บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของการประยุกต์ใช้เมมเมติกอัลกอริทึมสำหรับการจัดสมดุลที่มีหลายวัตถุประสงค์บนสายการประกอบผลิตภัณฑ์ผสมแบบลักษณะตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานในระบบผลิตแบบทันเวลาพอดีและจะบอกถึงวัตถุประสงค์ในการวิจัย การกำหนดขอบเขตของปัญหาและลำดับขั้นตอนในการนำเสนองานวิจัยในแต่ละบท

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปและอุตสาหกรรมผลิตอาหารทะเลแช่แข็งเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่มีรูปแบบการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการผลิตทางด้านเวลาที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นอุตสาหกรรมจึงมีความต้องการระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี เพื่อช่วยลดเวลาในการผลิตและสามารถส่งสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า สายการประกอบก็เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมเพื่อช่วยให้ระบบการผลิตมีความต่อเนื่องในการทำงาน

สายการประกอบตัวยูเป็นสายการประกอบที่มีการพัฒนามาจากสายการประกอบแบบเส้นตรง โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาทำให้พบว่าสายการประกอบตัวยูมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเนื่องจากสถานีในสายการประกอบและเวลาว่างงานในแต่ละสถานีงานมีปริมาณที่ลดลง แต่การแก้ไขปัญหาการจัดสมดุลของสายการประกอบแบบตัวยูนั้นเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ตอบสนองวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงวัตถุประสงค์เดียวเท่านั้น ยังมีอีกวิธีหนึ่งคือการแก้ปัญหาที่ได้มีการพัฒนาจากสายการประกอบแบบตัวยูโดยการเพิ่มสถานีงานแบบขนาน ซึ่งถ้าสถานีงานนั้นมีรอบเวลาการผลิตเกินรอบเวลาการผลิตที่กำหนดก็จะทำการเพิ่มสถานีงาน และเมื่อเปรียบเทียบกับสายการประกอบให้มีลักษณะแบบตัวยู ประสิทธิภาพของสายการประกอบแบบตัวยู ที่มีสถานีงานแบบขนานจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเพราะเวลาว่างงานในแต่ละสถานีงานลดลง จำนวนสถานีงานในสายการผลิตลดลง การจัดสมดุลของสายการประกอบทั่วไป จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบและวัตถุประสงค์อื่นๆ ประกอบ เพื่อแก้ปัญหาของระบบงานแต่สิ่งที่ตามมาในการแก้ไขปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์คือความยุ่งยากและซับซ้อนของปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสมเป็นปัญหา NP-Hard แบบ Combinatorial Optimization ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ในปัจจุบันวิธีที่

นิยมคือวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม เพื่อใช้จัดสายการประกอบแบบระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ในการแก้ปัญหาสายการประกอบที่มีหลายวัตถุประสงค์

วิธีเมมเมติกอัลกอริทึมเป็นวิธีการหาค่าที่เลียนแบบทางชีววิทยา มีการใช้ค้นหาคำตอบแบบค้นหาเฉพาะที่ก่อน คำตอบที่เป็นไปได้จึงมีขนาดลดลง ทำให้เวลาในการค้นหาคำตอบลดน้อยลง และจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้เมมเมติกอัลกอริทึมจะมีการค้นหาคำตอบได้ดีกว่าวิธีเจนเนติกอัลกอริทึม เนื่องจากเมมเมติกอัลกอริทึมเป็นวิธีการค้นหาคำตอบจากกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติรวมกับการประยุกต์ใช้ฮิวริสติกแบบการค้นหาเฉพาะที่ จึงทำให้ได้ค่าที่เหมาะสมมากกว่า

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอการประยุกต์ใช้เมมเมติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการจัดสมดุลของสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสมที่มีลักษณะของสายการผลิตแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานภายใต้การผลิตแบบทันเวลาพอดี โดยใช้อัลกอริทึมใหม่ในการหาคำตอบคือ การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบ ที่มีแนวคิดจากการบินของฝูงนกหรือการเรียนรู้ของฝูงปลาที่อาศัยการค้นหาแบบกลุ่มประชากร แต่ละตัวดำเนินการเรียกว่า “อนุภาค (Particle)” ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่ง (Velocity) อนุภาคนี้จะรวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มบินอยู่ในขอบเขตที่ต้องการค้นหาระหว่างบิน อนุภาคจะเคลื่อนย้ายตำแหน่งโดยอ้างอิงถึงตำแหน่งของตัวเอง และตำแหน่งของอนุภาคใกล้เคียงที่บินผ่านมาแล้ว เพื่อใช้หาทิศทางการเคลื่อนที่ต่อไป จนกว่าจะพบคำตอบที่ดีที่สุดและนำเมมเมติกอัลกอริทึมเข้ามารวมกับการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบฝูงอนุภาคโดยความรู้เชิงลบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่เหมาะสมในการหาคำตอบ โดยมีคำถามเบื้องต้นในการหาคำตอบมี 4 คำถามคือ

1. วิธีอัลกอริทึม COMSOAL, อัลกอริทึม NSGA-II, วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคแบบไม่ต่อเนื่อง, วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบ และวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบร่วมกับเมมเมติกอัลกอริทึม วิธีใดที่ดีที่สุด

2. การพัฒนาวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบร่วมกับเมมเมติกอัลกอริทึมให้คำตอบดีกว่ากัน

3. อัลกอริทึมที่ใช้เวลาในการคำนวณในการหาค่าที่เหมาะสมที่น้อยที่สุดคืออัลกอริทึมใด วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบร่วมกับเมมเมติกอัลกอริทึมใช้เวลาในการคำนวณต่างกันหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการนำเมมเมติกอัลกอริทึมเข้ามาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบที่มีหลายวัตถุประสงค์ สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบที่มีแบบผลิตภัณฑ์ผสมที่มีลักษณะของสายการผลิตแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การกำหนดขอบเขตที่ใช้ในการวิจัยในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผสมลักษณะตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานมีดังนี้

1. ทำการศึกษาเฉพาะปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบผลิตภัณฑ์ผสมในสายการประกอบแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน

2. สถานีงานขนานจะทำการเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการทำงานของขั้นงานมีเวลาเกินรอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่กำหนดและจะทำการเพิ่มไม่เกิน 1 สถานีงาน

3. ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ

- เพื่อให้มีจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด
- เพื่อให้มีความสมดุลระหว่างสถานีงาน
- เพื่อให้มีความสมดุลภายในสถานีงาน

4. นำเอาวิธีการของเมมเมติกอัลกอริทึมเข้ามาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบร่วมกับการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยความรู้เชิงลบ

5. การประเมินประสิทธิภาพคำตอบของการจัดตารางของการศึกษาจะใช้การค้นหาเซตคำตอบที่ดีที่สุด เพื่อใช้ในการคำนวณหาตัวชี้วัดสมรรถนะ 3 ด้านคือการลู่เข้าสู่กลุ่มคำตอบที่แท้จริง (Convergence to the Pareto-optimal set) การกระจายของกลุ่มคำตอบที่หาได้ (Spread to the Pareto-optimal set) และอัตราส่วนของจำนวนกลุ่มคำตอบที่หาได้เทียบเท่ากับกลุ่มคำตอบที่แท้จริง (Ratio of Non-Dominated Solution)

6. สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองแก้ปัญหากรณีศึกษาจำนวน 5 ปัญหามีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงรายละเอียดของปัญหากรณีศึกษาในงานวิจัย

กรณีศึกษาที่	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชนิด)	จำนวนงาน	ความสัมพันธ์ก่อนหลังซึ่งใช้ปัญหาของ	รอบเวลาในการทำงาน (วินาที)	จำนวนรอบการทำงาน
1	3	11	Jackson (1956)	6.6, 6.3, 6	20
2	2	25	Vilarinho and Simaria (2002)	10,12, 14	100
3	4	61	Kim et al. (2006)	3.38, 3.36, 3.3	200
4	5	111	Arcus (1963)	6016, 5670, 5230	300
5	3	205	Scholl et al. (2007)	7049, 5003, 4849	500

7. ลักษณะปัญหา

- งานวิจัยนี้เป็นการกำหนดงาน (Work Element) ให้กับสถานีงานที่มีงานในการทำข้างหน้าและการข้ามมาทำงานข้างหลังของสถานีงานต่าง ๆ ของสายงานการประกอบที่ยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องจักรใดๆ ในสถานีการทำงาน ดังนั้นงานต่างๆ จึงสามารถจัดเข้าสถานีทำงานใดๆก็ได้ (ไม่มีข้อจำกัดของ Zoning Restriction)

- รู้ข้อมูลเข้า (Input) ซึ่งได้แก่ ขั้นการทำงาน (Work Element) รอบเวลาทำงาน (Cycle Time) ลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของขั้นการทำงาน (Precedence Relationships) ของแต่ผลิตภัณฑ์ และเวลาทำงาน (Processing Time)

- ทุกสถานีทำงานมีความสามารถในการทำงานเท่ากัน

- เวลาทำงานคงที่ไม่ขึ้นกับลำดับการจัดงานและไม่ขึ้นกับสถานีที่ทำงานนั้นๆ

- การจัดสมดุลสายการประกอบในครั้งนี้จะทำเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ 3 วัตถุประสงค์ คือ

1. จำนวนสถานีงานน้อยที่สุดน้อยที่สุด

$$f_1(X) = Minimum\ N_w \qquad (1.1)$$

2. ความสมดุลระหว่างสถานีงาน คือการหาค่าความสมดุลของแต่ละสถานีงานที่อยู่ในสายการประกอบ โดยพิจารณาจากเวลาว่างงานของแต่ละสถานีงานและเวลาว่างงานโดยเฉลี่ย ซึ่งมีสมการในการหาดังสมการที่ (1.2)

$$f_2(X) = Minimum\ B_b = \frac{LL}{LL-1}\sum_{k=1}^{LL}\left[\frac{\sum_{m=1}^{M} q_m s_{km}}{IT} - \frac{1}{LL}\right]^2 \qquad (1.2)$$

3. ความสมดุลภายในสถานีงาน คือการหาค่าความสมดุลของภายในแต่ละสถานีงานเมื่อปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาแบบผสมที่มีเวลาการทำงานในแต่ละงานที่แตกต่างกันทำให้ต้องมีการพิจารณาเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงาน ซึ่งมีสมการในการหาดังสมการที่ (1.3)

$$f_3(X) = Minimum\ B_w = \frac{M}{LL(M-1)}\sum_{k=1}^{LL}\sum_{m=1}^{M}\left(S_{km} - \frac{1}{M}\right)^2 \qquad (1.3)$$

กำหนดให้

LL คือ จำนวนสถานีงานทั้งหมด (รวมสถานีงานขนานด้วย)

M คือ จำนวนผลิตภัณฑ์

D_m คือ ความต้องการของผลิตภัณฑ์ m

q_m คือ อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ m ในสายการประกอบ

$$q_m = \frac{D_m}{\sum_{m=1}^{M} D_m} \;;0 \le q_m \le 1 \ and \ \sum_{m=1}^{M} q_m = 1$$

s_{km} คือ เวลาว่างงานของผลิตภัณฑ์ m ในสถานีงาน k

IT คือ เวลาว่างงานเฉลี่ยของสายการประกอบ $IT = \sum_{k=1}^{LL}\sum_{m=1}^{M} q_m s_{km}$

S_{km} คือ สัดส่วนของเวลาว่างงานในสถานีงาน k ในผลิตภัณฑ์ m

$$S_{km} = \begin{cases} 0 & if \sum_{m=1}^{M} q_m s_{km} \\ \dfrac{q_m s_{km}}{\sum_{m=1}^{M} q_m s_{km}}, & ortherwise \end{cases}$$

- ข้อกำหนดที่ต้องพิจารณาในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. การกำหนดงานให้กับสถานีงานต้องไม่ขัดกับลำดับความสัมพันธ์ก่อนและหลังของงาน

2. จำนวนสถานีทั้งหมดในสายการประกอบต้องไม่น้อยกว่าจำนวนสถานีทำงานที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ และต้องไม่เกินจำนวนสถานีทำงานสูงสุดที่ยอมรับได้

3. สถานีงานขนานมีได้ไม่เกิน 1 สถานี

4. งานทุกงานต้องถูกจัดให้กับสถานีหนึ่งบนสายงานการประกอบ

5. ไม่ยอมให้มีการแทรกงานเกิดขึ้น

6. ระยะเวลาในการข้ามไปทำงานในงานถัดไปกำหนดให้มีช่วงเวลาในการเดินทางเท่ากับ 0 วินาที

7. เครื่องจักรในแต่ละสถานีทำงานทุกเครื่องมีความสามารถในการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์เท่ากันหมด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหลังจากที่ได้ศึกษางานวิจัยมีดังนี้

1. ลดความยุ่งยากและระยะเวลาในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดสมดุลสายงานการประกอบผลิตภัณฑ์ผสม ที่มีลักษณะสายการประกอบแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน

2. เป็นแนวทางในการตัดสินใจจัดสถานีการทำงาน และจัดระบบสายงานการประกอบแบบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานและมีผลิตภัณฑ์ผสมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. สามารถนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ในอนาคต

4. มีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาสำหรับการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบลักษณะตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนานและมีผลิตภัณฑ์แบบผสม

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
2. ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม MATLAB
3. สร้าง Algorithm ที่ต้องการและเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม MATLAB
4. ทดสอบและแก้ไขปัญหาของโปรแกรมที่เขียนขึ้นให้มีความถูกต้อง
5. ประเมินผลและแก้ไขปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดย MATLAB
6. สรุปผลและวิเคราะห์ผลตามวัตถุประสงค์หลัก
7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

- **บทที่ 2** ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะกล่าวทฤษฎีของสายการประกอบแบบต่างๆและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลสายการประกอบแบบตัวยูกับการจัดสมดุลสายการประกอบแบบยูที่มีสถานีงานแบบผสม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ

การประยุกต์ใช้วิธีเจนเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการปัญหาการจัดสมดุล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัลกอริทึม COMSOAL และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับอัลกอริทึมการหาค่าเหมาะสมแบบฝูงอนุภาค

- **บทที่ 3** อธิบายขั้นตอนหลักการและแนวทางของอัลกอริทึม Computer Method of Sequencing Operations for Assembly Lines (COMSOAL) ในกระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่ใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน พร้อมทั้งตัวอย่างในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

- **บทที่ 4** อธิบายขั้นตอนหลักการและแนวทางของเจนเนติกอัลกอริทึม (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II : NSGA-II) ในกระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่ใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน พร้อมทั้งตัวอย่างในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

- **บทที่ 5** อธิบายขั้นตอนหลักการและวิธีการหาค่าเหมาะสมแบบฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization Algorithm : PSO) ในกระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่ใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน พร้อมทั้งตัวอย่างในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

- **บทที่ 6** อธิบายขั้นตอนหลักการและวิธีการหาค่าเหมาะสมแบบฝูงอนุภาคโดยใช้ความรู้เชิงลบ (Particle Swarm Optimization Algorithm with Negative Knowledge : PSONK) ในกระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่ใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน พร้อมทั้งตัวอย่างในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

- **บทที่ 7** การประยุกต์ใช้เมมเมติกอัลกอริทึม ในบทนี้จะอธิบายถึงหลักการ และวิธีการต่างๆ ของเมมเมติกอัลกอริทึม และวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฝูงอนุภาคร่วมกับเมเมมติกอัลกอริทึม (M-PSONK) ในกระบวนการในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่ใช้กับการจัดสมดุลสายการประกอบตัวยูที่มีสถานีงานแบบขนาน พร้อมทั้งตัวอย่างในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

- **บทที่ 8** ผลการทดลองของปัญหาต่างๆ ที่ได้นำอัลกอริทึมที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ปัญหาโดยแต่ละปัญหาจะใช้อัลกอริทึมที่ได้อธิบายไว้ในแต่ละบทที่ก่อนหน้านี้มาทำการเปรียบเทียบ

- **บทที่ 9** สรุปผลที่ได้จากการทดลองจากการใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมกับเสนอแนะแนวทางที่เป็นไปได้ในการศึกษาขั้นต่อไป