

วิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์
ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล



นายพงศ์พัฒน์ โตตระกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4603-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A HEURISTIC SEARCH METHOD FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM
IN A MEDICAL SUPPLIES DISTRIBUTION SYSTEM

Mr. Pongpaut Totrakool

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 2003

ISBN 974-17-4603-2

พงศ์พัฒน์ โตตระกูล : วิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง
 เวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล. (A HEURISTIC SEARCH
 METHOD FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM IN A MEDICAL SUPPLIES
 DISTRIBUTION SYSTEM) อ. ที่ปรึกษา: อ. ดร.ปวีณา เชาวลิขิตวงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม: อ. ดร.
 วิชาวี ธรรมมาภรณ์พิลาศ, 139 หน้า. ISBN 974-17-4603-2.

งานวิจัยนี้พิจารณาปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์
 ของโรงพยาบาล ซึ่งจัดเป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่ระบบเป็นพลวัต มีลักษณะของความถี่
 เวชภัณฑ์ที่ไม่แน่นอน มีความผันแปรของระยะเวลาเดินทางเนื่องจากความหนาแน่นของเส้นทาง
 การขนส่ง มีจำนวนเวชภัณฑ์เพื่อการขนส่งหลายชนิด และมีกรอบระยะเวลาตอบสนองของเวชภัณฑ์ การ
 แก้ไขปัญหาได้พัฒนาฮิวริสติกเพื่อสร้างเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ระยะเวลา
 เดินทางรวมต่อรอบการขนส่งเหมาะสม และเวชภัณฑ์ได้รับการจัดส่งทันกำหนดเวลารับประกัน ทั้งนี้
 กระบวนการทำงานของฮิวริสติกที่นำเสนอแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยระยะแรกจะสร้างเส้นทาง
 การขนส่งขึ้นต้นด้วยกรรมวิธี saving algorithm และปรับปรุงคุณภาพของเส้นทางการขนส่งด้วยกรรมวิธี
 2-Opt algorithm และ anti-intersection algorithm ในระยะที่สอง ผลการทดสอบ เปรียบสามารถใน
 การหาคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนอพบว่าสำหรับปัญหาทดสอบที่มีจำนวน 14 โหนด 13 โหนด 12 โหนด
 และ 11 โหนดนั้นฮิวริสติกที่นำเสนอสามารถหาค่าที่เหมาะสมที่สุดได้โดยมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
 เฉลี่ยคิดเป็น 0.20%, 0.12%, 0.17% และ 0.66% ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
 ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต..... พงศ์พัฒน์ โตตระกูล.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ปวีณา เชาวลิขิตวงศ์.....
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... วิชาวี ธรรมมาภรณ์พิลาศ.....

4570427421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: OPERATION RESEARCH/ VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) / HEURISTIC SEARCH

PONGPAUT TOTRAKOOL: A HEURISTIC SEARCH METHOD FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM
IN A MEDICAL SUPPLIES DISTRIBUTION SYSTEM THESIS ADVISOR: PAVEENA
CHAOVALITAWONGSE, THESIS COADVISOR : WIPAWEE THARMMAPHORNPHILAS, 139 pp. ISBN
974-17-4603-2.

This research considers a vehicle routing problem in a medical supplies distribution system which is a variant of conventional vehicle routing problem including system dynamism, stochastic demands, time-dependent traveling time, multiple products and response time window. We developed a heuristic for generating routes that have near-optimal total traveling time and delivery fleets within guaranteed time. The proposed heuristic has 2 stages. The first stage generates initial solution by the saving algorithm. Then the 2-OPT algorithm with the anti-intersection algorithm is included as a tour improvement heuristic in the second stage. The result indicates that for 14-node, 13-node, 12-node and 11-node test problems, the proposed heuristic provides an average error of only 0.20%, 0.12%, 0.17% and 0.60%

Department	Industrial Engineering	Student's signature.....
Field of study	Industrial Engineering	Advisor's signature.....
Academic year	2003	Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง ฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล ได้จัดทำขึ้นในช่วงเวลาตั้งแต่ มีนาคม พ.ศ. 2545 จนถึง เมษายน พ.ศ. 2546 เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์ ที่กรุณา รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมมาภรณ์พิลาศ ที่กรุณา รับเป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งให้การดูแล ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยความ เมตตาตลอดการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ นันทพร สีสายนกุลสำหรับคำแนะนำและข้อคิดเห็นในการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ แก่ผู้วิจัย ทั้งนี้ข้อมูลประกอบของวิทยานิพนธ์ได้รับการสนับสนุนจากโรงพยาบาลศิริราช ผู้วิจัย ขอขอบคุณในความเชื่อถือและความสนใจในงานวิจัยมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณพวง มิ่งค์ พี่ปูและลูกหยีรวมถึงเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ภาควิชา ทุกคน สำหรับการดูแล คำแนะนำและประสบการณ์ที่ดีในทั้งในการเรียนและในการทำงานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณป้า พญ.จันทร์ศรี โคมฉาย คุณป้ามยุรี ภังคานนท์ และพี่หนู ทพญ. จิระวดี ไชยประสิทธิ์ สำหรับความช่วยเหลือและการสนับสนุน และที่สำคัญมากที่สุดขอ กราบขอบพระคุณคุณพ่อ รศ. สุพจน์ โตตระกูล และคุณแม่ จินตนา โตตระกูลเป็นอย่างสูงที่ให้การ สนับสนุน ดูแลและเอาใจใส่ผู้วิจัยด้วยความรัก และความเมตตา ตลอดจนช่วยเหลือและ รับผิดชอบในงานด้านอื่นๆ แทนผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณพี่หวาน ดริญญา โตตระกูล และน้องเบรียว พิลักษณ์ โตตระกูล สำหรับความคิดถึงที่ทำให้การวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงขอบคุณแรงบันดาลใจในความดีของไฟรโด ขอขอบคุณทุกคนครับ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลตัวอย่าง.....	2
1.3 รูปแบบปัญหาของงานวิจัย.....	3
1.3.1 จุดประสงค์ของการจัดเส้นทางขนส่งเวชภัณฑ์.....	3
1.3.2 ข้อจำกัดของปัญหา.....	3
1.3.3 ขอบเขตและข้อสมมติ.....	4
1.3.4 ผลคำตอบ.....	4
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ.....	5
2.1.1 การวิเคราะห์โครงข่าย.....	5
2.1.2 ความหลากหลายของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ.....	6
2.2 วิธีการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ.....	9
2.2.1 วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด.....	9
2.2.2 วิธีการค้นหาคำตอบ.....	10
2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.4 บทสรุป.....	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	การพัฒนาวิธีการหาคำตอบ.....22
3.1	แง่มุมสำคัญของปัญหา.....22
3.1.1	ภาระงานของพนักงานขนส่ง.....22
3.1.2	ความไม่แน่นอนของปริมาณเวชภัณฑ์.....22
3.1.3	ข้อจำกัดด้านกรอบระยะเวลาตอบสนองของเวชภัณฑ์.....22
3.2	แนวทางการแก้ไขปัญหา.....23
3.3	โครงสร้างของวิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติก.....24
3.3.1	ส่วนการจำลองระบบเพื่อใช้สร้างข้อมูลนำเข้า.....24
3.3.2	ส่วนการสร้างเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์.....25
3.3.3	ส่วนการสรุปผลการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์.....25
3.4	กระบวนการทำงานของฮิวริสติกที่นำเสนอ.....25
3.4.1	กำหนดค่าพารามิเตอร์ของปัญหา.....28
3.4.2	สร้างข้อมูลนำเข้า.....28
3.4.3	ประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น.....28
3.4.4	หาปริมาตรของเวชภัณฑ์รวม.....28
3.4.5	สร้างเส้นทางการขนส่งขั้นต้น.....28
3.4.6	คำนวณช่วงเวลาออกก่อนส่ง.....30
3.4.7	กำหนดเวลาออกรถ.....30
3.4.8	ปรับปรุงเส้นทางการขนส่ง.....30
3.4.9	ลดจำนวนเวชภัณฑ์.....32
3.4.10	สรุปผลการจัดเส้นทางการขนส่ง.....33
3.5	บทสรุป.....33
4	ผลงานวิจัยและการวิเคราะห์ผลงานวิจัย.....34
4.1	วิธีการทดสอบฮิวริสติก.....34
4.2	ผลการทดสอบฮิวริสติก.....35
4.2.1	ปัญหาทดสอบที่มีจำนวน 10 จุดรับ.....35
4.2.2	ปัญหาทดสอบที่มีจำนวน 11 จุดรับ.....38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2.3 ปัญหาทดสอบที่มีจำนวน 12 จุดรับ.....	42
4.2.4 ปัญหาทดสอบที่มีจำนวน 13 จุดรับ.....	45
4.2.5 ปัญหาทดสอบที่มีจำนวนมากกว่า 13 จุดรับ.....	48
4.3 จำนวนรอบการขนส่งที่เหมาะสม.....	52
4.3.1 วิธีการทดสอบจำนวนรอบการขนส่ง.....	52
4.3.2 ผลการทดสอบจำนวนรอบการขนส่ง.....	52
4.4 การวิเคราะห์ผล.....	53
4.5 บทสรุป.....	54
5 สรุปผลงานวิจัย.....	55
5.1 สรุปผลงานวิจัย.....	55
5.2 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยและแนวทางการประยุกต์ใช้.....	57
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	57
รายการอ้างอิง.....	59
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก การทดสอบการกระจายความน่าจะเป็นของความแตกต่างของ ระยะเวลาที่เวชภัณฑ์ออกจากห้องจ่ายยา.....	64
ก.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาที่ยารวมดาออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	66
ก.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาที่อุปกรณ์ออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	68
ภาคผนวก ข การกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับทดสอบฮิวริสติก.....	71
ภาคผนวก ค ตัวอย่างผลการจัดเส้นทางขนส่งที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... ของฮิวริสติก.....	74
ภาคผนวก ง ข้อมูลนำเข้าและผลการทดสอบฮิวริสติก.....	79
ง.1 ปัญหาทดสอบที่ 10.2-10.15.....	80
ง.2 ปัญหาทดสอบที่ 11.2-11.10.....	94
ง.3 ปัญหาทดสอบที่ 12.2-12.3.....	103
ง.4 ปัญหาทดสอบที่ 14.2-14.20.....	105
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	139

สารบัญญัตราง

ตาราง	หน้า
1 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.1.....	35
2 การเปรียบเทียบผลคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล	37
3 การเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล.....	38
4 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.1.....	39
5 การเปรียบเทียบผลคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล	40
6 การเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล.....	41
7 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 12.1.....	42
8 การเปรียบเทียบผลคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล	44
9 การเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล.....	44
10 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 13.1.....	45
11 การเปรียบเทียบผลคำตอบของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล	47
12 การเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณของฮิวริสติกที่นำเสนอและคำตอบที่ดีที่สุดสากล.....	47
13 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.1.....	48
14 การเปรียบเทียบเวลาในการคำนวณของฮิวริสติกที่นำเสนอ.....	50
15 จำนวนรอบการขนส่งที่เหมาะสมของฮิวริสติกที่นำเสนอ.....	52
ก.1 ระยะเวลาที่ยาธรรมชาติออกจากห้องจ่ายยาและความถี่ในแต่ละช่วงเวลา.....	65
ก.2 การทดสอบไคร้สแควร์ของระยะเวลาที่ยาธรรมชาติออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	67
ก.3 การทดสอบไคร้สแควร์ของระยะเวลาที่ยาธรรมชาติออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	67
ก.4 ระยะเวลาที่อุปกรณ์การแพทย์ออกจากห้องจ่ายยาและความถี่ในแต่ละช่วงเวลา.....	68
ก.5 การทดสอบไคร้สแควร์ของระยะเวลาที่อุปกรณ์การแพทย์ออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	70
ก.6 การทดสอบไคร้สแควร์ของระยะเวลาที่อุปกรณ์การแพทย์ออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	70
ข.1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับสร้างข้อมูลนำเข้า.....	72
ข.2 ค่าพารามิเตอร์สำหรับสร้างเส้นทางการขนส่ง.....	73
ง.1 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.2.....	80
ง.2 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.3.....	81
ง.3 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.4.....	82
ง.4 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.5.....	83
ง.5 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.6.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ง.6 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.7.....	85
ง.7 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.8.....	86
ง.8 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.9.....	87
ง.9 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.10.....	88
ง.10 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.11.....	89
ง.11 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.12.....	90
ง.12 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.13.....	91
ง.13 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.14.....	92
ง.14 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.15.....	93
ง.15 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.2.....	94
ง.16 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.3.....	95
ง.17 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.4.....	96
ง.18 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.5.....	97
ง.19 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.6.....	98
ง.20 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.7.....	99
ง.21 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.8.....	100
ง.22 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.9.....	101
ง.23 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.10.....	102
ง.24 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 12.2.....	103
ง.25 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 12.3.....	104
ง.26 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.2.....	105
ง.27 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.3.....	106
ง.28 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.4.....	107
ง.29 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.5.....	108
ง.30 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.6.....	109
ง.31 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.7.....	111
ง.32 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.8.....	113
ง.33 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.9.....	115
ง.34 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.10.....	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ง.35 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.11.....	119
ง.36 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.12.....	121
ง.37 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.13.....	123
ง.38 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.14.....	125
ง.39 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.15.....	127
ง.40 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.16.....	129
ง.41 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.17.....	131
ง.42 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.18.....	133
ง.43 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.19.....	135
ง.44 ข้อมูลนำเข้าสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.20.....	137

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ตัวอย่างโครงข่าย.....	6
2 วิธีการขยายการค้นหาคำตอบของ Bread-First Search.....	10
3 วิธีการขยายการค้นหาคำตอบของ Depth-First Search.....	10
4 ตัวอย่างวิธีการ Sweep Approach.....	11
5 รูปร่างที่ไม่สมดุลของเส้นทางเดินรถย่อย.....	11
6 ผลกระทบของถนนต่อวิธีการ Sweep Approach.....	11
7 วิธีการค้นหาคำตอบของ Local Search.....	15
8 Alternative Neighborhoods.....	16
9 แผนผังการทำงานของฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์.....	27
10 Saving Algorithm.....	29
11 2-OPT Algorithm.....	31
12 Anti-Intersection Algorithm.....	32
13 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.1.....	36
14 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่ 11.1.....	40
15 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่ 12.1.....	43
16 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่ 13.1.....	46
17 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.1.....	49
18 ความแตกต่างของเวลาในการคำนวณที่ได้จากฮิวริสติกที่นำเสนอ.....	51
ก.1 Histogram สำหรับข้อมูลระยะเวลาที่ยาธรรมดาออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	66
ก.2 Scatter Plot สำหรับข้อมูลระยะเวลาที่ยาธรรมดาออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	66
ก.3 Histogram สำหรับข้อมูลระยะเวลาที่ยาธรรมดาออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	69
ก.4 Scatter Plot สำหรับข้อมูลระยะเวลาที่ยาธรรมดาออกจากห้องจ่ายยาผู้ป่วยใน.....	69
ง.1 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.2.....	80
ง.2 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.3.....	81
ง.3 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.4.....	82
ง.4 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.5.....	83
ง.5 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.6.....	84
ง.6 ผลการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 10.7.....	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
ง.36 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.12.....	122
ง.37 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.13.....	124
ง.38 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.14.....	126
ง.39 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.15.....	128
ง.40 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.16.....	130
ง.41 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.17.....	132
ง.42 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.18.....	134
ง.43 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.19.....	136
ง.44 ผลการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับปัญหาทดสอบที่ 14.20.....	138