

การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากัน  
ด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน



นางสาววราภรณ์ จิระเกษมสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0336-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I30345681

21 ก.ย. 2548

APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN PLANT LAYOUT DESIGN  
FOR UNEQUAL-SIZE DEPARTMENTAL AREA WITH  
SPECIFIED DEPARTMENTAL CONFIGURATION

Miss Waraporn Jirakasemsuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering


Chulalongkorn University

Academic Year 2001

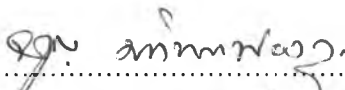
ISBN 974-03-0336-6

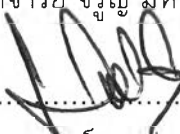
หัวข้อวิทยานิพนธ์                      การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนก  
มีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน  
โดย    นางสาววราภรณ์ จิระเกษมสุข  
สาขาวิชา                                      วิศวกรรมอุตสาหการ  
อาจารย์ที่ปรึกษา                            ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม                      อาจารย์ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์

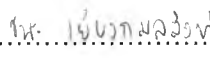
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย    อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


.....  ..... คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

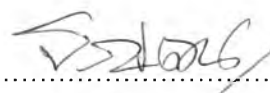
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ จุฑามณี มัทธราพงษ์กุล)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....  ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์)

.....  ..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

.....  ..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์จิระพัฒน์ เกาประเสริฐวงศ์)

วรารภรณ์ จิระเกษมสุข : การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่  
 แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน.  
 (APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN PLANT LAYOUT DESIGN FOR  
 UNEQUAL-SIZE DEPARTMENTAL AREA WITH SPECIFIED DEPARTMENTAL  
 CONFIGURATION) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ปารเมศ ชูติมา, อ.ที่ปรึกษาร่วม :  
 อาจารย์ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์, 225 หน้า. ISBN 974-03-0336-6.

ปัญหาการออกแบบผังโรงงานเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบการผลิต โดยในการ  
 ออกแบบจะมีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณา รวมถึงข้อจำกัดต่างๆซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุ  
 ประสงค์และความต้องการของผู้ออกแบบผังโรงงาน โดยข้อจำกัดส่วนใหญ่เป็นเรื่องของรูปร่าง  
 ขนาดพื้นที่เป็นต้น ทั้งนี้เพราะต้องคำนึงถึงลักษณะรูปร่างของเครื่องจักรที่จะทำการติดตั้ง หรือ  
 ความต้องการพื้นที่ใช้สอยต่างๆในการปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ออกแบบผังโรงงานต้องพิจารณาข้อ  
 กำหนดบางอย่างเช่น แผนกบางแผนกที่ต้องการขนาดพื้นที่และรูปร่างที่แน่นอน ดังนั้นงานวิจัย  
 ฉบับนี้จึงเสนอวิธีการประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms: GAs) ในการหาค่า  
 ตอบของปัญหาการออกแบบผังโรงงานที่แต่ละแผนกมีความต้องการขนาดพื้นที่ไม่เท่ากัน และ  
 สามารถกำหนดขนาดพื้นที่ รูปร่างของแผนกเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และทิศทางการวางได้หนึ่ง  
 แผนก ในการออกแบบผังจะพิจารณาทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative) และข้อมูลเชิงคุณ  
 ภาพ (Qualitative) ซึ่งเป็นลักษณะการแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ และแก้ปัญหาโดยใช้วิธี  
 การรวมฟังก์ชันโดยการให้น้ำหนักกับแต่ละวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันความสำคัญของแต่ละ  
 วัตถุประสงค์

เนื่องจากเจเนติกอัลกอริทึมมีความเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์หลายตัว จึงต้องทำการ  
 ทดลองเพื่อทดสอบว่าพารามิเตอร์และระดับใดของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการหาค่าตอบของเจเน  
 เนติกอัลกอริทึม แล้วนำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่าพารามิเตอร์ที่  
 มีผลต่อการหาค่าตอบอย่างมีนัยสำคัญมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละรูปแบบปัญหา และพบว่า  
 เจเนติกอัลกอริทึมสามารถช่วยในการจัดผังโรงงานที่มีข้อจำกัดต่างๆกับขนาดปัญหาจำนวน 6  
 ถึง 20 แผนกได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในระยะเวลาที่กำหนด

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
 ปีการศึกษา.....2544.....

ลายมือชื่อนิสิต.....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4270525021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD : GENETIC ALGORITHMS / PLANT LAYOUT

WARAPORN JIRAKASEMSUK: APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN PLANT LAYOUT DESIGN FOR UNEQUAL-SIZE DEPARTMENTAL AREA WITH SPECIFIED DEPARTMENTAL CONFIGURATION. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D. THESIS COADVISOR : CHANA YIANGKAMOLSING, M.Eng. 225 pp. ISBN 974-03-0336-6.

One of the most crucial problems in production system design is plant layout design, which several factors must be considered. Some constraints depending on purposes and needs of plant layout designer are shape and area of departments. Moreover, shape of machines or area requirements caused plant layout designer to consider more restrictions because some departments must be fixed area and shape. Therefore, this research presents how to apply genetic algorithms (GAs) in plant layout design with each department requires different size (unequal area) but one department can be fixed area, fixed shape to rectangular and fixed direction. The plant layout design must be considered with both qualitative and quantitative, that is a multi-objective facility layout problem which will be solve by weight sum approach.

Accordingly, genetic algorithms relate to several parameters, so experimental design is set up to test parameter and level that significantly affect to genetic algorithms solution. The appropriate parameters obtained from the experiment will be used to solve the problems, As the result, significant parameters are difference depending on problems. So that genetic algorithms is an efficient method that can search for a good solution for plant layout design problems of 6 to 20 departments in limited time frame.

Department.....	Industrial Engineering.....	Student's signature .....	<i>Waraporn</i>
Field of study.....	Industrial Engineering.....	Advisor's signature .....	<i>Parames</i>
Academic year .....	2001.....	Co-advisor's signature .....	<i>Chana</i>

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผศ. ดร. ปารเมศ ชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆในงานวิจัยมาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณ คุณณพงค์ ดันตนาตระกูล คุณณัฐวุฒิ กุดัน คุณสุรชัย ตั้งใจพัฒนา คุณดวงพร อินทรชาคร และเพื่อนๆทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยนี้ด้วยดีเสมอมา และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้ความห่วงใยและกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดจนพี่ๆ น้องๆทุกคนที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ด

### บทที่ 1 : บทนำ

1.1 บทนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.5 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัย.....	6
1.6 สรุปเนื้อหา.....	6

### บทที่ 2 : งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงาน.....	8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาอื่นๆ.....	11
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการต่างๆของ เงินเนติกอัลกอริทึม.....	12
2.4 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13

### บทที่ 3 : เงินเนติกอัลกอริทึมและการแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์

3.1 เงินเนติกอัลกอริทึม.....	15
3.1.1 พันธศาสตร์กับเงินเนติกอัลกอริทึม.....	16
3.1.2 ความหมายของเงินเนติกอัลกอริทึม.....	17
3.2 เงินเนติกอัลกอริทึมอย่างง่าย.....	18
3.2.1 การเข้ารหัสและสร้างประชากรเริ่มต้นอย่างสุ่ม.....	19
3.2.2 ประชากรรุ่นเก่า.....	19

## สารบัญ (ต่อ)

3.2.3	การดำเนินการของ SGA	19
3.2.4	ประชากรรุ่นใหม่	22
3.3	ตัวอย่างการใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบของฟังก์ชัน	22
3.4	เงินเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์	25
3.5	สรุปท้ายบท	27
<b>บทที่ 4 : รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงาน</b>		
4.1	การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ	30
4.1.1	ค่าใช้จ่าย	30
4.1.2	การแก้ปัญหาผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ	31
4.2	การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ	31
4.2.1	ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก	32
4.2.2	ค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก	32
4.3	สรุปท้ายบท	34
<b>บทที่ 5 : การออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากัน</b>		
<b>ด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน</b>		
5.1	หลักการของ MCRAFT	36
5.1.1	รูปแบบการเรียงพื้นที่	37
5.2	วิธีการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัย	38
5.3	สรุปท้ายบท	44
<b>บทที่ 6 : การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน</b>		
6.1	ลักษณะของปัญหาการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน	45
6.2	โครงสร้างของเงินเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน	48
6.2.1	โครงสร้างหลัก	48
6.2.2	ขั้นตอนการทำงานของเงินเนติกอัลกอริทึม	49



## สารบัญ (ต่อ)

6.3	วิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม .....	52
6.3.1	การใส่รหัสคำตอบ (Representation) .....	52
6.3.2	การสร้างกลุ่มประชากรเบื้องต้น (Initial Population Creating) .....	52
6.3.3	การรีโปรดักชัน (Reproduction) .....	53
6.3.4	การครอสโอเวอร์ (Crossover) .....	58
6.3.5	การมิวเตชัน (Mutation) .....	64
6.3.6	การอีลิทิส (Elitist) .....	66
6.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ GAs กับการออกแบบผังโรงงาน ที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่าง ลักษณะแผนกที่แน่นอน .....	67
6.5	โปรแกรมการประยุกต์ใช้ GAs กับการออกแบบผังโรงงาน ที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่าง ลักษณะแผนกที่แน่นอน .....	76
6.5.1	หน้าที่ของโปรแกรม .....	76
6.5.2	ข้อสมมติฐาน .....	77
6.5.3	ข้อจำกัดและข้อควรพิจารณา .....	77
6.5.4	ข้อมูลที่ป้อนให้กับโปรแกรม .....	78
6.5.5	ผลที่ได้จากโปรแกรม .....	81
6.6	สรุปท้ายบท .....	81
<b>บทที่ 7 : การทดสอบพารามิเตอร์ของวิธีการเจนเนติกอัลกอริทึม</b>		
7.1	การทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม .....	83
7.1.1	การระบุปัญหา .....	83
7.1.2	การเลือกตัวแปรตอบสนอง .....	84
7.1.3	การเลือกปัจจัยและระดับของปัจจัย .....	85
7.1.4	การพิจารณาผลกระทบร่วมกันระหว่างระดับปัจจัย .....	96
7.2	การออกแบบการทดลอง .....	97
7.2.1	การกำหนดจำนวนข้อมูลที่ต้องการจากการทดลอง แต่ละระดับปัจจัย .....	97
7.2.2	การกำหนดรูปแบบการทดลอง .....	97
7.3	การวิเคราะห์ผลการทดลอง .....	99

## สารบัญ (ต่อ)

7.3.1	ปัญหาที่1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	99
7.3.2	ปัญหาที่2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	104
7.3.3	ปัญหาที่3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	107
7.3.4	ปัญหาที่4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	111
7.3.5	ปัญหาที่5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	115
7.3.6	ปัญหาที่6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	120
7.3.7	ปัญหาที่7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	125
7.3.8	ปัญหาที่8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	128
7.3.9	ปัญหาที่9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	131
7.4	สรุปผลการทดลอง.....	134
7.5	สรุปท้ายบท.....	136

### บทที่ 8 : การเปรียบเทียบคำตอบ

8.1	ปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	137
8.1.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม.....	137
8.1.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม.....	139
8.1.3	การเปรียบเทียบคำตอบ.....	139
8.2	ปัญหาที่ 2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	139
8.2.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม.....	139
8.2.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม.....	141
8.2.3	การเปรียบเทียบคำตอบ.....	141
8.3	ปัญหาที่ 3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	142
8.3.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม.....	142
8.3.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม.....	143
8.3.3	การเปรียบเทียบคำตอบ.....	143
8.4	ปัญหาที่ 4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	144
8.4.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม.....	144
8.4.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม.....	145
8.4.3	การเปรียบเทียบคำตอบ.....	146
8.5	ปัญหาที่ 5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	146
8.5.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม.....	146

## สารบัญ (ต่อ)

8.5.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม	148
8.5.3	การเปรียบเทียบคำตอบ	148
8.6	ปัญหาที่ 6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W1=0.75$ $W2=0.25$	148
8.6.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม	148
8.6.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม	150
8.6.3	การเปรียบเทียบคำตอบ	151
8.7	ปัญหาที่ 7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W1=0.25$ $W2=0.75$	151
8.7.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม	151
8.7.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม	153
8.7.3	การเปรียบเทียบคำตอบ	153
8.8	ปัญหาที่ 8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W1=0.50$ $W2=0.50$	154
8.8.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม	154
8.8.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม	155
8.8.3	การเปรียบเทียบคำตอบ	155
8.9	ปัญหาที่ 9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W1=0.75$ $W2=0.25$	156
8.9.1	การหาคำตอบโดยวิธีเงินเนติกอัลกอริทึม	156
8.9.2	การหาคำตอบโดยวิธีการสุ่ม	158
8.9.3	การเปรียบเทียบคำตอบ	158
8.10	สรุปผลการเปรียบเทียบคำตอบ	158
8.11	สรุปท้ายบท	159
<b>บทที่ 9 : บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>		
9.1	สรุปงานวิจัย	161
9.1.1	การประยุกต์ใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน	161
9.1.2	การทดสอบพารามิเตอร์ GAs	163
9.1.3	ผลการใช้เงินเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหา	163
9.2	ข้อเสนอแนะ	164
รายการอ้างอิง		166

## สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก .....	169
ภาคผนวก ก Quadratic Assignment Problems .....	170
ภาคผนวก ข ปัญหา NP-hard .....	173
ภาคผนวก ค รูปแบบปัญหาที่ใช้ศึกษาในงานวิจัย	
ค.1 ปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	175
ค.2 ปัญหาที่ 2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	175
ค.3 ปัญหาที่ 3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนดให้ $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	175
ค.4 ปัญหาที่ 4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	177
ค.5 ปัญหาที่ 5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	177
ค.6 ปัญหาที่ 6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนดให้ $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	177
ค.7 ปัญหาที่ 7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	179
ค.8 ปัญหาที่ 8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	179
ค.9 ปัญหาที่ 9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนดให้ $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	179
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาต่างๆ	
ง.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 1 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	182
ง.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 2 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.50$ $W2=0.50$ .....	185
ง.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 3 ผังโรงงานจำนวน 6 แผนก กำหนด $W1=0.75$ $W2=0.25$ .....	187
ง.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 4 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W1=0.25$ $W2=0.75$ .....	189

## สารบัญ (ต่อ)

ง.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 5 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W_1=0.50$ $W_2=0.50$ .....	191
ง.6 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 6 ผังโรงงานจำนวน 10 แผนก กำหนด $W_1=0.75$ $W_2=0.25$ .....	194
ง.7 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 7 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W_1=0.25$ $W_2=0.75$ .....	197
ง.8 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 8 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W_1=0.50$ $W_2=0.50$ .....	198
ง.9 การวิเคราะห์ผลการทดลองของปัญหาที่ 9 ผังโรงงานจำนวน 20 แผนก กำหนด $W_1=0.75$ $W_2=0.25$ .....	201
ภาคผนวก จ คำตอบผังโรงงานของปัญหาในงานวิจัย	
จ.1 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 1.....	203
จ.2 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 2.....	204
จ.3 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 3.....	204
จ.4 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 4.....	204
จ.5 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 5.....	205
จ.6 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 6.....	206
จ.7 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 7.....	206
จ.8 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 8.....	207
จ.9 คำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 9.....	208
ภาคผนวก ฉ กรณีศึกษาการปรับปรุงผังโรงพยาบาลสัตว์	
ฉ.1 แผนผังโรงพยาบาลสัตว์ในปัจจุบัน.....	210
ฉ.2 การออกแบบแผนผังโรงพยาบาลสัตว์ด้วยวิธีเจเนติกอัลกอริทึม ที่เสนอในงานวิจัย.....	214
ฉ.3 การเปรียบเทียบคำตอบ.....	216
ภาคผนวก ช โปรแกรมและวิธีการใช้.....	217
ประวัติผู้ทำการวิจัย.....	225

## สารบัญรูปร่างภาพ

รูปที่ 3.1	การเปรียบเทียบลักษณะระหว่างเจนเนติกอัลกอริทึมกับลักษณะทางพันธุศาสตร์.....	16
รูปที่ 3.2	ขั้นตอนของ GAs อย่างง่าย.....	18
รูปที่ 3.3	การรีโพรดักชันอย่างง่ายด้วยวิธีการใช้วงล้อรูเล็ต.....	20
รูปที่ 3.4	การครอสโอเวอร์อย่างง่ายเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสตริงและการแลกเปลี่ยนข่าวสารโดยเลือกตำแหน่งไขว้แบบสุ่ม.....	21
รูปที่ 3.5	ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $f(x) = x^2$ .....	23
รูปที่ 4.1	แสดงการคำนวณระยะทางแบบต่างๆ.....	31
รูปที่ 4.2	ความใกล้ชิดระหว่างสถานี.....	32
รูปที่ 4.3	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กับการให้ระดับคะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและเชิงเส้น.....	34
รูปที่ 5.1	การเรียงพื้นที่แบบต่างๆ.....	38
รูปที่ 5.2	แผนผังแสดงขั้นตอนในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากันด้วยการกำหนดรูปร่างลักษณะแผนกที่แน่นอน.....	41
รูปที่ 5.3	ลักษณะผังโรงงานที่ได้จากการออกแบบโดยเรียงพื้นที่ไปตามแนวแกน Y.....	43
รูปที่ 6.1	แผนผังแสดงโครงสร้างและวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม.....	51
รูปที่ 6.2	แผนผังแสดงวิธีและจำนวนครั้งในการสร้างสตริง Band Width.....	64
รูปที่ 6.3	แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนกของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	68
รูปที่ 7.1	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่1 จำนวน 6 แผนก $W1=0.25$ $W2=0.75$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	86
รูปที่ 7.2	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่1 จำนวน 6 แผนก $W1=0.25$ $W2=0.75$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	87
รูปที่ 7.3	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่2 จำนวน 6 แผนก $W1=0.50$ $W2=0.50$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	87
รูปที่ 7.4	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่2 จำนวน 6 แผนก $W1=0.50$ $W2=0.50$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	87
รูปที่ 7.5	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่3 จำนวน 6 แผนก $W1=0.75$ $W2=0.25$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	88
รูปที่ 7.6	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่3 จำนวน 6 แผนก $W1=0.75$ $W2=0.25$ โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	88

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 7.7	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่4 จำนวน 10 แผนก W1=0.25 W2=0.75 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	89
รูปที่ 7.8	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่4 จำนวน 10 แผนก W1=0.25 W2=0.75 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	89
รูปที่ 7.9	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่5 จำนวน 10 แผนก W1=0.50 W2=0.50 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	90
รูปที่ 7.10	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่5 จำนวน 10 แผนก W1=0.50 W2=0.50 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	90
รูปที่ 7.11	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่6 จำนวน 10 แผนก W1=0.75 W2=0.25 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	90
รูปที่ 7.12	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่6 จำนวน 10 แผนก W1=0.75 W2=0.25 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	91
รูปที่ 7.13	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่7 จำนวน 20 แผนก W1=0.25 W2=0.75 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	92
รูปที่ 7.14	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่7 จำนวน 20 แผนก W1=0.25 W2=0.75 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	92
รูปที่ 7.15	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่8 จำนวน 20 แผนก W1=0.50 W2=0.50 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	92
รูปที่ 7.16	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่8 จำนวน 20 แผนก W1=0.50 W2=0.50 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	93
รูปที่ 7.17	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่9 จำนวน 20 แผนก W1=0.75 W2=0.25 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	93
รูปที่ 7.18	ผลการทำ Pilot Run สำหรับปัญหาที่9 จำนวน 20 แผนก W1=0.75 W2=0.25 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	93
รูปที่ 8.1	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 1 โดยมีค่าวัตถุประสงค์ เป็นค่า Cost.....	138
รูปที่ 8.2	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 1 โดยมีค่าวัตถุประสงค์ เป็นค่า TCR.....	138
รูปที่ 8.3	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 2 โดยมีค่าวัตถุประสงค์ เป็นค่า Cost.....	140

## สารบัญญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 8.4	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 2 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	140
รูปที่ 8.5	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 3 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	142
รูปที่ 8.6	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 3 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	143
รูปที่ 8.7	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 4 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	145
รูปที่ 8.8	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 4 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	145
รูปที่ 8.9	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 5 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	147
รูปที่ 8.10	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 5 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	147
รูปที่ 8.11	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 6 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	149
รูปที่ 8.12	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 6 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	150
รูปที่ 8.13	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 7 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	152
รูปที่ 8.14	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 7 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	152
รูปที่ 8.15	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 8 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	154
รูปที่ 8.16	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 8 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	155
รูปที่ 8.17	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 9 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า Cost.....	157
รูปที่ 8.18	ผลคำตอบจากวิธี GAs สำหรับปัญหาที่ 9 โดยมีค่าวัตถุประสงค์เป็นค่า TCR.....	157



## สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ จ.1	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 1.....	203
รูปที่ จ.2	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 4.....	205
รูปที่ จ.3	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 6.....	206
รูปที่ จ.4	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 7.....	207
รูปที่ จ.5	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 8.....	208
รูปที่ จ.6	รูปคำตอบผังโรงงานของปัญหาที่ 9.....	209
รูปที่ ฉ.1	แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่างๆในโรงพยาบาลสัตว์.....	213
รูปที่ ฉ.2	รูปคำตอบผังโรงพยาบาลสัตว์.....	216

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	ลักษณะปัญหาที่ทำการวิจัยในข้อ 1.3.4 การออกแบบผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์และให้น้ำหนักในการตัดสินใจ (รวมทั้งหมด 9 ปัญหา).....	5
ตารางที่ 3.1	เปรียบเทียบค่าศัพท์ระหว่างพันธุศาสตร์และเจนเนติกอัลกอริทึม.....	17
ตารางที่ 3.2	กลุ่มประชากรตัวอย่างและค่าความเหมาะสม.....	20
ตารางที่ 3.3	การคำนวณหาคำตอบของ SGA กับฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ .....	23
ตารางที่ 4.1	สัญลักษณ์และความหมายของระดับความสัมพันธ์.....	33
ตารางที่ 4.2	เปรียบเทียบการให้คะแนนแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและแบบเชิงเส้น.....	33
ตารางที่ 5.1	รายละเอียดของปัญหาตัวอย่าง 5.1.....	41
ตารางที่ 6.1	ตัวอย่างประชากรเริ่มต้นและค่าวัตถุประสงค์.....	57
ตารางที่ 6.2	ตัวอย่างการคำนวณฟิตเนสฟังก์ชันของชุดสตริงคำตอบ.....	57
ตารางที่ 6.3	ตัวอย่างค่าสุ่มจากวงล้อรูเล็ต.....	58
ตารางที่ 6.4	ข้อมูลขนาดผังโรงงานของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	67
ตารางที่ 6.5	ข้อมูลความต้องการพื้นที่ของแต่ละแผนกและรายละเอียดต่างๆ ของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	67
ตารางที่ 6.6	แผนภูมิการไหลระหว่างแผนก (เที่ยว) ของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก...	68
ตารางที่ 6.7	ประชากรเบื้องต้นของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	69
ตารางที่ 6.8	ผลการประเมินค่าสตริงคำตอบเบื้องต้นของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	70
ตารางที่ 6.9	การสร้างวงล้อรูเล็ตของปัญหาตัวอย่างจำนวน 6 แผนก.....	70
ตารางที่ 6.10	ผลการสุ่มเลือกสตริงคำตอบโดยวิธีการของวงล้อรูเล็ต.....	70
ตารางที่ 6.11	ผลการประเมินค่าสตริงคำตอบที่ได้ภายหลังการรีโปรดักชัน.....	71
ตารางที่ 6.12	ชุดสตริงคำตอบที่ได้จากการอิลิทิสมายหลังการรีโปรดักชัน.....	71
ตารางที่ 6.13	การเลือกสตริงเพื่อทำการครอสโอเวอร์.....	72
ตารางที่ 6.14	สตริงคู่ที่ 1 หลังผ่านการครอสโอเวอร์.....	72
ตารางที่ 6.15	สตริงคู่ที่ 2 หลังผ่านการครอสโอเวอร์.....	73
ตารางที่ 6.16	ผลการประเมินค่าสตริงคำตอบที่ได้ภายหลังการครอสโอเวอร์.....	73
ตารางที่ 6.17	ชุดสตริงคำตอบที่ได้จากการอิลิทิสมายหลังการครอสโอเวอร์.....	74
ตารางที่ 6.18	การเลือกสตริงเพื่อทำการมิวเตชัน.....	74
ตารางที่ 6.19	สตริงที่ได้จากการมิวเตชัน.....	75
ตารางที่ 6.20	ผลการประเมินค่าสตริงคำตอบที่ได้ภายหลังการมิวเตชัน.....	75
ตารางที่ 6.21	ชุดสตริงคำตอบที่ได้จากการอิลิทิสมายหลังการมิวเตชัน.....	75

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 7.1	สรุปลักษณะปัญหาการออกแบบผังโรงงานในงานวิจัย.....	84
ตารางที่ 7.2	การกำหนดระดับของปัจจัยจำนวนประชากรในการทดลอง.....	94
ตารางที่ 7.3	ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา.....	98
ตารางที่ 7.4	รูปแบบการทดลองทั้งหมดในงานวิจัย.....	98
ตารางที่ 7.5	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่1 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	100
ตารางที่ 7.6	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่1 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	102
ตารางที่ 7.7	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่2 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	105
ตารางที่ 7.8	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่2 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	107
ตารางที่ 7.9	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่3 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	108
ตารางที่ 7.10	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่3 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	111
ตารางที่ 7.11	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่4 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	112
ตารางที่ 7.12	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่4 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	114
ตารางที่ 7.13	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่5 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	115
ตารางที่ 7.14	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่5 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	118
ตารางที่ 7.15	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่6 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	121
ตารางที่ 7.16	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่6 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ ของเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเป็นค่าตอบสนอง.....	123
ตารางที่ 7.17	ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับปัญหาที่7 ถึง 9.....	125
ตารางที่ 7.18	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่7 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นค่าตอบสนอง.....	125

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 7.19	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่7 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ของเจนเนอเรชันที่พบคำตอบเป็นคำตอบสนอง.....	127
ตารางที่ 7.20	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่8 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นคำตอบสนอง.....	128
ตารางที่ 7.21	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่8 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ของเจนเนอเรชันที่พบคำตอบเป็นคำตอบสนอง.....	130
ตารางที่ 7.22	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่9 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ค่าฟิตเนสรวมเป็นคำตอบสนอง.....	131
ตารางที่ 7.23	ผลการวิเคราะห์ ANOVA ของปัญหาที่9 โดยโปรแกรม JMP เมื่อใช้ลำดับที่ของเจนเนอเรชันที่พบคำตอบเป็นคำตอบสนอง.....	133
ตารางที่ 7.24	ผลการทดสอบพารามิเตอร์ของ GAs.....	134
ตารางที่ 8.1	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่1.....	139
ตารางที่ 8.2	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่2.....	141
ตารางที่ 8.3	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่3.....	144
ตารางที่ 8.4	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่4.....	146
ตารางที่ 8.5	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่5.....	148
ตารางที่ 8.6	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่6.....	151
ตารางที่ 8.7	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่7.....	153
ตารางที่ 8.8	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่8.....	156
ตารางที่ 8.9	การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการสุ่มสำหรับปัญหาที่9.....	158
ตารางที่ 8.10	ผลสรุปการเปรียบเทียบคำตอบผังโรงงานจากวิธีเจนเนติกอัลกอริทึมและวิธีการสุ่ม.....	159

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ข.1	เวลาในการคำนวณที่อยู่ในรูป Time Complexity Function โดยมีสมมติฐานว่าการคำนวณในแต่ละครั้งใช้เวลา 1 ไมโครวินาที.....	173
ตารางที่ ข.2	ขนาดของปัญหาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่า 1000 เท่า.....	174
ตารางที่ ฉ.1	ข้อมูลขนาดผังโรงพยาบาลสัตว์.....	211
ตารางที่ ฉ.2	ข้อมูลพื้นที่และความกว้างและความยาวของแต่ละแผนกที่อยู่ในแผนผังปัจจุบัน.....	211
ตารางที่ ฉ.3	แผนภูมิจาก-ไปของโรงพยาบาลสัตว์ (เที่ยว).....	212
ตารางที่ ฉ.4	ข้อมูลความต้องการพื้นที่ของแต่ละแผนกและรายละเอียดต่างๆของการออกแบบผังโรงพยาบาลสัตว์.....	214