บทที่ 5

รูปแบบของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาของการปรับตั้งเครื่องแบบฟัซซี่ซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า

รูปแบบของปัญหาการจัดตารางการผลิต เป็นปัญหาเกี่ยวกับการจัดเรียงลำดับของผลิตภัณฑ์ในการผลิต ซึ่งลำดับของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการจัดตารางการผลิตก็จะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดตารางการผลิต โดยทั่วไปการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ มักจะมีวิธีในการจัดตารางการผลิต และวิธีการคำนวณดังบทที่ 4 ซึ่งเวลาที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาเวลาในการปรับตั้งน้อยที่สุด มักจะได้มาจากเวลามาตรฐาน (Standard time)

แต่ในความเป็นจริงเวลาในการปรับตั้งเครื่องไม่จำเป็นที่ต้องเท่ากับเวลามาตรฐานเสมอไป เนื่องจากในการปรับตั้งส่วนใหญ่มักจะกระทำโดยพนักงาน จึงทำให้เกิดความไม่แน่นอนของเวลาในการปรับตั้ง โดยจะไม่สามารถบอกเวลาในการทำการปรับตั้งที่แน่นอนได้ แต่จะประมาณเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งได้อย่างคร่าวๆ ว่าควรจะมีเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรอยู่ในช่วงเวลาระหว่างเท่าใด หรือที่เรียกว่า เวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่ ซึ่งการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องแบบฟัซซี่นี้ จะไม่สามารถพิจารณาการจัดตารางการผลิตจากเวลามาตรฐานได้

ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิดเกี่ยวกับฟัซซี่ และลักษณะของของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรแบบฟัซซี่ พร้อมทั้งยกตัวอย่างในการจัดตารางการผลิต

5.1 แนวความคิดเรื่องฟัซซี่ (Fuzzy Theory)

ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในความเป็นจริง มักมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากข้อมูลมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน หรือไม่มีค่าที่แน่นอน ดังนั้นในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเช่นนี้ จำเป็นต้องมีการ

พัฒนาวิธีการให้เหมาะสมกับความซับซ้อนของปัญหา สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อย วิธีที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหา คือ Mathematical Equation หรือการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่มีความซับซ้อนปานกลาง ควรใช้วิธี Model Free Methods เช่น Artificial Neural Networks และสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก วิธีการที่เหมาะสมคือ Fuzzy System

แนวความคิดเรื่องฟัซซี่ เป็นเครื่องมือพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการจัดการกับ ข้อมูลซึ่งไม่ชัดเจน คลุมเครือ หรือกำกวม โดยพบได้ทั่วไปในโลกความเป็นจริง แนวความคิดเรื่องเซตฟัซซี่เป็นแนวความคิดที่ริเริ่มขึ้นมาในช่วงคริสตศักราชที่ 1960 โดย Prof. Lotfi A. Zadeh แห่ง University of California at Berkeley ในบทความเชิงสนทนาในเรื่องเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองของความไม่แน่นอนของภาษาธรรมชาติ เซตฟัซซี่ช่วยให้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ง่ายขึ้นเป็นอย่างมาก

การใช้แนวความคิดของฟัซซี่มาแก้ไขปัญหาต่าง ๆจำเป็นที่จะต้องทราบถึงพื้นฐานของฟัซซี่ ซึ่งในหัวข้อนี้จะแบ่งออกเป็น ทฤษฎีฟัซซี่เซต ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก และการหาคำตอบของปัญหา

5.1.1 ทฤษฎีฟัซซี่เซต

เซตฟัซซี่ เป็นการขยายแนวความคิดของเซตแบบธรรมดาเพื่อให้สามารถจัดการกับความไม่นอนของระดับความเป็นสมาชิกของสิ่งของที่เราสนใจได้ เซตฟัซซี่มีนิยามและคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกับเซตธรรมดา โดยสามารถใช้ตัวดำเนินการต่าง ๆ ที่ใช้ในเซตธรรมดา ไม่ว่าจะเป็นการอินเตอร์เซค (Intersection) การยูเนียน(Union) การคอมพลีเมนท์ (Complement) ฯลฯ โดยตัวดำเนินการที่ใช้บนเซตฟัซซี่เรียกว่า “ตัวดำเนินการฟัซซี่” (Fuzzy Operator)

5.1.1.1 นิยามของฟัซซี่เซต

นิยามฟัซซี่เซต : ให้ U เป็นกลุ่มของวัตถุหรือปริมาณที่สนใจ เช่น $U=R^n$ และเรียกว่าเอกภพสัมพัทธ์ ฟัซซี่เซต F ใน U กำหนดลักษณะสมบัติโดยฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function) $\mu_F = U \longrightarrow [0,1]$ โดยที่ $\mu_F(u)$ แสดงระดับการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต F ของ $u \in U$ ดังนั้นฟัซซี่เซต F ใน U อาจแสดงได้ด้วยคู่ลำดับของสมาชิกใด ๆ ในเอกภพสัมพัทธ์ (Universe) กับค่าระดับการเป็นสมาชิกของสมาชิกตัวนั้น $F = \{(u, \mu_F(u)) \,|\, u \in U\}$ หรืออาจเขียนโดยย่อได้โดย

ถ้า U เป็นเซตต่อเนื่อง $F = \int_u \mu_F(u)/u$

ถ้า U เป็นเซตไม่ต่อเนื่อง $F = \sum_u \mu_F(u)/u$

หรือ $F = \mu_F(u_1)/u_1 + \mu_F(u_2)/u_2 + \ldots + \mu_F(u_n)/u_n$

หมายเหตุ เครื่องหมายผลรวมและอินทิกรัลในความสัมพันธ์ข้างต้นแทนการผนวกสมาชิก $(u, \mu_F(u))$ แต่ละตัวเข้าด้วยกันเป็นเซต มิได้หมายถึงการหาผลรวมหรืออินทิกรัลในทางคณิตศาสตร์แบบปกติ และ " / " เป็นเพียงเครื่องหมายคั่นแยกมิได้หมายถึงการดำเนินการหาร

ฟัซซี่เซตจะมีลักษณะที่ต่างจากเซตทั่วไปคือจะมีสัญลักษณ์ ~ อยู่ข้างบนเซตที่เป็นฟัซซี่เซต เช่น เมื่อเซต A เป็นฟัซซี่เซต จะใช้สัญลักษณ์ $\tilde{A}$ และเนื่องจากการที่ฟัซซี่เซตถูกกำหนดลักษณะสมบัติโดยฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในเอกภพสัมพัทธ์ ดังนั้นจึงมักเรียก ฟัซซี่เซต โดยหมายถึง ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (Membership Function) ซึ่งเป็นการขยายแนวคิดของเซตแบบปกติ (Crisp Set)

5.1.1.2 คุณสมบัติของฟัซซี่เซต

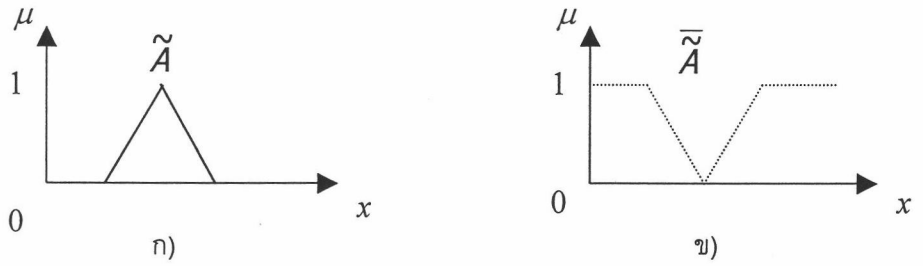
ฟัซซี่เซตจะมีสมาชิกเป็นลักษณะแบบต่อเนื่อง (Continue) ส่วนเซตแบบปกติจะสมาชิกเป็นลักษณะไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ทำให้คุณสมบัติต่างๆของฟัซซี่เซตและเซตแบบปกติต่างๆกัน ส่วนในการดำเนินการของฟัซซี่เซตกับเซตแบบปกติจะเหมือนกัน ยกเว้นแต่ในการดำเนินการของฟัซซี่เซตจะไม่เป็นไปตาม The Exclude Middle Law คือ การยูเนียนของฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซตจะไม่เท่ากับเอกภพสัมพัทธ์ และ The Contradiction Law คือ การอินเตอร์เซคของฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซตจะไม่เท่ากับเซตว่าง (ϕ) ดังสมการที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยรูปที่ 5.1-5.3

$$\tilde{A} \vee \overline{\tilde{A}} \neq U \qquad (5.1)$$

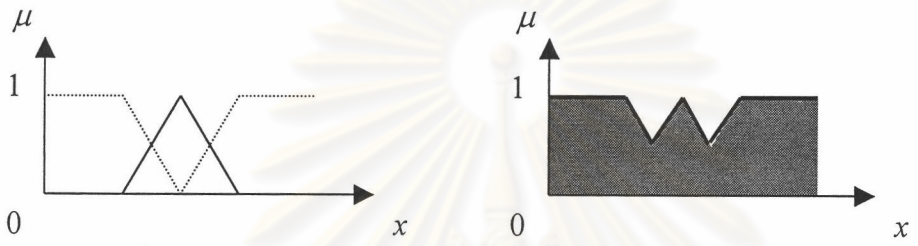
$$\tilde{A} \wedge \overline{\tilde{A}} \neq \phi \qquad (5.2)$$

สมมติให้มีเซตฟัซซี่ $\tilde{A}$ ดังรูปที่ 5.1ก และคอมพลีเมนท์ของ $\tilde{A}$ ก็จะมีลักษณะดังรูปที่ 5.1ข เมื่อทำการยูเนียนระหว่างฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซต จะได้ผลลัพธ์ไม่เท่ากับเอกภพสัมพัทธ์ ดังรูปที่ 5.2 และเมื่อทำการอินเตอร์เซคระหว่างฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซตจะได้ผลลัพธ์ไม่เท่ากับเซตว่าง ดังรูปที่ 5.3

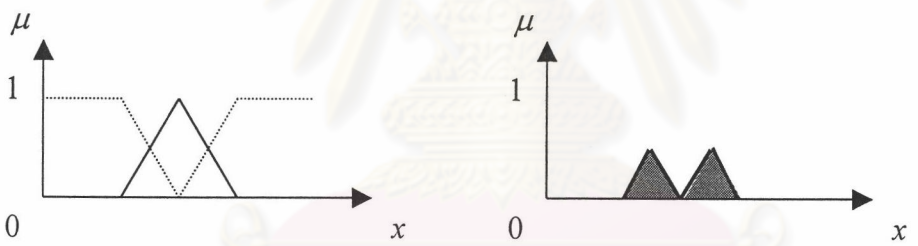
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะเซตแบบฟัซซี่ โดยที่ ก) เป็นเซต $\tilde{A}$ และ ข) เป็นเซต $\bar{\tilde{A}}$



รูปที่ 5.2 แสดงการยูเนียนระหว่างฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซต



รูปที่ 5.3 แสดงการอินเตอร์เซคระหว่างฟัซซี่เซตกับคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่เซต

ทฤษฎีฟัซซี่เซตเป็นรากฐานที่สำคัญให้กับฟัซซี่ลอจิก การดำเนินการทางทฤษฎีฟัซซี่เซตจะเป็นพื้นฐานให้กับการดำเนินการเชิงตรรก การดำเนินการที่กำหนดสำหรับเซต เช่น ผลตัด (Intersect) ผลผนวก (Union) และคอมพลีเมนต์ (Complement) จะสอดคล้องกับความหมายทางตรรกะ และ ($\wedge$) หรือ ($\vee$) และนิเสธ ($\bar{}$) ตามลำดับ

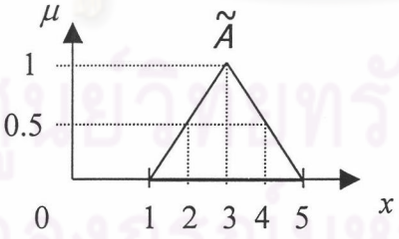
5.1.2 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก

ฟัซซี่ลอจิกเป็นการแก้ปัญหาด้วยการอนุมานโดยผ่านข้อความรู้ (Knowledge) ในรูปแบบของกฎเงื่อนไข ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการใช้เหตุผลโดยประมาณ (Approximate Reasoning) (Zadeh, 1979) ฟัซซี่ลอจิกจะเป็นการดำเนินการทางตรรกะของฟัซซี่เซตซึ่งมี

ลักษณะคล้ายกับการดำเนินการทางตรรกะของเซตแบบปกติ แต่ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าแตกต่างกัน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางตรรกะของฟัซซี่เซตจะสามารถหาได้ง่ายเมื่อใช้รูปภาพประกอบการคำนวณในการหาคำตอบ แต่ในบางครั้งลักษณะของฟัซซี่เซตก็ไม่สามารถวาดเป็นรูปร่างที่แน่นอนได้ เนื่องจากมีความซับซ้อนมาก ในกรณีเช่นนี้จึงได้มีการกำหนดตัวเลขที่เป็นสมาชิกในฟัซซี่เซตแทนการวาดรูป และได้มีการใช้การคำนวณในการดำเนินการที่กำหนดสำหรับเซต ซึ่งตัวดำเนินการที่พบได้บ่อยคือ Intersect และ Union

ตัวเลขที่เป็นสมาชิกในฟัซซี่เซตจะมีลักษณะแตกต่างจากเซตแบบปกติคือ สมาชิกในฟัซซี่เซตจะมีลักษณะเป็นตัวเลขคล้ายเศษส่วน ตัวเศษหมายถึงค่าของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต ส่วนตัวส่วนจะหมายถึงตำแหน่งของค่าของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต และตัวเลขที่เป็นสมาชิกในฟัซซี่เซตจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย + แทนเครื่องหมาย , เนื่องจากเป็นลักษณะของตัวเลขที่เป็นสมาชิกในฟัซซี่เซตแบบต่อเนื่อง ลักษณะของตัวเลขดังกล่าวได้มาจากการแปลงปัญหาต่างๆให้อยู่ในรูปของรูปภาพ ซึ่งจะมีการกำหนดตำแหน่งและค่าต่างๆของตำแหน่งเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 5.1ก หากแบ่งฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ ออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆกัน จะได้ว่าค่าที่ตำแหน่งที่ 1 ถึง 5 จะเท่ากับ 0 0.5 1 0.5 และ 0 ตามลำดับ ดังรูปที่ 5.4 และจากลักษณะดังกล่าวสามารถเขียนเป็นตัวเลขที่เป็นสมาชิกในฟัซซี่เซตได้คือ $\{\frac{0}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{1}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0}{5}\}$



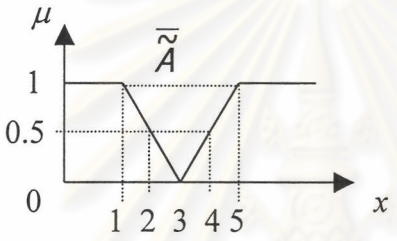
รูปที่ 5.4 *การแทนรูปฟัซซี่ด้วยค่าการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต* $\tilde{A}$

ตรรกะที่นิยมใช้กันมากและมีการคำนวณที่แตกต่างจากเซตแบบธรรมดาคือ Disjunction ($\vee$) และ Conjunction ($\wedge$) ซึ่งจะมีสมการในการคำนวณหาค่าดังสมการที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

$$T(\tilde{P} \vee \tilde{Q}) = \max(T(\tilde{P}), T(\tilde{Q})) \quad (5.3)$$

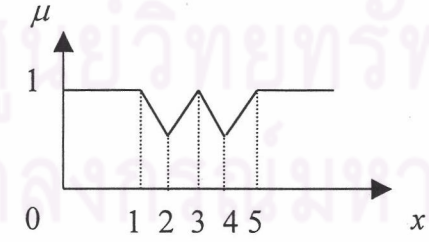
$$T(\tilde{P} \wedge \tilde{Q}) = \min(T(\tilde{P}), T(\tilde{Q})) \quad (5.4)$$

จากสมการที่ 5.3 จะได้ว่าฟังก์ชันของการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{P} \vee \tilde{Q}$ จะเท่ากับค่าสูงสุดของสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{P}$ และ $\tilde{Q}$ ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 5.1ข ฟัซซี่เซต $\overline{\tilde{A}}$ จะเท่ากับ 1 - $\tilde{A}$ เช่นเดียวกับเซตแบบปกติ หรือจะเท่ากับ 1 - $\{\frac{0}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{1}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0}{5}\}$ ซึ่งเท่ากับ $\{\frac{1}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{0}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}\}$ ดังในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 *การแทนรูปคอมพลีเมนท์ของฟัซซี่ด้วยค่าการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต* $\overline{\tilde{A}}$

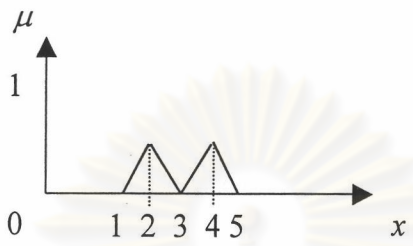
หากทำ Disjunction ของค่าของฟังก์ชันของการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ และ $\overline{\tilde{A}}$ จะเท่ากับค่าสูงสุดของสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ และ $\overline{\tilde{A}}$ หรือ $\{\frac{1}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{1}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5}\}$ ดังในรูปที่ 5.6 ซึ่งการทำ Disjunction ของฟัซซี่ลอจิกจะเทียบได้กับการยูเนียน



รูปที่ 5.6 *การทำ Disjunction ของ ฟัซซี่เซต* $\tilde{A}$ *และ* $\overline{\tilde{A}}$

ในทำนองเดียวกันจากสมการที่ 5.4 จะได้ว่าฟังก์ชันของการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{P} \wedge \tilde{Q}$ จะเท่ากับค่าต่ำสุดของสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{P}$ และ $\tilde{Q}$ ตัวอย่างเช่น หากทำ

Conjunction ของค่าของฟังก์ชันของการเป็นสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ และ $\overline{\tilde{A}}$ จะเท่ากับค่าต่ำสุดของสมาชิกในฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ และ $\overline{\tilde{A}}$ หรือ $\{\frac{0}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{0}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0}{5}\} \frac{1}{5}\}$ ดังในรูปที่ 5.7 ซึ่งการทำ Conjunction ของฟัซซี่ลอจิกจะเทียบได้กับการอินเตอร์เซค



***รูปที่ 5.7** การทำ Conjunction ของ ฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ และ $\overline{\tilde{A}}$*

นอกจากนี้ยังมีตรรกะที่ใช้กันแบบอื่นอีก เช่น Implication (→) (Zadeh, 1973) ซึ่ง Implication จะเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ 5.5

$$T(\tilde{P} \rightarrow \tilde{Q}) = T(\overline{\tilde{P}} \vee \tilde{Q}) \qquad (5.5)$$

การดำเนินการของฟัซซี่เซต่ต่างๆหรือที่เรียกว่าฟัซซี่ลอจิก จะมีลักษณะการดำเนินการแตกต่างกับเซตแบบธรรมดาบางประการในการยูเนียนและการอินเตอร์เซค ซึ่งการดำเนินการเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำฟัซซี่เซตไปการแก้ไขปัญหาที่ไม่แน่นอนในลักษณะของฟัซซี่ได้

5.1.3 การหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาแบบฟัซซี่ (Fuzzy Optimization Problem)

การหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาแบบฟัซซี่ สามารถใช้หลักการทางฟัซซี่โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์และข้อจำกัดเป็นฟัซซี่เซต ในลักษณะฟังก์ชันการเป็นสมาชิก คำตอบที่ได้จากวิธีการทางฟัซซี่ จะไม่ใช่คำตอบที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวแต่จะมีหลายๆ คำตอบให้ผู้ทำการตัดสินใจเลือกคำตอบที่ให้ความพอใจสูงสุด ซึ่งสิ่งช่วยให้ผู้ทำการตัดสินใจเลือกคำตอบสามารถเลือกคำตอบที่ให้ความพอใจสูงสุดได้ คือ ค่าของความพึงพอใจ

ค่าของความพึงพอใจจะเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจในการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากคำตอบที่เป็นไปได้หลายๆคำตอบที่ได้จากวิธีการทางฟัซซี่ เนื่องจากคำตอบของฟัซซี่สามารถ

เป็นไปได้ในหลายๆกรณี จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนคำตอบแบบฟัซซี่นั้นๆให้กลายเป็นคำตอบที่มีลักษณะแน่นอน ซึ่งก็คือการหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบแต่ละคำตอบ เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบคำตอบแบบฟัซซี่ได้ง่าย

ในการหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบแต่ละคำตอบ จะใช้วิธี Max-Min Operator ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นวิธีการประยุกต์ใช้การอินเตอร์เซคระหว่างคำตอบของปัญหาแบบฟัซซี่เซต (Membership Function) และฟังก์ชันการเป็นสมาชิกค่าของวัตถุประสงค์ (Objective Function) โดยฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของวัตถุประสงค์จะมีลักษณะเป็นฟัซซี่เซตเช่นเดียวกับลักษณะคำตอบของปัญหา รูปร่างและขนาดของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของวัตถุประสงค์จะมีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างจากลักษณะคำตอบของปัญหาก็ได้ ตามแต่ผู้ทำการตัดสินใจเลือกคำตอบจะเป็นผู้ที่กำหนดขึ้น โดยการหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบแต่ละคำตอบ สามารถหาได้ดังสมการที่ 5.6

$$\max \mu_s(x) = \max\{\min\{\mu_0(x), \mu_i(x) \mid i=1,2,\ldots m\}\} \qquad (5.6)$$

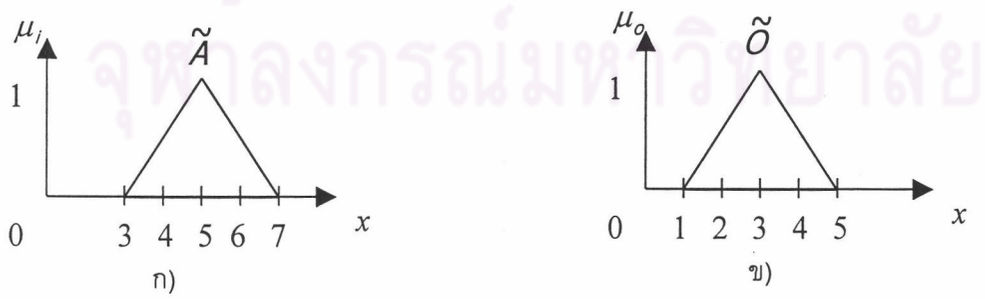
เมื่อ $\mu_s(x)$ = ค่าของความพึงพอใจ

$\mu_0(x)$ = ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของวัตถุประสงค์

$\mu_i(x)$ = ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของลักษณะคำตอบของปัญหา

ตัวอย่างเช่น

สมมติให้การจัดตารางการผลิตแบบหนึ่งมีลักษณะของเวลาในการผลิตเป็นฟัซซี่เซต $\tilde{A}$ (Membership Function) ดังรูปที่ 5.8ก และกำหนดให้กำหนดเวลาส่งมอบของเป็นฟัซซี่เซต $\tilde{O}$ (Objective Function) ดังรูปที่ 5.8ข โดยเวลา (x) มีหน่วยเป็นวัน



รูปที่ 5.8 *รูปฟัซซี่เซตของปัญหาตัวอย่าง ก) Membership Function และ ข) Objective Function*

เมื่อทำการหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบของปัญหาจากสมการ 5.6 จะได้ว่า

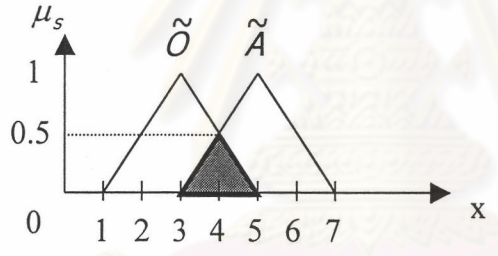
$$\max \mu_s(x) = \max\{\min\{\mu_0(x), \mu_i(x)\}\}$$

$$\max \mu_s(x) = \max\{\min\{\frac{0}{1} + \frac{0.5}{2} + \frac{1}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0}{5}\}, \{\frac{0}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{1}{5} + \frac{0.5}{6} + \frac{0}{7}\}\}$$

$$\max \mu_s(x) = \max\{\frac{0}{1} + \frac{0}{2} + \frac{0}{3} + \frac{0.5}{4} + \frac{0}{5} + \frac{0}{6} + \frac{0}{7}\}$$

$$\max \mu_s(x) = \frac{0.5}{4}$$

ค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบของการจัดตารางการผลิตแบบนี้จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ตำแหน่ง 4 และเมื่อทำการหาค่าของความพึงพอใจโดยใช้รูปภาพ ดังรูปที่ 5.9 ในบริเวณส่วนที่แรเงา จะได้ค่าของความพึงพอใจสูงสุดของการจัดตารางการผลิตแบบนี้จะมีค่าเท่ากับ 0.5 ที่ตำแหน่ง 4 เช่นเดียวกันกับการคำนวณจากสมการ 5.6



รูปที่ 5.9 *การหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดจากรูปภาพ*

การหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบในลักษณะปัญหาต่างๆ สามารถกระทำได้โดยวิธีการเดียวกันนี้ โดยการใช้ค่าของความพึงพอใจสูงสุดของคำตอบแต่ละคำตอบมาเปรียบเทียบเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด จากค่าของความพึงพอใจที่มากที่สุด

ในการประยุกต์ใช้ฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิก สามารถใช้ได้อย่างประสบผลสำเร็จสำหรับปัญหาที่มีลักษณะ 2 ประการ คือ

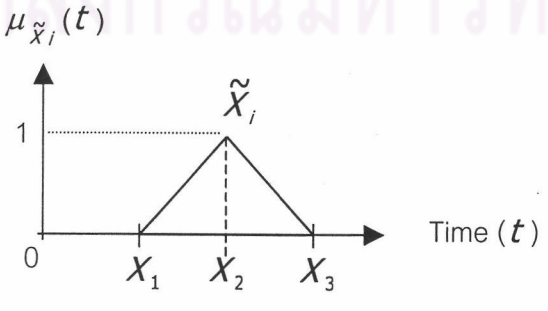
1. ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ โดยรู้ข้อจำกัดที่แน่นอน
2. กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าใจ หรือตัดสินใจได้

วิธีการทางฟัซซี่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อน หรือไม่สามารถหาค่าที่แน่นอนได้ แต่สำหรับปัญหาที่มีข้อมูลที่ชัดเจนหรือมีค่าที่แน่นอน วิธีการของฟัซซี่จะไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากวิธีการของฟัซซี่จะใช้ข้อมูลที่ไม่แน่นอนในการหาคำตอบที่ดีที่สุด

5.2 ลักษณะของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องแบบฟัซซี่ซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า

ปัญหาการจัดตารางการผลิตในงานวิจัยนี้จะเป็นปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องแบบฟัซซี่ซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า ซึ่งจะมีลักษณะของปัญหาดังนี้

1. ตัวอย่างปัญหาการจัดตารางการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีเวลาของการปรับตั้งเครื่องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าที่มีลักษณะแบบฟัซซี่ (Fuzzy Dependence Setup Time) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้
2. เป็นปัญหาการจัดตารางการผลิตที่กระทำบนเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว (Single Machine)
3. ตัวอย่างปัญหาการจัดตารางการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีเวลาของการปรับตั้งเครื่องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าที่มีลักษณะแบบฟัซซี่จะกระทำบนเครื่องจักรใหม่ และผลิตภัณฑ์ทุกผลิตภัณฑ์สามารถจัดตารางการผลิตได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางลำดับการผลิต
4. ข้อมูลเบื้องต้นหรือข้อมูลเข้า (Input Data) ในการวางแผนการผลิต ได้แก่ ช่วงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรเครื่อง (เวลาที่ใช้น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่ใช้มากที่สุด) ซึ่งทราบค่าต่างๆแล้ว
5. เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรจะเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่จะไม่มีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรจากการหยุดการผลิตเนื่องจักรเสียหาย (Break Down)
6. เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละครั้งมีเวลาไม่คงที่ (Membership Function) แต่จะอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด และขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตก่อนหน้า นอกจากนี้ยังมีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบสามเหลี่ยมดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรของปัญหา

จากรูปที่ 5.10 จะได้ว่าเวลาน้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลามากที่สุดในการปรับตั้งจะมีค่าเท่ากับ X_1 X_2 และ X_3 ตามลำดับ ซึ่งจะเรียกเวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่ด้วย Triangular Fuzzy Number (TFN) หรือ $\tilde{X}_i$ และยังสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการ เพื่อใช้ในการคำนวณได้ดังสมการที่ 5.7

$$\mu_{\tilde{X}_i}(t) \quad \begin{cases} 1 & \text{เมื่อ } t = X_2 \\ f(t) & \text{เมื่อ } X_1 < t < X_3 \text{ แต่ } t \neq X_2 \\ 0 & \text{เมื่อ } t \leq X_1 \text{ หรือ } t \geq X_3 \end{cases} \qquad (5.7)$$

โดย $\mu_{\tilde{X}_i}(t)$ คือ ค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Membership Function)

$f(t)$ คือ ฟังก์ชันของการเป็นสมาชิกของเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับ $\frac{t - X_1}{X_1 - X_2}$ ในกรณีที่ $X_1 < t < X_2$ และ $\frac{X_3 - t}{X_3 - X_2}$ ในกรณีที่ $X_2 < t < X_3$

t คือ เวลาที่เป็นไปได้ในการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)

X_1 คือ เวลาที่เป็นไปได้น้อยที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)

X_2 คือ เวลาที่เป็นไปได้โดยเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)

X_3 คือ เวลาที่เป็นไปได้มากที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)

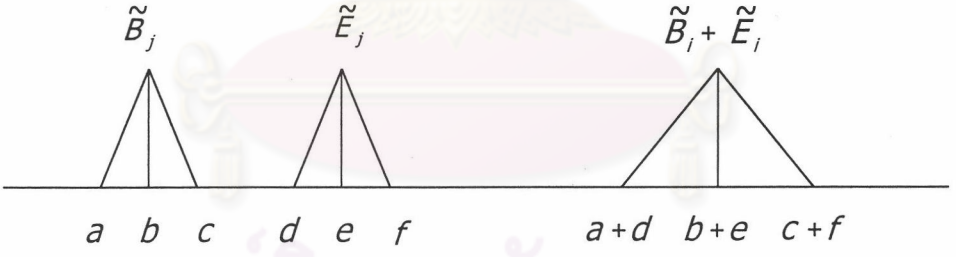
7. ข้อกำหนดที่ใช้ในการพิจารณาในการแก้ไขปัญหาการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีเวลาของการปรับตั้งเครื่องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า และมีระยะเวลาที่มีลักษณะแบบฟัซซี่ มีดังนี้

- ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะต้องทำการผลิตต่อเนื่องกัน โดยไม่มีการหยุดทำการผลิตกลางคันหรือเกิดการแทรกงาน (Preemption) ของผลิตภัณฑ์อื่น
- การผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆจะไม่เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่อไป

- การผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ จะไม่มีการกำหนดว่า ผลิตภัณฑ์ใดจำเป็นที่จะต้องทำการผลิตก่อนหรือหลังผลิตภัณฑ์ใด
- ผลิตภัณฑ์แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีระยะเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละรอบการผลิตที่อาจจะไม่เท่ากัน โดยมีลักษณะแบบฟัซซี่

จากข้อกำหนดข้างต้นจะเห็นได้ว่าเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเป็นแบบฟัซซี่ ดังในรูปที่ 5.10 โดยทั่วไปในการที่จะหาเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมจำเป็นที่จะต้องนำเวลาในการปรับตั้งของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการจัดตารางการผลิตแล้วมารวมกัน ซึ่งในลักษณะของการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่ ก็จะมีการรวมเวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่ โดยมีลักษณะคล้ายกับการรวมเวลาในการปรับตั้งโดยทั่วไป คือ เวลาที่น้อยที่สุดในการปรับตั้งของผลิตภัณฑ์หนึ่งจะรวมกับเวลาน้อยที่สุดในการปรับตั้งของอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งของผลิตภัณฑ์หนึ่งจะรวมกับเฉลี่ยในการปรับตั้งของอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง และเวลาที่มากสุดในการปรับตั้งของผลิตภัณฑ์หนึ่งจะรวมกับเวลาที่มากสุดในการปรับตั้งของอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการ 5.8 และรูปที่ 5.11

$$\tilde{B}_i + \tilde{E}_i = (a,b,c) + (d,e,f) = (a+d, b+e, c+f) \quad (5.8)$$

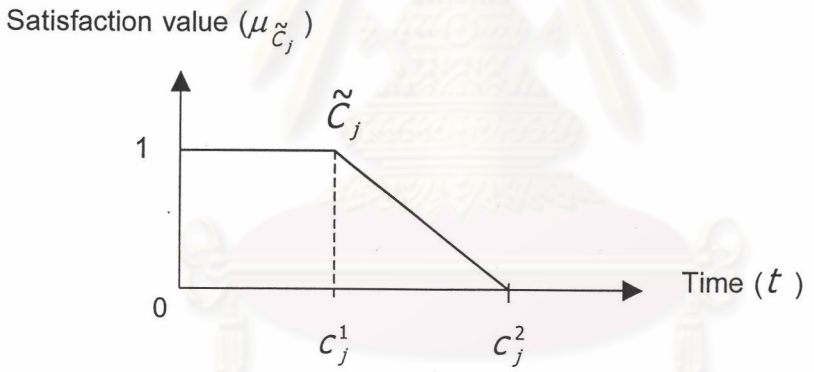


รูปที่ 5.11 *แสดงวิธีการรวมเวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่*

จากรูปที่ 5.11 เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรแบบฟัซซี่ของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ($\tilde{B}_i$) ประกอบไปด้วย เวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และ เวลาที่มากที่สุดในการปรับตั้ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ a b และ c ตามลำดับ เมื่อนำไปรวมกับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรแบบฟัซซี่ของอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง ($\tilde{E}_i$) ที่ประกอบไปด้วย เวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และ เวลาที่มากที่สุดในการปรับตั้ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ d e และ f ตามลำดับ จะได้ค่าของเวลาในการปรับตั้งรวม $\tilde{B}_i + \tilde{E}_i$ เท่ากับ $(a+d, b+e, c+f)$

เนื่องจากเวลาในการปรับตั้งมีลักษณะแบบฟัซซี่ จึงเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าการจัดตารางการผลิตแบบใดที่มีคำตอบที่ดีกว่า ซึ่งวิธีการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจำเป็นต้องใช้แนวความคิดของฟัซซี่เข้ามาช่วยหาคำตอบ นั่นคือ จำเป็นที่จะต้องใช้ Max-Min Operator หาค่าของความพึงพอใจสูงสุด เพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบของคำตอบแต่ละคำตอบ ว่าคำตอบใดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด

การจัดตารางการผลิตที่มีวัตถุประสงค์ทำให้เวลาในการทำงานเสร็จสิ้นน้อยที่สุด (Minimize Makespan) ค่าของความพึงพอใจจากเวลาที่คาดหวังในการจัดตารางการผลิตจะขึ้นอยู่กับเวลาในการเสร็จสิ้นในการผลิต (Completion Time) (Sakawa and Mori, 1999) ซึ่งจะมีวัตถุประสงค์คล้ายกับการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า ดังนั้นจึงใช้ลักษณะค่าของความพึงพอใจของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อทำให้เวลาในการทำงานเสร็จสิ้นน้อยที่สุด แทนลักษณะค่าของความพึงพอใจของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร โดยค่าของความพึงพอใจจะมีความพึงพอใจสูงสุดในลักษณะคงที่ที่ระดับหนึ่ง (ซึ่งในที่นี้สมมติให้มีค่าเป็น 1) จนเมื่อถึงจุดๆหนึ่งค่าของความพึงพอใจนี้จะมีค่าลดลงเรื่อยๆจนกระทั่งมีค่าเป็น 0 ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.12 *ลักษณะค่าของความพึงพอใจในการจัดตารางการผลิตจากปัญหาตัวอย่าง*

จากรูปที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ค่าของความพึงพอใจของปัญหาตัวอย่างจะมีค่าของความพึงพอใจเท่ากับ 1 ที่จุดเริ่มต้น เนื่องจากหากค่า t (เวลาในการปรับตั้งที่คาดหวัง) มีค่าน้อยหรือมีค่าเป็น 0 ค่าของความพึงพอใจก็จะมีค่าสูงสุด และจะมีค่าของความพอใจที่คงที่ จนกระทั่งถึงจุด c_j^1 ซึ่งเป็นเวลาคาดหวังในการปรับตั้งที่มากที่สุดที่พอจะยอมรับได้ ค่าของความพึงพอใจจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาในการปรับตั้งเพิ่มขึ้น จนถึงจุด c_j^2 ซึ่งเป็นเวลาคาดหวังในการปรับตั้งที่ไม่สามารถยอมรับได้ ค่าของความพึงพอใจจะมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งสามารถเขียนได้ดังสมการที่ 5.9

$$\mu_{\tilde{C}_j} = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อ } t \le c_j^1 \\ f(t) & \text{เมื่อ } c_j^1 < t < c_j^2 \\ 0 & \text{เมื่อ } t \ge c_j^2 \end{cases} \quad (5.9)$$

โดย $\mu_{\tilde{C}_j}$ คือ ค่าของความพึงพอใจของเวลาคาดหวังในการปรับตั้งเครื่องจักร

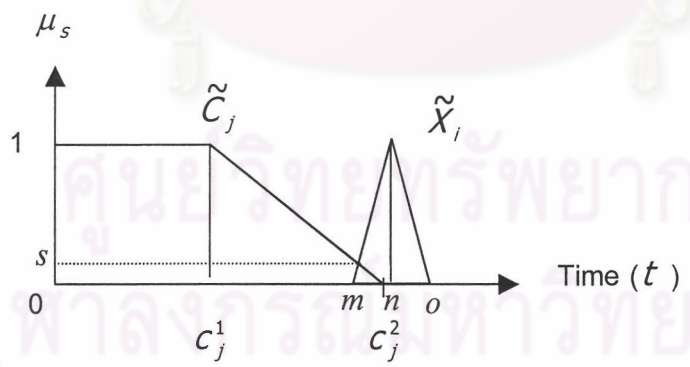
$f(t)$ คือ ฟังก์ชันของค่าความพึงพอใจของเวลาที่คาดหวัง ในที่นี้จะมีค่าเท่ากับ $\frac{c_j^2 - t}{c_j^2 - c_j^1}$

t คือ เวลาคาดหวังในการปรับตั้งเครื่องจักร

c_j^1 คือ เวลาคาดหวังในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ค่าของความพึงพอใจเริ่มลดลง

c_j^2 คือ เวลาคาดหวังในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ค่าของความพึงพอใจเริ่มเป็น 0

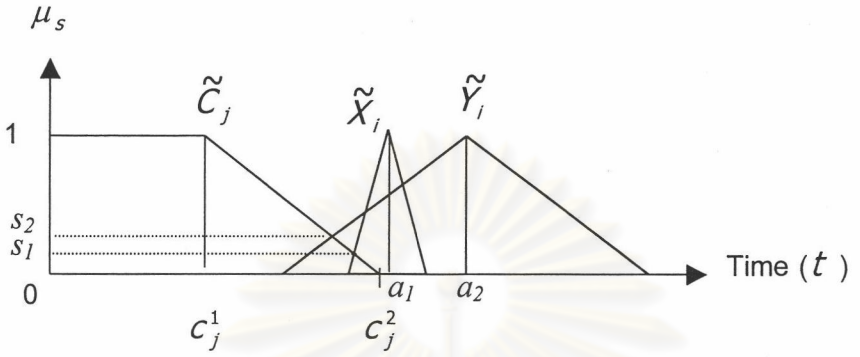
สมมติว่าเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวม $\tilde{X}_i$ มีค่าเท่ากับ (m,n,o) ซึ่งจะเป็นเวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่มากที่สุดในการปรับตั้งตามลำดับ เมื่อทำการหาค่าของความพึงพอใจสูงสุดจากค่าของความพึงพอใจของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร และสมการ 5.6 ก็จะได้ค่าของความพึงพอใจสูงสุดสำหรับคำตอบ (μ_s) ดังรูปที่ 5.13 ซึ่งจะสามารถคำนวณค่า max $\mu_s(x)$ ได้เท่ากับ s



รูปที่ 5.13 *การหาค่าของความพึงพอใจโดยใช้วิธี Max-Min Operator*

อย่างไรก็ดี หากมองถึงในความเป็นจริงแล้ว ในลักษณะของปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบนี้ ค่าของความพึงพอใจสูงสุดจะไม่ใช่ค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบคำตอบที่ดี เนื่องจากบางคำ

ตอบสามารถให้ค่าเวลาการปรับตั้งที่มีค่ามากๆ แต่เมื่อใช้ Max-Min Operator หาค่าความพึงพอใจสูงสุด กลับได้ค่าที่มากตามไปด้วย ซึ่งขัดกับหลักของความเป็นจริง ดังในรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 *แสดงการหาค่าของความพึงพอใจโดยใช้วิธี Max-Min Operator ซึ่งอาจจะขัดต่อหลักความเป็นจริง*

จากรูปที่ 5.14 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยในการปรับตั้งของฟัซซี่เซต $\tilde{X}_i(a_1)$ มีค่าน้อยกว่าฟัซซี่เซต $\tilde{Y}_i(a_2)$ ซึ่งในความเป็นจริงฟัซซี่เซต $\tilde{X}_i$ น่าจะเป็นคำตอบที่ดีกว่า แต่เมื่อใช้การหาคำตอบโดยใช้ค่าของความพึงพอใจสูงสุดเป็นตัววัด ปรากฏว่าค่าของความพึงพอใจสูงสุดของฟัซซี่เซต $\tilde{Y}_i$ ซึ่งมีเท่ากับ s_2 จะมีค่าของความพึงพอใจสูงสุดมากกว่าค่าของความพึงพอใจสูงสุดของฟัซซี่เซต $\tilde{X}_i$ ซึ่งเท่ากับ s_1 (s_2>s_1) ทำให้ฟัซซี่เซต $\tilde{Y}_i$ เป็นคำตอบที่ดีกว่าซึ่งขัดกับความเป็นจริง ดังนั้น ในการเปรียบเทียบคำตอบที่ดีที่สุดจึงใช้ค่าเวลาเฉลี่ยของการปรับตั้งเครื่องจักรแทนค่าของความพึงพอใจสูงสุด , หากมีค่าเวลาเฉลี่ยของการปรับตั้งที่เท่ากัน แต่มีลำดับของการจัดตารางการผลิตที่แตกต่างกัน ก็จะใช้ช่วงเวลาในปรับตั้งเครื่องจักร (Range) เป็นตัวช่วยในการพิจารณา ซึ่งช่วงเวลาในการปรับตั้งนั้น ยิ่งมีค่าน้อยก็จะมีเวลาในการปรับตั้งที่แน่นอนมากขึ้น

วิธีการเปรียบเทียบคำตอบที่ดีที่สุดจะได้มาจากการเปรียบเทียบค่าเวลาเฉลี่ยของการปรับตั้งเครื่องจักร และช่วงเวลาในของเวลาปรับตั้ง ซึ่งสามารถคำนวณหาคำตอบและเปรียบเทียบคำตอบที่ดีที่สุดดังตัวอย่างของปัญหาในหัวข้อ 5.3 นอกจากนี้ค่าเวลาเฉลี่ยของการปรับตั้งและช่วงเวลาในปรับตั้งจะยังนำไปใช้เป็นค่าวัตถุประสงค์ในการเปรียบคำตอบที่ได้จากเจนเนติกอัลกอริทึม และ Heuristic (CUC) ในบทที่ 8 ต่อไป

5.3 ตัวอย่างของปัญหาและการเปรียบเทียบคำตอบในการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องแบบฟัซซี่ซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า

ตัวอย่างของปัญหาการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรแบบฟัซซี่ซึ่งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้ามีดังนี้

เครื่องจักรเครื่องหนึ่งสามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ได้ 4 ชนิด โดยผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตอยู่ก่อนหน้า และในการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละรอบการผลิตจะใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรไม่เท่ากัน โดยจะมีช่วงเวลาในการปรับตั้งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 *แสดงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรของแต่ละผลิตภัณฑ์*

To / From	1	2	3	4
1	-	(5,10,15)	(10,15,20)	(15,20,25)
2	(55,60,65)	-	(35,40,45)	(25,30,35)
3	(75,80,85)	(15,20,25)	-	(35,40,45)
4	(85,90,95)	(45,50,55)	(25,30,35)	-

หมายเหตุ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเป็นนาที โดยเวลาในวงเล็บจะเป็นเป็นเวลาที่ใช้ต่ำสุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่ใช้สูงสุด ตามลำดับ

จากตัวอย่างเมื่อใช้ ฮิวริสติก CUC (ดูวิธีการคำนวณในหัวข้อ 4.2.2.3) ในการจัดตารางการผลิต จะได้การจัดเรียงลำดับการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดดังนี้

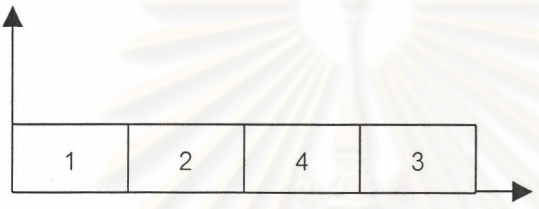
สมมติว่าทำการสุ่มให้ผลิตภัณฑ์ที่ 1 เป็นผลิตภัณฑ์เริ่มต้นจะได้ว่าผลิตภัณฑ์ต่อไปที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่ 2 ลำดับในการผลิตก็จะเป็น 1 → 2

ผลิตภัณฑ์ต่อไปที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่ 4 ลำดับในการผลิตก็จะเป็น 1 → 2 → 4

ผลิตภัณฑ์ต่อไปที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ลำดับในการผลิตก็จะเป็น 1 → 2 → 4 → 3

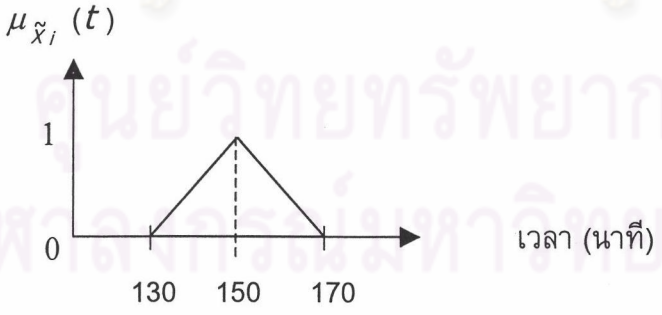
ผลิตภัณฑ์ต่อไปที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ที่ 1 (เมื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดสุดท้ายเสร็จจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์เริ่มต้นใหม่) ลำดับในการผลิตก็จะเป็น 1 → 2 → 4 → 3 → 1 หรือ 1 – 2 – 4 – 3 – 1

จะได้การจัดตารางการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยวิธีฮิวริสติก CUC ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 *การจัดตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างโดยวิธี CUC*

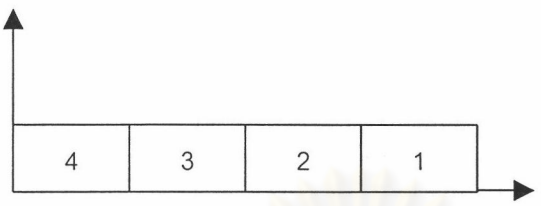
จากรูปที่ 5.15 จะสามารถคำนวณหาเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมจากสมการที่ 4.1 ได้เท่ากับ 10+30+30+80 = 150 ในทำนองเดียวกันเมื่อนำค่าของเวลาที่น้อยที่สุด และเวลาที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ จากคำตอบที่ได้ที่หาได้จากวิธีการ CUC แทนลงในสมการที่ 4.1 จะสามารถหาเวลาที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ในการปรับตั้งเครื่องจักรเท่ากับ 5+25+25+75 = 130 และเวลาที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ในการปรับตั้งเครื่องจักรเท่ากับ 15+35+35+85 = 170 ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเวลาที่มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบสามเหลี่ยมได้ดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.16 *เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมน้อยที่สุดจากปัญหาตัวอย่างโดยวิธี CUC*

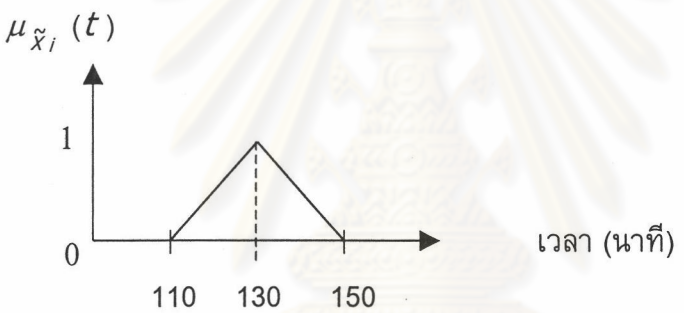
ในกรณีเดียวกัน หากใช้วิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึมค้นหาคำตอบในการจัดตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง สมมติว่าได้การจัดตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเป็น

4 – 3 – 2 – 1 – 4 จะได้การจัดตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม ดังรูปที่ 5.17



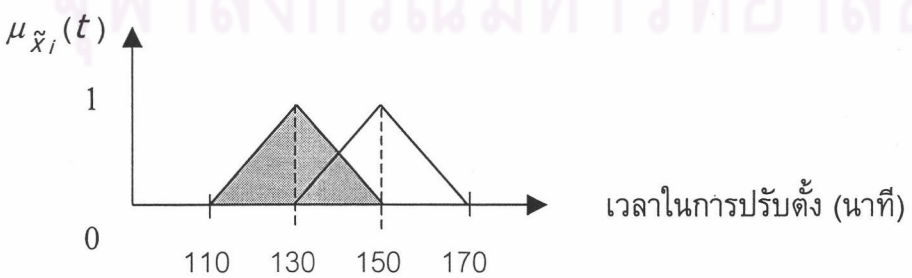
รูปที่ 5.17 *การจัดตารางการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม*

จากรูปที่ 5.17 จะสามารถคำนวณหาเวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่มากที่สุดที่เป็นไปได้จากสมการที่ 4.1 เท่ากับ 110 130 และ 150 ตามลำดับ ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเวลาที่มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบสามเหลี่ยมได้ดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 *เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมน้อยที่สุดจากปัญหาตัวอย่างโดยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม*

เมื่อนำคำตอบที่ได้จากวิธี CUC มาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม จะพบว่าวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึมสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่ได้จากวิธี CUC โดยเวลาที่น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่มากที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักรของคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม จะมีค่าน้อยกว่าคำตอบที่ได้จากวิธี CUC ดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.15 *การเปรียบเทียบเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรระหว่างวิธี CUC กับวิธีเจนนติกอัลกอริทึม*

หมายเหตุ คือ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมที่ได้จากการจัดตารางการผลิตโดยวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม

คือ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรรวมที่ได้จากการจัดตารางการผลิตโดยวิธี CUC

5.4 สรุปท้ายบท

ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในความเป็นจริง มักมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากข้อมูลมีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน หรือไม่มีค่าที่แน่นอน ในการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาในการปรับตั้งแบบฟัซซี่ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าก็เช่นเดียวกัน เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นนอกจากจะเปลี่ยนไปตามผลิตภัณฑ์ที่อยู่ก่อนหน้าแล้ว ยังมีเวลาในการปรับตั้งที่ไม่แน่นอนอีกด้วย ซึ่งจะทราบช่วงเวลาประมาณในการปรับตั้งเท่านั้น โดยจะทราบเวลาที่ใช้น้อยที่สุด เวลาเฉลี่ย และเวลาที่ใช้มากที่สุดในการปรับตั้ง ดังนั้นการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากเวลาที่มีลักษณะเป็นฟัซซี่ จำเป็นที่จะต้องใช้แนวคิดของฟัซซี่เข้ามาช่วยในการพิจารณา

แต่อย่างไรก็ดี ในการจัดตารางการผลิตที่มีเวลาปรับตั้งขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ก่อนหน้านั้น หากจะนำค่าของความพึงพอใจจากแนวความคิดของฟัซซี่มาใช้พิจารณาหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการจัดตารางการผลิต อาจจะขัดต่อหลักของความเป็นจริง เพราะในบางครั้งการที่ได้ค่าของความพึงพอใจที่สูงก็ไม่ได้หมายความว่าเวลาการการปรับตั้งจะมีค่าน้อยเสมอไป ซึ่งตรงจุดนี้เองจึงทำให้การพิจารณาหาคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดตารางการผลิตแบบนี้ จำเป็นต้องพิจารณาจากเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งเครื่องจักรแทนค่าของความพึงพอใจ

ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดตารางการผลิตจะใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งในการพิจารณาว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่ดีที่สุด หากเวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งมีค่าเท่ากัน แต่การจัดเรียงลำดับการผลิตมีลักษณะที่แตกต่างกัน ก็จะใช้ช่วงเวลาของปรับตั้งเครื่องจักรเป็นตัวช่วยในการพิจารณา ซึ่งช่วงเวลาในการปรับตั้งยิ่งมีค่าน้อยก็จะมีเวลาในการปรับตั้งที่แน่นอนมากขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย