

เจเนติก อัลกอริทึม ในการแก้ปัญหาการจัดแผนงาน
Genetic Algorithm in Scheduling Problem

โดย

นางสาว จุฑามาส ลิ้มสมบูรณ์

รหัส 42067143



H001837

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อาริต ธรรมโน

วัน เดือน ปี.....	15 ต.ค. 2550
เลขทะเบียน.....	01837
เลขเรียกหนังสือ.....	สจท.จ 628จ 2544
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."	

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อหัวข้อ	เจเนติก อัลกอริทึม ในการแก้ปัญหาการจัดแผนงาน
นักศึกษา	นางสาว จุฑามาส ลีสมบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. อาริต ธรรมโน
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

การจัดการแผนงานหรือ การจัดลำดับการทำงาน จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากกิจกรรมหนึ่งในการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นในโครงการนี้ได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาการจัดการแผนงานโดยอาศัยหลักการทฤษฎีเจเนติก อัลกอริทึมที่ได้จำลองเอาวิวัฒนาการธรรมชาติทาง ชีววิทยา ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ และกระบวนการทางพันธุศาสตร์ มาประยุกต์ใช้สร้างวิวัฒนาการการหาคำตอบของการจัดการแผนงาน โดยที่ในโครงการนี้จะกล่าวถึงการแก้ปัญหาการจัดการแผนงานแบบคงที่ซึ่งจะไม่มีเงื่อนไขในการทำงาน โดยนำเอาวิธีทาง เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้

Title	Genetic Algorithm in Scheduling Problem
Student	Miss Jutamas Limsomboon
Advisor	Asst.Prof.Dr. Arit Thammano
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2001



Abstract

Scheduling Problem have been the significant activities in efficiency for works. So in this project it present the solution by Genetic Algorithm in Scheduling Problem. The Algorithm are emulate the biological evolution of natural selection and employ the genetic operation theories and approach to evolution solve in Scheduling Problem. Whereas this project mention the evolution solution in Static Scheduling Problem which have not the work constrain in using Genetic Algorithm.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญ.....	III
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและลักษณะของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
แนวความคิดที่ใช้ในโครงการ.....	2
ขอบเขตของโครงการ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับ เจเนติก อัลกอริทึม.....	4
พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา.....	4
พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา กับ เจเนติก อัลกอริทึม.....	5
เจเนติก อัลกอริทึม เบื้องต้น.....	6
ฟังก์ชันเป้าหมาย กับ ฟังก์ชันความเหมาะสม.....	7
รูปแบบโครโมโซม.....	7
วิธจักรของ เจเนติก อัลกอริทึม.....	8
เจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย (Simple Genetic Algorithm).....	9
การประยุกต์ เจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย.....	11
ตัวอย่างเจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย.....	11
ทฤษฎีการจัดการแผนงานให้กับเครื่องจักร.....	15
การจัดลำดับงานด้วยแผนภูมิแกนต์.....	15
การจัดลำดับงานด้วยตัวแบบกำหนดงาน.....	16
การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร.....	17
การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรเครื่องเดียว.....	18
การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร 2 เครื่อง.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร 3 เครื่อง.....	19
การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่อง.....	20
บทที่ 3 การใช้ เจเนติก อัลกอริทึม ในการจัดลำดับงาน.....	22
รูปแบบโครโมโซม.....	22
รูปแบบของฟังก์ชันเป้าหมาย.....	23
การครอสโอเวอร์.....	24
การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ.....	24
การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีแบบอ้างอิง.....	25
การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างวงรอบ.....	26
การมิวเทชัน.....	27
การรีโพรดักชัน.....	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	31
ส่วนของการรับค่า.....	32
ส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น.....	34
ส่วนของการคัดเลือกสร้าง mating pool.....	36
ส่วนของการดำเนินงานทางพันธุศาสตร์.....	39
ส่วนของการสร้างประชากรรุ่นใหม่.....	43
การทดสอบโปรแกรม.....	45
บทที่ 5 สรุป.....	48
เอกสารอ้างอิง.....	50
ประวัติผู้เขียน.....	51

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงการเปรียบเทียบคำศัพท์ ทางพันธุศาสตร์ กับ เจเนติก อัลกอริทึม.....	6
2.2 แสดงประชากรเริ่มต้น.....	12
2.3 แสดงค่าความเหมาะสม.....	12
2.4 แสดงวิธีการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก.....	13
2.5 แสดงการคัดเลือกโครโมโซม.....	13
2.6 แสดงการครอสโอเวอร์.....	14
2.7 แสดงการมิเตซัน.....	14



สารบัญรูป

หน้า

รูปที่	
2.1	แสดงโครโมโซมทางพันธุศาสตร์.....5
2.2	แสดงวัฏจักรของ เจเนติก อัลกอริทึม.....8
2.3	แสดงกระบวนการครอสโอเวอร์.....10
2.4	แสดงกระบวนการมิวเตชัน.....10
2.5	ตัวอย่างแผนภูมิแทนตรูปแบบต่าง ๆ16
2.6 (ก)	แสดงตารางต้นทุน (ข) แสดงผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้.....17
2.7	ปัญหาการจัดลำดับงานให้แก่เครื่องจักร 2 เครื่อง.....18
2.8	แขนงเซตย่อยของวิธีโบราณซ์แอนคัววดี.....20
3.1	ปัญหา TSP.....22
3.2	แผนภูมิแทนต์แสดงลำดับการทำงานหนึ่ง.....23
3.3	การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ โครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง.....24
3.4	การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง.....25
3.5	การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง โครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง.....25
3.6	การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง.....26
3.7	การหีบและวางยีนส์ในวงรอบที่ 1.....26
3.8	การหีบและวางยีนส์ในวงรอบที่ 2.....27
3.9	โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง ที่ได้จากการสลับตำแหน่งแบบวงรอบ.....27
3.10	การสลับตำแหน่งระหว่างยีนส์คู่.....28
3.11	การสลับตำแหน่งระหว่างกลุ่มยีนส์.....28
3.12	การเลื่อนไปทางขวา และ ซ้าย.....28
3.13	การรีโปรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ.....29
4.1	โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม.....31
4.2	รูปแสดงหน้าจอส่วนของการรับค่า.....33
4.3	รูปแสดงหน้าจอส่วนของการรอกข้อมูลเวลาทำงานในแต่ละเครื่องจักร.....33
4.4	รูปแสดงลักษณะของโครโมโซม.....34
4.5	โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น.....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.6 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น.....	36
4.7 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนของการคัดเลือกโครโมโซม.....	38
4.8 โฟลวชาร์ตแสดงการครอสโอเวอร์.....	39
4.9 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนของการครอสโอเวอร์.....	41
4.10 โฟลวชาร์ตแสดงการมิวเตชัน.....	42
4.11 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนของการมิวเตชัน.....	43
4.12 โฟลวชาร์ตแสดงการรีโพรดักชัน.....	44
4.13 แสดงการป้อนค่าเวลาการทำงานในเครื่องจักรแต่ละเครื่อง.....	46
4.14 แสดงผลของการทำงาน.....	47



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและลักษณะของปัญหา

เนื่องจากการจัดลำดับการผลิตและบริการ (Scheduling) นั้นเป็นกิจกรรมในการจัดการเครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต หรือการให้บริการ ตลอดจนคนงาน เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือการบริการ ไม่ว่าจะเป็นองค์การเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ หรือการให้บริการ การจัดลำดับการผลิตและการบริการถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากกิจกรรมหนึ่ง โดยที่การจัดลำดับการผลิตและบริการถือว่าเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งในการดำเนินการ เพราะเครื่องจักร หรือสถานีการผลิตในโรงงานจะทำตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งแผนลำดับการผลิตและบริการจะต้องมีความเหมาะสม มิฉะนั้นอาจเกิดปัญหาในด้านประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากการว่างงานของเครื่องจักร หรือสถานีการผลิต

ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญในการวางแผนการผลิตคือ การจัดงานแก่เครื่องจักร และการจัดลำดับก่อนหลังในการผลิตและบริการ โดยการจัดงานแก่เครื่องจักรจะเป็นการกำหนดหรือมอบหมายงานการผลิตหรือ บริการให้แก่เครื่องจักรหรือสถานีการผลิต ในกรณีที่งานการผลิตและการบริการกระทำได้เฉพาะเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ปัญหาการจัดงานแก่เครื่องจักรก็จะไม่ยุ่งยาก อย่างไรก็ตามสำหรับกรณีที่มีงานหลาย ๆ งานที่สามารถทำได้ด้วยเครื่องจักรหลาย ๆ เครื่อง ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นคือควรที่จะจัดงานใดให้แก่เครื่องจักรใด จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินการสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการจัดงานแก่เครื่องจักรในลักษณะที่ทำให้ต้นทุนหรือ เวลาการทำงานต่ำที่สุด และนอกจากการจัดงานแก่เครื่องจักรแล้ว กิจกรรมการวางแผนการผลิตที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร โดยลักษณะของปัญหาที่จะจัดลำดับการทำงานอย่างไรจึงจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด โดยการจัดลำดับการทำงานนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของเครื่องจักร ในกรณีที่มีเครื่องจักรหนึ่งหรือสองเครื่องนั้นการจัดลำดับงานเข้าเครื่องจักรสามารถทำได้โดยไม่ยาก แต่ในกรณีที่มีเครื่องจักรหลายเครื่องนั้น การหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นก็สามารทำได้ แต่การคำนวณจะซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งในสภาพการผลิตจริงที่มีเครื่องจักรจำนวนมาก ซึ่งบางครั้งอาจมีนับร้อยเครื่อง การคำนวณก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เนื่องจากต้องใช้เวลาในการคำนวณมากจนเกินกว่าที่จะยอมรับได้ ดังนั้นจึงได้นำเอาวิธีทาง เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้ในการแก้ปัญหา

วัตถุประสงค์ของโครงการ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานของหลาย ๆ องค์กร ซึ่งก็คือในเกือบจะทุกองค์กร ไม่ว่าจะเป็นองค์กรเกี่ยวกับการผลิต หรือการบริการ จะต้องมีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบหลักในการทำงานอยู่แล้ว ดังนั้นในการจัดลำดับการผลิต และการบริการนั้น ถ้าหากสามารถนำเอาคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้วในองค์กรมาใช้ประโยชน์ในการจัดลำดับการผลิตและบริการ โดยทำเป็นระบบการจัดลำดับการผลิตและบริการแบบอัตโนมัติ ก็จะเป็นการลดความยุ่งยากในการจัดการแผนงานสำหรับเครื่องจักรได้ โดยในปัจจุบันนี้ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ได้มีการพัฒนาและศึกษากันอย่างแพร่หลาย และภายในขอบเขตของ Artificial Intelligence นั้นก็มี เจเนติก อัลกอริทึม (GA) รวมอยู่ด้วย และเป็นที่ยอมรับกันว่าเจเนติก อัลกอริทึม เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาชนิดต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย รวมทั้ง ปัญหาการจัดตารางสอน ปัญหาการวิเคราะห์ความสกปรกของบรรยากาศ ฯลฯ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของ GA ที่จะแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นเพื่อลดความยุ่งยากในการคำนวณหาความเหมาะสมในการจัดลำดับการทำงาน ซึ่งในกรณีที่มีเครื่องจักรหลาย ๆ เครื่องนั้น การจัดลำดับการทำงานโดยการคำนวณจะใช้เวลามากเกินกว่าจะยอมรับได้ จึงได้มีความคิดที่จะนำเอา เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ เพื่อให้การจัดการแผนงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

แนวความคิดที่ใช้ในโครงการ

เจเนติก อัลกอริทึม เป็นวิธีการหาคำตอบแบบสุ่มจากกลุ่มของประชากร โดยเป็นการจำลองกระบวนการการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ มาใช้เพื่อเป็นการหาคำตอบที่ดีที่สุด หรือใกล้เคียงที่สุดของปัญหา โดยอาศัยพื้นฐานความคิดทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งใช้แนวความคิดของการคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection) และแนวคิดกระบวนการทางพันธุศาสตร์ (Genetic Operation) ในการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ ไปยังลูกหลาน

โดยที่ประชากรแต่ละตัวจะเรียกว่า โครโมโซม ซึ่งประกอบด้วยชุดของตัวเลขที่มีลักษณะเป็นสาย (String) คล้ายกับใน DNA โดยประชากรเหล่านี้จะมีรูปแบบของการจัดเรียงของโครโมโซมที่ต่างกันออกไป ทำให้มีค่าความเหมาะสมต่างกันออกไป ซึ่งค่าความเหมาะสมนั้นเป็นตัวบอกว่าประชากรตัวนั้นเป็นสายพันธุ์ที่ดีหรือไม่ สายพันธุ์ที่มีลักษณะที่ดี จะมีโอกาสได้รับการคัดเลือกมาเป็นตัวต้นแบบ ในขณะที่สายพันธุ์ที่ไม่ดีจะไม่ได้รับการคัดเลือก หรือได้รับการคัดเลือกน้อยกว่า ดังนั้นประชากรรุ่นใหม่จึงได้รับลักษณะที่ดีมาจากสายพันธุ์ที่ดี ในขณะที่ลักษณะที่ไม่ดีจะไม่มีถ่ายทอด ดังนั้นเมื่อมีการวิวัฒนาการต่อ ๆ มาแล้วในที่สุดก็จะเหลือเพียงสายพันธุ์ที่ดีเท่านั้นที่สามารถอยู่รอดต่อไปได้ ซึ่งสุดท้ายก็จะได้คำตอบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงการ

ในโครงการนี้จะเป็นการนำเสนอการวางแผนการผลิต ในส่วนของการจัดลำดับก่อนหลังในการผลิตและบริการ (sequencing) ซึ่งลักษณะของการจัดลำดับการทำงานให้กับเครื่องจักร คือ มีเครื่องจักรหลายเครื่อง และมีงานที่คอยรับการผลิตหลายงาน โดยทุกงานจะต้องผ่านกระบวนการผลิตในเครื่องจักรทุกเครื่องที่มีตามลำดับ ปัญหาคือจะจัดลำดับการทำงานอย่างไรจึงจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด โดยในโครงการนี้จะเป็นการนำเอา เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยจะทำการออกแบบโปรแกรมเพื่อการจัดลำดับการทำงาน โดยจะทำการรับข้อมูลมาจากผู้ใช้ แล้วนำมาเข้ากระบวนการ เจเนติก อัลกอริทึม ผลที่ได้ออกมาคือ ลำดับของงานที่จะถูกส่งเข้าไปในเครื่องจักรที่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงสุด



บทที่ 2

ทฤษฎี

ในการทำการจัดการแผนงานด้วยการใช้ เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้ในการหาคำตอบนั้น ก่อนอื่นเราต้องมาเรียนรู้ และทำความเข้าใจกับทฤษฎีของ เจเนติก อัลกอริทึม ซึ่งประกอบด้วยพื้นฐานของ เจเนติก อัลกอริทึม ความสัมพันธ์ของ เจเนติก อัลกอริทึม กับพันธุศาสตร์ทางชีววิทยา เจเนติก อัลกอริทึม เบื้องต้น และ เจเนติก อัลกอริทึม อย่างง่าย และในส่วนของทฤษฎีการจัดการแผนงาน จะประกอบด้วย ทฤษฎีการจัดการแผนงานให้กับเครื่องจักร การจัดลำดับงานแบบต่าง ๆ ดังจะได้กล่าวอย่างละเอียดต่อไป

ทฤษฎีเกี่ยวกับ เจเนติก อัลกอริทึม

การหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) นั้น สามารถหาคำตอบมาได้หลายวิธี ตามชนิดของปัญหา และเทคนิค วิธีการวิเคราะห์ปัญหานั้น ๆ ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางในเรื่องปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่จะทำให้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรมีสติปัญญา โดยได้มีการนำเอาความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติมาช่วยในการศึกษาวิจัย เช่น นิวรอลเน็ตเวิร์ค(Neural Network) ฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) และ เจเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm) เป็นต้น โดยที่วิธีของ เจเนติก อัลกอริทึม นั้นจะเป็นการจำลองรูปแบบวิธีการทางชีววิทยา ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่หรือการขยายเผ่าพันธุ์ในรุ่นต่อ ๆ ไป ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection) และกระบวนการทางพันธุศาสตร์ (Genetic Operation) โดยจะทำให้วิวัฒนาการของประชากรเป็นไปในทางที่ดีขึ้น โดยได้ทำการศึกษาพันธุศาสตร์ทางชีววิทยา เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการทางเจเนติก อัลกอริทึม ดังนี้

พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา

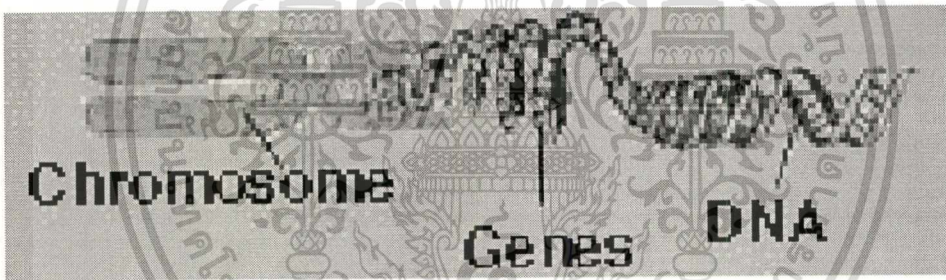
เมนเดล (Mendel) บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ ค้นพบว่ายีนส์ (Genes) หน่วยเก็บลักษณะทางกรรมพันธุ์ จะเรียงตัวกันอยู่บนเส้นโครโมโซม (Chromosome) ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยที่ค่าลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละยีนส์เรียกว่าแอลลี (Allele) ซึ่งแบบต่าง ๆ ของยีนส์ที่มีแอลลีต่างกันในแต่ละ

ละตำแหน่งยีนส์เดียวกันเรียกว่าจีโนไทป์ (Genotype) สำหรับลักษณะภายนอกที่ปรากฏออกมาให้เห็นเรียกว่าฟีโนไทป์ (Phenotype) โดยการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มี 2 แบบ คือ

1. การเพิ่มจำนวนเซลล์ เป็นการแบ่งตัวแบบ ไมโทซิส (Mitosis)
2. การแบ่งตัวของเซลล์สืบพันธุ์ เป็นการแบ่งตัวแบบ ไมโอซิส (Meiosis)

ซึ่งในระหว่างที่เกิดการแบ่งตัวของไมโอสิสนั้น โครโมโซมจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนบางส่วนซึ่งกันและกัน หรือที่เรียกว่าการ ครอสโอเวอร์ (Crossover) ประโยชน์ที่เกิดจากการครอสโอเวอร์ คือทำให้มีโอกาสที่จะได้ลักษณะต่าง ๆ กันมาอยู่รวมกันได้หลายแบบมากขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่เกิดขึ้นมีความหลากหลายมากขึ้น ถ้าไม่มีการเกิดครอสโอเวอร์แล้วโอกาสที่สิ่งมีชีวิตนั้นจะเจริญ หรือปรับตัวให้ดีขึ้นย่อมมีได้ยากกว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะยีนส์ใหม่ ๆ หลาย ๆ แบบ

มิวเตชัน (Mutation) หรือการผ่าเหล่า คือการเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีนส์ไปจากเดิม ที่ควรเป็นไปตามการถ่ายทอด เป็นการให้โอกาสแก่ธรรมชาติในการจะเลือกลักษณะแปลก ๆ มากขึ้น การผ่าเหล่านั้นทุกลักษณะในแต่ละยีนส์ย่อมมีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้เท่า ๆ กัน



รูปที่ 2.1 แสดงโครโมโซมทางพันธุศาสตร์

พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา กับ เจเนติกอัลกอริทึม

ในทางพันธุศาสตร์ แต่ละ โครโมโซม ประกอบด้วยหน่วยเก็บลักษณะหรือยีนส์ (Gene) ซึ่งเก็บค่าแสดงลักษณะต่าง ๆ ที่เรียกว่า แอลลี (Allele) และแต่ละแบบของชุดยีนส์เรียกว่า ยีโนไทป์ (Genotype) ซึ่งแสดงลักษณะภายนอกที่ปรากฏเรียกว่า ฟีโนไทป์ (Phenotype)

สำหรับในทาง เจเนติก อัลกอริทึม ตัวแปรหรือพารามิเตอร์ของปัญหาจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสตริง(String) เรียกว่า โครโมโซม ประกอบด้วยอักขระ (Character) หรือบิต (Bit) แต่ละตำแหน่งของโครโมโซมจะเก็บค่าอักขระ (Character Value) หรือค่าของบิต (Bit Value) ซึ่งแสดงถึงโครงสร้าง (Structure) ของแต่ละโครโมโซมที่มีค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ของปัญหาแตกต่างกัน โดยที่สามารถสรุปการเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบคำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ กับ เจเนติก อัลกอริทึม

Natural Genetic	Genetic Algorithm
Chromosome	String
Gene	Character, Bit
Allele	Character value, Bit value
Locus	String Position
Genotype	Structure
Phenotype	A Decode Structure

เจเนติก อัลกอริทึม เบื้องต้น

เจเนติก อัลกอริทึม คิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1975 โดย John Holland ได้ศึกษาทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ในการกำเนิดประชากรรุ่นใหม่ โดยกระบวนการทางธรรมชาติวิทยา ประกอบด้วย การคัดเลือกทางธรรมชาติ และกระบวนการทางพันธุศาสตร์ เพื่อให้ได้ประชากรรุ่นใหม่ที่มีลักษณะที่ดีขึ้น โดยในวิวัฒนาการทางธรรมชาติ จะมีคุณสมบัติในการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ บนโครโมโซมคือ

1. วิวัฒนาการเป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงบนโครโมโซม ที่เป็นอยู่ซึ่งแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ
2. ธรรมชาติทางการคัดเลือกมีความสัมพันธ์กับโครโมโซมที่แสดงถึงประสิทธิภาพของโครงสร้างที่ดี ที่จะคัดเลือกเพื่อถ่ายทอดส่วนของโครงสร้างที่ดี
3. การถ่ายทอดในขณะที่เกิดวิวัฒนาการนั้น โครโมโซมพ่อแม่ มีการแลกเปลี่ยนส่วนโครงสร้างกันเพื่อสร้างโครโมโซมลูก และเหตุผลที่ทำให้เกิดโครโมโซมลูกที่แตกต่างออกไปเรียกว่าการผ่าเหล่า
4. วิวัฒนาการทางธรรมชาติมิได้เป็นสิ่งที่เกิดจากการจดจำ แต่เป็นกระบวนการที่เกิดจากโครงสร้างต่าง ๆ ในโครโมโซมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

โดย Holland ได้นำเอาแนวคิดจากคุณสมบัติเหล่านี้มาปรับใช้กับคอมพิวเตอร์ให้ช่วยในการแก้ปัญหาที่ยุ่ยาก การหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงที่สุด และเรียกวิธีการนี้ว่า เจเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithms: GA) เป็นวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมแบบสุ่ม โดยจำลองเอากระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติมาแก้ไข้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการถ่ายทอดลักษณะที่ดีไปสู่รุ่นลูกหลานต่อไป เจเนติก อัลกอริทึม จะประกอบด้วยกระบวนการรีโพรดักชัน (Reproduction) กระบวนการครอสโอเวอร์ (Crossover) และกระบวนการมิวเตชัน (Mutation) ซึ่งทั้งสามกระบวนการนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขอสงวนสิทธิ์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยให้ประชากรในรุ่นต่อ ๆ ไปมีวิวัฒนาการที่ดีขึ้น ทำให้ได้คำตอบที่มีค่าความเหมาะสมตามต้องการ

เจเนติก อัลกอริทึม เป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยจะแตกต่างกับวิธีการทั่วไปคือ

1. ค้นหาคำตอบภายใต้โครงสร้างของปัญหาอันเกิดจากการกำหนดรหัส (coding) รูปแบบโครงสร้างจากกลุ่มตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา ไม่ใช่การค้นหาคำตอบจากค่าของกลุ่มตัวแปร
2. ค้นหาคำตอบโดยพิจารณาจากประชากรคำตอบ หรือกลุ่มคำตอบ ไม่ใช่พิจารณาจากคำตอบใดคำตอบหนึ่ง
3. ค้นหาคำตอบจากผลลัพธ์ของกลุ่มค่าตัวแปรที่เป็นฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหา
4. ค้นหาคำตอบโดยอาศัยการถ่วงน้ำหนักความเหมาะสมของแต่ละคำตอบจากกลุ่มคำตอบนั้น

ฟังก์ชันเป้าหมาย กับ ฟังก์ชันความเหมาะสม

วิธีการของ GA จะไม่พิจารณาจากขั้นตอนของการแก้ปัญหา แต่จะพิจารณาโดยตัดสินใจว่าคำตอบใหม่ที่ได้รับดีขึ้นหรือ ใกล้เคียงกับคำตอบที่ต้องการหรือไม่ โดยดูจากฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function: f) ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่าง ๆ ของปัญหานั้น ๆ ส่วนฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function: F) เป็นฟังก์ชันที่กำหนดค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม และกำหนดโอกาส หรือสัดส่วนที่แต่ละโครโมโซมเหมาะสมจะถูกคัดเลือก โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ฟังก์ชันเป้าหมายเป็นฟังก์ชันความเหมาะสม

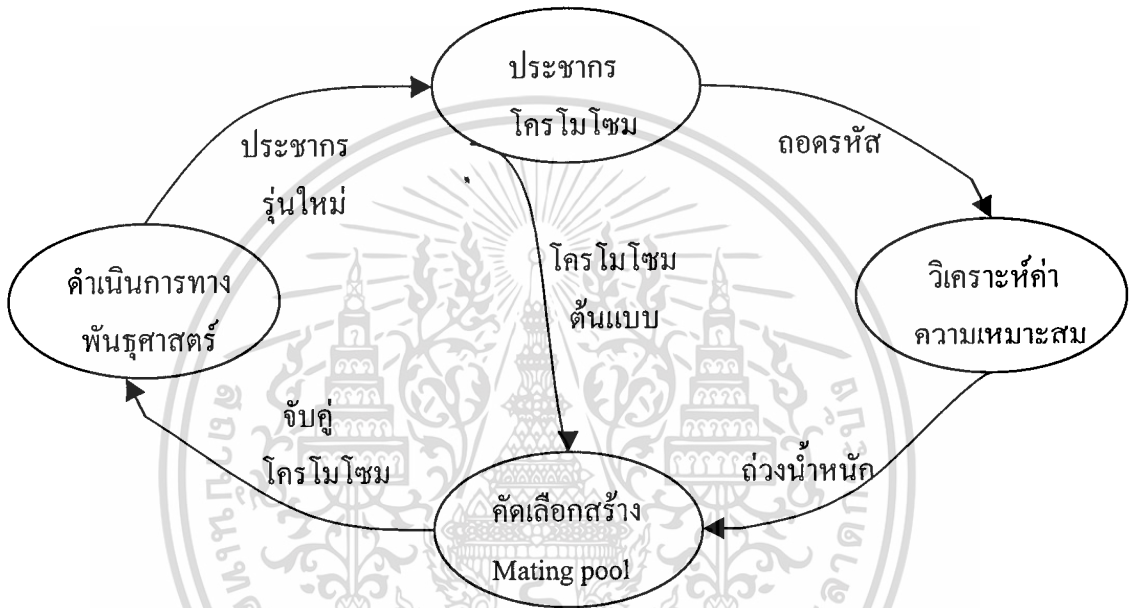
รูปแบบโครโมโซม

จากคุณสมบัติของการวิวัฒนาการนั้น การวิวัฒนาการเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ดังนั้นการแก้ไขปัญหาโดยใช้ GA จึงเริ่มจากการมองปัญหาให้เป็นโครโมโซมชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยยีนส์ลักษณะต่าง ๆ โดยยีนส์เป็นตัวแสดงค่าคำตอบของปัญหาที่แปรผันไปตามการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปยีนส์หมายถึงตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปลำดับของยีนส์บนโครโมโซมหรือเรียกว่าสตริง (string) ซึ่งประกอบด้วยบิต (bit) หรืออักขระ (character) โดยลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของแต่ละยีนส์คือค่าของบิต หรือค่าของตัวแปร พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ และรูปแบบของค่าบิตที่จัดเรียงบนโครโมโซมคือ ยีนโนไทป์ ที่จะแสดงถึงค่าของตัวแปร พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ชุดหนึ่งหรือ ฟีนไทป์ นั่นเอง โดยจะเป็นการกำหนดรหัสในรูปแบบตัวเลขหรือตัวอักษรในช่วงที่จำกัดตามค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ และประกอบรวมกันโดยที่จำนวนยีนส์หรือความยาวของโครโมโซมคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัฏจักรของเจเนติก อัลกอริทึม

การวิวัฒนาการเพื่อการหาคำตอบโดยใช้วิธี เจเนติก อัลกอริทึม นั้นจะมีขั้นตอนการทำงาน เป็นวัฏจักรการทำงานของ เจเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm Cycle) ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ



รูปที่ 2.2 แสดงวัฏจักรของ เจเนติก อัลกอริทึม

1. สร้างประชากรโครโมโซมรุ่นเก่า โดยประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) จะเกิดจากการสุ่ม
2. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซม โดยการถอดรหัส และคำนวณค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชันความเหมาะสมที่กำหนดไว้
3. สร้าง mating pool หรือ ชุดโครโมโซมต้นแบบ หรือ ชุดโครโมโซมพ่อ-แม่ โดยอาศัยการจำลองการคัดเลือกพันธุ์ทางธรรมชาติ หากโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมมากก็จะมีโอกาสถูกคัดเลือกเป็นต้นแบบมาก
4. ดำเนินการทางพันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการครอสโอเวอร์ เป็นการสุ่มจับคู่โครโมโซมต้นแบบใน mating pool แล้วทำการแลกเปลี่ยนบางบิตของโครโมโซมซึ่งกันและกัน หรือการมิวเตชัน เป็นการสุ่มเปลี่ยนค่าบิตบางบิตของแต่ละโครโมโซม เป็นต้น

โดย เจเนติก อัลกอริทึม จะทำการประมวลผลซ้ำตามวัฏจักรจนกว่าจะได้รับคำตอบที่พอใจ หรือตามจำนวนรุ่นที่ต้องการ

เจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย (Simple Genetic Algorithm)

เจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย (SGA) เป็น GA ในยุคเริ่มแรกของ Holland ซึ่งมีขั้นตอน พื้นฐาน กระบวนการไม่มากนัก ง่ายต่อการศึกษาทำความเข้าใจ แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตอนเตรียมการและขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนเตรียมการนั้น จะเป็นส่วนของการปรับรูปแบบของปัญหา ให้เหมาะสมสำหรับการ ทำเจเนติก อัลกอริทึม ซึ่งประกอบด้วย

1. กำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม โดยตัวอย่างปัญหาของ SGA คือ การหาค่าสูงสุดของ ฟังก์ชัน $y = x^2$ ซึ่ง x มีค่าระหว่าง $I[0,31]$ ดังนั้นฟังก์ชันเป้าหมายก็คือ $f = x^2$ และ กำหนดให้ฟังก์ชัน ความเหมาะสมคือ $F = x^2$ ซึ่งคำตอบที่ดีที่สุดคือ ค่า x ที่มีค่าความเหมาะสมสูงสุด
2. กำหนดรูปแบบโครโมโซม โดยโครโมโซมของ SGA นั้นเป็นแบบไบนารี โดยจะมี ความยาว (Chromosome Length : lchrom : lchrom) ตามแต่จะกำหนด จากตัวอย่างเดิม ให้ แปลงค่าพารามิเตอร์ x ให้อยู่ในรูปไบนารี 5 บิต (lchrom = 5) คือจาก 00000 ถึง 11111 ซึ่งเมื่อถอดรหัสแล้ว x จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 31 พอดี

ขั้นตอนการทำงานของ SGA เป็นขั้นตอนพื้นฐานแบบง่ายประกอบด้วย

1. ประชากรรุ่นเก่า (Old Population) จะเป็นการคัดเลือกชุดของโครโมโซมเพื่อนำมา เป็นประชากรต้นแบบสำหรับสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New Population) ในวิวัฒนาการ (generation: gen) รุ่นต่อไป โดยจะเริ่มตั้งแต่ $gen = 0$ ซึ่งจะเป็นการสุ่มค่าโครโมโซมขึ้นมาเป็นจำนวนเท่ากับ จำนวนประชากรแต่ละรุ่น (Population Size: popsize)
2. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสม เป็นขั้นตอนของการถอดรหัสจากรูปแบบโครโมโซมที่ กำหนดไว้เพื่อนำมาคำนวณค่าความเหมาะสมตามฟังก์ชันความเหมาะสมของปัญหา
3. การคัดเลือก เป็นขั้นตอนในการคัดเลือกประชากรรุ่นเก่าให้มาเป็นประชากรต้นแบบ เพื่อใช้สร้างประชากรรุ่นใหม่ต่อไป โดยจะเป็นการจำลองการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อสร้าง mating pool สำหรับ SGA เป็นแบบอ้างอิงค่าความเหมาะสม (Fitness-based Selection) โดย พิจารณาค่าความเหมาะสมเพื่อนำมาตัดสินว่าโครโมโซมนั้น ๆ จะมีโอกาสที่จะถูกคัดเลือกเท่าใด โดยการกำหนดค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกต่อการสุ่มเลือกแต่ละครั้ง (Probability of Selection Value: pselect) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$pselect_i = F_i / \sum F$$

ซึ่งสามารถคำนวณค่าที่คาดหวังว่าจะสุ่มได้ (Expected Value: E)

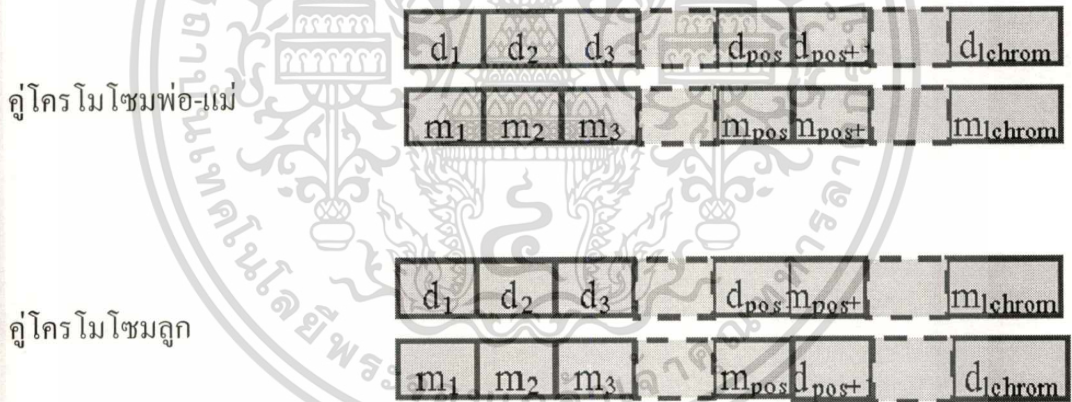
$$E_i = pselect_i * popsize = F_i / F$$

สำหรับวิธีการสุ่มโครโมโซมต้นแบบของ SGA เป็นแบบจำลองการหมุนวงล้อถ่วงน้ำหนัก (Roulette Wheel: RW) ซึ่งกำหนดขนาดแต่ละช่องของวงล้อตามความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้ง โดยหาความถี่สะสม (q) ของค่าความน่าจะเป็นของแต่ละโครโมโซมดังนี้

$$q_i = \sum_{j=1}^i pselect_j$$

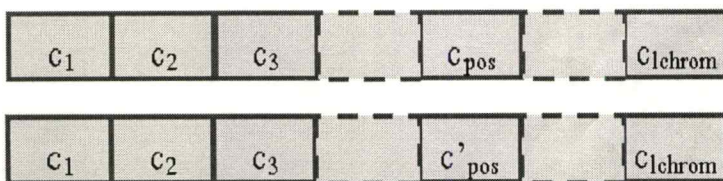
4. ดำเนินการทางพันธุศาสตร์ แบ่งออกเป็น การครอสโอเวอร์ และ การมิวเตชัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

การครอสโอเวอร์ คือการแลกเปลี่ยนค่าระหว่างโครโมโซม 1 คู่ โดยทำการเลือกประชากรมา 2 โครโมโซม จากนั้นทำการสลับค่าของโครโมโซม โดยจุดที่ทำการสลับค่านั้นได้มาจากการสุ่ม เช่นถ้าสุ่มจุดที่ทำการครอสโอเวอร์ได้เป็นจุดที่ pos ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการครอสโอเวอร์

การมิวเตชัน (Mutation) คือการเปลี่ยนค่าโครโมโซมแบบสุ่ม โดยการสลับค่าของเลขฐานสอง ณ ตำแหน่งที่ได้จากการสุ่มเลือกของโครโมโซมนั้น ๆ เช่นถ้าสุ่มจุดที่ทำการมิวเตชันได้ตำแหน่งที่ pos ดังที่แสดงในรูปที่ 2.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการมิวเตชัน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ประชากรรุ่นใหม่ จะเป็นชุดโครโมโซมที่เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งประชากรรุ่นใหม่นี้ก็จะกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับการวิวัฒนาการในรุ่นถัดไป เรียกวิวัฒนาการแบบนี้ว่า การถ่ายทอดแบบทั่วไปหรือรีโพรดักชันแบบทั่วไป (General Reproduction) โดยกระบวนการต่าง ๆ นี้จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันจนกระทั่งถึงรุ่นที่มากที่สุด (max generation: maxgen)

การประยุกต์ เจเนติก อัลกอริทึม แบบง่าย (Simple Genetic Algorithm :SGA)

วิธีการของ SGA เป็นการหาคำตอบแบบสุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่มีการบันทึกหรือจดจำคำตอบที่ดีที่สุดของรุ่นก่อน จึงทำให้การหาคำตอบของ SGA ได้คำตอบที่ดีที่สุดมากขึ้นหรือน้อยลงได้ ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงการค้นหาคำตอบของ GA โดย

1. รีโพรดักชันแบบรักษาค่าความเหมาะสมที่ดี เป็นการปรับปรุง SGA ให้ควบคุมการค้นหาคำตอบ โดยรักษาโครโมโซมที่ดีไว้ จะช่วยให้วิวัฒนาการคำตอบในรุ่นถัดไปดีขึ้นเรื่อย ๆ
2. ครอสโอเวอร์แบบ 2 จุด เป็นวิธีการซึ่งนำเสนอโดย Cavicchio โดยจะต้องกำหนดจุดที่จะครอสโอเวอร์ 2 จุดด้วยกันโดยใช้วิธีการสุ่ม จากนั้นจะทำการแลกเปลี่ยนค่าของบิตที่อยู่ระหว่างจุดทั้ง 2 จุด
3. โบนารีมิวเตชันแบบกำหนดค่าบิต เป็นการปรับปรุงโบนารีมิวเตชันให้เป็นแบบกำหนดค่าแน่นอนให้กับบิตที่เกิดมิวเตชัน โดยกำหนดให้บิตที่เกิดมิวเตชันมีค่าบิตเป็น ค่า ๆ หนึ่งเสมอ จะช่วยปรับแนวทางการค้นหาคำตอบของ SGA ให้ดีขึ้น
4. อินเวอร์ชัน เป็นตัวดำเนินการที่ประยุกต์เพิ่มเติมใน SGA โดยจำลองแบบลักษณะของการอินเวอร์ชันในทางพันธุศาสตร์ ที่เป็นลักษณะของการกลับหัวกลับหางส่วนของยีนส์ภายในโครโมโซม โดยการกลับส่วนค่าบิตภายในช่วงตำแหน่งของโครโมโซมที่สุ่มได้ตามอัตราความน่าจะเป็นของการอินเวอร์ชันแต่ละโครโมโซม (Probability of Inversion: Pi) ที่กำหนด

ตัวอย่าง เจเนติก อัลกอริทึม อย่างง่าย

จะเป็นการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $y = x^2$ ที่มีค่าอยู่ในระหว่างจำนวนเต็ม $I[0,31]$ ดังนั้น เราจะได้ รูปแบบของโครโมโซม และ Fitness function ดังนี้

- กำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม Fitness function จะได้เป็น $(F) = x^2$
- กำหนดรูปแบบโครโมโซม โดยจากที่ให้ x มีค่าระหว่าง 0 ถึง 31 แปลงเป็นเลขฐาน 2 ได้ เป็นมีค่าระหว่าง 00000 ถึง 11111 เพราะฉะนั้นเราจะได้รูปแบบโครโมโซมเป็น เลขฐานสอง 5 บิต

- กำหนดประชากรเริ่มต้น (gen = 0) โดยการสุ่ม กำหนดให้มีจำนวนประชากร 4 โครโมโซม จะได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงประชากรเริ่มต้น

ลำดับ	โครโมโซม
1	10010
2	01011
3	11010
4	01111

- วิเคราะห์ค่าความเหมาะสม เพื่อคำนวณค่าความเหมาะสม จาก $F = X^2$

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความเหมาะสม

ลำดับ	โครโมโซม	X	ค่าความเหมาะสม
1	10010	18	324
2	01011	11	121
3	11010	26	676
4	01111	15	225

- การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อหา mating pool เพื่อที่จะนำไปเข้ากระบวนการวิวัฒนาการต่อไป โดยจะมีการหาค่า ความน่าจะเป็นที่จะถูกคัดเลือกแต่ละครั้ง (Probability of Selected Value: pselect) ค่าความคาดหวังว่าจะสุ่มได้ (Expected Value: E) แล้วเราจะสามารถรู้ได้ว่าโครโมโซมตัวไหนจะถูกเลือกและตัวไหนจะไม่ถูกเลือกจากการหาค่านี้

- วิธีการสุ่มโครโมโซมต้นแบบของ SGA เป็นแบบ จำลองการหมุนแบบวงล้อถ่วงน้ำหนัก (Roulette Wheel: RW) ซึ่งกำหนดขนาดแต่ละช่องของวงล้อตามความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซม

ตารางที่ 2.4 แสดงวิธีการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก

ลำดับ	โครโมโซม	X	ค่าความเหมาะสม (F)	ค่าความน่าจะเป็น (pselect)	จำนวนที่คาดหวัง (E)	จำนวนที่ สุ่มได้จาก RW
1	10010	18	324	0.241	0.964	1
2	01011	11	121	0.090	0.360	0
3	11010	26	676	0.502	2.008	2
4	01111	15	225	0.167	0.668	1
รวม			1346	1.000	4.000	
ค่าเฉลี่ย			337	0.250	1.000	
ค่าสูงสุด			676	0.502	2.008	

ตารางที่ 2.5 แสดงการคัดเลือกโครโมโซม

ลำดับโครโมโซม	1	2	3	4
ค่าความเหมาะสม (F)	324	121	676	225
ค่าความน่าจะเป็นที่สุ่มได้แต่ละครั้ง (pselect)	0.241	0.090	0.502	0.167
ความถี่สะสมค่าความน่าจะเป็น (q_i)	0.241	0.331	0.883	1
สร้างเลขสุ่มในการหมุนวงล้อแต่ละครั้ง (r)	0.426	0.764	0.168	0.877
ลำดับโครโมโซมที่ถูกเลือก ($q_{r-1} \leq r \leq q_r$)	3	3	1	4

- การดำเนินการทางพันธุศาสตร์ โดยสำหรับการครอสโอเวอร์กำหนดให้ อัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover: P_c) = 0.5 และสำหรับการมิวเตชันกำหนดให้ อัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชันในแต่ละบิต (Probability of Mutation : P_m) = 0.1 โดยจะเป็นการนำเอาค่า P_c และ P_m มาเปรียบเทียบกับเลขสุ่มว่าจะทำการ ครอสโอเวอร์ หรือว่าจะทำการ มิวเตชันหรือไม่

ตารางที่ 2.6 แสดงการครอสโอเวอร์

ลำดับ	Mating pool	คู่จับคู่ พ่อ - แม่	เลข คู่ (r)	ก่อนครอส โอเวอร์	คู่ ตำแหน่ง (pos)	หลังครอส โอเวอร์	X	ค่าความเหมาะสม (F)	ลำดับ โครโมโซม ลูก
3	11010	1,3	0.768	ไม่ครอส โอเวอร์		10010	18	324	1
3	11010		> 0.5	โอเวอร์		11010	26	676	2
1	10010	3,4	0.243	11010	3	110111	27	729	3
4	01111		≤ 0.5	01111		01110	14	196	4
รวม									1925
ค่าเฉลี่ย									481
ค่าสูงสุด									729

ตารางที่ 2.7 แสดงการมีวเตชัน

ลำดับ	ก่อนมีวเตชัน	เลขคู่ (r)					หลังมีวเตชัน	X	ค่าความเหมาะสม (F)
1	10010	0.426	0.063	0.033	0.512	0.251	10110	22	484
2	11010	0.947	0.268	0.336	0.547	0.541	11010	26	676
3	11011	0.177	0.351	0.512	0.922	0.658	11011	27	729
4	01110	0.876	0.815	0.756	0.235	0.021	01111	15	225
รวม									2114
ค่าเฉลี่ย									529
ค่าสูงสุด									729

- ประชากรรุ่นใหม่ที่ได้มานี้ ก็จะกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับวิวัฒนาการในรุ่นถัดไป และจะกระทำซ้ำ ๆ ไปจนกว่าจะถึงรุ่นที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีการวางแผนการผลิต

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงกิจกรรมที่สำคัญในการวางแผนการผลิต คือการจัดงานแก่เครื่องจักร (Loading) และการจัดลำดับก่อนหลังในการผลิต และบริการ (Sequencing) ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอ 2 วิธีการที่ใช้กันในการจัดงานแก่เครื่องจักร คือ การใช้แผนภูมิแกนต์ และ วิธีตัวแบบกำหนดงาน และนำเสนอทฤษฎีการจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรแบบต่าง ๆ

การจัดลำดับงานด้วยแผนภูมิแกนต์

ในราวต้นทศวรรษ 1900 เฮนรี แกนต์ ได้เป็นผู้นำแผนภูมินี้มาใช้ในการจัดลำดับการผลิต โดยที่แผนภูมิแกนต์เป็นแผนภูมิที่ใช้เพื่อการจัดงานแก่เครื่องจักร การจัดลำดับงานและงานอื่น ๆ อีกหลายประเภท เป้าหมายหลักของการใช้แผนภูมิแกนต์ก็เพื่อให้ผู้วางแผน ได้มองเห็นเวลาที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องทำงาน ว่าเครื่องใดทำงานในเวลาใด และทำงานอะไรอยู่ ผู้วางแผนสามารถใช้แผนภูมิแกนต์เพื่อทดลองวางแผนจัดลำดับการผลิตและจัดงานแก่เครื่องจักร เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของสภาพการทำงานของเครื่องจักร และดูประสิทธิภาพการใช้เวลาของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

แผนภูมิแกนต์ที่ใช้ในการวางแผนการผลิตมีอยู่หลายรูปแบบ และรูปแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดมี 2 แบบคือ

1. แผนภูมิจัดงานแก่เครื่องจักร (Gantt load chart) จะแสดงให้เห็นถึงสภาพการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องว่า เครื่องจักรเครื่องใดทำงานอะไร และทำเมื่อใด โดยจากแผนภูมิผู้วางแผนอาจจะทำการปรับเปลี่ยนการจัดงานแก่เครื่องจักรเสียใหม่ เพื่อให้เกิดความเสมอภาคในการทำงานของเครื่องจักร เช่น ไม่ให้มีเครื่องจักรใดมีเวลาว่างมากเกินไป ในขณะที่เครื่องจักรอื่น ๆ ทำงานจนแทบไม่มีเวลาพัก

2. แผนภูมิจัดลำดับงาน (Gantt schedule chart) โดยทั่วไปจะใช้เพื่อการจัดลำดับงานและติดตามผลการทำงาน โดยในแนวตั้งของแผนภูมิแสดงถึงกิจกรรมหรืองานที่ต้องการ ส่วนในแนวนอนแสดงเวลา แผนภูมิจะแสดงถึงผลการทำงานว่า งานใดที่ทำไปแล้ว และทันตามกำหนดหรือไม่ อย่างไร โดยในแผนภูมิประเภทนี้จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงว่างานสามารถทำได้ทันตามกำหนดเวลา หรือเสร็จล่าช้ากว่ากำหนดเวลา เพื่อให้ผู้วางแผนสามารถนำเอาผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนต่อไปได้

ถึงแม้ว่าแผนภูมิแกนต์จะมีข้อดีที่ใช่ง่าย แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการด้วยกันคือ

1. แผนภูมิที่ใช้งานต้องมีการปรับปรุงตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของการทำงานที่แท้จริง

2. แผนภูมิแกนต์ไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านต้นทุนสำหรับทางเลือกต่าง ๆ ที่วางแผนไว้

เครื่องจักร \ วัน	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์
A	งานที่3			งานที่4	
B		งานที่3	งานที่7		
C	งานที่1			งานที่6	งานที่7
D	งานที่10				

งานที่ทำ	1	2	3	4	5
ออกแบบ	อนุมัติแบบ				
สถานที่		เตรียม			
ไม้ประดับ		สั่งซื้อ		ปลูก	
ตรวจรับ					อนุมัติ

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์รูปแบบต่าง ๆ

ในกรณีทำงานซึ่งสามารถทำได้ด้วยเครื่องจักรหลายเครื่อง แต่ใช้เวลาในแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน ลักษณะของปัญหาจะมีความซับซ้อนมากขึ้น และแผนภูมิแกนต์ไม่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาลักษณะนี้ได้ ดังนั้นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหานี้คือการใช้ตัวแบบกำหนดงาน

การจัดลำดับงานด้วยตัวแบบกำหนดงาน

ตัวแบบกำหนดงานเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นรูปแบบเฉพาะของตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งใช้ในการจัดงานหรือกำหนดงานให้แก่เครื่องจักร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด โดยการทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด หรือทำให้เกิดผลกำไรสูงสุด ลักษณะของปัญหาการกำหนดงานคือ เมื่อมีเครื่องจักรหลายเครื่องและมีงานที่ต้องทำหลายงาน งานแต่ละงานสามารถทำในเครื่องจักรใดก็ได้ แต่เวลาหรือต้นทุนของการทำงานในแต่ละเครื่องจักรไม่เท่ากัน ปัญหาที่ต้องทำการตัดสินใจก็คือ จะกำหนดให้เครื่องจักรใดทำงานจึงจะมีต้นทุนต่ำสุด โดยให้นำเอาต้นทุนของการทำงานมาเขียนเป็นตาราง โดยให้แนวตั้งเป็นการแสดงงานที่จะทำ ส่วนแนวนอนจะเป็นการแสดงถึงเครื่องจักรแต่ละเครื่อง จากนั้นก็นำมาหาคำตอบ โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำค่าน้อยที่สุดในแต่ละแถวในตารางต้นทุน ลบออกจากค่าอื่น ๆ ในแถวเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารแล้วสร้างเป็นตารางใหม่ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากตารางที่ได้ใหม่ นำค่าที่น้อยที่สุดของแต่ละคอลัมน์เดียวกันลบออกจากค่าอื่น ๆ ในคอลัมน์เดียวกัน แล้วนำไปสร้างเป็นตารางใหม่
3. ทดสอบว่าสามารถทำงานแก่เครื่องจักรได้หรือยัง โดยการลากเส้นตรงในแนวราบหรือแนวตั้งจำนวนน้อยเส้นที่สุด ให้ผ่านค่าศูนย์ในตารางให้หมดทุกตัว ถ้าจำนวนเส้นที่น้อยสุดนี้เท่ากับจำนวนแถวหรือจำนวนคอลัมน์ แสดงว่าสามารถกำหนดงานแก่เครื่องจักรได้แล้ว ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 6 แต่ถ้าไม่ถึงทำขั้นตอนที่ 4 ต่อไป
4. ถ้าจำนวนเส้นที่ได้มีน้อยกว่าจำนวนแถวของตาราง ให้ทำการปรับปรุงตารางจากข้อ 3 ต่อไปดังนี้
 - 4.1 นำค่าที่น้อยที่สุดที่ไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน ลบออกจากค่าที่ไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน
 - 4.2 นำค่าน้อยที่สุดที่ไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน บวกเข้ากับค่าที่อยู่ตรงจุดตัดของเส้นตรง
5. กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 และ 4 จนกว่าสามารถกำหนดงานแก่เครื่องจักรได้

(ก)

(ข)

		เครื่องจักร					เครื่องจักร		
		A	B	C			A	B	C
1		15	14	17	1			ก	
งาน 2		13	12	14	งาน 2			ข	
3		20	23	25	3			ค	

รูปที่ 2.6 (ก) แสดงตารางต้นทุน (ข) แสดงผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้

ทำการกำหนดงานแก่เครื่องจักร โดยเริ่มจากแถวหรือคอลัมน์ที่มีเลขศูนย์เพียงค่าเดียว กำหนดงานในแถวให้แก่เครื่องจักรในคอลัมน์นั้น แล้วขีดฆ่าแถวและคอลัมน์นั้นออกจากตาราง และกำหนดงานที่เหลือต่อไปด้วยวิธีเดียวกันจนหมด โดยจากรูป ให้เครื่องจักร A ทำงานที่ 3 เครื่องจักร B ทำงานที่ 1 และ เครื่องจักร C ทำงานที่ 2 จะทำให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุดคือ $20 + 14 + 14 = 48$

การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร

นอกจากการจัดงานแก่เครื่องจักรแล้ว กิจกรรมการวางแผนการผลิตที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มคือ เมื่อมีเครื่องจักร 1 เครื่อง เมื่อมีเครื่องจักร 2 เครื่อง เมื่อมีเครื่องจักร 3 เครื่อง และเมื่อมีเครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่อง

การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรเครื่องเดียว

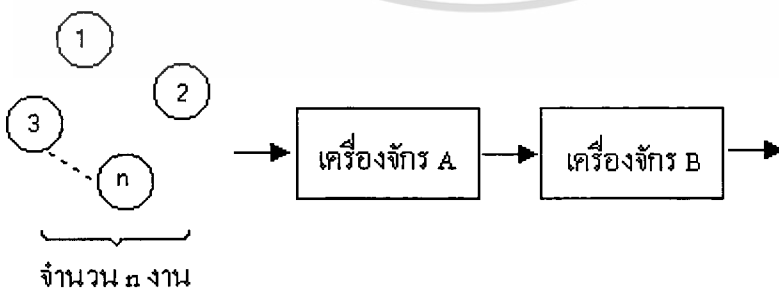
ในกรณีที่มีเครื่องจักร 1 เครื่อง และมีงานที่ต้องจัดหลายงาน ลักษณะของปัญหาจะเหมือนกับปัญหาแถวคอย (Queueing Problem) ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบประกอบด้วย เวลาเฉลี่ยของงานแต่ละงานที่อยู่ในระบบการผลิต ค่าเฉลี่ยของจำนวนงานในระบบ ณ เวลาใด ๆ ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่ล่าช้าจากกำหนด

ในกรณีที่มีเครื่องจักรหรือสถานีการทำงานเดียว วิธีการจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของงานแต่ละงาน ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประกอบด้วย วิธีมาก่อนบริการก่อน FCFS (first-come-first-serve) กับวิธีทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน SPT (shortest processing time) และวิธีทำงานที่มีการส่งมอบเร็วที่สุดก่อน DD (due date) โดยจะเลือกใช้วิธีไหนก็ได้ ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียต่างกันไป แล้วแต่ลักษณะของงานที่ทำ

การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร 2 เครื่อง

พิจารณาปัญหาการจัดงานแก่เครื่องจักร 2 เครื่อง โดยมีงานที่คอยรับการผลิตและบริการจำนวนหลายงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยกำหนดให้มีเครื่องจักร 2 เครื่องคือ A และ B ตามลำดับ มีงานรอรับการผลิต n งาน โดยทุกงานต้องผ่านกระบวนการผลิตในเครื่องจักร A และ B ตามลำดับ ปัญหาคือจะจัดลำดับการทำงานอย่างไรจึงจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตจะใช้เกณฑ์เวลาที่งานทั้งหมดจะแล้วเสร็จจากระบบการผลิต

ให้ $A(i)$ = เวลาที่งาน i ใช้ในการผลิตในเครื่องจักร A
 $B(i)$ = เวลาที่งาน i ใช้ในการผลิตในเครื่องจักร B



รูปที่ 2.7 ปัญหาการจัดลำดับงานให้แก่เครื่องจักร 2 เครื่อง

ขั้นตอนในการจัดลำดับมีดังต่อไปนี้

1. เขียนรายการงานทั้งหมดที่ต้องทำ และเวลาที่ต้องทำในเครื่องจักรแต่ละตัว
2. พิจารณาค่า A(i) และ B(i) เลือกค่าน้อยที่สุด ถ้าค่าน้อยที่สุดเป็นของเครื่องจักร A จัดให้งานนั้นเข้าทำเป็นอันดับแรกสุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้าค่าน้อยที่สุดเป็นของเครื่องจักร B ก็จัดให้งานนั้นเข้าทำเป็นอันดับหลังสุดเท่าที่จะทำได้ถ้าค่าน้อยที่สุดของ A(i) และ B(i) มีค่าเท่ากัน เลือกค่าใดก่อนก็ได้
3. ขจัดงาน และเวลาที่ทำในแต่ละเครื่องจักรออกจากรายการ
4. ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 จนกว่าจะจัดลำดับการทำงานเสร็จ

การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักร 3 เครื่อง

ในกรณีทำงานแต่ละงานผ่านกระบวนการการผลิตโดยเครื่องจักร 3 เครื่อง คือ A, B และ C ตามลำดับ โดยปัญหาการจัดลำดับงานให้แก่เครื่องจักร 3 เครื่อง สามารถแบ่งกลุ่มปัญหาได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปัญหาลักษณะพิเศษ และปัญหาลักษณะทั่วไป

1. ปัญหาลักษณะพิเศษ คือปัญหาที่เวลาทำงานสำหรับแต่ละงานในเครื่องจักร A และ C มีค่ามากกว่าเวลาการทำงานในเครื่องจักร B สำหรับทุก ๆ งาน ในกรณีเช่นนี้ สามารถแก้ปัญหาโดยการแปลงให้มี 2 เครื่องจักร โดยมีเวลาสมมูลของงานที่ทำในแต่ละเครื่องจักรคือ

$$G(i) = A(i) + B(i)$$

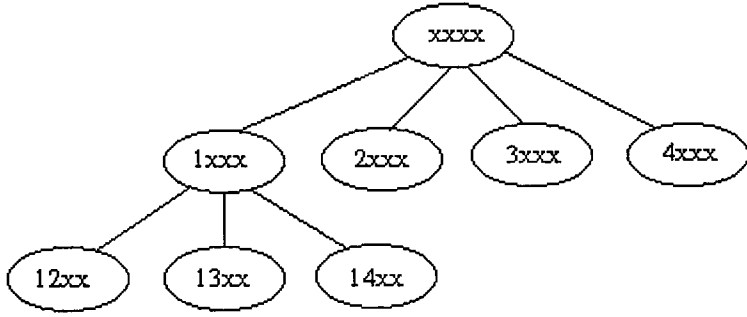
และ

$$H(i) = B(i) + C(i)$$

จากนั้นก็ทำการจัดลำดับโดยวิธีการของเครื่องจักร 2 เครื่องได้

2. ปัญหาลักษณะทั่วไป วิธีการที่ใช้คือ วิธีbranch-and-bound โดยวิธีนี้ลำดับการผลิตที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะถูกแบ่งเป็นเซตย่อย โดยการแตกแขนง (branching) ของเซตออกไปดังแสดงในรูป 2.8 โดยที่เซตย่อย 1xxx หมายถึง เซตของคำตอบที่มีงาน 1 ทำเป็นอันดับแรก และ เซตย่อย 13xx หมายถึงเซตของคำตอบที่มีงาน 1 ทำเป็นอันดับแรก และงาน 3 ทำเป็นอันดับที่สอง

ที่แต่ละเซตย่อยทำการหาพิคัดล่าง (lower bound) โดยพิจารณาเลือกจากเวลาแล้วเสร็จของงานทั้งหมดที่น้อยที่สุดสำหรับแต่ละเซตย่อย จากนั้นทำการขยายเซตย่อย โดยการแตกแขนงจากเซตย่อยที่มีเวลาแล้วเสร็จเป็นพิคัดล่างต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด



รูปที่ 2.8 แขนงเซตย่อยของวิธีโบราณซ์แอนด์บาวด์

พิจารณาที่ลำดับการผลิต y เมื่อ y เป็นเซตของงานที่ได้รับการจัดลำดับแล้วกำหนดให้ $TA(y)$, $TB(y)$ และ $TC(y)$ เป็นเวลาเมื่อเครื่องจักร A, B และ C ทำงานสุดท้ายของเซตย่อย y แล้วเสร็จ ซึ่งพิกัดล่างของเวลาแล้วเสร็จของงานทั้งหมด เมื่อเริ่มต้นด้วยเซตย่อย y มีลักษณะดังนี้

$$LB(Y) = \max \left\{ \begin{array}{l} TA(y) + \sum \frac{A(i)}{y} + \frac{\min}{y} [B(i)+C(i)] \\ TB(y) + \sum \frac{B(i)}{y} + \frac{\min}{y} [C(i)] \\ TC(y) + \sum \frac{C(i)}{y} \end{array} \right.$$

เมื่อ $A(i)$, $B(i)$ และ $C(i)$ = เวลาที่งาน i ต้องใช้ในเครื่องจักร A B และ C

การจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่อง

ในกรณีของปัญหาการจัดลำดับการผลิตเมื่อมีเครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่อง การหาคำตอบที่ดีที่สุดก็สามารถทำได้โดยวิธีโบราณซ์แอนด์บาวด์เช่นเดียวกัน แต่การคำนวณจะซับซ้อนมากขึ้น ในสภาพการผลิตจริงที่มีเครื่องจักรจำนวนมากซึ่งบางครั้งอาจมีนับร้อยเครื่อง วิธีโบราณซ์แอนด์บาวด์ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากต้องใช้เวลาในการคำนวณมากจนเกินกว่าจะยอมรับได้ ดังนั้นโดยทั่วไปเมื่อมีเครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่อง วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาคือวิธี ฮิวริสติกส์ ซึ่งไม่ได้ให้คำตอบที่ดีที่สุดแต่คำตอบที่ได้จากวิธีการฮิวริสติกส์ ก็เป็นคำตอบที่น่าพอใจ และยังสามารถประหยัดเวลาในการแก้ปัญหาได้มาก

โดยวิธีฮิวริสติกส์วิธีหนึ่ง ซึ่งอาศัยหลักเกณฑ์ในการแปลงปัญหาให้เป็นปัญหาย่อยที่มีเอกสารเครื่องจักรสมมูล (equivalent machine) เพียง 2 เครื่อง แล้วจึงทำการจัดลำดับการทำงานด้วยวิธีอื่น ระบุว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ๆ ให้ครบในทุก ๆ ปัญหาย่อย หลังจากนั้นจึงเลือกเอาคำตอบที่ดีที่สุดจากบรรดาปัญหาย่อยมาเป็นคำตอบที่ต้องการ

กำหนดให้ T_{ij} = เวลาที่งาน i ต้องใช้เพื่อการผลิตในเครื่องจักร j

โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$

$j = 1, 2, \dots, m$

จากปัญหาที่มีงาน n งาน และเครื่องจักร m เครื่อง สามารถแปลงเป็นปัญหาย่อยที่มีงาน n งานและ 2 เครื่องจักร จำนวน p ปัญหา

สำหรับปัญหาย่อยที่ k ใด ๆ (ของจำนวนปัญหาย่อย p ปัญหา) กำหนดให้

$$\theta_{i1}^k = \sum_{j=k}^m T_{ij} = \text{เวลาที่งาน } i \text{ ต้องใช้เพื่อการผลิตในเครื่องจักรแรก}$$

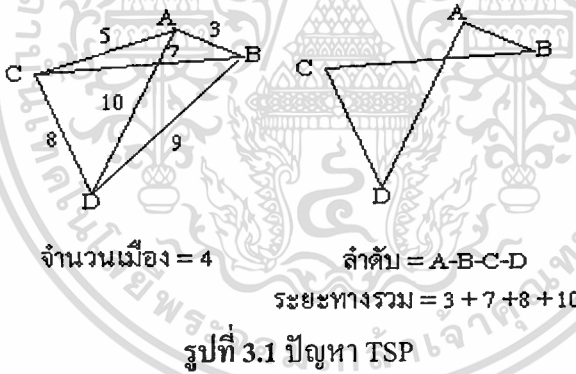
$$\theta_{i2}^k = \sum_{j=k}^m T_{ij} = \text{เวลาที่งาน } i \text{ ต้องใช้เพื่อการผลิตในเครื่องจักรที่สอง}$$

จากเวลาของแต่ละงานที่ได้ก็นำไปใช้ในการจัดลำดับการผลิต โดยวิธีการจัดลำดับการผลิตสำหรับกรณีที่มีเครื่องจักร 2 เครื่อง แล้วจึงเปรียบเทียบเวลาแล้วเสร็จของการจัดลำดับแต่ละแบบ เพื่อเลือกลำดับการผลิตที่ดีที่สุดไป

บทที่ 3

การใช้ เจนติก อัลกอริทึม ในการจัดลำดับการทำงาน

การจัดลำดับการทำงานในการป้อนงานเข้าไปในเครื่องจักรนั้น โดยที่มีงานที่คอยรับการผลิตและบริการจำนวน n งาน โดยทุกงานจะต้องผ่านกระบวนการปฏิบัติการในทุก ๆ เครื่องจักรตามลำดับ และ ลำดับของงานที่ดีที่สุดนั้น คือลำดับของงานที่มีเวลารวมในการปฏิบัติงานน้อยที่สุด ซึ่งคล้ายกับลักษณะปัญหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Travelling Saleman Problem : TSP) ของ เจนติก อัลกอริทึม ที่มีลักษณะของปัญหาคือ เซลแมนต้องการเดินทางไปเยี่ยมทุกเมือง เมืองละครั้ง โดยให้หาเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด ซึ่งสามารถแทนเมืองเป็นเครื่องจักร และแทนลำดับในการเดินทางผ่านเมืองเป็น ลำดับในการทำงานหนึ่ง ๆ



รูปแบบโครโมโซม

ลักษณะโครโมโซมของ TSP คือเส้นทางของการเดินทางที่เกิดจากการจัดลำดับจุดต่าง ๆ ในการเดินทาง คือ

$$\text{Tour} \in \text{Permutation of } (\text{node}_1, \text{node}_2, \dots, \text{node}_n)$$

ซึ่ง node ก็คือเมืองที่มีอยู่ทั้งหมด n เมือง ดังนั้น โครโมโซมของ TSP จึงประกอบด้วยบิตที่แสดงถึงจุดต่าง ๆ ในการเดินทางซึ่งแต่ละบิตมีความสัมพันธ์เป็นแบบลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

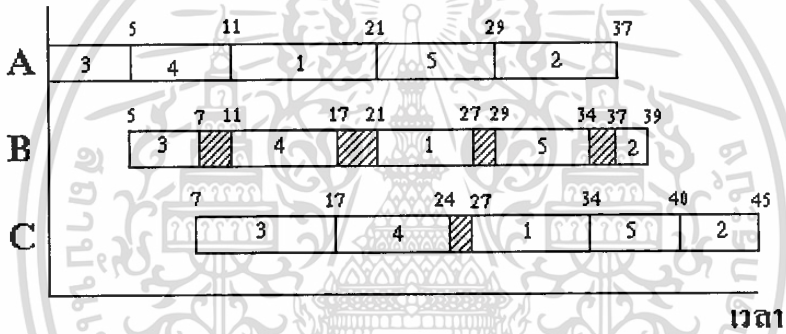
ดังนั้นรูปแบบของโครโมโซมของการจัดลำดับงานป้อนให้กับเครื่องจักรนั้นก็จะมีลักษณะดังนี้

$$\{task_a, task_b, task_c, \dots, task_n\}$$

ซึ่งหมายความว่า $task_a$ มาก่อน $task_b$ และเรียงลำดับกันไป โดยที่จะไม่มีการซ้ำกันของ task

รูปแบบของฟังก์ชันเป้าหมาย

ในการจัดลำดับการทำงานนั้นจะวัดประสิทธิภาพโดยมีเกณฑ์ในการวัดคือ เวลาที่งานทั้งหมดจะแล้วเสร็จจากระบบการผลิต ดังนั้นสามารถเขียนได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แผนภูมิแกนต์แสดงลำดับการทำงานหนึ่ง

โดยจากรูปที่ 3.2 จะแสดงถึงวิธีหาค่าความเหมาะสมของกรณีที่มีเครื่องจักร 3 เครื่อง คือ A B และ C ตามลำดับ มีงานที่ต้องทำเป็นจำนวน 5 งาน โดยจากรูปจะมีการเรียงลำดับของงาน ดังนี้ 3 4 1 5 และ 2 ตามลำดับ จะสังเกตเห็นว่าทุก ๆ งานที่เริ่มทำในเครื่องจักร B จะไม่เร็วไปกว่าเวลาที่งานนั้น ๆ แล้วเสร็จจากเครื่องจักร A และ เวลาที่เริ่มทำที่เครื่องจักร C จะไม่เร็วไปกว่าเวลาที่งานนั้น ๆ แล้วเสร็จจากเครื่องจักร B และเวลาที่แล้วเสร็จของงานทั้งหมดในกรณีนี้คือ 45 จะเป็นค่าความเหมาะสมดิบเพื่อที่จะนำไปปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมต่อไป

การปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสม ในโครงการนี้ได้นำเอาวิธีการปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมแบบหน้าต่าง (Windowing) มาใช้ ดังนี้

$$F = f^{worst} - f$$

- โดยที่ F คือค่าความเหมาะสมที่ทำการปรับแล้ว
- f^{worst} คือค่าความเหมาะสมที่แย่ที่สุดในรุ่น กรณีนี้คือค่าที่มากที่สุด
- f คือค่าความเหมาะสมดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การครอสโอเวอร์ (Crossover)

เนื่องจากการจัดลำดับการทำงานของเครื่องจักรนั้นมีความสัมพันธ์แบบบิตเป็นลำดับ ซึ่งหากใช้ตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์แบบเดิมจะทำให้เกิดโครโมโซมใหม่ซึ่งไม่ตรงกับเงื่อนไขของปัญหา เช่น หากครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด ดังนี้

AB|CDE

AB|CDA

BE|CDA

BE|CDE

คู่โครโมโซมพ่อแม่

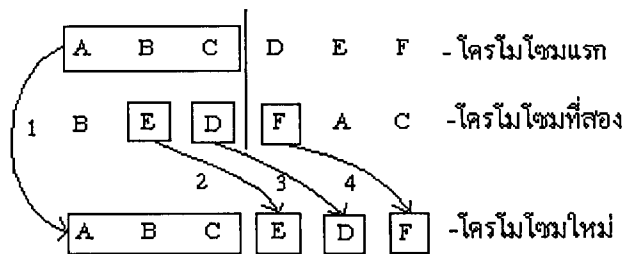
คู่โครโมโซมลูก

จะเห็นว่าคู่โครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่นั้นไม่ตรงตามเงื่อนไขของการจัดลำดับ คือไปไม่ครบทุก node และ ผ่านบาง node มากกว่า 1 ครั้ง ดังนั้นตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์ของ GA ในลักษณะของปัญหานี้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ การสลับตำแหน่งอย่างมีแบบอ้างอิง การสลับตำแหน่งแบบวงรอบ โดยรายละเอียดแต่ละวิธีมีดังต่อไปนี้

การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ

สมมติว่าโครโมโซมอันแรกมียีนส์เรียงตามลำดับดังนี้ A B C D E F และโครโมโซมอันที่สองมียีนส์เรียงตามลำดับดังนี้ B E D F A C ก่อนที่จะทำการครอสโอเวอร์ให้แบ่งโครโมโซมออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการกำหนดจุดการครอสโอเวอร์แบบสุ่ม โครโมโซมอันใหม่ ได้จากการเอา กลุ่มของยีนส์ทางซ้ายของเส้นแบ่งกลุ่มในโครโมโซมอันแรกคือ A B C มาใส่ในโครโมโซมอันใหม่ จากนั้นเราจะทำการพิจารณายีนส์แต่ละอันจากซ้ายไปขวาในโครโมโซมอันที่ สอง แล้วเอายีนส์ที่ยังไม่ได้ปรากฏในโครโมโซมอันใหม่มาใส่ในโครโมโซมอันใหม่ตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยยีนส์ตัวแรกที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในโครโมโซมอันใหม่คือ E D และ F ดังนั้นจึงนำเอามาใส่ในโครโมโซมอันใหม่ตามลำดับจากซ้ายไปขวา จะได้โครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง ดังที่แสดงในรูปที่

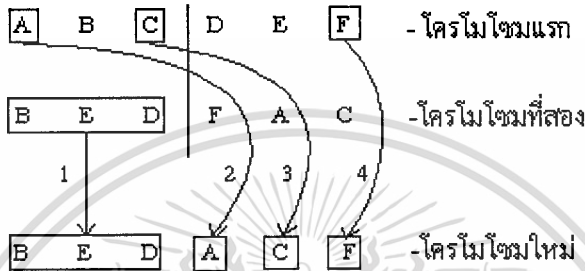
3.3



รูปที่ 3.3 การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ โครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

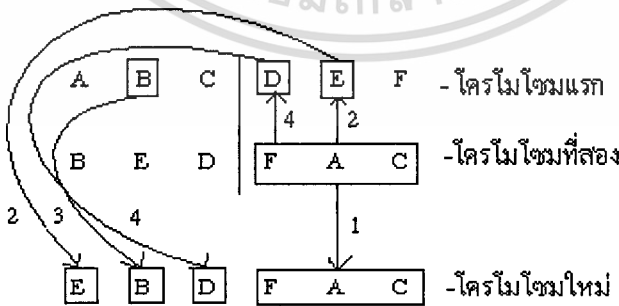
ปฏิบัติตามขั้นตอนเดิมโดยคราวนี้ทำการเลือกกลุ่มของยีนส์ที่อยู่ทางซ้ายของจุดการครอสโอเวอร์จากโครโมโซมที่สองข้าง แล้วนำมาใส่ในโครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง หลังจากนั้นทำการเลือกยีนส์จากโครโมโซมแรกมาใส่ตามลำดับจากซ้ายไปขวาแล้วทำการพิจารณาเปรียบเทียบกับยีนส์ที่มีอยู่แล้วในโครโมโซมใหม่ แล้วเลือกเอายีนส์ที่ยังไม่มีในโครโมโซมอันใหม่มาใส่ตามลำดับจากซ้ายไปขวา ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง

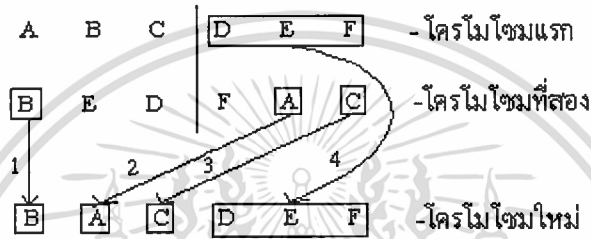
การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง

การสลับแบบนี้จะคล้ายกับการสลับแบบแรกสมมติว่าใช้โครโมโซม 2 อันแรกจากรูปที่ 3.3 โดยผลการสลับโดยมีแบบอ้างอิงนั้น จะเป็นการเอายีนส์ที่อยู่ทางขวาของเส้นแบ่งกลุ่มในโครโมโซมอันที่สอง มาใส่ในตำแหน่งต่างๆ ในโครโมโซมอันใหม่โดยใส่ชิดขวา โดยจากรูปคือ F A C ให้นำมาใส่ในโครโมโซมอันใหม่โดยใส่ชิดขวา จากนั้นทำการพิจารณายีนส์ทางซ้ายของเส้นแบ่งกลุ่มในโครโมโซมอันแรก โดยพิจารณาทีละยีนส์จากซ้ายไปขวาตามลำดับ



รูปที่ 3.5 การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง โครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง

ยีนส์อันแรกคือ A แต่ A ปรากฏอยู่ในโครโมโซมอันใหม่แล้ว ดังนั้นให้หิบบีนส์ E ในโครโมโซมอันแรก ที่ตรงกับ A ในโครโมโซมอันที่สอง มาใส่ในตำแหน่งของยีนส์ A ในโครโมโซมอันใหม่ ยีนส์อันถัดไปในโครโมโซมอันแรกคือ B เนื่องจาก B ยังไม่ได้ปรากฏในโครโมโซมอันใหม่ จึงได้นำเอา B มาใส่ในโครโมโซมอันใหม่โดยต่อจากยีนส์ E ส่วนยีนส์ถัดไป C เนื่องจากมีอยู่ในโครโมโซมใหม่แล้วจึงเลือก F ที่อยู่ตรงกับ C ในโครโมโซมอันแรกแทน แต่ F ก็มีอยู่แล้วจึงนำเอายีนส์ในโครโมโซมอันแรกที่ตรงกับตำแหน่ง F แทนก็คือ D ดังที่แสดงในรูปที่ 3.5

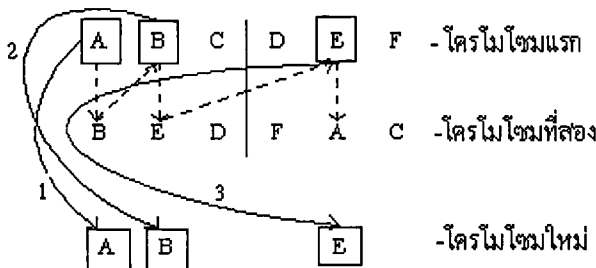


รูปที่ 3.6 การครอสโอเวอร์โดยการสลับตำแหน่งโดยมีแบบอ้างอิง โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง

ปฏิบัติตามขั้นตอนเดิมโดยคราวนี้ทำการเลือกกลุ่มของยีนส์ทางขวาของเส้นแบ่งกลุ่มจากโครโมโซมแรก แล้วนำเอายีนส์จากโครโมโซมที่สองมาใส่ในโครโมโซมใหม่โดยใช้วิธีการเดิมจะได้ผลคือโครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 3.6

3.3.3 การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งแบบวงรอบ

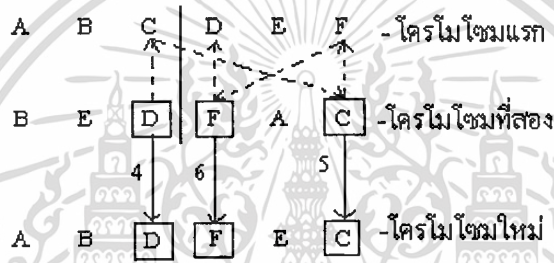
การสลับตำแหน่งแบบวงรอบเริ่มโดยการพิจารณาโครโมโซมอันแรกก่อน แล้วสลับมาโครโมโซมอันที่สอง แล้วสลับมาโครโมโซมอันแรก สลับกันไปเรื่อย ๆ



รูปที่ 3.7 การหิบบและวางยีนส์ในวงรอบที่ 1

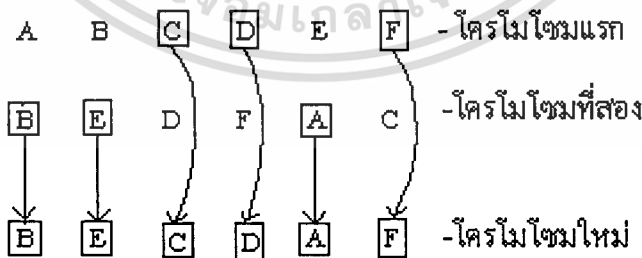
โดยเริ่มจากยีนส์แรกในโครโมโซมอันแรก คือ A มาใส่ที่ตำแหน่งแรกของโครโมโซมอันใหม่ จากนั้นทำการพิจารณาที่ตำแหน่งเดียวกันนี้ที่ยีนส์ที่สองจะได้ B ดังนั้นนำยีนส์ B ที่ตำแหน่งของโครโมโซมแรก มาใส่ในโครโมโซมอันใหม่ ที่ตำแหน่งเดียวกัน ทำการเทียบต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมาจากยีนส์ A เหมือนตอนแรก แล้วเราจะถือว่าเกิดวงรอบแล้วดังรูปที่ 3.7

หลังจากเกิดวงรอบแล้ว ให้เริ่มวงรอบใหม่โดยกลับมาที่โครโมโซมที่สองโดยพิจารณา ยีนส์ที่ยังไม่ถูกพิจารณาจากข้างซ้าย ปรากฏว่าเป็น D นำมาวางที่โครโมโซมอันใหม่ แล้วใช้วิธีหีบวางเช่นเดียวกับรอบแรก คราวนี้ตำแหน่งการวาง จะกำหนดด้วยตำแหน่งยีนส์ของยีนส์อันที่สอง โดยเมื่อเสร็จแล้วจะได้เป็นโครโมโซมใหม่ลำดับที่หนึ่ง ดังที่แสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การหีบและวางยีนส์ในวงรอบที่ 2

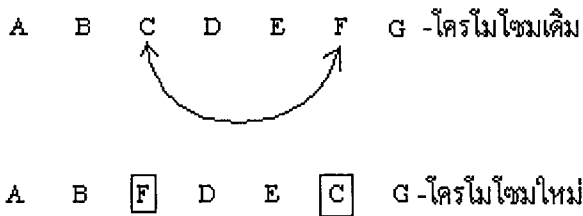
เริ่มทำใหม่อีกครั้ง โดยคราวนี้ให้เริ่มพิจารณาจากโครโมโซมที่สองก่อนบ้าง แล้วสลับมาโครโมโซมแรก แล้วสลับมาโครโมโซมที่สอง สลับไปเรื่อย ๆ โดยเมื่อทำเสร็จแล้ว จะได้โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โครโมโซมใหม่ลำดับที่สอง ที่ได้จากการสลับตำแหน่งแบบวงรอบ

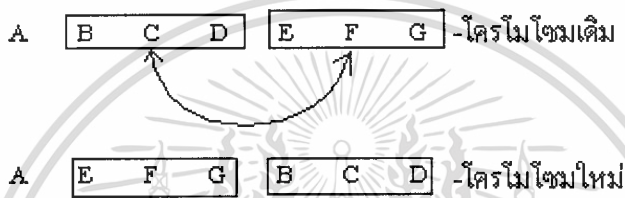
3.4 การมิวเตชัน (Mutation)

การมิวเตชันทำโดยการสุมโครโมโซม 2 อัน หรือมากกว่า 2 อันมา แล้วสลับโครโมโซมทั้ง 2 อัน หรือทั้งชุด สมมติว่ามีโครโมโซมอันหนึ่งประกอบด้วย A B C D E F G แล้วทำการสุมตำแหน่งยีนส์มา 2 ตำแหน่งจากนั้นก็ทำการสลับตำแหน่งกันดังรูปที่ 3.10



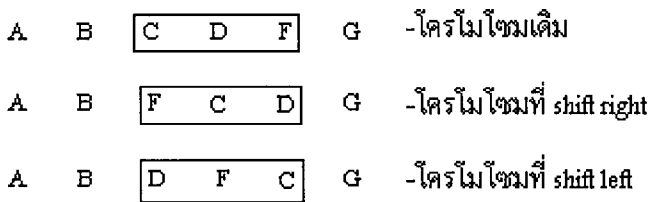
รูปที่ 3.10 การสลับตำแหน่งระหว่างยีนส์คู่

เราอาจจะสลับเป็นกลุ่มของยีนส์ก็ได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การสลับตำแหน่งระหว่างกลุ่มยีนส์

การเลือกคู่หรือกลุ่มของยีนส์เพื่อสลับตำแหน่งทำโดยการสุม ไม่มีหลักที่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับปัญหาที่แก้ อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันก็คือ การเลื่อน (Shift) มีอยู่ 2 วิธีคือ เลื่อนไปทางขวา (shift right) และ เลื่อนไปทางซ้าย (shift left) โดยมีวิธีการดังนี้ ทำการเลือกกลุ่มที่จะทำการเลื่อนโดยการสุม ในกรณี shift right ให้เลือกตัวที่อยู่ทางขวาสุดของกลุ่มยีนส์ที่ถูกเลือก นำไปไว้ที่ตำแหน่งแรกสุดของกลุ่มยีนส์ที่ถูกเลือก แล้วทำการเลื่อนลำดับของยีนส์ตัวที่เหลือในกลุ่มที่ถูกเลือกไปทางขวา ส่วนในกรณี shift left ให้ทำการเลือกยีนส์ตัวซ้ายสุดของกลุ่มยีนส์ที่ถูกเลือก นำไปไว้ที่ตำแหน่งขวาสุดของยีนส์ที่ถูกเลือก ส่วนยีนส์ที่เหลือในกลุ่มที่ถูกเลือกให้ทำการเลื่อนตำแหน่งไปทางซ้าย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การเลื่อนไปทางขวา และ ซ้าย

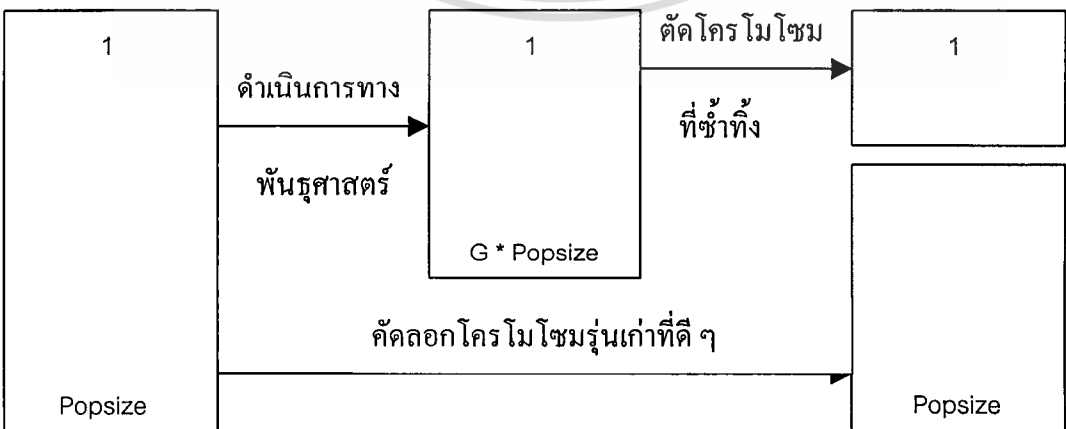
การรีโปรดักชัน

การสร้างประชากรรุ่นใหม่ หรือการรีโปรดักชัน (Reproduction) คือการเลือกโครโมโซมขึ้นมาเพื่อถ่ายทอดไปเป็นประชากรในรุ่นต่อไป โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกเพื่อถ่ายทอดไปเป็นประชากรในรุ่นต่อไป ได้มากกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดี โดยกระบวนการนี้จะช่วยเพิ่มจำนวนโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดี และกำจัดโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดีให้หมดไปและยังเป็นการเพิ่มผลรวมของค่าความเหมาะสมในรุ่นต่อไปอีกด้วย

เราจะทำการนำเอาชุดของโครโมโซมลูกที่เกิดมาจากขั้นตอนการวิวัฒนาการที่ผ่านมา มา คือ ส่วนของการคัดเลือกสร้าง Mating pool และ ส่วนของการดำเนินการทางพันธุศาสตร์นั้น มาใช้เป็นประชากรในรุ่นต่อไป โดยเพื่อที่จะเป็นการรักษาค่าความเหมาะสมที่ดีเอาไว้ ในการสร้างประชากรรุ่นใหม่นั้นจึงได้มีการคัดเลือกโดยจะคัดเลือก จากประชากรรุ่นเก่า และ โครโมโซมใน Mating Pool มาเลือกเอาโครโมโซมที่ดีที่สุดเป็นจำนวน n ตัว มาสร้างเป็นประชากรรุ่นใหม่ โดยค่า n คือ ขนาดของประชากรในแต่ละรุ่นนั่นเอง ดังนั้นเมื่อผ่านกระบวนการ รีโปรดักชันแล้ว เราจะได้โครโมโซมรุ่นใหม่ที่มีค่าดีกว่าโครโมโซมรุ่นเก่าเสมอ โดยที่ในโครงการนี้ได้นำเอาวิธีการรีโปรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำมาใช้ดังนี้

การรีโปรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ

โดยวิธีนี้จะเป็นการรักษากลุ่มโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่า และตัดโครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่ที่ซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าที่ทำการคัดลอกมาทิ้งไป ดังนั้นโครโมโซมในแต่ละรุ่นที่สร้างขึ้นมาจะไม่ซ้ำกันเลยดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การรีโปรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

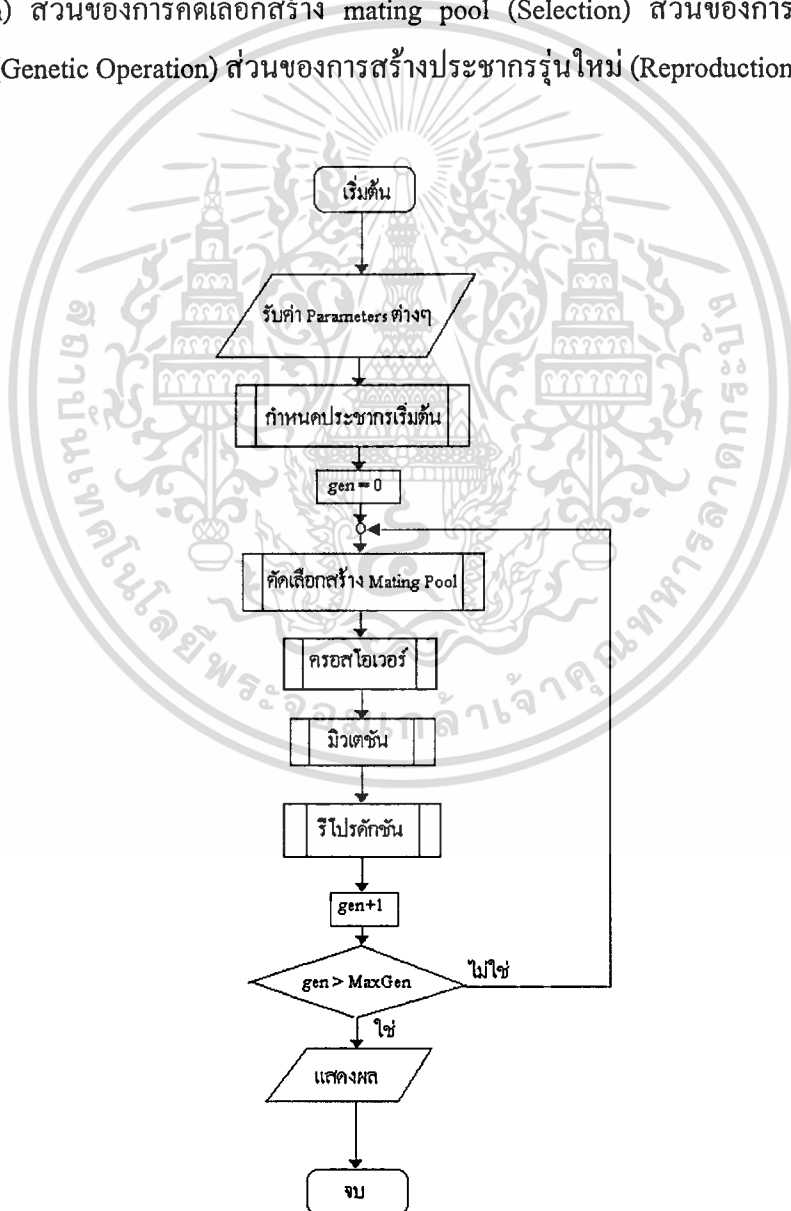
เนื่องจากในการหาคำตอบของ GA นั้น โครโมโซมรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นมาจากขั้นตอนต่าง ๆ อาจซ้ำกันกับโครโมโซมรุ่นเก่า ทำให้จำนวนค่าความคาดหวังว่าจะสุ่มได้มีค่ามากขึ้นเป็นทวีคูณตามจำนวนที่ซ้ำ ทำให้ GA ใช้เวลาดำเนินการกับโครโมโซมที่ซ้ำ ๆ เหล่านั้นตลอด ดังนั้นการรีโพรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ซ้ำจะช่วยให้การค้นหาคำตอบของ GA เกิดรูปแบบโครโมโซมต่าง ๆ มากขึ้น



บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการทำงานของโปรแกรมนั้น ได้จัดการแบ่งส่วนของโปรแกรมออกได้เป็น 5 ส่วนหลัก ๆ อันประกอบด้วย ส่วนของการรับค่าเข้า (Input Data) ส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น (Initialization) ส่วนของการคัดเลือกสร้าง mating pool (Selection) ส่วนของการดำเนินการทางพันธุศาสตร์ (Genetic Operation) ส่วนของการสร้างประชากรรุ่นใหม่ (Reproduction) เป็นลำดับขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4.1 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการรับค่าต่าง ๆ จากผู้ใช้ เช่น จำนวนเครื่องจักร จำนวนงานที่จะต้องทำ และ อัตราความน่าจะเป็นต่าง ๆ ของการดำเนินการทางพันธุศาสตร์
2. สร้างประชากรเริ่มต้นโดยการสุ่ม
3. วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซม แล้วนำมาทำการคัดเลือกสร้าง Mating Pool
4. ส่วนของการดำเนินงานทางพันธุศาสตร์ เช่น การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน
5. นำผลที่ได้จากการดำเนินงานทางพันธุศาสตร์มาทำการสร้างเป็นประชากรรุ่นใหม่ต่อไป

ซึ่งจะได้อธิบายโดยละเอียดในส่วนต่าง ๆ ต่อไป

ส่วนของการรับค่า

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการรับค่าที่จะนำมาใช้ในการคำนวณ โดยส่วนนี้จะให้ user เป็นผู้กรอกเองว่าในการจัดลำดับงานนั้น ๆ มีจำนวนงานและจำนวนเครื่องจักรเท่าไร โดยที่ในการจัดลำดับการทำงานให้แก่เครื่องจักรนั้น จะมีจำนวนเครื่องจักรเป็นจำนวน m เครื่อง และมีจำนวนงานที่รอรับการผลิต และบริการเป็นจำนวน n งาน โดยจะทำการรับค่า m และ n มาจาก user ดังแสดงในรูปที่ 4.2 จากนั้นก็จะให้กรอกว่าในงาน ๆ หนึ่งนั้นเมื่อทำที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องนั้น ใช้เวลาในการดำเนินการเท่าไร ดังที่แสดงในรูปที่ 4.3 โดยจะได้นำเอาค่าที่รับมาจาก user นี้มาเก็บไว้เพื่อใช้ในการคำนวณหาความเหมาะสมในภายหลัง และนอกจากนั้น ยังจะมีการรับค่าการดำเนินการทางพันธุศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการกระบวนการ เจเนติก อัลกอริทึม ต่อไป

จากรูปที่ 4.2 ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการรับค่าต่าง ๆ ของการทำงาน โดยในส่วนกำหนดค่าการทำงานจะเป็นการรับค่า จำนวนเครื่องจักร และจำนวนงานที่ต้องทำ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการกำหนดขอบเขตของการรับค่า และในส่วนของการกำหนดค่าการกระทำทางพันธุศาสตร์นั้น จะเป็นการรับค่า อัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Pc) และอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน (Pm) และกำหนดรุ่นที่มากที่สุดของวิวัฒนาการ (MaxGeneration) เพื่อที่จะนำค่าที่รับเข้ามานั้นมาทำการเปรียบเทียบในขั้นตอนของการกระทำทางพันธุศาสตร์ต่อไป

ส่วนการรับค่า

กำหนดค่าการทำงาน

จำนวนเครื่องจักร: 4

จำนวนงานที่จะทำ: 10

กำหนดค่าภาระทางนิตศาสตร์

อัตราความน่าจะเป็นของทรอลไดเวอร์: 0.7

อัตราความน่าจะเป็นของกราวด์วอลล์: 0.6

กำหนดรุ่นที่มากที่สุดของกราวด์วอลล์: 30

กำหนดจำนวนประชากรที่มีในแค่อะซอน: 6

จำนวนเครื่องจักร: 4

จำนวนงานที่จะทำ: 10

Pc: 0.7

Pm: 0.6

MaxGeneration: 30

PopSize: 6

รับค่า

ทำการป้อนค่าเวลาการทำงาน

รับค่าที่ป้อนแล้ว

เริ่มการทำงาน

ออกจากโปรแกรม

รูปที่ 4.2 รูปแสดงหน้าจอส่วนของการรับค่า

โดยเมื่อได้ใส่ค่าต่าง ๆ จนครบแล้ว ให้กดปุ่มรับค่า ในตอนนี้ ปุ่มทำการป้อนค่าเวลาการทำงานนั้น จะสามารถกดได้แล้ว ให้ทำการกดปุ่มทำการป้อนค่าเวลาการทำงาน เพื่อที่จะทำการป้อนค่าต่าง ๆ ต่อไป

Microsoft Excel - Sheet1

เพิ่ม ลบ เซลล์ ผสมผสาน ตาราง แถวใหม่ เครื่องมือ สูตร หน้าต่าง วิดีโอ

Cordia New 14 B I U

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

จำนวนเครื่องจักร: 4

จำนวนงานที่จะทำ: 10

Pc: 0.7

Pm: 0.6

MaxGeneration: 30

PopSize: 6

รับค่า

ทำการป้อนค่าเวลาการทำงาน

รับค่าที่ป้อนแล้ว

เริ่มการทำงาน

ออกจากโปรแกรม

Input Data

พร้อม NUM

รูปที่ 4.3 รูปแสดงหน้าจอส่วนการกรอกข้อมูลเวลาการทำงานในแต่ละเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานวิจัยเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นประโยชน์เชิงวิชาการไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนนี้จะทำการรับค่าเวลาการทำงานของแต่ละงานในเครื่องจักรแต่ละเครื่องดังนี้ กำหนดให้ลำดับ Column เป็นเครื่องจักร คือ Column A เท่ากับ เครื่องจักร A หรือเครื่องจักรที่ 1 Column B เท่ากับ เครื่องจักร B หรือเครื่องจักรที่ 2 เป็นแบบนี้ไปเรื่อย ๆ และในแต่ละ Row คือ ลำดับของงาน คือ Row ที่ 1 เท่ากับงาน 1 Rowที่ 2 เท่ากับงาน 2 ไปเรื่อย ๆ

ทำการกรอกข้อมูลการทำงานของงานต่าง ๆ ในเครื่องจักรแต่ละเครื่องจนครบ เมื่อกรอกเสร็จแล้วให้กดปุ่มรับค่าที่ป้อนแล้ว เพื่อทำการเก็บค่าที่ป้อนเข้าไปเพื่อนำไปทำการทำงานขั้นต่อไป

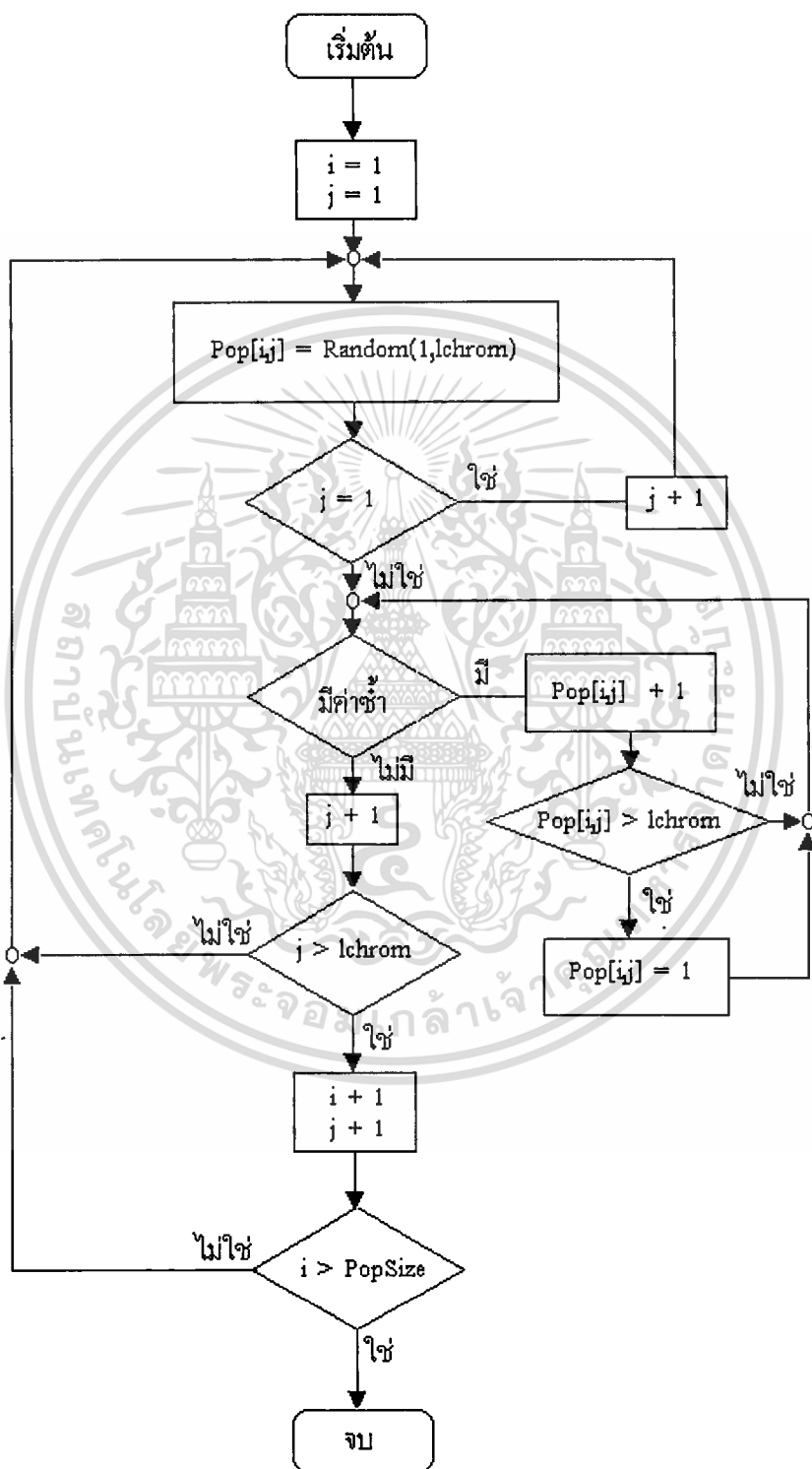
ส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น

ในส่วนนี้จะเป็นการสร้างประชากรเริ่มต้นของการทำ เจเนติก อัลกอริทึม ซึ่งจะเป็นการสุ่มค่าขึ้นมาตามลักษณะโครโมโซมดังรูปที่ 4.4 โดยจะทำการสร้างโครโมโซมเท่ากับจำนวนประชากรที่กำหนดเอาไว้ หรือที่ได้รับค่ามาจากผู้ใช้



รูปที่ 4.4 รูปแสดงลักษณะของโครโมโซม

ซึ่งในการทำงานในส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้นนี้จะเป็นการทำการสุ่มค่าขึ้นมาเป็นจำนวนเท่ากับความยาวโครโมโซม ซึ่งก็คือลำดับการทำงานที่จะส่งเข้าไปในเครื่องจักรที่มีอยู่ต่าง ๆ ตามลำดับโดยแทนค่าเป็น $T_a, T_b, T_c, \dots, T_n$ โดยที่ n คือความยาวของโครโมโซม ซึ่งค่าที่ทำการสุ่มขึ้นมาไม่มีเงื่อนไขว่า T_a จะต้องไม่เท่ากับ T_b ถ้า a ไม่เท่ากับ b กล่าวคือจะไม่มีงานที่ซ้ำกันในแต่ละโครโมโซม โดยที่ในส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้นนี้จะสามารถเขียนเป็น ฟังก์ชันได้ดังรูปที่ 4.5

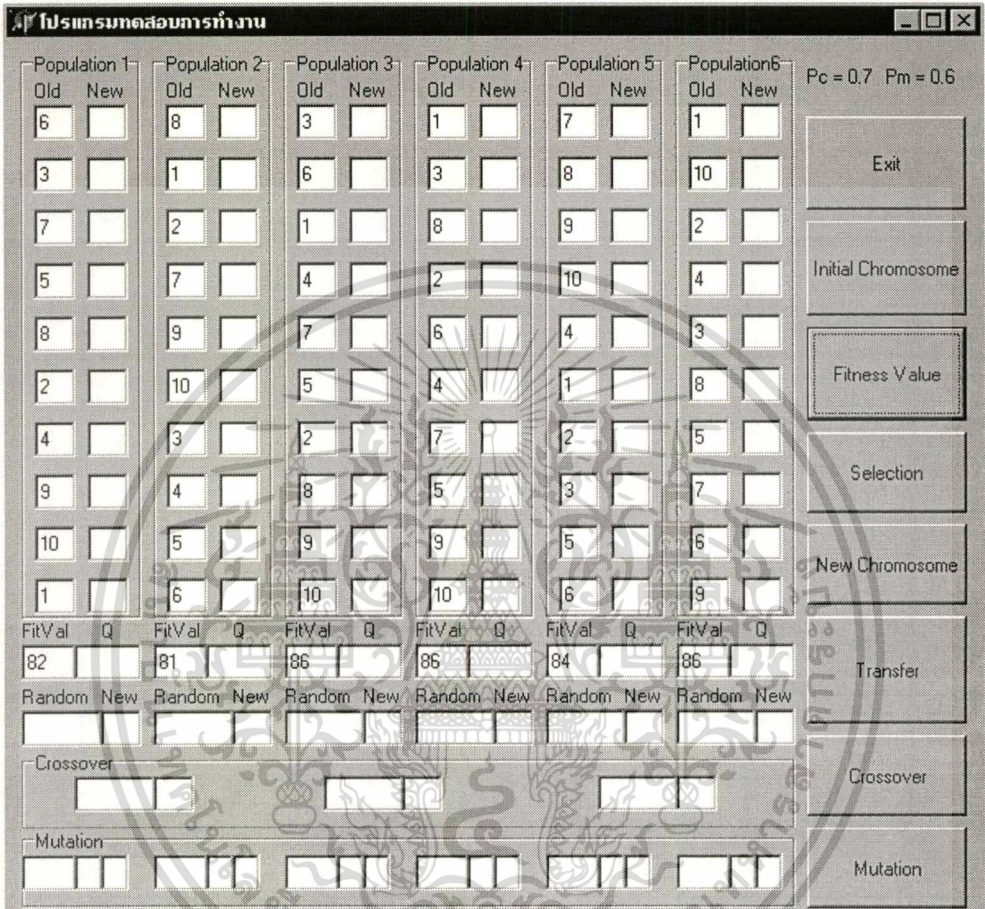


รูปที่ 4.5 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 4.5 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานในส่วนของการกำหนดประชากรเริ่มต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 เป็นโปรแกรมทดสอบการทำงาน โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการกำหนดค่าประชากรเริ่มต้น และหาค่าความเหมาะสม



รูปที่ 4.6 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนการกำหนดประชากรเริ่มต้น

ส่วนของการคัดเลือกสร้าง mating pool

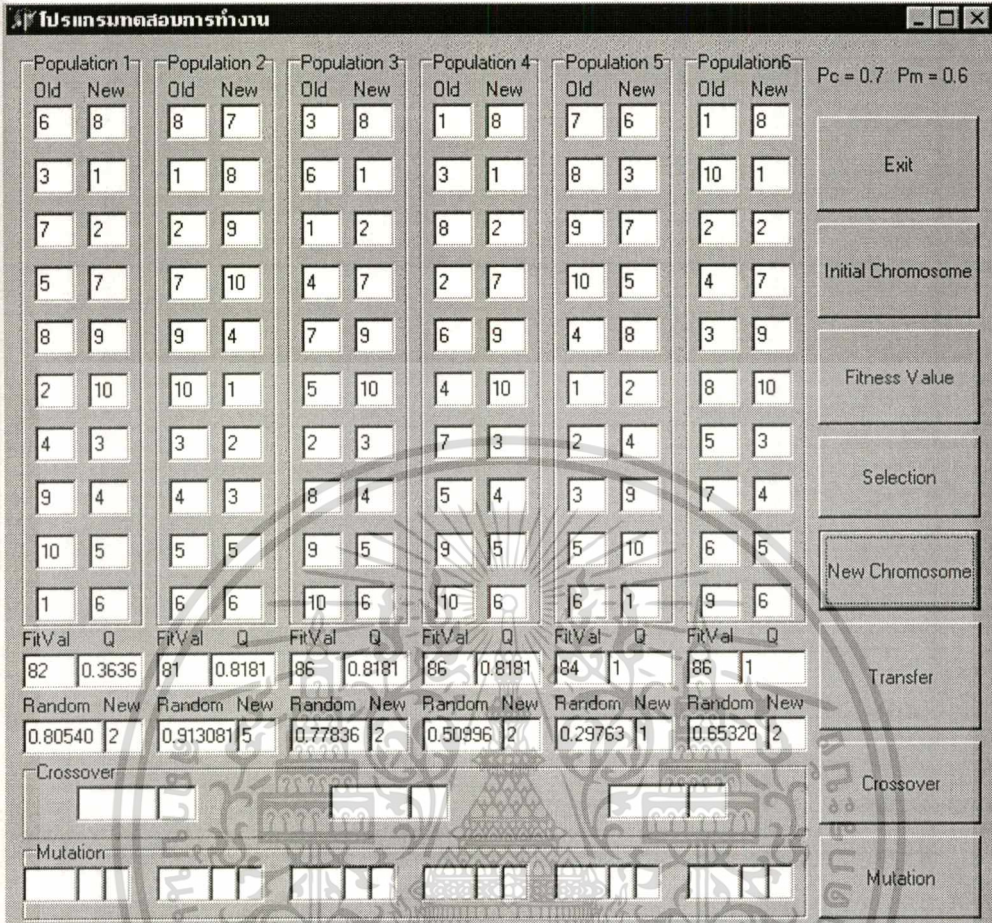
การคัดเลือกเป็นขั้นตอนการจำลองแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติ เพื่อที่จะทำการคัดเลือกชุดของโครโมโซมรุ่นเก่าให้มาเป็นโครโมโซมพ่อ-แม่ เพื่อใช้สร้างโครโมโซมรุ่นลูกเป็นรุ่นต่อไป โดยในส่วนนี้จะเป็นการนำเอากลุ่มของประชากรเริ่มต้น หรือประชากรรุ่นเก่า มาทำการหาค่าความเหมาะสมแล้วพิจารณาว่าโครโมโซมใดที่ควรจะนำมาเป็นโครโมโซมต้นแบบ

การหาค่าความเหมาะสมนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ซึ่งในลักษณะของปัญหาของการจัดลำดับการทำงานนั้นจะมี 2 แบบ คือ การจัดลำดับการผลิตเพื่อให้ลดต้นทุนที่สุด และการจัดลำดับการทำงานเพื่อที่จะใช้เวลาในการทำงานทั้งหมดให้แล้วเสร็จให้เร็วที่สุด ซึ่งในโครงการนี้จะเป็นปัญหาในลักษณะหลัง ดังนั้นการหาค่าความเหมาะสมนั้นจึงเป็นการหาค่าเวลาที่แล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโครโมโซม หรือ ลำดับการทำงานนั้น ๆ ซึ่งในกรณีของการจัดลำดับการทำงานนั้น เวลาที่งานจะทำแล้วเสร็จในแต่ละโครโมโซมนั้นจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก คือจะต่างกันไม่เท่าไร เช่น ในรูปที่ 4.6 ค่าความเหมาะสมที่ได้ออกมาแล้วนั้นจะได้เวลาที่แล้วเสร็จเป็น 81 วัน อีกลำดับการทำงานหนึ่งจะแล้วเสร็จใน 86 วัน อีกลำดับการทำงานหนึ่งจะแล้วเสร็จในเวลา 84 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความใกล้เคียงกันมาก นั่นหมายถึงมันจะมีผลทำให้ความสามารถในการค้นหาคำตอบของ GA นั้นลดลงจนเหมือนกับการค้นหาคำตอบแบบสุ่ม ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงฟังก์ชันความเหมาะสมโดยการปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสม (Scaling Fitness) เพื่อปรับค่าความคาดหวังที่จะสุ่มได้ของแต่ละโครโมโซมให้พอเหมาะขึ้น โดยจะได้ทำการเลือกเอาวิธีการปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมแบบหน้าต่าง (Windowing) ซึ่งเป็นวิธีการปรับค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมโดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสมที่ไม่ดี มาใช้โดยมีวิธีการดังนี้

1. ทำการหาค่าความเหมาะสมในกลุ่มประชากร แล้วเลือกค่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดีที่สุด ในกรณีนี้เลือกค่าที่มากที่สุดมาเป็นค่า f_{worst}
2. จากนั้นทำการหาค่าความเหมาะสมใหม่โดยการนำค่า f_{worst} มาเป็นตัวตั้ง แล้วนำค่าความเหมาะสมเดิมมาลบออกไป
3. จากนั้นก็นำค่าความเหมาะสมที่ได้มาทำการเลือก และ ผ่านกระบวนการต่าง ๆ จนได้ประชากรรุ่นใหม่ออกมา ทำการหาค่าความเหมาะสมใหม่ออกมา เลือกค่าที่มีค่ามากที่สุดไปเปรียบเทียบกับ f_{worst} ถ้ามีค่ามากกว่าค่า f_{worst} แล้ว ให้กำหนดให้ค่าที่ได้ใหม่นั้นเป็น f_{worst} แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า ก็กำหนดให้ใช้ค่า f_{worst} เดิม
4. ทำการปรับสัดส่วนค่าความเหมาะสมใหม่แล้วทำตามกระบวนการต่าง ๆ แบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้คำตอบที่ต้องการ



รูปที่ 4.7 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนการคัดเลือกโครโมโซม

ซึ่งในการคัดเลือกโครโมโซมต้นแบบนั้นได้ทำการเลือกใช้วิธีการแบบจำลองการหมุนวงล้อถ่วงน้ำหนัก (Roulette Wheel) ซึ่งจะเป็นวิธีการกำหนดขนาดแต่ละช่องของวงล้อนั้นตามค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซม ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งมีวิธีการดังนี้

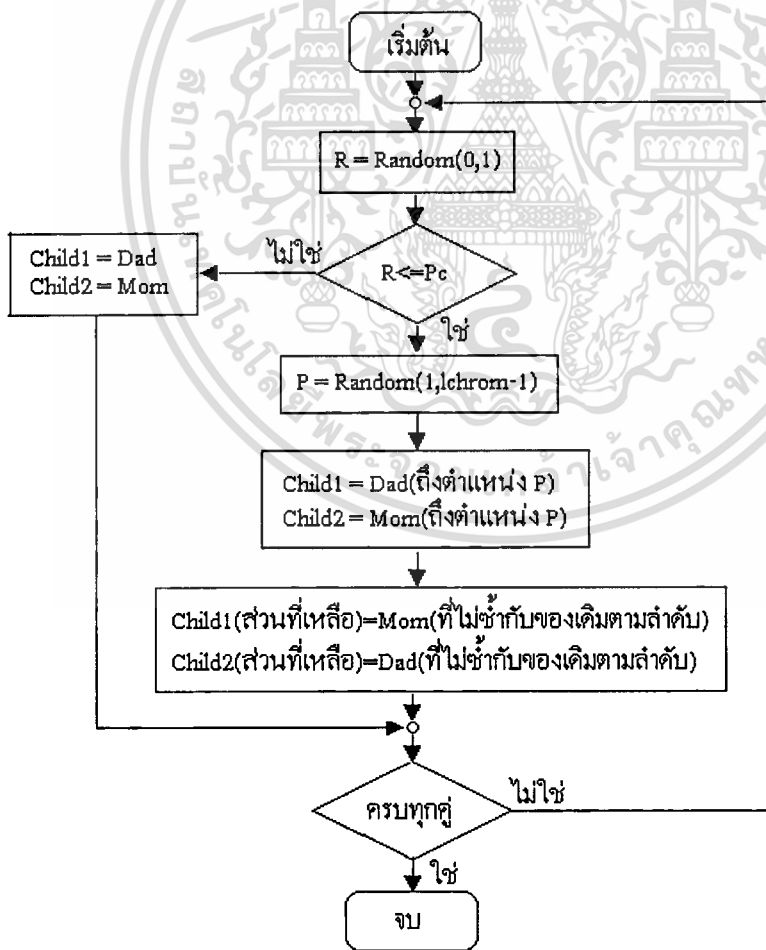
1. ทำการหาค่าความเหมาะสมของกลุ่มประชากรรุ่นเก่าแต่ละโครโมโซมมาเก็บไว้
2. ทำการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ (pselect) ของแต่ละโครโมโซม แล้วนำมาเก็บไว้ในตัวแปรตัวหนึ่ง (q) เป็นชนิดอาเรย์แล้วทำการเก็บค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ของประชากรทุกตัวที่มีเอาไว้
3. นำเอาค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ที่มีนั้นมาหาค่าความถี่สะสม โดยการบวกค่าความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ขึ้นเรื่อย ๆ จนครบทุกตัวของประชากรที่มีแล้ว เราจะได้ วงล้อถ่วงน้ำหนักขึ้นมาอันหนึ่ง ซึ่งจะมีค่าครอบคลุมอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และมีจำนวนวงล้อเท่ากับจำนวนของประชากรที่มี โดยจากรูปที่ 4.7 ค่าวงล้อนี้ก็คือค่า Q นั่นเอง

4.หาค่าเลขสุ่ม (Random) ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 เหมือนกับวงล้อ แล้วทำการเปรียบเทียบว่าเลขสุ่มที่เราได้มานั้นอยู่ในช่วงของวงล้อไหน แล้วทำการเลือกเอาโครโมโซมในลำดับของวงล้อนั้นมาใส่เข้าไปใน Mating pool โดยจากรูปที่ 4.7 จะแสดงโครโมโซมที่ถูกเลือกใหม่ในส่วนของ New นั่นเอง

5.ทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้จำนวน Mating pool เท่ากับจำนวนของประชากรรุ่นเก่า ในส่วนนี้เราก็คงจะหุคของโครโมโซมที่มีค่าเหมาะสม และพร้อมสำหรับกระบวนการขั้นต่อไป

ส่วนของการดำเนินการทางพันธุศาสตร์

ในขั้นตอนของการดำเนินการทางพันธุศาสตร์นั้นจะมีส่วนหลัก ๆ อยู่ 2 กระบวนการด้วยกัน คือ การครอสโอเวอร์ (Crossover) และ การมิวเตชัน (Mutation) เพื่อที่จะใช้ในการพัฒนาประชากรให้ดียิ่งขึ้นในรุ่นต่อ ๆ ไป โดยกระบวนการต่าง ๆ มีการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.8 โฟลวชาร์ตแสดงการครอสโอเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

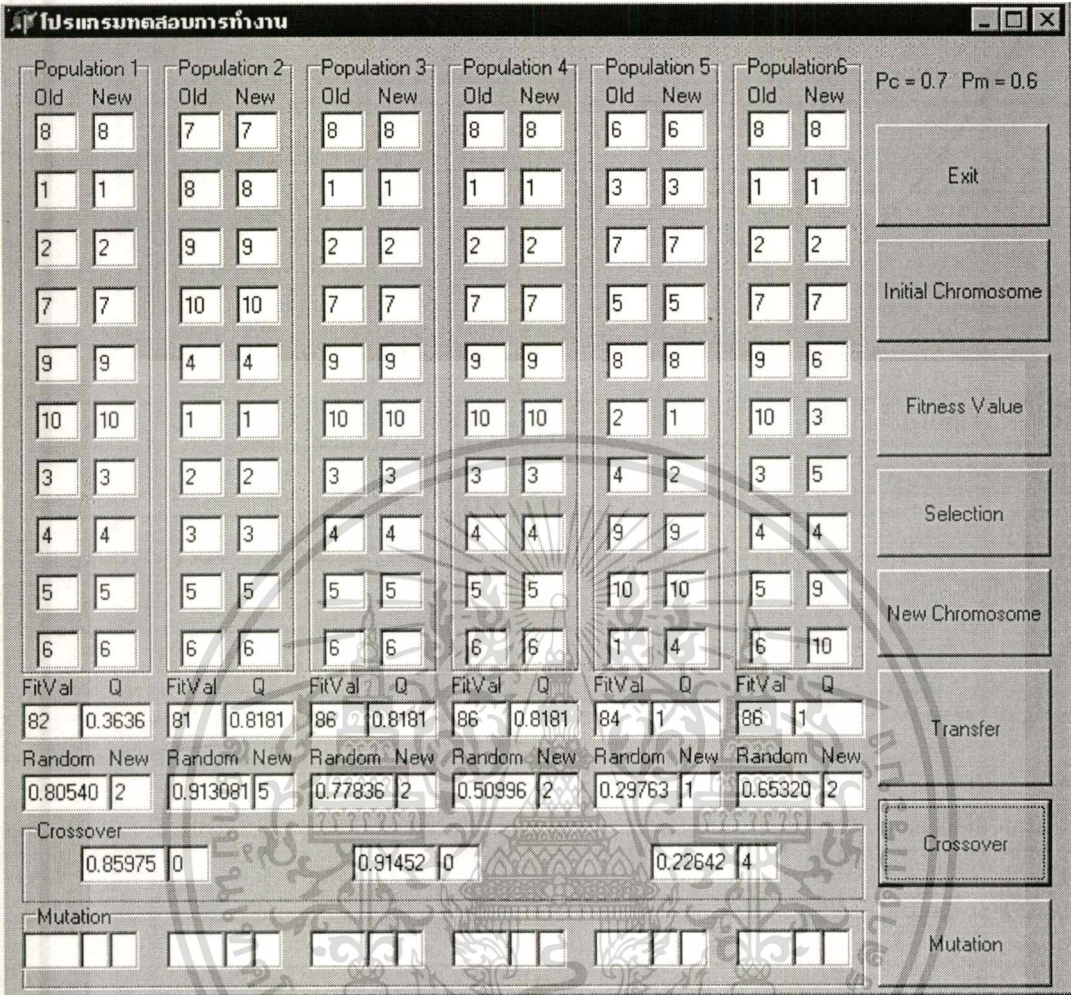
ดังได้กล่าวไปก่อนหน้านี้แล้วว่า การครอสโอเวอร์ทำแบบธรรมดาไม่ได้ พร้อมทั้งได้เสนอแนวทางในการทำการครอสโอเวอร์เอาไว้ 3 แนวทางด้วยกัน ซึ่งในตอนนี้จะนำเอาแนวทางการครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ ดังในรูปที่ 4.9 มาใช้ซึ่งก็มีวิธีการดังนี้

1. นำโครโมโซมต้นแบบที่ได้จากกระบวนการคัดเลือกมาทำการจับคู่กัน โดยการสุ่มจับคู่เป็นโครโมโซมพ่อ กับโครโมโซมแม่

2. สร้างเลขสุ่มขึ้นมาเทียบกับค่า อัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover : P_c) ที่ได้กำหนดเอาไว้แล้ว โดยจะทำการครอสโอเวอร์โครโมโซมต้นแบบนั้น ๆ ก็ต่อเมื่อค่าเลขสุ่มนั้น มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ อัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ ถ้าค่าเลขสุ่มนั้น ๆ มีค่ามากกว่า P_c แล้ว ที่คู่โครโมโซมนั้น ๆ จะไม่มีการครอสโอเวอร์ โดยจากรูปที่ 4.9 ค่าเลขสุ่มที่ได้มีค่า 0.22642 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า P_c คือ 0.7 ดังนั้นจึงทำการครอสโอเวอร์ที่คู่นี้

3. ทำการครอสโอเวอร์โดย

- ทำการสุ่มตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์ โดยจะอยู่ในช่วง 1 ถึง ความยาวของโครโมโซมลบหนึ่ง โดยจากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่า จะได้ค่าสุ่มออกมาเท่ากับ 4
- ทำการตั้งค่าในโครโมโซมพ่อ-แม่ทุกตัวตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งที่ได้สุ่มเอาไว้มาใส่ในโครโมโซมลูกตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตามลำดับ โดยจากรูปที่ 4.9 นั้น จะเห็นได้ว่าที่โครโมโซมใหม่นั้น ค่าที่ตำแหน่ง 1 ถึง 4 จะมีค่าเท่ากับโครโมโซมเดิม ทั้งตัวที่ 1 และ 2
- นำโครโมโซมแม่มาใส่ค่าที่เหลือให้กับโครโมโซมลูกตัวที่ 1 และนำโครโมโซมพ่อมาใส่ค่าที่เหลือให้กับโครโมโซมลูกตัวที่ 2 โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าที่มีอยู่แล้วในโครโมโซมนั้น ๆ แล้วทำการใส่ค่าที่ไม่ซ้ำกันลงไปตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วจะได้โครโมโซมลูก 2 ตัว จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าที่ตำแหน่ง 5 เป็นต้นมานั้นจะได้ค่าที่ไม่เหมือนเดิม
- ทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบหมดทุกคู่ที่ทำการสุ่มจับมา



รูปที่ 4.9 รูปแสดง โปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนการครอสโอเวอร์

ในส่วนของการมิวเตชันนั้น ได้นำเอาวิธีการสลับตำแหน่งระหว่างยีนส์คู่มาใช้โดยมีวิธีการดังนี้

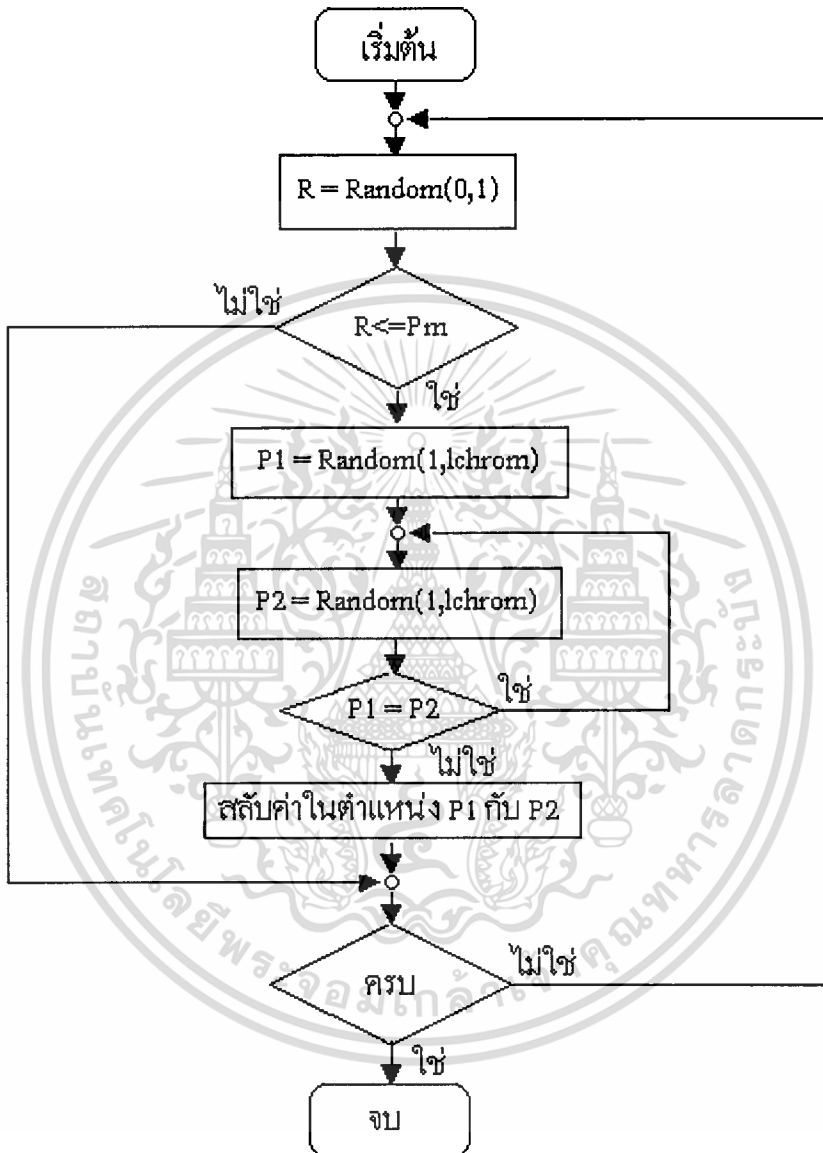
1. ทำการสร้างเลขสุ่มขึ้นมาเทียบกับค่า อัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน (Probability of Mutation : Pm) ที่ได้กำหนดเอาไว้แล้ว จากรูปที่ 4.7 Pm เท่ากับ 0.6 โดยจะทำการมิวเตชันโครโมโซมต้นแบบนั้น ๆ ก็ต่อเมื่อค่าเลขสุ่มนั้น มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ อัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน

2. ทำการหาค่าเลขสุ่มขึ้นมา 2 ตัวโดยที่อยู่ในช่วง 1 ถึง ความยาวของโครโมโซม และเลขสุ่มทั้งสองตัวต้องมีค่าไม่เท่ากัน

3. ทำการสลับตำแหน่งของยีนส์ในตำแหน่งของเลขที่สุ่มได้ โดยจากรูปที่ 4.10 จะทำการมิวเตชันที่ โครโมโซมตัวที่ 1 3 4 และ 5 โดยจะเป็นการสลับตำแหน่งภายในโครโมโซมจากค่าที่ได้สุ่มออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

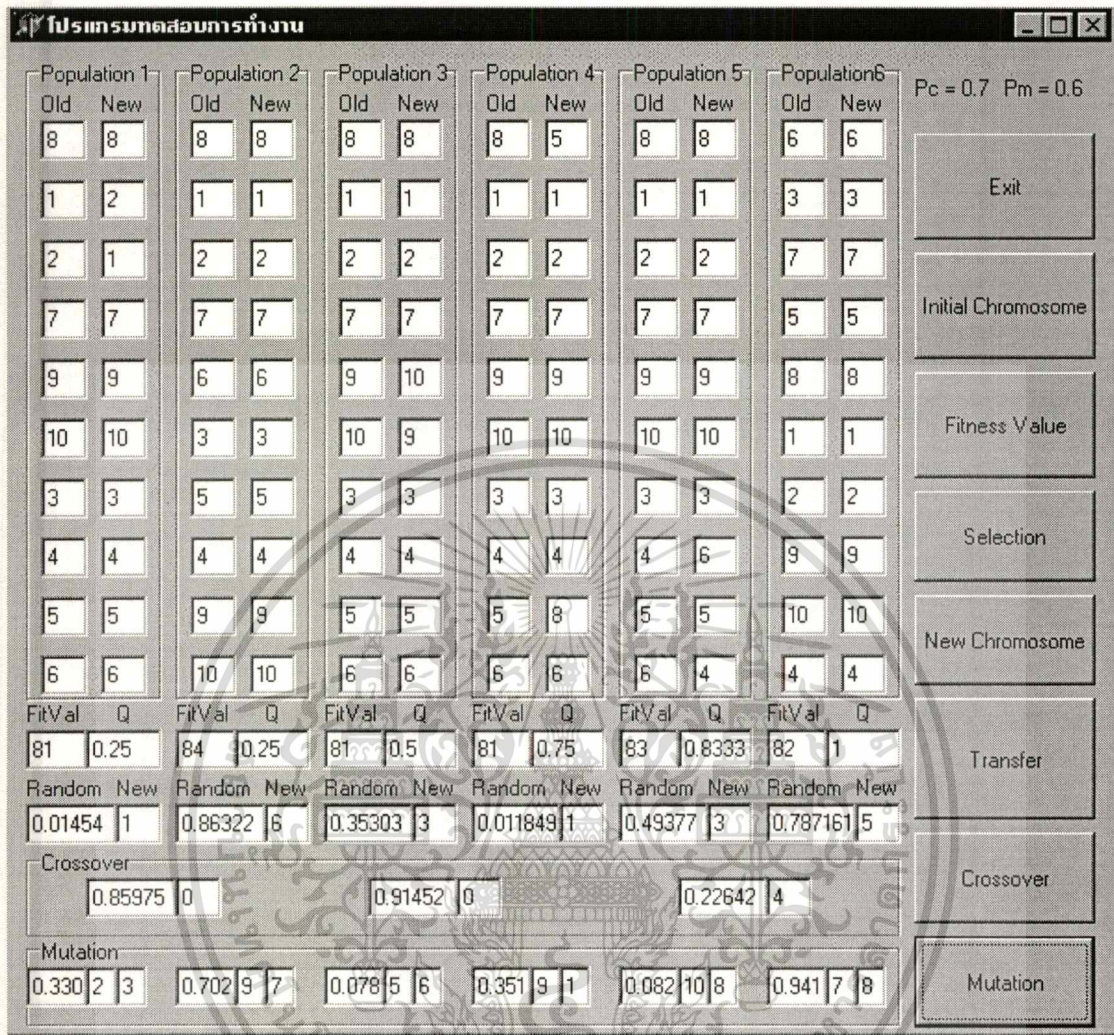
โดยสามารถเขียนเป็นโฟลวชาร์ตได้ดังนี้



รูปที่ 4.10 โฟลวชาร์ตแสดงการมิวเตชัน

โดยตัวอย่างการมิวเตชันจากโปรแกรมทดสอบแสดงในรูปที่ 4.11 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



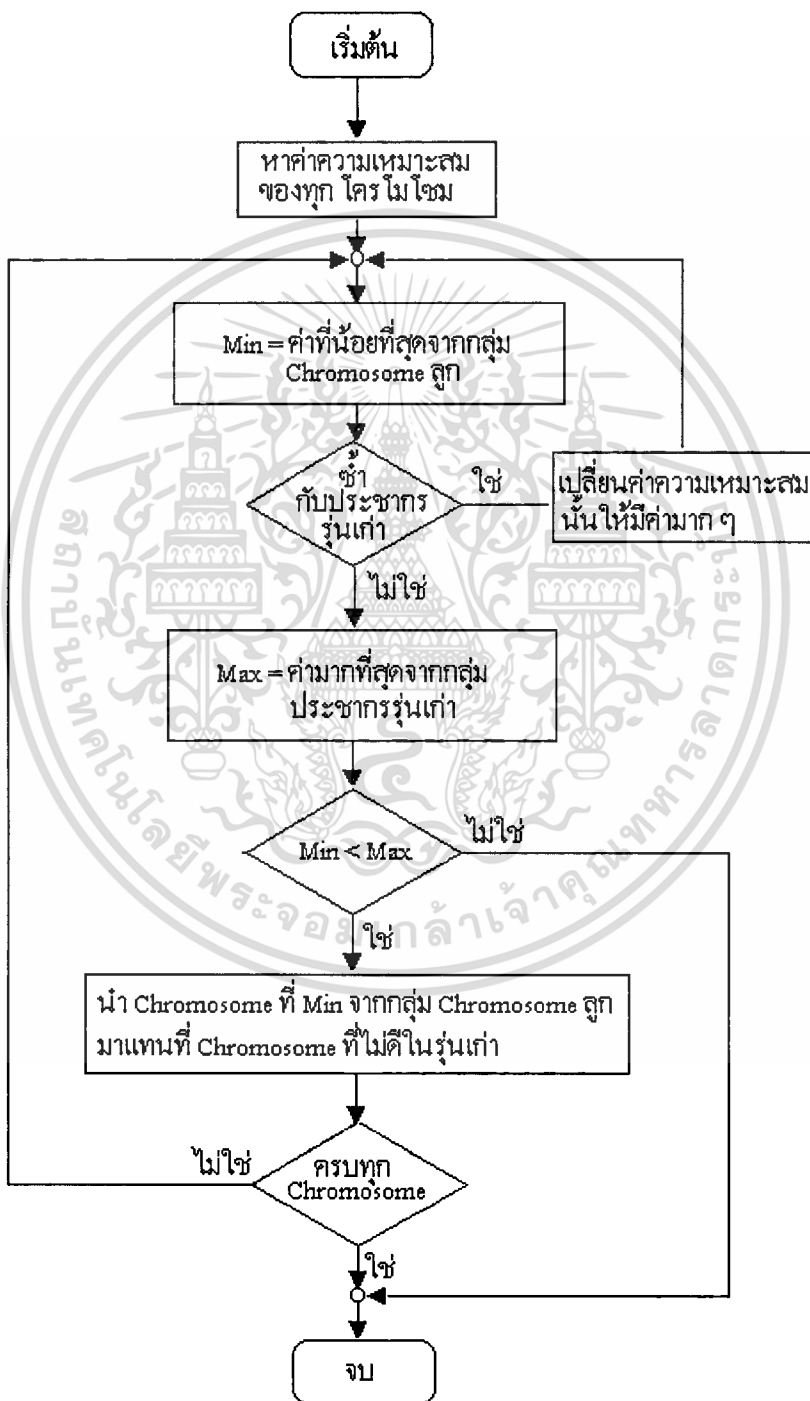
รูปที่ 4.11 รูปแสดงโปรแกรมทดสอบการทำงานส่วนการวิวัฒนาการ

เมื่อกระทำกระบวนการทางพันธุศาสตร์เสร็จสิ้นแล้ว เราจะได้กลุ่มของโครโมโซมรุ่นลูก ซึ่งจะมีค่าแตกต่างจากประชากรรุ่นก่อน โดยอาจจะมีการที่ดีกว่า หรือ อาจจะมีความที่แย่กว่าก็ได้ ซึ่งจะทำการคัดเลือกรุ่นถัดไปนั้นดีมากขึ้นหรือน้อยลงก็ได้

ส่วนของการสร้างประชากรรุ่นใหม่

การสร้างประชากรรุ่นใหม่ หรือการรีโพรดักชัน (Reproduction) คือการเลือกโครโมโซมขึ้นมาเพื่อถ่ายทอดไปเป็นประชากรในรุ่นต่อไป โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกเพื่อถ่ายทอดไปเป็นประชากรในรุ่นต่อไป ได้มากกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดี โดยกระบวนการนี้จะช่วยเพิ่มจำนวนโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดี และกำจัดโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดีให้หมดไปและยังเป็นการเพิ่มผลรวมของค่าความเหมาะสมนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมในรุ่นต่อไปอีกด้วย โดยที่ในโครงการนี้ได้นำเอาวิธีการรีโพรดักชันโดยการรักษาสถานะคงที่แบบไม่ข้ามมาใช้ เพื่อที่จะรักษาค่าโครโมโซมที่ดีในรุ่นเก่า และตัดโครโมโซมที่เกิดใหม่ที่ซ้ำกับโครโมโซมรุ่นเก่าทิ้งไป ดังนั้นโครโมโซมในแต่ละรุ่นจะไม่ซ้ำกันเลย โดยจะแสดงการทำงานในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 โฟลวชาร์ตแสดงการรีโพรดักชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรมนั้นจะเริ่มต้นจากการรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของ เจเนติก อัลกอริทึม มาเก็บไว้จากนั้น ทำการเริ่มต้นการทำงาน โดยจะทำการสุ่มค่าประชากรเริ่มต้นก่อน จากนั้นก็ทำกระบวนการทางพันธุศาสตร์ต่าง ๆ และทำการสร้างประชากรรุ่นใหม่ โดยที่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนดเอาไว้แล้ว จะทำให้ผลที่ได้ต่างกัน ดังเช่นอัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover : Pc) นั้น จะเป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดครอสโอเวอร์ ถ้ามีค่าต่ำเกินไป ก็จะไม่ค่อยเกิดการครอสโอเวอร์ โครโมโซมในวิวัฒนาการรุ่นใหม่ที่ได้ออกมานั้นก็จะไม่ค่อยแตกต่างจากโครโมโซมเดิมเท่าไร ทำให้การที่จะวิวัฒนาการไปหาคำตอบที่ดีที่สุดได้นั้นช้าลงได้

การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรม จะเป็นการทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่ได้ทำการเขียนขึ้นมา เพื่อที่จะได้เห็นการทำงานของโปรแกรมที่ได้ทำการเขียนขึ้นมา โดยในการทดสอบนี้ได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

จำนวนเครื่องจักร : 10

จำนวนงานที่จะต้องทำ : 20

อัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ : 0.8

อัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน : 0.7

จำนวนรุ่นที่มากที่สุดของการวิวัฒนาการ: 250

จำนวนประชากรที่มีในแต่ละรุ่น: 50

จากนั้นทำการป้อนค่าเวลาในการทำงานของงานแต่ละงาน ในแต่ละเครื่องจักร โดยค่าที่ป้อนมีค่าดังในรูปที่ 4.13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	58	63	72	49	26	35	77	58	4
2	46	28	32	59	38	41	50	61	6
3	62	52	53	82	49	52	67	80	5
4	68	73	59	49	68	72	51	63	5
5	56	80	76	81	53	42	81	80	6
6	57	64	80	78	56	90	49	58	6
7	32	50	64	58	33	46	54	44	3
8	38	76	58	40	49	55	53	50	5
9	84	90	70	65	44	36	43	58	8
10	74	75	58	66	48	39	45	56	8
11	46	58	62	55	72	43	51	66	5
12	54	81	75	56	33	90	72	64	5
13	44	58	67	65	43	72	55	58	6
14	66	57	80	49	57	77	60	47	6

รูปที่ 4.13 แสดงการป้อนค่าเวลาการทำงานในเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

โดยในการป้อนค่าเวลาการทำงานแต่ละงานที่ทำในเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยให้แนวตั้ง (Column) เป็นเครื่องจักรที่มี ในกรณีนี้มี 10 เครื่อง และในแนวนอน (Row) เป็นงานที่ต้องทำ ในกรณีนี้จะมียานที่ต้องทำเป็นจำนวน 20 งาน ทำการป้อนข้อมูลลงไป โดยยกตัวอย่างเช่นใน แถวแรก จะประกอบด้วยค่า 58 63 และ 72 ตามลำดับ หมายความว่า ในเครื่องจักรที่ 1 นั้นงานที่ 1 จะต้องใช้ เวลาการทำงาน 58 วัน และในเครื่องจักรที่ 2 นั้นงานที่ 1 จะใช้เวลาในการทำงาน 63 วัน และใน เครื่องจักรที่ 3 นั้นงาน 1 จะใช้เวลาในการทำงาน 72 วัน และในแถวที่ 2 นั้นจะหมายความถึงเวลา ของงานที่ 2 ที่ทำในเครื่องจักรต่าง ๆ เป็นต้น

โดยเมื่อได้ใส่ค่าข้อมูลต่าง ๆ ลงไปแล้วทำการหาผลการทำงานมาได้ดังในรูปที่ 4.14

โปรแกรมช่วยการจัดลำดับการทำงาน

พื้นที่

ผลการทำงาน

83	16 17 15 11 2 13 18 6 5 3 10 11 4 4 19 9 12 20 8 7	1695	1696.00	1697
84	16 17 15 11 2 13 18 6 5 3 10 11 4 4 19 9 12 20 8 7	1695	1696.00	1697
85	16 17 15 13 11 18 2 6 5 10 12 4 3 14 19 9 1 8 20 7	1693	1696.00	1697
86	16 17 15 13 11 18 2 6 5 10 12 4 3 14 19 9 1 8 20 7	1693	1696.00	1697
87	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 20 8 7	1688	1696.00	1697
88	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1695.00	1697
89	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1694.00	1697
90	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1693.00	1696
91	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1693.00	1696
92	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1692.00	1696
93	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1691.00	1696
94	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1690.00	1695
95	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1689.00	1694
96	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1689.00	1694
97	16 17 15 13 11 2 18 6 5 12 10 14 4 3 19 9 1 8 20 7	1681	1688.00	1693

จำนวนเครื่องจักร : 10
จำนวนงานที่จะทำ : 20

Pc : 0.8
Pm : 0.7
MaxGeneration: 250
PopSize: 50

รับค่า

ทำการเปลี่ยนค่าของการทำงาน

รับค่าที่สนใจแล้ว

ผลการทำงาน

ออกจากโปรแกรม

ลำดับของการทำงานที่ใช้เวลาในการทำที่น้อยที่สุด
16,17,15,13,11,2,18,6,5,12,10,14,4,3,19,9,1,8,20,7

เวลาทำงานทั้งหมดเสร็จ 1681 วัน จำนวนรอบของการทำงาน 139 รอบ

เริ่มการทำงาน

Start | Exploring - S... | Microsoft Wo... | untitled - Paint | Schedulin... | 20:59

รูปที่ 4.14 แสดงผลของการทำงาน

จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่า ผลของการทำงานที่ได้นั้นจะได้ออกมาเป็นลำดับของการทำงาน ซึ่งเมื่อนำเอาลำดับของการทำงานนี้ไปทำงานจริง โดยผ่านเครื่องจักรทั้ง 10 เครื่องแล้ว เวลาที่จะทำงานทั้งหมดแล้วเสร็จก็คือ 1681 วัน ซึ่งจะเป็นเวลาที่แล้วเสร็จเร็วที่สุด โดยมีจำนวนรอบของการทำงานเป็น 139 รอบ

บทที่ 5

สรุป

ปัญหาการจัดลำดับการทำงานให้กับเครื่องจักร ได้แพร่หลายอยู่ในอุตสาหกรรม เพราะ
ว่าในปัจจุบันได้มีความก้าวหน้าในการผลิตจากแต่เดิมที่เป็นแบบ การทำงาน station เดียว คือทุก ๆ
กระบวนการผลิตจะทำเสร็จในสถานที่เดียวในโรงงาน เปลี่ยนมาเป็นแบบ การทำงานแบบสายการ
ผลิต (Production line working) ซึ่ง item จะเคลื่อนที่จาก station หนึ่งไปยังอีก station หนึ่งเพื่อทำ
การดำเนินการ (process) และการนำเอาการทำงานแบบสายการผลิตแบบต่อเนื่องมาใช้อย่างแพร่
หลายนั้น ทำให้ต้องมีการจัดการเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตให้กับเครื่องจักร เพื่อให้การทำงาน
นั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยมีกิจกรรมที่สำคัญในการวางแผนการผลิตคือ การจัดงาน
ให้แก่เครื่องจักร และการจัดลำดับก่อนหลังในการผลิตและบริการ

โดยที่ในการจัดลำดับการผลิต และบริการนั้น ในกรณีที่มีเครื่องจักร 1 หรือ 2 เครื่อง
สามารถจัดลำดับการทำงานได้อย่างไม่ยากนัก แต่ในกรณีที่มีเครื่องจักรมากกว่า 3 เครื่องขึ้นไป ใน
การจัดงานให้กับเครื่องจักรนั้น การคำนวณจะมีความซับซ้อนมากขึ้นและใช้เวลานาน ยิ่งถ้ามีเครื่อง
จักรเป็นปริมาณมาก ๆ แล้วการคำนวณนั้นจะนานมากจนไม่อาจยอมรับได้เลย จึงได้นำเอาวิธีการ
ทาง เจเนติก อัลกอริทึม มาใช้ในการจัดลำดับการผลิต และบริการ

ในการจัดลำดับการผลิตโดยการนำเอาวิธี เจเนติก อัลกอริทึม (GA) มาประยุกต์ใช้ใน
การแก้ปัญหานั้น ก็ได้มีลักษณะเฉพาะต่างจากปัญหา ของ เจเนติก อัลกอริทึม อย่างง่าย (Simple
Genetic Algorithm : SGA) ทั้งในเรื่องของรูปแบบโครโมโซม ค่าความเหมาะสม รวมทั้ง ตัวดำเนินการ
ทางพันธุศาสตร์ เช่น การครอสโอเวอร์โดยสลับตำแหน่งอย่างมีลำดับ การสลับตำแหน่งอย่างมี
แบบอ้างอิง การสลับตำแหน่งแบบวงรอบ การมิวเตชัน และ การเลื่อน ซึ่งก็ต้องทำให้เหมาะสมกับ
แต่ละงานต่างกันไป

โดยที่ค่าพารามิเตอร์หลักที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลหาคำตอบของ เจเนติก
อัลกอริทึม จะประกอบไปด้วยค่าอัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และค่าอัตราความน่า
จะเป็นของการมิวเตชัน ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และ ค่าอัตราความน่าจะเป็น
ของการมิวเตชัน จะเป็นตัวกำหนดการเกิดการครอสโอเวอร์ และ การมิวเตชัน ซึ่งถ้าอัตราความ
น่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์มีค่าที่ต่ำเกินไปแล้ว จะทำให้มีการทำกระบวนการครอสโอเวอร์

ที่น้อยจนเกินไป ทำให้ประชากรรุ่นใหม่ที่ได้มานั้น จะไม่ค่อยแตกต่างจากประชากรรุ่นเก่า กล่าวคือ การวิวัฒนาการ เป็นไปอย่างช้า ๆ หรือไม่ค่อยมีการวิวัฒนาการนั่นเอง อันจะเป็นผลทำให้การหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นจะต้องใช้เวลาในการทำงานมาก และอาจจะไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุดด้วย ในกรณีเดียวกัน ถ้ากำหนดอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชัน มีค่าสูงเกินไปก็ไม่ใช่ว่าจะดี เพราะผลที่ได้จากการมิวเตชันหรือการผ่าเหล่า นั้น ไม่ใช่ว่าจะให้คำตอบที่ดีขึ้นเสมอไป ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางพันธุศาสตร์นั้น ๆ จะมีค่าความเหมาะสมที่แกว่ง กล่าวคือมีโอกาสที่จะเกิดค่าความเหมาะสมที่ดีขึ้นพอ ๆ กับโอกาสที่จะมีค่าความเหมาะสมที่แย่ลง ทำให้ผลที่ได้มีทั้งที่ดีขึ้นและแย่ลง

ดังนั้นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะทำให้กระบวนการทำงานให้ผลที่ดีที่สุดคือ การสร้างประชากรรุ่นใหม่ หรือ การรีโพรดักชัน ซึ่งจะเป็นการคัดเลือกสร้างประชากรรุ่นใหม่จากกลุ่มของประชากรรุ่นเก่า และค่าที่ได้จากการผ่านกระบวนการทางพันธุศาสตร์ มาเลือกให้ได้ประชากรรุ่นใหม่ที่ดีที่สุด กล่าวคือ โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีจะถูกเลือก ในขณะที่โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดีจะไม่ถูกเลือกมาสร้างเป็นประชากรรุ่นใหม่ นั่นเอง ซึ่งในกรณีนี้ แม้ว่าค่าที่ได้ออกมาจากกระบวนการครอสโอเวอร์ และ การกระบวนการมิวเตชัน จะได้ค่าที่มีค่าความเหมาะสมที่ไม่ดี ก็ไม่เป็นไร เพราะว่าการสร้างประชากรรุ่นใหม่ นั้น ได้นำเอาโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีจากโครโมโซมรุ่นเก่ามาแทนที่ ทำให้ จะไม่มีประชากรรุ่นใหม่ที่มีค่าแย่กว่าประชากรรุ่นเก่า และ ทำให้การวิวัฒนาการเป็นไปอย่างรวดเร็ว

บรรณานุกรม

- กาญจน์ วงศ์วิภาพร. 2541. "การจัดตารางสอนของโรงเรียนแบบอัตโนมัติโดยจีเนติก อัลกอริทึม."
วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชิตชนก เหลือสินทรัพย์. 2543. *Analysis & Design of Algorithm*. กรุงเทพฯ : SUM.
- ธันวา ศรีประโมง. 2537. การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ชานินทร์ เอื้อรักสกุล. 2541. "การจัดตารางเรียนโดยใช้วิธีเจเนติก." วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2521. การจัดการ วิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- Bodington, E.C. 1995. *Planning, Scheduling, and Control Integration in the Process
Industries*. New York : McGraw-Hill.
- Cartwright , H.M. 1994. "Getting the Timing Right - The Use of Genetic Algorithms in
Scheduling." Physical Chemistry Laboratory, Oxford University.
- Goldberg, D.E. 1989. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*.
MA : Addison Wesley.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาวจุฑามาส ถิ่นสมบูรณ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ.2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2541

