เฉลยการควบคุม
แบบฟัซซีลอจิก

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 1

1. ฟัซซีลอจิกคืออะไร

ตอบ ฟัซซีลอจิก ก็คือตรรกศาสตร์คลุมเครือ วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาฟัซซีลอจิกในเบื้องต้น เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ มีการใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีคิดและตัดสินใจที่ซับซ้อนของมนุษย์

2. ฟัซซีลอจิกแตกต่างอย่างไรกับบูลีนลอจิก

ตอบ บูลีนลอจิก นั้นเป็นข้อสรุปที่มีแค่ “จริง (True)” กับ “เท็จ (False)” หรือ “1” กับ “0” เท่านั้น แต่ฟัซซีลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าบูลีนลอจิกเป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ระหว่างจริง (1) กับเท็จ (0)

3. ฟัซซีเซตคืออะไร

ตอบ ฟัซซีเซตเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึง ความไม่แน่นอน ที่สามารถจะสร้างและกำหนดรูปแบบ (Modeling) ของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัว รวมถึงข้อมูลที่ไม่สมบรูณ์ อยู่ในรูปของเซต โดยทฤษฎีของฟัซซีเซตจะใช้ลักษณะความหมายตัวแปรภาษา (Linguistic) มากกว่าปริมาณ (Quantitative) ของตัวแปร

4. โครงสร้างพื้นฐานของฟัซซีลอจิกประกอบด้วยอะไรบ้าง

ตอบ โครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

(1) ส่วนแปลงข้อมูลให้เป็นฟัซซี (Fuzzifier)

(2) ฐานความรู้ (Knowledge Base)

(3) ส่วนของการอนุมานหรือตีความ (Inference Engine)

(4) ส่วนที่แปลงข้อมูลเอาต์พุตให้เป็นข้อมูลทั่วไป (Defuzzifier)

5. ทำไมฟัซซีลอจิกจึงนิยมถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย

ตอบ สามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการและแก้ปัญหาของความไม่แน่นอนและไม่เป็นเชิงเส้นด้วยฟังก์ชันที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจกับภาษาที่เป็นธรรมชาติเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ ส่งผลให้ฟัซซีลอจิกได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง

6. จงบอกเหตุผลในการนำฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมควบคุม

ตอบ เป็นการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยวิธีการพื้นฐานปราศจากความต้องการโมเดลทางคณิตศาสตร์ โดยหันมาสร้างแบบจำลองพฤติกรรมการดำเนินการของมนุษย์ที่ใช้ในการควบคุม นอกจากนั้นใช้การตีความหรือการแปลความเชิงปริมาณที่เหมาะสมกับคุณภาพแทนที่การใช้สมการทางคณิตศาสตร์

7. ส่วนประกอบหลักในการนำเอาฟัซซีลอจิกมาใช้ในการควบคุมประกอบด้วยอะไรบ้าง

ตอบ โครงสร้างในการนำเอาฟัซซีลอจิกมาใช้ในการควบคุมจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักที่สำคัญคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software)

8. จงยกตัวอย่างโปรแกรมที่นิยมนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบฟัซซีลอจิก

ตอบ โปรแกรม MATLAB โปรแกรม LabVIEW โปรแกรมของ fuzzyTECH และโปรแกรมที่พัฒนาโดยบริษัทผู้ผลิต PLC

9. หน้าที่หลักของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบฟัซซีลอจิกคืออะไร

ตอบ หน้าที่หลักของฮาร์ดแวร์ก็คือ (1) การรับข้อมูลอินพุตจากภายนอกซึ่งโดยส่วนมากมาจากระบบตรวจวัด (Measurement System) หรือเซนเซอร์ต่างๆ (2) การส่งข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลแล้วออกสู่เอาต์พุตภายนอกเพื่อควบคุมระบบต่างๆ (Controlled System) ตามที่ต้องการ

10. จงบอกประเภทของฮาร์ดแวร์ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในระบบฟัซซีลอจิก

ตอบ ฮาร์ดแวร์ของระบบฟัซซีลอจิกมักอยู่ในรูปของ

(1) ชุด DAQ (Data Acquisition)

(2) ไมโครคอนโทรลเลอร์/สมองกลฝังตัว (Microcontroller/Embedded)

(3) PLC (Programmable Logic Controller)

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. จงให้ความหมายของคำว่า ลอจิก (Logic)

ตอบ ลอจิก หรือตรรกศาสตร์ โดยทั่วไปประกอบด้วยการศึกษารูปแบบของการโต้แย้งอย่างเป็นระบบ ข้อโต้แย้งที่สมเหตุสมผลคือข้อโต้แย้งที่มีความสัมพันธ์ของการสนับสนุนเชิงตรรกะที่เฉพาะเจาะจงระหว่างข้อสมมติฐานของข้อโต้แย้งและข้อสรุป

2. ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) มีความหมายว่าอย่างไร

ตอบ ฟัซซีลอจิก ก็คือตรรกศาสตร์คลุมเครือ วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาฟัซซีลอจิกเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ มีการใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีคิดและตัดสินใจที่ซับซ้อนของมนุษย์

3. จงอธิบายเซตทวินัย (Cisp Set)

ตอบ มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ทุกอย่างเป็นจริงหรือเท็จ ไม่อนุญาตให้มีความไม่แน่นอน เป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 {0,1} เท่านั้น เซตทวินัยนี้จะมีขอบเขตที่ตัดขาดจากกันแบบทันทีทันใด (Sharp Boundary) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกเป็นไปตามแนวคิดเลขฐานสอง โดยที่ตัวแปรหนึ่งๆ จะมีค่าความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่าคือ 0 ไม่เป็นสมาชิก และ 1 เป็นสมาชิก

4. ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) หมายถึงอะไร

ตอบ เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบและจะครอบคลุมเซตทวินัย โดยฟัซซีเซตยอมให้มีค่าความเป็นสมาชิกของเซตระหว่าง 0 และ 1 ในโลกแห่งความเป็นจริงเซตไม่ได้มีเฉพาะเซตทวินัยเท่านั้นแต่จะมีเซตแบบฟัซซีด้วย ฟัซซีเซตจะมีขอบเขตที่ไม่ใช่เปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใดจาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0

5. ทำไมต้องใช้ฟัซซีเซต

ตอบ ฟัซซีเซต เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัว รวมถึงการขาดข้อมูลบางส่วน โดยทฤษฎีของฟัซซีเซตจะใช้ลักษณะความหมายของตัวแปรภาษา (Linguistic) มากกว่าปริมาณ (Quantitive) ของตัวแปร

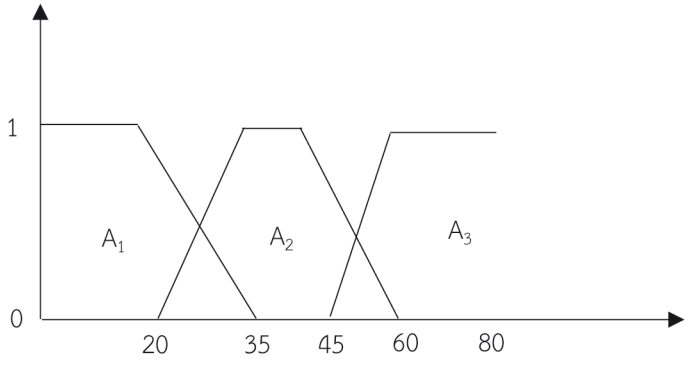
6. จงสเกตช์ฟังก์ชันสมาชิกของฟัซซีเซต (Fuzzy Set) ของช่วงอายุคน (ตั้งแต่ 0 ถึง 80 ปี) ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

ตอบ

$$A_1(x) = \begin{cases} 1 & \text{when } x \le 20 \\ (35 - x)/15 & \text{when } 20 < x < 35 \\ 0 & \text{when } x \ge 35) \end{cases}$$

$$A_2(x) = \begin{cases} 0 & \text{when either } x \le 20 \text{ or } \ge 60 \\ (x - 20)/15 & \text{when } 20 < x < 35 \\ (60 - x)/15 & \text{when } 45 < x < 60 \\ 1 & \text{when } 35 \le x \le 45) \end{cases}$$

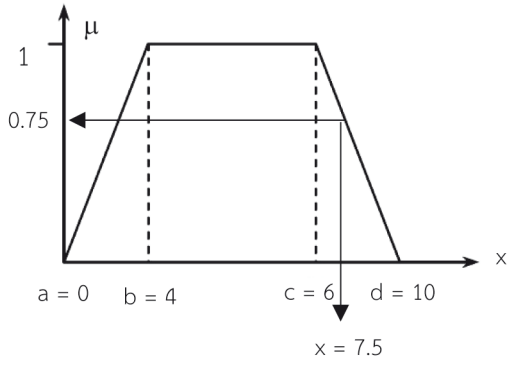
$$A_3(x) = \begin{cases} 0 & \text{when } x \le 45 \\ (x - 45)/15 & \text{when } 45 < x < 60 \\ 1 & \text{when } x \ge 60) \end{cases}$$



7. จงหาค่าความเป็นสมาชิก (μ, หรือค่าในแนวแกน y) ภายใต้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู เมื่อกำหนดให้ x = 7.5, a = 0, b = 4, c = 6, และ d = 10

ตอบ

$$\text{trapezoidal}(x: a,b,c,d) = \begin{cases} 0 & \text{when } x < a \\ (x-a)/(b-a) & \text{when } a \le x < b \\ 1 & \text{when } b \le x < c@ \\ (d-x)/(d-c) & \text{when } c \le x < d \\ 0 & \text{when } x \ge d) \end{cases}$$

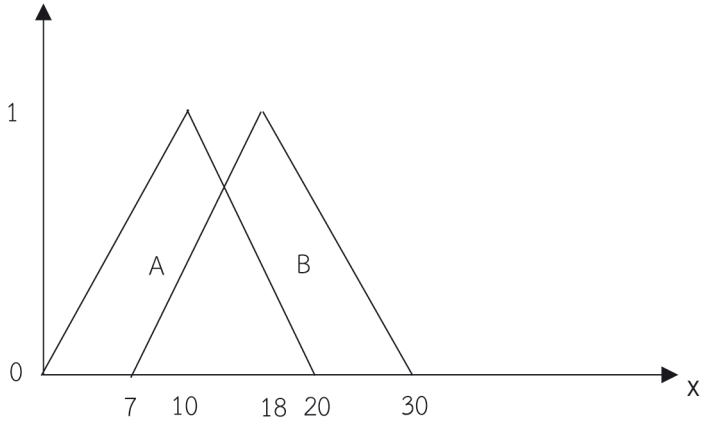


8. จงสเกตช์ฟัซซีเซต A และ B ไว้บนแกนเดียวกันตามฟังก์ชันที่ให้มาดังต่อไปนี้

ตอบ

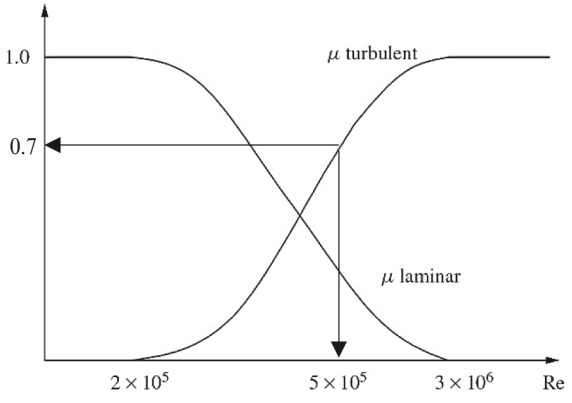
$$A = \left\{ (\mu_A(x), x) : x \in X,\ \mu_A(x) = \begin{cases} 0.1 \cdot x, & \text{for } x < 10 \\ \dfrac{20-x}{10}, & \text{for } 10 \le x \le 19 \\ 0 & \text{for } x > 19 \end{cases} \right\}$$

$$B = \left\{ (\mu_B(x), x) : x \in X,\ \mu_B(x) = \begin{cases} 0, & \text{for } x < 7 \\ \dfrac{x-6}{12}, & \text{for } 7 \le x \le 18 \\ \dfrac{30-x}{12}, & \text{for } 19 \le x \le 29 \\ 0, & \text{for } x > 29 \end{cases} \right\}$$



9. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของการไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow) แสดงดังรูปที่ 1 โดยทั่วไปจะใช้ตัวเลขของเรย์โนลด์ส (Reynolds Number) 2×10^5 และ 3×10^6 และที่ Re = 5×10^5 ส่วนมากมักถูกนำมาใช้พิจารณาจุดของสถานการณ์การไหลแบบปั่นป่วน

ตอบ



รูปที่ 1

10. ต้องการเปรียบเทียบเทียบเซนเซอร์ 2 ชนิดที่ใช้ในการตรวจจับระดับ (Level) และหากการปรับตั้งค่าเกน (Gain Setting) มีค่าเป็น X = {0,20,40,60,80,100} เมื่อผลที่ได้จากการทดสอบมีค่าดังนี้

ตอบ

$$S_1 = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.5}{20} + \frac{0.65}{40} + \frac{0.85}{60} + \frac{1.0}{80} + \frac{1.0}{100} \right\}$$

$$S_2 = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.45}{20} + \frac{0.6}{40} + \frac{0.8}{60} + \frac{0.95}{80} + \frac{1.0}{100} \right\}$$

จงหาค่าการดำเนินการดำเนินการต่างๆ ดังต่อไปนี้ $\mu_{S_1 \cup S_2}$, $\mu_{S_1 \cap S_2}$ และ $S_1 \times S_2$

$$\mu_{S_1 \cup S_2} = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.5}{20} + \frac{0.65}{40} + \frac{0.85}{60} + \frac{1.0}{80} + \frac{1.0}{100} \right\}$$

$$\mu_{S_1 \cap S_2} = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.45}{20} + \frac{0.6}{40} + \frac{0.8}{60} + \frac{0.95}{80} + \frac{1.0}{100} \right\}$$

$$S_1 \times S_2 = \min\frac{(0,0)}{(0,0)} + \min\frac{(0,0.45)}{(0,20)} + \min\frac{(0,0.6)}{(0,40)} + \min\frac{(0,0.8)}{(0,60)} + \min\frac{(0,0.95)}{(0,80)} + \min\frac{(0,1.0)}{(0,100)}$$

$$+ \min\frac{(0.5,0)}{(20,0)} + \text{mim}\frac{(0.5,0.45)}{(20,20)} + \min\frac{(0.5,0.6)}{(20,40)} + \min\frac{(0.5,0.8)}{(20,60)}$$

$$+ \min\frac{(0.5,0.95)}{(20,80)} + \min\frac{(0.5,1.0)}{(20,100)} + \min\frac{(0.65,0)}{(40,0)} + \min\frac{(0.65,0.45)}{(40,20)}$$

$$+ \min\frac{(0.65,0.6)}{(40,40)} + \min\frac{(0.65,0.8)}{(40,60)} + \min\frac{(0.65,0.95)}{(40,80)} + \min\frac{(0.65,1.0)}{(40,100)}$$

$$+ \min\frac{(0.85,0)}{(60,0)} + \min\frac{(0.85,0.45)}{(60,20)} + \min\frac{(0.85,0.6)}{(60,40)} + \min\frac{(0.85,0.8)}{(60,60)}$$

$$+ \min\frac{(0.85,0.95)}{(60,80)} + \min\frac{(0.85,1.0)}{(60,100)} + \min\frac{(1.0,0)}{(80,0)} + \min\frac{(1.0,0.45)}{(80,20)}$$

$$+ \min\frac{(1.0,0.6)}{(80,40)} + \min\frac{(1.0,0.8)}{(80,60)} + \min\frac{(1.0,0.95)}{(80,80)} + \min\frac{(1.0,1.0)}{(80,100)} + \min\frac{(1.0,0)}{(100,0)}$$

$$+ \min\frac{(1.0,0.45)}{(100,20)} + \min\frac{(1.0,0.6)}{(100,40)} + \min\frac{(1.0,0.8)}{(100,60)} + \min\frac{(1.0,0.95)}{(100,80)} + \min\frac{(1.0,1.0)}{(100,100)}$$

$$S_1 \times S_2 = \frac{0.45}{(20,20)} + \frac{0.5}{(20,40)} + \frac{0.5}{(20,60)} + \frac{0.5}{(20,80)} + \frac{0.5}{(20,100)} + \frac{0.45}{(40,20)} + \frac{0.6}{(40,40)} + \frac{0.65}{(40,60)}$$

$$+ \frac{0.65}{(40,80)} + \frac{0.65}{(40,100)} + \frac{0.45}{(60,20)} + \frac{0.6}{(60,40)} + \frac{0.8}{(60,60)} + \frac{0.85}{(60,80)} + \frac{0.85}{(60,100)}$$

$$+ \frac{0.45}{(80,20)} + \frac{0.6}{(80,40)} + \frac{0.8}{(80,60)} + \frac{0.95}{(80,80)} + \frac{1.0}{(80,100)} + \frac{0.45}{(100,20)} + \frac{0.6}{(100,40)}$$

$$+ \frac{0.8}{(100,60)} + \frac{0.95}{(100,100)} + \frac{1.0}{(100,100)}$$

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 3

1. ความสัมพันธ์แบบดั้งเดิมกับความสัมพันธ์แบบฟัซซีแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ความสัมพันธ์แบบดั้งเดิมหรือความสัมพันธ์แบบไบนารีเป็นการเชื่อมโยงองค์ประกอบของเซตข้อมูลเพียง 2 ชุดเข้าด้วยกัน ส่วนความสัมพันธ์แบบฟัซซีก็คือ ผลคูณคาร์ทีเซียนของฟัซซีเซตทั่วไป ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของฟัซซีเซต 2 ชุดหรือมากกว่า

2. กำหนดให้ X = {2, 4, 6} และ Y = {1, 5 , 7}
จงหาความสัมพันธ์แบบดั้งเดิมที่แสดงในรูปของเมตริกซ์ เมื่อ R = x > y

ตอบ

$$R = \begin{array}{c|ccc|} & 1 & 5 & 7 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 & 0 \\ 6 & 1 & 1 & 0 \end{array}$$

3. กำหนดให้ X = {1, 2, 4, 6} และ Y = {1, 3, 5, 6}
จงหาความสัมพันธ์แบบดั้งเดิมที่แสดงในรูปของเมตริกซ์ เมื่อ R = x = y

ตอบ

$$R = \begin{array}{c|cccc|} & 1 & 3 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

4. กำหนดให้ X = {0.1, 0.2, 0.3} และ Y = {1, 0.2} จงหาความสัมพันธ์แบบฟัซซี

ตอบ

$$R = \begin{bmatrix} (0.1,\ 1) & (0.1,\ 0.2) \\ (0.2,\ 1) & (0.2,\ 0.2) \\ (0.3,\ 1) & (0.3,\ 0.2) \end{bmatrix}$$

5. เมื่อกำหนดให้ $R_1(x, y)$ และ $R_2(x, y)$ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 1 & 0.2 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

และ

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix}$$

จงหาค่าองค์ประกอบสูงสุด–ต่ำสุด

ตอบ

หาค่าองค์ประกอบสูงสุด–ต่ำสุด

$$R_1 \circ R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 \\ 1 & 0.2 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0.3 & 0.6 \end{bmatrix}$$

ผลการคำนวณ

$$\mu_{R_1 \circ R_2}(x_1, z_1) = \max[\min(0.3, 0.2), \quad \min(0.4, 0)] = \max(0.2, 0) = 0.2$$

ในส่วนที่เหลือเราสามารถคำนวณได้ในลักษณะทำนองเดียวกันและผลลัพธ์ที่ได้มีค่าดังนี้

$$R_1 \circ R_2 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 \\ 0 & 0.3 & 0.5 \end{bmatrix}$$

6. กำหนดให้ $R_1(x, y)$ และ $R_2(x, y)$ มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$R_1 = \begin{array}{c|ccccc|} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ x_1 & 0 & 0.1 & 0.2 & 1 & 0.3 \\ x_2 & 0.1 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 1 \\ x_3 & 0.7 & 0.2 & 1 & 0.5 & 0.3 \end{array}$$

$$R_2 = \begin{array}{c|cccc|} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ y_1 & 0.6 & 0.1 & 0.2 & 0.3 \\ y_2 & 0.4 & 0.3 & 0.5 & 0.1 \\ y_3 & 0.7 & 0.2 & 0.3 & 1 \\ y_4 & 0.3 & 0 & 0.8 & 0 \\ y_5 & 0.1 & 1 & 0.5 & 0.2 \end{array}$$

จงหาค่าองค์ประกอบสูงสุด–ต่ำสุด และค่าองค์ประกอบผลคูณสูงสุด

หาค่าองค์ประกอบสูงสุด–ต่ำสุด $R_1 \circ R_2\,(x,z)$

ตอบ

$$\mu_{R_1 \circ R_2}(x_1, z_1) = \max[\min(0, 0.6), \min(0.1, 0.4), \min(0.2, 0.7), \min(1, 0.3), \min(0.3, 0.1)]$$

$$= \max(0,\ 0.1,\ 0.2,\ 0.3,\ 0.1) = 0.3$$

ในทำนองเดียวกันเราสามารถหาค่าระดับของความเป็นสมาชิกสำหรับค่าที่เหลือทั้งหมดได้ดังนี้

$$(x_i, z_i),\ i = 1, 2, 3,\ j = 1, 2, 3, 4$$

$$R_1 \circ R_2 = \begin{array}{c|cccc|} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ x_1 & 0.3 & 0.3 & 0.8 & 0.2 \\ x_2 & 0.4 & 1 & 0.5 & 0.3 \\ x_3 & 0.7 & 0.3 & 0.5 & 1 \end{array}$$

สำหรับองค์ประกอบผลคูณสูงสุด เราสามารถคำนวณหาได้

$$\mu_{R_1}(x_1, y_1) \cdot \mu_{R_2}(y_1, z_1) = 0 \cdot 0.6 = 0$$

$$\mu_{R_1}(x_1, y_2) \cdot \mu_{R_2}(y_2, z_1) = 0.1 \cdot 0.4 = 0.04$$

$$\mu_{R_1}(x_1, y_3) \cdot \mu_{R_2}(y_3, z_1) = 0.2 \cdot 0.7 = 0.14$$

$$\mu_{R_1}(x_1, y_4) \cdot \mu_{R_2}(y_4, z_1) = 1 \cdot 0.3 = 0.3$$

$$\mu_{R_1}(x_1, y_5) \cdot \mu_{R_2}(y_5, z_1) = 0.3 \cdot 0.1 = 0.03$$

ดังนั้น

$$\mu_{R_1 \circ R_2}(x_1, z_1) = \max(0,\ 0.04,\ 0.14,\ 0.3,\ 0.03) = 0.3$$

ในทำนองเดียวกันเราสามารถคำนวณค่าที่เหลือและได้ผลลัพธ์ดังแสดงด้วยเมตริกซ์ต่อไปนี้

$$R_1 \circ R_2 = \begin{array}{c|cccc|} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ x_1 & 0.3 & 0.3 & 0.8 & 0.2 \\ x_2 & 0.21 & 1 & 0.5 & 0.3 \\ x_3 & 0.7 & 0.3 & 0.4 & 1 \end{array}$$

7. ให้ R เป็นความสัมพันธ์แบบฟัซซี โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$R = \begin{array}{c|cccccc|} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_3 & y_4 \\ x_1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.6 \\ x_2 & 0.4 & 0.5 & 0.8 & 0.7 & 0.8 & 0.6 \\ x_3 & 0.1 & 0.3 & 1 & 0.5 & 0.6 & 0.2 \end{array}$$

จงหาการฉายภาพของความสัมพันธ์ R_1 และ R_2

ตอบ

$$u_{R_1}(x_1) = \max(0.2, 0.3, 0.4, 0.7, 0.5, 0.6) = 0.7$$

ในทำนองเดียวกันเราสามารถคำนวณค่าระดับความเป็นสมาชิกสำหรับทั้งหมด ดังนั้นการฉายภาพของความสัมพันธ์ของ X จะมีค่าเป็น

$$R_1 = \{(x_1, 0.7), (x_2, 0.7), (x_3, 0.7)\}$$

สำหรับการฉายภาพของความสัมพันธ์ R(x,y) บน Y สามารถหาค่าได้เป็น

$$\mu_{R_1}(y_1) = \max\{0.2, 0.4, 0.1\} = 0.4$$

ในทำนองเดียวกันเราสามารถหาค่าความเป็นสมาชิกของทั้งหมด ดังนั้นการฉายภาพของความสัมพันธ์ของ Y จะมีค่าเป็น

$$R_2 = \{(y_1, 0.4),(y_2, 0.5),(y_3, 1.0),(y_4, 0.7),(y_5, 0.8),(y_6, 0.6)\}$$

8. ส่วนขยายกระบอก (Cylindrical Extension) ของการฉายภาพความสัมพันธ์หมายถึงอะไร

ตอบ ส่วนขยายกระบอกจากการฉายภาพของความสัมพันธ์บน X หมายถึงการเติมคอลัมน์ทั้งหมดของเมทริกซ์ด้วยค่าของการฉายภาพของความสัมพันธ์ X สำหรับส่วนขยายกระบอกจากการฉายภาพของความสัมพันธ์บน Y หมายถึงการเติมแถวทั้งหมดของเมทริกซ์ด้วยค่าของการฉายภาพของความสัมพันธ์ Y

9. ความสัมพันธ์แบบสมมาตรหมายถึงอย่างไร

ตอบ ความสัมพันธ์แบบฟัซซี R จะถูกเรียกว่าเป็นความสัมพันธ์สมมาตร (Symmetric Relation) ถ้า

$$\mu_R(x, y) = \mu_R(y, x) \ \forall x, y \in X$$

10. กำหนดให้ $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ คือ

$$R = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.7 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \end{bmatrix}$$

จงพิสูจน์ว่าเป็นความสัมพันธ์แบบส่งผ่าน (Transitive Relation) หรือไม่

ตอบ

$$R = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.7 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 0.6 & 0.8 & 0.4 \\ 0.2 & 0.3 & 0.7 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \end{bmatrix}$$

$$R^2 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.6 & 0.7 \\ 0.2 & 0.7 & 0.4 \\ 0.2 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

เนื่องจาก $\mu_{R^2}(x_1, x_2)$ จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $\mu_R(x_i, x_j)$ ดังนั้น R จึงไม่เป็นความสัมพันธ์แบบส่งผ่าน

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 4

1. จงให้ความหมายของประพจน์ (Proposition)

ตอบ ประพจน์คือ ข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น โดยอาจเป็นประโยคบอกเล่าหรือประโยคปฏิเสธที่มีค่าความจริงเป็นจริงหรือค่าความจริงเป็นเท็จเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในตรรกะแบบดั้งเดิม (Classical Logic)

2. ตัวเชื่อมตรรกะ (Logical Connectives) มีอะไรบ้าง

ตอบ

ชื่อสามัญ	ชื่อทางการ	ภาษาไทย	สัญลักษณ์
Not	Negation	นิเสธ (การปฏิเสธ)	$\neg$
And	Conjunction	และ (การเชื่อม)	$\wedge$
Or	Disjunction	หรือ (การเลือก)	$\vee$
If...Then/Implies	Implication	ถ้า...แล้ว (การส่อความ)	$\rightarrow$
If and only if	Equivalence	ก็ต่อเมื่อ (การสมมูล)	$\leftrightarrow$

3. ประพจน์ซ้ำความ (Tautology) คืออะไร

ตอบ ในตรรกะแบบดั้งเดิมการพิจารณาประพจน์ผสมที่เป็นจริงเสมอ โดยไม่คำนึงค่าของความจริงของแต่ละประพจน์ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้ จะถูกเรียกว่า ประพจน์ซ้ำความ

4. การอนุมานนิรนัย (Deductive Inferences) หมายถึงอะไร

ตอบ การนิรนัยถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการอนุมานในระบบกฎเป็นฐาน (Rule–based Systems) รูปแบบกฎ if–then จะถูกนำมาใช้เป็นข้อนำ (Antecedent) หรือเป็นต้นเหตุแล้วส่งผลต่อเป็นข้อตาม (Consequent) หรือปฏิกิริยา (Effect or Reaction)

5. จงอธิบายถึงการให้เหตุผลอย่างประมาณ (Approximate Reasoning)

ตอบ การจัดรูปแบบพื้นฐานสำหรับการให้เหตุผลเกี่ยวกับประพจน์ที่คลุมเครือไม่แน่นอน การให้เหตุผลอย่างประมาณนี้จะคล้ายกับการให้เหตุผลในตรรกะแบบดั้งเดิมเพียงแต่ขยายหรือยอมให้มีความจริงบางส่วนได้ สมมติเราใช้กฎเป็นฐานในการแสดงข้อมูลแบบคลุมเครือ โดยกฎเหล่านี้จะถูกแสดงในรูปแบบ ข้อนำ–ข้อตาม (Antecedent–Consequence Form) หรือรูปแบบถ้า–แล้ว (if–then form)

6. จงอธิบายการส่อความแบบคลุมเครือ (Fuzzy Implication)

ตอบ การหาความสัมพันธ์แบบฟัซซี R บนฐานของ IF A, THEN B หรือ $R = A \rightarrow B$ มีการดำเนินการส่อความแบบคลุมเครือที่สมเหตุสมผลสำหรับค่าทั้งหมดของ x และ y $(\forall x \in X, y \in Y)$ โดยมีตัวดำเนินการส่อความซึ่งเป็นเทคนิคต่างๆ สำหรับใช้หาค่าฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความสัมพันธ์แบบฟัซซี R ที่นิยามบนปริภูมิผลคูณคาร์ทีเซียน $X \times Y$

7. เมื่อกำหนดให้ฟัซซีเซต 2 ชุดซึ่งอยู่ในเอกภพ $X = \{-5, 5\}$

$$A = \text{“zero”} = \left\{ \frac{0}{-2} + \frac{0.5}{-1} + \frac{1.0}{0} + \frac{0.5}{1} + \frac{0}{2} \right\}$$

$$B = \text{“positive medium”} = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.5}{1} + \frac{1.0}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0}{4} \right\}$$

(ก) จงหาค่า $\mu_R(x, y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\}$

ตอบ

$$A = \left\{ \frac{0}{x_1} + \frac{0.5}{x_2} + \frac{1.0}{x_3} + \frac{0.5}{x_4} + \frac{0}{x_5} \right\}$$

$$B = \left\{ \frac{0}{y_1} + \frac{0.5}{y_2} + \frac{1.0}{y_3} + \frac{0.5}{y_4} + \frac{0}{y_5} \right\}$$

$$A \times B = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

(ข) จงหาค่า $\mu_R(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$

$$A \cdot B = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.5 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

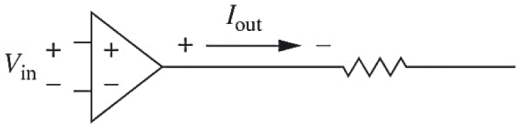
(ค) ถ้าเปลี่ยนข้อตั้งใหม่

$$A' = \text{“positive small”} = \left\{ \frac{0}{-1} + \frac{0.5}{0} + \frac{1.0}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{0}{3} \right\}$$

จงหาข้อตามใหม่ $B' = A' \circ R$

$$B' = A' \circ R = \left\{ \frac{0}{0} + \frac{0.5}{1} + \frac{1.0}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0}{4} \right\}$$

8. ตัวขยายสัญญาณ (Amplifier) ดังแสดงในรูปที่ 1 หากเรากำหนดตัวแปรภาษาดังนี้



รูปที่ 1

$$V_{in} = \text{“small”} = \left\{ \frac{0.5}{0.10} + \frac{1}{0.20} + \frac{0.8}{0.30} + \frac{0.2}{0.40} \right\} \text{ volts}$$

$$I_{out} = \text{“big”} = \left\{ \frac{0.3}{0.6} + \frac{1}{1} + \frac{0.5}{1.4} \right\} \text{ amps}$$

จงหาความสัมพันธ์ IF V_{in}, THEN I_{out} โดยใช้ Classical Implication

ตอบ

$$\mu_R(x,y) = \max[1 - \mu_A(x), \mu_B(y)]$$

$$\mu_R(x,y) = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.7 & 0.7 & 0.8 \\ 0.5 & 0 & 0.2 & 0.8 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.8 \end{bmatrix}$$

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 5

1. รูปแบบมาตรฐานทั่วไปของกฎฟัซซีเป็นอย่างไร

ตอบ IF premise(antecedent),THEN conclusion(consequent)

"ถ้า ข้อตั้ง (ข้อนำ) ดังนั้น ข้อสรุป (ข้อตาม)"

2. จงอธิบายความหมายของ Fuzzification

ตอบ ส่วนที่แปลงการอินพุตทั่วไปให้เป็นอินพุตแบบตัวแปรฟัซซี หรือในรูปแบบของฟัซซีเซตหรือเรียกว่าเป็นตัวแปรภาษา (Linguistic Variable)

3. ฐานความรู้ในระบบฟัซซีประกอบด้วยอะไรบ้าง

ตอบ ฐานกฎ (Rule Base) ส่วนของการกำหนดวิธีการควบคุม ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบกฎของภาษา (Linguistic Rule)

ฐานข้อมูล (Database) เป็นการจัดเตรียมส่วนที่จำเป็นเพื่อที่จะใช้ในการกำหนดกฎการควบคุมและการจัดการข้อมูลของฟัซซีลอจิก

4. จงให้ความหมายของฟัซซีเซต

ตอบ ฟัซซีเซต ถูกพัฒนาและนำมาใช้เพื่อแสดงและจัดการกับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนและความคลุมเครือในทางคณิตศาสตร์ โดยอยู่ในรูปชองฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function) หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าฟัซซีเซตในที่นี้ขอบเขตของเซตจะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการเป็นสมาชิก ซึ่งฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนี้มีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมคางหมู เกาส์เซียน (Gaussian) ฯลฯ

5. การอนุมาน (Inference) หมายถึงอะไร

ตอบ การอนุมานหรือการตีความ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎ เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผล เหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการของการตีความเพื่อหาคำตอบ

6. จงอธิบายความหมายของ Defuzzification

ตอบ การแปลงเอาต์พุตให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (Defuzzification) เป็นการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฟัซซีให้เป็นค่าที่สรุปผลหรือค่าที่ใช้ในการควบคุมระบบ

7. จงสรุปรูปแบบกฎฟัซซีของ Mamdani

ตอบ

rule1 : IF (x_1 is A_{11}) AND (x_2 is A_{12}) AND....AND (x_n is A_{1n}) THEN y is C_1

rule2 : IF (x_1 is A_{21}) AND (x_2 is A_{22}) AND....AND (x_n is A_{2n}) THEN y is C_2

⋮

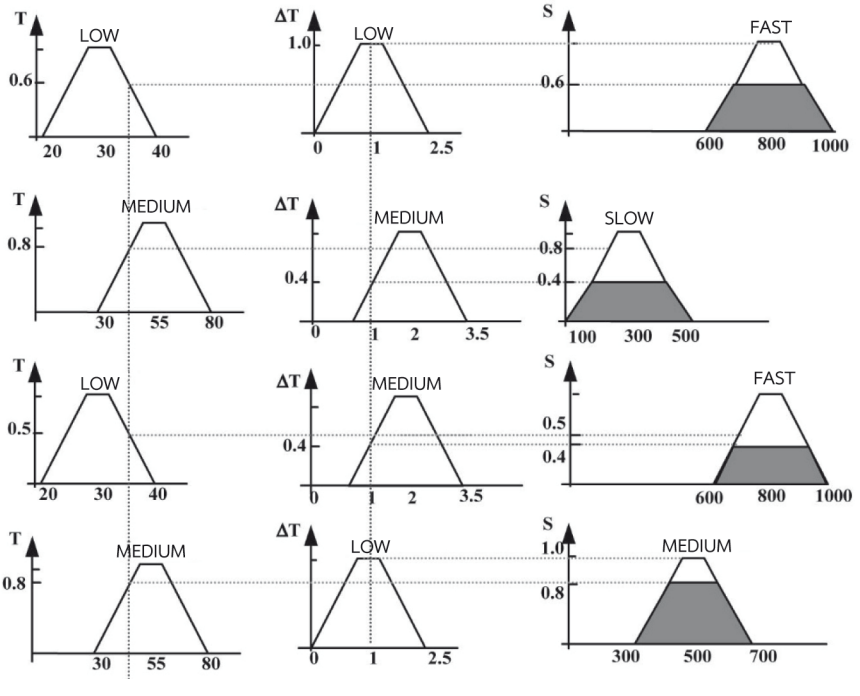
ruleL : IF (x_1 is A_{L1}) AND (x_2 is A_{L2}) AND....AND (x_n is A_{Ln}) THEN y is C_L

8. รูปแบบกฎฟัซซีแบบ TSK แตกต่างกับ รูปแบบกฎฟัซซีแบบ Mamdani อย่างไร

ตอบ รูปแบบกฎฟัซซีทั้งแบบ TSK และ Mamdani จะมีข้อนำ (Antecedent) เหมือนกัน แต่จะมีข้อตาม (Consequence) ต่างกัน คือ กฎฟัซซีแบบ TSK ข้อตามจะอยู่ในรูปของฟังก์ชัน

9. จากรูปที่ 1 จงเขียนกฎฟัซซี

ตอบ



รูปที่ 1

IF T is LOW AND ΔT is LOW THEN S is FAST

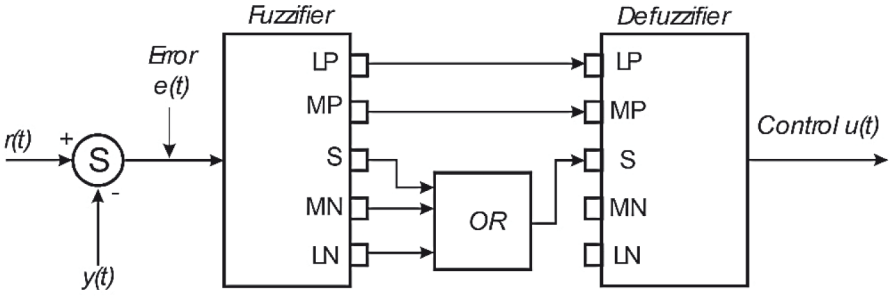
IF T is MEDIUM AND ΔT is MEDIUM THEN S is SLOW

IF T is LOW AND ΔT is LMEDIUM THEN S is FAST

IF T is MEDIUM AND ΔT is LOW THEN S is MEDIUM

10. จงเขียนกฎฟัซซีจาก Block Diagram ต่อไปนี้

ตอบ



รูปที่ 2 โจทย์ข้อที่ 10

IF e is LP THEN u is LP

IF e is MP THEN u is MP

IF e is S OR e is MN OR e is LN THEN u is S

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 6

1. จงบอกถึงขั้นตอนในการอนุมานแบบฟัซซี

ตอบ ขั้นตอนกลไกในการอนุมานแบบฟัซซี มีดังต่อไปนี้

- อินพุตเข้าสู่ระบบ
- ทำการแปลงค่าอินพุตเป็นค่าฟัซซี
- หาค่าฟัซซีจากข้อนำของกฎแต่ละข้อ
- คำนวณค่าฟัซซีเอาต์พุตจากกฎแต่ละข้อ
- คำนวณค่าฟัซซีเอาต์พุตรวมจากทุกกฎในระบบ

2. จงอธิบายกลไกในการอนุมานของ Mamdani

ตอบ กลไกการอนุมานของ Mamdani เป็นรูปแบบการดำเนินการด้วยค่าต่ำสุด และเชื่อมประโยคเป็นองค์ประกอบด้วยตัวดำเนินการสูงสุด

ระดับค่าฟัซซีของกฎแต่ละข้อในส่วนข้อนำถูกกำหนดโดย α_i, i =1, 2, หาได้โดยคำนวณจากสมการ

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0),\ \alpha_2 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)$$

เอาต์พุตของแต่ละกฎสามารถหาได้โดย

$$C_1'(w) = (\alpha_1 \wedge C_1(w)),\ C_2'(w) = (\alpha_2 \wedge C_2(w)$$

ดังนั้นเอาต์พุตทั้งหมดคือการรวมเอาเอาต์พุตแต่ละกฎเข้าด้วยกัน

$$C(w) = C_1'(w) \vee C_2'(w) = (\alpha_1 \wedge C_1(w)) \vee (\alpha_2 \wedge C_2(w))$$

3. จงอธิบายกลไกในการอนุมานของ TSK

ตอบ ในระบบของ TSK (Takagi–Sugeno–Kang) มีโครงสร้างกฎฟัซซีดังต่อไปนี้

R_1: if x is A_1 and y is B_1 then $z_1 = a_1 x + b_1 y$

also

R_2: if x is A_2 and y is B_2 then $z_2 = a_2 x + b_2 y$

fact: x is $\bar{x}_0$ and y is $\bar{y}_0$

consequence: z_0

ค่าฟัซซีในส่วนข้อนำจากกฎแต่ละข้อสามารถคำนวณโดย

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0),\ \alpha_2 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)$$

ดังนั้นเอาต์พุตของแต่ละกฎสามารถหาได้จากความสัมพันธ์

$$z_1^* = \alpha_1 x_0 + b_1 y_0,\ z_2^* = a_2 x_0 + b_2 y_0$$

4. จงอธิบายกลไกการอนุมานของ Tsukamoto

ตอบ ในระบบฟัซซีของ Tsukamato พจน์ภาษา (Linguist Terms) ทั้งหมดจะต้องเป็นฟังก์ชันสมาชิกแบบทางเดียว (Monotonic Membership Function) ซึ่งระดับค่าฟัซซีของกฎจะถูกกำหนดโดย α_i, i = 1, 2 และคำนวณได้จาก

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0),\ \alpha_2 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)$$

และในกฎแต่ละข้อจะมีค่าเอาต์พุตเป็นค่าทั่วไป z_1 และ z_2 ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\alpha_1 = C_1(z_1),\ \alpha_2 = C_2(z_2)$$

$$z_1 = C_1^{-1}(\alpha_1),\ z_1 = C_2^{-1}(\alpha_2)$$

ค่าเอาต์พุตรวมของระบบสามารถคำนวณได้จากวิธี COG (Center of Gravity) โดยสามารถแสดงด้วยสมการต่อไปนี้

$$z_0 = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

5. จงอธิบายกลไกการอนุมานของ Larsen

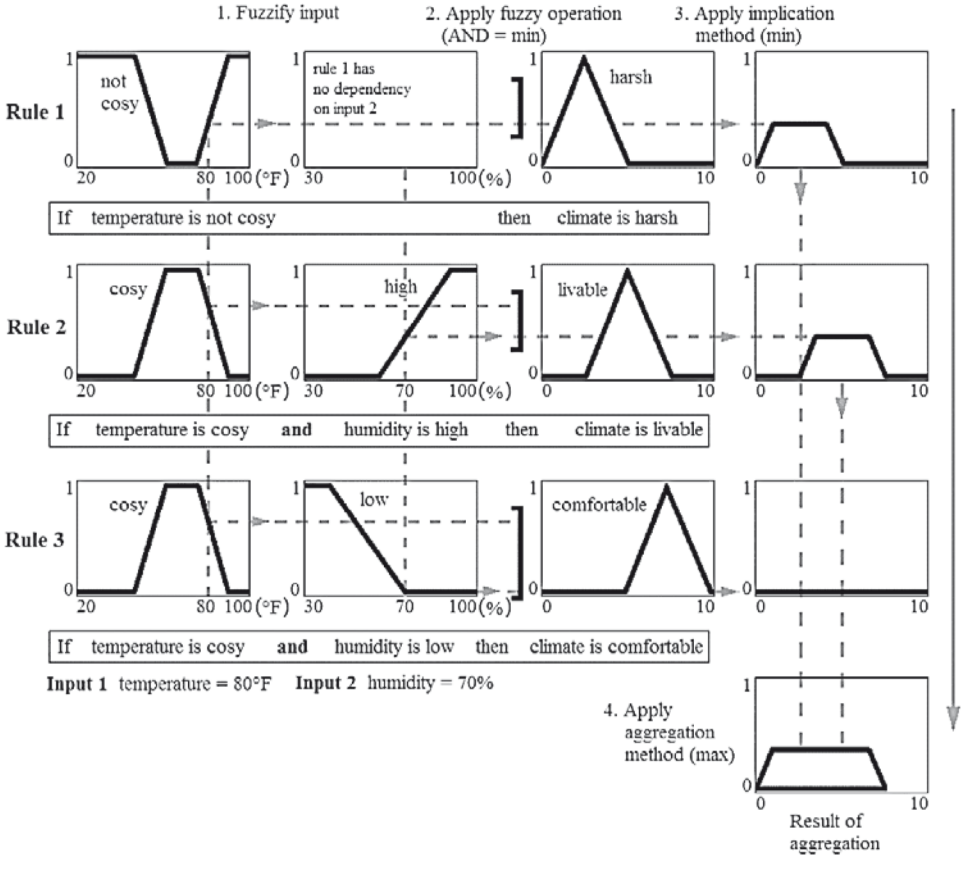
ตอบ วิธีของ Larsen จะใช้ผลคูณ (Product) ในการอนุมานจากข้อนำไปยังข้อตาม และใช้วิธีการยูเนียนด้วยตัวดำเนินการสูงสุด (Max Operator) ในการหาผลลัพธ์ของเอาต์พุตแต่ละกฎ ค่าฟัซซีจากข้อนำแต่ละข้อสามารถหาได้จาก

$$\alpha_1 = A_1(x_0) \wedge B_1(y_0),\ \alpha_1 = A_2(x_0) \wedge B_2(y_0)$$

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของผลลัพธ์ C หาได้จากการยูเนียนเอาต์พุตจากแต่ละกฎ

$$C(w) = (\alpha_1 C_1(w)) \vee (\alpha_2 C_2(w)$$

6. รูปที่ 1 เป็นกลไกการอนุมานของ Mamdani จงหาค่าเอาต์พุตแบบ COG (โดยกำหนดค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยการประมาณการจากรูปที่ให้มา)



รูปที่ 1 กลไกการอนุมานของโจทย์ข้อที่ 6

$$COG = \frac{3(0.4) + 5(0.4)}{0.4 + 0.4} = 4$$

7. จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกทั้ง 2 ของรูปที่ 2 ที่ให้มาจงคำนวณหาค่าเอาต์พุตแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

(1) วิธีเซนทรอยด์

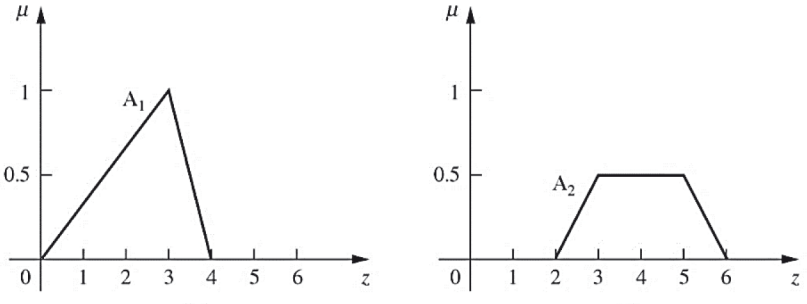
(2) วิธีถัวเฉลี่ยน้ำหนัก

(3) วิธีเฉลี่ยค่าสมาชิกสูงสุด

(4) วิธีศูนย์กลางของผลรวม

(5) วิธีศูนย์กลางของพื้นที่ที่ใหญ่สุด

(6) วิธีค่าสูงสุดอันดับแรกและสูงสุดอันดับสุดท้าย



รูปที่ 2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกทั้งสองของโจทย์ข้อที่ 7

ตอบ (1) วิธีเซนทรอยด์ = 3.56

(2) วิธีถัวเฉลี่ยน้ำหนัก = 3.33

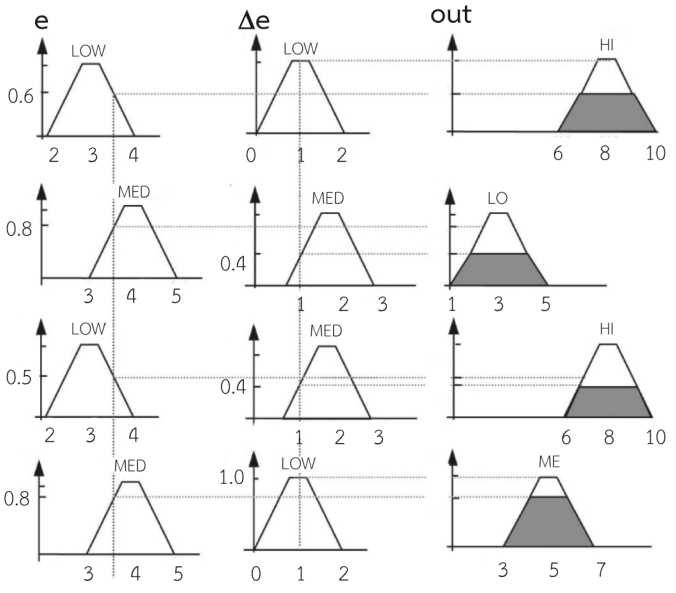
(3) วิธีเฉลี่ยค่าสมาชิกสูงสุด = 3

(4) วิธีศูนย์กลางของผลรวม = 3.43

(5) วิธีศูนย์กลางของพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุด = 2.02

(6) วิธีค่าสูงสุดอันดับแรกและอันดับสุดท้าย = 3

8. จากรูปที่ 3 ที่ให้มาจงคำนวณหาค่าสัญญาณเอาต์พุตด้วยวิธีการ COG



รูปที่ 3 โจทย์ข้อที่ 8

$$\text{COG} = \frac{8(0.6) + 3(0.4) + 8(0.4) + 5(0.8)}{0.6 + 0.4 + 0.4 + 0.8} = 6$$

เฉลย แบบฝึกหัดบทที่ 7

1. จงให้ความหมายของระบบอัตโนมัติ

ตอบ ระบบใดๆ หรือกลไก ที่สามารถเริ่มทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยทำงานตามโปรแกรมที่วางไว้ เช่น ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติอาจเป็นการใช้ กลไก คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม จะทำงานถูกต้องต่อเมื่อมีการวางแผน หรือโปรแกรมโดยมนุษย์ทั้งสิ้น

2. การควบคุมแบบลูปปิด (Closed Loop Control) หมายถึงอย่างไร

ตอบ ระบบควบคุมวงปิด หรือระบบป้อนกลับ (Feedback Control) นั้นจะใช้ค่าที่วัดจากเอาต์พุตมาคำนวณและปรับแต่งค่าการควบคุม เพื่อให้ค่าเอาต์พุตเป็นไปตามที่ตั้งค่า (Set Point) ไว้

3. สมการพื้นฐานของตัวควบคุมแบบ PID เป็นอย่างไร

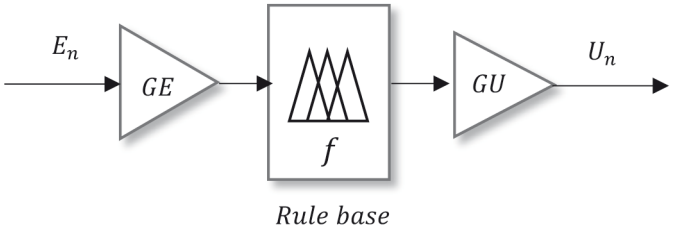
ตอบ

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

4. จงเปรียบเทียบค่าเกนของตัวควบคุม P ทั้งแบบดั้งเดิมและฟัซซีลอจิก

ตอบ

$$GE * GU = K_p$$

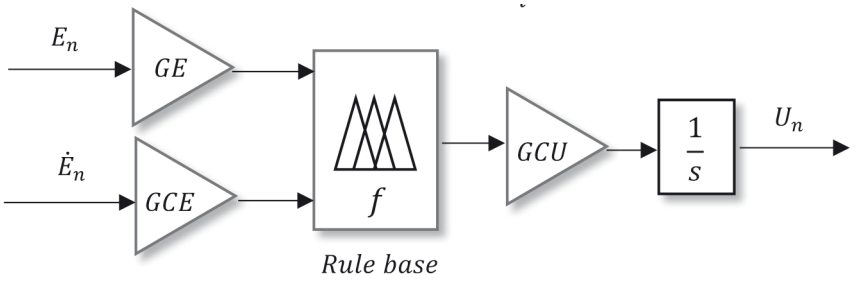


5. จงเปรียบเทียบค่าเกนของตัวควบคุม PI ทั้งแบบดั้งเดิมและฟัซซีลอจิก

ตอบ

$$GCU * GCE = K_p$$

$$GCU * GE = K_i$$

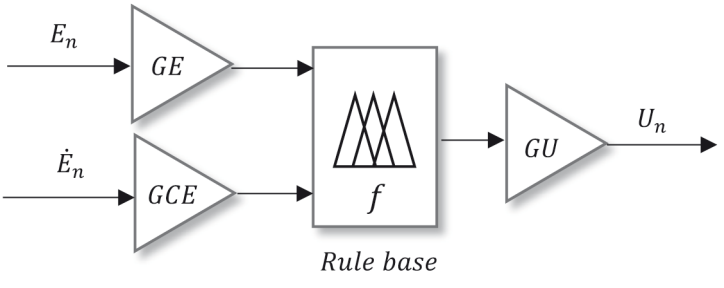


6. จงเปรียบเทียบค่าเกนของตัวควบคุม PD ทั้งแบบดั้งเดิมและฟัซซีลอจิก

ตอบ

$$GU * GE = K_p$$

$$GU * GCE = K_d$$



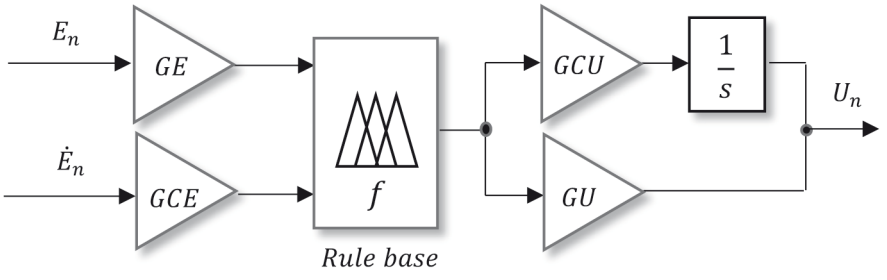
7. จงเปรียบเทียบค่าเกนของตัวควบคุม PID ทั้งแบบดั้งเดิมและฟัซซีลอจิก

ตอบ

$$GCU * GCE + GU * GE = K_p$$

$$GCU * GE = K_i$$

$$GU * GCE = K_d$$

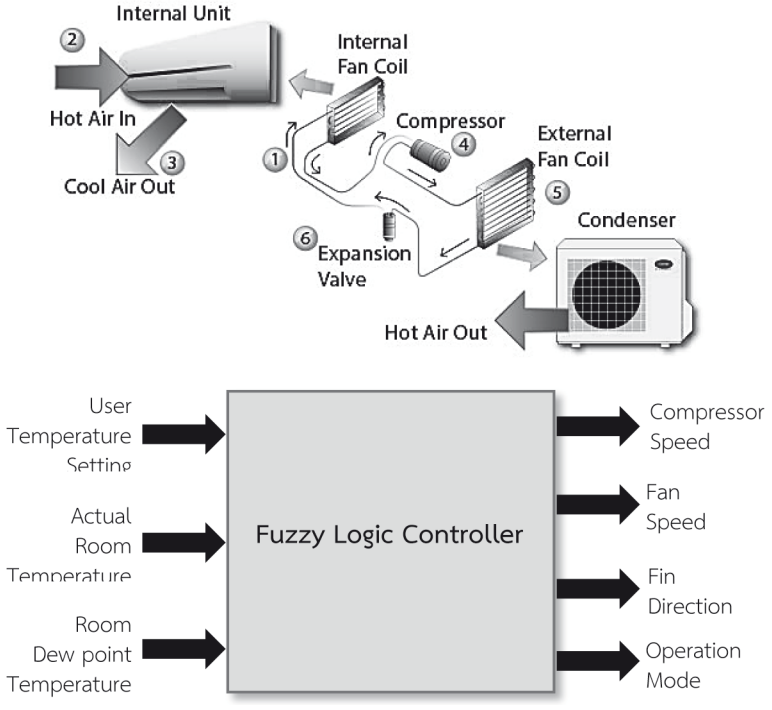


8. จงบอกถึงขั้นตอนในการออกแบบประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิกในงานควบคุม

ตอบ

- กำหนดฟังก์ชันความต้องการของระบบ
- กำหนดพารามิเตอร์ของระบบ ตัวแปรกระบวนการและตัวแปรควบคุม
- กำหนดตัวแปรต่างๆ ในเทอมของฟัซซีเซต (Fuzzification)
- กำหนดกฎควบคุม (Fuzzy Rules)
- กำหนดวิธีการหาค่าเอาต์พุต (Defuzzification)
- ทดสอบด้วยการจำลอง
- ต่อ/ติดตั้ง ร่วมกับระบบจริง

9. จงออกแบบการควบคุมเครื่องปรับอากาศตามรูปที่ 1 ด้วยตัวควบคุมฟัซซีลอจิก

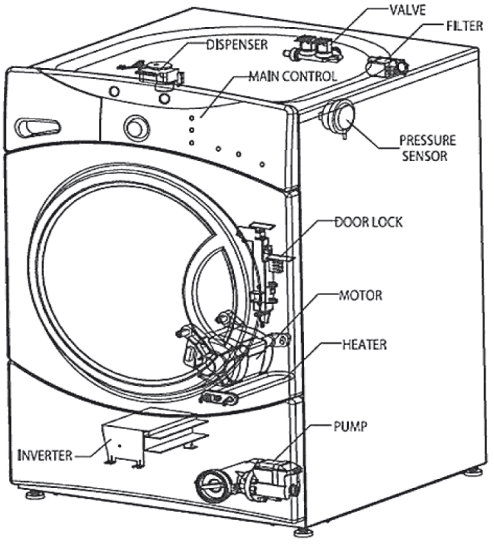


รูปที่ 1 อินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมฟัซซีลอจิก

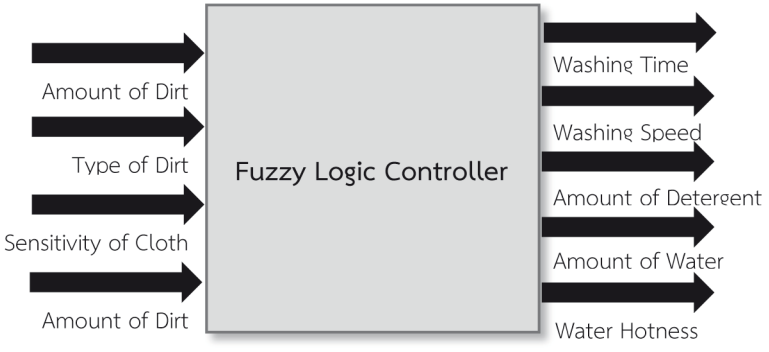
ตอบ https://www.ijcaonline.org/research/volume126/number15/sobhy–2015–ijca–906083.pdf (Developing of Fuzzy Logic Controller for Air Condition System, 17 มิถุนายน 2561)

10. จงจำลองการควบคุมเครื่องซักผ้า (รูปที่ 2) ด้วยตัวควบคุมฟัซซีลอจิกโดยใช้โปรแกรม MATLAB หรือโปรแกรม LabVIEW แล้วเติมค่าเอาต์พุตที่ได้จากการลำลองลงในตารางที่ให้มา

ตอบ



ส่วนประกอบหลักของเครื่องซักผ้า



รูปที่ 2 อินพุตและเอาต์พุตของตัวควบคุมฟัซซีลอจิก

ตารางที่ 1 ค่าเอาต์พุตที่ได้จากการจำลองด้วยค่าอินพุตที่กำหนดมาให้ (เป็นค่าประมาณ)

Inputs				Outpus				
Amount of Dirt	Type of Dirt	Sensitivity of Cloth	Amount of Cloth	Washing Time	Washing Speed	Amount of Detergent	Amount of Water	Water Hotness
50	50	5	5	95	1000	45.8	48.5	60
80	80	2	8	140	1200	60.5	60	70
60	60	4	6	128	1100	52	55.8	65
25	20	7	3	60	700	30.5	35	40
10	10	8	2	40	400	20.5	30	30

ที่มา : http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.acis.20140203.11.pdf
(Washing Machine using Fuzzy Logic, 17 มิถุนายน 2561)