สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจัดตารางพยาบาลด้วยเจเนติกอัลกอริทึม

NURSE SCHEDULING USING GENETIC ALGORITHMS

นางสาวนภาพร สอนวงษา
นางสาวนรินทร์รัตน์ นุชอุดม
นางสาวปานระวี วงศาก้อ

วพ.
ม197ก
2552

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 111923
วัน,เดือน,ปี 24 ธ.ค. 2553

b 12298335
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NURSE SCHEDULING USING GENETIC ALGORITHMS

MS. NAPAPORN SORNVONGSA

MS. NARINRAT NUCHUDOM

MS. PARNRAWEE WONGSAKOR

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การจัดตารางพยาบาลด้วยเจเนติกอัลกอริทึม	
	Nurse Scheduling Using Genetic Algorithms	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนภาพร สอนวงษา	49050252
	นางสาวนรินทร์รัตน์ นุชอุดม	49050253
	นางสาวปานระวี วงศาก้อ	49050271
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วีระ บุญจริง	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2552

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
อ.วีระชัย ตันยะสิทธ์	
ผศ.ดร.จีรพร วีระพันธุ์	
รศ.ดร.วีระ บุญจริง	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การจัดตารางพยาบาลด้วยเจเนติกอัลกอริทึม	
ชื่อนักศึกษา	นางสาว นภาพร สอนวงษา	49050252
	นางสาว นรินทร์รัตน์ นุชอุดม	49050253
	นางสาว ปานระวี วงศาก้อ	49050271
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2552	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วีระ บุญจริง	

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ โดยการพัฒนาขั้นตอนวิธีเจเนติกเพื่อหาตารางความเหมาะสม โดยนำตารางพยาบาลแผนกหอผู้ป่วยในหญิงของโรงพยาบาลลาดกระบังมาเป็นกรณีศึกษา ด้วยการสร้างตัววัดความเหมาะสมสำหรับเงื่อนไขของโรงพยาบาล เมื่อทำการทดลองจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติก พบว่าขั้นตอนวิธีเจเนติกให้ค่าตารางที่มีความเหมาะสม และขัดแย้งกับเงื่อนไขน้อยกว่าการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Nurse Scheduling Using Genetic Algorithms	
Students	Ms. Napaporn Sornvongsa	49050252
	Ms. Narinrat Nuchudom	49050253
	Ms. Parnrawee Wongsakor	49050271
Degree	Bachelor of Science	
Major Program	Computer Science	
Academic Year	2009	
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Veera Boonjing	

ABSTRACT

This special problem proposes a new nurse scheduling solution to Ladkrabang hospital. The new solution is a genetic based scheduling to find optimal nurse schedule satisfying both soft and hard constraints. Our experiments with different parameters show that the proposed solution gives the better fitness than of the manual solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับการสนับสนุนด้านการศึกษาจาก บิดา มารดา ผู้เป็นที่รักและคอยให้กำลังใจเสมอมา ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนที่ให้ความห่วงใย ซึ่งมีค่ายิ่งต่อผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วีระ บุญจริง ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและชี้แจงในการปรับปรุงเนื้อหาของปัญหาพิเศษรวมทั้งข้อคิดต่างๆ จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธ์ และ ผศ.ดร.จีรพร วีระพันธุ์ ประธานกรรมการและกรรมการสอบปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อชี้แนะต่างๆ ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณโรงพยาบาลลาดกระบัง และคุณอรวรรณ คะประสบ หัวหน้าพยาบาลหอผู้ป่วยในหญิงที่ให้ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับการจัดตารางการทำงานพยาบาล

ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือทุกครั้งที่มีปัญหาตลอดการทำปัญหาพิเศษ

นภาพร สอนวงษา
นรินทร์รัตน์ นุชอุดม
ปานระวี วงศาก้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ส่วนประกอบของปัญหาพิเศษ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีพื้นฐานวิธีเจเนติก	3
2.1.1 ประชากร	3
2.1.2 ฟังก์ชันความเหมาะสม	3
2.1.3 ขั้นตอนวิธีเจเนติก	4
2.2 การจัดตารางพยาบาล	5
2.2.1 หลักการจัดตารางพยาบาล	5
2.2.1 ปัญหาการจัดตารางพยาบาล	6
2.2.3 เงื่อนไขในการจัดตารางพยาบาลของแผนกหอผู้ป่วยในหญิง โรงพยาบาลลาดกระบัง	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีเจเนติก	9
3.1 การประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติก	9
3.1.1 การสร้างโครโมโซม	9
3.1.2 ฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับแผนกหอผู้ป่วยในหญิง โรงพยาบาลลาดกระบัง	10
3.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าการทำงาน	11
3.3 ขั้นตอนวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาล	13
บทที่4 ผลการทดลอง	17
4.1 วิธีการทดลอง	17
4.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์	17
4.3 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	28
5.1 สรุป	28
5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงช่วงเวลาการทำงานพยาบาล 7

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการทำงานของพยาบาลกับค่าความเหมาะสม 19

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน 20

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น 22

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นใน
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 23

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นใน
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 25

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการของวิธีการทางเจเนติก 5

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างโครโมโซมและส่วนประกอบของโครโมโซม 9

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการนับค่าการทำงาน 12

รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ 12

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม 14

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ 15

รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีเจเนติก 16

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน 21

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น 22

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นใน
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 24

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นใน
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 25

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นใน
การกลายพันธุ์ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การจัดตารางเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานด้านการพยาบาล เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลรักษาอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นในการจัดเวลาการทำงานให้กับพยาบาลแต่ละคนเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก เนื่องจากต้องพิจารณาเงื่อนไขหลายประการเช่น ความต้องการพยาบาลในแต่ละวันแต่ละเวร วันหยุด นักขัตฤกษ์ และวันลาหยุด เป็นต้น การจัดตารางส่วนใหญ่จะจัดโดยเจ้าหน้าที่ทางการพยาบาลในแผนกนั้นๆ ซึ่งต้องทำเป็นประจำทุกเดือนทำให้ตารางเกิดความซ้ำซ้อน และใช้เวลาในการจัดทำ การจัดตารางในทางคอมพิวเตอร์ถือเป็นปัญหาเอ็นพีฮาร์ด (NP-Hard) เนื่องจากเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลามากในการหาคำตอบที่ต้องการ และในบางกรณีอาจหาคำตอบไม่ได้

ปัญหาพิเศษนี้จึงนำตารางพยาบาลของแผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบังมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อหาตารางการทำงานที่มีความเหมาะสมกว่าตารางเดิมซึ่งจัดด้วยมือ และตารางมีการกระจายการทำงานด้วยวิธีการทางเจเนติก โดยสร้างตัววัดความเหมาะสมสำหรับเงื่อนไขของโรงพยาบาล

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงนำเสนอขั้นตอนวิธีการทางเจเนติก (Genetic Algorithms) ในการหาคำตอบของตารางที่เหมาะสม โดยวิธีการทางเจเนติกเป็นวิธีเชิงพันธุกรรมที่เลียนแบบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เริ่มจากการสร้างตารางตั้งต้นขึ้นมาแบบสุ่มแล้วนำตารางตั้งต้นมาผ่านขั้นตอนแลกเปลี่ยนพันธุกรรมและการกลายพันธุ์ โดยใช้ฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) ในการคำนวณหาตารางความเหมาะสม กระบวนการนี้จะทำซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้ตารางที่ดีที่สุด และขัดแย้งกับเงื่อนไขน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการพัฒนาขั้นตอนวิธีเจเนติกสำหรับการจัดตารางพยาบาลของโรงพยาบาลลาดกระบัง โดยโครงงานจะเน้นการจัดตารางให้เป็นตารางที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลโดยมีการสร้างตัววัดความเหมาะสมกับเงื่อนไขสำหรับโรงพยาบาล โดยตรวจและทดลองทำการจัดตารางเพื่อให้ได้ตารางที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการทางเจเนติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขต

ปัญหาพิเศษนี้นำเสนอการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีการทางเจเนติก โดยนำโครโมโซมตั้งต้นทั้งหมดมาแลกเปลี่ยนพันธุกรรมและการกลายพันธุ์แบบสุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายของสายพันธุ์ แล้วคำนวณหาค่าความเหมาะสมโดยฟังก์ชันความเหมาะสมเปรียบเทียบกับการจัดตารางด้วยมือ และผลของค่าความเหมาะสมเมื่อทดลองเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

1.4 ส่วนประกอบของปัญหาพิเศษ

ส่วนที่เหลือของปัญหาพิเศษนี้ประกอบด้วย 4 บท ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งจะเสนอทฤษฎีพื้นฐานวิธีเจเนติก ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรีโพรดักชัน การแลกเปลี่ยนพันธุกรรรมและการกลายพันธุ์ รวมทั้งปัญหาของการจัดตารางพยาบาล และเงื่อนไขต่างๆ

บทที่ 3 นำเสนอขั้นตอนวิธีการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีการทางเจเนติก

บทที่ 4 นำเสนอผลการทดลองโดยการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมของการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีการทางเจเนติกกับมือ และเปรียบเทียบผลของตารางเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์

บทที่ 5 เป็นผลสรุปจากการทดลองและข้อเสนอแนะในการพัฒนาเกี่ยวกับปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางพยาบาลได้แก่ ทฤษฎีพื้นฐานวิธีเจเนติก ซึ่งมี 3 ขั้นตอนได้แก่ การรีโพรดักชัน การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมและการกลายพันธุ์ ปัญหาการจัดตารางการทำงานพยาบาล และเงื่อนไขต่างๆของแผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบัง

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานวิธีเจเนติก

ทฤษฎีวิธีเจเนติกได้รับการพัฒนาโดย จอห์น ฮอลแลนด์ (John Holland) ซึ่งเป็นวิธีการหาคำตอบโดยการเลียนแบบการถ่ายทอดพันธุกรรมทางธรรมชาติ โดยใช้หลักของการอยู่รอดของผู้ที่มีความแข็งแกร่งกว่า ซึ่งผู้ที่มีความแข็งแกร่งกว่าจะได้รับการคัดเลือกเพื่อเป็นต้นแบบในการสืบพันธุ์และให้กำเนิดลูกที่มีความแข็งแกร่งในรุ่นต่อไป

กระบวนการของวิธีการทางเจเนติกจะเริ่มจากการสุ่มประชากรเริ่มต้นขึ้นมาจากประชากรทั้งหมดที่มีอยู่ โดยใส่รหัสให้แต่ละประชากรอย่างสุ่มที่นิยมใช้คือเลขฐานสอง จากนั้นนำประชากรเริ่มต้นแต่ละตัวมาคำนวณโดยใช้ฟังก์ชันความเหมาะสม ซึ่งประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากจะมีโอกาสถูกเลือกมาก เพื่อเป็นประชากรต้นแบบในการให้กำเนิดประชากรรุ่นต่อไป ประชากรรุ่นใหม่เกิดจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างประชากรรุ่นพ่อแม่และการเปลี่ยนแปลงค่าของประชากรโดยการสุ่ม จากนั้นนำประชากรรุ่นใหม่ที่ได้คำนวณหาค่าความเหมาะสมโดยประชากรที่มีค่าเข้าใกล้ค่าความเหมาะสมที่สุดจะถูกเลือกเพื่อสืบพันธุ์ต่อไป ขั้นตอนเหล่านี้จะทำซ้ำไปเรื่อยจนกระทั่งได้ประชากรที่มีค่าความเหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นประชากรที่เป็นคำตอบ

2.1.1 ประชากร

ประชากรในการจัดตารางการทำงานพยาบาลคือ กลุ่มตารางการทำงานพยาบาลในแต่ละเดือน โดยประชากร 1 ประชากรเท่ากับตารางพยาบาล 1 ตาราง ในแต่ละประชากรประกอบด้วย รหัสพยาบาล จำนวนวันในเดือนที่จัดตารางและช่วงเวลาในการทำงานของแต่ละวัน

2.1.2 ฟังก์ชันความเหมาะสม

คือ ฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเหมาะสมของคำตอบที่ต้องการ ซึ่งผู้ที่มีค่าความเหมาะสมที่สุดหรือมีค่าใกล้เคียงค่าความเหมาะสมที่สุดจะเป็นผู้ถูกเลือกซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันความเหมาะสมขึ้นอยู่กับแต่ละปัญหาที่ต้องการแก้ไขและหาคำตอบเช่น ถ้าต้องการหาคำตอบของตารางการทำงานพยาบาล ค่าความเหมาะสมคือค่าการทำงานที่ผิดพลาดไปจากเงื่อนน้อยที่สุด

2.1.3 ขั้นตอนวิธีเจเนติก

ขั้นตอนวิธีเจเนติกประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ การรีโพรดักชัน การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม และการกลายพันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.3.1 การรีโพรดักชัน

การรีโพรดักชัน (Reproduction) เป็นขั้นตอนในการสุ่มเลือกประชากรแต่ละตัวในกลุ่มประชากรนั้นว่าประชากรตัวใดจะมีโอกาสอยู่รอดและให้กำเนิดประชากรในรุ่นถัดไป โดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสม ถ้าประชากรตัวใดมีค่าความเหมาะสมสูงก็จะมีโอกาสถูกเลือกมาก แต่ถ้าประชากรตัวใดมีค่าความเหมาะสมต่ำจะมีโอกาสถูกเลือกน้อยและตายไป การเลือกประชากรจะทำโดยการสุ่มเลือกประชากรขึ้นมาจากประชากรทั้งหมดที่มีอยู่โดยประชากรที่สุ่มขึ้นมาจะมีเท่ากับจำนวนที่กำหนด เช่นกำหนดประชากร N = 4 ประชากรที่สุ่มได้จะมีจำนวน 4 ตัว ซึ่งประชากรทั้ง 4 ตัวที่ถูกเลือกจะเป็นประชากรรุ่นพ่อแม่ เพื่อเป็นต้นแบบในการสืบพันธุ์ในรุ่นต่อไป

2.1.3.2 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม

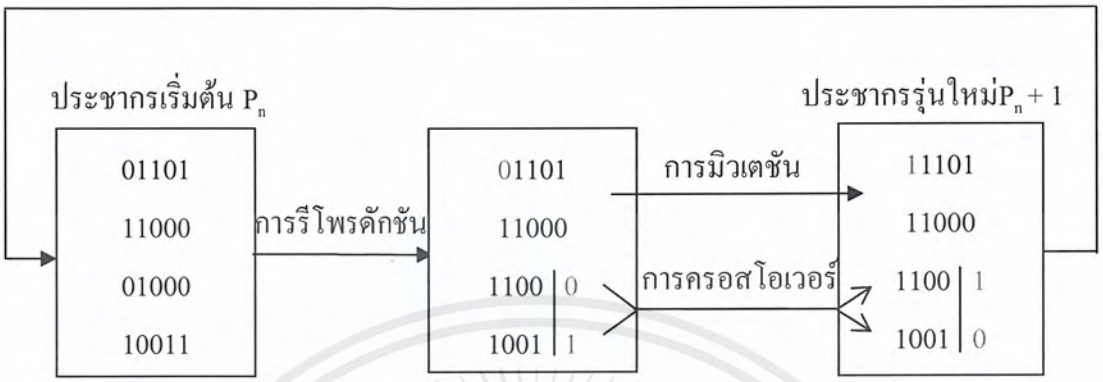
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (Crossover) เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลในบางตำแหน่งกของประชากรรุ่นพ่อแม่ โดยการสุ่มจับคู่ในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม ซึ่งจะกำหนดความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม เพื่อดูว่าประชากรแต่ละตัวมีโอกาสที่จะเกิดการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมมากหรือน้อยเพียงใด ถ้าค่าที่สุ่มขึ้นมามีค่ามากกว่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมที่กำหนดประชากรคู่นั้นจะไม่ถูกแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมที่กำหนดประชากรนั้นจะถูกแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน หลังจากนั้นจึงสุ่มตำแหน่งในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ประชากรรุ่นใหม่ขึ้นมาเรียกว่า ประชากรรุ่นลูก

2.1.3.3 การกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นกระบวนการป้องกันไม่ให้สูญเสียข้อมูลที่สำคัญบางอย่างในระหว่างกระบวนการรีโพรดักชันและการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม โดยการเปลี่ยนค่าบางตำแหน่งของประชากรจากการสุ่ม ด้วยความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ ถ้าค่าที่สุ่มมามีค่ามากกว่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ประชากรตัวนั้นจะไม่เกิดการกลายพันธุ์ แต่ถ้าสุ่มค่ามามีค่าน้อยกว่าค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ประชากรตัวนั้นจะเกิดการกลายพันธุ์ โดยการสุ่มตำแหน่งเมื่อได้ตำแหน่งแล้วจะทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนค่าในตำแหน่งนั้น การเกิดการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติจะมีโอกาสในการเกิดค่อนข้างต่ำ เนื่องจากโอกาสที่จะได้ประชากรที่ดีที่เกิดจากการกลายพันธุ์มีน้อย



รูปที่ 2.1 แสดงกระบวนการของวิธีการทางเจเนติก

เมื่อ Pn เป็นจำนวนประชากรในการเลือกสุ่มรุ่นแรก

Pn + 1 เป็นจำนวนประชากรในการเลือกสุ่มรุ่นต่อไป

การครอสโอเวอร์จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลหลังตำแหน่งที่ถูกสุ่ม จากภาพตำแหน่งที่สุ่มได้คือตำแหน่งที่ 4 ดังนั้นจะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในตำแหน่งที่ 5 คือสลับจาก 0 เป็น 1 และจาก 1 เป็น 0 ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 2.1

กระบวนการนี้จะทำซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้ประชากรที่มีค่าเหมาะสม ประชากรที่มีความเหมาะสมที่สุดเท่านั้นที่จะถูกเลือกเป็นคำตอบ

2.2 การจัดตารางพยาบาล

การจัดตารางพยาบาลเป็นขบวนการจัดอัตรากำลังของบุคลากรทางการพยาบาลในระดับต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และมีจำนวนเพียงพอที่สามารถจะปฏิบัติงานในหน่วยงานได้ เพื่อให้การดูแลผู้ป่วยเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงและมีคุณภาพ

2.2.1 หลักการจัดตารางพยาบาล

1. การจัดตารางพยาบาลต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งเงื่อนไขต่างๆขึ้นอยู่กับแต่ละโรงพยาบาลนั้นๆ

2. พยาบาลแต่ละคนต้องได้รับเวรการทำงานตามที่ตนต้องการมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

3. การจัดพยาบาลเข้าเวรในแต่ละช่วงเวลาการทำงานเพื่อการกระจายการทำงานโดยพยาบาลแต่ละคนต้องได้รับเวรการทำงานที่เท่าเทียมกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทำงานของพยาบาลจะประจำอยู่แผนกที่ตนรับผิดชอบ ดังนั้นในการจัดตารางการทำงานจึงจัดเฉพาะแผนกนั้น

5. พยาบาลแต่ละคนสามารถแลกเวรหรือวันหยุดกันได้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

6. การทำงานของพยาบาลทุกเวรจะต้องมีพยาบาลตามจำนวนที่กำหนดไม่อนุญาตให้เวรใดไม่มีพยาบาลทำงานเลยอย่างเด็ดขาด

7. อัตราการเข้าเวรของพยาบาลแต่ละช่วงเวลา แต่ละวันต้องมีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน

2.2.2 ปัญหาการจัดตารางพยาบาล

ปัญหาการจัดตารางพยาบาลคือ การสร้างตารางให้ครอบคลุมตามเงื่อนไขที่กำหนดให้มากที่สุดเพื่อให้ได้ตารางพยาบาลที่ดีที่สุดซึ่งมีเงื่อนไขที่จะต้องพิจารณา ดังนี้

1. ช่วงเวลาที่ต้องการจัดตาราง (Planning Period) โดยทั่วไปโรงพยาบาลจะจัดตารางพยาบาลครั้งละ 1 เดือน ดังนั้นช่วงเวลาที่ต้องการจัดตารางคือ 1 เดือน ซึ่งการจัดตารางพยาบาลต้องทำเป็นประจำทุกเดือนจึงทำให้ตารางเกิดความซ้ำซ้อน

2. กลุ่มความชำนาญ (Skill Category) คือ กลุ่มของพยาบาลซึ่งแยกตามความชำนาญหรือแยกตามภาระหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติงาน ดังนั้นในแต่ละโรงพยาบาลจึงต้องมีพยาบาลที่มีความเชี่ยวชาญและความชำนาญ พยาบาลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- พยาบาลวิชาชีพ (Professional Nurse) คือ ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีทางการพยาบาล และมีใบประกอบโรคศิลป์สาขาการพยาบาลและการผดุงครรภ์
- พยาบาลเทคนิค (Technical Nurse) คือ ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรการพยาบาลระดับต้น เป็นเวลา 2 ปี ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับงานด้านพยาบาลระดับง่าย และมีประสบการณ์น้อยกว่าพยาบาลวิชาชีพ

3. ประเภทเวรทำงาน (Shift Type) คือ ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงาน การจัดตารางพยาบาลโดยส่วนใหญ่ใน 1 วันจะแบ่งเวรการทำงานออกเป็น 3 เวร เวรละ 8 ชั่วโมงดังนี้ เวรเช้า 8.00 – 16.00 น. เวรบ่าย 16.00 – 24.00 น. และเวรดึก 24.00 – 8.00 น.

4. ขอบเขตของเงื่อนไข (Coverage Constraints) คือ การกำหนดจำนวนพยาบาลสำหรับทุกแผนกและทุกเวรทำงานเช่น ความต้องการจำนวนพยาบาลที่เข้าเวรในแต่ละวันซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละโรงพยาบาลกำหนด

5. เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเวลา (Time Related Constraints) คือ ช่วงเวลาที่พยาบาลแต่ละคนสามารถทำงานได้หรือเวรทำงานที่พยาบาลแต่ละคนต้องการและพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กฎในการทำงาน (Work Regulations) ในแต่ละโรงพยาบาลจะมีกฎในการทำงานแตกต่างกัน เช่น จำนวนวันหยุดของพยาบาล และจำนวนวันที่พยาบาลแต่ละคนต้องทำงานใน 1 เดือน เป็นต้น

7. เงื่อนไขหลัก (Hard Constraints) คือ เงื่อนไขที่ต้องทำตาม ห้ามฝ่าฝืนเช่น ใน 1 วันห้ามพยาบาลคนเดียวทำงานต่อเนื่องกันเกิน 2 เวร เป็นต้น

8. เงื่อนไขรอง (Soft Constraints) เป็นเงื่อนไขที่พิจารณาหลังจากเงื่อนไขหลัก สามารถฝ่าฝืนได้ แต่ต้องมีการฝ่าฝืนน้อยที่สุดเช่น พยาบาล 2 คนต้องการลาหยุดในวันเดียวกันแต่จำนวนพยาบาลในวันนั้นไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาสาเหตุการลาหยุดของพยาบาลทั้ง 2 คน โดยพยาบาลคนแรกที่ขอลาคลอดจะได้รับการพิจารณาให้หยุดก่อน พยาบาลคนที่ 2 ที่ขอลาพักร้อน

2.2.3 เงื่อนไขในการจัดตารางพยาบาลของแผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบัง

แผนกหอผู้ป่วยในหญิงของโรงพยาบาลลาดกระบังมีจำนวนพยาบาลทั้งหมด 21 คน ประกอบด้วยพยาบาลหัวหน้าแผนก 5 คน และพยาบาลวิชาชีพ 16 คน ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

1. เวลาการทำงานของพยาบาลใน 1 วันแบ่งออกเป็น 3 เวร เวรละ 8 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงช่วงเวลาการทำงานพยาบาล

เวรการทำงาน	ช่วงเวลาการทำงาน
เวรเช้า	8.00 – 16.00 น.
เวรบ่าย	16.00 – 24.00 น.
เวรดึก	24.00 – 8.00 น.

2. ความต้องการจำนวนพยาบาลแต่ละเวร ใน 1 วัน แบ่งออกเป็น

- วันทำงานราชการ

เวรเช้า อัตราส่วนหัวหน้าพยาบาลต่อพยาบาลวิชาชีพเป็น 2:5

เวรบ่าย ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพ 4 คน

เวรดึก ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพ 4 คน

- วันหยุดราชการ รวมทั้งวันหยุดเสาร์ – อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์

เวรเช้า ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพ 5 คน

เวรบ่าย ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพ 4 คน

เวรดึก ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพ 4 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใน 1 วันพยาบาลสามารถเข้าเวรต่อเนื่องกันได้แต่ห้ามเข้าเวรต่อเนื่องกันเกิน 2 เวร
4. พยาบาลเข้าเวรบ่ายแล้วห้ามเข้าต่อด้วยเวรดึก และพยาบาลเข้าเวรดึกแล้วห้ามเข้าต่อด้วยเวรเช้า
5. พยาบาลสามารถขอลาหยุดได้แต่ต้องยื่นคำร้องขอก่อน 3 วัน ภายในวันทำการเช่น พยาบาลต้องการลาหยุดวันจันทร์ พยาบาลจะต้องยื่นคำขอลาในวันพุธ เป็นต้น
6. ใน 1 ปี พยาบาลทุกคนจะมีวันหยุดพักผ่อน 10 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของพยาบาลแต่ละคนที่จะขอลาหยุดในวันใด
7. พยาบาลแต่ละคนจะต้องเข้าเวรครบตามกำหนดเช่น ใน 1 เดือนกำหนดให้หัวหน้าพยาบาลทำเวร 8 ครั้ง ดังนั้นใน 1 เดือนหัวหน้าพยาบาลจะต้องทำเวรครบทั้ง 8 ครั้ง
8. ตารางเวรการทำงานพยาบาลกำหนดออกวันที่ 25 ของทุกเดือน ก่อนใช้ทำงานในเดือนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีการทางเจเนติก

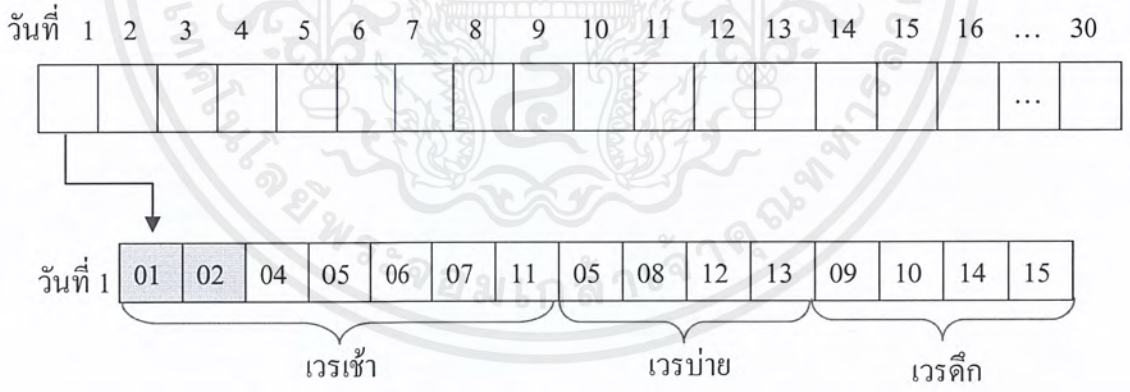
ในบทที่ 3 นี้จะนำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติก ฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเหมาะสมสำหรับตารางพยาบาลโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขของแผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบังพร้อมทั้งตัวอย่างในการคำนวณ และขั้นตอนวิธีเจเนติก

3.1 การประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติก

จากปัญหาการจัดตารางพยาบาลที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 จึงนำวิธีการทางเจเนติกมาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางพยาบาล ดังนี้

3.1.1 การสร้างโครโมโซม

โครโมโซมคือ สมาชิกตัวหนึ่งของประชากรที่เป็นคำตอบ ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบโครโมโซมสำหรับตารางพยาบาลแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างโครโมโซมและส่วนประกอบของโครโมโซม

จากรูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างโครโมโซมและส่วนประกอบของโครโมโซมซึ่ง 1 โครโมโซมแบ่งออกเป็น 30 ส่วน ประกอบด้วยจำนวนวันในเดือนที่จัดตาราง และช่วงเวลาในการทำงานของแต่ละวัน ซึ่ง 1 โครโมโซมประกอบด้วยยีนหลายยีน

ยีนที่เป็นส่วนประกอบของโครโมโซมในวันที่ 1 ประกอบด้วย รหัสพยาบาลที่ถูกสุ่มมาที่สามารถทำงานในวันนั้นได้และช่วงเวลาการทำงานในแต่ละวัน โดยใน 1 วันแผนกหอผู้ป่วยในหญิงของโรงพยาบาลลาดกระบังต้องการพยาบาลเข้าเวรทั้งหมด 15 คน ดังนั้นยีนในวันที่ 1 ประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 ช่อง ซึ่งเป็นรหัสพยาบาลที่เข้าเวรเช้า 7 ช่อง (หัวหน้า 2 คนและ พยาบาลวิชาชีพ 5 คน) เวรบ่าย 4 ช่อง (พยาบาลวิชาชีพ 4คน) และเวรดึก 4 ช่อง (พยาบาลวิชาชีพ 4คน)

ดังนั้นในโครโมโซม 1 โครโมโซมจะประกอบด้วยยีนเหมือนกับวันที่ 1 ทั้งหมด 30 รูป ในเดือนที่มีจำนวนวัน 30 วัน แต่ถ้าในเดือนนั้นมีจำนวนวันทั้งหมด 31 วัน 1 โครโมโซมจะประกอบยีนจำนวน 31 รูป ดังนั้นใน 1 โครโมโซมจะมีค่าที่เป็นไปได้ในแต่ละยีนเท่ากับ ค่าที่เป็นไปได้ในแต่ละยีนคูณด้วยจำนวนวันทั้งหมดในเดือนนั้น จากรูปที่ 3.1 จะมีค่าที่เป็นไปได้ในยีนทั้งหมดเท่ากับ 15 * 30 = 450 ค่า

3.1.2 ฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับแผนกหอผู้ป่วยในหญิงของโรงพยาบาลลาดกระบัง

ฟังก์ชันความเหมาะสม คือฟังก์ชันที่ใช้คำนวณหาค่าความเหมาะสมของตารางพยาบาล ฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับตารางพยาบาลแผนกหอผู้ป่วยในหญิงของโรงพยาบาลลาดกระบัง คำนวณได้ดังนี้

$$f = \sum_{i=1}^{G}\left[\sum_{j=1}^{n_i}\gamma_j\right] \tag{3.1}$$

$$\gamma_j \begin{cases} 0 & ; t_j \in [W_i - B\ ,\ W_i + B] \\ |W_i - t_j| & ; t_j \notin [W_i - B\ ,\ W_i + B] \end{cases} \tag{3.2}$$

กำหนดให้ :

γ_j เป็นค่าผลต่างจากค่าการทำงานในอุดมคติ

W_i เป็นค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาล

t_j เป็นค่าการทำงานจริงของพยาบาลแต่ละคน

G เป็นกลุ่มพยาบาลแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หัวหน้าพยาบาลและพยาบาลวิชาชีพ

n_i เป็นจำนวนพยาบาลทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม

$\pm B$ เป็นช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้

โดยฟังก์ชันความเหมาะสมจะใช้วัดความคลาดเคลื่อนของแต่ละตารางว่ามีค่าการทำงานคลาดเคลื่อนไปจากค่าการทำงานในอุดมคติมากน้อยเพียงใด จึงกล่าวได้ว่าตารางที่มีค่าความเหมาะสมน้อยๆจะเป็นตารางที่ดีและเป็นตารางที่เป็นคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าการทำงาน

แผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบังมีพยาบาลทั้งหมด 21 คน ประกอบด้วยหัวหน้าพยาบาล 5 คน พยาบาลวิชาชีพ 16 คน ใน 1 วันจะมีความต้องการพยาบาลดังนี้ หัวหน้าพยาบาล 2 คน และพยาบาลวิชาชีพ 13 คน

1. ค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลคือ จำนวนครั้งที่หัวหน้าพยาบาลหรือพยาบาลวิชาชีพควรเข้าทำงานต่อเดือน

ค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลจะคำนวณแยกกันระหว่างหัวหน้าพยาบาลกับพยาบาลวิชาชีพ

1.1 ค่าการทำงานในอุดมคติของหัวหน้าพยาบาล คำนวณได้ดังนี้

$$W_1 = \frac{\text{จำนวนหัวหน้าพยาบาลที่ต้องการใน 1 วัน} \times (\text{จำนวนวันทั้งหมดใน 1 เดือน} - \text{วันหยุดราชการ})}{\text{จำนวนหัวพยาบาลทั้งหมด}} \quad (3.3)$$

1.2 ค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลวิชาชีพ คำนวณได้ดังนี้

$$W_2 = \frac{\text{จำนวนพยาบาลวิชาชีพที่ต้องการใน 1 วัน} \times \text{จำนวนวันทั้งหมดใน 1 เดือน}}{\text{จำนวนพยาบาลวิชาชีพทั้งหมด}} \quad (3.4)$$

โดยที่ W_1 เป็นค่าการทำงานในอุดมคติของหัวหน้าพยาบาล

W_2 เป็นค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลวิชาชีพ

คำนวณค่าการทำงานในอุดมคติในเดือนธันวาคมซึ่งมีจำนวนวันทั้งหมด 31 วัน วันหยุดเสาร์-อาทิตย์ทั้งหมด 8 วัน และวันหยุดนักขัตฤกษ์ 3 วัน แสดงได้ดังนี้

$$\text{ค่าการทำงานในอุดมคติของหัวหน้าพยาบาล} = \frac{2 \times (31 - 11)}{5} = 8 \text{ ครั้ง}$$

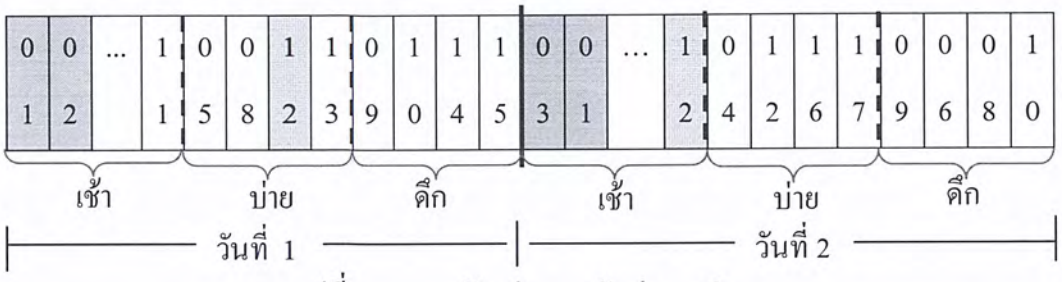
$$\text{ค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลวิชาชีพ} = \frac{13 \times 31}{17} = \frac{403}{17} = 23.71 \text{ ครั้ง}$$

ดังนั้นในเดือนธันวาคมหัวหน้าพยาบาลแต่ละคนควรเข้าเวรทั้งหมด 8 ครั้ง และพยาบาลวิชาชีพแต่ละคนต้องเข้าเวรทั้งหมด 23.71 ครั้ง

2. ค่าการทำงานจริงของพยาบาลแต่ละคนคือ ค่าที่ได้จากการนับจำนวนครั้งในการเข้าเวรของพยาบาล 1 ตาราง เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจจึงแสดงตัวอย่างการนับค่าการทำงานจริงของพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 12 ในเดือนธันวาคมจำนวน 2 วัน ดังนี้

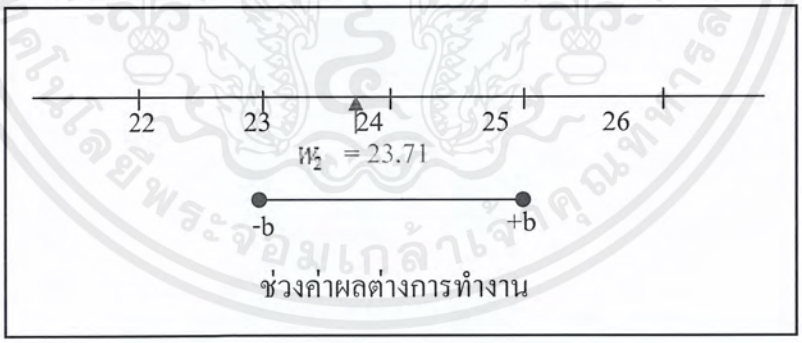


รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการนับค่าการทำงาน

จากรูปจะเห็นว่ามีพยาบาลวิชาชีพรหัส 12 อยู่ 2 ดังนั้นนับค่าการทำงานจริงของพยาบาลวิชาชีพรหัส 12 ได้ 2 ครั้ง

3. ช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ โดยกำหนดให้ช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ ± 1

ค่าการทำงานจะต้องเป็นจำนวนเต็มเสมอ แต่บางครั้งอาจคำนวณได้ค่าการทำงานที่เป็นเลขทศนิยม ดังนั้นจึงต้องปัดเศษเลขทศนิยมให้เป็นจำนวนเต็ม จากการคำนวณค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลวิชาชีพได้ค่าเท่ากับ 23.71 ซึ่งไม่สามารถนับค่าได้ จึงต้องทำการปัดเศษ 23.71 ให้เป็นเลขจำนวนเต็มจะได้ค่าเท่ากับ 24 เพื่อใช้หาช่วงผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับ

จากรูปที่ 3.3 ช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้คือ [23 , 25]

4. ค่าผลต่างจากค่าการทำงานในอุดมคติ คือ ค่าที่ใช้ในเปรียบเทียบระหว่างค่าการทำงานในอุดมคติกับค่าการทำงานจริง ถ้าค่าการทำงานจริงของพยาบาลแต่ละคนอยู่ในช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ ค่าผลต่างจากค่าการทำงานในอุดมคติจะมีค่าเท่ากับ 0 แต่ถ้าค่าการทำงานจริงของพยาบาลแต่ละคนไม่อยู่ในช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ ค่าผลต่างจากค่าการทำงานในอุดมคติจะมีค่าเท่ากับผลต่างนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าการทำงานในอุดมคติของพยาบาลวิชาชีพข้อ1.2 และช่วงผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ข้อ 3 คำนวณหาค่าผลต่างการทำงานโดยสมมุติค่าการทำงานจริงใน 1 เดือนของพยาบาลวิชาชีพรหัส 12 มีค่าเท่ากับ 25 จะได้ค่าผลต่างการทำงานเท่ากับ 0 เนื่องจาก 25 อยู่ในช่วงค่าผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้ แต่ถ้าค่าการทำงานจริงของพยาบาลวิชาชีพรหัส 12 มีค่าเท่ากับ 28 ค่าผลต่างการทำงานจะมีค่าเท่ากับ 4 เนื่องจาก 28 ไม่อยู่ในช่วงผลต่างการทำงานที่ยอมรับได้

ใน 1 ตารางจะคำนวณค่าผลต่างการทำงานของพยาบาลแต่ละคน แล้วนำค่าผลต่างการทำงานที่ได้คำนวณในฟังก์ชันความเหมาะสม ซึ่งฟังก์ชันความเหมาะสมเกิดจากการรวมค่าผลต่างการทำงานของพยาบาลแต่ละคนใน 1 เดือน ตารางที่มีค่าผลต่างจากค่าการทำงานในอุดมคติน้อยจะทำให้ค่าความเหมาะสมมีค่าน้อย จึงสรุปได้ว่าตารางที่มีค่าความเหมาะสมยิ่งน้อย จะเป็นตารางที่เหมาะสมสำหรับนำมาเป็นคำตอบมากขึ้น

3.3 ขั้นตอนวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาล

มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. รับข้อมูลเข้าประกอบด้วย
   - จำนวนรอบของการทำงาน โดยกำหนดให้ไม่เกิน 10 รอบ
   - จำนวนโครโมโซมตั้งต้น โดยกำหนดให้ไม่เกิน 100 โครโมโซม
   - ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1
   - ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2
   - ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์
   - จำนวนวันลาของพยาบาลในเดือนนั้น
   - ค่าความเหมาะสมที่ต้องการ กำหนดให้ไม่เกิน 10 เช่น กำหนดค่าความเหมาะสมที่ต้องการเท่ากับ 2 เมื่อคำนวณแล้วค่าความเหมาะที่ได้มีค่าน้อยกว่าและเท่ากับ 2 จะถูกเลือกเป็นโครโมโซมในการสืบพันธุ์ในรอบการทำงานต่อไป

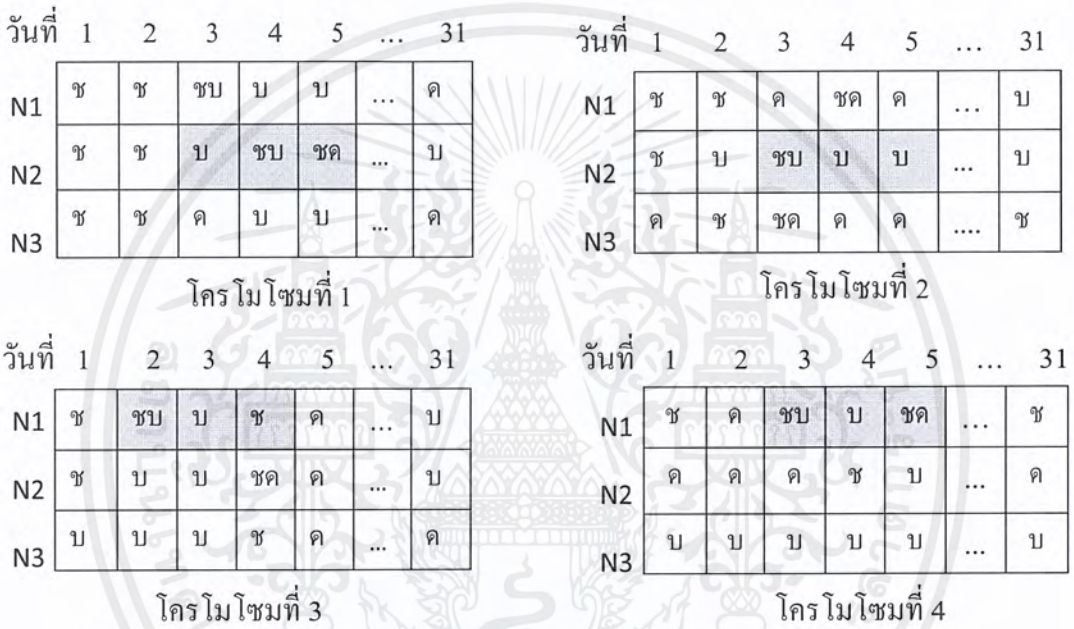
2. การหยุดการทำงานจะหยุดเมื่อครบจำนวนรอบการทำงานที่กำหนด

3. สร้างโครโมโซมตั้งต้นแบบสุ่ม ซึ่งโครโมโซมตั้งต้นที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับที่กำหนดไว้ เช่น กำหนดโครโมโซมตั้งต้นเท่ากับ 5 จะได้โครโมโซมตั้งต้นทั้งหมด 5 โครโมโซมซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนการรีโพรดักชันจะนำโครโมโซมตั้งต้นทั้งหมดที่สุ่มมาจากขั้นตอนที่ 3 ทำในขั้นตอนต่อไป

5. ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม นำโครโมโซมตั้งต้นทั้งหมดมาทำแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน โดยจำนวนโครโมโซมที่จะนำมาแลกเปลี่ยนข้อมูลกันจะเป็นไปตามเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 ที่ได้กำหนด และจำนวนของยีนที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลกันจะเป็นไปตามเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2

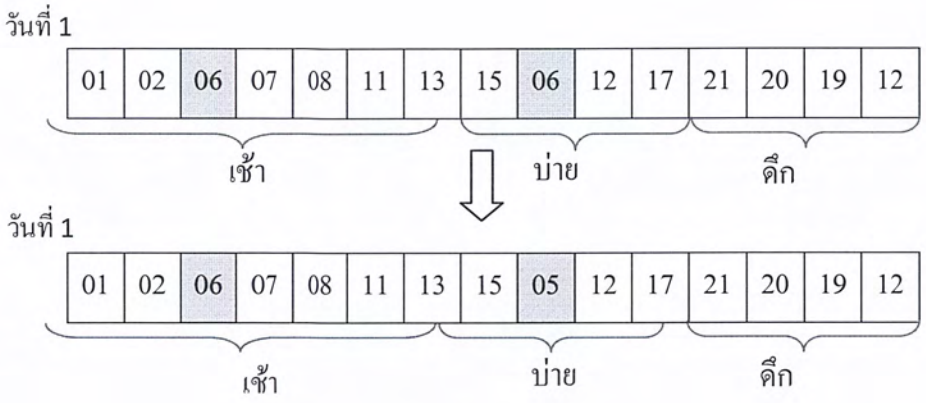


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนพันธุกรรม

จากรูปถ้ามีจำนวนโครโมโซมตั้งต้น 10 โครโมโซม กำหนดค่าความน่าจะเป็นในแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 เท่ากับ 40% จะได้โครโมโซมที่จะนำมาแลกเปลี่ยนพันธุกรรม 4 โครโมโซม จากทั้งหมด 10โครโมโซม หลังจากนั้นจะสลับสับเปลี่ยนยีนในโครโมโซมตามเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 ในที่นี้กำหนดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายถึงจะสลับเปลี่ยนยีนระหว่างโครโมโซม 3 ยีน จากทั้งหมด 31 ยีน

6. ขั้นตอนการกลายพันธุ์ จะนำโครโมโซมทั้งหมดทั้งรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูกจากขั้นตอนการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมมาเปลี่ยนยีนบางตำแหน่งตามเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ โดยดูการทำงานของโครโมโซมทั้งหมดทุกตัว ถ้ายีนใดมีพยาบาลทำงานหนักเกินไป ก็จะนำพยาบาลที่ไม่มีการทำงานในวันนั้นหรือทำงานน้อยเข้ามาใส่แทนที่พยาบาลที่ทำงานหนักในยีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกลายพันธุ์

จากรูปพยาบาลรหัส 06 เข้าเวรซ้ำในวันเดียวกันคือเวรเช้ากับเวรบ่าย เพื่อไม่ให้พยาบาลรหัส 06 ทำงานหนักจนเกินไปจึงแทนที่ด้วยพยาบาลรหัส 05

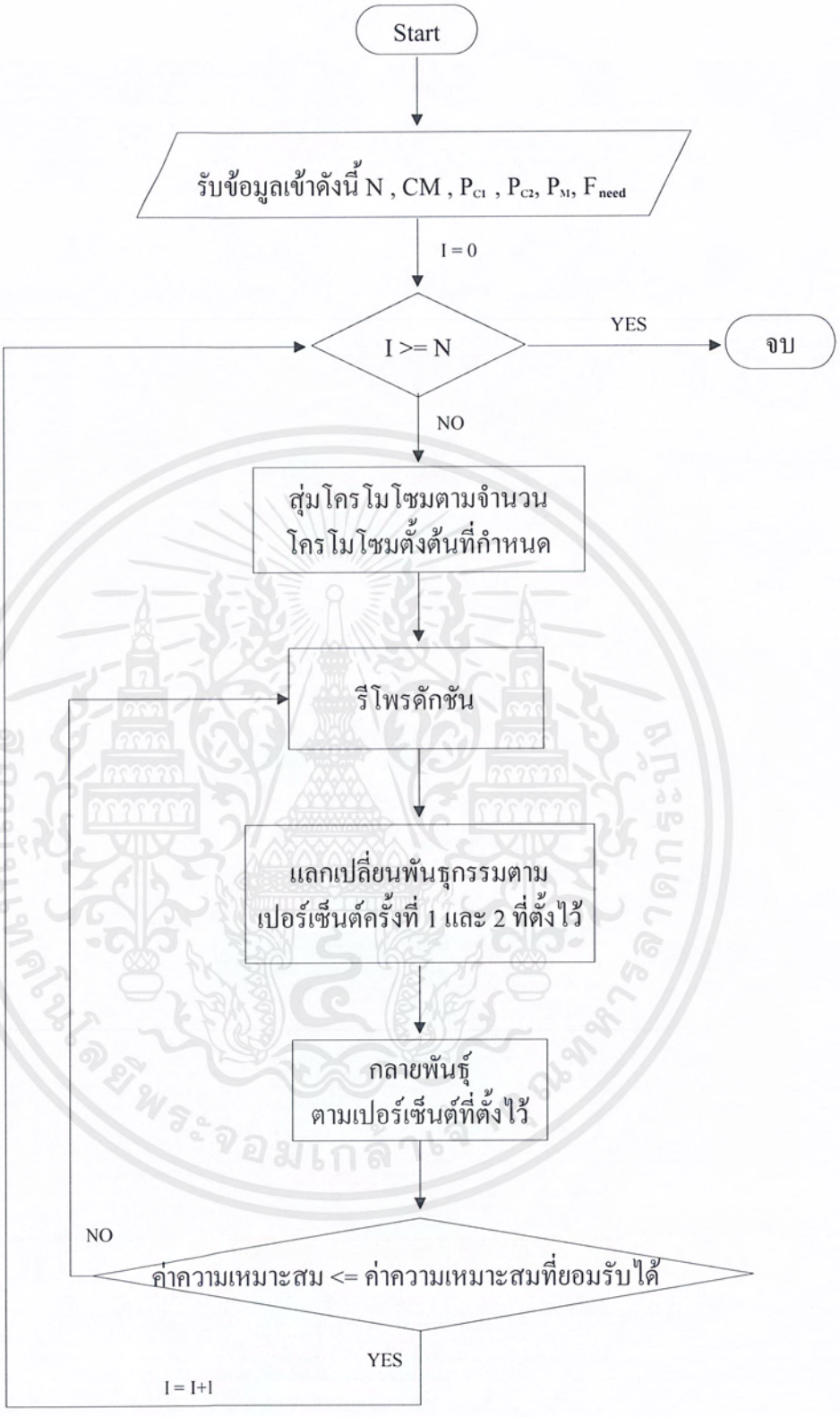
7. จากนั้นนำโครโมโซมมาคำนวณหาค่าความเหมาะสมถ้าค่าความเหมาะสมที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความเหมาะสมที่ยอมรับได้ โครโมโซมนั้นจะถูกเลือกเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุดในรอบนั้น

8. ขั้นตอนวิธีการทางเจเนติกจะทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนครบจำนวนรอบที่กำหนดและจะเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดเป็นคำตอบ

กำหนดให้:

N	เป็นจำนวนรอบการทำงาน
CM	เป็นจำนวนโครโมโซมตั้งต้น
P_{C1}	เป็นความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1
P_{C2}	เป็นความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2
P_M	เป็นความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์
F_{need}	เป็นค่าความเหมาะสมที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีเจเนติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลอง การกำหนดค่าพารามิเตอร์ และผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีเจเนติก และการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ รวมถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์และค่าความเหมาะสม

4.1 วิธีการทดลอง

ในปัญหาพิเศษนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ

2. การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์และค่าความเหมาะสม ซึ่งแบ่งการทดลองส่วนนี้ออกเป็น 5 ส่วนย่อย ดังนี้

2.1 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการทำงานและค่าความเหมาะสม

2.2 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโครโมโซมตั้งต้นและค่าความเหมาะสม

2.3 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 และค่าความเหมาะสม

2.4 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 และค่าความเหมาะสม

2.5 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์และค่าความเหมาะสม

4.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์คือ ค่าของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการทำงานของขั้นตอนวิธีเจเนติก

1. การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางพยาบาลด้วยวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้

- จำนวนรอบของการทำงานเท่ากับ 3 รอบ
- จำนวนโครโมโซมตั้งต้นเท่ากับ 10 โครโมโซม
- ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 เท่ากับ 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

111923

- ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 เท่ากับ 10%
- ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์เท่ากับ 50%
- ค่าความเหมาะสมที่ยอมรับได้เท่ากับ 5

2. การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์และค่าความเหมาะสม แบ่งการทดลองออกเป็น

2.1 ทดลองเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน โดยกำหนดรอบการทำงานตั้งแต่ 1-10 รอบ และกำหนดค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ดังนี้

- จำนวนโครโมโซมตั้งต้นเท่ากับ 10 โครโมโซม
- ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 เท่ากับ 100%
- ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 เท่ากับ 20 %
- ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์เท่ากับ 50 %
- ค่าความเหมาะสมที่ยอมรับได้เท่ากับ 10

2.2 ทดลองเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น ซึ่งกำหนดให้โครโมโซมตั้งต้นมีค่าเท่ากับ 10, 20, …, 100

2.3 ทดลองเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10%, 20%, …., 100%

2.4 ทดลองเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10%, 30%, 50%, 80% และ 100%

2.5 ทดลองเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10%, 20%, …, 100%

โดยกำหนดจำนวนรอบการทำงานตั้งแต่ข้อ 2.2 – 2.5 มีจำนวนเท่ากับ 3 รอบ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นๆเหมือนข้อ 2.1

4.3 ผลการทดลอง

1. ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาลด้วยมือของเดือนธันวาคม จากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2 (1) ได้ค่าการทำงานของพยาบาลและค่าความเหมาะสมดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการทำงานของพยาบาลและค่าความเหมาะสม

รหัสพยาบาล	ค่าการทำงานของพยาบาลที่จัดด้วย	
	ขั้นตอนวิธีเจเนติก	มือ
01	8	8
02	8	8
03	8	8
04	8	8
05	8	8
06	23	25
07	24	25
08	26	25
09	24	25
10	26	25
11	26	25
12	26	25
13	26	25
14	25	25
15	26	25
16	26	25
17	26	25
18	24	25
19	25	25
20	26	25
21	24	25
ค่าความเหมาะสม	2	455

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ตารางพยาบาลที่จัดด้วยมือมีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 455 และตารางพยาบาลที่จัดด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติกมีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 2 ซึ่งมีค่าความเหมาะสมที่น้อยกว่า

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติกมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ

2. ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์กับค่าความเหมาะสม

เนื่องจากขั้นตอนวิธีเจเนติกเป็นกระบวนการแบบสุ่ม ซึ่งผลของค่าความเหมาะสมที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้งอาจได้ค่าไม่เท่าเดิมเสมอไป ถึงแม้จะใช้ค่าการทดลองเดิม ดังนั้นจึงทำการทดลองหาแต่ละความสัมพันธ์จำนวน 4 ครั้ง ดังนี้

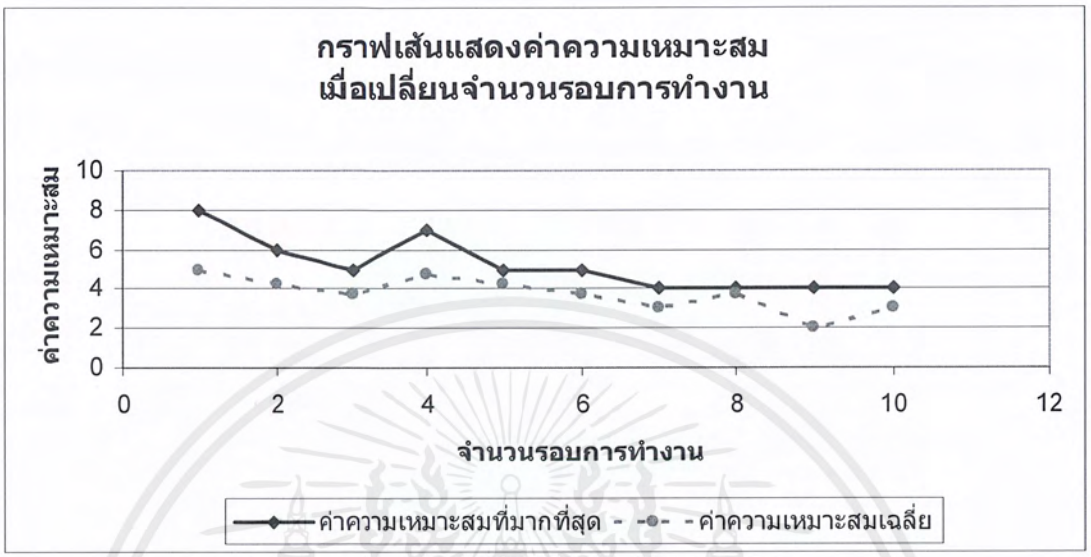
2.1 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการทำงานและค่าความเหมาะสม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 (2.1)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน

จำนวนรอบการทำงาน	**ค่าความเหมาะสม**					
	การทดลองครั้งที่				มากที่สุด	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
1	4	8	6	2	8	5
2	6	5	2	4	6	4.25
3	5	4	4	2	5	3.75
4	4	6	7	2	7	4.75
5	5	4	4	4	5	4.25
6	4	5	3	3	5	3.75
7	2	2	4	4	4	3
8	3	4	4	4	4	3.75
9	4	2	0	2	4	2
10	4	2	4	2	4	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงานจากรอบที่ 1 – 10 จากการทดลอง 4 ครั้ง สามารถแสดงผลความสัมพันธ์ของจำนวนรอบการทำงานและค่าความเหมาะสมแบบกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน

จากรูปที่ 4.1 แสดงเส้นค่าความเหมาะสมที่มากที่สุดและค่าความเหมาะสมเฉลี่ยจากการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง จะเห็นว่าเส้นกราฟมีการเพิ่มขึ้นและลดลงของค่าความเหมาะสม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการทำงานไม่มีผลต่อค่าความเหมาะสม

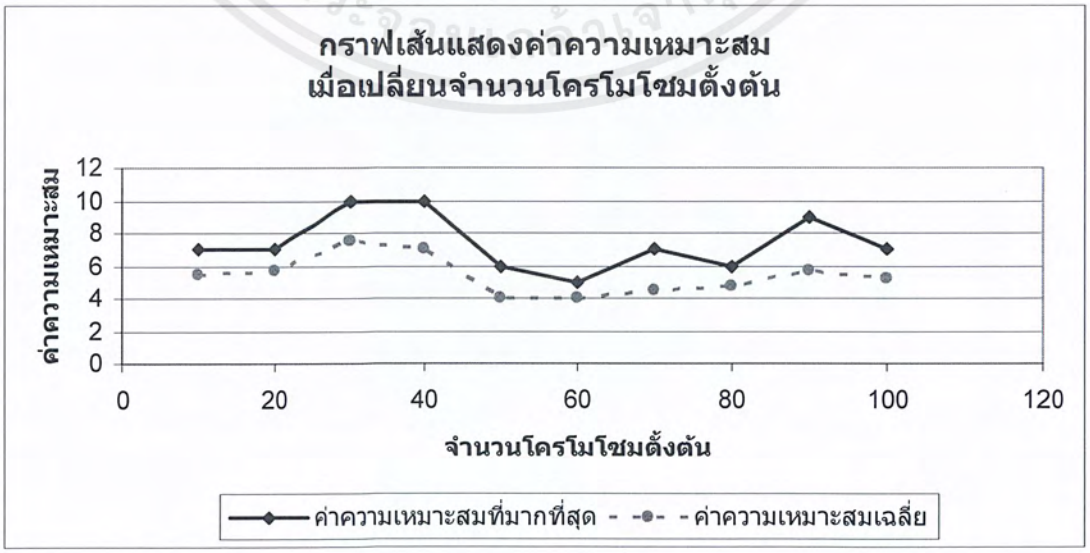
2.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโครโมโซมตั้งต้นและค่าความเหมาะสม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 (2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น

จำนวนโครโมโซมตั้งต้น	ค่าความเหมาะสม					
	การทดลองครั้งที่				มากที่สุด	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
10	4	7	5	6	7	5.5
20	7	7	6	3	7	5.75
30	5	7	8	10	10	7.5
40	7	5	10	6	10	7
50	2	4	4	6	6	4
60	5	4	5	2	5	4
70	3	7	2	6	7	4.5
80	3	5	6	5	6	4.75
90	5	4	5	9	9	5.75
100	4	5	5	7	7	5.25

จากตารางที่ 4.3 เมื่อเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้นจาก 10, 20, 30, ..., 100 สามารถแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโครโมโซมตั้งต้นและค่าความเหมาะสมแบบกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟที่ 4.2 สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโครโมโซมตั้งต้นและค่าความเหมาะสมได้ว่าจำนวนโครโมโซมตั้งต้นที่อยู่ในช่วงประมาณ 50-70 โครโมโซม จะมีโอกาสเข้าใกล้ค่าความเหมาะมากกว่า

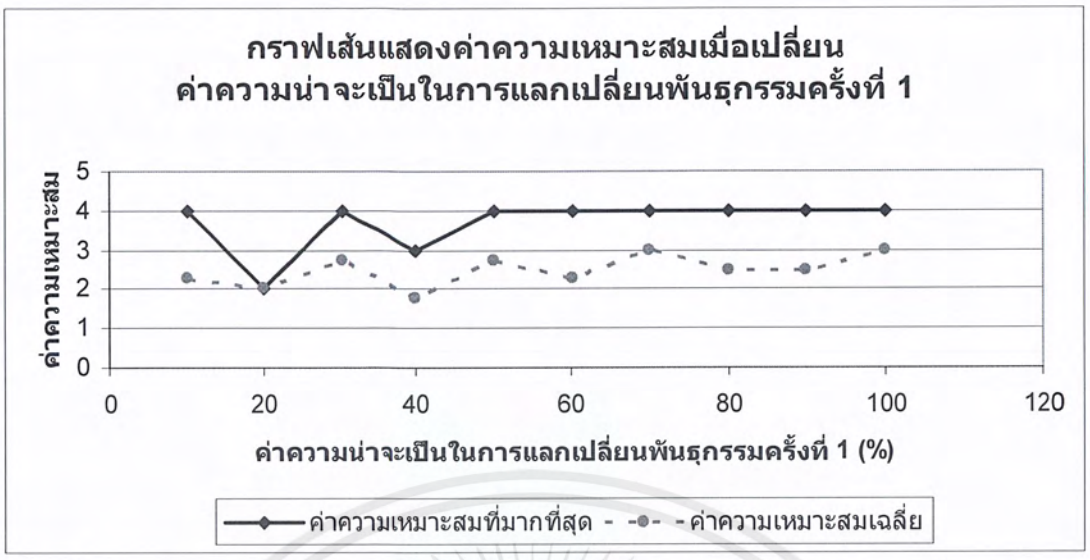
2.3 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 และค่าความเหมาะสม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 (2.3)

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1

ค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 (%)	**ค่าความเหมาะสม**					
	การทดลองครั้งที่				มากที่สุด	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
10	3	0	2	4	4	2.25
20	2	2	2	2	2	2
30	2	2	4	3	4	2.75
40	0	3	2	2	3	1.75
50	3	4	2	2	4	2.75
60	2	3	0	4	4	2.25
70	4	2	3	3	4	3
80	4	2	2	2	4	2.5
90	4	3	0	3	4	2.5
100	3	3	4	2	4	3

จากตารางที่ 4.4 สามารถแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 และค่าความเหมาะสมแบบกราฟได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า ถึงแม้จะเพิ่มค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 แต่ค่าความเหมาะสมก็ไม่ได้ดีขึ้นตาม สังเกตได้จากกราฟมีลักษณะขึ้นลง

ดังนั้นจึงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 และค่าความเหมาะสมได้ว่า ค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 ไม่มีผลต่อค่าความเหมาะสม

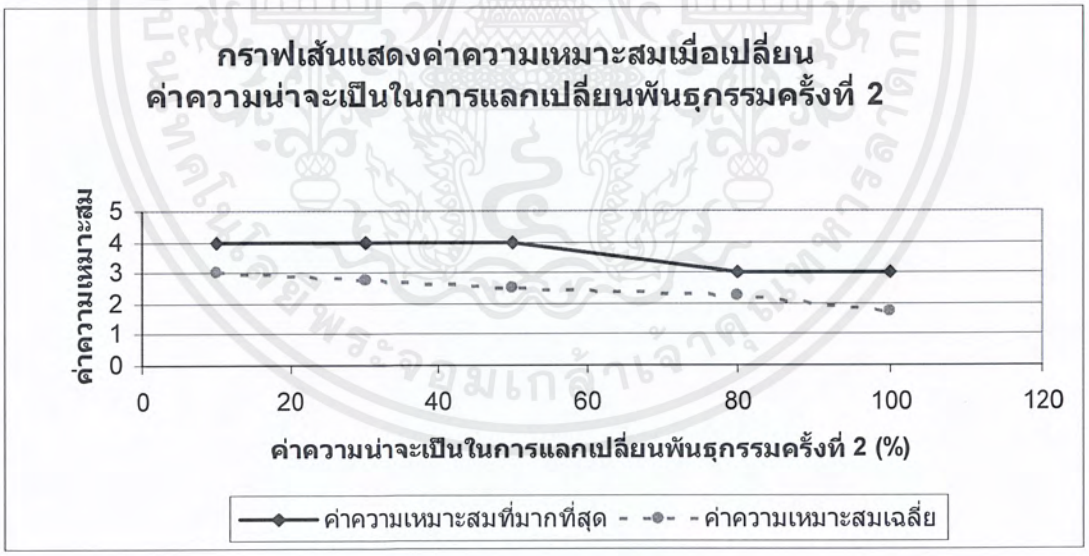
2.4 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 และค่าความเหมาะสม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 (2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2

ค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 (%)	ค่าความเหมาะสม					
	การทดลองครั้งที่				มากที่สุด	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
10	2	4	3	3	4	3
30	4	2	2	3	4	2.75
50	4	2	2	2	4	2.5
80	2	3	2	2	3	2.25
100	3	2	2	0	3	1.75

จากตารางที่ 4.5 สามารถแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 และค่าความเหมาะสมแบบกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2

จากรูปที่ 4.4 เมื่อเพิ่มค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟลู่เข้าหาค่าความเหมาะที่ดีที่สุด

สรุปได้ว่าการเพิ่มค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 แปรผันตรงกับค่าความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

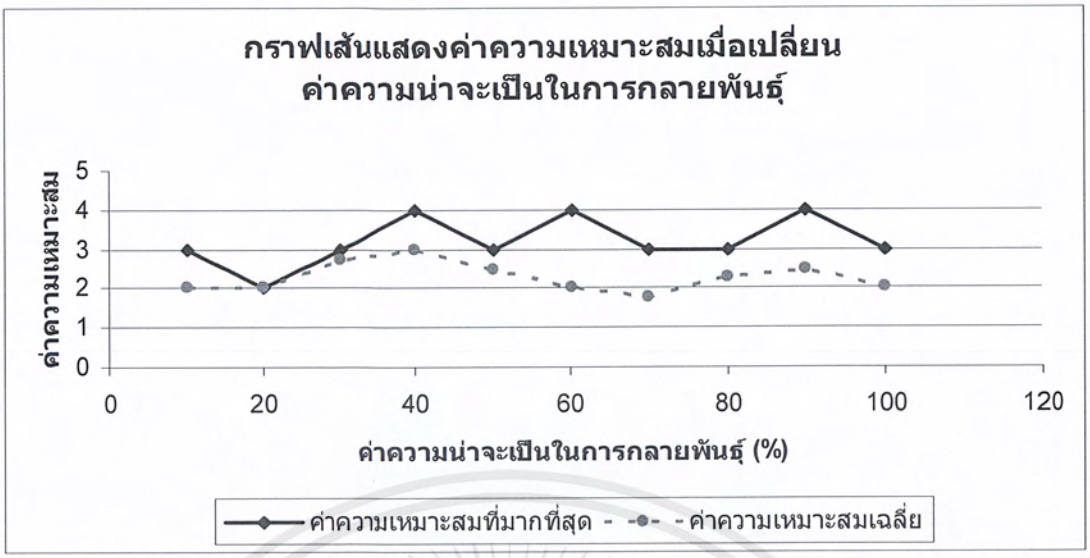
2.5 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์และค่าความเหมาะสม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.2 (2.5)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์

ค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์(%)	ค่าความเหมาะสม					
	การทดลองครั้งที่				มากที่สุด	เฉลี่ย
	1	2	3	4		
10	3	3	0	2	3	2
20	2	2	2	2	2	2
30	2	3	3	3	3	2.75
40	4	2	2	4	4	3
50	3	2	3	2	3	2.5
60	2	0	2	4	4	2
70	3	2	0	2	3	1.75
80	2	2	2	3	3	2.25
90	4	4	0	2	4	2.5
100	2	0	3	3	3	2

จากตารางที่ 4.6 สามารถแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ และค่าความเหมาะสมแบบกราฟได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าความเหมาะสมเมื่อเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์

จากรูปที่ 4.5 ถึงแม้ค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น แต่ก็ไม่ส่งผลให้ค่าความเหมาะสมดีขึ้นหรือแย่ลงอย่างมีนัยสำคัญ สังเกตได้จากกราฟมีลักษณะขึ้นลง

จากการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์และค่าความเหมาะสมสรุปได้ว่าค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ไม่มีผลต่อค่าความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ปัญหาพิเศษนี้ นำเสนอขั้นตอนการจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีการทางเจเนติก โดยนำตารางพยาบาลของแผนกหอผู้ป่วยในหญิงโรงพยาบาลลาดกระบังมาเป็นกรณีศึกษา โดยสร้างตัววัดความเหมาะสมสำหรับโรงพยาบาล ซึ่งปัญหาพิเศษนี้จะทำการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีเจเนติกกับการจัดตารางพยาบาลด้วยมือ และส่วนที่ 2 ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์กับค่าความเหมาะสม เมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆเช่น การเปลี่ยนจำนวนรอบการทำงาน การเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมตั้งต้น การเปลี่ยนความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 1 การเปลี่ยนความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 และการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์

จากการทดลองพบว่า ส่วนที่ 1 ตารางพยาบาลที่ได้จากขั้นตอนวิธีทางเจเนติก มีค่าความเหมาะสมที่ดีกว่าตารางพยาบาลที่จัดด้วยมือ และการทดลองส่วนที่ 2 พบว่า การเพิ่มค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 มีผลต่อค่าความเหมาะสมคือ เมื่อค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นทำให้เพิ่มการลู่เข้าหาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด กระบวนการทางเจเนติกจะเลือกตารางพยาบาลที่ให้ค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดเป็นคำตอบ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทำให้สรุปได้ว่า การจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีทางเจเนติกสามารถหาตารางที่เหมาะสมได้ดีกว่าการจัดตารางด้วยมือ และสามารถหาค่าของคำตอบได้เร็วขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การจัดตารางพยาบาลด้วยขั้นตอนวิธีทางเจเนติกนั้น มีวิธีในการคัดเลือกโครโมโซมตั้งต้นหลายรูปแบบ ในปัญหาพิเศษนี้ จะเลือกโครโมโซมทุกตัวจากโครโมโซมตั้งต้นทั้งหมด ซึ่งในอนาคตอาจพัฒนาไปใช้วิธีการคัดเลือกโครโมโซมตั้งต้นในรูปแบบอื่น เพื่อคัดเลือกโครโมโซมที่มีความเหมาะสมเป็นโครโมโซมต้นแบบในการสืบพันธุ์รุ่นต่อไป เช่น วิธีวงล้อรูเลต วิธีค้นหาแบบทาบู เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ชิดชนก โชคสุชาติ และ นฤมลวรรณ สุขไมตรี. **ระบบจัดตารางเวลาการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาลด้วยวิธีทางพันธุกรรม กรณีศึกษา แผนกอายุรกรรมโรงพยาบาลลพบุรี จังหวัดลพบุรี.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, พ.ศ. 2546.

[2] ศศิธร อิสโร. **ขั้นตอนวิธีการปรับใช้ผลลัพธ์ด้วยการโปรแกรมเชิงพันธุกรรมสำหรับการจัดตารางแบบใช้กรณีคล้ายคลึง.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ. 2552.

[3] สร้อยสุดา เลาะหมุด และ ธราธร กูลภัทรนิรันดร์. **การประยุกต์ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการบริหารจัดการการขนส่ง.** สาขาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครกรุงเทพมหานคร.

[4] มะยุรีย์ จันทะปัน. **การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดตารางสอน โดยใช้ทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึม กรณีศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก.** สาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครกรุงเทพมหานคร

[5] นายวีระพงษ์ ลิ้มกมลทิพย์. **การใช้เจเนติกอัลกอริทึม เพื่อการออกแบบและการหาค่าที่เหมาะสมของคานสะพานคอนกรีตอัดแรง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, พ.ศ. 2548.

[6] Sumitra Khajonngoen. Nurse Schedule Problem. **A Review of Nurse Scheduling Problem with Genetic Algorithm**. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้