

วิธี COMSOAL สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อลดเวลาสูญเปล่า COMSOAL METHOD FOR ASSEMBLY LINE BALANCING TO REDUCE IDLE TIME

พูนธนะ ศรีสระคู¹ และ กฤต จันทரசมัย²

¹อาจารย์, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
439 ถ.จระ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ 31000, poontana.teay@gmail.com

²อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150, krit@msu.ac.th

Poontana SreSracoo¹ and Krit Chantarasamai²

¹Lecturer, Faculty of Industrial Technology, BuriramRajabhat University, 439 Jira Road
Naimuang Sub-district, Muang District, Buriram Province 31000, Thailand,
poontana.teay@gmail.com

²Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang Sub-District,
Kantarawichai District, Maha Sarakham Province 44150, Thailand, krit@msu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) 2 วิธี คือ 1) วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) และ 2) วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของรอบเวลาการผลิตและลำดับของงาน โดยใช้ชุดปัญหาของ Armin Scholl (1993) จำนวน 13 ชุดปัญหา ที่มีรอบเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน มาทำการจัดสมดุลสายการประกอบ แล้วเปรียบเทียบผลกับ วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่นานที่สุด (Longest operation time: LOT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังมากที่สุด (Most following tasks: MFT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Ranked positional weight: RPW), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่สั้นที่สุด (Shortest operation time: SOT) และวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังน้อยที่สุด (Fewest following tasks: FFT) ผลการทดลอง พบว่า วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL)

สามารถจัดสมดุลสายการประกอบมีเวลาศูนย์เปล่าโดยเฉลี่ยน้อยกว่าวิธีเลือกเวลาของสถานงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) และวิธีฮิวริสติกส์อื่นๆ

คำสำคัญ: การจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรง, เวลาศูนย์เปล่า, วิธีฮิวริสติกส์

ABSTRACT

This paper presents a computer method of sequencing operations for assembly line (COMSOAL). Two COMSOAL methods, i.e. 1) selecting maximum work station time (Maximum-COMSOAL) and 2) selecting minimum work station time (Minimum-COMSOAL), were used for solving the assembly line balancing problem. The objectives of this study were to minimize idle time, the cycle time of production and the precedence of tasks. The data set used in this study obtained from Armin Scholl (1993), totally 13 problems, each with different cycle time. The results were then compared with the longest operation time method (LOT), the most following tasks method (MFT), the ranked positional weight method (RPW), the shortest operation time method (SOT) and the fewest following tasks method (FFT). The results showed that the Maximum-COMSOAL method provided lower average of Idle Time for the Minimum-COMSOAL compared to the other heuristics methods.

KEYWORDS: Assembly line balancing problem, Idle Time, Heuristics method

1. บทนำ

ในปัจจุบันเศรษฐกิจไทยนั้นเริ่มขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการขยายตัวของธุรกิจข้ามชาติ ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมขึ้นมากมาย รวมถึงมีการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) มานี้ทำให้ธุรกิจใอุตสาหกรรมมีการแข่งขันสูงขึ้นเพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้มากขึ้น ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมประสบกับปัจจัยความเสี่ยงต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ค่าเงินบาทที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ค่าขนส่ง รวมถึงค่าแรงขั้นต่ำในประเทศไทยที่ปรับตัวสูงขึ้น จึงทำให้เกิดคู่แข่งจากประเทศเพื่อนบ้านที่มีค่าแรงต่ำกว่า เช่น เวียดนาม พม่า กัมพูชา ดังนั้นองค์กร ที่มีการบริหารจัดการที่ดีย่อมได้เปรียบทางการค้าและคู่แข่งมากกว่า ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นกระบวนการผลิตในสายงานการประกอบถือเป็นกิจกรรมหลักขององค์กรที่ก่อให้เกิดมูลค่า การจัดสมดุลสายการประกอบในกระบวนการผลิตที่ดีย่อมส่งผลให้องค์กรมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าและลดต้นทุนให้กับองค์กร ดังนั้นในการพัฒนาองค์กรให้ได้เปรียบคู่แข่ง การจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) นั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญ

การจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) เป็นการกำหนดขั้นตอนงานในแต่ละสถานีงานให้หน่วยการผลิตหนึ่ง ที่มีลักษณะการผลิตสินค้าปริมาณมาก ๆ และมีเวลาในแต่ละสถานีงานของสายการประกอบไม่สม่ำเสมอเกินไป จึงทำให้เกิดความแปรผันจากการที่เครื่องจักร คน กระบวนการผลิต วัสดุอุปกรณ์ วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการประกอบ ดังนั้นจึงต้องทำการกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบให้หมดไปเพื่อให้กระบวนการประกอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น การแก้ไขปัญหาโดยการจัดสมดุลสายการประกอบถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะแบ่งกระบวนการผลิตเป็นกิจกรรมย่อย แต่ละสถานีงานเพื่อพิจารณากำหนดขั้นตอนการทำงานเฉลี่ยสถานีงานที่มีเวลาการผลิตนานกระจายให้ใกล้เคียงกันจนได้รอบเวลาการผลิตที่เหมาะสม สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งปัจจุบันนี้มีผู้วิจัยหลายท่านนำเสนอวิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบหลากหลายวิธีการ เช่น Seyed-Alagheband et al. [1] ประยุกต์ใช้วิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing Algorithm: SA) สำหรับการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบทั่วไปด้วยเวลาติดตั้งระหว่างงานประเภทที่ 2 (General Assembly Line Balancing Problem with Setups (GALBPS-2) เพื่อหารอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด แล้วทดสอบกับชุดปัญหา 4 ชุดที่มีงานตั้งแต่ 11-111 งาน แล้ววัดค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (Average Relative Deviation: ARD) และ ค่าเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ของค่าที่ดีที่สุดที่ได้จากวิธี SA (Relative Deviation of the Best obtained solutions: RDB) ผลการวิจัยพบว่าวิธี SA มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบในด้านเวลาในการประมวลผล Sa-nguansin and Kunadilok [2] ทำการจัดสมดุลสายงานการประกอบรูปทรงตัวยู ด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm; GA) ร่วมกับระบบมดแม็ก-มิน (Max-Min Ant System; MMAS) และทดสอบกับปัญหาจำนวน 24 ปัญหาที่ได้จากการรวบรวมของ Armin Scholl ผลการทดสอบพบว่า สามารถลดค่าความแปรปรวนของภาระงานในทุกปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี COMSOAL และวิธีระบบมดแม็ก-มิน ร่วมกับเทคนิคแบบสุ่ม มีค่าความแปรปรวนของภาระงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.95% และ 73.16% ตามลำดับในปีต่อมา Kawmanee and Kengpol [3] นำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเข้มข้น (Intensified-Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: I-COMSOAL) ที่พัฒนามาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานเย็บประกอบแบบสายงานเดี่ยวของบริษัทกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าสามารถลดเวลาในการจัดสมดุลการผลิตจาก 215.58 นาทีต่อครั้ง เหลือ 13.22 นาทีต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 93.87 ต่อมา Anil et al. [4] นำวิธี Largest Candidate Rule (LCR), วิธี Kilbridge and Wester Column (KWC) และ วิธี Ranked Positional Weight (RPW) Method มาทำการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าในสถานีงานซึ่งให้ผลของการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจถัดมา SreSracoo and Chantarasamai [5] นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

(Mathematical Model) ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบตัวยู ประเภทที่ 1 (UALBP-1) เพื่อหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด ที่ทำการทดสอบแบบจำลองด้วยโปรแกรม Lingo V. 11.0 พบว่า สามารถจัดสมดุลสายการประกอบได้จำนวนสถานีงานที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับชุดปัญหา Armin Scholl 13 ชุดปัญหา จำนวน 7 ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 9 ได้จำนวนสถานีงานเท่ากับ 74 ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 84 และไม่สามารถประมวลผลได้จำนวน 6 ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 7 และ SreSraco et al. [6] ได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง (Differential Evolution: DE) ในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบตัวยู ประเภทที่ 1 (U-Shaped Assembly Line Balancing Type 1: UALBP-1) กับการแก้ไขปัญหาค่ากลางที่มีจำนวนงาน 11-45 งาน และประมวลผลเทียบกับวิธี Integer Programming Solution ของ Urban TL [7] และวิธี Ant Colony ของ Zhang et al. [8] ผลการทดสอบพบว่า วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างสามารถจัดสมดุลสายการประกอบอย่างมีประสิทธิภาพ

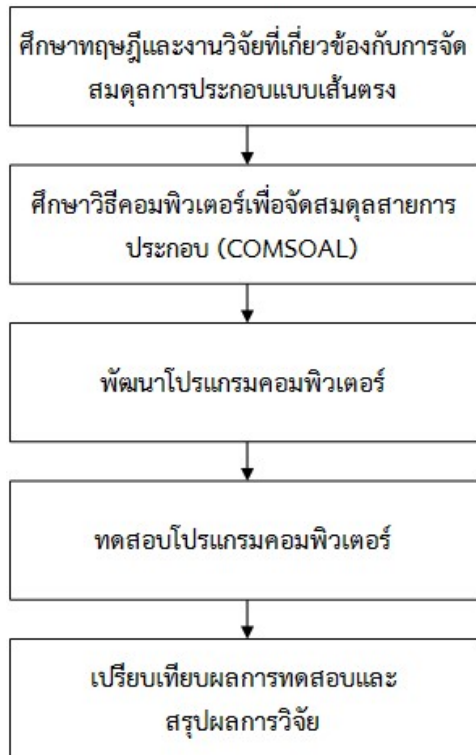
จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ มีผู้วิจัยได้นำหลักการหลากหลายวิธีมาใช้งานการจัดสมดุลสายการประกอบ เช่น วิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing Algorithm: SA), วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm; GA), วิธีระบบลดแม็กมิน (Max-Min Ant Colony), โปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเข้มข้น (Intensified-Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: I-COMSOAL), แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และวิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง (Differential Evolution: DE) เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการที่กล่าวมาจะมีขั้นตอนในการหาคำตอบที่แตกต่างและซับซ้อนต่างกันออกไป แต่มีวิธีการจัดสมดุลสายการประกอบวิธีการหนึ่ง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) เป็นเทคนิคที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีขั้นตอนไม่ซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลอย่างรวดเร็ว แต่ยังไม่ค่อยมีการนำมาใช้จัดสมดุลสายการประกอบเพื่อลดเวลาสูญเปล่า (Idle Time) มากนัก

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญนี้จึงได้ทำการศึกษาปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบอย่างง่าย (Simple Assembly Line Balancing Problem Type) กรณีทราบค่ารอบเวลาการผลิตและลำดับงาน เพื่อหาเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุด โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) และประมวลผลเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีคอมโซล COMSOAL

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวางแผนการดำเนินงานการวิจัยในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรงเพื่อหาเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัด

ของรอบการผลิต (Cycle time) และลำดับงาน (Precedence Diagram) สามารถกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานได้ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินวิจัย

2.1 ศึกษาปัญหาและงานวิจัยการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรง

ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรง กรณีทราบค่ารอบเวลาการผลิต และลำดับงานก่อน เพื่อหาเวลาศูนย์เปล่า (Idle time) ที่น้อยที่สุด โดยจะเริ่มศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ เพื่อที่จะกำหนดขอบเขตของการวิจัย วัตถุประสงค์ และเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบ

2.2 ศึกษาวิธีคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ (COMSOAL)

ศึกษาวิธีคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ หรือเรียกว่าวิธีคอมโซล (COMSOAL) ที่มีผู้ที่ทำการวิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยทำการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อที่จะสามารถใช้ในการทำการวิจัย ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนของวิธีคอมโซล (COMSOAL) [9] ที่ใช้ในการวิจัยนี้ออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างรายการ A เพื่อแสดงส่วนของงานทั้งหมดและจำนวนส่วนของงานที่อยู่ก่อนหน้า
 ขั้นตอนที่ 2 สร้างรายการ B แสดงส่วนของงานทั้งหมด จากรายการ A ที่ไม่มีส่วนของงานที่อยู่ก่อนหน้าในช่วงติดกัน

ขั้นตอนที่ 3 เลือกส่วนของงานเพียง 1 งาน โดยแบ่งการเลือกออกเป็น 2 วิธี คือการเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum COMSOAL) และการเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum COMSOAL) มาจัดลงสถานีงานก่อน โดยมีข้อกำหนดอยู่ว่าส่วนของงานที่ได้รับเลือกนั้นจะต้องไม่เป็นสาเหตุให้รอบเวลาการผลิตมีค่าเกินที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 กำจัดส่วนของงานที่ได้รับเลือกเข้ามาในขั้นตอนที่ 3 ออกจากรายการ A และ B และทำการปรับปรุง Update ทั้งรายการ A และ B อีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 5 เลือกส่วนของงานเพียง 1 งานจากรายการ B ซึ่งมีค่าไม่เกินรอบเวลาการผลิตซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 ทำตามขั้นตอน 4 และ 5 ซ้ำอีกจนกว่าส่วนของงานทั้งหมด จะได้รับการจัดลงสถานีงานภายใต้ข้อจำกัดของรอบเวลาการผลิต

2.3 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อทำการศึกษาวีธีวิธีคอมโซล (COMSOAL) แล้วผู้วิจัยจะนำกระบวนการหาคำตอบตามวิธีวิธีคอมโซล (COMSOAL) มาทำการพัฒนาโปรแกรมผ่าน Web Browser Java script แสดงดังรูปที่ 2 เพื่อหาเวลาศูนย์เปล่า (Idle time) ที่น้อยที่สุด

ส่วนของงาน	งานที่อยู่ก่อนหน้า	เวลา (Tc)
1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>
2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="38"/>
3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="45"/>
4	<input type="text" value="1,2"/>	<input type="text" value="12"/>
5	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="10"/>

รูปที่ 2 Web browser Java Script

2.4 ทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อได้โปรแกรมที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบแล้ว ผู้วิจัยจะทำการทดสอบการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรงด้วยโปรแกรมผ่าน Web Browser Java script โดยใช้ข้อมูลชุดปัญหา จาก www.assembly-line-balancing.de [10] จำนวน 13 ชุดปัญหา ที่มีงานตั้งแต่ 7-58 งาน โดยแบ่งเป็นปัญหขนาดเล็ที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 7-11 งาน และปัญหขนาดกลางมีจำนวนงานตั้งแต่ 21-58 งาน มาทำการทดสอบ แสดงข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดปัญหาของ Armin Scholl

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	เวลางานน้อยที่สุด	เวลางานมากที่สุด
Mertens	7	6	18
Bowman	8	20	20
Jaeschke	9	6	18
Jackson	11	7	21
Mansoor	11	2	45
Mitchell	21	14	39
Roszieg	25	14	32
Buxey	29	27	54
Sawyer	30	25	75
Lutz1	32	1414	2828
Gunther	35	41	81
Hahn	53	2004	4676
Warnecke	58	54	111

จากตารางที่ 1 แสดงถึงขนาดปัญหาทั้ง 13 ชุดปัญหาที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 7-58 งาน ที่แสดงจำนวนงาน เวลางานน้อยที่สุดและเวลามากที่สุดที่แตกต่างกัน โดยจะใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (COMSOAL) กับ 1 วิธีวิริสติกส์

2.5 เปรียบเทียบผลการทดสอบและสรุปผลการวิจัย

เมื่อได้ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจากวิธีคอมโซล (COMSOAL) โดยการประมวลผลการจัดสมดุลสายการประกอบจากโปรแกรม Web Browser Java Script แล้วจากนั้นผู้วิจัยจะนำผลการจัดสมดุลสายการประกอบที่ได้มาเปรียบเทียบกับ 5 วิธีอิวิริสติกส์ ได้แก่ วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่นานที่สุด (Longest operation time: LOT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังมากที่สุด (Most following tasks: MFT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Ranked positional weight: RPW), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่สั้นที่สุด (Shortest operation time: SOT) และวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังน้อยที่สุด (Fewest following tasks: FFT) เพื่อดูจำนวนสถานีงานและเวลาศูนย์เปล่า ของการจัดสมดุลสายการประกอบว่ามีเวลาศูนย์เปล่า ที่แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

3. ผลการวิจัย

เมื่อนำข้อมูลชุดปัญหาของ Armin Scholl จำนวน 13 ชุดปัญหา ที่มีจำนวนงาน เวลาของการทำงาน และรอบเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งเป็นปัญหขนาดเล็ที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 7-11 งาน และปัญหขนาดกลางมีจำนวนงานตั้งแต่ 21-58 งาน มาจัดสมดุลสายการประกอบด้วยโปรแกรม Web Browser Java Script เพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าที่น้อยที่สุด ซึ่งผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหขนาดเล็แสดงดังตารางที่ 2 และผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหขนาดกลางแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหขนาดเล็

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	รอบเวลาการผลิต	เวลาศูนย์เปล่า (Idle Time)						
			LOT	MFT	RPW	SOT	FFT	Min-COMSOAL	Max-COMSOAL
Mertens	7	6	7	7	7	7	7	7	7
		7	6	6	6	13	13	6	6
		8	11	11	11	19	19	11	11
		10	11	11	1	11	11	11	11
		15	1	1	1	16	1	16	1
		18	7	7	7	7	7	7	7

ตารางที่ 2 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาสูญเปล่าของปัญหาขนาดเล็ก (ต่อ)

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	รอบเวลาการผลิต	เวลาสูญเปล่า (Idle Time)						
			LOT	MFT	RPW	SOT	FFT	Min-COMSOAL	Max-COMSOAL
Bowman	8	20	25	25	25	25	25	25	25
Jaeschke	9	6	11	11	11	11	11	11	11
		7	12	12	12	12	12	12	12
		8	11	11	11	11	11	11	11
		10	3	3	3	13	3	3	3
		18	17	17	17	17	17	17	17
Jackson	11	7	11	11	11	18	11	10***	10***
		9	9	9	9	18	18	8***	8***
		10	15	15	15	15	15	14***	14***
		13	7	7	7	7	7	6***	6***
		14	11	11	11	11	11	10***	10***
		21	18	18	18	18	18	17***	17***
Mansoor	11	48	7	55	55	55	55	55	7
		62	63	63	63	63	63	63	63
		94	3	97	3	3	97	97	3
เวลาสูญเปล่าโดยเฉลี่ย			13	19	14	18	21	20	12

หมายเหตุ: *** คือ เวลาสูญเปล่าที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

จากตารางที่ 2 แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาสูญเปล่าของปัญหาขนาดเล็ก ที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 7-11 งาน จำนวน 5 ชุดปัญหาซึ่งแต่ละปัญหามีรอบเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน จึงสามารถจำแนกปัญหาออกมาได้ทั้งหมด 21 ปัญหา ผลการจัดสมดุลสายการประกอบพบว่า วิธีเลือกเวลาของสถานีนงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) และวิธีเลือกเวลาของสถานีนงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) สามารถจัดสมดุลสายการประกอบมีเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุด 6 ปัญหา หรือคิดเป็นร้อยละ 29 เมื่อเทียบเท่ากับวิธีฮิวริสติกอื่น ๆ แต่เมื่อวิเคราะห์เวลาสูญเปล่าโดยเฉลี่ยจาก 21 ปัญหา จะพบว่า วิธีเลือกเวลาของสถานีนงานที่

มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) ให้ค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าวิธีเลือกเวลาของสถานีนงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) และวิธีวิธีวิฤติกรอื่น ๆ

ตารางที่ 3 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหาขนาดกลาง

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	รอบเวลาการผลิต	เวลาศูนย์เปล่า (Idle Time)						
			LOT	MFT	RPW	SOT	FFT	Min-COMSOAL	Max-COMSOAL
Mitchell	21	14	21	7	7	35	35	21	21
		15	30	15	15	45	45	30	30
		21	0	21	21	21	21	21	0
		26	25	25	25	25	25	25	25
		35	0	35	35	35	35	35	0
		39	12	12	12	12	12	12	12
Roszieg	25	14	15	15	15	29	15	15	15
		16	19	19	19	19	19	19	19
		18	19	19	19	37	19	19	19
		21	22	1	1	22	22	22	22
		25	25	25	25	25	25	25	25
		32	3	3	3	35	35	35	5
Buxey	28	27	27	81	54	81	81	54	27
		30	36	36	36	96	66	36	36
		33	72	39	39	105	72	39	72
		36	36	36	36	72	72	36	36
		41	4	45	45	45	45	45	4
		47	52	52	52	52	52	52	52
		54	54	54	54	54	54	54	54
Sawyer	30	25	42	42	17	92	92	67	42
		27	43	43	43	70	70	70	16***
		30	52	52	52	82	52	52	52

ตารางที่ 3 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาสูญเปล่าของปัญหาขนาดกลาง (ต่อ)

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	รอบเวลาการผลิต	เวลาสูญเปล่า (Idle Time)						
			LOT	MFT	RPW	SOT	FFT	Min-COMSOAL	Max-COMSOAL
Sawyer	30	33	55	22	55	88	55	55	55
		36	52	16	16	88	88	52	52
		41	61	20	20	61	61	61	61
		47	68	21	21	68	68	68	68
		54	16	16	16	70	70	16	16
		75	67	67	67	67	67	67	67
Lutz1	32	1414	2828	1414	1414	2828	2828	2828	2828
		1572	3152	3152	3152	3152	3152	3152	3152
		1768	1772	1772	1772	3540	1772	1772	1772
		2020	2020	2020	2020	4040	2020	2020	2020
		2357	2359	2359	2359	2359	2359	4716	2359
		2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828	2828
Gunther	35	41	91	132	132	255	214	214	91
		44	45	177	133	177	133	89	45
		49	56	105	56	154	105	105	56
		54	57	57	57	111	111	57	3***
		61	66	66	66	66	66	66	66
		69	69	69	69	138	69	69	69
		81	84	84	84	165	165	84	84
Hahn	53	2004	4010	2006	2006	2006	4010	2006	4010
		2338	4678	4678	2340	4678	4678	4678	4678
		2806	2810	2810	2810	2810	2810	2765	2810
		3507	3509	3509	3509	3509	3509	3509	3509
		4676	4678	4678	4678	4678	4678	4678	4678

ตารางที่ 3 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหาขนาดกลาง (ต่อ)

ชุดปัญหา	จำนวนงาน	รอบเวลาการผลิต	เวลาศูนย์เปล่า (Idle Time)						
			LOT	MFT	RPW	SOT	FFT	Min-COMSOAL	Max-COMSOAL
Warnecke	58	54	342	234	234	396	396	344	344
		56	300	300	300	412	412	358	302
		58	192	250	192	482	308	310	252
		60	192	252	192	552	372	254	194
		62	250	250	250	622	374	314	252
		65	272	337	207	597	402	339	274
		68	288	220	220	560	356	130***	290
		71	298	156	156	582	369	229	300
		74	302	154	154	524	302	304	304
		78	231	153	153	465	231	248	170
		82	174	174	92	420	338	258	176
		86	172	86	86	430	344	260	174
		92	200	200	200	476	292	202	202
		97	198	101	101	392	198	200	200
		104	116	116	116	324	116	118	118
111	117	117	117	339	228	119	119		
เวลาศูนย์เปล่าโดยเฉลี่ย			640	578	533	752	676	657	639

หมายเหตุ: *** คือ เวลาศูนย์เปล่าที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

จากตารางที่ 3 แสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบเพื่อหาเวลาศูนย์เปล่าของปัญหาขนาดกลาง ที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 21-58 งาน จำนวน 8 ชุดปัญหา ซึ่งแต่ละปัญหามีรอบเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน จึงสามารถจำแนกปัญหาออกมาได้ทั้งหมด 62 ปัญหา ผลการจัดสมดุลสายการประกอบพบว่า วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) สามารถจัดสมดุลสายการประกอบมีเวลาศูนย์เปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุด 2 ปัญหา หรือคิดเป็นร้อยละ 3 เมื่อเทียบเท่ากับวิธีวิธีวิฤตติศาสตร์อื่น ๆ และวิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL)

สามารถจัดสมดุลสายการประกอบมีเวลาศูนย์เปล่าที่น้อยที่สุด 1 ปัญหา หรือคิดเป็นร้อยละ 2 เมื่อเทียบเท่ากับวิธีฮิวริสติกส์อื่น ๆ เมื่อวิเคราะห์เวลาศูนย์เปล่าโดยเฉลี่ยจาก 62 ปัญหา จะพบว่าวิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) ให้ค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าวิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) และวิธีฮิวริสติกส์อื่น ๆ

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบ (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) 2 วิธี คือ 1) วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) และ 2) วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเวลาศูนย์เปล่า (Idle Time) ที่น้อยที่สุดภายใต้เงื่อนไขของรอบเวลาการผลิตและลำดับของงาน โดยใช้ชุดปัญหาของ Armin Scholl (1993) จำนวน 13 ชุดปัญหา จาก www.assembly-line-balancing.de ที่มีจำนวนงาน เวลาของการทำงาน และรอบเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งเป็นปัญหาขนาดเล็กที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 7-11 งาน และปัญหาขนาดกลางมีจำนวนงานตั้งแต่ 21-58 งาน มาจัดสมดุลสายการประกอบด้วยโปรแกรม Web Browser Java Script แล้วเปรียบเทียบผลกับวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่นานที่สุด (Longest operation time: LOT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังมากที่สุด (Most following tasks: MFT), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Ranked positional weight: RPW), วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเวลาการทำงานที่สั้นที่สุด (Shortest operation time: SOT) และวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยจำนวนงานที่ตามหลังน้อยที่สุด (Fewest following tasks: FFT) ซึ่งผลการจัดสมดุลสายการประกอบ พบว่า วิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด (Maximum-COMSOAL) สามารถจัดสมดุลสายการประกอบมีเวลาศูนย์เปล่าโดยเฉลี่ยน้อยกว่าวิธีเลือกเวลาของสถานีงานที่น้อยที่สุด (Minimum-COMSOAL) และวิธีฮิวริสติกส์อื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และหน่วยวิจัยการผลิตและโลหะการ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

References

- [1] Seyed-Alagheband SA, Fatemi Ghomi SMT, Zandieh M. A simulated annealing algorithm for balancing the assembly line type II problem with sequence-dependent setup times between tasks. *International Journal of Production Research* 2011;49:805-25.
- [2] Sa-nguansin A, Kunadilok J. Heuristic method for workload variance reduction in U-Shaped assembly line balancing. *Thai Journal of Operations Research* 2014;2:11-21. (In Thai)
- [3] Kawmanee P, Kengpol A. The development of a computer program for line balancing process: a case study of a company in an automotive industry. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok* 2016;25:91-101. (In Thai)
- [4] Anil J, Sidheswar P, Dhani SC. Application of line-balancing to minimize the Idle time of workstations in the production line with special reference to automobile industry. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research* 2015;4:8-12.
- [5] SreSracoo P, Chantarasamai K. A mathematical model for solving the U-Shaped assembly line balancing problem of type 1. *Kasem Bundit Engineering Journal* 2018;8:15-28. (In Thai)
- [6] SreSracoo P, et al. Differential Evolution Algorithm for U-Shaped Assembly Line Balancing Type 1 (UALBP-1). *Proceedings of URU International Conference on Science Technology* 2018. 2018 Aug 2-3; Uttaradit, Thailand. p. 98-103.
- [7] Urban TL. Optimal balancing of U-Shaped assembly lines. *Management Sciences* 1998;44:738-41.
- [8] Zhang Z, Cheng W, Cheng Y, Liang J. A novel ant colony optimization algorithm for U-shaped line balancing problem. *Proceedings of IEEE Fourth International Conference on Natural Computer*; 2008 Oct 18-20; Jinan, China. Washington: IEEE; 2008.
- [9] Arcus AL. COMSOAL: a computer method of sequencing operations for assembly lines. *International Journal of Production Research* 1996;4:259-77.
- [10] Scholl A. Data of assembly line balancing problems [Internet]. 1993 [cited 2018 Dec 21]. Available from: <http://www.assembly-line-balancing.de/>

ประวัติผู้เขียนบทความ



ดร.พูนธนะ ศรีสระคู อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ
อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ที่อยู่ 439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์
31000 เบอร์โทรติดต่อ 086-2285472 E-mail: poontana.teay@gmail.com



กฤต จันทรสมัย อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอ
กันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150 เบอร์โทรติดต่อ
089-7116906 E-mail: Krit@msu.ac.th

Article History:

Received: April 4, 2019

Revised: August 7, 2019

Accepted: August 14, 2019