่าจะเป็นเลข 7 นั่นก็คือ 1 และเลขข้างเคียง 7 ก็คือเลข 6 และเลข 8 ก็อาจจะเป็น 0.8 เลขที่ถัดออกมาก็คือเลข 5 และเลข 9 ก็อาจจะเป็น 0.5 และแนวโน้มเลขข้างเคียงก็จะลดลงเรื่อยๆจนความน่าจะเป็นเท่ากับ 0 จากการออกแบบสมาชิกนี้ก็สามารถนำไปออกแบบรูปแบบการทำงานของสมาชิกป้อนเข้าได้ รูปแบบทางสมการก็อาจจะเป็นเส้นตรงเส้นโค้งหรือรูปแบบทางสมการคณิตศาสตร์อื่นๆ ก็ได้ การออกแบบสมาชิกมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างสมการ $\Gamma : U \rightarrow [0,1]$

จากภาพ 2.4 เป็นสมการที่อยู่ในรูปแบบของสมการที่มีสองตัวแปรโดยที่ค่า *u* เป็นค่าใดๆซึ่งสามารถจัดอยู่ในรูปของสมการ 2.1 ดังนี้

$$\Gamma(u;\alpha,\beta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u-\alpha)/(\beta-\alpha) & \alpha \le u \le \beta \\ 1 & u > \beta \end{cases} \qquad 2.1$$

การออกแบบกฎการทำงาน

การออกแบบกฎของฟัซซี่นี้ได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ กำหนดเป็นเงื่อนไขเช่น ถ้าเราต้องการลมแรงๆ แต่ผลที่วัดได้ของลมมีค่าผิดพลาดมากๆ ดังนั้นเราก็ต้องป้อนสัญญาณให้มากขึ้นและเหมาะสมด้วย เป็นต้น การที่เราต้องเปิดพัดลมให้มากๆนี้ ก็จะส่งผลต่อการทำงานของระบบ และค่าผิดพลาดการทำงานก็จะน้อยลง จากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดรวมถึงประสบการณ์ในการออกแบบสามารถนำมากำหนดเป็นเงื่อนไข นั้นก็คือการออกแบบกฎการทำงาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การออกแบบกฎการทำงาน มีวิธีที่สามารถนำไปซึ่งการออกแบบกฎการทำงาน โดยอาศัยวิธีการอยู่หลายวิธีเพื่อที่จะได้การทำงานที่ดี วิธีการที่ใช้ในการออกแบบกฎการทำงานทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน อาทิเช่น การอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบหรือความรู้ในการควบคุม อาศัยความรู้จากสมการทางคณิตศาสตร์ สมการทางฟัซซี่จากกระบวนการ การเรียนรู้จากการควบคุมการทดลอง การควบคุมการทำงานของกฎฟัซซี่ลอจิกนั้น วิธีในการดำเนินงานของกฎนั้นมีทฤษฎีในการออกแบบหลายวิธี ส่วนมากแล้ว โดยทั่วไปที่มักพบเห็นในการควบคุมการทำงาน ในการดำเนินการทำงานของกฎนั้นมี

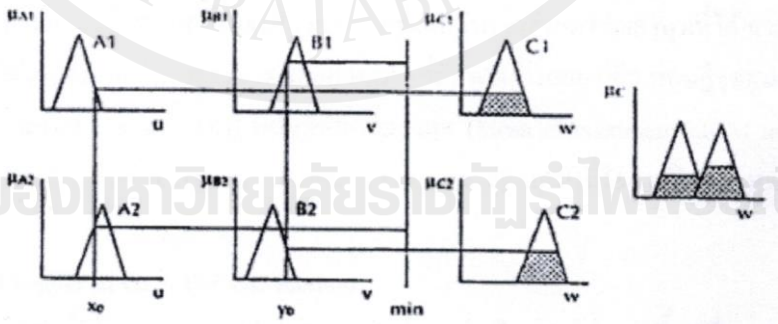
ทฤษฎี Max-Min (Mamdani's Minimum)

วิธีการของทฤษฎีนี้ได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเซตและสับเซ็ตดังตัวอย่างในรูปที่ 2.5 สมาชิกฟัซซี่ของ A1 A2 B1 และ B2 ซึ่งเป็นสมาชิกของฟัซซี่ที่เราได้ออกแบบโดยค่า X_0 และ Y_0 ก็คือ ค่าที่เกิดจากอินพุทของระบบจากการทำงานที่วัดได้ กระบวนการนี้จะทำหน้าที่แปลงค่าสัญญาณอินพุทของฟัซซี่ลอจิก (Fuzzification) ค่าที่ได้จะอยู่ในรูปสมาชิกที่มีค่า 0 ถึง 1 โดยแต่ละสมาชิกของฟัซซี่ A1 A2 B1 และ B2 ก็จะมีค่าที่ต่างกัน ค่าที่ต่างกันนี้เมื่อนำมาออกแบบกฎการทำงานดังตัวอย่างจากเงื่อนไข

IF x is A1 and y is B1 then z is C1

IF x is A2 and y is B2 then z is C2

จากภาพที่ 2.5 เมื่อใช้ทฤษฎีของ Mamdani's Minimum ผลลัพธ์ที่ได้จากเงื่อนไข ค่าที่เกิดขึ้นในสมาชิกของ C1 และ C2 ก็คือ ค่าพื้นที่แรเงา ซึ่งค่า C1 และ C2 เป็นค่าผลลัพธ์ของสมาชิกฟัซซี่เอาพุท แต่ยังไม่ได้ทำการแปลงกลับเป็นค่าที่จะนำไปใช้งาน



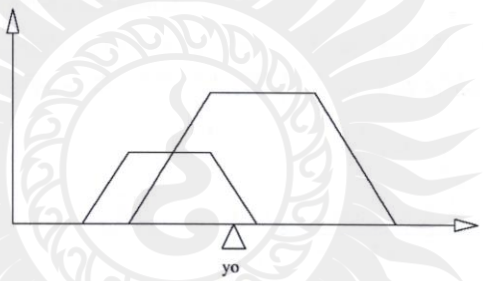
ภาพที่ 2.5 แสดงภาพการทำงานของ ทฤษฎี Max – Min

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การออกแบบสมาชิกเอาพุทของฟัซซี่ (Defuzzification)

การออกแบบสมาชิกเอาพุทของการทำงาน รูปแบบสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้หรือฟังก์ชั่นสมาชิกในการออกแบบมีการออกแบบเช่นเดียวกับการออกแบบสมาชิกอินพุท การออกแบบนั้นจะต้องกำหนดช่วงขอบเขตของอุปกรณ์ หรือผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้งานให้สอดคล้องกับสมาชิกเอาพุท ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบสมาชิกเอาพุทนั้นเป็นค่าผลลัพธ์ที่เรานำไปใช้งานจริงกระบวนการที่จะนำไปซึ่งผลลัพธ์นั้นจะต้องทำการแปลงกลับจากสมาชิกเอาพุทที่ได้ การแปลงค่าเพื่อนำไปใช้งานจริงใช้ทฤษฎีค่าจุดศูนย์กลางความถ่วง (Center of Gravity COG) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.2 และภาพที่ 2.6

$$Y_0 = \sum_{j=1}^{n} \frac{y_j * \mu_B(y_i)}{\mu_B(y_i)} \qquad 2.2$$



ภาพที่ 2.6 การดิฟัซซิฟิเคชั่นวิธี Center of Gravity

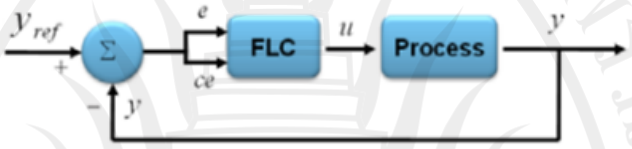
2.3 ออกแบบอุปกรณ์ควบคุมหลัก

ระบบควบคุม

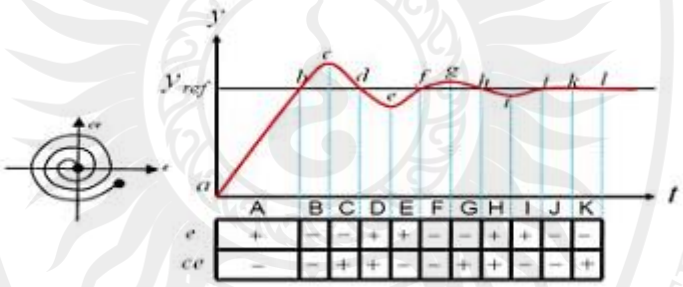
การออกแบบในงานวิจัยการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิกนั้น โดยส่วนใหญ่การควบคุมการทำงานของระบบที่พบเห็นบ่อยดังภาพที่ 2.7 โดยค่า *e* เป็นค่าความผิดพลาด *ce* เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด และ *u* เป็นค่าสัญญาณในการควบคุมการทำงานของระบบการทำงาน y_{ref} เป็นค่าที่กำหนดในการออกแบบ *y* เป็นค่าเอาท์พุทของระบบที่ได้ฉะนั้นในการออกแบบระบบการทำงานได้อาศัยความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาด และ ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดในการออกแบบเช่น ภาพที่ 2.8 ในช่วง A ค่าความผิดพลาดมีค่าเป็นบวกหมายความว่า ค่าเอาท์พุทของระบบมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนด และค่าความเปลี่ยนแปลงมีค่าเป็นลบหมายความว่า ค่าเอาท์พุทที่ได้กำลังลู่เข้าค่าที่กำหนดในช่วง A แต่เมื่อผ่านไปช่วง B ค่าความผิดพลาดที่ได้กลับมีค่าเป็นลบ และค่าความเปลี่ยนแปลงก็มีค่าเป็นลบ ทำให้ค่าเอาท์พุทของระบบมีแนวโน้มที่จะออกห่างจากค่าที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เพราะฉะนั้นในการออกแบบการทำงานจึงพยายามที่ออกแบบกฎให้เอาท์พุทของระบบนั้นมีค่าความผิดพลาด และอัตราค่าเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด เข้าใกล้สู่ค่าที่กำหนดซึ่งได้ออกแบบให้เป็นไปตามในช่วง C เช่นเดียวกัน ในช่วง D ค่าของเอาท์พุทของระบบก็พยายามที่จะลู่ออกไปมากขึ้น เพราะฉะนั้นในการออกแบบเราก็ต้องพยายามปรับค่านั้นให้ลู่กลับสู่สภาวะที่เรากำหนด จนกว่าค่าความผิดพลาดและค่าเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดเป็นศูนย์หรือมีน้อยสุด

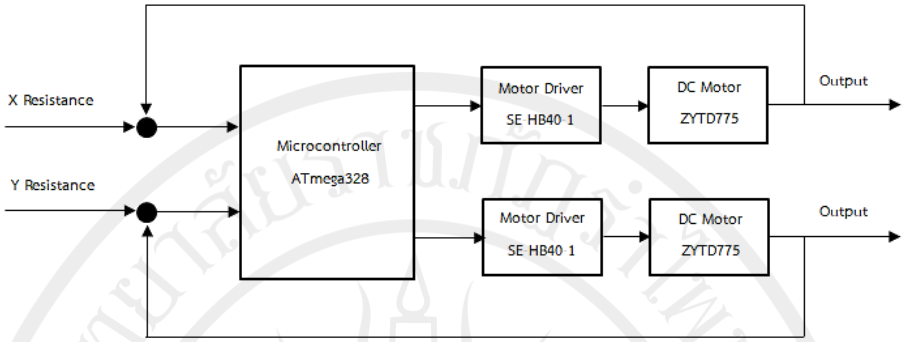


ภาพที่ 2.7 การออกแบบระบบการควบคุม



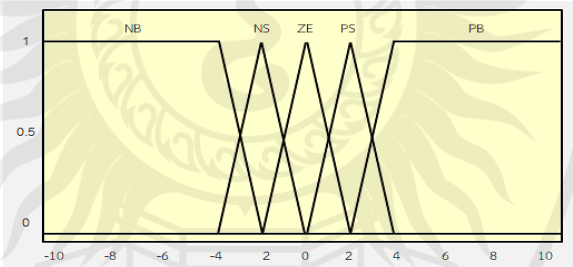
ภาพที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงของค่าเอาท์พุทของระบบในการวิเคราะห์

ในการออกแบบระบบการทำงานของระบบควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 2 ตัว ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการทำงาน ทำให้การควบคุมจะต้องพยายามควบคุมตัวแปรทั้งสองให้ได้ตามค่าที่กำหนด การออกแบบได้อาศัยจากการออกแบบข้างต้นที่ใช้หาค่าเอาท์พุทของระบบ การออกแบบได้อาศัยค่าความผิดพลาดของความเร็วรอบมอเตอร์ในการออกแบบระบบโดยไม่ได้อาศัยอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดมาพิจารณา ในการออกแบบแต่คำนึงถึงค่าความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดของความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 ตัว มาพิจารณาในการออกแบบการควบคุมในงานวิจัย แสดงดังภาพที่ 2.9

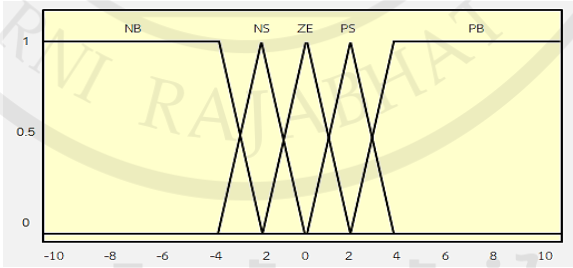


ภาพที่ 2.9 การออกแบบการควบคุมในงานวิจัย

การออกแบบสมาชิกอินพุทของการควบคุมระบบ ค่าอินพุทของสมาชิกได้ออกแบบจากค่าความผิดพลาดจริงของระบบคือ ค่าความผิดพลาดของความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ได้กำหนดสมาชิกของอินพุทเป็น 5 ตัวแปร แสดงดังภาพที่ 2.10 และ ภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.10 สมาชิกอินพุทของค่าความผิดพลาดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (R)



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.11 สมาชิกอินพุทของค่าความผิดพลาดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (L)

การออกแบบการทำงานอาศัยความรู้ทางการควบคุม ความชำนาญในการเรียนรู้ระบบ หรือความรู้ที่ได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยทำให้เรารู้การทำงานของระบบ การออกแบบกฎการ

ทำงานได้ออกแบบกฎการทำงานจากความผิดพลาดของความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยไปควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การออกแบบกฎแสดงได้ดังภาพที่ 2.12 และภาพที่ 2.13

Error Motor (R)

Error Motor (L)	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	PB	PB	PB	PB	PB
NS	PB	PS	PS	PS	PS
ZE	ZE	ZE	ZE	ZE	ZE
PS	NS	NS	NS	NS	NB
PB	NB	NB	NB	NB	NB

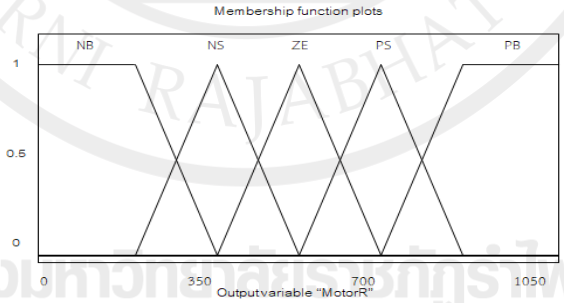
ภาพที่ 2.12 กฎการทำงานควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับตัวขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (R)

Error Motor (R)

Error Motor (L)	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	PB	PB	ZE	NS	NB
NS	PB	PS	ZE	NS	NB
ZE	PB	PS	ZE	NS	NB
PS	PB	PS	ZE	NS	NB
PB	PB	PS	ZE	NB	NB

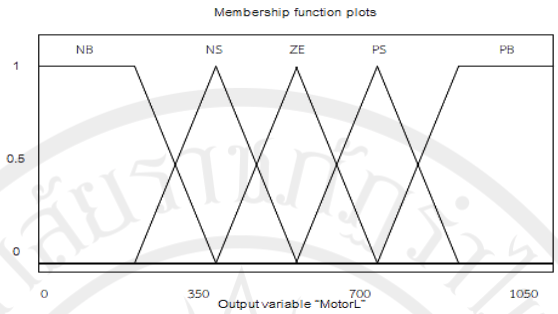
ภาพที่ 2.13 กฎการทำงานควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับตัวขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (L)

สมาชิกเอาท์พุทควบคุมการทำงาน มีด้วยกัน 2 สัญญาณ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีช่วงการออกแบบอยู่ในช่วง 0 - 1050 พัลส์ ประกอบไปด้วย 5 สมาชิก ดังภาพที่ 2.14 และภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.14 สมาชิกเอาท์พุทของ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (R)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 2.15 สมาชิกเอาท์พุทของ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (L)

รถนั่งผู้พิการ

ภาพที่ 2.16 แสดงรถนั่งผู้พิการแบบมือบังคับการเคลื่อนที่

รถนั่งคนพิการจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องช่วยความพิการประเภทหนึ่ง มีคุณสมบัติช่วยในการเคลื่อนที่ มีลักษณะคล้ายเก้าอี้แต่มีล้อ (ส่วนใหญ่เป็นแบบสี่ล้อ แต่ก็มีแบบสามล้อด้วย) ผู้นั่งสามารถหมุนหรือบังคับล้อให้ขับเคลื่อนได้เองหรือบางครั้งอาจให้ผู้อื่นช่วยเข็นให้ก็ได้ เมื่อบุคคลใดมีความยากลำบากในการเคลื่อนที่ไปไหนมาไหน ไม่ว่าจะเป็นอัมพาต อัมพฤกษ์หรือขาขาด ก็สามารถใช้รถนั่งคนพิการเป็นอุปกรณ์ช่วยได้และหากผู้นั้นยังสามารถใช้ส่วนบนของลำตัว (แขนและมือ) ได้ดี ก็สามารถฝึกจนทำกิจวัตรประจำวันภายในบ้าน รวมถึงการเดินทางทางออกนอกบ้านได้ด้วยตนเอง สำหรับรถนั่งคนพิการมาตรฐานแสดงดังรูปที่ 2.16 โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

- ล้อ โดยทั่วไป ล้อเข็นจะมีล้อ 2 คู่ ได้แก่ ล้อหลัง ซึ่งมีขนาดใหญ่ และ ล้อหน้า ที่มีขนาดเล็กกว่า

- ยาง มี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดอัดลม และ ชนิดยางตัน

- ที่หมุนล้อ อยู่ติดกับล้อใหญ่ทั้ง 2 ข้าง แต่ขนาดเล็กกว่า-เล็กน้อย ใช้สำหรับจับหมุนล้อ

- ที่ห้ามล้อ ติดที่ล้อใหญ่ทั้ง 2 ข้าง โดยคันบังคับจะอยู่ในระดับที่นั่งซึ่งมือเอื้อมถึงได้สะดวก

- ที่วางแขน มีหลายแบบ ได้แก่ แบบถอดได้ แบบถอดไม่ได้ แบบที่ใช้กับโต๊ะ และแบบปรับระดับความสูงได้

- ที่นั่ง ความกว้างและความลึกของที่นั่ง ควรนั่งพอดีตัวเมื่อนั่งแล้วรู้สึกสบาย

- พนักพิงหลัง แบบมาตรฐานทำด้วยหนังเทียม ยึดติดด้านหลังสูงจากที่นั่งประมาณ 16 นิ้ว

- ที่วางเท้า สามารถพับขึ้นได้ เพื่อให้ไปนั่งและลุกเข้าออกได้สะดวก

- ที่รองขา มีหลายแบบ เช่น แบบที่ถอดสลักออกแล้วผลักไปด้านข้างได้แบบที่มีแผ่นกระดานหรือโฟมหุ้มเพื่อรองรับขา และสามารถปรับระดับให้อยู่ในแนวนอนได้ เป็นต้น

- คานยกล้อหน้า อยู่ด้านหลังล้อ สำหรับให้คนเข็นใช้เท้าเหยียบลงเพื่อยกล้อหน้าให้พ้นพื้นขณะขึ้นลงพื้นต่างระดับ

- ที่จับ สำหรับให้ผู้ดูแลใช้จับเพื่อช่วยเข็นรถให้คนพิการ

- แผ่นกันเปื้อน เป็นโลหะติดใต้ที่วางแขน เพื่อป้องกันผ้าโดนล้อรถสกปรก

(ที่มา: www.healthyabillity.com)

ไมโครคอนโทรลเลอร์

Arduino เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังภาพที่ 2.17

ภาพที่ 2.17 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เกียร์มอเตอร์

ภาพที่ 2.18 รูปแสดงเกียร์มอเตอร์ที่ใช้ในวีลแชร์ไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ

มอเตอร์ เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแสจะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและอีกส่วนหนึ่งจะผ่านแปลงถ่านคาร์บอนและผ่านคอมมิวเตเตอร์ เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กและจะไม่มีการติดกัน จะมีแต่กี่หักล้างและมีการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิตในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming’s left hand rule)

เฟืองเกียร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังระหว่างเพลากับเพลา โดยอาศัยฟัน และเฟืองทั้งสองขบกัน นอกจากนี้ เฟืองยังสามารถใช้ในการทดสอบเพื่อเพิ่มและลดความเร็วของเฟืองตัวที่ใช้ขับได้ แสดงดังรูปที่ 2.18

แหล่งจ่ายไฟฟ้า

แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ประกอบด้วยเซลล์หรือหมู่ของเซลล์ต่อเข้าด้วยกัน ในหมู่ของเซลล์ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของแผ่นธาตุทั้งแผ่นบวกและแผ่นลบ ซึ่งแผ่นธาตุทั้งบวกและลบทำจากโลหะต่างชนิดกันกั้นด้วยฉนวน เรียกว่า “แผ่นกั้น” โดยนามาจุ่มไว้ใน “ELECTROLYTE” หรือที่เรียกว่า “น้ำกรดผสม” (Sulfuric Acid) น้ำกรดผสมจะทำปฏิกิริยากับแผ่นธาตุในเชิงเคมีเพื่อเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า และแต่ละเซลล์สามารถจ่ายประจุไฟฟ้าได้ประมาณ 2 โวลต์ เซลล์ของแบตเตอรี่ส่วนมากจะถูกนำมาต่อเข้ากัน “แบบอนุกรม” (Series) ซึ่งจะเพิ่มโวลต์หรือแรงดันขึ้น

เรื่อยๆ เช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ จะต้องใช้จำนวนเซลล์ 6 เซลล์มาต่อกัน แบบอนุกรม, แบตเตอรี่ 24 โวลต์ ใช้ 12 เซลล์ แสดงดังภาพที่ 2.19

ภาพที่ 2.19 แบตเตอรี่ 12 V 7.5 Amh

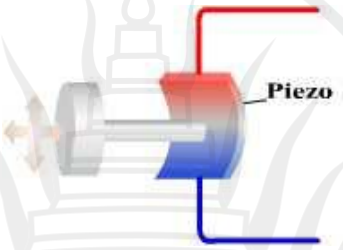
ก้านควบคุม

ก้านควบคุมใช้ระบบการเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ในแรงดันระหว่าง 0VDC – 5 VDC เพื่อใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ ก้านควบคุมสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระในทุกทิศทางทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถนั่งผู้พิการได้ทุกทิศทาง แสดงดังภาพที่ 2.20

ภาพที่ 2.20 แสดงก้านควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่

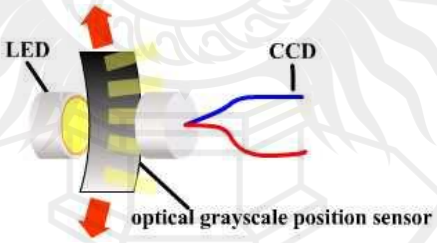
ตัวเซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งจะเชื่อมติดกับแต่ละแกนของจอยสติกเพื่อตอบสนองกับพิกัด X-Y และส่งสัญญาณไปที่การ์ดอแดปเตอร์ของเกมซึ่งมีซอฟต์แวร์ที่จะนำข้อมูลสัญญาณที่ได้มาเปลี่ยนให้เป็นตำแหน่งของเกมคอนโทรลเลอร์ตัวเซนเซอร์ในจอยสติกส่วนใหญ่จะทำจาก ตัวเก็บประจุ และ potentiometer หรือ POT ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ซึ่งควบคุมด้วยการเคลื่อนที่ทั้งสองทิศทางของจอยสติก กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านจาก POT ไปยังตัวเก็บประจุ เมื่อประจุเพิ่มขึ้นจนเกิดศักย์ไฟฟ้าถึง 5 โวลต์ ตัวเก็บประจุจะคายประจุ

เมื่อจอยสติกถูกดันไปในทิศทางหนึ่ง ความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ทำให้ตัวเก็บประจุใช้เวลานานขึ้นในการชาร์จประจุเข้าไปและคลายประจุ เมื่อถูกดันไปในทิศทางอื่นๆ ค่าความต้านทานจะลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลไปที่ตัวเก็บประจุได้มากขึ้น ทำให้การชาร์จและคลายประจุทำได้เร็วขึ้น เกมอแดปเตอร์จะจับเวลาในหน่วยมิลลิวินาทีสำหรับการชาร์จและคลายประจุ จากนั้นจะคำนวณตำแหน่งของจอยสติกทั้งสองแกน



ภาพที่ 2.21 แสดงอุปกรณ์เปียร์โซ

เซ็นเซอร์ตำแหน่งอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้กับดิจิทัลจอยสติก เรียกว่า piezo electric sensor มักใช้กับส่วน top hat ของจอยสติก ภายในประกอบด้วยคริสตัลเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการกดหรือปล่อยสวิตซ์ แสดงดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.22 แสดงหลักการทำงานอุปกรณ์ LED – CCD

Optical grayscale position sensor จะใช้ LED (Light-Emitting Diode) และ CCD (Charge Coupled Device) ที่เปลี่ยนแสงจาก LED เป็นกระแสไฟฟ้า ระหว่าง LED กับ CCD เป็นฟิล์มที่มีการไล่สีจากสว่างไปมืด จากปลายด้านหนึ่ง เมื่อจอยสติกมีการเคลื่อนไหวฟิล์ม จะเคลื่อนไหวด้วยปริมาณของแสงที่ผ่านฟิล์มได้จะเปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งสามารถตรวจจับได้โดย CCD แสดงดังภาพที่ 2.22