หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการที่จะทำการจัดสมดุลสายการผลิตและการจำลองแบบปัญหานั้นจะต้องทำความเข้าใจถึงชนิดต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต ปัญหาในการจัดสมดุลสายการผลิต เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับการจำลองแบบปัญหา ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงายวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเหล่านี้

2.1 ชนิดของกระบวนการผลิต

ชนิดของกระบวนการผลิตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องและกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (ชุมพล, 2538)

1. กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production หรือ Job Shop)

กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องจะเป็นการผลิตสินค้าเป็นชุดตามใบสั่งซื้อ ซึ่งในการผลิตแบบนี้จะเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันในหลาย ๆ รูปแบบ เครื่องจักรที่ใช้ก็จะเป็นแบบอเนกประสงค์ สามารถผลิตที่จะผลิตได้ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิตเพื่อที่จะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเนื่องจากขั้นตอนในการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์มีความไม่แน่นอนแตกต่างกันไป

2. กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Production หรือ Flow Shop)

เป็นกระบวนการที่มีการผลิตสินค้าในแบบหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนมากและค่อนข้างสม่ำเสมอ กระบวนการผลิตจะเป็นลักษณะการป้อนวัตถุดิบเข้าไปในสถานีงานต่าง ๆ แล้วจะทำการผลิตตามแต่ลักษณะงานของสถานีงานนั้น ๆ ซึ่งมักจะมีวิธีการผลิตที่แน่นอนตายตัว และจะถูกส่งถ่ายไปยังสถานีต่อไป จนกระทั่งผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

สำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องสามารถแยกเป็น 2 แบบได้คือ

1. สายการผลิตแบบส่งถ่าย (Transfer Line)

สายการผลิตแบบส่งถ่าย จะเป็นลักษณะของการผลิตที่อาศัยการส่งวัตถุดิบและงานระหว่างผลิตผ่านขั้นตอนของเครื่องจักรเป็นไปโดยอัตโนมัติ แรงงานคนจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร สายการผลิตประเภทนี้ได้แก่ การบรรจุอาหารลงกระป๋อง การผลิตน้ำอัดลม เป็นต้น

2. สายการผลิตแบบประกอบ (Assembly Line)

เป็นสายการผลิตแบบต่อเนื่องซึ่งจะมีการจัดรูปแบบของสถานีการผลิต (Work Station) ที่มีการเชื่อมต่อกัน โดยชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ที่จะทำการประกอบจะเคลื่อนย้ายมาตามสถานีงานต่าง ๆ เพื่อจะทำงานการประกอบในสถานีนั้น ๆ เมื่อหมดขั้นตอนการประกอบในสถานีนั้น ๆ แล้วชิ้นส่วนนั้นก็จะเคลื่อนที่ไปยังสถานีถัดไป สายงานการประกอบแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามจำนวนชนิดของสินค้าที่ทำการผลิตดังนี้คือ

1) สายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียว (Single Model Line)

สายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียว เป็นสายการผลิตที่จัดขึ้นสำหรับการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวโดยเฉพาะ

2) สายการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์ (Multi Model Line)

สายการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์ เป็นสายการผลิตที่ผลิตสินค้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป สินค้าแต่ละชนิดจะมีกระบวนการผลิตที่ใกล้เคียงกัน การผลิตจะผลิตสินค้าทีละชนิด สินค้าจะมาเป็นชุด ๆ (Batch) และในช่วงที่จะเปลี่ยนการผลิตชนิดของสินค้าอาจต้องมีการปรับสายการผลิตใหม่ (Set up)

3) สายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์ผสม (Mixed Model Line)

สายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์ผสมเป็นสายการผลิตที่ผลิตสินค้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป เช่นเดียวกับสายการผลิตแบบสินค้าหลายชนิด แต่จะต่างกันตรงที่จะไม่ผลิตสินค้าแต่ละชนิดทีละชนิดเป็นชุด สินค้าต่างชนิดกันจะถูกผลิตขึ้นพร้อม ๆ กันในสายการผลิต โดยในระหว่างการผลิตจะไม่มีการปรับสายการผลิต

การจัดสมดุลสายงานการประกอบ หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการจัดสมดุลสายการผลิต เป็นการกำหนดงานให้กับหน่วยผลิตหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะของการผลิตหรือประกอบสินค้าปริมาณมาก ๆ และค่อนข้างสม่ำเสมอไม่ค่อยมีการผันแปรมากนัก สายการประกอบจะถูกแบ่งออกเป็นสถานีงานหลาย ๆ สถานีต่อเนื่องกัน

2.2 การจัดสมดุลสายการผลิต

2.2.1 หลักการของการจัดสมดุลสายการผลิต

เนื่องจากในระบบสายงานการประกอบหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยขั้นงานต่าง ๆ มากมาย จึงต้องมีการแบ่งงานให้กับสถานีทำงานต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ๆ ไป การจัดงานต่าง ๆ นี้สามารถจัดได้มากมายหลายวิธี แต่อย่างไรก็ดี ถ้าสามารถจัดให้แต่ละสถานีมีความสมดุลกัน เวลาว่างเปล่าในแต่ละสถานีก็จะมีน้อย ส่งผลให้สายงานการประกอบนั้นมีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้เกิดปัญหาการจัดสมดุลของสายการผลิตขึ้น

การจัดสมดุลของสายการผลิตเป็นการกำหนดงานต่าง ๆ ในสายการผลิตที่ทำให้ภาระงานในสถานีทำงานต่าง ๆ มีความสมดุล คือมีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่า ๆ กัน และจะต้องไม่ขัดกับลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานต่าง ๆ ถ้าหากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้มากที่สุด รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) คือเวลาระหว่างที่สินค้าเสร็จออกมาแต่ละชิ้นซึ่งจะเท่ากับเวลาของสถานีงานที่ช้าที่สุด ดังกรณีเช่นนี้ จะทำให้เกิดการสูญเสียอัตราการผลิตหรือว่างงานเกิดขึ้น เพราะสถานีงานอื่น ๆ ที่เสร็จเร็วกว่าจะต้องรอ มิฉะนั้นจะเกิดมีชิ้นส่วนหรือของคั่งค้างปริมาณมากรอที่จะผ่านสถานีงานนั้นหรือมีสถานีงานที่หยุดรอการป้อนงานจากสถานีงานที่ทำงานช้า การจัดสมดุลสายการผลิตอาจจะพยายามทำให้มีจำนวนสถานีทำงานน้อยที่สุดภายใต้รอบเวลาการผลิตที่กำหนดให้ หรืออาจจะพยายามทำให้รอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด (อัตราการผลิตสูงสุด) เมื่อกำหนดจำนวนสถานีทำงานมาให้ (พิภพ, 2544)

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอจะสรุปเป้าหมายของการจัดสมดุลของสายงานผลิตได้ดังนี้คือ

1) ต้องการหาจำนวนตำแหน่งงานที่น้อยที่สุด โดยจำนวนการผลิตคงที่ (Fixed Production for Optimum Operators)
2) ต้องการผลผลิตมากที่สุด โดยใช้คนงานเท่าเดิม (Fixed Operators for Maximum Production)

และสิ่งที่จะต้องพิจารณาถึงในการจัดสมดุลของสายงานผลิต ได้แก่

1) กำลังการผลิต (Capacity)
2) ลำดับขั้นตอนของงานก่อนหลัง (Precedence Relationships)
3) ประสิทธิภาพ (Efficiency)

วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตมีทั้งโดยการคำนวณด้วยมือซึ่งเหมาะสมกับการจัดสมดุลให้กับสายงานผลิตขนาดเล็กเท่านั้น และอีกวิธีเป็นวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ (Heuristic) ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการจัดสมดุลสายการผลิต เหมาะสมกับการจัดสมดุลให้กับสายการผลิตขนาดใหญ่ มีขั้นตอนเป็นจำนวนมาก วิธีทาง Heuristic นี้ไม่อาจรับประกันได้ว่าจะให้คำตอบที่ดีที่สุด แต่จะให้คำตอบที่พอใช้ได้ สามารถหาคำตอบได้รวดเร็วและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ โดยปกติแล้วเราต้องการคำตอบที่ดีที่สุด แต่สาเหตุที่ต้องเลือกเอาวิธีการ Heuristic ก็พอสรุปได้ดังนี้ (พิภพ, 2544)

1) เกิดความยุ่งยากในการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์หรือวิธีอื่น ๆ และไม่อาจหาคำตอบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
2) Heuristic ให้คำตอบที่ดีพอสมควร สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ คำตอบที่ได้ไม่จำเป็นต้องดีที่สุด
3) ในบางกรณี การใช้วิธี Heuristic ก็เพียงเพื่อหาแนวทางเริ่มต้นที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่จัดการผลิตประเภทนี้ได้แก่ โรงงานประกอบวิทยุ โทรทัศน์ ตู้เย็น และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ตลอดจนโรงงานขนาดใหญ่ ๆ ที่มีสายงานการผลิตประกอบด้วยงานย่อยต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก และมีสายงานการผลิตซับซ้อน ซึ่งลักษณะของการผลิตนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ โดยผ่านสถานีงานการประกอบต่าง ๆ (Work Station) ซึ่งเรียกว่าสายงานประกอบ (Assembly Line) การประกอบนี้อาจจะเป็นการทำงานของคน หรือเครื่องจักรก็ได้ เนื่องจากลักษณะการผลิตดังกล่าวนี้ ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของการจัดสมดุลของสายการผลิตแบบประกอบ ดังนั้นในการจัดสมดุลของสายงานการผลิตบางครั้งจึงมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การจัดสมดุลของสายงานการประกอบ (Assembly Line Balancing) ซึ่งหมายถึงการจัดหรือแบ่งกลุ่มของงานประกอบต่าง ๆ ให้แต่ละสถานีทำงาน เพื่อให้การผลิตต่อเนื่องกันอย่างสม่ำเสมอ และให้เกิดการรอหรือการดกค้างของชิ้นส่วนในตำแหน่งงานต่าง ๆ น้อยที่สุด

2.2.2 ขั้นตอนการจัดสมดุลสายงานการประกอบ

1. กำหนดขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะบอกให้เราทราบถึงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของขั้นงานต่าง ๆ (Precedence Relationships) โดยอาจจะเขียนเป็นไดอะแกรม
2. กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำงานของงานขั้นต่างๆ ซึ่งเป็นเวลามาตรฐานของงานนั้นๆ
3. คำนวณรอบเวลาการผลิตจากอัตราการผลิตที่กำหนดมาให้
4. คำนวณหาจำนวนสถานีทำงานน้อยที่สุดที่ต้องการจากรอบเวลาการผลิต
5. เลือกงานมาจัดลงสถานีทำงานโดยต้องพิจารณาถึงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานต่าง ๆ และเวลารวมของงานในแต่ละสถานีต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตที่กำหนดไว้ โดยเราสามารถจัดงานให้สถานีทำงานได้มากถึง $(N!)/(2)^r$ แบบ (N คือจำนวนงานทั้งหมด และ r คือจำนวนของการกำหนดก่อนหลังของขั้นงาน 2 ขั้น) อย่างไรก็ตามถ้า N มีค่าสูงมากก็จะมีคำตอบมากมายที่เป็นไปได้ ซึ่งเราสามารถทดลองจัดแบ่งสถานีตามทุกคำตอบได้หรือหากทำได้ก็จะต้องใช้เวลานานมาก จึงมีเทคนิคต่างๆเข้ามาใช้ในการจัดเพื่อให้ได้คำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยเทคนิคที่สำคัญๆได้แก่ Dynamic Programming Algorithm (โดย Jackson), Integer Programming Formulation (โดย Bowman), Column Rule Technique (โดย Kilbridge & Wester), COMSOAL Technique (โดย Arcus), Ranked Positional Weight Method (โดย Mansoor) และ Hoffman Technique (โดย Hoffman)
6. วัดประสิทธิภาพของการจัดสมดุลโดยใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพของการผลิต เป็นต้น
7. หาทางปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.2.3 การประเมินประสิทธิภาพสายงานการประกอบ

การประเมินประสิทธิภาพของสายงานการประกอบจะสามารถวัดจากตัววัดประสิทธิภาพต่างๆ (Measure of Performance) ซึ่งตัววัดนี้เองจะเป็นวัตถุประสงค์ในการจัด (Objective Criteria) ของปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ ซึ่งในที่นี้จะเน้นทางด้านเทคนิค ซึ่งจะมีการวัดประสิทธิภาพดังนี้

1. จำนวนสถานีงาน (เมื่อกำหนดรอบเวลาการผลิตมาให้)
2. รอบเวลาการผลิต (เมื่อกำหนดจำนวนสถานีทำงานมาให้)
3. เวลาว่างงานรวม

4. ความแปรปรวนของภาระงาน (Workload Variance)
5. ประสิทธิภาพของสายงาน

$$\text{Line_Eff.} \quad \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{n \times ct} \right) \times 100\% =$$

เมื่อ Line_Eff คือประสิทธิภาพของสายงานการประกอบ

T เป็นเวลาที่ใช้ในสถานี i (i = 1,2,3,..,n)

n เป็นจำนวนสถานีทำงานทั้งหมด

ct เป็นรอบเวลาการผลิต

6. Throughput Time คือช่วงเวลาตั้งแต่นำชิ้นงานเข้าสู่สายการประกอบจนกระทั่งนำงานสำเร็จรูปออกจากสายงาน หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นตัววัดความยาวของสายการประกอบในรูปของเวลา
7. Smoothness Index เป็นตัววัดความเท่าเทียมกันในการกระจายงานให้กับสถานีต่างๆสามารถหาค่าได้ดังนี้

$$SX = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (ct - Ti)}$$

เมื่อ SX = Smoothness Index

8. ความน่าจะเป็นที่จะมีหนึ่งสถานีหรือมากกว่าที่มีเวลาทำงานเกินกว่ารอบเวลาการผลิต

2.2.4 การจัดสมดุลสายการผลิตแบบผสม

สายการผลิตแบบผสม เป็นสายการผลิตที่ผลิตสินค้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป โดยสินค้าต่างชนิดกันจะถูกผลิตขึ้นพร้อม ๆ กันในสายการผลิต สำหรับการจัดสมดุลสายการผลิตแบบผสมนั้นจะนำเอาวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตเดี่ยวมาประยุกต์ในการแก้ปัญหา (Thomopolous, 1967) โดยพิจารณาถึงแผนการผลิตทั้งหมดในแต่ละวัน (Daily Basis) หรือในแต่ละช่วงเวลากะแทนที่จะพิจารณาถึงรอบเวลาการผลิต (Cycle Time Basis) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ระยะเวลาที่ทำงานต่อวันหรือต่อกะ แทนรอบเวลาการผลิต

2. แทนเวลาย่อยในแต่ละขั้นงาน ด้วยเวลาทั้งหมดที่ต้องการใช้ทำงานนี้สำหรับทุก ๆ ชิ้นงานของทุก ๆ แบบผลิตภัณฑ์
3. แผนภาพลำดับก่อนหลังรวม เกิดจากการรวมกันของผังงานของแผนภาพลำดับก่อนหลังของแต่ละผลิตภัณฑ์

2.2.5 การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี COMSOAL

คำว่า COMSOAL ย่อมาจากคำว่า Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งทาง Heuristic ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงาน เนื่องจากโรงงานที่ประกอบผลิตภัณฑ์ได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วและมีสายงานการผลิตที่ประกอบด้วยงานย่อยเป็นจำนวนมาก และสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จนกระทั่งการจัดสายงานด้วยวิธีการธรรมดาโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยไม่สามารถทำได้ ดังนั้นเมื่อวิวัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นจึงได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดสายงานการผลิตกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะสายงานการผลิตแบบประกอบ วิธี COMSOAL เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้เวลาคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก

A.L. Arcus เป็นผู้คิดวิธี COMSOAL นี้ขึ้น โดยอาศัยการสร้างแนวทางของคำตอบให้มากขึ้น จากการสุ่มเลือกงานที่จัดกลุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ จัดงานเข้าไปในสถานีงานแล้วนำผลที่ได้จากการจัดสมดุลแต่ละกฎเกณฑ์มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ในแนวทางในการจัดสมดุลที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ขั้นตอนการทำงานของ COMSOAL

ขั้นที่ 1 สร้าง List A ซึ่งประกอบด้วยงานย่อยทุก ๆ งานที่ยังไม่ได้จัดให้อยู่ในสถานีใด และจำนวนงานที่ต้องทำทันทีก่อนหน้างานนั้น (Immediate Preceding Tasks)

ถ้าใน List A ไม่มีงานอยู่เลย ก็แสดงว่าการจัดสายการผลิตเสร็จเรียบร้อย

ขั้นที่ 2 สร้าง List B โดยเลือกงานที่ไม่มีงานทำก่อนหน้าจาก List A มาลงใน List B ดังนั้น List B จึงเปรียบเสมือนการรวบรวมงานที่พร้อมที่จะจัดสายงานได้เอาไว้

ขั้นที่ 3 เลือกงานจาก List B มาเพียงงานเดียว โดยวิธีสุ่ม (Random Selection) แบบมีกฎเกณฑ์ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป งานที่เลือกมานี้จะถือว่าเป็นงานที่จัดเข้าในสถานีทำงานอย่างถาวร และในการเลือกจะต้องตรวจดูเวลาที่เหลืออยู่ในสถานีทำงานกับงานที่เลือกนั้นด้วย ซึ่งงานที่เลือกเข้ามานั้นจะต้องใช้เวลาไม่เกินเวลาที่

เหลืออยู่ ถ้าหากงานที่เลือกมาในครั้งแรกใช้เวลามากกว่าเวลาที่เหลืออยู่ก็ให้เลือกงานต่อไปที่มีอยู่ใน List B ซึ่งถ้าหากไม่มีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาที่เหลืออยู่ ก็ให้เพิ่มสถานีทำงานใหม่ขึ้นอีกสถานีหนึ่งในลำดับต่อจากสถานีทำงานอันเดิม และมีเวลาเหลือสำหรับสถานีใหม่นี้เท่ากับรอบเวลาการผลิต หลังจากนั้นจึงกลับไปเริ่มต้นตอนที่ 4 ใหม่ โดยเลือกงานลงในสถานีทำงานใหม่นี้ งานที่ได้รับเลือกในขั้นตอนนี้จะใส่ลงใน List C ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีการเลือกเพียงงานเดียวเท่านั้น

ขั้นที่ 4 ลบงานที่เลือกไว้ใน List C ออกจาก List A เนื่องจากงานนั้นได้ถูกกำหนดให้อยู่ในสถานีทำงานอย่างถาวรแล้ว ย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2

2.3 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation)

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ซึ่งได้รับความสนใจและตื่นตัวในการนำมาใช้แก้ปัญหาในสาขาอาชีพต่าง ๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดย มีผู้ให้คำจำกัดความของการจำลองแบบปัญหาว่า คือกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

จากคำจำกัดความดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการของการจำลองแบบปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองส่วนหนึ่ง และการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กลไกของวิธีการของการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้อาจเป็น หุ่น เป็นระบบ หรือเป็นแนวความคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใด โดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริงเพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง

การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยที่การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์นี้เป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการใช้การจำลองแบบปัญหา เราสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวาง โดยที่การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ มีข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง และโดยปกติพฤติกรรมของระบบงานจริงส่วนใหญ่มีลักษณะที่ไม่แน่นอนมีความผันแปร ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบงานจึงเป็นข้อมูลซึ่งมีความผันแปรไม่แน่นอนไปตามพฤติกรรมของระบบงานนั้น ๆ และมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้น

การจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหานี้จึงต้องอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทางสถิติเข้าช่วย (ศิริจันทร์, 2542)

สำหรับปัญหาที่ทำการศึกษานี้ สามารถจำลองระบบได้ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้ คือโปรแกรม SIMAN (ARENA 5.0)

2.3.1 ขั้นตอนของการจำลองแบบปัญหา

1. *การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Formulation and System Definition)* ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบการกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่าง ๆ และวิธีการวัดผลของระบบงาน ถ้าเราตั้งปัญหาไม่ดีแล้วผลที่ออกมาอาจไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการ โดยทั่วไปวัตถุประสงค์จะมาจากผู้บริหารต้องการให้มีการแก้ไขปัญหาบางอย่าง หน้าที่ของผู้ศึกษาคือต้องวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและศึกษาให้เข้าใจครอบคลุมในระบบงานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น
2. *การสร้างแบบจำลองปัญหา (Model Formulation)* จากลักษณะของระบบงานที่จะต้องทำการศึกษา เขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งจะไม่มีสูตรสำเร็จตายตัว ความถูกต้องของแบบจำลองจะขึ้นกับความเข้าใจในระบบงานที่ทำการศึกษาและความสามารถในการถ่ายทอดระบบงานมาเป็นแบบจำลอง มักจะเริ่มต้นด้วยแบบจำลองง่าย ๆ ที่จะเป็นที่จะทำให้แบบจำลองสามารถแสดงได้เหมือนกับระบบงานตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ ในการแปลงแบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบจำลองคอมพิวเตอร์ จะต้องสามารถใช้ค่าเชิงปริมาณแทนพฤติกรรมขององค์ประกอบเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่ต้องการ ดังนั้นองค์ประกอบและความสัมพันธ์ภายในแบบจำลองจะต้องอยู่ในรูปของตัวแปร พารามิเตอร์ และฟังชั่น ความถูกต้องของการใช้ค่าเชิงปริมาณขึ้นอยู่กับความเข้าใจในการทำงานขององค์ประกอบ ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์
3. *การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)* วิเคราะห์หาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้ ข้อมูลที่ใช้นั้นมาจากแหล่งข้อมูลสองแหล่ง คือ แหล่งข้อมูลภายในระบบ ซึ่งหาได้จากเอกสารภายในโรงงานและแหล่งข้อมูลภายนอกระบบ เช่น ข้อมูลจากบริษัทที่จำหน่ายสินค้าให้บริษัท ลูกค้าของบริษัท เป็นต้น นอกจากนี้ข้อมูลยังสามารถได้มาจากการทำการประมาณค่าข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการซึ่งอาจได้มาจากการวัดผล การ

สังเกตการณ์ และการสัมภาษณ์บุคลากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และถ้ายังไม่เป็นที่น่าพอใจ เราอาจจะต้องร่วมลงมือกระทำกิจกรรมนั้น ๆ และข้อมูลที่ได้มานั้นควรจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับมา

4. *การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)* เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้
5. *การพัฒนาโปรแกรมและการทวนสอบความถูกต้อง* การพัฒนาแบบจำลองปัญหาอาจพัฒนาเป็นโปรแกรมภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา เช่น ภาษาฟอร์แทรน ภาษาปาสคาล หรือภาษาซี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีภาษาคอมพิวเตอร์กึ่งสำเร็จรูปชนิดพิเศษที่ให้ความสะดวกรวดเร็วต่อการจำลองปัญหา เช่น ARENA (SIMAN), SLAM, SIMSCRIPT หรือ GPSS เป็นต้น หลังจากพัฒนาโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรมให้ทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของแบบจำลองปัญหาด้วย
6. *การออกแบบการทดลองและการใช้งานการจำลองแบบปัญหา* ในการใช้งานแบบจำลองปัญหาจะมีการทดลองหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้มีการเลือกใช้ตัวแปรในการตัดสินใจชุดต่าง ๆ การทดลองแต่ละครั้งจะให้ผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้เปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ นั้น โดยแต่ละผลลัพธ์จะเกิดจากการเฉลี่ยผลลัพธ์อันเนื่องมาจากการทดลองเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของตัวแปรสุ่ม สิ่งที่จะต้องระมัดระวังในการประเมินผลการเปรียบเทียบทางเลือกคือการหาค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์จากการใช้งานการจำลองแบบปัญหาแต่ละครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์โดยตัวมันเองเป็นค่าสุ่ม ดังนั้นต้องให้ความสำคัญต่อการออกแบบทางเลือกและควรจะเป็นวิธีที่เป็นระบบ การออกแบบทางเลือกโดยวิธีการออกแบบการทดลองเป็นวิธีที่เป็นระบบวิธีหนึ่ง เช่นการออกแบบโดย Factorial ซึ่งสามารถใช้การวิเคราะห์ทางสถิติประเมินผลกระทบของแต่ละปัจจัยที่มีต่อระบบได้ และสามารถพิจารณาได้ว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่สำคัญของระบบนอกจากนั้นการกำหนดระยะเวลาและจำนวนครั้งของการจำลองแต่ละทางเลือกจะต้องพิจารณาความพร้อมของเงินทุน และระดับความถูกต้องที่ต้องการ
7. *การวิเคราะห์และประเมินผล* ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควรใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานของระบบได้อย่างถูกต้องและสามารถประเมินผลนโยบายทางเลือกต่าง ๆ นอกจากนี้การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจในผลลัพธ์ที่ไม่เปลี่ยนแปลง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Arcus (1966) ทำการวิจัยและคิดค้นอัลกอริทึมตัวใหม่ที่ใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิต และนำเสนออัลกอริทึมดังกล่าวในรูปของซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า COMSOAL ผลการวิจัยพบว่า COMSOAL สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะของปัญหาเพิ่มเติมจากปัญหาอย่างง่าย เช่น ปัญหาที่มีสถานีทำงานแบบขนาน หรือมีการกำหนดงานเฉพาะให้กับสถานีทำงานบางสถานีได้เป็นอย่างดี

Thomopoulos (1967) เสนองานวิจัยที่นำวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตเดี่ยวมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตแบบผสม โดยพิจารณาถึงแผนการผลิตทั้งหมดในแต่ละวัน (Daily Basis) หรือในแต่ละช่วงเวลากะ (Shift Basis) แทนที่จะพิจารณาถึงรอบเวลาการผลิต (Cycle Time Basis)

Ghosh และ Gagnon (1989) ทำการสรุปและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ โดยสรุปเกี่ยวกับผลของงานวิจัย วิธีการ วัตถุประสงค์ในการจัดและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาในการจัด งานวิจัยนี้ได้แบ่งประเภทปัญหาการจัดสมดุลเป็น 4 ประเภทคือ Single Model Deterministic (SMD), Single Model Stochastic (SMS), Multi/Mixed Model Deterministic (MMD) และ Multi/Mixed Model Stochastic (MMS) และแบ่งวัตถุประสงค์ในการจัดออกเป็น 2 ส่วนคือ วัตถุประสงค์เชิงเทคนิคและวัตถุประสงค์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแต่ละส่วนก็มีตัววัดประสิทธิภาพต่างๆ กัน สำหรับวิธีการที่ใช้ในการวัดที่มีประสิทธิภาพคือวิธี COMSOAL, CALB, MALB, NULISP และ MUST และยังพบว่าการจัดสมดุลสายการประกอบในความเป็นจริงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ ประเภทสายการประกอบ กระบวนการผลิตและอุปกรณ์การผลิต สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิตตารางการผลิตเป็นต้น

Shin และ Min (1991) ได้เสนอฮิวรีสติกในการจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับสายการผลิตแบบ Uniform ซึ่งเป็นสายการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตที่ใช้นโยบายแบบ Just-In-Time (JIT) เนื่องจากสายการผลิตแบบ Uniform จะไม่มีความผันแปรมากในการจัดตารางการผลิต อย่างไรก็ตามในการผลิตจริงนั้นเวลาการทำงานจะมีความผันแปรไม่แน่นอน ซึ่งฮิวรีสติกนี้จะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องเวลาการทำงานที่มีความไม่แน่นอนได้ โดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุดและสามารถจัดงานให้กับสายการผลิตให้สามารถสนองต่อการผลิตแบบ JIT ได้เป็นอย่างดี

Nkasu และ Leung (1995) ได้เสนอโปรแกรม CIMASD ซึ่งเป็นการนำเอาวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตแบบ COMSOAL มาใช้ เพื่อทำการปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตที่อยู่ใต้สภาวะความไม่แน่นอน เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของรอบเวลาการผลิต หรือเวลาที่ใช้ในการทำงาน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้มีจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด เวลาว่างงานน้อยที่สุด และรอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด จากการนำ CIMASD ไปประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา แสดงว่า CIMASD สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก ทำให้สามารถประหยัดต้นทุน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนงาน การออกแบบ และการจัดลำดับงาน

Sameh and Mike (1998) ทำการศึกษา Flexible Hybrid Assembly System (FHAS) ซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบที่มีทั้งคนงานและเครื่องจักรทำงาน โดยศึกษากรณีศึกษาที่ใช้ระบบ AGVs และทำการออกแบบการทดลองและการจำลองแบบปัญหาในการวิเคราะห์ผล โดยปัจจัยที่ใช้ศึกษาได้แก่ ความเร็วของAGVs จำนวนของAGVs จำนวนงานสำรอง ค่าเวลาเผื่อของเวลาการทำงานของคนงาน และกฎในการเลือกของAGVs ประสิทธิภาพที่ใช้ในการวัดผลได้แก่ จำนวนผลผลิต เวลาเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ และประสิทธิภาพสายงาน จากผลที่ได้พบว่า ความเร็วของAGVs จำนวนของAGVs และจำนวนงานสำรองเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อจุดประสงค์ของระบบ FHAS

Hui และ Frency (1999) ได้ศึกษาในเรื่องผลกระทบของความแปรปรวนของเวลา ต่อการจัดสมดุลสายการผลิตโดยศึกษาการผลิตเสื้อเชิ้ตของผู้ชาย พบว่าในการจัดสมดุลสายการผลิตที่ใช้เวลาที่มีค่าความแปรปรวนจะให้ค่า Smooth Index ที่น้อยกว่าแบบที่ไม่ใช้ความแปรปรวนของเวลา ซึ่งค่า Smooth Index ที่น้อยกว่าทำให้ได้การจัดสมดุลสายการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า จึงสามารถสรุปได้ว่าความแปรปรวนของเวลาการทำงานมีผลต่อการจัดสมดุลสายการผลิต ความแปรปรวนของเวลาสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตได้ โดยจากการศึกษาพบว่าการใช้ความแปรปรวนของเวลาสำหรับแต่ละสถานีงานให้ผลการจัดสมดุลสายการผลิตที่ดีกว่าแบบการใช้ความแปรปรวนของเวลาสำหรับแต่ละงานย่อยสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

Ponnambalam, Aravindan และ Naidu (1999) ทำการเปรียบเทียบฮิวริสติกในการจัดสมดุลสายการผลิต 6 วิธี ได้แก่ Ranked Positional Weight, Kilbridge and Wester, Moddie and Young, Hoffman Precedence Matrix, Immediate Update First Fit และ Rank and Assign Heuristic โดยตัววัดประสิทธิภาพที่ใช้ได้แก่ จำนวนสถานีทำงาน ประสิทธิภาพสายการผลิต Smooth Index และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้วิธี Trade and Transfer ของ Moddie and Young ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้เวลาว่างงานของสถานีงานมีค่าเท่าหรือใกล้เคียงกันกับทุก ๆ ฮิวริสติก แล้วนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบเพื่อดู

ค่าตัววัดประสิทธิภาพต่าง ๆ โดยใช้ปัญหาตัวอย่าง 20 แบบ และ 5 รอบเวลาการผลิตที่ต่างกัน มาทำการเปรียบฮิวรีสติก ฮิวรีสติกทั้ง 3 วิธีถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา C++ ผลที่ได้พบว่าวิธี Hoffman Precedence Matrix ให้ผลที่ดีที่สุด แต่เวลาที่ใช้ในการประมวลผลนานที่สุดเนื่องจากวิธีนี้มีทางเลือกของผลที่เป็นไปได้จำนวนมาก

Zhao และ Souza (2000) นำเอาเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms) มาใช้ประยุกต์รวมกับการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบจำลองปัญหาในการจำลองระบบให้เหมือนระบบจริง และใช้ GAs ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยในกรณีศึกษาการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายคือช่วยแก้ปัญหาการจัดสมดุลการผลิตได้เป็นอย่างดี และทำให้สามารถใช้ต้นทุนอย่างได้มีประสิทธิภาพ

ประยุทธ (2535) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการปัญหาการจัดสมดุลการผลิตแบบผสมซึ่งได้ประยุกต์จากกรณีศึกษาในโรงงานจริง และได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ โดยทำการทดลองวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคนิคต่างๆในจัดสมดุลการผลิต ซึ่งเทคนิคที่ให้ผลในการจัดสมดุลการผลิตที่ดีและง่ายต่อการทำงานจริงก็คือ COMSOAL โปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นสามารถทำการจำลองแบบปัญหาแล้วแสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิตในรูปของภาพจำลองเคลื่อนไหวซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถจำลองและตรวจดูสถานะของสายการผลิตที่จัดขึ้น ณ ขณะเวลาใดๆระหว่างการผลิตได้ ผลจากการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการอื่น พบว่าให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าหรือเทียบเท่าวิธีการเหล่านั้นสำหรับโรงงานผลิตโทรทัศน์

กรรณิกา (2542) ทำงานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาจัดสมดุลของสายงานการประกอบ ซึ่งจะเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่งในระบบการผลิต โดยจะเป็นการประยุกต์นำเอาเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms) มาหาคำตอบของปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบแบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งจะหารูปแบบของการจัดงานให้กับแต่ละสถานีทำงานเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ 3 ประการพร้อม ๆ กัน คือเพื่อให้สายงานการประกอบมีจำนวนสถานีการทำงานน้อยที่สุด มีรอบเวลาการผลิตน้อยที่สุด และมีความแปรปรวนของภาระงานในแต่ละสถานีการทำงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังได้ศึกษาและทดสอบพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการหาคำตอบของเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งได้แก่ ขนาดของประชากร ประเภทของการครอสโอเวอร์ ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และความน่าจะเป็นในการมิวเทชัน จากการทดลองพบว่าขนาดของประชากร วิธีการครอสโอเวอร์ และความน่าจะเป็นในการมิวเทชันเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการหาคำตอบโดยเจเนติกอัลกอริทึม ดังนั้นในการนำเจเนติกอัลกอริทึมไปใช้จริงควรมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยอาจใช้ค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นแนวทางเบื้องต้น ซึ่งผลที่ได้จะพบว่าเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์เป็นวิธีการหา

คำตอบสำหรับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถให้คำตอบที่ดีภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

จงกล (2543) ศึกษาผลของการนำเอาเจนเนติกอัลกอริทึม (GAs) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด และเกิดเวลาว่างงานรวมน้อยที่สุดด้วย การสร้างสตริงคำตอบเบื้องต้นโดยการสุ่มแบบมีหลักเกณฑ์ถูกนำมาใช้เพื่อไม่ให้คำตอบที่ได้ขัดกับหลักความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน แล้วจึงปรับปรุงคำตอบโดยอาศัยกลไกของ GAs ร่วมกับการซ่อมแซมคำตอบ และเทคนิคการเก็บค่าที่ดีที่สุด การศึกษาและทดสอบพารามิเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการคำตอบของ GAs ชี้ให้เห็นว่า จำนวนประชากร วิธีการครอสโอเวอร์ และความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเป็นพารามิเตอร์ที่ควรพิจารณาในการนำ GAs ไปแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม และได้นำเสนอแนวทางในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการนำเจนเนติกอัลกอริทึมไปแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสมจะให้คำตอบที่ดีกว่าวิธี COMSOAL และสามารถสรุปได้ว่าเจนเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและมีประสิทธิภาพ

วรพล (2544) งานวิจัยฉบับนี้ได้มุ่งเน้นการนำเทคนิคการจำลองแบบปัญหามาประยุกต์ในการวิเคราะห์สายการประกอบของโรงงานอุตสาหกรรมจริงในด้านการจัดสมดุลสายการผลิต การจัดสถานีงาน และการขนย้ายชิ้นงาน โดยดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพประกอบด้วย ประสิทธิภาพสายการผลิต จำนวนสถานีงาน รอบเวลาการผลิต และจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิต ผลจากแบบจำลองสรุปได้ว่า การจัดสมดุลสายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพสายการผลิตดีขึ้น จำนวนสถานีงานลดลง โดยไม่กระทบต่อจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตและรอบเวลาการผลิต การจัดสถานีงานเป็นกลุ่มจะส่งผลกระทบกับประสิทธิภาพสายการผลิต ส่วนการขนย้ายชิ้นงานจะส่งผลกระทบกับจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตในบางกรณี แต่จะไม่ส่งผลกระทบกับดัชนีวัดประสิทธิภาพอื่นๆ

2.5 สรุปท้ายบท

สายงานการผลิตสามารถแบ่งได้เป็นสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียว สายการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์ และสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์ผสม ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตคือปัญหาการกำหนดขั้นงานให้กับสถานีงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสายการผลิตที่ดีที่สุด โดยไม่ขัดกับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน และเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงานต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตที่กำหนด และแต่ละขั้นงานจะต้องถูกจัดให้กับสถานีงานได้หนึ่งสถานีเท่านั้น

ในการจัดสมดุลสายการผลิตข้อมูลที่จำเป็นได้แก่ เวลาทำงานของขั้นงาน ลำดับขั้นตอนของงานก่อนหลัง และรอบเวลาการผลิต วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ วิธี COMSOAL สำหรับการจัดสมดุลสายการผลิตแบบหลายผลิตภัณฑ์จะทำโดยการนำวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียวมาประยุกต์ โดยใช้ระยะเวลาทำงานต่อวันหรือต่อกะแทนรอบเวลาการผลิต แทนเวลาขั้นงานย่อยในแต่ละขั้นงานด้วยเวลาทั้งหมดที่ต้องการใช้ทำงานนี้สำหรับทุก ๆ ชิ้นงานของทุก ๆ แบบผลิตภัณฑ์ และแผนภาพลำดับก่อนหลังรวมเกิดจากการรวมกันของผังงานของแผนภาพลำดับก่อนหลังของแต่ละผลิตภัณฑ์

การจำลองแบบปัญหาสามารถช่วยในการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ โดยไม่รบกวนต่อการทำงานจริงหากมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบในด้านต่าง ๆ ทั้งนี้การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ และเนื่องจากพฤติกรรมของระบบงานจริงส่วนใหญ่ มีลักษณะที่ไม่แน่นอนมีความผันแปร ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจึงเป็นข้อมูลซึ่งมีความผันแปรไม่แน่นอนไปตามพฤติกรรมของระบบงานนั้น ๆ ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จึงต้องอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทางสถิติเข้าช่วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการสรุปถึงเทคนิคที่มีการนำมาใช้ ปัจจัย และสิ่งที่ใช้ในการวัดผลของงานวิจัยดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

	ชื่อผู้วิจัย	ทฤษฎีที่ใช้	ปัจจัย					ตัววัดผล						
			เวลางาน	รอบเวลาการผลิต	งานสำรอง	batch size	อื่น ๆ	จำนวนสถานีงาน	รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพ	เวลาว่างงาน	จำนวนผลผลิต	เวลาที่ใช้ในระบบ	อื่น ๆ
1	Shin และ Min	ระบบ JIT, สายการประกอบแบบ Uniform	X	X										ต้นทุน
2	Nkasu และ Leung	เทคนิค COMSOAL, CIMASD	X	X				X	X		X			ต้นทุน
3	Sameh and Mike	flexible hybrid assembly system (FHAS)	X		X		ความเร็วของ AGVs จำนวนของAGVs และกฎในการเลือกของAGVs			X		X	X	
4	Hui และ Frency	-	X								X (SI)			
5	Zhao และ Souza	เจเนติกอัลกอริทึม และการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์			X	X	GA พารามิเตอร์ และ กฎการจัดลำดับงาน					X		งานสำรอง
6	Ponnambalam, Aravindan และ Naidu	6 ฮิวรีสติก และเทคนิค trade and transfer		X				X		X	X (SI)			เวลาในการประมวลผล

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

	ชื่อผู้วิจัย	ทฤษฎีที่ใช้	ปัจจัย					ตัววัดผล						
			เวลางาน	รอบเวลาการผลิต	งานสำรอง	batch size	อื่น ๆ	จำนวนสถานีงาน	รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพ	เวลาว่างงาน	จำนวนผลผลิต	เวลาที่ใช้ในระบบ	อื่น ๆ
7	ประยุทธ	เทคนิค COMSOAL, Hoffman และ Rank Position Weight	X		X		ปริมาณงานที่สถานีงานเมื่อเริ่มต้นผลิต			X				
8	กรรณิกา	เจเนติกอัลกอริทึม					GA พารามิเตอร์	X	X					ความแปรปรวนของภาระงาน
9	จงกล	เจเนติกอัลกอริทึม และการจัดสมดุลสายการผลิตแบบผสม					GA พารามิเตอร์	X			X			
10	วรพล	เทคนิค COMSOAL					รูปแบบการจัดสถานีงาน และการขนย้ายชิ้นงาน	X	X	X				งานสำรอง