Proceedings 2008

10 ปีวิชาการแม่ฟ้าหลวง

26 - 28 พฤศจิกายน 2551

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

Mae Fah Luang Symposium

November 26 - 28, 2008

Mae Fah Luang University,

Chiang Rai, Thailand

18. คุณลักษณะของการบ่มยางก้อนถ้วยจากยางธรรมชาติในอุตสาหกรรมและสมบัติของยางแห้ง
Characterization of industrial natural rubber coagula maturation and dry rubber properties
คุณจุฑารัตน์ อินทปัน 189

19. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า
Productivity Improvement for Plastic Parts in Electric Device Manufacturing
คุณพนิตา ศรีประย่า 196

20. ภาพองค์ประกอบศิลป์ : กรณีศึกษาเทคนิคการสร้างงานศิลปะภาพพิมพ์ครั้งเดียว โดยใช้แผ่นพลาสติกรองพื้น
Composition: The studying case of Monoprint Techniques by use plastic plate
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สี แสงอินทร์ 208

21. จีเนติกอัลกอริทึมสำหรับจัดกำหนดการของกริดอาร์พีซี
A Genetic Algorithm for Scheduling in GridPRC
อาจารย์ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ 216

22. การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตในการผลิตอุปกรณ์ก๊าซเซนเซอร์โดยใช้การออกแบบการทดลองทางสถิติ
PRODUCT AND PROCESS DESIGN DEVELOPMENT IN GAS SENSOR FABRICATION USING STATISTICALLY DESIGN EXPERIMENT
คุณรังสฤษฎ์ สุทธิคุณ 223

23. วิธีการแก้ปัญหาของการจัดลำดับงานโดยใช้วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช
Solving sequence of job scheduling problem by genetic algorithm with local search
อาจารย์อดุลย์ พุกอินทร์ 232

24. การบำบัดกรดไขมันระเหยในระบบดักจับแบบเปียกของอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20
Volatile Fatty Acids Removal in Wet Scrubber of STR 20 Industry
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ 243

25. การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของปูนซีเมนต์ผสมน้ำหมาก
THE STUDY OF MECHANICAL PROPERTY OF CEMENT MIXED WITH BETEL NUT JUICE
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สราวุธ จริตงาม 254

26. แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพบัณฑิต
Artificial Neural Network Model for Quality Analysis of Graduated Student
คุณนิจรินทร์ ชูราษี 262

27. การวิเคราะห์ความเสื่อมแบตเตอรี่ด้วยภาพถ่ายความร้อน
Battery Decline Analysis with Thermal Image
อาจารย์อาทิตย์ ยาวุฒิ 273

28. An Automated Error Detection and Correction Tool For Enhancing Data Preprocessing Efficiency
อาจารย์เกริน วงศ์ศิริโชติ 283

วิธีการแก้ปัญหาของการจัดลำดับงานโดยใช้วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช
Solving sequence of job scheduling problem by genetic algorithm with local search

อดุลย์ พุกอินทร์[1], ปริญญา ดีรัศมี[1] กิติศักดิ์ เกิดโต[2],ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง[3]

[1]โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์

[2]โปรแกรมวิชาเทคนิคการสอนและจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์

[3]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 6500

Adun_gig@yahoo.com , Prinya_deerasme@yahoo. com , Kkitisak@hotmail.com,Kpopk@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการที่อยู่ในกลุ่มของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) โดยได้นำ วิธีการเจเนติกอัลกอริทึม(Genetic Algorithm : GA) และวิธีการผสมผสาน (Hybrid) โลคอลเสิร์ช (Local search) ในการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ซึ่งวิธีของเจเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีแก้ปัญหาชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการเชิงพันธุกรรมเพื่อนำมาแก้ไขการจัดตารางการทำงาน และยังนำวิธีการของโลคอลเสิร์ชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมให้ดีขึ้น ถือว่าเป็นการผสมผสานเพื่อการจัดตารางการทำงานให้ได้ค่าเมคสแปน(Makespan) ที่ต่ำสุด และในการศึกษานี้ได้นำปัญหาของการจัดตารางการผลิต (Scheduling Problems) ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมาประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการหาค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound) เวลาในการใช้โปรแกรมหาค่าที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร เพื่อที่จะหาค่าเวลาการทำงานของแต่ละชุดงานเพื่อให้ได้ค่าเมคสแปน(Makespan) ต่ำสุด

คำสำคัญ : ปัญหาการจัดงานให้กับเครื่องจักร (Job Scheduling Problems), ค่าเมคสแปน (Makespan) คือค่าของเครื่องจักรในการทำงานของชุดงาน

Abstract

This research presents algorithms for solving a scheduling problem for a machinery part manufacturer. An Artificial Intelligence based Genetic Algorithm (GA) and a hybrid local search and GA were developed. The objective of the scheduling problem is to minimize makespan. Experiments for evaluating the performance, in terms of quality of solutions and computational time, of both algorithms were conducted on problems of various sizes. The results showed that the hybrid approach outperformed GA in most of the cases.

Keywords: Job scheduling problem, Genetic Algorithm, Local Search, Hybrid algorithm

1. บทนำ

ลักษณะของปัญหาการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรจะเป็นปัญหาประเภท NP-Hard แบบCombinatorial Optimization (Boh, 1996) ซึ่งหมายถึง ปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนาน และเมื่อมีขนาดของปัญหาที่มากขึ้น ลักษณะปัญหาจะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนเชียล ซึ่งในการหาค่าคำตอบจะใช้เวลามากตามขนาดของปัญหา ดังกรณีที่มีงานอยู่ N งาน สามารถจัดตารางการทำงานได้ N! การแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานสามารถทำได้โดยวิธีทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าต่ำสุดของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) วิธีแตกกิ่งและขอบเขต (Branch and Bound) หรือวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดทางฮิวริสติกวิธีต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา จึงทำให้การแก้ไขปัญหาง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อในอุตสาหกรรมมีการพัฒนามากขึ้นส่งผลให้การออกแบบการจัดตารางการทำงานจะมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ปัญหางานมีขนาดใหญ่ขึ้น ขั้นตอนการทำงานก็เพิ่มมากขึ้น การแก้ไขโดยการคำนวณโดยใช้วิธีการแบบเดิมอาจทำได้ยาก และใช้เวลานานมาก (yoyathasan, 1996)

ปัจจุบันได้มีการนำวิธีผสมผสาน (Hybrid) มาพัฒนาใช้ร่วมกับวิธีการต่างๆ ของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เช่น วิธีการผสมผสานแอนท์โคโลนี่ออฟติไมเซชั่น (Ant colony optimization: ACO) กับโลคอลเสิร์ช Ritchie et al. (2003) วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการแก้ไขปัญหา Young Su Yun (2006) ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายๆ อย่าง เนื่องจากสามารถใช้จัดการปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้ดี จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms : GA) เป็นวิธีการของ AI วิธีหนึ่งซึ่งสามารถนำเอามาใช้กับการแก้ปัญหาในโรงงานที่เป็นปัญหาในการหาคำตอบที่ดีที่สุด เช่น การจัดสายการผลิต การวางผังโรงงาน ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งขั้นตอนวิธีเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm : GA) ถูกพัฒนาขึ้นโดยฮอลแลนด์ (Holland; 1975) เป็นเทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีลักษณะการทำงานในรูปแบบของการค้นหาคำตอบแบบขั้นตอนวิธีฮิวริสติก ซึ่งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีรากฐานมาจากทฤษฎีการวิวัฒนาการของ ชาร์ล ดาร์วิน (Charles Darwin) โดยอิงจากแนวคิดเรื่องการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแรงที่สุด (Survival of the fittest) การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นก็จะเป็นไปในลักษณะของการหาคำตอบแบบคู่ขนาน (Parallel search) เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดในรุ่นถัดไป

ในการศึกษานี้จะนำเอาวิธีของเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช มาใช้ในการจัดตารางการทำงาน ซึ่งจะเป็นการนำปัญหาที่มีขนาดของปัญหา ที่มีขนาดเล็ก (Small problem) และปัญหาขนาดใหญ่ (Large problem) มาทำการประมวลผลเพื่อหาค่าเพื่อเปรียบเทียบการหาค่าขอบเขตต่ำสุด ค่าเวลาการประมวลผล และการหาค่าพบที่รุ่นของคำตอบ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคำตอบของปัญหา โดยจะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาลดความผิดพลาดในการคำนวณหาค่าการจัดตารางการทำงาน

2. ปัญหาของการจัดตารางการผลิต

ปัญหาในการจัดตารางการผลิตได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Henry (1971) เป็นผู้หนึ่งที่ได้พัฒนาการจัดตารางการผลิตอย่างง่าย คือใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 โดยแผนภูมิแกนต์จะแสดงถึงกิจกรรม (Activity) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซึ่งจะแสดงในรูปเส้นแถบ (Bar) ตามเวลาในแนวนอน วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่รู้จักกันดี และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น (Miller and Schmidt, 1984) (Tuner et al 1978) ได้กล่าวถึงการนำแผนภูมิแกนต์ไปใช้ในการจัดตารางการผลิต ซึ่งทำให้เครื่องจักรหรือผู้ควบคุมเครื่องจักรรู้ว่าจะต้องทำงานใดก่อนและหลัง (เชาวลิต หามนตรี 2545,)

ปัญหาการจัดตารางการผลิต (Job scheduling problem) ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล จะมีขนาดของปัญหาของการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้การทำงานมีความล่าช้าในการปฏิบัติงาน ปัญหาที่พบในโรงงาน เช่น มีงานอยู่ 16 งาน ในแต่ละงานมีเวลาในการทำงาน (Processing Time) ที่แตกต่างกัน และมีเครื่องจักรอยู่ 3 หรือ 4 เครื่องจักร หรือมากกว่านี้ แล้วแต่งานที่สั่งการทำงานจากฝ่ายผลิตมา ปัญหาตัวอย่างนี้สามารถจัด

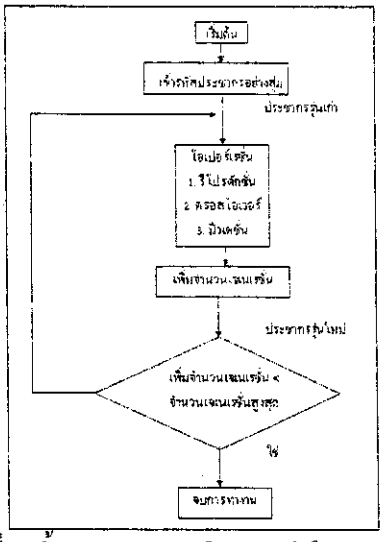
ทาบูเสิร์จ (Taboo search : TS) , นิวรอลเน็ทเวิร์ค (Neural network : NN) , แอนท์โคโลนีออพติไมเซชั่น (Ant colony optimization : ACO) รวมไปถึงเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithm :GA) (Pongcharoem et al.. 2001)

4. เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm: GA)

การจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรนั้นผู้ศึกษาได้พัฒนาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการแก้ไขการจัดตารางการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะมีขั้นตอนดังนี้

4.1 **การเข้ารหัสและสร้างประชากรเริ่มต้นอย่างสุ่ม** ขั้นตอนแรกของเจเนติกอัลกอริทึม คือ การเข้ารหัสหรือแปลงค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปของสตริงที่มีความยาวบิทตามขนาดของงานอยู่กับรูปแบบของปัญหาแต่ละปัญหาสำหรับเจเนติกอัลกอริทึมส่วนมากจะใช้การเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary Coding) หรือ (Non Binary Coding)

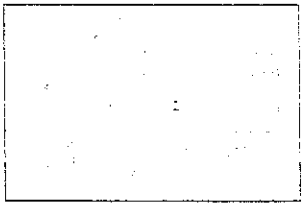
4.2 **ประชากรกลุ่มรุ่นเก่า** (Old Population) ประชากรรุ่นเก่า คือ สตริงที่จะถูกคัดเลือกไปเป็นต้นแบบสำหรับสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New Population) โดยประชากรรุ่นเก่าชุดแรกคือ ประชากรเริ่มต้นนั่นเอง



รูปที่ 2 ขั้นตอนของเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

4.3 **การดำเนินการของเจเนติกอัลกอริทึม** ประกอบไปด้วยการปฏิบัติการ 3 อย่าง คือการรีโปรดักชั่น การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชั่น ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

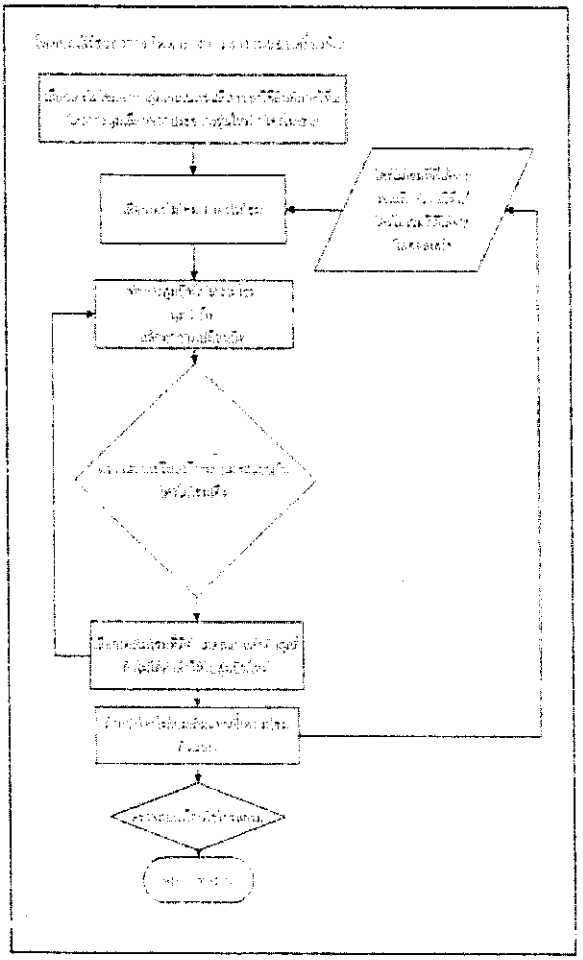
4.3.1 **รีโปรดักชั่น** (Reproduction) คือกระบวนการที่สตริงแต่ละตัวเลียนแบบค่าฟังก์ชั่นเป้าหมาย f(x) โดยที่ฟังก์ชั่นนี้อาจเป็นการวัดผลตอบแทนค่าอรรถประโยชน์หรือสิ่งที่ต้องการให้เป็นค่าสูงสุดหรือค่าความเหมาะสม (Fitness) เมื่อสตริงที่มีความเหมาะสมสูงกว่าก็จะมีความน่าจะเป็นในการสนับสนุนลูกหลานต่อไปสูงด้วยตัวปฏิบัติการนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติตาม วิธีที่นิยมวิธีหนึ่งคือ สร้างจากวงล้อรูเล็ท (Roulette wheel)ที่มีจำนวนช่องเท่ากับจำนวนประชากรสตริงและขนาดของช่องก็เป็นสัดส่วนกับ ค่าความเหมาะสม ดังรูปที่ 3 ที่มีขนาดของแต่ละช่องเป็นสัดส่วนของค่าความเหมาะสม



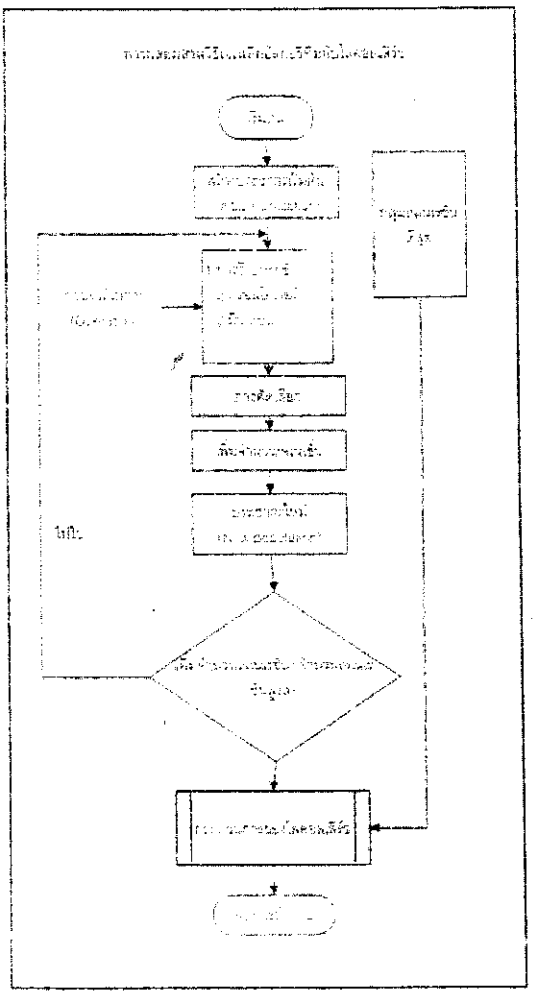
รูปที่ 3 การรีโปรดักชั่นด้วยวิธีการใช้วงล้อรูเล็ท(Roulette wheel selection)

ค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นจากปัญหาที่ต้องการหาค่าในเชิงอันดับหรือการเรียง (hard combinatorial) เนื่องจากเหตุผลทางด้านเวลา โดยจะมีพื้นฐานโดยอาศัยการทำซ้ำหรือการวนรอบซ้ำจากพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อที่จะปรับปรุงคำตอบในขณะนั้นโดยจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงทีละเล็กทีละน้อย ชนิดของการเปลี่ยนแปลงโลคอลเสิร์ชนั้นจะถูกใช้ผ่านคำตอบของโครงสร้างของคำตอบที่อยู่ใกล้เคียง

5.1 โลคอลเสิร์ชกับการแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบวิธีการนี้โดยออกแบบวิธีการดังกล่าวให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการของโลคอลเสิร์ช ดังรูปที่ 6

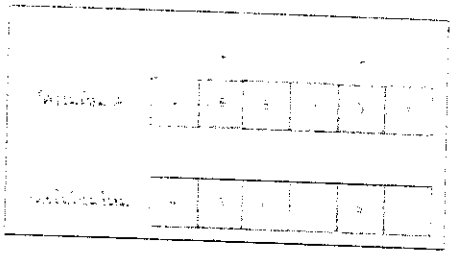


รูปที่ 6 แสดงโลคอลเสิร์ในการจัดตารางการทำงาน



รูปที่ 7 แสดงวิธีการผสมผสาน (Hybrid)

5.2 วิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ในกระบวนการผสมผสาน (Hybrid) ได้นำวิธีการโลคอลเสิร์ชมาหาค่าโดยเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดจากกระบวนการทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมเสร็จสิ้นและจะเก็บค่าของเจนเนอเรชั่นดีที่สุด โดยวิธีการโลคอลเสิร์ชจะเป็นการนำโครโมโซมที่ได้จากเจนเนอเรชั่น (Generation) ที่ดีสุดของวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งขั้นตอนกระบวนการแสดงดังรูปที่ 7 และแสดงการสุ่มเปลี่ยนตำแหน่งของวิธีการโลคอลเสิร์ช ดังแสดงรูปที่ 8

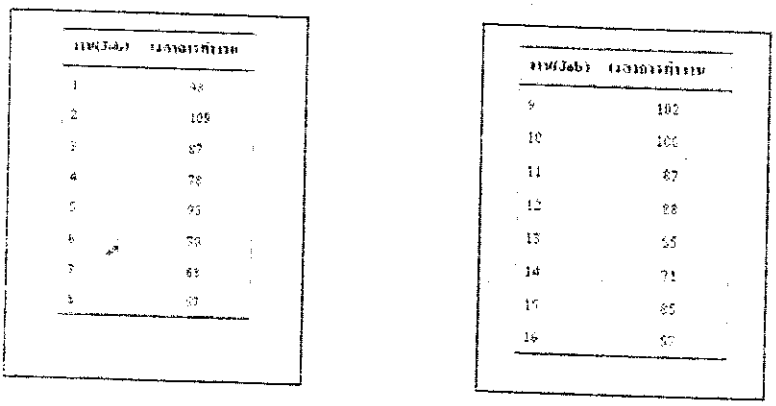


รูปที่ 8 แสดงการสุ่มเปลี่ยนตำแหน่งของวิธีโลคอลเสิร์ช

6. การนำวิธีเจเนติกอัลกอริทึมและวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชมาใช้ในการแก้ไขการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วน

ในการผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิตชิ้นส่วนมีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ 3-4 เครื่องในการทำงานแต่ละชุดงานผู้ศึกษาจึงยกตัวอย่างในการผลิตที่มีเครื่องจักร 3 เครื่องจักร และมีงาน 16 งานดังแสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงงานตัวอย่างในการจัดลำดับงานให้กับเครื่องจักร 16x3 โดยมีงาน 16 งานและมีเครื่องจักร 3 เครื่อง



รูปที่ 9 รูปแบบโครโมโซมที่นำมาแก้ไขกระบวนการการจัดงานให้กับเครื่องจักร

ตารางที่ 2 แสดงการทำงานการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร

เครื่องจักร	งานที่เครื่องจักรทำ	เวลารวมเครื่องจักร
M 1	3,2,1,5,6	459
M2	12,4,9,7,14	407
M3	11,10,8,13,16,15	451

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการจัดตารางการทำงานของงาน 16 งาน ทำงานบนเครื่องจักร 3 เครื่อง จะเห็นได้ว่าถ้าจัดงานแบบโครโมโซม (Chromosome) ดังตัวอย่างนี้ จะได้ค่าเวลาการทำงาน(Makespan)เท่ากับ 459 นาที แต่ในหลักการโครโมโซมนี้เป็นเพียงคำตอบที่เป็นไปได้เท่านั้น ฉะนั้นจะต้องหาเวลาต่ำสุดของการจัดตารางแต่ละโครโมโซมมาเปรียบเทียบว่าแบบใดมีค่าเวลาการทำงานเมคสแปน (Makespan) ต่ำสุด

จากกระบวนการของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมเสร็จสิ้นแล้วจะเก็บค่าที่ดีในทุกเจนเนเรชั่นที่ดีที่สุดไว้ จากนั้นนำชุดโครโมโซมกลุ่มนี้เลือกมาทำการโลคอลเสิร์ช โดยกระบวนการโลคอลเสิร์ชจะเลือกโครโมโซมมา 1 โครโมโซมและทำการสุ่มเพื่อสลับตำแหน่งบิทในโครโมโซม และทำการวัดค่าประสิทธิภาพของโครโมโซมโดยการหาค่าเมคสแปนต่ำสุดแล้วนำไปเปรียบเทียบกับ โครโมโซมที่ดีของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ถ้าได้โครโมโซมที่ดีกว่าก็แทนที่โครโมโซมนั้น แต่ถ้าไม่ดีกว่าให้ไปสุ่มเลือกบิทใหม่ และทำจนครบเงื่อนไขของโปรแกรมหรือพารามิเตอร์ที่ได้ตั้งไว้

7. ผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยแก้ไข การจัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนโดยใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น จะทดสอบประมวลผลในคอมพิวเตอร์ PC(Pentium(R)D CPU3.4GHz,RAMDDR-2 533 MB) ซึ่งผลการทดลอง ที่ได้มานั้นจะนำไปวิเคราะห์ผลทางโปรแกรมคอมพิเตอร์ของปัญหาแต่ละขนาดเพื่อวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบทางด้านเวลาในการประมวลผลของโปรแกรม และเปรียบเทียบค่าขอบเขตต่ำสุด (lower bound) และการพบคำตอบในรุ่นที่ดีสุดของคำตอบ ในการทดลองจะต้องออกแบบค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้กับวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช โดยออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 2^5 จากนั้นได้นำปัญหาที่ 9 x 4 และ 23 x 5 มาทำการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีดังกล่าว ขนาดของปัญหาจะแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงปัญหาขนาดเล็ก

งาน (Job)	เครื่องจักร (Machine)	ค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound)
5	3	28
6	4	38
6	3	66
7	2	105
7	3	87
8	4	67
8	2	128
9	3	99

ตารางที่ 4 แสดงปัญหาขนาดใหญ่

งาน (Job)	เครื่องจักร (Machine)	ค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound)
12	4	124
16	5	155
17	3	869
18	2	384
19	4	346
20	2	608
20	4	677
23	5	190

7.1 การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมและวิธีเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ในการทดลองกับปัญหาทั้งสองกับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ให้กับโปรแกรมโดยจะคำนวณค่าพารามิเตอร์ของขนาดของประชากรที่สุ่ม (Population size) กับจำนวนรุ่น (Generations) เปอร์เซนต์การครอสโอเวอร์ (crossover) เปอร์เซนต์การมิวเตชั่น (Mutation) ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจะทำการทดลอง 5 ทดลองในแต่ละปัญหาที่เลือกและใส่ค่าของค่าระดับปัจจัยตามตารางที่ 5 แสดงค่าระดับปัจจัย

ตารางที่ 5 ค่าระดับปัจจัยของปัญหาที่ทดสอบ

ปัจจัย (Factor)	ระดับปัจจัย (Levels)	
	ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

จากการทดสอบหาค่าความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าที่เหมาะสมกับปัญหาขนาดเล็ก และปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งค่าพารามิเตอร์นี้จะนำไปใช้ในการประมวลผลของปัญหาทั้งสองเพื่อให้ได้ค่าในการจัดตารางการทำงานของเครื่องจักร ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดังแสดงตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9x4	100/50	1.0	0.15
23x5	100/50	1.0	0.15

7.2 การทดสอบปัญหาขนาดเล็ก (Small size problem)

ในการทดลองกับปัญหาขนาดเล็กผู้ศึกษาได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลอง ค่าพารามิเตอร์ที่จะต้องใส่ให้กับวิธีการทั้งสองวิธีการนั้นจะเท่ากัน โดยให้ Pop/Gen เท่ากับ 100/50 เปอร์เซ็นต์ %C เท่ากับ1.00 และ เปอร์เซ็นต์ %M เท่ากับ 0.15 จากนั้นจะทำการประมวลผลโดยจะเก็บค่าเวลาการทำงาน ค่าการหารุ่นที่พบคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ดังแสดงตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการประมวลผลของปัญหาขนาดเล็ก

			Genetic Algorithm			Hybrid GA Local Search			Gap GA	Gap Hybrid
no	Size nxm	Lower bound	Value	CPU(s)	Gen	Value	CPU(s)	Gen		
1	5x3	28	29	00.00.32	1	29	00.00.32	1	3.57	3.57
2	6x3	66	66	00.00.32	1	66	00.00.33	1	0.00	0.00
3	6x 4	38	38	00.00.32	1	38	00.00.35	1	0.00	0.00
4	7x2	105	105	00.00.32	1	105	00.00.34	1	0.00	0.00
5	7x5	87	87	00.00.32	1	87	00.00.34	1	0.00	0.00
6	8x4	97	99	00.00.32	2	97	00.00.32	1	2.06	0.00
7	9x2	115	115	00.00.33	1	115	00.00.34	1	0.00	0.00
8	9x4	99	100	00.00.32	3	100	00.00.35	5	1.01	1.01