



วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร

MUT Journal of Business Administration

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2554)

Volume 8 Number 1 (January – June 2011)

## การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดตารางการทำงาน กรณีสถานงานเรียงต่อกันเป็นอนุกรม

### A Genetic Algorithms Application for Solving the Job Shop Scheduling Problem In Case of Series Machines

เสธฐา เพชรอำไพ Setha Petchaumpai <sup>1,\*</sup>, ธารธร กุลภัทรนิรันดร์ Tarathorn Kullpattaranirun <sup>2</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโท บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร

<sup>2</sup> Ph.D, อาจารย์ประจำ สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร

#### บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมทั่วไปมักจะพบกับปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งได้แก่ ปัญหาการจัดตารางการทำงานให้กับงานต่างๆ เพื่อเข้าสู่กระบวนการ ตามสถานงานต่างๆ ทั้งนี้เพราะการจัดตารางการทำงานเกี่ยวข้องกับตรงกับการรอบเวลาการผลิต ระยะเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงาน และในบางกรณีเกี่ยวข้องกับการปรับเมื่องานแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาช่วยตัดสินใจในการจัดตารางการทำงาน (Job Shop Scheduling) กรณีที่สถานงานเรียงต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้การจัดตารางการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมา ขอบเขตของการศึกษาจะศึกษาเฉพาะปัญหาการจัดตารางการทำงานที่มีสถานงานหรือเครื่องจักรที่วางเรียงต่อกันเป็นอนุกรม และงานแต่ละงานไม่จำเป็นต้องเข้าทุกสถานงาน จากการทดลองพบว่าวิธีที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการทำงานได้มีประสิทธิภาพกว่าวิธีของแคมเบล และเมื่อทดสอบเปรียบเทียบกับโปรแกรม LEKIN Scheduler จะมีประสิทธิภาพมากกว่าในบางกรณี

คำสำคัญ: วิธีเชิงพันธุกรรม การจัดตารางการทำงาน

---

\* E-mail address: snk\_mt@hotmail.com

## ABSTRACT

Job shop scheduling is well known and significant topic in industry due to efficient job scheduling can lead to shorter processing time, on the contrary inefficient job scheduling can lead to delaying which manufactures might have to pay penalty to unsatisfied customers. The objective of this research is to apply the Genetic Algorithms (GAs) method to make a decision for job shop scheduling in order to get more efficient job shop schedule by developing a new program and to compare the job shop schedule efficiency between new program by genetic algorithms method and the old one by Campbell method. However, in this research we scope our research to study only a flow shop system and each work is not necessary to enter every work station/machine. From the result, we find that the new developed method could be used to find out the appropriate answer and more efficient than that of the Campbell method. In addition, in some case, this new method is more efficient than LEKIN Scheduler program.

**Keywords:** Genetic Algorithms, Job Shop Scheduling

---

## บทนำ

ปัจจุบันการดำเนินกิจการธุรกิจอุตสาหกรรมด้านการผลิตหรือการรับจ้างผลิตมีอัตราการแข่งขันที่สูงขึ้น ทำให้องค์กรธุรกิจต่างๆ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและบริการให้เพิ่มสูงขึ้นเพื่อให้สามารถแข่งขันและอยู่รอดในธุรกิจได้ การจัดตารางการทำงานที่มีประสิทธิภาพเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะนอกเหนือจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่มีคุณภาพได้มาตรฐานแล้ว การส่งมอบได้ตรงตามระยะเวลาที่กำหนดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ลูกค้าส่วนใหญ่ใช้เป็นเกณฑ์หนึ่งในการคัดเลือกผู้ผลิตหรือผู้ส่งมอบ นอกจากนี้แล้วกิจกรรมการจัดตารางการผลิตยังมีความสำคัญในเชิงกลยุทธ์ที่องค์กรสามารถเลือกนำมาใช้และปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ได้ เป็นอย่างดี เช่น การจัดตารางการผลิตอย่างไรจึงจะทำให้ค่าปรับจากการส่งมอบล่าช้าน้อยที่สุด การจัดตารางการผลิตอย่างไรจึงจะทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยในระบบของงานทุกงานต่ำที่สุด หรือการ จัดตารางการผลิตอย่างไรจึงจะทำให้ระยะเวลาแล้วเสร็จของงานทุกงานต่ำที่สุด เป็นต้น การที่ภาคธุรกิจมีการแข่งขันสูงเช่นนี้ทำให้องค์กรต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ ด้าน เพื่อที่จะทำให้สามารถอยู่รอดได้ในการบริหารงาน จำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีกับทรัพยากรทางการจัดการในส่วนต่างๆ ได้แก่ บุคลากร (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) เงิน (Money) การจัดการ (Management) และตลาด (Market) หรือ 6

เศรษฐา เพชรอำไพ และธรรร ภูภักทรินทร์

M's (จรินทร์ อาสาทรงธรรม, 2548) ดังนั้นการที่จะสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจจึงควรจะมีองค์ประกอบต่างๆ ร่วมกัน ซึ่งสามารถประสบผลสำเร็จได้จากการมีประสิทธิภาพของการบริหาร เพื่อคุณภาพของสินค้าหรือบริการของธุรกิจ การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าหรือผู้ใช้บริการ นั้นๆ และด้านผลประโยชน์ต่อกลุ่มธุรกิจเองที่จะสามารถลดต้นทุนของสินค้าและบริการ งานวิจัยนี้ ทำการศึกษาในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการสำหรับการตัดสินใจในเรื่องของการจัดตารางการทำงาน (Job shop scheduling) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการบริหารองค์กร เพื่อหา รูปแบบวิธีที่เหมาะสม รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ โดยการประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms, GAs) มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่ง GAs เป็นวิธีการแบบอีวิลูชันที่สามารถช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาประเภทที่มีจำนวนคำตอบมากมายได้เป็นอย่างดี (ปณิธาน พิศพัฒนา, 2549; สุจิตเวท สินศิริ และ ธารธร กุลภัทรนันตร์, 2550) Gas อาศัยหลักการที่มีการเลียนแบบวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตและหลักการของการถ่ายทอดพันธุกรรมและความสามารถในการอยู่รอดตามธรรมชาติ โครโมโซมใดที่มีลักษณะด้อยกว่าก็จะมีโอกาสที่จะสูญหายไปมากกว่าโครโมโซมที่มีลักษณะเด่นกว่า และหลักการของ GAs ยังมีแนวความคิดที่ว่าแนวโน้มของโครโมโซมรุ่นต่อไป จะมีลักษณะที่ดีกว่ารุ่น บรรพบุรุษ

งานวิจัยนี้ประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาช่วยในการจัดตารางการทำงาน (Job Shop Scheduling) กรณีที่สถานงานเรียงต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้การจัดตารางการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขอบเขตของการศึกษาจะศึกษาเฉพาะปัญหาการจัดตารางการทำงานที่มีงานหรือ เครื่องจักรที่วางเรียงต่อกันเป็นอนุกรม และงานแต่ละงานไม่จำเป็นต้องเข้าทุกสถานงาน

## ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ ใช้วิธีการจำลองปัญหา สถานการณ์ต่างๆ คือ การเปลี่ยนจำนวนของเครื่องจักร และจำนวนของงาน และลำดับการเข้าเครื่องจักรของงาน จากนั้นทำการจัดงานด้วยโปรแกรมที่ พัฒนาขึ้นมาด้วยหลักการของวิธีการเชิงพันธุกรรม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบกับวิธีการ จัดงานของแคมเบล และโปรแกรมสำเร็จรูป LEKIN Scheduler

## การทบทวนวรรณกรรม

หลักการวิธีเชิงพันธุกรรม ในปี ค.ศ. 1975 John Holland ได้พัฒนาและนำเสนอวิธีการเชิง พันธุกรรม โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของวิธีการเชิงพันธุกรรม ซึ่งมีแนวคิดจากการเลียนแบบ พัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยมีความเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตจะมีการพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น เพราะสิ่งมีชีวิต ที่จะดำรงอยู่ได้จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะอ่อนแอจะสูญพันธุ์

ไปตามธรรมชาติ แนวความคิดที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นนี้เป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสม (Optimization Problem) ซึ่งกระบวนการของ GAs มีรายละเอียดคร่าวๆ ดังต่อไปนี้

**การเข้ารหัส (Coding)** การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมนั้นแต่ละคำตอบของปัญหาที่ต้องการหาจะต้องถูกกำหนดให้เป็นรหัส (Encoded) ในรูปแบบการเรียงของตัวอักษรที่มีความยาวจำกัด (Strings) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ อยู่ในรูปของรหัสการเรียงสลับของตัวเลขทางพีชคณิต (Permutation Coding) เช่น 6 2 1 4 3 5 และรหัสแบบตัวเลขฐานสอง (Binary Coding) เช่น 1 0 1 0 0 1

**การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value)** แต่ละคำตอบของปัญหาที่ผ่านการถอดรหัสจากสตริงในกระบวนการที่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมจะถูกประเมินค่าความเหมาะสมสำหรับปัญหาแบบการหาค่าที่เหมาะสม กระบวนการที่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมจะหาสตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีกว่า (ค่าที่ตอบสนองต่อฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีกว่า)

**การคัดเลือก (Selection or Reproduction)** เป็นกระบวนการคัดเลือกสตริงพ่อแม่พันธุ์ (Parent Strings) สำหรับใช้ในกระบวนการสร้างสตริงรุ่นใหม่ (Offspring) สตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่สูงกว่าจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นสตริงพ่อแม่พันธุ์มากกว่าสตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่ต่ำกว่า โดยอาศัยวิธีการสุ่มคัดเลือกภายใต้หลักความน่าจะเป็นที่สิ่งที่ดีกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่า โดยทั่วไปมีหลายวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกเช่น วิธีการจัดอันดับ (Ranking Based Method), วิธีวงล้อรูเลตต์ (Roulette Wheel) และเฟ้นสุ่มสากล (Stochastic Universal Sampling Selection) (วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์, 2545) เป็นต้น

**การข้ามสายพันธุ์ (Crossover)** เป็นกระบวนการสร้างสตริงลูก (Offspring) จากพ่อแม่พันธุ์ที่ถูกเลือกภายใต้ความน่าจะเป็น หรือเป็นการปรับปรุงสายพันธุ์โดยเป็นโอเปอเรเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายทอดส่วนประกอบ (Elements) ของสตริงพ่อแม่พันธุ์ไปสู่สตริงรุ่นต่อไป โดยเริ่มจากการสุ่มเลือกจุดตัด (Cut Point) เพื่อทำการแลกเปลี่ยนส่วนประกอบกัน

**การผ่าเหล่า (Mutation)** เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนส่วนประกอบ (Elements) ของสตริงหลังจากกระบวนการข้ามสายพันธุ์ เป็นการค้นหาคำตอบในบริเวณใกล้เคียง (Neighborhood Search) ทำให้เกิดความหลากหลายของคำตอบ การเรียงสลับของตัวเลขทางพีชคณิตจะสามารถทำได้โดยการสุ่มเลือกสองส่วนประกอบของสตริงเพื่อทำการสลับตำแหน่งซึ่งกันและกัน (Arbitrary Two-Element Change) เช่น ถ้าตำแหน่งที่เกิดการผ่าเหล่า คือตำแหน่งที่ 2 และ 6

|                                 |   |                                 |
|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 3 <u>8</u> 6 9 4 <u>2</u> 5 6 8 | → | 3 <u>2</u> 6 9 4 <u>8</u> 5 6 8 |
| 1 <u>0</u> 1 0 0 <u>1</u> 0     | → | 1 <u>1</u> 1 0 0 <u>0</u> 0     |

การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป (Elitist Strategy) เป็นวิธีการที่รักษาสตริงที่ดีที่สุดในการรันหนึ่งเพื่อเก็บไว้สำหรับรุ่นต่อไป

เงื่อนไขการหยุด (Termination Test) ขึ้นกับการออกแบบของแต่ละปัญหา เช่น การกำหนดจำนวนรุ่นเพื่อที่ใช้ในการหยุด การกำหนดค่าที่ต้องการเป็นขอบเขตบนหรือขอบเขตล่างให้หยุด หรือการดูจากพัฒนาการที่เกิดขึ้นว่า 5 รุ่น หรือ 7 รุ่น ที่ติดต่อกันไม่มีการพัฒนาการเกิดขึ้นก็ให้หยุด เป็นต้น

## การประยุกต์และออกแบบโปรแกรมโดยใช้หลักการเชิงพันธุกรรม

วิธีเชิงพันธุกรรมมีปัจจัยต่างๆ เป็นองค์ประกอบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา เช่น ลักษณะของโครโมโซมที่ถูกออกแบบขึ้น วิธีข้ามสายพันธุ์ วิธีการผ่าเหล่าหรือกลายพันธุ์ และอัตราที่ใช้รวมถึงจำนวนโครโมโซม เป็นต้น แตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา โดยในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการจัดตารางการทำงานดังต่อไปนี้

**การเข้ารหัส (Coding)** การศึกษานี้เป็นการศึกษาปัญหาที่มีลักษณะของลำดับเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการกำหนดการจัดลำดับตารางการทำงาน (Job shop scheduling) มีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้

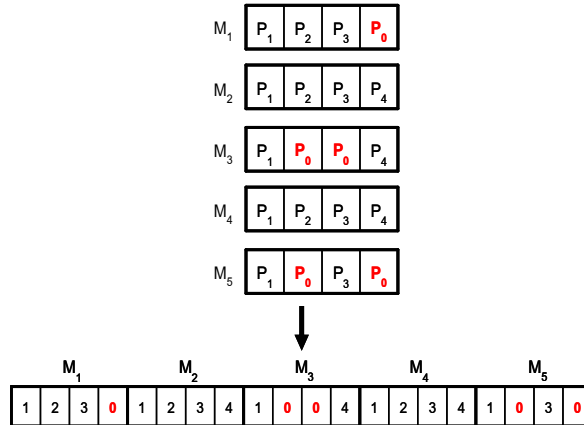
- ส่วนประกอบของตารางประกอบด้วย ชนิดผลิตภัณฑ์ (P), เครื่องจักร/ สถานีงาน (S)
- แต่ละช่องของสถานีงานจะสามารถกำหนดเวลาที่ใช้ของแต่ละสถานีงานได้ตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ( $t_{ij}$ ) โดยเวลาในการทำงานที่ประมาณไว้รวมถึงเวลาในการตั้งเครื่องด้วย

ตารางที่ 1: ตัวอย่างการกำหนดสถานีงานที่ต้องเข้าของแต่ละผลิตภัณฑ์

| ผลิตภัณฑ์      | สถานี/เครื่องจักร (S) |    |    |    |    |
|----------------|-----------------------|----|----|----|----|
|                | 1                     | 2  | 3  | 4  | 5  |
| P <sub>1</sub> | 10                    | 20 | 15 | 10 | 30 |
| P <sub>2</sub> | 5                     | 5  | 0  | 5  | 0  |
| P <sub>3</sub> | 10                    | 5  | 0  | 5  | 20 |
| P <sub>4</sub> | 0                     | 5  | 10 | 10 | 0  |

- กำหนดรหัสของโครโมโซมโดยให้แสดงเป็นตัวเลขโดยตัวเลขจะบ่งบอกชนิดผลิตภัณฑ์ (P) ที่ต้องเข้าในแต่ละสถานีนั้นๆ
- การสร้างกลุ่มโครโมโซมจะกำหนดโครโมโซมเริ่มต้นแบบสุ่ม โดยงานวิจัยนี้จะสุ่มลำดับการเข้าสถานีงานภายในช่วงของแต่ละสถานีงานนั้นๆ
- ผลิตภัณฑ์ที่ขั้นตอนการผลิตไม่ต้องเข้าในบางสถานีงาน การใส่ข้อมูลจะถูกเว้นว่างไว้ (0) และยีนในโครโมโซมจะแทนด้วยเลข 0 ดังโครโมโซมข้างต้น

- โครโมโซมที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงลำดับการเข้าสถานีนงานของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ จากซ้ายไปขวา โดยค่าที่เป็น 0 จะกำหนดให้ว่างไว้สามารถข้ามลำดับนี้ไป และดำเนินการกับลำดับที่อยู่ถัดไปแทน



รูปที่ 1: การแปลงผล และลักษณะโครโมโซมตารางที่ 1

การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้ฟังก์ชันการประเมินจากสมการที่ 1 - 3 (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2549) โดยแบ่งเป็น

1 ฟังก์ชันเวลาในการทำงานรวม (M)

$$M = \sum_{i=1}^n t_{[i],m} - \sum_{i=1}^n I_{[i],m} \quad (1)$$

2 ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันหลัก

$$t_{[i],j-1}^{New} = t_{[i],j-1} + I_{[i],j-1} \quad (2)$$

$$I_{[i],j} = \text{Max}.[0, (\sum_{k=1}^i t_{[k],j-1}^{New} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],j} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],j})] \quad (3)$$

โดยที่ k คือ จำนวนงานที่จะต้องดำเนินการ, m คือ จำนวนสถานีนงาน/เครื่องจักร, i คือ ตำแหน่งของลำดับงาน i, j คือ คือ สถานีนงาน/เครื่องจักร j,  $t_{[i],j}$  คือ เวลาในการทำงาน i (processing time) ที่ประมาณไว้ ซึ่งรวมถึงเวลาในการตั้งเครื่องบนเครื่องจักร j,  $I_{[i],j}$  คือ เวลารอคอยงาน i บนเครื่องจักร j

**การคัดเลือก (Selection or Reproduction)** เกณฑ์ในการคัดเลือกจะใช้วิธีหาค่าความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability) โดยคำนวณความเหมาะสมออกมาเป็นช่วงของค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือก โดยคำนวณความเหมาะสมจากฟังก์ชันเวลาเสร็จงานรวม (M) ของแต่ละโครโมโซม

เศรษฐา เพชรอำไพ และธรรร ภูลภักธนรินทร์

ตามที่ได้เลือกไว้ โดยโครโมโซมที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะมีค่าความเหมาะสมสูงที่สุดตามลำดับ มีวิธีคิดหาช่วงการสุ่มเลือกโครโมโซมตามสมการที่ 4 – 5

$$X = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} + \frac{1}{t_n} \quad (4)$$

$$prob. = \frac{\frac{1}{t_n}}{X} \quad (5)$$

โดยที่  $t_n$  คือ เวลาทำงานรวม (M) ของโครโมโซมรุ่นลูก (Offspring) แต่ละสาย, X คือ ผลรวมส่วนกลับเวลาเสร็จงานรวมของโครโมโซมรุ่นลูกที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบ และ prob. คือ ค่าความน่าจะเป็น (Probability)

ตารางที่ 2: ตัวอย่างการคำนวณหาความน่าจะเป็นสะสม

| รุ่นลูก | M  | Prob.       | Prob.สะสม | ช่วงการสุ่มเลือก |
|---------|----|-------------|-----------|------------------|
| 1       | 60 | 0.196 (0.2) | 0.2       | 0.01-0.20        |
| 2       | 45 | 0.261 (0.3) | 0.5       | 0.21-0.50        |
| 3       | 50 | 0.235 (0.2) | 0.7       | 0.51-0.70        |
| 4       | 38 | 0.309 (0.3) | 1.0       | 0.71-1.00        |

**การข้ามสายพันธุ์ (Crossover)** การศึกษาใช้หลักการข้ามสายพันธุ์ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ โดยกำหนดจุดตัดที่ทำให้เกิดการข้ามสายพันธุ์ให้สุ่มตัดบริเวณรอยต่อระหว่างขั้นตอนการทำงานของแต่ละสถานี เพื่อเป็นการป้องกันงานต่างๆ ให้ถูกต้องตามที่ได้กำหนดการเข้างานของงานในแต่ละสถานีงานหรือเครื่องจักรตามที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก

**การผ่าเหล่า (Mutation)** กำหนดการเกิดการกลายพันธุ์จะกำหนดให้เกิดได้ภายในช่วงของสถานีงาน โดยการศึกษาได้มีการออกแบบการเกิดการกลายพันธุ์ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 สุ่มเลือกสมาชิกมาเพื่อที่จะทำการกลายพันธุ์
- ขั้นตอนที่ 2 สุ่มช่วงของสถานีที่จะเกิดกลายพันธุ์
- ขั้นตอนที่ 3 สุ่มเลือกยีน (งาน) ที่จะนำมาแทรก
- ขั้นตอนที่ 4 สุ่มเลือกตำแหน่งที่จะเกิดการแทรกยีนที่จะนำมาแทรก และนำยีนที่สุ่มเลือกมานั้นแทรกเข้าไป

**การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป (Elitist Strategy)** เป็นขั้นตอนการเก็บรักษาโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่สุดไว้หลังผ่านขั้นตอนการประเมินในแต่ละรอบ โดยจะเก็บโครโมโซมที่ใช้เวลาในการทำงานรวมที่น้อยที่สุดในแต่ละรอบไว้ ซึ่งจะไม่ผ่านขั้นตอนการข้ามสายพันธุ์และการผ่าเหล่าต่ออีกเพื่อที่จะป้องกันไว้ใช้ในการเปรียบเทียบกับรุ่นต่อไป

## การทดลองและผลการทดลอง

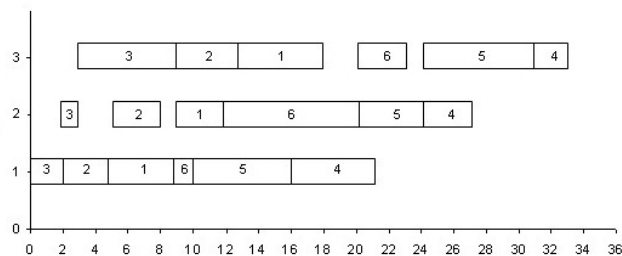
ในบทความนี้จะทำการทดลองใน 3 สถานการณ์ ดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างของปัญหาในการจัดลำดับงาน 6 ชนิดให้เครื่องจักร 3 สถานการณ์ งานแต่ละงานเข้าสถานการณ์ และใช้เวลาทำงานบนเครื่องจักรในแต่ละสถานีตามความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3 (กำหนดให้  $T_j$  คือ เวลาทำงานของงานต่าง ๆ บนสถานการณ์หรือเครื่องจักร  $j$ )

ตารางที่ 3: เวลาการทำงานของงานต่าง ๆ บน 3 สถานการณ์

| งาน (P) | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ |
|---------|-------|-------|-------|
| 1       | 4     | 3     | 5     |
| 2       | 3     | 3     | 4     |
| 3       | 2     | 1     | 6     |
| 4       | 5     | 3     | 2     |
| 5       | 6     | 4     | 7     |
| 6       | 1     | 8     | 3     |

การจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell) แคมเบล (Campbell) เป็นผู้ประยุกต์หลักการจัดลำดับงานของจอห์นสัน (Johnson's rule) ให้สามารถใช้ได้กับเครื่องจักร  $m$  เครื่อง วิธีดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีวิธิตกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งได้คำตอบออกมาตามรูปที่ 2 คือ  $M = 33$  ชั่วโมง มีลำดับงานคือ 3-2-1-6-5-4 ทั้ง 3 เครื่องจักร



รูปที่ 2: ตารางเวลางานจากตัวอย่างโดยวิธีของแคมเบล

การจัดลำดับงานโดยโปรแกรม LEKIN Scheduler โปรแกรม LEKIN Scheduler พบวิธีการจัดลำดับงาน โดยเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 32 ชั่วโมง ลำดับงานที่ได้ คือ 3-1-2-5-6-4 ทั้ง 3 สถานการณ์

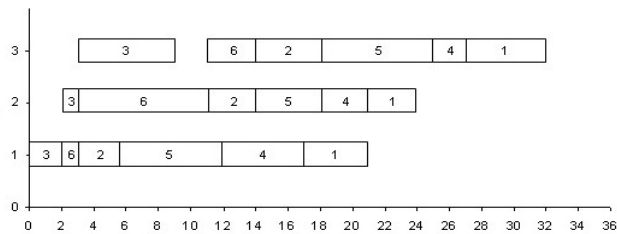
เศรษฐา เพชรอำไพ และธรรร ภูภักทรนันตร์



**การจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms)** ในการแก้ปัญหาตัวอย่างนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ดังนี้

- ก. กำหนดโครโมโซมเริ่มต้น 1,000 โครโมโซม
- ข. กำหนดอัตราการผสมพันธุ์ (Crossover) ในแต่ละรอบเท่ากับ 90 %
- ค. กำหนดอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation) ในแต่ละรอบเท่ากับ 3 %
- ง. กำหนดเงื่อนไขการหยุดโปรแกรมโดยใช้จำนวนรุ่น (Generation) ในการคัดเลือกเท่ากับ 300 รุ่น

ผลจากการทดลองจากการทดสอบ 20 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 34.05 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 32 ชั่วโมง 2 วิธี โดยเวลาทำงานรวมที่ 32 ชม. ทั้ง 2 วิธีมีลำดับงาน คือ 3-1-5-2-6-4 และ 3-6-2-5-4-1 ซึ่งแต่ละวิธีมีลำดับการเข้างานเหมือนกันทั้ง 3 สถานีนงานตามลำดับ แสดงตัวอย่างตารางเวลางานดังรูปที่ 3



รูปที่ 3: แสดงการจัดตารางเวลางานจากตัวอย่างโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (3 สถานีนงาน)

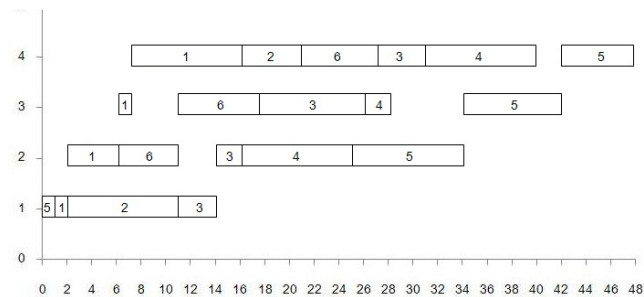
**2. ตัวอย่างของปัญหาในการจัดลำดับงาน 6 ชนิดให้เครื่องจักร 4 สถานีนงาน** งานแต่ละงานเข้าสถานีนงาน และใช้เวลาทำงานบนเครื่องจักรในแต่ละสถานีนตามความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: เวลาการทำงานของงานต่าง ๆ บน 4 สถานีนงาน

| งาน (P) | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1       | 1              | 4              | 1              | 9              |
| 2       | 9              | 0              | 0              | 5              |
| 3       | 3              | 2              | 9              | 4              |
| 4       | 0              | 9              | 2              | 9              |
| 5       | 1              | 9              | 8              | 6              |
| 6       | 0              | 5              | 6              | 6              |

การจัดลำดับงานโดยโปรแกรม **LEKIN Scheduler** โปรแกรม LEKIN Scheduler พบวิธี การจัดลำดับงาน โดยเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 52 ชั่วโมง มีลำดับงานจากสถานงานที่ 1-4 คือ 1-5-2-3, 1-4-5-6-3, 1-4-5-6-3 และ 1-4-2-5-6-3 ตามลำดับ

การจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (**Genetic Algorithms**) ผลจากการทดลองจากการ ทดสอบ 20 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 50.55 ชั่วโมง พบเวลาการทำงานรวมมาก กว่า 52 ชั่วโมง 2 วิธี ได้ผลการทดลองเวลาในการทำงานรวมต่ำสุด 48 ชั่วโมง โดยมีลำดับงานจากสถาน งานที่ 1-4 คือ 5-1-2-3, 1-6-3-4-5, 1-6-3-4-5 และ 1-2-6-3-4-5 ตามลำดับ แสดงตัวอย่างตาราง เวลา งานดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: แสดงการจัดตารางเวลางานจากตัวอย่างโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (4 สถานงาน)

3. ตัวอย่างของปัญหาในการจัดลำดับงาน 6 ชนิดให้เครื่องจักร 10 สถานงาน งานแต่ละ งานเข้าสถานงาน และใช้เวลาทำงานบนเครื่องจักรในแต่ละสถานีตามความสัมพันธ์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5: เวลาการทำงานของงานต่างๆบน 10 สถานงาน

| P | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>6</sub> | T <sub>7</sub> | T <sub>8</sub> | T <sub>9</sub> | T <sub>10</sub> |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 1              | 4              | 1              | 9              | 9              | 0              | 0              | 0              | 5              | 3               |
| 2 | 2              | 9              | 4              | 0              | 9              | 2              | 9              | 0              | 0              | 0               |
| 3 | 0              | 0              | 0              | 1              | 9              | 8              | 6              | 0              | 1              | 1               |
| 4 | 0              | 8              | 9              | 6              | 3              | 9              | 3              | 5              | 0              | 1               |
| 5 | 5              | 2              | 1              | 7              | 5              | 1              | 0              | 0              | 4              | 8               |
| 6 | 0              | 5              | 6              | 6              | 1              | 6              | 6              | 7              | 1              | 0               |

**การจัดลำดับงานโดยโปรแกรม LEKIN Scheduler** โปรแกรม LEKIN Scheduler พบวิธี การจัดลำดับงาน โดยเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 60 ชั่วโมง มีลำดับงานจากสถานีงานที่ 1-10 คือ 5-2-1, 4-5-6-2-1, 5-4-6-2-1, 3-5-4-6-1, 3-5-4-6-2-1, 3-5-4-6-2, 3-4-6-2, 4-6, 5-3-1-6 และ 5-3-4-1 ตามลำดับ

**การจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms)** ผลจากการทดลองจากการ ทดสอบ 20 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 82.70 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองเวลาในการ ทำงานรวมต่ำสุด 67 ชั่วโมง

จะเห็นได้ว่าการจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถหาลำดับงานที่ใช้เวลาในการทำงาน รวมที่รวดเร็วกว่าวิธีของแคมเบลได้ คือ 32 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับเวลาที่โปรแกรม LEKIN Scheduler ให้ ผลลัพธ์ออกมา และบางกรณีสามารถที่จะหาลำดับงานที่มีเวลาในการทำงานรวมที่ต่ำกว่าเวลาที่ โปรแกรม LEKIN Scheduler หาออกมาได้ แต่บางกรณีก็ได้ค่าเวลาการทำงานรวมที่สูงกว่าผลลัพธ์ของ โปรแกรม LEKIN Scheduler ซึ่งเกิดจากจำนวนของสถานีงานและงานที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความยาวของ โครโมโซมที่มียืนมากขึ้น ทำให้กระบวนการวิธีเชิงพันธุกรรมมีโอกาสพบลำดับงานที่มีประสิทธิภาพ ลดลง ดังนั้นในกรณีที่มีการกำหนดเวลาส่งงานและคิดค่าปรับ เวลาในการทำงานที่ลดลงนี้จะมีส่วนช่วย ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในการจัดตารางการทำงาน ทั้งยัง สามารถช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินเครื่องจักรอีกทางหนึ่ง และลำดับเข้างานใน แต่ละสถานีไม่จำเป็นต้องเหมือนเดิม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มโอกาสในการหาทางเลือกที่ดีกว่าในการจัดตารางการ ทำงาน

## อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหาการจัดลำดับในการจัดตารางการ ทำงาน สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการทำงานที่มีสถานีงานหรือเครื่องจักรที่วางเรียงต่อกันเป็น อนุกรมได้มีประสิทธิภาพมากกว่าในบางกรณีสำหรับปัญหาการจัดลำดับงานขนาดกลาง และมีความ ยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นจากการที่ลำดับงานไม่จำเป็นต้องเข้าลำดับแบบเดิมในแต่ละสถานี นอกจากนี้ โปรแกรมยังสามารถกำหนดงานโดยไม่จำเป็นต้องเข้าในทุกสถานีได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นกรณี ที่งานเข้าสู่สถานีงานตามลำดับเท่านั้น สำหรับการวิจัยต่อไปควรคำนึงถึงกรณีอื่นๆ ด้วย เช่น งาน สามารถย้อนกลับไปทำที่เครื่องจักรก่อนหน้าได้โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับที่มีอยู่เดิม

## รายการอ้างอิง

- จรินทร์ อาสาทรงธรรม. 2548. การสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive advantage) ในมิติด้านนวัตกรรม (Innovation). วารสารนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ เมษายน-มิถุนายน.
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. 2549. การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ปณิธาน พีรพัฒนา. 2549. เจเนติกส์อัลกอริทึมกับปัญหาการวางแผนโรงงาน. วิศวกรรมสาร มช. ปีที่ 33 ฉบับที่ 4 (กรกฎาคม – สิงหาคม). 313 – 324,
- วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์. 2545. การจัดตารางการทำงานของพนักงานแบบสับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานสำหรับโรงพยาบาลศูนย์. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร.
- สุจิตา สินศิริ และ ธีรธร กุลภัทรนรินทร์. 2550. การออกแบบผังโรงงานที่สามารถกำหนดขนาดของแผนกต่างๆ และขนาดของพื้นที่โรงงานด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม. การประชุมเชิงวิชาการประจำปี: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (GTT) ครั้งที่ 7. พฤศจิกายน 2550. 226-233.