บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

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

ปี 2550 พบว่ามีคนพิการจานวน 1.9 ล้านคนจากประชากรทั้งสิ้นประมาณ 65.6 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.9 โดยมีลักษณะพิการอย่างน้อย 1 ใน 3 ลักษณะ คือ มีความลาบากหรือปัญหาในการทากิจกรรม จานวน 1.8 ล้านคน (ร้อยละ 2.8) มีความลาบากในการดูแลตนเองหรือทากิจวัตรส่วนตัวประมาณ 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/)

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

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

ปัจจุบันนี้การควบคุมโดยการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์มีบทบาทอย่างมากในการทำงานรวมถึงการออกแบบระบบควบคุมการทำงานด้วย ในการออกแบบการควบคุมการทำงานที่เป็นในรูปแบบที่ผ่านมาก็มักจะเป็นในรูปแบบที่เป็นพีไอดี ซึ่งพีไอดีนี้มีการออกแบบการทำงานที่จำเป็นต้องอาศัยการคำนวณหาสมการของโมเดลการทำงาน ในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกได้มีการพัฒนานำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การออกแบบควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้นโดยการกำหนดสมาชิกของผลต่างอุณหภูมิ และอัตราการเปลี่ยนแปลงผลต่างอุณหภูมิไปควบคุมความชื้นก็เช่นเดียวกัน กำหนดผลต่างความชื้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงผลต่างความชื้นไปควบคุม หรือใช้ทฤษฎีฟัซซี่ในการออกแบบ อุณหภูมิและความชื้นที่เกิดจากการคาดหมายของอุณหภูมิที่สัมพันธ์กับความชื้นในความพึงพอใจในการออกแบบ

กล่าวถึงผลงานวิจัยโครงงานรถไฟฟ้าสำหรับคนพิการขับเคลื่อนภายในอาคารโดยที่เน้นการควบคุมการขับเคลื่อนของรถโดยควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส 2 ตัวเป็นอิสระแยกจากกัน ผ่านอินเวอร์เตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 เมื่อจอยสติกได้รับคำสั่งจากผู้ขับ จอยสติกจะส่งสัญญาณผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ให้อินเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมให้มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ตำแหน่งซ้ายและขวามีความเร็วรอบการหมุนค่าอัตราส่วนต่างๆตามที่ออกแบบไว้ จากวิธีการดังกล่าวนี้จะเห็นว่าการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าขับเคลื่อนภายในอาคารสำหรับคนพิการจะมีความคล่องตัวสูงและมีวงเลี้ยวที่แคบ เหมาะแก่การนำไปใช้งานในพื้นที่จำกัด นอกจากนี้ในโครงงานนี้ยังมีการศึกษาคุณลักษณะของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วแบตเตอรี่ เมื่อทำการอัดประจุและคายประจุไฟฟ้าแบบกระแสคงที่ ที่ค่ากระแสต่างๆ เพื่อพิจารณาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ รวมทั้งศึกษาค่าความจุของแบตเตอรี่ที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีการ อัดประจุหรือคายประจุไฟฟ้าที่ค่ากระแสต่างกัน (สุพงษ์ธนาศรีวิไล, 2543)

ประเทศไทยมีผู้พิการทางด้านการเคลื่อนไหวจำนวนมาก ดังนั้น อุปกรณ์ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นและยังเป็นความต้องการของผู้พิการอีกมากคือ รถเข็นสำหรับผู้พิการ ที่มีบริษัทเอกชนคิดค้นและพัฒนาขึ้นมามากมาย ทั้งแบบที่ใช้คนเข็น และแบบที่เป็นระบบไฟฟ้า ซึ่งทำให้ผู้พิการได้รับความสะดวกสบายมากขึ้นอย่างไรก็ตาม ด้วยความคิดที่ไม่เคยหยุดคิดค้น เพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้พิการ ทำให้ ดร.เดชฤทธิ์ มณีธรรมนักวิจัยจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้คิดค้น รถเข็นคนพิการที่ควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งผู้พิการจะได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น (เดชฤทธิ์, 2544)

2.1 ความหมายของการควบคุม

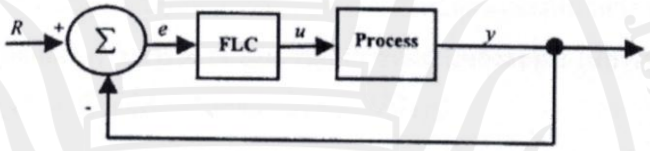
การควบคุมนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ เพราะเนื่องจากการทำงานนั้นจะมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่เสมอ การควบคุมนั้นจึงต้องนำมาใช้ร่วมด้วย ในร่างกายของคนเรานั้นเป็นตัวอย่างได้อย่างดีเพราะว่าระบบในร่างกายของคนเราในสภาวะสิ่งแวดล้อมต่างๆ ร่างกายของเราก็สามารถคงสภาวะที่เหมาะสมของร่างกายเราไว้ได้ เช่น ในสภาวะที่ร้อน ร่างกายของคนเราก็จะขับเหงื่อออกมา เพิ่มการระบายความร้อนที่มีอยู่ในร่างกายของเราให้ลดลงเป็นต้น

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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

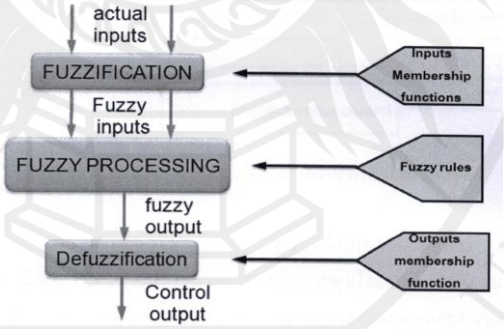
2.2 ภาพรวมของระบบควบคุมฟัซซี่ลอจิก

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



ภาพที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมพื้นฐาน

ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิกมีกระบวนการในการปฏิบัติงานอยู่ 3 ขั้นตอนซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังภาพ2.2 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 2.2 กระบวนการทำงานในฟัซซี่

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.3 การแปลงอยู่ในรูปฟัซซี่ (Fuzzification)

วิธีการนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบของค่าป้อนเข้าจากระบบการทำงานของสิ่งที่กำหนดจริงให้เปลี่ยนอยู่ในรูปแบบค่าใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับค่าป้อนเข้าจริง โดยอาศัยการกำหนดสมาชิกป้อนเข้าของฟัซซี่เซต ในการออกแบบฟัซซี่ลอจิกของสมาชิกป้อนเข้านี้สามารถออกแบบได้หลายวิธี

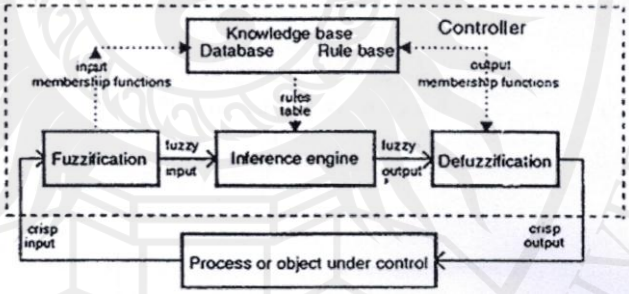
2.4 กระบวนการฟัซซี่ (Fuzzy processing)

เป็นกระบวนการทำงานของระบบควบคุมการทำงานที่ถูกกำหนดให้อยู่ในรูปแบบกฎการทำงาน หรือเป็นตัวดำเนินการในการควบคุม ผลลัพธ์ที่ได้นี้จะได้ค่าป้อนเข้าให้กับสมาชิกของเอาพุท

2.5 การแปลงกลับอยู่ในรูปค่าที่ใช้งานจริง (Defuzzification)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนค่าของผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปแบบของค่าที่ควบคุมจริงของระบบการทำงานนั้น

จากขั้นตอนในการควบคุมการทำงานโดยฟัซซี่ลอจิกนั้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการทั้ง 3 เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการออกแบบควบคุมการทำงานของระบบ ในการทำงานของระบบควบคุมการทำงานโดยใช้ฟัซซี่ทั่วๆไปสามารถแสดงดังภาพที่ 2.3



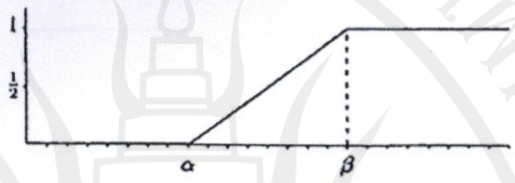
ภาพที่ 2.3 การทำงานทั่วไปของการควบคุมโดยฟัซซี่ลอจิก

จากภาพที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมในเส้นปะซึ่งเป็นตัวควบคุมระบบการทำงานภายในประกอบไปด้วยขั้นตอน และกระบวนการในการควบคุมโดยการรับค่าจริงจากระบบที่ถูกควบคุมและส่งค่าที่ได้จากขั้นตอนในการควบคุมไปควบคุมระบบ

2.6 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 จากการออกแบบสมาชิกนี้ก็สามารถนำไป

ออกแบบรูปแบบการทำงานของสมาชิกป้อนเข้าได้ รูปแบบทางสมการก็อาจจะเป็นเส้นตรงเส้นโค้ง หรือรูปแบบทางสมการคณิตศาสตร์อื่นๆ ก็ได้ การออกแบบสมาชิกมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ดังนี้



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

จากภาพ 2.4 เป็นสมการที่อยู่ในรูปแบบของสมการที่มีสองตัวแปรโดยที่ค่า u เป็นค่าใดๆซึ่งสามารถจัดอยู่ในรูปของสมการ 2.1 ดังนี้

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

2.7 การออกแบบกฎการทำงาน

การออกแบบกฎของฟัซซี่นี้ได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ กำหนดเป็นเงื่อนไขเช่น ถ้าเราต้องการลมแรงๆ แต่ผลที่วัดได้ของลมมีค่าผิดพลาดมากๆ ดังนั้นเราก็ต้องป้อนสัญญาณให้มากขึ้นและเหมาะสมด้วย เป็นต้น การที่เราต้องเปิดพัดลมให้มากๆนี้ ก็จะส่งผลต่อการทำงานของระบบ และค่าผิดพลาดการทำงานก็จะน้อยลง จากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดรวมถึงประสบการณ์ในการออกแบบสามารถนำมากำหนดเป็นเงื่อนไข นั้นก็คือการออกแบบกฎการทำงาน

การออกแบบกฎการทำงาน มีวิธีที่สามารถนำไปซึ่งการออกแบบกฎการทำงาน โดยอาศัยวิธีการอยู่หลายวิธีเพื่อที่จะได้การทำงานที่ดี วิธีการที่ใช้ในการออกแบบกฎการทำงานทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน อาทิเช่น การอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบหรือความรู้ในการควบคุม อาศัยความรู้จากสมการทางคณิตศาสตร์ สมการทางฟัซซี่จากกระบวนการ การเรียนรู้จากการควบคุมการทดลอง

การควบคุมการทำงานของกฎฟัซซี่ลอจิกนั้น วิธีในการดำเนินงานของกฎนั้นมีทฤษฎีในการออกแบบหลายวิธี ส่วนมากแล้ว โดยทั่วไปที่มักพบเห็นในการควบคุมการทำงาน ในการดำเนินการทำงานของกฎนั้นมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

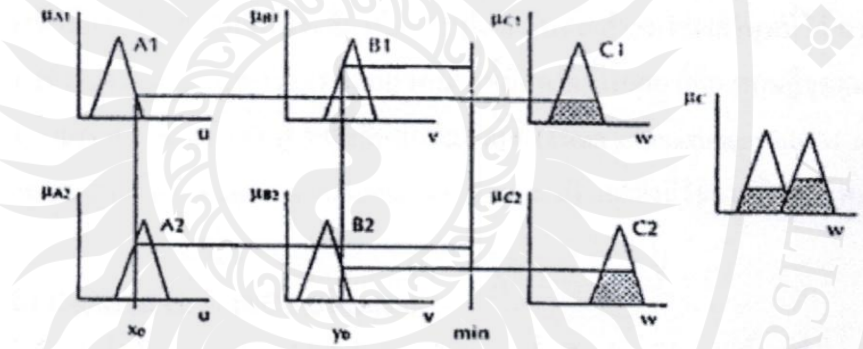
ทฤษฎี Max-Min (Mamdani’s Minimum)

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



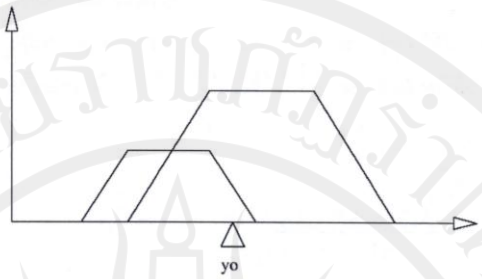
ภาพที่ 2.5 แสดงภาพการทำงานของ ทฤษฎี Max – Min

2.8 การออกแบบสมาชิกเอาพุทของฟัซซี่ (Defuzzification)

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

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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 2.6 การดิฟซชิฟิเคชั่นวิธี Center of Gravity

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี