KKU Engineering Journal

http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/

การจัดตารางการผลิตโดยเปรียบเทียบการจัดตารางทั่วไปและวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

Method production scheduling using a comparison of genetic algorithm and other general methods

อดุลย์ พุกอินทร์*

Adul Phuk-in*

ภาควิชาไฟฟ้าคอมพิวเตอร์และอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

Received October 2011

Accepted January 2012

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้นำปัญหาการจัดตารางการทำงานของโรงงานเมลทัลอัลลอย ซึ่งจะมีการจัดตารางการทำงานให้กับสถานีงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดตารางการผลิต การพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางการผลิตได้นำวิธีการจัดตารางแบบ first in - first out ; FIFO, shortest processing time ; SPT, longest processing time ; LPT, early due date ; EDD และ minimize slack โดยผู้วิจัยได้พัฒนาออกแบบวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithm ; GA) ซึ่งเป็นวิธีการแบบฮิวริสติก เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิต การพัฒนาได้ทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมวิธีเจเนติกอัลกอริทึม โดยออกแบบการทดสอบเชิงแฟกทอเรียล 23 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการทำงานของโปรแกรม โดยวิธี anova เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม พบว่าค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์เท่ากับ 1, ค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.1, ค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ของค่า population size เท่ากับ 100 และค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ของค่า generations เท่ากับ 50 ดังนั้น ค่าพารามิเตอร์ในการทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมตามค่าที่เหมาะสมในวิธีต่างๆ ดังกล่าวจะทำให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานดีที่สุด ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานเมลทัลอัลลอย ผู้วิจัยได้นำปัญหาการจัดตารางการผลิต 4 ปัญหา ทำการทดสอบและเปรียบเทียบผลค่าของคำตอบ พบว่าวิธีที่หาค่าคำตอบได้ดีที่สุด คือ วิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) และวิธีการ longest processing time ; LPT ซึ่งจากการทดสอบกับปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ปัญหาจำนวนงาน 13 งาน จำนวนสถานีงาน 3 สถานีงาน, ปัญหาจำนวนงาน 23 งาน จำนวนสถานีงาน 5 สถานีงาน และปัญหาจำนวนงาน 27 งาน จำนวนสถานีงาน 4 สถานีงาน ได้ผลของการค้นหาคำตอบเท่ากับค่าขอบเขตต่ำสุด (lower bound) ในส่วนของปัญหาจำนวนงาน 17 งาน จำนวนสถานีงาน 5 สถานีงาน เป็นลักษณะของปัญหา np-hard วิธีของเจเนติกอัลกอริทึมสามารถหาค่าคำตอบได้เข้าใกล้ค่าขอบเขตต่ำสุด จากการเปรียบเทียบวิธีการในการหา

*Corresponding author. Tel.: 055-416-625

Email address: adun999@gmail.com

ค่าคำตอบของการจัดตารางการผลิตวิธีเจเนติกอัลกอริทึมสามารถหาค่าคำตอบได้ดี ทำให้โรงงานเมลทัลอัลลอยมีทางเลือกในการเลือกนำผลของคำตอบการจัดตารางการผลิตมาใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ตรงตามเป้าหมาย และสามารถนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินการในโรงงาน ได้อย่างมีประสิทธิผลสูงสุด

คำสำคัญ : ปัญหาการจัดตารางการผลิต วิธีเจเนติกอัลกอริทึม

Abstract

The goal of this study is to create the highest efficiency production work schedule. The following methods were used to design and develop the program to solve the problems : first in-first out (FIFO), shortest processing time (SPT), longest processing time (LPT), early due date (EDD), and minimize slack. The researcher had developed the genetic algorithm (GA) method which is the holistic method used for comparing the production scheduling outcome. Efficiency of the genetic algorithm was examined by designing a factorial 2^3 test for finding an appropriate parameter value using anova method. It was found that the appropriate value of the crossover, mutation, population size, and generation were equal to 1, 0.1, 100, and 50, respectively. This helped create a highest efficiency in the management of work schedule.

With regards to 4 problems in the management of work schedule testing of the mental alloyed factory, it was found that the GA and LPT methods could provide the best work value. Based on the examining of problems in the production scheduling for 13 tasks of 3 task stations, problems in 23 task of 5 task stations, and problems in 27 tasks of 4 task stations, the value finding was found at a lower bound. In the case of problems in 27 tasks of 5 task stations, the NP-Hard problem was found. The GA method could provide the best work value, making the mental alloyed factory has alternatives for the production scheduling. Besides, it could be employed for an increase of the efficiency in the operation of this factory.

Keywords : Job scheduling problem, Genetic algorithm method

1. บทนำ

ในการปฏิบัติการจัดตารางสำหรับระบบการผลิต หรือการให้บริการขององค์กรนั้น ผู้จัดตารางจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ กับหน่วยงานอื่นอีกเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ [2] การจัดตารางการผลิตแบบสั่งผลิต (job shop) เป็นการผลิตที่มีการสั่งผลิตจากลูกค้า เพื่อให้เสร็จทันเวลาส่งมอบตามกำหนดเวลาของลูกค้า การจัดตารางการผลิตเป็นปัญหาที่พบในการผลิตโดยทั่วไป ถ้ามีการแก้ไขโดยใช้วิธีการการจัดตารางการผลิตที่ดีมาช่วย ก็จะทำให้ลดเวลาในการผลิต ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านต่างๆ ลดลง ปัญหาที่พบในการจัดตารางการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้ความชำนาญของบุคลากรฝ่ายวางแผนเป็นผู้จัดตารางการผลิตให้กับแรงงาน และเครื่องจักร โดยมิได้คำนึงถึง

ว่าวิธีการที่นำมาใช้นั้น อาจใช้ระยะเวลายาวนานเกินไปในการผลิต

ในการวางแผนการจัดตารางการผลิตในปัจจุบัน ได้นำวิธีการทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการตัดสินใจของฝ่ายวางแผน เพื่อลดความเสี่ยง และการสูญเสียในด้านต่างๆ โรงงานที่มีการวางแผนที่ดี มีประสิทธิภาพในกระบวนการควบคุมย่อมจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเวลาในกระบวนการผลิต และการกำหนดงานให้กับเครื่องจักร หรือสถานีงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งบางครั้งอาจเกิดปัญหาทางด้านการจัดตารางการทำงานให้กับสถานีงาน และเครื่องจักรที่มีระยะเวลายาวนาน ซึ่งจะทำให้ทรัพยากรต่างๆ ที่จัดสรรเข้าสู่กระบวนการผลิตแล้วแต่ไม่สามารถผลิตเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

ในกระบวนการผลิตอัลลอยจากอลูมิเนียมหล่อ,งานประกอบสแตนเลส และงานประกอบเหล็กอิตาลี เป็นผลผลิตหลักของโรงงานเมลทัลอัลลอย ซึ่งเป็นผู้ผลิตที่มียอดขายเดือนละ 2 – 3 ล้านบาท โดยมีกำลังการผลิตตั้งแต่ 15 งาน ถึง 20 งาน เป็นต้น การผลิตจะต้องมีการติดตั้งนอกสถานที่ ในแต่ละเดือนจะมีปริมาณการผลิตมากบ้างน้อยบ้างไม่เท่ากัน ศูนย์กระจายสินค้าและจัดจำหน่ายสินค้ามี 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุตรดิตถ์,จังหวัดพิษณุโลก, จังหวัดแพร่, จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดลำปาง การจัดตารางการผลิต ให้กับสถานีงาน หรือแรงงานใช้วิธีการจัดงานโดยพนักงานในโรงงาน ซึ่งพบว่ามีระยะเวลาในการทำงานยาวนานมาก

งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบพัฒนาโปรแกรม เพื่อการจัดตารางการผลิต ให้กับสถานีงาน และแรงงานของโรงงานเมลทัลอัลลอย เพื่อเปรียบเทียบกฎการจัดตารางการผลิต กับวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และเลือกวิธีการที่ดีที่สุด เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานในโรงงาน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหาของการจัดตารางการผลิต

ลักษณะของปัญหาการจัดลำดับงานและตารางการผลิตเป็นปัญหาประเภท np-hard แบบ combinatorial optimization [1,4] ซึ่งหมายถึง ปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนาน และเมื่อมีขนาดของปัญหาที่มากขึ้นลักษณะปัญหาจะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนเชียล เมื่อปัญหามีเพิ่มขึ้น ในกรณีที่มีงานอยู่ n งาน สามารถจัดตารางการผลิต ได้ n! การแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิต สามารถทำได้ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าต่ำสุดของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (linear programming),วิธีแตกกิ่งและขอบเขต (branch and bound) หรือวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดทางฮิว ริสติกในวิธีต่าง ๆ เช่น วิธีของ campbell dudok and smith, วิธีการของ nawaz enscore ham ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาเพื่อความถูกต้องแม่นยำและสะดวกรวดเร็ว แก้ปัญหาตรงตามวัตถุประสงค์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อภาคอุตสาหกรรมมีการพัฒนามากขึ้นย่อมส่งผลให้การออกแบบการจัดตารางการผลิต มีความซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย การแก้ไขโดยการคำนวณโดยใช้วิธีการแบบเดิมอาจทำได้ยาก และใช้ระยะเวลานาน

การแก้ปัญหาในการจัดตารางการผลิตเกิดขึ้นโดย Henry เป็นผู้ที่ได้พัฒนาการจัดตารางการผลิตอย่างง่าย โดยใช้แผนภูมิแกนท์ (gantt chart) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1971 โดยแผนภูมิแกนท์ แสดงถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้น ซึ่งจะแสดงในรูปเส้นแถบ (bar) ตามเวลาในแนวนอน วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่รู้จักกันดี และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดตารางการทำงานของโรงงานเมลทัลอัลลอย จะใช้ความชำนาญของพนักงาน หรือใช้คอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมพื้นฐานมาช่วยในการจัดบ้าง ซึ่งอาจจะใช้เวลาและค่าเวลาของงานที่อยู่ในระบบนานกว่าความเป็นจริง ในการวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต แสดงดังนี้

ในการจัดตารางการทำงานของโรงงานเมลทัลอัลลอย จะใช้ความชำนาญของพนักงาน หรือใช้คอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมพื้นฐานมาช่วยในการจัดบ้าง ซึ่งอาจจะใช้เวลาและค่าเวลาของงานที่อยู่ในระบบนานกว่าความเป็นจริง ในการวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต แสดงดังนี้

เวลางานที่อยู่ในระบบ (flow time)

$$\bar{F} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} F_j \qquad (1)$$

เวลางานสาย (lateness)

$$L_i = C_i - d_i \qquad (2)$$

เวลางานสายเฉลี่ย (mean lateness)

$$\bar{L} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} L_j \qquad (3)$$

เวลางานล่าช้าเฉลี่ย (mean tardiness)

$$\bar{T} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} T_j \qquad (4)$$

(1) แบบจำลองในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิต

กำหนดค่าตัวแปรดังนี้

m = จำนวนสถานีงาน หรือกลุ่มงาน

n = จำนวนของงาน

P_i = เวลาที่ใช้ในการทำงานที่ *i*

C_i = เวลางานเสร็จที่ *i*

d_i = เวลานัดส่งลูกค้าที่งาน *i*

L_i = เวลางานที่ทำเสร็จก่อนเวลาหรือหลังเวลานัดส่งงาน

T_i = เวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังวันนัดส่งงาน

x_{ik} = มอบหมายให้สถานีงาน *k* ทำงาน *i* จะมีค่าเป็น 1 และเป็น 0 ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไข

y_{jl} = มอบหมายให้สถานีงาน *l* ทำงาน *j* จะมีค่าเป็น 1 และเป็น 0 ถ้าไม่ เป็นไปตามเงื่อนไข

C_{max} = เวลาสิ้นสุดการทำงานของชุดงาน หรือ เรียกอีกอย่างว่า ค่าเมคสแปน (makespan) แบบจำลองในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิต ซึ่งแสดงค่าสมบูรณ์แบบไบนารี่ (binary) หรือ 0 ,1 ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของสมการ ดังแสดงสมการ

Minimize C_{max}

$$C_{max} \geq C_i \forall 1 \leq i \leq n \qquad (5)$$

$$C_i - P_i \geq 0 \forall 1 \leq i \leq n \qquad (6)$$

$$\sum_{k=1}^{m} X_{ik} \leq 1 \forall 1 \leq i \leq n \qquad (7)$$

$$Z_{ijkl} \leq X_{ik} \forall 1 \leq i,j \leq n, \ \forall 1 \leq k,l \leq m \qquad (8)$$

$$Z_{ijkl} \leq X_{jl} \forall 1 \leq i,j \leq n, \ \forall 1 \leq k,l \leq m \qquad (9)$$

(2) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Der-Horng Lee et al, (2006) ได้นำวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการจัดตารางการทำงานให้กับเครนในท่าเรือในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ทำให้ได้ผลการจัดตารางการทำงานของเครนที่จะทำให้ใช้เวลาในการหาค่าคำตอบที่ดีทางด้านเวลา และได้เลือกวิธีการครอสโอเวอร์ (crossover) และการมิวเตชั่น (mutation) อย่างละหนึ่งแบบมาใช้ในกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึม [5]

Y Zhu and A Lim, (2005) ได้เสนอวิธีการจัดตารางการทำงานโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้มีค่าเมคสแปนต่ำที่สุด โดยใช้วิธีแบรช์แอนด์บาวค์ (branch and bound ; B&B) และวิธีการอบอ่อนจำลอง (simulated annealing ; SA) [6]

Kap Hwan and Young-Man, (2004) ได้ทำการศึกษาวิธีการจัดตารางการทำงานของเครนที่ใช้ขนถ่าย คอนเทนเนอร์ในท่าเรือ โดยได้นำวิธีการหาค่า mixed-integer - programming Model มาใช้ในการหาคำตอบร่วมกับการหาค่าทางฮิวริสติก (heuristic algorithm) และการใช้วิธี branch and bound ; B&B ร่วมกับวิธี greedy randomized adaptive search procedure ; GRASP ผลที่ได้ในการหาค่าที่มีปัญหาขนาดใหญ่ พบว่าการหาค่าโดยวิธี B&B และวิธีการ GRASP จะหาค่าคำตอบด้านเวลาได้ดี [3]

จากทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้นำมาพัฒนา เพื่อปรับปรุงวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิต ให้กับโรงงานเมลทัลอัลลอย โดยการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางการผลิต เพื่อจุดมุ่งหมายในการลดเวลาในการดำเนินการ

(3) วิธีการจัดตารางการผลิต และวิธีฮิวริสติก

วิธีการ first in - first out ; FIFO เป็นวิธีการที่นิยมใช้สำหรับการจัดตารางแบบง่าย และเหมาะสมกับการจัดตารางการทำงานให้กับคนงานเข้าทำงานตามสถานีงาน และวิธีการนี้เหมาะสมกับมนุษย์มากที่สุด

วิธีการ shortest processing time ; SPT เป็นวิธีการจัดตารางที่เลือกงานใดๆ ที่ใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุด จะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยเป็นลำดับที่ 2, 3 และ 4 จนกระทั่งถึงอันดับที่ n จัดเรียงลำดับตามมา

วิธีการ longest processing time ; LPT งานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุด จะได้รับการจัดตารางให้เข้าทำงานบนเครื่องจักร หรือสถานีงานก่อน

วิธีการ early due date ; EDD เป็นวิธีการที่เลือกเวลาที่นัดส่งลูกค้านานที่สุดมาเข้าเครื่องจักรหรือสถานีงานก่อนและตามด้วยงานที่นัดส่งที่เวลาน้อยตามมา จัดเข้าทำงานตามลำดับ

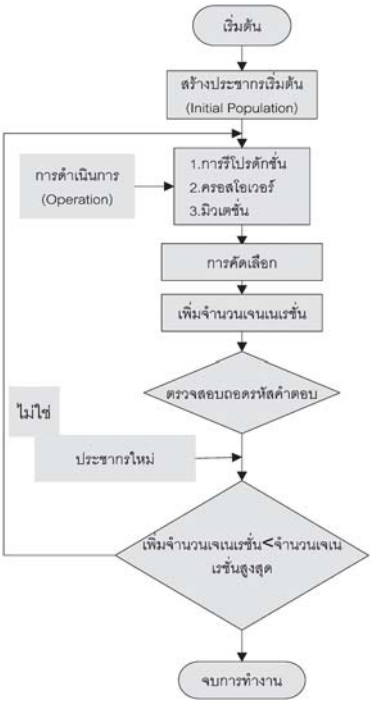
วิธีการ minimize slack เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของ slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน สำหรับค่า slack ของงาน จะหาได้จากการนำค่าเวลาที่จะต้องใช้ทั้งหมดในหน่วยผลิต ลบออกด้วยเวลาที่จะถึงกำหนดส่งงาน และเลือกค่าที่น้อยมาทำงานก่อน

วิธีการเจเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithm ; GA) วิธีเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย ฮอลแลนด์ (holland) ค.ศ 1975 เป็นเทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดวิธีหนึ่ง ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของวิธีการหาค่าความเหมาะสมโดยวิธีการประมาณ ขั้นตอนของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมมีรากฐานมาจากทฤษฎีวิวัฒนาการของ ชาร์ล ดาร์วิน (charles darwin) โดยอ้างอิงจากแนวคิดเรื่องการอยู่รอดของผู้ที่เหมาะสม

ที่สุด (survival of the fittest) การทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมนั้น จะเป็นไปในลักษณะของการหาคำตอบแบบคู่ขนาน (parallel search) โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคำตอบ (solution) หรือสมาชิกของประชากร (individual) ภายในประชากร (population) 1 รุ่นนั้น เป็นไปเพื่อการสำรวจพื้นที่ในการค้นหา (search space) และส่งเสริมให้มีการถ่ายทอดคุณลักษณะที่ดี (fit characteristics) ของคำตอบที่ได้ค้นพบในรุ่นปัจจุบันไปยังรุ่นถัดไป

การเข้ารหัสโครโมโซม (chromosome encoding) เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนวิธีเจเนติกอัลกอริทึมที่สำคัญ ในการเข้ารหัสของปัญหาการจัดตารางการผลิต โดยนำขนาดของปัญหาการจัดตารางการผลิต นำมาจัดเรียงในบิท เรียกว่าโครโมโซม (chromosome) ดังรูปที่ 1 และนำไปสู่ขั้นตอนวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังรูปที่ 2

รูปที่ 1 แสดงโครโมโซมของการจัดตารางการผลิต



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

3. ปัญหาการจัดตารางการผลิตของการผลิตในโรงงานเมลทัลอัลลอย

ปัญหาการจัดตารางการผลิต ของโรงงานเมลทัลอัลลอย ผู้วิจัยได้ค้นพบปัญหาการจัดตารางการผลิตให้กับพนักงานที่มีการทำงานเป็นกลุ่มหรือเรียกว่าสถานีงาน การจัดตารางการผลิตโดยทั่วไปจะใช้วิธีการในความชำนาญของพนักงานฝ่ายวางแผนการผลิต เป็นผู้จัดตารางการผลิต และมอบหมายงานให้สถานีงาน ดังนั้น การดำเนินการในกระบวนการผลิตพบปัญหาเรื่องงานล่าช้าไม่ทันกำหนดการนัดส่งลูกค้า หรือใช้ระยะเวลาในการผลิตที่ยาวนานจึงทำให้เกิดต้นทุนที่ไม่ควรเกิดขึ้นในการผลิต ในขั้นตอนของการผลิตในโรงงานเมลทัลอัลลอย ส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมประกอบ และการติดตั้งที่หน้างาน เช่น งานประตูอัลลอย, งานประกอบโครงสแตนเลส, งานประกอบเหล็กอิตาลี และงานซ่อมบำรุงให้กับลูกค้าทั่วไปซึ่งจะมีระยะเวลาการทำงาน (processing time) และวันกำหนดส่งให้กับลูกค้าที่ชัดเจน ดังแสดงตัวอย่างตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างตารางการผลิต ที่มีการสั่งผลิต เวลาการทำงานและวันนัดส่งลูกค้า

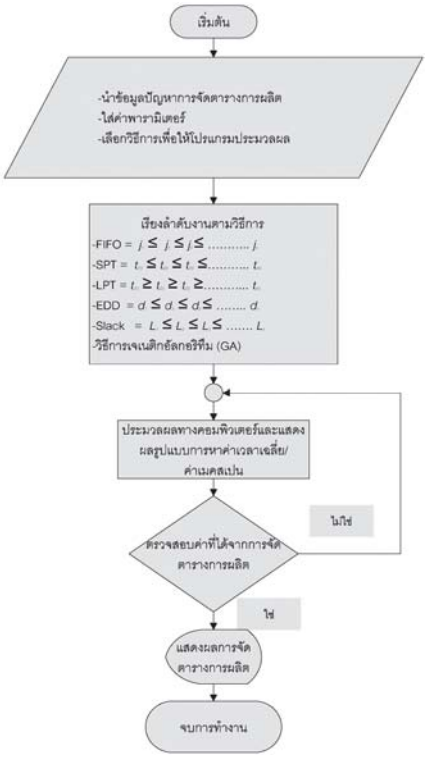
งาน	งานที่	เวลาปฏิบัติงาน (วัน)	กำหนดวันส่ง
ประตูสแตนเลสบานเลื่อนลาย JNC - 027	1	30	40
งานหล่อป้ายบ้านเลขที่อัลลอยตามแบบกำหนด	2	4	8
ประตูอัลลอยบานเลื่อนเปิดขวา ขนาด 4x2 ม.	4	12	16
ระเบียงสแตนเลสประตูเหล็กผสมอัลลอยบานเลื่อน ประตูอัลลอย	5	6	8
ประตูสแตนเลสบานเลื่อน ลาย064 บานเลื่อน	6	3	8
ระเบียงสแตนเลสลาย บี 147	7	6	8
หลังคาโพลีโครงสแตนเลสโพลีตันผิวส้ม	8	3	8
ระเบียงสแตนเลส ประตูสวิง+ ลาวบันได สแตนเลส	10	3	8
ประตูเหล็กดัดบานเลื่อนรีโมทประตูแบบธรรมดา	12	12	16
ประตูอัลลอย+มุ้งลวดบานสวิง	13	4	8
ประตูอัลลอยบานใหญ่และประตูอัลลอยบานเล็กในบ้าน	14	6	8

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ได้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิต ของโรงงานเมลทัลอัลลอย ในการออกแบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

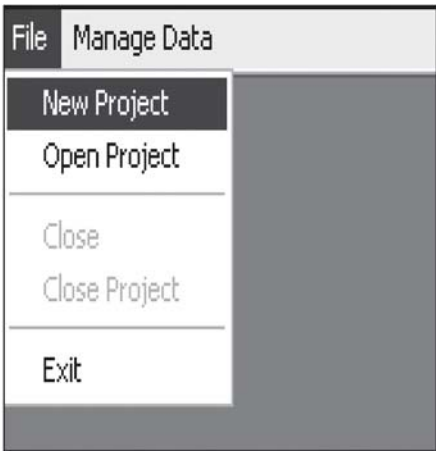
4.1 การออกแบบพัฒนาโปรแกรมจัดตารางการผลิต

ได้ประยุกต์วิธีการ FIFO, วิธีการ SPT, วิธีการ LPT, วิธีการ EDD, วิธีการ minimize slack และวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม (GA) โดยการออกแบบตามวิธีการเรียงลำดับตามกฎ และวิธีการฮิวริสติกโดยใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งมีหลักการออกแบบในการนำข้อมูลเข้าตามจำนวนงาน และสถานีงาน เช่น มีจำนวนงานที่จะนำมาจัดตารางการผลิตจำนวน 13 งาน มีจำนวนสถานีงาน 3 สถานีงาน (13x3) เป็นต้น การประมวลผลจะมีการกำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรมที่หน้าต่างของโปรแกรม ดังรูปที่ 3 ในการกำหนดวิธีการหรือการใช้วิธีการจัดตารางการผลิตโดยทั่วไป ที่จะนำมาจัดตาราง เพื่อการกำหนดค่าต่างๆ ที่เป็นค่าพื้นฐานหรือค่าพารามิเตอร์ของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม และขั้นตอนต่อไปเป็นการประมวลผล และวิเคราะห์ผลโดยผลจะแสดงเป็น ค่าเมคสแปน หรือเวลางานเสร็จที่ต่ำสุด (C_{max})ดังแสดงขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมในรูปที่ 3

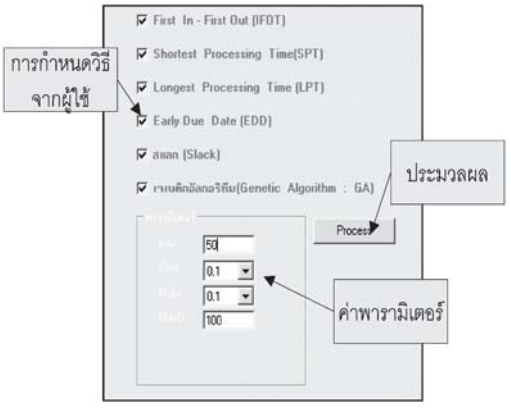


รูปที่ 3 แสดงการออกแบบขั้นตอนวิธีการจัดตารางการผลิตแบบทั่วไป และวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

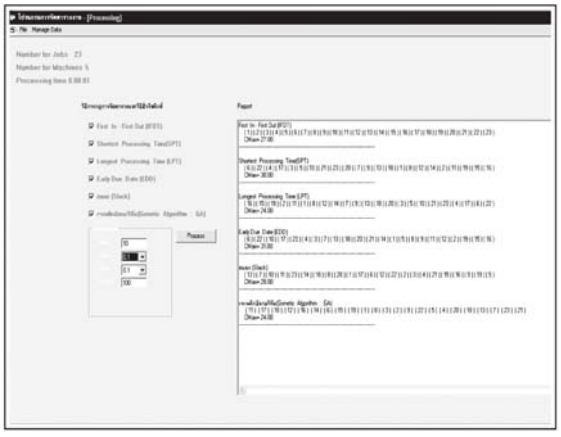
จากรูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมที่ใช้แก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิต การออกแบบได้เลือกวิธีการทั่วไป ใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบทั่วไปในการจัดตารางการผลิต และวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ที่มีการออกแบบการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์ แบบ order crossover และการมิวเตชั่น แบบ insertion mutation ก่อนการประมวลผล ออกแบบโปรแกรมให้มีการนำเข้าของข้อมูลปัญหาการจัดตารางการผลิต โดยออกแบบให้มีขั้นตอนการเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตโดยผู้ใช้ หรือการเลือกให้โปรแกรมประมวลผลโดยใช้วิธีการจัดตารางทั้งหมด เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิต ซึ่งโปรแกรมทำงานบนวินโดว์ (windows) ดังแสดงรูปที่ 4 และแสดงการเลือกวิธีการจัดตารางการผลิต และวิธีเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อวิเคราะห์ผลปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงาน



รูปที่ 4 แสดงการนำข้อมูลปัญหาการจัดตารางการผลิตเข้าโปรแกรม



รูปที่ 5 แสดงการเลือกแบบเพื่อการวิเคราะห์ผล



รูปที่ 6 แสดงรูปแบบโปรแกรมจัดตารางการผลิตและแสดงการวิเคราะห์ผล

4.2 การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

วัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความเหมาะสมในการเริ่มต้นใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจัดตารางการผลิต โดยโปรแกรมจะคำนวณค่าพารามิเตอร์ขนาดของประชากรที่สุ่ม (population size) กับจำนวนรุ่น (generations) เปอร์เซนต์การครอสโอเวอร์ (crossover) เปอร์เซนต์การมิวเตชั่น (mutation) โดยแสดงค่าระดับปัจจัย และปัจจัยในการออกแบบการทดสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าระดับปัจจัยในการทดสอบ

ปัจจัย (factor)	ระดับปัจจัย (levels)	
	ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)
จำนวนประชากรเริ่มต้น	50/100	100/50
เปอร์เซนต์การครอสโอเวอร์ (crossover)	0.5	1.00
เปอร์เซนต์การมิวเตชั่น (mutation)	0.1	0.3

จากตารางที่ 2 การทดสอบหาค่าความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าที่เหมาะสมกับปัญหาการจัดตาราการผลิตที่ 13 งาน จำนวนสถานีงาน 3 สถานีงาน และปัญหาการจัดตารางการผลิตที่ 23 งาน จำนวนสถานีงาน 5 สถานีงาน เนื่องจากการสุ่มปัญหาขนาดเล็ก และปัญหาขนาดใหญ่ การออกแบบวิเคราะห์เชิงแฟกทอเรียล 2^3 ออกแบบการทดสอบ 8 การทดสอบในการทดสอบจะต้องเก็บค่าเมคสแปนต่ำสุด เพื่อเปรียบเทียบค่าเวลาการประมวลผล และค่าขอบเขตต่ำสุด จากการทดสอบจะใช้ replicate เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ผลโดยใช้ anova โดยหาความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์ของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ดังแสดงผลตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

ปัญหาทดสอบ	ประชากร/รุ่นที่เหมาะสม (pop/gen)	เปอร์เซ็นต์ครอสโอเวอร์ %crossover	เปอร์เซนต์มิวเตชั่น %mutation
13x3	100/50	1.0	0.1
23x5	100/50	1.0	0.1

5. ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้นำวิธีการจัดตารางงานโดยทั่วไป และพัฒนาวิธีเจเนติกอัลกอริทึม มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานเมลทัลอัลลอย ได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่พบคือ การใช้ระยะเวลาการผลิตที่มากของชุดงาน ซึ่งมีการจัดตารางการผลิตโดยพนักงาน ดังนั้น ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อเปรียบเทียบค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ก่อนการตัดสินใจในการสั่งผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหา โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ pc

(pentium (R) CPU 3.4 GHz,ramddr-2533 MB) ในการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิต ของโรงงานเมลทัลอัลลอยผู้วิจัยได้นำปัญหางานที่มีการสั่งผลิตโดยลูกค้าและฝ่ายผลิต มาทำการทดสอบ 100 การทดสอบ (replicate) ซึ่งแต่ละปัญหาแสดงผลของคำตอบที่ได้นำมาเปรียบเทียบผลทางด้านการหาค่าที่ดีของแต่ละวิธี โดยจะวัดค่าเมคสแปน (makespan) หรือ C_{max} ของชุดงานนั้นๆ ดังแสดงปัญหาในการทดสอบตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานเมลทัลอัลลอย

ชุดงานที่	จำนวนงาน ในแต่ละเดือน	จำนวนสถานีงาน
1	17	5
2	13	3
3	23	5
4	27	4

จากตารางที่ 4 แสดงปัญหาของการจัดตารางการผลิต ของโรงงานเมลทัลอัลลอย จำนวน 4 ชุดงาน ซึ่งในแต่ละชุดงาน มีจำนวนงาน และจำนวนสถานีงานไม่เท่ากัน เนื่องจากสถานีงานบางสถานีเป็นผู้รับเหมาภายนอกโรงงาน บางเดือนผู้รับเหมางานอาจไม่ได้รับงาน จึงเป็นเหตุให้สถานีงานลดลง ส่วนภายในโรงงานมี 3 สถานีงาน เป็นกลุ่มพนักงานในโรงงานเมลทัลอัลลอย

ผู้วิจัยได้นำปัญหามาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิต ให้กับสถานีงานของโรงงานเมลทัลอัลลอยปัญหาของงานนำมาหาค่าขอบเขตต่ำสุด (lower bound) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์เพื่อใช้เปรียบเทียบการจัดตารางการผลิต และแสดงการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบปัญหาการจัดตารางการผลิต ปัญหา 17 งาน 5 สถานีงาน (17x5)

วิธีจัดตารางการทำงาน	ขอบเขตต่ำสุด (lower bound)	ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุด (makespan)(วัน)	เวลาการประมวลผลการทำงาน(วินาที)
FIFO	16	22	00.00.01
SPT	16	22	00.00.01
LPT	16	19	00.00.01
EDD	16	21	00.00.01
Slack	16	23	00.00.01
GA	16	18*	00.00.01

จากตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต 17x5 ได้ผลเฉลยของงานที่มีค่างานที่ดีที่สุด คือ วิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 18 วัน โปรแกรมใช้เวลาทำงาน 1 วินาที ไม่ได้ค่าขอบเขตต่ำสุด และแสดงการทดสอบปัญหา 13 งาน 3 สถานีงาน ดังแสดงตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบปัญหาการจัดตารางการผลิต ปัญหา 13 งาน 3 สถานีงาน (13x3)

วิธีจัดตารางการทำงาน	ขอบเขตต่ำสุด (lower bound)	ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุด (makespan) (วัน)	เวลาการประมวลผลการทำงาน (วินาที)
FIFO	19	22	00.00.01
SPT	19	25	00.00.01
LPT	19	19*	00.00.01
EDD	19	24	00.00.01
Slack	19	23	00.00.01
GA	19	19*	00.00.01

จากตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต 13x3 ได้ผลเฉลยของงานที่มีค่างานที่ดีที่สุด คือ วิธีการ longest processing time ; LPT ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 19 วัน และวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 19 วัน โปรแกรมใช้เวลาทำงาน 1 วินาที ทั้งสองวิธีได้ค่าขอบเขตต่ำสุดเท่ากับ 19 วัน และแสดงการทดสอบปัญหา 23 งาน 5 สถานีงาน ดังแสดงตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบปัญหาการจัดตารางการผลิต ปัญหา 23 งาน 5 สถานีงาน (23x5)

วิธีจัดตารางการทำงาน	ขอบเขตต่ำสุด (lower bound)	ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุด (makespan) (วัน)	เวลาการประมวลผลการทำงาน (วินาที)
FIFO	24	27	00.00.01
SPT	24	30	00.00.01
LPT	24	24*	00.00.01
EDD	24	31	00.00.01
Slack	24	28	00.00.01
GA	24	24*	00.00.01

จากตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต 23x5 ได้ผลเฉลยของงานที่มีค่างานที่ดีที่สุด คือ วิธีการ longest processing time ; LPT ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 24 วัน และวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 24 วัน โปรแกรมใช้เวลาทำงาน 1 วินาที ทั้งสองวิธีได้ค่าขอบเขตต่ำสุดเท่ากับ 24 วัน และแสดงการทดสอบปัญหา 27 งาน 4 สถานีงาน ดังแสดง

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบปัญหาการจัดตารางการผลิต ปัญหา 27 งาน 4 สถานีงาน (27x4)

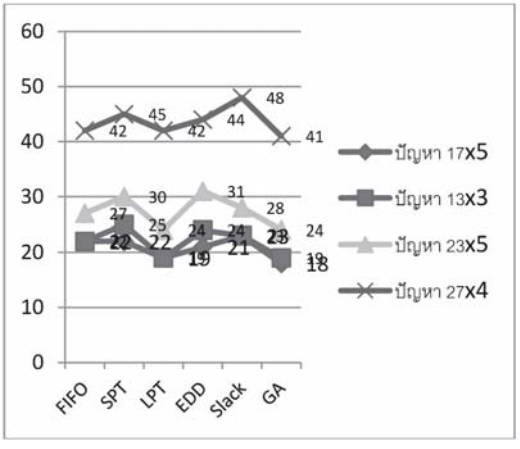
วิธีจัดตารางการทำงาน	ขอบเขตต่ำสุด (lower bound)	ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุด (makespan) (วัน)	เวลาการประมวลผลการทำงาน (วินาที)
FIFO	41	42	00.00.01
SPT	41	45	00.00.01
LPT	41	42	00.00.01
EDD	41	44	00.00.01
Slack	41	48	00.00.01
GA	41	41*	00.00.02

จากตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิต 27x4 ได้ผลเฉลยของงานที่มีค่างานที่ดีที่สุด คือ วิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) ได้ค่าเวลาของชุดงานที่ดีที่สุดเท่ากับ 24 วัน โปรแกรมใช้เวลาทำงาน 2 วินาที ได้ค่าขอบเขตต่ำสุดเท่ากับ 41 วัน

6. สรุปผลการศึกษาและอภิปราย

การศึกษาการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานเมลทัลอัลลอย ได้ออกแบบพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีการแบบทั่วไปและการพัฒนาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยวิธีการ เจเนติกอัลกอริทึม และได้ออกแบบหาค่าความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ที่ดี พบว่าขนาดของประชากรที่สุ่ม (population size) เท่ากับ 50 จำนวนรุ่น (generations) เท่ากับ 100 เปอร์เซนต์การครอสโอเวอร์ (crossover) เท่ากับ

1 และเปอร์เซนต์การมิวเตชั่น (mutation) เท่ากับ 0.1 จึงจะให้ค่าการค้นหาคำตอบที่ดีของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งผลเฉลยจากการทดสอบปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานเมลทัลอัลลอย จำนวน 4 ปัญหา พบว่าโปรแกรมที่พัฒนา สามารถจัดตารางการผลิตเพื่อ เปรียบเทียบการใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบทั่วไปกับวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมได้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ปัญหาทั้ง 4 ปัญหา ได้ค่าขอบเขตต่ำสุด 3 ปัญหา และวิธีที่หาค่าคำตอบได้ดี คือ วิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) และวิธีแบบ longest processing time; LPT ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถหาคำตอบค่าขอบเขตต่ำสุดได้ ดังแสดงการเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิต รูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการจัดตารางการผลิตแบบทั่วไปและวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

สรุปได้ว่าโปรแกรมจัดตารางการทำงานโรงงานเมลทัลอัลลอยที่พัฒนาสามารถจัดตารางการผลิตได้ตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพด้านการจัดตารางการผลิต เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดตารางก่อนที่จะมีการสั่งผลิต และประการสำคัญยังเป็นเครื่องมือและวิธีการที่ช่วยวางแผนงานด้านการผลิตในโรงงาน ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่สนับสนุนทุนวิจัย โรงงานเมลทัลอัลลอย และอาจารย์ดร.สุปรียา คำฟู ที่ช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย และที่ให้ข้อมูล สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Bish E, Leong T,Li c, Ng J, Simchi –Levi D. Analysis of a new vehicle scheduling location problem. Naval Research Logistics. 2001;8(48):1002-1024.

[2] Chutima P. The scheduling technique of operations. Publishers Chulalongkorn University. (In Thai).

[3] Kim K H, Park Y M. A crane scheduling method for part container terminals. Operational Research. 2004;156(204): 752–768.

[4] Hawaz M, Enscore E, Ham I. A heuristic algorithm for the m-marching n-job flow show equencing. Omega. 1983;11(1): 11-95.

[5] Lee D H, Wang H W, Miao L. Quay cane seheduling with non-interference constraints in port container terminals. ELSEVIER. 2008;4(2):124-135.

[6] Zhu Y, A Lim. Crane Scheduling with non-crossing constraint. Journal of the Operational Research Society 2006;57(12): 1464-1471.