สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กำหนดการเชิงเป้าหมายและขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

GOAL PROGRAMMING AND ALGORITHMS FOR SOLVING MULTIPLE OBJECTIVE ATSPS

T110616

สัจจา ดวงชัยอยู่สุข
SARTJA DUANGCHAIYOOSOOK

วพ
ส544ก
2553

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....110616
วัน,เดือน,ปี.....- 9 พ.ย. 2553

b.....12255865.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2553
KMITL – 2010 – SC – M – 001 – 035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GOAL PROGRAMMING AND ALGORITHMS FOR SOLVING MULTIPLE OBJECTIVE ATSPS

SARTJA DUANGCHAIYOOSOOK

A THISIS SUBMITTED IN PARTAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN APPIED MATHEMATICS
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2010
KMITL – 2010 – SC – M – 001 – 035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRBANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กำหนดการเชิงเป้าหมายและขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์
นักศึกษา	นายสัจจา ดวงชัยอยู่สุข
รหัสประจำตัว	51067402
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบอสมมาตร (Asymmetric Traveling Salesperson Problem หรือ ATSP) ที่มีหลายวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้กับปัญหาโลจิสติกส์การขนส่งจริง เนื่องจากในปัจจุบันมีการแข่งขันอย่างรุนแรงในธุรกิจการขนส่ง ทำให้ผู้ประกอบการมีความต้องการหลากหลายในด้านต่างๆ เช่น ต้นทุน เวลา จำนวนคน เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอการหาผลเฉลยด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแบบจำลองออพติไมเซชัน (Optimization Models) โดยประยุกต์ใช้หลักการกำหนดการจำนวนเต็มเชิงเป้าหมาย (Goal Integer Programming) ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริงเรียกว่า แบบจำลองวัตถุประสงค์รวมสำหรับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Combined Objective Model for Muti-obj ATSPs) ซึ่งมีประสิทธิ์ภาพใกล้เคียงกับกำหนดการจำนวนเต็มเชิงเป้าหมายในบางกรณีซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการหาผลเฉลยที่เหมาะสม เพื่อเป้าหมายทางโลจิสติกส์การขนส่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Goal Programming and Algorithms for Solving Multiple Objective ATSPs.
Student	Mr. Sartja Duangchaiyoosook
Student ID	51067402
Degree	Master of Science
Program	Applied Mathematics
Year	2009
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Chartchai Leenawong

ABSTRACT

In this Thesis, the multiple objective Asymmetric Traveling Salesperson Problems (ATSPs) is examined so as to be applicable to real-world logistics problems. Due to the high competition in the transportation business, practitioners need to consider several dimensions such as costs, time, and labor force.

This research will propose new heuristics for solving the multiple objective ATSPs, Then compare their efficiency and effectiveness with the results obtained from the optimization modeling method using the goal integer programming. Another proposed model is called the combined objective model for multiple objective ATSPs. This model's efficiency and effectiveness is comparable to the goal integer programming model. It is therefore an alternative for solving logistics problems in the real world.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์ ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ อีกทั้งยังให้โอกาสในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ อันเป็นประโยชน์กับชิ้นงานของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ดร.ใจปอง เกษมสุวรรณ์ ดร.บุษยมาส พิมพ์พรรณชาติ และ รศ.อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ คณะกรรมการสอบหัวข้อและโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อชิ้นงาน ขอบพระคุณครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่มีความอดทนอบรมสั่งสอน และให้ความรู้ตลอดมา อีกทั้งบรรดาเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่คอยให้กำลังใจ และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์ และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีใดๆ อันเกิดจากงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบุพการีผู้มีพระคุณ ผู้ซึ่งคอยสนับสนุนในทุกๆ ด้านและให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

สัจจา ดวงชัยอยู่สุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I
ABSTRACT II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป XI
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3
1.7 ตารางการดำเนินงานวิจัย 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 นิยามของของปัญหาพนักงานขาย 4
2.2 แบบจำลองโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร 5
2.3 แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมาย 6
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 14
3.1 ตัวอย่างของปัญหาพนักงานขายแบบหลายวัตถุประสงค์ 14
3.2 แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายสำหรับปัญหาพนักงานขาย
แบบหลายวัตถุประสงค์ 15
3.3 การปรับปรุงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาพนักงานขาย
แบบหลายวัตถุประสงค์ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ 26
4.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ 26
4.1.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 5 จุด 26
4.1.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุด 29
4.1.3 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุด 32
4.1.4 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 10 จุด 35
4.1.5 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 12 จุด 39
4.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ 43
4.2.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 6 จุดยอด 43
4.2.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 6 จุดยอด 51
4.2.3 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 8 จุดยอด 58
4.2.4 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 8 จุดยอด 65
4.3 สรุปผลการทดลองเบื้องต้น 72
4.3.1 สรุปผลการทดลองเบื้องต้นใน 2 วัตถุประสงค์ 72
4.3.2 สรุปผลการทดลองเบื้องต้นใน 3 วัตถุประสงค์ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 การประยุกต์แบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (COM) กับฮิวริสติก
และการประยุกต์กับปัญหาจริง 75
5.1 การประยุกต์แบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (COM) สำหรับ
ปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ ในฮิวริสติกต่างๆ 75
5.1.1 การประยุกต์ COM ใน CIA 75
5.1.2 การประยุกต์ COM ใน GA 78
5.2 ตัวอย่างการประยุกต์การใช้งานจริง 80
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 83
6.1 สรุปผลการวิจัย 83
6.2 ข้อเสนอแนะ 85
บรรณานุกรม 86
ประวัติผู้เขียน 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางการดำเนินงานวิจัย 3

3.1 ตารางเวลาของตัวอย่างปัญหาพนักงานขาย 14

3.2 ตารางผลกำไรของตัวอย่างปัญหาพนักงานขาย 15

4.1 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 5x5 26

4.2 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 5x5 27

4.3 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ ที่มีจุดยอดอยู่ 5 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 28

4.4 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 6x6 29

4.5 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 29

4.6 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 31

4.7 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 8x8 32

4.8 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8 33

4.9 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 34

4.10 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 10x10 35

4.11 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 10x10 36

4.12 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ ที่มีจุดยอดอยู่ 10 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 38

4.13 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 12x12 39

4.14 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 12x12 40

4.15 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ ที่มีจุดยอดอยู่ 12 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 42

4.16 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6 43

4.17 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 1 44

4. 18 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 2 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.19 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 46
4.20 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 47
4.21 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 48
4.22 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 49
4.23 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 1 51
4.24 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 2 51
4.25 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 52
4.26 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 53
4.27 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 54
4.28 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 55
4.29 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ) 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.30 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 57
4.31 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8 58
4.32 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 1 59
4.33 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 2 59
4.34 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 61
4.35 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 62
4.36 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 63
4.37 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 64
4.38 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8..... 65
4.39 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 1 66
4.40 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 2 66
4.41 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ 68
4.42 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.43 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 70
4.44 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์
โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์
ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)..... 71
5.1 ตารางกำไรในแต่ละเส้นทางต่างๆ (พันบาท)..... 80
5.2 ตารางเวลาในการเดินทางในแต่ละเส้นทางต่างๆ (ชั่วโมง)..... 80
5.3 ผลเฉลยของของเวลาและกำไรที่จำนวนเมืองแตกต่างกัน..... 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กราฟที่ไม่มีทิศทาง (undirect graph) 4

2.2 กราฟที่มีทิศทาง (direct graph) 5

3.1 ตัวอย่างกราฟของตารางปัญหาพนักงานขาย 14

5.1 ผังงานแสดงโครงสร้างโปรแกรมที่ทำงานร่วมกันระหว่าง COM กับ CIA 77

5.2 ผังงานแสดงโครงสร้างโปรแกรมที่ทำงานร่วมกันระหว่าง COM กับ GA 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการแข่งขันอย่างรุนแรงของธุรกิจการขนส่งซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการจัดการโลจิสติกส์ เนื่องจากจะมีผลกระทบอย่างมากต่อระดับการบริการลูกค้าและโครงสร้างต้นทุนของกิจการ โดยในสภาวะวิกฤตปัญหาด้านพลังงานที่มีการปรับขึ้นราคาอย่างต่อเนื่อง (เตชินี และคณะ. 2551) ทำให้เจ้าของกิจการด้านธุรกิจการขนส่งนั้นมีความต้องการในการขนส่งหลายๆ ด้าน เช่น เวลาการเดินทางที่สั้นลง เพื่อจะได้ขนส่งจำนวนเที่ยวที่มากขึ้น หรือการทำกำไรที่มากขึ้นจากการขนส่ง เป็นต้น แต่การหาคำตอบของปัญหาพนักงานขาย (Traveling Salesperson Problem หรือ TSPs) ในปัจจุบันนั้น ได้มีการหาคำตอบที่มีวัตถุประสงค์ไม่ค่อยตรงกับปัญหาจริงเท่าไรนัก เพราะการขนส่ง แต่ละครั้งนั้น ถ้าเราคำนวณหากำไรที่มากที่สุดได้ แต่ในทางกลับกันเวลาที่ใช้นั้นอาจจะมากเกินไปทำให้ไม่คุ้มกับกำไรที่ได้เนื่องจาก ถ้าเราใช้เวลาที่มากเกินไปหมายถึง ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นมาทั้งด้าน จำนวนคน หรือเวลาทำการที่เลยจากเวลาปกติ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะศึกษาเรื่องการหาคำตอบของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร (Asymmetric TSPs) ที่มีหลายวัตถุประสงค์

ที่ผ่านมาการแก้ปัญหาพนักงานขายนั้นจะเป็นแบบสมมาตร (Symmetric TSPs) ซึ่งเมื่อเอาปัญหามาเปลี่ยนเป็นในรูปของเมทริกซ์จะได้เมทริกซ์สมมาตร แต่ในความเป็นจริง ปัญหาพนักงานขายที่เกิดขึ้นนั้น ไม่ได้เป็นแบบสมมาตร แต่เป็นปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร (Asymmetric TSPs) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร ที่มีหลายวัตถุประสงค์ แล้วเสนอการหาผลเฉลยด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของวิธีฮิวริสติกเหล่านั้น โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยหาเส้นทางที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริง เพื่อเป้าหมายทางโลจิสติกส์การขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อประยุกต์ปัญหาพนักงานขายให้เข้ากับปัญหาจริงที่มีหลาย วัตถุประสงค์

1.2.2 เพื่อนำเสนอระเบียบวิธี (Algorithms) ที่ปรับปรุงวิธีเดิมในการหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยหาเส้นทางที่เหมาะสมกับเป้าหมายทางโลจิสติกส์การขนส่งโดยรวม

1.2.3 เป็นตัวอย่างของปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์กับปัญหาด้านอื่นๆได้ เช่นปัญหาการจัดเส้นทาง เป็นต้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

นำเสนอการหาผลเฉลยด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเทียบเท่ากับแบบจำลองเชิงเป้าหมาย (Goal programming model)

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร ด้วยการที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จากแบบจำลองโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มและกำหนดกรอบแนวทางในการทำวิจัย

1.4.2 เปรียบเทียบกับแบบจำลองเชิงเป้าหมายเพื่อดูผลที่เกิดขึ้น

1.4.3 นำแบบจำลองที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ไปประยุกต์ให้เข้ากับปัญหาจริง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้ระเบียบวิธีที่มีประสิทธิภาพ ในการหาคำตอบของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์รวมถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำไปประยุกต์เพื่อช่วยหาเส้นทางที่เหมาะสมกับเป้าหมายทางโลจิสติกส์การขนส่ง และเป็นตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์กับปัญหาด้านอื่นๆที่มีปัญหาพนักงานขาย เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีดังต่อไปนี้

1.6.1 ค้นคว้าและศึกษาความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีวัตถุประสงค์เดียวและที่มีหลายวัตถุประสงค์ ฮิวริสติกและแบบจำลองเชิงเป้าหมาย

1.6.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

1.6.3 ศึกษาปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

1.6.4 สร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

1.6.5 พัฒนาแบบจำลองเชิงเป้าหมายเชิงเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหา

1.6.6 สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดลองขั้นตอนวิธีที่ปรับปรุงใหม่ในการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

1.6.7 นำฮิวริสติกและแบบจำลองเชิงเป้าหมายไปประยุกต์ใช้และเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีที่ปรับปรุงใหม่กับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์

1.6.8 สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์

1.7 ตารางการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	2552									2553		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
ขั้นตอนที่ 1	→	→										
ขั้นตอนที่ 2		→	→	→	→							
ขั้นตอนที่ 3					→	→	→					
ขั้นตอนที่ 4						→	→	→				
ขั้นตอนที่ 5							→	→	→			
ขั้นตอนที่ 6								→	→	→		
ขั้นตอนที่ 7										→	→	
ขั้นตอนที่ 8											→	→

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงานวิจัย.....3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

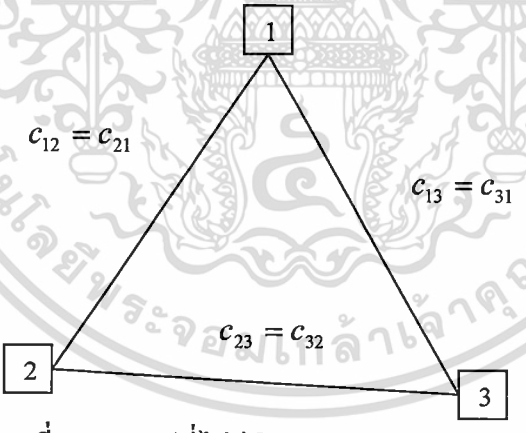
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามของของปัญหาพนักงานขาย (Traveling Salesperson Problem)

ให้กราฟ G มีระยะทางจาก i ไป j เท่ากับ c_{ij} ถ้ากำหนดให้ $G=(v,e)$ โดย $v=\{1,2,...,n\}$ และ n คือ จำนวนจุดยอดทั้งหมด และ $e=\{(i,j)/i,j\in v,i\neq j\}$ โดย (i,j) คือ ด้านจาก i ไป j โดยมีค่าน้ำหนักคือ c_{ij} ซึ่งในการหาเส้นทางเดินผ่านจุดยอดเพียง 1 ครั้งและกลับมาที่จุดเริ่ม เราจะเรียกเส้นทางนี้ว่า วงจรแฮมิลโตเนียน (Hamiltonian Cycle)

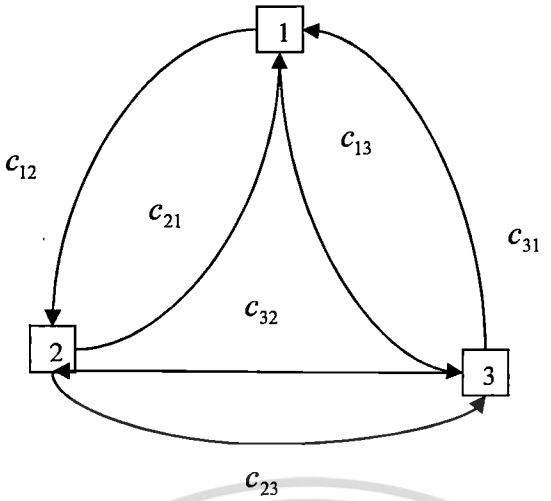
ลักษณะปัญหาพนักงานขายนั้นจะเป็นการหาวงจรแฮมิลโตเนียนที่มีเส้นทางสั้นที่สุดหรือยาวที่สุดถ้าปัญหาพนักงานขายนั้นเกิดกับกราฟที่ไม่มีทิศทาง (Undirected Graph) หรือเป็นแบบสมมาตร คือ $c_{ij}=c_{ji}$ เราจะเรียกปัญหานั้นว่าเป็นปัญหาพนักงานขายแบบสมมาตร (Symmetric Traveling Salesperson Problems)



รูปภาพที่ 2.1 กราฟที่ไม่มีทิศทาง (undirect graph)

ถ้าเกิดกับกราฟที่มีทิศทาง (Directed Graph) หรือไม่เป็นแบบสมมาตรคือ $c_{ij}\neq c_{ji}$ เราจะเรียกปัญหานั้นว่าเป็นปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร (Asymmetric Traveling Salesperson Problems)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.2 กราฟที่มีทิศทาง (direct graph)

ถ้าเรามีตำแหน่งที่ต้องเดินผ่าน n ตำแหน่ง จะมีคำตอบที่เป็นไปได้ถึง $(n-1)!$ จากคำตอบที่เป็นไปได้มากมายนี้เราจะหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นได้ยากในเวลาที่เหมาะสมเพราะฉะนั้นปัญหาพนักงานขายนั้นจึงเป็นปัญหา NP-สัมบูรณ์ (NP-complete) (ณกร อินทร์พยุง. 2548)

ซึ่งในการศึกษานี้เราจะทำการศึกษาปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร

2.2 แบบจำลองโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming Models) ของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร

ปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรนั้นสามารถจะหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ $$\max / \min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad (2.1)$$

ข้อจำกัดคือ $$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \qquad \forall i \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (2.3)$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad \forall i \ne j \qquad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย n แทนจำนวนของจุดยอดทั้งหมดในกราฟ

i, j แทนจุดยอดที่พิจารณาโดยมีค่าตั้งแต่ 1 ไปจนถึง n ที่มีอยู่ n จุด

c_{ij} แทนค่าน้ำหนักจากจุดยอด i ไป j

สมการข้างต้นสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

สมการที่ (2.1) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของสมการ

สมการที่ (2.2) คือ การเลือกที่เส้นทางที่ไปยัง j ได้เพียง 1 เส้นทางเมื่อ $j \in \{1,2,\ldots,n\}$

สมการที่ (2.3) คือ การเลือกที่เส้นทางที่ออกจาก i ได้เพียง 1 เส้นทางเมื่อ $i \in \{1,2,\ldots,n\}$

สมการที่ (2.4) คือ สมการที่ป้องกันวงจรย่อยหรือ สมการที่ทำให้เป็นวงจรแฮมิลโตเนียน ซึ่งเรียกสมการนี้ว่า 2-cycle constraints แต่จากการศึกษาพบว่า ยังมีอีกหลายสมการซึ่งใช้แทนสมการนี้ได้ เช่น

$$u_i - u_j + nx_{ij} \le n-1 \qquad (2.6)$$

โดยที่

$$u_i \ge 0;\ i \ne j;\ i \in \{2,3,\ldots,n\};\ j \in \{2,3,\ldots,n\}$$

สมการที่ (2.5) คือ ตัวแปรการตัดสินใจ ถ้าเลือกเส้นทางนั้นจะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่เลือกเส้นทางนั้นค่าจะเป็น 0

2.3 แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมาย (Goal Programming Models)

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายเป็นการหาเหมือนกับแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นแต่มีมากกว่า 1 วัตถุประสงค์ ซึ่งสำหรับคำตอบที่มีหลายๆ วัตถุประสงค์ โดยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายนั้นจะเปลี่ยนวัตถุประสงค์ต่างๆ ให้กลายเป็นข้อจำกัดและจะกำหนดวัตถุประสงค์ใหม่ขึ้นมาเพื่อหาคำตอบ โดยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายจะมี 2 แบบ คือ

- Weighted Goal Programming เป็นการให้น้ำหนักกับวัตถุประสงค์ต่างๆ วัตถุประสงค์ใดมีค่าน้ำหนักมาก วัตถุประสงค์นั้นจะมีความสำคัญมากตามไปด้วย แล้วจึงหาคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้มากที่สุดตามน้ำหนักที่กำหนดให้
- Prioritized Goal Programming เป็นการกำหนดว่าวัตถุประสงค์ใดสำคัญที่สุดแล้วเรียงลงมาตามลำดับความสำคัญ แล้วจึงหาคำตอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้มากที่สุดตามลำดับความสำคัญนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบ Weighted Goal Programming นั้นเขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยสมมติว่า มีเป้าหมายต้องการค่าที่น้อยที่สุด l ค่าและมีเป้าหมายต้องการค่าที่มากที่สุด m ค่า ตามเป้าหมายที่กำหนดให้ จะได้ว่า

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ

$$\min \quad p_1 d_1^+ + p_2 d_2^+ + \ldots + p_{l-1} d_{l-1}^+ + p_l d_l^+ + p_{l+1} d_{l+1}^- + p_{l+2} d_{l+2}^- + \ldots + p_{l+m-1} d_{l+m-1}^- + p_{l+m} d_{l+m}^- \tag{2.7}$$

ข้อจำกัดคือ

$$\left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \left(c_{ij}\right)_k x_{ij} \right) + d_k^- - d_k^+ = g_k \qquad \forall k \tag{2.8}$$

โดย i, j คือ จุดยอดที่มีอยู่ n จุด

n คือ จำนวนของจุดยอด

k เป็นดัชนีที่มีค่าตั้งแต่ $1,2,3,\ldots,l,l+1,\ldots,l+m$

l เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่น้อยที่สุด

m เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่มากที่สุด

g_k คือ เป้าหมายที่เราต้องการ

p_k คือ ค่าน้ำหนักที่แสดงถึงความสำคัญของวัตถุประสงค์ ควรจะต่างกันชัดเจน โดยเมื่อ $k = 1,2,\ldots,l$ จะเป็นแบบจำลองที่ต้องการหาค่าที่น้อยที่สุดตามเป้าหมาย g_k และเมื่อ $k = l+1, l+2, \ldots, l+m$ จะเป็นแบบจำลองที่ต้องการหาค่าที่มากที่สุดตามเป้าหมาย g_k

$\left(c_{ij}\right)_k$ คือ ค่าน้ำหนักจากจุดยอด i ไป j ที่วัตถุประสงค์ k

d_k^- คือ ค่าเป้าหมายลบด้วยคำตอบที่ได้ ณ จุดประสงค์ k กรณีที่ คำตอบที่ได้ ณ จุดประสงค์ k น้อยกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

d_k^+ คือ คำตอบที่ได้ ณ จุดประสงค์ k ลบด้วยเป้าหมาย กรณีที่ คำตอบที่ได้ ณ จุดประสงค์ k มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

สมการข้างต้นสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

สมการที่ (2.7) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าต่ำสุดของสมการ

สมการที่ (2.8) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในแต่ละวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ได้ตามเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Frieze (1982) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของฮิวริสติกที่หาคำตอบของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่สอดคล้องกับอสมการสามเหลี่ยม คือ $c(i,j) \le c(i,k) + c(k,j)$ โดยศึกษากรณีที่เลวร้ายที่สุด (Worst-Case Ratio) ด้วยการนำผลเฉลยที่ได้ในกรณีที่แย่ที่สุดเทียบกับกรณีที่ดีที่สุด ในงานชิ้นนี้ได้หาคำตอบกรณีที่ต่ำที่สุด เพราะฉะนั้น ผลเฉลยที่ดีที่สุดก็คือผลเฉลยที่ให้ค่าต่ำที่สุดนั้นเอง แล้วหาอัตราส่วนจาก $Rn(H)$ = ผลเฉลยที่แย่ที่สุดหารด้วยผลเฉลยที่ดีที่สุด

- Greedy Algorithm เป็นขั้นตอนวิธีที่ง่ายต่อการศึกษาคือ เก็บค่าที่น้อยที่สุดก่อนแล้วเก็บค่าไปเรื่อยๆ จนครบ ซึ่งมีค่า $Rn(H) = O(n)$
- Nearest Neighbor Algorithm เป็นขั้นตอนวิธีที่คล้ายๆ กับ Greedy Algorithm โดยเอากลุ่มจุดยอดใกล้ๆ ก่อนแล้วสร้างวงจรย่อยขึ้นมาจากนั้นก็ขยายบริเวณต่อไปที่ใกล้ที่สุดไปเรื่อยๆ จนครบ ซึ่งมีค่า $Rn(H) = O(\log(n))$
- Cheapest Insertion Algorithm เป็นขั้นตอนวิธีที่ทำวงจรย่อยๆก่อน แล้วแทรกจุดยอดเข้าไปในวงจรแล้วคำนวณ $\min(k) = c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$ จากนั้นเอาจุดยอดที่มีค่าน้อยที่สุดแทรกลงไป ทำไปเรื่อยๆจนครบ ซึ่งมีค่า $Rn(H) = 2 - 1/n$
- Interchange Algorithm เป็นขั้นตอนวิธีที่ถูกประยุกต์ใช้เป็นอย่างมากเนื่องจาก ในขั้นตอนนั้นต้องมีผลเฉลยเบื้องต้นก่อน แล้วจึงปรับปรุงผลเฉลยนั้นไปเรื่อยๆ ซึ่งมีค่า $Rn(H) = O(n)$
- Repeated Assignment Heuristic เป็นขั้นตอนวิธีที่แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะหาผลเฉลยเบื้องต้นและส่วนหลัง คือการปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้นซึ่งมีค่า $Rn(H) = \log_2 n$
- Data Dependent Bounds เป็นขั้นตอนวิธีที่จะให้ขอบเขตบน โดยขั้นตอนวิธีนี้ขึ้นอยู่กับค่า l_{ij} โดย $l_{ij} \le \alpha l_{ji}$, $i, j \in N, \alpha \ge 1$ โดยมีขั้นตอนวิธีที่ใช้ต่างๆดังนี้
  - **i** Modified Christofides เป็นขั้นตอนวิธีที่ต้องสร้างกราฟต้นไม้ (Spanning Tree) และให้น้ำหนักในแต่ละจุดและสร้างวงจรออยเลอร์ขึ้นมาแล้วลดรูปให้เหลือเป็นวงจรแฮมิลโตเนียนแล้วลดรูปไปเรื่อยๆ จนได้ผลเฉลย ซึ่งมีค่า $Rn(H) = O(n^3)$
  - **ii** Branch Heuristic เป็นขั้นตอนวิธีที่ต้องสร้างกราฟต้นไม้ที่จุดแรกและจุดสุดท้ายแล้วคำนวณ $l(k,1) = \min_{j \ne 1}(l(j,1))$ เมื่อได้ค่ามาแล้วให้แทรกทำต่อไปเรื่อยๆ จนได้ผลเฉลย ซึ่งมีค่า $Rn(H) = O(n^2)$

เพราะฉะนั้นในงานชิ้นนี้ได้สรุปไว้ว่า Repeated Assignment Heuristic เป็นขั้นตอนวิธีที่ดีที่สุดคือมี $Rn(H) = \log_2 n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amna et al (2007) ได้ทำการหาผลเฉลยของ TSP กับ พารามิเตอร์ที่คลุมเครือ เป็นการจัดโดยใช้ Fuzzy Multi-Objective Linear Programming ซึ่งหลักการนั้นถูกดัดแปลงไปเป็นปัญหา Vector-Maximum โดยแปลงปัญหามาจาก Single Objective Linear Program จากปัญหา Multi Objective Linear Programming Model

$$\max Z = CX$$

โดยให้ $Ax \le b$

สามารถปรับในรูปของ Fuzzy Multi Objective Linear Programming ที่ปรับปรุงกับวิธี Zimmerman คือ

$$Max \quad CX \gtrsim Z^0$$

ข้อจำกัดคือ $Ax \lesssim b$

เมื่อ $Z^0 = \left(z_1^0, z_2^0, \ldots, z_n^0\right)$ คือเป้าหมาย และ “$\gtrsim$”, “$\lesssim$” คืออสมการฟัชชี่ โดยเป็น fuzzification ของ $\ge, \le$ ตามลำดับ สำหรับระยะทางจะสอดคล้องกับระดับของวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของ Zimmerman ซึ่งในกรณีที่ง่ายที่สุดนั้นจะเป็นกรณีที่เป็นฟังก์ชันของสมาชิก

$$u_{1k}(C_k X) = \begin{cases} 0 & if\ C_k X \le z_k^0 + t_k \\ 1 - \left(z_k^0 - C_k X\right)/t_x & if\ z_k^0 - t_k \le C_k X \le z_k^0 \\ 1 & if\ C_k X \ge z_k^0 \end{cases}$$

เมื่อ $k = 1,2,\ldots,n$ และ T_k คือข้อผิดพลาดที่รับได้ของวัตถุประสงค์ z_k ซึ่งได้มาจากการตัดสินใจสำหรับวัตถุประสงค์ที่มากที่สุด
ในกรณีที่วัตถุประสงค์เป็นการหาค่าต่ำสุดจะได้ว่า

$$u_{1k}(C_k X) = \begin{cases} 0 & if\ C_k X \le z_k^0 + t_k \\ 1 - \left(z_k^0 - C_k X\right)/t_x & if\ z_k^0 - t_k \le C_k X \le z_k^0 \\ 1 & if\ C_k X \ge z_k^0 \end{cases}$$

เมื่อ $k = 1,2,\ldots,n$

โดยข้อจำกัดคือ $u_{2i}(a_i X) = \begin{cases} 0 & if\ a_i X \ge b_i + d_i \\ 1 - \left(a_i X - b_i\right)/d_i & if\ b_i \le a_i X \le b_i + d_i \\ 1 & if\ a_i X \le b_i \end{cases}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $i = 1,2,\ldots,M$ และยอมรับข้อผิดพลาดสำหรับผลของ fuzzy b_i ที่ i ข้อจำกัดโดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์มาจาก

$$\max_x \left(u_{11}(C_1X), u_{12}(C_2X), \ldots, u_{1k}(C_kX), u_{21}(a_1X), u_{22}(a_2X), \ldots, u_{2m}(a_mX)\right)$$

กำหนดโดย ทฤษฎีของ Fuzzy set และฟังก์ชันสมาชิกของส่วนร่วมของ 2 มากกว่าเป็นเซตที่เป็นฟังก์ชันสมาชิก โดยประยุกต์มาจาก

$$\max_x \min\left(u_{11}(C_1X), u_{12}(C_2X), \ldots, u_{1k}(C_kX), u_{21}(a_1X), u_{22}(a_2X), \ldots, u_{2m}(a_mX)\right)$$

จาก Fuzzy Program สามารถเขียนได้ในรูปของ Max โดยมีข้อจำกัดคือ

$$\alpha \le 1 - \left(z_k^0 - C_kX\right)/t_k \qquad k = 1,\ldots,n$$

$$\alpha \le 1 - \left(a_i - b_i\right)/d_k \qquad i = 1,\ldots,m$$

เมื่อทั้งหมดนี้สอดคล้องกับผลเฉลย

การประยุกต์ใช้กับ Multi Objective TSP ให้ x_{ij} เป็นเส้นเชื่อมไปยัง $i \to j$ และ $x_{ij} = 1$ ถ้าจุดยอดที่ i ไปยังจุดยอดที่ j แต่ถ้าไม่ใช่ให้ $x_{ij} = 0$

ให้ c_{ij} เป็นต้นทุนจาก i ไป j ต้องการค่าที่น้อยที่สุด

$$z_i \quad : \min \sum_i^n \sum_j^n c_{ij} x_{ij} \lesssim z_1^0$$

ให้ d_{ij} เป็นระยะทาง i ไป j ต้องการค่าที่น้อยที่สุด

$$z_2 \quad : \min \sum_i^n \sum_j^n d_{ij} x_{ij} \lesssim z_2^0$$

ให้ t_{ij} เป็นเวลา i ไป j ต้องการค่าที่น้อยที่สุด

$$z_3 \quad : \min \sum_i^n \sum_j^n t_{ij} x_{ij} \lesssim z_2^0$$

โดยข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \qquad \forall i \in \{1,2,\ldots,n\}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,\ldots,n\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x_{ij} + x_{ji} \leq 1 \qquad \forall i \neq j$$

จากผลการทดลองของปัญหา TSP พบว่าสามารถหาผลเฉลยได้ใช้โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวบ่งบอกว่าผลเฉลยที่ได้นั้นเป็นที่ยอมรับได้

Jozefowiez (2008) ได้ทำการศึกษาและทดสอบขั้นตอนวิธีการหาผลเฉลยแบบใหม่สำหรับปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์หรือก็คือ ปัญหาพนักงานขายกับกำไร (Traveling Salesperson Problem with Profits หรือ TSPP) โดยจะหาระยะทางที่ต่ำที่สุดแต่ในขณะเดียวกันนั้นก็จะหากำไรที่มากที่สุดโดยเราจะหาโดยใช้แนวคิดของ Pareto optimality ซึ่งการหาผลเฉลยนั้นเราจะพัฒนาจาก Ejection Chain local search (EC) กับ Multi-Objective Evolutionary Algorithm (MOEA) ที่ใช้ในการหาผลเฉลยเบื้องต้น

ผลเฉลยของ TSPP หาได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีของ จาก Ejection Chain local search กับ Multi-Objective Evolutionary Algorithmซึ่งกระจายได้ 3 ปัญหาคือ

- วัตถุประสงค์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการหาผลเฉลยด้วย Profitable Tour Problem (PTP)
- ค่าสูงสุดที่ยอมให้ระยะทางที่มากที่สุดกำหนดขอบเขตและเป้าหมายในการหาวงจรที่มากที่สุดที่สอดคล้องกับขอบเขตของปัญหาเรียกว่า Orienteering Problem คือการเลือกปัญหาพนักงานขาย (Select TSP หรือ STSP) และเลือกค่าที่มากที่สุดของปัญหา
- ค่าที่ต่ำที่สุดที่ยอมให้กำไรที่ไม่น้อยกว่าขอบเขตและเป้าหมายในการหาระยะทางที่น้อยที่สุดซึ่งจะหากำไรที่มากที่สุดไม่น้อยกว่าขอบเขต จะเรียกปัญหานี้ว่า Prize-Collect TSP (PCTSP) หรือก็คือ quota TSP (qTSP)

ผลเฉลยเป็นเซตของผลเฉลย non-domainated เรียกว่า Pareto Set (PS) ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้ขั้นตอนวิธี 2 แบบ คือ EC และ MAEO โดยเราจะใช้ขั้นตอนวิธีของ MAEO ในการหาผลเฉลยเบื้องต้น และปรับปรุงผลเฉลยด้วยขั้นตอนวิธีของ EC โดยมีวิธีการต่อไปนี้

1. Multi-Objective Evolutionary Algorithm (MOEA) มีขั้นตอนวิธีดังต่อไปนี้
   - การเริ่มต้นของประชากร (Initialization of the Population) เป็นการสร้างคำตอบเบื้องต้นเป็น N กลุ่มโดยกระบวนการแทรกและลบออกเพื่อใช้ในขั้นถัดไป
   - การจัดการประชากร (Population Management) โดยทั่วไป โปรแกรม NSGA II จะคำนวณค่า 2 ค่าในแต่ละผลเฉลยและจัดอันดับตามสำคัญของผลเฉลยซึ่งก็คือคุณภาพของระยะทางของผลเฉลย เพราะฉะนั้น ค่าความเหมาะสมของแต่ละผลเฉลยคืออันดับนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บันทึกและเกณฑ์การหยุด (Archive and Stopping Criterion) โดยจะทำการเก็บค่าที่เป็นผลเฉลยและหยุดเก็บค่าต่อเมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพันธุกรรม
- การดำเนินงานร่วมกัน (The Combination Operator) ในส่วนที่ยากจะถูกรวมกันกับกระบวนการการออกแบบร่วมกันของผลเฉลย TSPP ซึ่งก็คือการ Crossover นั้นเอง
- การผ่าเหล่าและกระบวนการการปรับปรุง (Mutation and Improvement Operators) ในขั้นตอนนี้จะนำผลเฉลยมาปรับปรุงใหม่โดยทำการเปลี่ยนจุดยอด เช่น การแทรกเข้าและการดึงจุดยอดออก การสลับที่จุดยอด เป็นต้น

ได้ผลเฉลยเบื้องต้นมาแล้วทำการปรับปรุงในขั้นตอนวิธีของ Ejection Chain Process

2. Ejection Chain Process เป็นกระบวนการที่แบ่งผลเฉลยเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกนำส่วนนี้มาจัดเป็นวงกลม เรียกว่า cycle-ejection ซึ่งจะมีลักษณะเป็นวงจรและในส่วนที่ 2 จะเป็นการแทรกจุดลงไปในวงจรที่ทำเอาไว้แต่แรก โดยทำการดึงจุดยอดออกจากวงจรแล้วเพิ่มจุดยอดเข้าไปแล้วสลับที่ระหว่างวงจรแล้วทำซ้ำไปเรื่อยๆ โดยจุดปลายทั้งไม่ต้องย้ายก็จะเป็นการปรับปรุงผลเฉลยของขั้นตอนวิธีนี้

จะพบว่าผลเฉลยที่ได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีใหม่นี้จะดีกว่าผลเฉลยที่ได้จากขั้นตอนวิธีของ MOEA เพียงอย่างเดียวในปัญหาของ TSPP

Hui et al (2008) ได้เสนอเทคนิค Evolutionary Multi-Objective Simulated Annealing Algorithm (EMOSA) ซึ่งปรับปรุงมาจาก Simulated Annealing (SA) โดย

- เสนอรูปแบบที่กำหนดในช่วงแรกและและปรับปรุงในช่วงหลังเป็นตัวอย่างของ multi-objective
- ทดลองประสิทธิภาพของ EMOSA บน benchmark bi-objective TSP กับ convex Pareto-optimal fronts
- กำหนดประสิทธิภาพของการปรับปรุงและวิธีการค้นหาแล้วอธิบายการพิสูจน์ประสิทธิภาพของ MOSA

ในขั้นตอนวิธี MOSA ได้ทำการพัฒนาโดยใช้แนวคิดของ Simulated Annealing ซึ่งจะเลือก weighted scalarizing function $g(x,\lambda)$ คือ weighted sum function $g^{(ws)}$ หรือ weighted min-max function $g^{(mm)}$

โดยนิยามว่า $$P(x,x',\lambda,T)=\begin{cases}1 & \Delta g(x,x',\lambda)<0\\ e^{\frac{-\Delta g(x,x',\lambda)}{T}} & \text{กรณีอื่นๆ}\end{cases}$$

เมื่อ $T>0$ คือระดับอุณหภูมิ

$\Delta g(x,x',\lambda)=g(x',\lambda)-g(x,\lambda)$ คือผลต่างของฟังก์ชันระหว่างค่า x,x'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอุณหภูมิ T เปลี่ยนเป็น search processes ในขั้นต้น ซึ่งค่า T นั้นจะมีค่าที่สูงในรอบแรก ซึ่งจะสนใจจุดยอดที่อยู่บริเวณไกลๆ ก่อนเมื่อ T มีค่าน้อยลงจะค่อยๆ สนใจบริเวณใกล้โดยจะไม่สนใจบริเวณไกล โดยเราจะให้ $T^{new} = T^{old} - \alpha$ เมื่อ $\alpha > 0$

เมื่อได้เปรียบเทียบคุณภาพการหาคำตอบของ bi-objective TSP กับอัลกอริทึมอื่นๆ แล้วพบว่าให้ผลดีกว่าอัลกอริทึมอื่นๆ จึงสามารถใช้ได้ แต่ถ้าเป็นหลายๆ วัตถุประสงค์ยังต้องศึกษาต่อไป

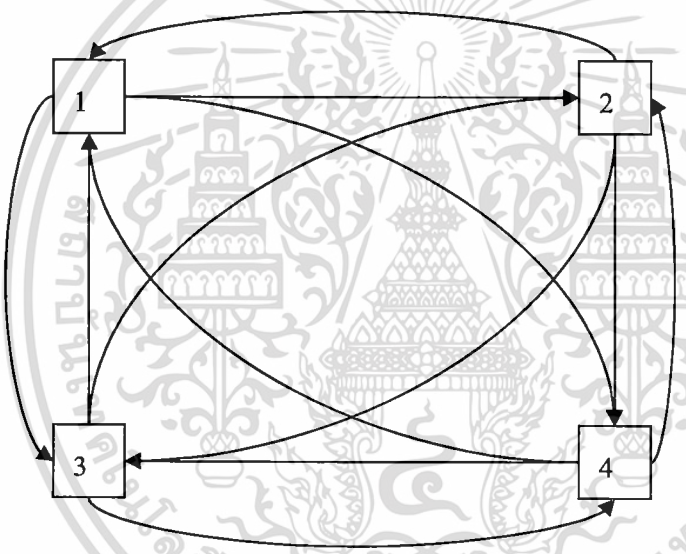
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

3.1 ตัวอย่างของปัญหาพนักงานขายแบบหลายวัตถุประสงค์

ธุรกิจการขนส่งนั้นในความเป็นจริง การขนส่งหนึ่งเที่ยวย่อมมีหลายวัตถุประสงค์ที่จะนำมาคำนวณเช่น เวลา ระยะทาง กำไร เป็นต้น ซึ่งในหัวข้อนี้ผู้ทำวิจัยได้จำลองตัวอย่างบางส่วนเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและประยุกต์ใช้ต่อไปตามกราฟและตารางข้างล่างต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างกราฟของตารางปัญหาพนักงานขาย

โดยมีวัตถุประสงค์ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3. 1 ตารางเวลาของตัวอย่างปัญหาพนักงานขาย

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4
จุดที่ 1	-	2	6	4
จุดที่ 2	5	-	2	6
จุดที่ 3	3	1	-	2
จุดที่ 4	4	5	3	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางผลกำไรของตัวอย่างปัญหาพนักงานขาย

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4
จุดที่ 1	-	3	4	3
จุดที่ 2	2	-	8	1
จุดที่ 3	9	5	-	5
จุดที่ 4	1	1	9	-

จากตัวอย่างข้างต้นในตารางที่ 3.1 นั้นแน่นอนว่าสิ่งที่ต้องการคือเวลาที่น้อยที่สุดซึ่งตรงข้ามกับตารางที่ 3.2 ที่ต้องการกำไรที่มากที่สุด

เมื่อคำนวณจากตารางที่ 3.1 แล้วจะได้เส้นทางคือ จากจุดที่ 1ไปจุดที่ 2 ไปจุดที่ 3 ไปจุดที่ 4 และกลับมาจุดที่ 1 โดยใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 10 แต่เมื่อนำเส้นทางมาคำนวณกับตารางที่ 3.2 พบว่าได้กำไรเพียง 17 จากค่าสูงสุดคือ 22

ในทางตรงกันข้าม ถ้านำตารางที่ 3.2 มาคำนวณ จะได้เส้นทางคือ จากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 ไปจุดที่ 4 ไปจุดที่ 3 และกลับมาจุดที่ 1 โดยจะได้กำไรมากที่สุดคือ 22 แต่จะใช้เวลาถึง 14 ซึ่งผลเฉลยทั้ง 2 แบบ นั้นจะขัดแย้งกันเอง และถ้าวัตถุประสงค์ที่ต้องการนั้นมีมากกว่า 2 วัตถุประสงค์ก็จะมีความซับซ้อนของปัญหามากขึ้นตามไปด้วย

3.2 แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายสำหรับปัญหาพนักงานขายแบบหลายวัตถุประสงค์ (Goal Programming Models - GP)

แบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายแบบ Weighted Goal Programming นั้นเขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการหาคำตอบของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์เพื่อไปใช้อ้างอิงกับวิธีการที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ โดยสมมติว่า มีเป้าหมายต้องการค่าที่น้อยที่สุด l ค่าและมีเป้าหมายต้องการค่าที่มากที่สุด m ค่า ตามเป้าหมายที่กำหนดให้ จะได้ว่า

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ

$$\min \quad p_1 d_1^+ + p_2 d_2^+ + \ldots + p_{l-1} d_{l-1}^+ + p_l d_l^+ + p_{l+1} d_{l+1}^- + p_{l+2} d_{l+2}^- + \ldots + p_{l+m-1} d_{l+m-1}^- + p_{l+m} d_{l+m}^- \tag{3.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดคือ

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(c_{ij}\right)_k x_{ij}\right)+d_k^- - d_k^+ = g_k$$

$$\forall k \in \{1,2,\ldots,l-1,l,l+1,\ldots,l+m-1,l+m\} \qquad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \qquad \forall i \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (3.3)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (3.4)$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad \forall i \ne j \qquad (3.5)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in \{1,2,\ldots,n\} \qquad (3.6)$$

โดย i, j คือ จุดยอดที่มีอยู่ n จุด

n คือ จำนวนของจุดยอด

k เป็นดัชนีที่มีค่าตั้งแต่ $1,2,3,\ldots,l,l+1,\ldots,l+m$

l เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่น้อยที่สุด

m เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่มากที่สุด

g_k คือ เป้าหมายที่เราต้องการของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ k

p_k คือ ค่าน้ำหนักที่แสดงถึงความสำคัญของวัตถุประสงค์ ควรจะต่างกันชัดเจน โดยเมื่อ $k = 1,2,\ldots,l$ จะเป็นแบบจำลองที่ต้องการหาค่าที่น้อยที่สุดตามเป้าหมาย g_k และเมื่อ $k = l+1, l+2, \ldots, l+m$ จะเป็นแบบจำลองที่ต้องการหาค่าที่มากที่สุดตามเป้าหมาย g_k

$\left(c_{ij}\right)_k$ คือ ค่าน้ำหนักจากจุดยอด i ไป j ที่วัตถุประสงค์ k

d_k^- คือ ค่าเป้าหมายลบด้วยคำตอบที่ได้ ณ วัตถุประสงค์ k กรณีที่ คำตอบที่ได้ ณ วัตถุประสงค์ k น้อยกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

d_k^+ คือ คำตอบที่ได้ ณ วัตถุประสงค์ k ลบด้วยเป้าหมาย กรณีที่ คำตอบที่ได้ ณ วัตถุประสงค์ k มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

แบบจำลองข้างต้นสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

สมการที่ (3.1) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าต่ำสุดของสมการ

สมการที่ (3.2) คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในแต่ละวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ได้ตามเป้าหมาย

ส่วนสมการ (3.3) ถึง (3.6) ความหมายจะเหมือนกับสมการ (2.2) ถึง (2.5) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3 แบบจำลองวัตถุประสงค์รวมสำหรับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Combined Objective Model, COM, for Multi-obj ATSP)

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถเปลี่ยนให้อยู่ในแบบจำลองโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มใน 2 วัตถุประสงค์ก่อนเพื่อพัฒนาในหลายๆ วัตถุประสงค์ได้

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าสูงสุด คือ

$$\max \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \tag{3.7}$$

จากฟังชันก์วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าน้อยที่สุด คือ

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \tag{3.8}$$

โดยจากตัวอย่างนั้นมีข้อจำกัดเดียวกัน คือ

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.9}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.10}$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad \forall i \ne j \tag{3.11}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.12}$$

โดย i, j คือ จุดที่มีอยู่ n จุด

n คือ จำนวนทั้งหมดของจุดยอด

$c_{ij}^{\max}$ คือ ค่าจากความต้องการของวัตถุประสงค์ที่มากที่สุด จาก i ไป j

$c_{ij}^{\min}$ คือ จากความต้องการของวัตถุประสงค์ที่น้อยที่สุด จาก i ไป j

x_{ij} คือ ตัวแปรการตัดสินใจ ถ้าผ่านเส้นเชื่อม ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่ให้เป็น 0

$g_{\max}$ คือเป้าหมายที่ต้องการของวัตถุประสงค์ที่มากที่สุด

$g_{\min}$ คือเป้าหมายที่ต้องการของวัตถุประสงค์ที่น้อยที่สุด

$p_{\max}$ ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ที่ต้องการผลรวมมากที่สุด

$p_{\min}$ ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ที่ต้องการผลรวมน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110616

กำหนดให้ $g_{\max}$ เป็นเป้าหมายของแบบจำลองที่ (3.7) และ $g_{\min}$ เป็นเป้าหมายของแบบจำลองที่ (3.8) จะได้ว่า

$$g_{\max} \geq \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \tag{3.13}$$

และ

$$g_{\min} \leq \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \tag{3.14}$$

เพราะโดยทั่วไปนั้นถ้าค่าที่ได้ถึงเป้าหมายมากพออยู่แล้วก็จะต้องการเป้าหมายใหม่ที่มากยิ่งขึ้นจึงสอดคล้องกับแบบจำลองที่ (3.13) ในทางกลับกันถ้าได้เป้าหมายที่มีค่าน้อยอยู่แล้วก็จะต้องการเป้าหมายที่ลดลงไปอีกจึงสอดคล้องกับแบบจำลองที่ (3.14)
จากแบบจำลองที่ (3.7) และ (3.8) สามารถจัดรูปใหม่เป็น

$$g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \geq 0 \tag{3.15}$$

$$-g_{\min} + \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \geq 0 \tag{3.16}$$

ซึ่งเมื่อนำค่าถ่วงน้ำหนักมาคิดหาค่าเฉลี่ยโดยให้ $p_{\max}$ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของ (3.15) และให้ $p_{\min}$ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของ (3.16) โดยที่ $P_{\max}, P_{\min} > 0$ ได้ว่า

$$\frac{p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij}\right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij}\right)}{p_{\max} + p_{\min}} \geq 0 \tag{3.17}$$

$$p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij}\right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij}\right) \geq 0 \tag{3.18}$$

ถ้าผลเฉลยที่ได้นั้นเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือก็คือ

$$g_{\max} = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \tag{3.19}$$

และ

$$g_{\min} = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \tag{3.20}$$

จะได้ว่า

$$p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij}\right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij}\right) = 0 \tag{3.21}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าผลเฉลยที่ได้นั้นดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือก็คือ

$$g_{\max} \le \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \tag{3.22}$$

$$g_{\min} \ge \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \tag{3.23}$$

ซึ่งทำให้ $$p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \right) \le 0 \tag{3.24}$$

เพราะฉะนั้นค่าของ

$$p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \right)$$

ยิ่งน้อยลง และทำให้ผลเฉลยของทั้ง 2 วัตถุประสงค์นั้นยิ่งดีขึ้น ซึ่งจะได้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ใหม่เป็น

$$\min \quad p_{\max}\left(g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{\max} x_{ij} \right) + p_{\min}\left(-g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{\min} x_{ij} \right) \tag{3.25}$$

เนื่องจากแบบจำลองที่ (3.25) สามารถลดรูปได้เป็น

$$\min \quad \left(p_{\max} g_{\max} - \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} p_{\max} c_{ij}^{\max} x_{ij} \right) + \left(-p_{\min} g_{\min} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} p_{\min} c_{ij}^{\min} x_{ij} \right)$$

จากข้อจำกัดในแบบจำลองที่ (3.9), (3.10) และ (3.11)
จะได้ว่า $x_{ij} = 1$ มี n ตัว ตามเส้นเชื่อมของปัญหาพนักงานขาย นอกจากนั้น $x_{ij} = 0$ จะกระจายได้ว่า

$$\left(p_{\max} g_{\max} - \left(\underbrace{\left(p_{\max} c_{ij}^{\max}\right) + \ldots + \left(p_{\max} c_{ij}^{\max}\right)}_{n} + \underbrace{0 + \ldots + 0}_{nn-n} \right) \right)$$
$$+ \left(-p_{\min} g_{\min} + \left(\underbrace{\left(p_{\min} c_{ij}^{\min}\right) + \ldots + \left(p_{\min} c_{ij}^{\min}\right)}_{n} + \underbrace{0 + \ldots + 0}_{nn-n} \right) \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \left(\underbrace{p_{\max}\left(\left(\frac{g_{\max}}{n}\right)-\left(c_{ij}^{\max}\right)\right)+\ldots+p_{\max}\left(\left(\frac{g_{\max}}{n}\right)-\left(c_{ij}^{\max}\right)\right)}_{n} \right)$$

$$+ \left(\underbrace{p_{\min}\left(c_{ij}^{\min}-\frac{g_{\min}}{n}\right)+\ldots+p_{\min}\left(c_{ij}^{\min}-\frac{g_{\min}}{n}\right)}_{n} \right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(p_{\max}\left(\left(\frac{g_{\max}}{n}\right)-\left(c_{ij}^{\max}\right)\right)+p_{\min}\left(c_{ij}^{\min}-\frac{g_{\min}}{n}\right)\right)x_{ij}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ คือ

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} h_{ij}x_{ij} \tag{3.26}$$

โดย

$$h_{ij} = p_{\max}\left(\left(\frac{g_{\max}}{n}\right)-\left(c_{ij}^{\max}\right)\right)+p_{\min}\left(c_{ij}^{\min}-\frac{g_{\min}}{n}\right) \tag{3.27}$$

และข้อจำกัดคือ

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.28}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.29}$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad \forall i \ne j \tag{3.30}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.31}$$

ในข้างต้นได้กล่าวถึงวิธีการของ COM หารูปแบบของปัญหาพนักงานขายแบบที่มี 2 วัตถุประสงค์ ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการปรับปรุงแบบจำลองโดยวิธีการนั้นจะคล้ายกับข้างต้นแต่จะเป็นในหลายวัตถุประสงค์แทนโดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าสูงสุดมี m วัตถุประสงค์คือ

$$\max \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{1}x_{ij}\ ,\ \max \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{2}x_{ij}\ ,\ldots,\max \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{m}x_{ij} \tag{3.32}$$

จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าน้อยที่สุดมี l วัตถุประสงค์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{m+1}x_{ij} \ , \ \min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{m+2}x_{ij} \ ,\ldots, \min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{m+l}x_{ij} \qquad (3.33)$$

โดยจากตัวอย่างนั้นมีข้อจำกัดเดียวกัน คือ

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i \in \{1,2,3,\ldots,n\} \qquad (3.34)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \qquad (3.35)$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad i \ne j \qquad (3.36)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad i,j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \qquad (3.37)$$

โดย i, j คือ จุดยอดที่มีอยู่ n จุด

n คือ จำนวนของจุดยอด

l เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่น้อยที่สุด

m เป็นดัชนีที่แสดงจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่มากที่สุด

c_{ij}^{m} คือค่าจากความต้องการของวัตถุประสงค์ที่มากที่สุด จาก i ไป j ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, m$

c_{ij}^{m+l} คือค่าจากความต้องการของวัตถุประสงค์ที่น้อยที่สุด จาก i ไป j ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, l$

x_{ij} คือ ตัวแปรการตัดสินใจ ถ้าผ่านเส้นเชื่อม ให้เป็น 1 ถ้าไม่ใช่ให้เป็น 0

g^{m} คือเป้าหมายที่ต้องการของวัตถุประสงค์ที่มากที่สุด ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, m$

g^{m+l} คือเป้าหมายที่ต้องการของวัตถุประสงค์ที่น้อยที่สุด ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, l$

p^{m} ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ที่ต้องการผลรวมมากที่สุด ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, m$

p^{m+l} ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ที่ต้องการผลรวมน้อยที่สุด ของวัตถุประสงค์ที่ $1,2,\ldots, l$

กำหนดเป้าหมายให้ g^{m} เป็นเป้าหมายของแบบจำลองที่ (3.32) และ g^{m+l} เป็นเป้าหมายของแบบจำลองที่ (3.33) จะได้ว่า

$$g^{1} \ge \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{1}x_{ij} \ , g^{2} \ge \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{2}x_{ij} \ , \ldots , g^{m} \ge \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{m}x_{ij} \qquad (3.38)$$

และ $$g^{m+1} \le \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{m+1}x_{ij} \ , g^{m+2} \le \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{m+2}x_{ij} \ , \ldots , g^{m+l} \le \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n} c_{ij}^{m+l}x_{ij} \qquad (3.39)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะโดยทั่วไปนั้นถ้าค่าที่ได้ถึงเป้าหมายมากพออยู่แล้ว ก็จะต้องการเป้าหมายใหม่ที่มากยิ่งขึ้น จึงสอดคล้องกับแบบจำลองที่ (3.38) ในทางกลับกันถ้าได้เป้าหมายที่มีค่าน้อยอยู่แล้วก็จะต้องการเป้าหมายที่ลดลงไปอีกจึงสอดคล้องกับสมการที่ (3.39)
จากแบบจำลองที่ (3.38) และ (3.39) สามารถจัดรูปใหม่เป็น

$$g^1-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^1x_{ij}\geq 0,\ g^2-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^2x_{ij}\geq 0,\ \ldots,\ g^m-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^mx_{ij}\geq 0 \tag{3.40}$$

$$-g^{m+1}+\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+1}x_{ij}\geq 0\ ,\ -g^{m+2}+\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+2}x_{ij}\geq 0,\ \ldots,\ -g^{m+l}+\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+l}x_{ij}\geq 0 \tag{3.41}$$

นำค่าถ่วงน้ำหนักมาคิดหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก $p^1,\ p^2,\ldots,p^m,p^{m+1},p^{m+2},\ldots,p^{m+l}>0$

$$p^1\left(g^1-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^1x_{ij}\right)+p^2\left(g^2-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^2x_{ij}\right)+\ldots+p^m\left(g^m-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^mx_{ij}\right)$$
$$+p^{m+1}\left(-g^{m+1}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+1}x_{ij}\right)+p^{m+2}\left(-g^{m+2}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+2}x_{ij}\right)+\ldots+p^{m+l}\left(-g^{m+l}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+l}x_{ij}\right)\geq 0 \tag{3.42}$$

แต่ถ้าผลเฉลยที่ได้นั้นเป็นไปตามเป้าหมายหรือดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือก็คือ

$$g^1\leq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^1x_{ij}\ ,\ g^2\leq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^2x_{ij}\ ,\ldots,g^m\leq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^mx_{ij} \tag{3.43}$$

$$g^{m+1}\geq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+1}x_{ij}\ ,\ g^{m+2}\geq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+2}x_{ij}\ ,\ldots,g^{m+l}\geq\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^{m+l}x_{ij} \tag{3.44}$$

ซึ่งทำให้

$$p^1\left(g^1-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^1x_{ij}\right)+p^2\left(g^2-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^2x_{ij}\right)+\ldots+p^m\left(g^m-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^mx_{ij}\right)$$
$$+p^{m+1}\left(-g^{m+1}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+1}x_{ij}\right)+p^2\left(-g^2+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+2}x_{ij}\right)+\ldots+p^{m+l}\left(-g^{m+l}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+l}x_{ij}\right)\leq 0 \tag{3.45}$$

เพราะฉะนั้นค่าของ (3.45) ยิ่งน้อยลง ผลเฉลยของ วัตถุประสงค์นั้นยิ่งดีขึ้น จะได้สมการวัตถุประสงค์ใหม่ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\min\left(\begin{array}{l} p^1\left(g^1-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^1x_{ij}\right)+p^2\left(g^2-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^2x_{ij}\right)+\ldots+p^m\left(g^m-\sum_i^n\sum_j^n c_{ij}^mx_{ij}\right) \\ +p^{m+1}\left(-g^{m+1}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+1}x_{ij}\right)+p^{m+2}\left(-g^{m+2}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+2}x_{ij}\right)+\ldots+p^{m+l}\left(-g^{m+l}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n c_{ij}^{m+l}x_{ij}\right) \end{array}\right) \tag{3.46}$$

เนื่องจากแบบจำลองที่ (3.15) สามารถลดรูปได้

$$\min\left(\begin{array}{l} \left(p^1g^1-\sum_i^n\sum_j^n p^1c_{ij}^1x_{ij}\right)+\left(p^2g^2-\sum_i^n\sum_j^n p^2c_{ij}^2x_{ij}\right)+\ldots+\left(p^mg^m-\sum_i^n\sum_j^n p^mc_{ij}^mx_{ij}\right) \\ +\left(-p^{m+1}g^{m+1}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n p^{m+1}c_{ij}^{m+1}x_{ij}\right)+\left(-p^{m+2}g^{m+2}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n p^{m+2}c_{ij}^{m+2}x_{ij}\right) \\ +\ldots+\left(-p^{m+l}g^{m+l}+\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^n p_{\min}^l c_{ij}^{\min l}x_{ij}\right) \end{array}\right)$$

จากข้อจำกัดในสมการที่ (3.33) สมการที่ (3.35) และ สมการที่ (3.36)
จะได้ว่า $x_{ij}=1$ ได้ n ตัว ตามเส้นเชื่อมของปัญหาพนักงานขาย นอกจากนั้น $x_{ij}=0$ จะกระจายได้ว่า

$$\left(\begin{array}{l} \left(p^1g^1-\left(\underbrace{\left(p^1c_{ij}^1\right)+\ldots+\left(p^1c_{ij}^1\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \\ +\left(p^2g^2-\left(\underbrace{\left(p^2c_{ij}^2\right)+\ldots+\left(p^2c_{ij}^2\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \\ +\ldots \\ +\left(p^mg^m-\left(\underbrace{\left(p^mc_{ij}^m\right)+\ldots+\left(p^mc_{ij}^m\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \\ +\left(-p^{m+1}g^{m+1}+\left(\underbrace{\left(p^{m+1}c_{ij}^{m+1}\right)+\ldots+\left(p^{m+1}c_{ij}^{m+1}\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \\ +\left(-p^{m+2}g^{m+2}+\left(\underbrace{\left(p^{m+2}c_{ij}^{m+2}\right)+\ldots+\left(p^{m+2}c_{ij}^{m+2}\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \\ +\ldots \\ +\left(-p^{m+l}g^{m+l}+\left(\underbrace{\left(p^{m+l}c_{ij}^{m+l}\right)+\ldots+\left(p^{m+l}c_{ij}^{m+l}\right)}_{n}+\underbrace{0+\ldots+0}_{nn-n}\right)\right) \end{array}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
= \left(\begin{array}{l}
\left(\underbrace{p^1\left(\left(\frac{g^1}{n}\right)-\left(c_{ij}^1\right)\right)+\ldots+p^1\left(\left(\frac{g^1}{n}\right)-\left(c_{ij}^1\right)\right)}_{n} \right) \\
+\left(\underbrace{p^2\left(\left(\frac{g^2}{n}\right)-\left(c_{ij}^2\right)\right)+\ldots+p^2\left(\left(\frac{g^2}{n}\right)-\left(c_{ij}^2\right)\right)}_{n} \right) \\
+\ldots \\
+\left(\underbrace{p^m\left(\left(\frac{g^m}{n}\right)-\left(c_{ij}^m\right)\right)+\ldots+p^m\left(\left(\frac{g^m}{n}\right)-\left(c_{ij}^m\right)\right)}_{n} \right) \\
+\left(\underbrace{p^1\left(\left(c_{ij}^{m+1}\right)-\left(\frac{g^{m+1}}{n}\right)\right)+\ldots+p^{m+1}\left(\left(c_{ij}^{m+1}\right)-\left(\frac{g^{m+1}}{n}\right)\right)}_{n} \right) \\
+\left(\underbrace{p^{m+2}\left(\left(c_{ij}^{m+2}\right)-\left(\frac{g^{m+2}}{n}\right)\right)+\ldots+p^{m+2}\left(\left(c_{ij}^{m+2}\right)-\left(\frac{g^{m+2}}{n}\right)\right)}_{n} \right) \\
+\ldots \\
+\left(\underbrace{p^{m+l}\left(\left(c_{ij}^{m+l}\right)-\left(\frac{g^{m+l}}{n}\right)\right)+\ldots+p^{m+l}\left(\left(c_{ij}^{m+l}\right)-\left(\frac{g^{m+l}}{n}\right)\right)}_{n} \right)
\end{array} \right)
$$

$$
= \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \left(\begin{array}{l}
p^1\left(\left(\frac{g^1}{n}\right)-\left(c_{ij}^1\right)\right)+p^2\left(\left(\frac{g^2}{n}\right)-\left(c_{ij}^2\right)\right)+\ldots+p^m\left(\left(\frac{g^m}{n}\right)-\left(c_{ij}^m\right)\right) \\
+p^{m+1}\left(\left(c_{ij}^{m+1}\right)-\left(\frac{g^{m+1}}{n}\right)\right)+p^{m+2}\left(\left(c_{ij}^{m+2}\right)-\left(\frac{g^{m+2}}{n}\right)\right)+\ldots+p^{m+l}\left(\left(c_{ij}^{m+l}\right)-\left(\frac{g^{m+l}}{n}\right)\right)
\end{array} \right) x_{ij}
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการวัตถุประสงค์ของปัญหาพนักงานขายที่มีมากกว่า 2 วัตถุประสงค์ คือ

$$\min \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} k_{ij}x_{ij} \tag{3.47}$$

โดย

$$k_{ij} = \left(\begin{array}{l} p^1\left(\left(\frac{g^1}{n}\right)-\left(c_{ij}^1\right)\right)+p^2\left(\left(\frac{g^2}{n}\right)-\left(c_{ij}^2\right)\right)+\ldots+p^m\left(\left(\frac{g^m}{n}\right)-\left(c_{ij}^m\right)\right) \\ +p^{m+1}\left(\left(c_{ij}^{m+1}\right)-\left(\frac{g^{m+1}}{n}\right)\right)+p^{m+2}\left(\left(c_{ij}^{m+2}\right)-\left(\frac{g^{m+2}}{n}\right)\right)+\ldots+p^{m+l}\left(\left(c_{ij}^{m+l}\right)-\left(\frac{g^{m+l}}{n}\right)\right) \end{array} \right) \tag{3.48}$$

และข้อจำกัดคือ

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.49}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.50}$$

$$x_{ij} + x_{ji} \le 1 \qquad i \ne j \tag{3.51}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad i,j \in \{1,2,3,\ldots,n\} \tag{3.52}$$

จากแบบจำลองที่เห็นข้างต้นนั้นจะสอดคล้องกับแบบจำลองที่ทำการปรับปรุงใน 2 วัตถุประสงค์ จึงกล่าวได้ว่า แบบจำลองที่ (3.48)-(3.52) นั้นใช้ได้ในรูปแบบของปัญหาพนักงานขายที่มีหลายวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการที่ปรับปรุงใหม่กับแบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายในการหาผลเฉลยของ ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ โดยที่เราจะสมมติให้ ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุด เปรียบเสมือนความต้องการของระยะทางที่น้อยที่สุดและ ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุด เปรียบเสมือนความต้องการในผลกำไรที่มากที่สุด ที่มีจำนวนจุดยอด เป้าหมายที่แตกต่างกัน และค่าถ่วงน้ำหนักในลักษณะต่างๆ โดยเทียบด้วยค่าที่ต่ำที่สุดของสมการวัตถุประสงค์ของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเป้าหมายเป็นเกณฑ์ ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2003

4.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์

4.1.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 5 จุด

ในลักษณะนี้จะสามารถเขียนเมทริกซ์ขนาด 5x5 ได้โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 5x5

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
จุดที่ 1	-	3	2	2	4
จุดที่ 2	10	-	3	2	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1
จุดที่ 4	2	2	4	-	1
จุดที่ 5	4	1	3	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 5x5

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
จุดที่ 1	-	4	3	5	7
จุดที่ 2	2	-	2	2	8
จุดที่ 3	3	3	-	1	9
จุดที่ 4	2	4	1	-	2
จุดที่ 5	1	2	4	3	-

จากตารางที่ 4.1 จะได้ผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 8 และจากตารางที่ 4.2 จะได้ผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดมีค่าเท่ากับ 24

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่กำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรก กำหนดให้ $p_{\max}$, $p_{\min}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max}$ และ $p_{\min}$ เป็น 5 เท่า

ส่วนที่สอง กำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 5 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

เงื่อนไข	$p_{max} > p_{min}$ (5 > 1)		$p_{max} = p_{min}$ (1 = 1)		$p_{max} < p_{min}$ (1 < 5)	
(g_{max}, g_{min})	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal
(24,8)	(24,15,7)	(24,15,7)	(18,8,6)	(18,8,6)	(18,8,6)	(18,8,6)
(32,15)	(24,15,40)	(24,15,40)	**(24,15,8)**	**(18,8,14)**	**(24,15,18)**	**(15,12,17)**
(20,5)	**(20,11,6)**	**(21,12,7)**	(18,8,5)	(18,8,5)	(18,8,17)	(18,8,17)
(32,5)	(24,15,50)	(24,15,50)	(18,8,17)	(18,8,17)	(18,8,29)	(18,8,29)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (20,5)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (32,15)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (32,15)

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย (goal) ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อสามารถพิจารณาได้ว่าในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลหรือไม่อย่างไร

4.1.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุด

จะได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 6x6

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-

โดยวิธีการคำนวณนั้นจะเหมือนกับหัวข้อ 4.1 จากตารางที่ 4.4 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 11 และจากตารางที่ 4.5 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 31

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่กำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรก กำหนดให้ $p_{\max}, p_{\min}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max}$ และ $p_{\min}$ เป็น 5 เท่า

ส่วนที่สอง กำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

เงื่อนไข	$p_{max} > p_{min}$ (5 > 1)		$p_{max} = p_{min}$ (1 = 1)		$p_{max} < p_{min}$ (1 < 5)	
(g_{max}, g_{min})	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal
(31,11)	(31,19,8)	(31,19,8)	(28,14,6)	(27,13,6)	(23,11,8)	(23,11,8)
(40,18)	(31,49,46)	(31,19,46)	**(31,19,10)**	**(28,14,12)**	**(29,18,5)**	**(23,11,17)**
(28,8)	**(28,14,6)**	**(31,19,11)**	(28,14,6)	(28,14,6)	(23,11,20)	(23,11,20)
(40,8)	(31,19,56)	(31,19,56)	(28,14,18)	(28,14,18)	(23,11,32)	(23,11,32)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (28,8)

เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (40,18)

เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (40,18)

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลหรือไม่อย่างไร

4.1.3 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุด

จะได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 8x8

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3	4	6
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2	8	3
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4	2	7
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	7	3
จุดที่ 7	5	5	3	7	9	6	-	9
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	4	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3	6	2
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2	1	3
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4	2	5
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-	6	8
จุดที่ 7	2	3	5	9	7	4	-	7
จุดที่ 8	5	4	1	5	6	3	2	-

โดย จากตารางที่ 4.7 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 17 และจากตารางที่ 4.8 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 49 โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่กำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรก กำหนดให้ $p_{\max}, p_{\min}$ เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์ควรจะแตกต่างกันชัดเจน โดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max}$ และ $p_{\min}$ เป็น 5 เท่า

ส่วนที่สอง กำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

เงื่อนไข	$p_{max} > p_{min}$ (5 > 1)		$p_{max} = p_{min}$ (1 = 1)		$p_{max} < p_{min}$ (1 < 5)	
(g_{max}, g_{min})	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal
(49,17)	(48,26,14)	(48,26,14)	(45,22,9)	(45,22,9)	(34,17,15)	(34,17,15)
(55,25)	(48,26,36)	(48,26,36)	**(47,25,8)**	**(45,22,10)**	**(46,25,9)**	**(34,17,21)**
(40,10)	**(40,19,9)**	**(48,26,16)**	**(40,19,9)**	**(45,22,12)**	(34,17,41)	(34,17,41)
(55,10)	(48,26,51)	(48,26,51)	(45,22,22)	(45,22,22)	(34,17,56)	(34,17,56)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ $(40,10)$
เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ $(40,10)$
เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ $(55,25)$
เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ $(55,25)$

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลหรือไม่อย่างไร

4.1.4 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 10 จุด

จะได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 10x10

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3	4	6	5	4
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7	9	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5	7	6
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2	8	3	5	1
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4	2	7	3	3
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	7	3	7	8
จุดที่ 7	5	5	3	7	9	6	-	9	3	2
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	4	2	-	8	7
จุดที่ 9	4	4	8	7	4	7	1	8	-	6
จุดที่ 10	6	9	4	6	6	2	4	9	4	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 10x10

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3	6	2	8	1
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2	1	3	6	2
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4	2	5	3	3
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4	2	6
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9	5	5
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-	6	8	8	4
จุดที่ 7	2	3	5	9	7	4	-	7	7	7
จุดที่ 8	5	4	1	5	6	3	2	-	1	8
จุดที่ 9	4	2	9	7	7	4	1	6	-	9
จุดที่ 10	7	3	5	6	3	2	3	4	2	-

โดย จากตารางที่ 4.10 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 20 และจากตารางที่ 4.11 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 70

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่กำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรก กำหนดให้ $p_{\max}, p_{\min}$ ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max}$ และ $p_{\min}$ เป็น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สอง กำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 10 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

เงื่อนไข	$p_{max} > p_{min}$ (5 > 1)		$p_{max} = p_{min}$ (1 = 1)		$p_{max} < p_{min}$ (1 < 5)	
(g_{max}, g_{min})	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal
(70,20)	(70,46,26)	(70,46,26)	(61,29,18)	(61,29,18)	(43,20,22)	(43,20,22)
(90,30)	(70,46,116)	(70,46,116)	(63,32,29)	(61,29,29)	**(61,30,29)**	**(43,20,47)**
(50,10)	**(52,23,13)**	**(70,46,36)**	**(52,23,13)**	**(61,29,30)**	(43,20,97)	(43,20,97)
(90,10)	(70,46,136)	(70,46,136)	(61,29,48)	(61,29,48)	(43,20,97)	(43,20,97)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (50,10)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (50,10)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (90,30)

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลหรือไม่อย่างไร

4.1.5 ปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 12 จุด

จะได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.13 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมต่ำที่สุดขนาด 12x12

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10	จุดที่ 11	จุดที่ 12
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3	4	6	5	4	5	7
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7	9	5	6	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5	7	6	9	3
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2	8	3	5	1	8	9
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4	2	7	3	3	7	5
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	7	3	7	8	4	1
จุดที่ 7	5	5	3	7	9	6	-	9	3	2	2	4
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	4	2	-	8	7	3	6
จุดที่ 9	4	4	8	7	4	7	1	8	-	6	1	8
จุดที่ 10	6	9	4	6	6	2	4	9	4	-	5	2
จุดที่ 11	5	7	6	2	8	3	9	5	8	5	-	6
จุดที่ 12	3	4	5	1	4	6	2	7	3	6	5	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 12x12

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10	จุดที่ 11	จุดที่ 12
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3	6	2	8	1	3	2
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2	1	3	6	2	5	3
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4	2	5	3	3	9	5
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4	2	6	5	4
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9	5	5	7	9
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-	6	8	8	4	6	8
จุดที่ 7	2	3	5	9	7	4	-	7	7	7	4	7
จุดที่ 8	5	4	1	5	6	3	2	-	1	8	2	6
จุดที่ 9	4	2	9	7	7	4	1	6	-	9	3	8
จุดที่ 10	7	3	5	6	3	2	3	4	2	-	5	1
จุดที่ 11	8	6	6	3	8	7	1	4	6	7	-	3
จุดที่ 12	4	8	1	6	9	2	3	5	8	6	3	-

โดยจากตารางที่ 4.13 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 24 และจากตารางที่ 4.14 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 92 และจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่กำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรกกำหนดให้ $p_{\max}, p_{\min}$ ค่าน้ำหนักความสำคัญของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max}$ และ $p_{\min}$ เป็น 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองกำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 2 วัตถุประสงค์ที่มีจุดยอดอยู่ 12 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

เงื่อนไข	$p_{max} > p_{min}$ (5 > 1)		$p_{max} = p_{min}$ (1 = 1)		$p_{max} < p_{min}$ (1 < 5)	
(g_{max}, g_{min})	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal	ผลเฉลยของ GP max, min, goal	ผลเฉลยของ COM max, min, goal
(92,24)	(92,69,45)	(92,69,45)	(74,34,28)	(74,34,28)	(57,24,35)	(57,24,35)
(110,40)	(92,69,119)	(92,69,119)	(78,40,32)	(74,34,32)	**(79,40,31)**	**(57,24,53)**
(70,14)	**(70,30,16)**	**(92,69,55)**	**(70,30,16)**	**(61,31,17)**	(47,24,63)	(57,24,63)
(110,14)	(92,69,145)	(92,69,145)	(74,34,56)	(74,34,56)	(57,24,103)	(57,24,103)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (70,14)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (70,14)
เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และ $(g_{\max}, g_{\min})$ ที่ (110,40)

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลหรือไม่อย่างไร

4.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์

ในปัญหาปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ได้ทำการทดลองในกรณีต่างๆ แล้วเปรียบเทียบซึ่งคล้ายกับหัวข้อที่แล้วแต่ในหัวข้อนี้ได้สนใจแถวหรือหลักในตารางผลการทดลองที่ให้ค่าเหมือนกันมากที่สุด แล้วมาทำการสรุปผลโดยรวมซึ่งการทดลองมีกรณีต่างๆ ต่อไปนี้

4.2.1 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 6 จุดยอด

จากตารางวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.16 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 1

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-

ตารางที่ 4.18 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 2

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-

จากตารางที่ 4.16 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 11 จากตารางที่ 4.17 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 31 และจากตารางที่ 4.18 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 24

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่ทำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรกกำหนดให้ $p_{\min}, p_{\max 1}, p_{\max 2}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\min}$, $p_{\max 1}$ และ $p_{\max 2}$ เป็น 1 เท่า 5 เท่า และ10 เท่า

ส่วนที่สองกำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

	$p_{max1} = p_{min1} = p_{max2}$		$p_{max1} = p_{min1} > p_{max2}$		$p_{max1} = p_{min1} < p_{max2}$		$p_{max1} = p_{max2} > p_{min1}$	
	p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{max2}=1		p_{max1}=5 ,p_{min1}=5, p_{max2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{max2}=5		p_{max1}=5,p_{min1}=1, p_{max2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
31,11,24	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
40,11,24	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
26,11,24	**20,20,26(goal13)**	**22,20,31(goal15)**	**13,13,26(goal21)**	**14,12,28(goal27)**	25,23,25	25,23,25	**24,22,29(goal23)**	**22,20,31(goal31)**
31,8,24	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
31,15,24	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal26)**	**14,12,28(goal22)**	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
31,11,16	19,17,31	19,17,31	14,12,28	14,12,28	**19,17,31(goal8)**	**25,23,25(goal20)**	**19,17,31(goal8)**	**22,20,31(goal11)**
31,11,30	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	24,22,29	24,22,29	22,20,31	22,20,31
31,15,30	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal32)**	**14,12,28(goal33)**	24,22,29	24,22,29	22,20,31	22,20,31
40,11,30	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	24,22,29	24,22,29	22,20,31	22,20,31
40,15,24	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal71)**	**14,12,28(goal72)**	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
31,8,16	19,17,31	19,17,31	14,12,28	14,12,28	**19,17,31(goal11)**	**25,23,25(goal23)**	**19,17,31(goal11)**	**22,20,31(goal14)**
26,11,16	**13,13,26(goal5)**	**19,17,31(goal9)**	**13,13,26(goal13)**	**14,12,28(goal19)**	**16,16,25(goal6)**	**24,22,29(goal13)**	**18,16,27(goal7)**	**22,20,31(goal11)**
26,8,24	**20,20,26(goal16)**	**22,20,31(goal18)**	**13,13,26(goal36)**	**14,12,28(goal42)**	25,23,25	25,23,25	**24,22,29(goal31)**	**22,20,31(goal34)**
31,15,16	19,17,31	19,17,31	**15,13,28(goal18)**	**14,12,28(goal19)**	**19,17,31(goal4)**	**25,23,25(goal16)**	**19,17,31(goal4)**	**22,20,31(goal7)**
31,8,30	22,20,31	22,20,31	14,12,28	14,12,28	25,23,25	25,23,25	22,20,31	22,20,31
40,11,16	19,17,31	19,17,31	14,12,28	14,12,28	**19,17,31(goal17)**	**24,22,29(goal24)**	**19,17,31(goal53)**	**22,20,31(goal56)**
40,8,24	22,20,31(goal27)	19,17,31(goal27)	14,12,28	14,12,28	24,22,29	24,22,29	22,20,31	22,20,31
26,11,30	**13,13,26(goal19)**	**19,17,31(goal21)**	**13,13,26(goal27)**	**14,12,28(goal33)**	**25,23,25(goal50)**	**24,22,29(goal53)**	**24,22,28(goal53)**	**22,20,31(goal61)**
26,15,24	**20,20,26(goal9)**	**22,20,31(goal11)**	**15,15,27(goal9)**	**14,12,28(goal12)**	**25,23,25(goal16)**	**24,22,29(goal19)**	**24,22,28(goal19)**	**22,20,31(goal27)**
40,8,30	19,17,31	19,17,31	14,12,28	14,12,28	24,22,29	24,22,29	22,20,31	22,20,31

ตารางที่ 4.20 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} = p_{max2} < p_{min1}$		$p_{min1} = p_{max2} > p_{max1}$		$p_{min1} = p_{max2} < p_{max1}$		$p_{max1} > p_{min1} > p_{max2}$	
	p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{max2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{max2}=5		p_{max1}=5 ,p_{min1}=1, p_{max2}=1		p_{max1}=10 ,p_{min1}=5, p_{max2}=1	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
31,11,24	11,11,23	11,11,23	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
40,11,24	11,11,23	11,11,23	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
26,11,24	11,11,23	11,11,23	20,20,26(goal65)	20,20,27(goal65)	**20,20,26(goal13)**	**19,17,31(goal15)**	**13,13,26(goal21)**	**19,17,31(goal47)**
31,8,24	11,11,23	11,11,23	15,15,27	15,15,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
31,15,24	**15,15,27(goal13)**	**11,11,23(goal21)**	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
31,11,16	11,11,23	11,11,23	**15,15,27(goal29)**	**20,20,27(goal54)**	19,17,31	19,17,31	19,17,31	19,17,31
31,11,30	11,11,23	11,11,23	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
31,15,30	**15,15,27(goal19)**	**11,11,23(goal27)**	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
40,11,30	11,11,23	11,11,23	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
40,15,24	**15,15,27(goal22)**	**11,11,23(goal30)**	20,20,27	20,20,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
31,8,16	11,11,23	11,11,23	15,15,27	15,15,27	19,17,31	19,17,31	19,17,31	19,17,31
26,11,16	11,11,23	11,11,23	13,13,26(goal25)	15,15,27(goal15)	**13,13,26(goal5)**	**22,20,31(goal11)**	**13,13,26(goal13)**	**19,17,31(goal40)**
26,8,24	11,11,23	11,11,23	20,20,26(goal80)	20,20,27(goal80)	**20,20,26(goal16)**	**19,17,31(goal18)**	**13,13,26(goal36)**	**19,17,31(goal62)**
31,15,16	**15,15,27(goal5)**	**11,11,23(goal13)**	15,15,27	15,15,27	19,17,31	19,17,31	19,17,31	19,17,31
31,8,30	11,11,23	11,11,23	15,15,27	15,15,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31
40,11,16	11,11,23	11,11,23	15,15,27	15,15,27	19,17,31	19,17,31	19,17,31	19,17,31
40,8,24	11,11,23	11,11,23	20,20,27	20,20,27	19,17,31	19,17,31	19,17,31	19,17,31
26,11,30	11,11,23	11,11,23	20,20,26(goal95)	20,20,27(goal95)	**20,20,26(goal19)**	**19,17,31(goal21)**	**13,13,26(goal27)**	**19,17,31(goal53)**
26,15,24	**15,15,27(goal9)**	**11,11,23(goal16)**	20,20,26(goal46)	20,20,27(goal46)	**20,20,26(goal9)**	**19,17,31(goal11)**	**15,15,27(goal9)**	**19,17,31(goal27)**
40,8,30	11,11,23	11,11,23	15,15,27	15,15,27	22,20,31	22,20,31	19,17,31	19,17,31

ตารางที่ 4.21 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} > p_{max2} > p_{min1}$		$p_{min1} > p_{max1} > p_{max2}$		$p_{min1} > p_{max2} > p_{max1}$	
	p_{max1}=10,p_{min1}=1, p_{max2}=5		p_{max1}=5 ,p_{min1}=10 , p_{max2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=10, p_{max2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
31,11,24	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
40,11,24	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
26,11,24	**24,22,29(goal23)**	**22,20,31(goal31)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
31,8,24	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
31,15,24	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal26)**	**11,11,23(goal53)**	**15,15,27(goal45)**	**11,11,23(goal73)**
31,11,16	**19,17,31(goal8)**	**22,20,31(goal11)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
31,11,30	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
31,15,30	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal32)**	**11,11,23(goal59)**	**15,15,27(goal79)**	**11,11,23(goal103)**
40,11,30	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
40,15,24	22,20,31	22,20,31	**15,13,28(goal71)**	**11,11,23(goal98)**	**15,15,27(goal58)**	**11,11,23(goal82)**
31,8,16	**19,17,31(goal11)**	**22,20,31(goal14)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
26,11,16	**18,16,27(goal7)**	**22,20,31(goal11)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
26,8,24	**24,22,29(goal26)**	**22,20,31(goal36)**	**11,11,23**	**11,11,23**	**11,11,23**	**11,11,23**
31,15,16	**19,17,31(goal4)**	**22,20,31(goal7)**	**15,13,28(goal18)**	**11,11,23(goal45)**	**15,15,27(goal9)**	**11,11,23(goal33)**
31,8,30	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
40,11,16	**19,17,31(goal98)**	**22,20,31(goal101)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
40,8,24	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
26,11,30	**24,22,29(goal53)**	**22,20,31(goal61)**	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23
26,15,24	**24,22,29(goal19)**	**22,20,31(goal27)**	**15,15,26(goal9)**	**11,11,23(goal28)**	**15,15,267(goal45)**	**11,11,23(goal68)**
40,8,30	22,20,31	22,20,31	11,11,23	11,11,23	11,11,23	11,11,23

ตารางที่ 4.22 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max2} > p_{min1} > p_{max1}$		$p_{max2} > p_{max1} > p_{min1}$	
	$p_{max1}=1$,$p_{min1}=5$, $p_{max2}=10$		$p_{max1}=5$,$p_{min1}=1$, $p_{max2}=10$	
	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2,max1
31,11,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
40,11,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
26,11,24	22,22,24	22,22,24	**25,23,25(goal29)**	**24,22,29(goal33)**
31,8,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
31,15,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
31,11,16	**16,16,25(goal31)**	**22,22,24(goal62)**	**19,17,31(goal8)**	**24,22,29(goal23)**
31,11,30	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
31,15,30	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
40,11,30	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
40,15,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
31,8,16	**16,16,25(goal46)**	**22,22,24(goal83)**	**19,17,31(goal11)**	**24,22,29(goal24)**
26,11,16	**16,16,25(goal26)**	**22,22,24(goal57)**	**18,16,27(goal7)**	**24,22,29(goal13)**
26,8,24	22,22,24	22,22,24	**25,23,25(goal32)**	**24,22,31(goal36)**
31,15,16	**16,16,25(goal11)**	**22,22,24(goal42)**	**19,17,31(goal4)**	**24,22,29(goal19)**
31,8,30	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
40,11,16	**16,16,25(goal40)**	**22,22,24(goal71)**	**19,17,31(goal53)**	**24,22,29(goal68)**
40,8,24	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29
26,11,30	22,22,24	22,22,24	**25,23,25(goal89)**	**24,22,29(goal93)**
26,15,24	22,22,24	22,22,24	**25,23,25(goal25)**	**24,22,29(goal29)**
40,8,30	22,22,24	22,22,24	24,22,29	24,22,29

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกัน โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าให้ผลอย่างไร

จากตารางจะเห็นได้ว่าจะมีกรณีที่ทำให้ผลเฉลยที่หาทั้ง 2 วิธีนั้นให้ผลเฉลยที่เหมือนกันโดยค่าความสำคัญนั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมีดังต่อไปนี้

กรณีที่ $g_{max1} = 31, g_{min1} = 11, g_{max2} = 24$

กรณีที่ $g_{max1} > 31, g_{min1} = 11, g_{max2} = 24$

กรณีที่ $g_{max1} = 31, g_{min1} < 11, g_{max2} = 24$

กรณีที่ $g_{max1} = 31, g_{min1} = 11, g_{max2} > 24$

กรณีที่ $g_{max1} > 31, g_{min1} = 11, g_{max2} > 24$

กรณีที่ $g_{max1} = 31, g_{min1} < 11, g_{max2} > 24$

กรณีที่ $g_{max1} > 31, g_{min1} < 11, g_{max2} = 24$

กรณีที่ $g_{max1} > 31, g_{min1} < 11, g_{max2} > 24$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 6 จุดยอด

จากตารางวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.23 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 1

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-

ตารางที่ 4.24 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 6x6 ในวัตถุประสงค์ที่ 2

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	4	2	4	3
จุดที่ 2	6	-	2	3	2	5
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2
จุดที่ 4	2	2	4	-	3	1
จุดที่ 5	1	3	5	2	-	4
จุดที่ 6	4	2	3	1	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 6x6

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-

จากตารางที่ 4.23 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่ 11, จากตารางที่ 4.24 จะมีผลเฉลยที่มีค่าต่ำที่สุดอยู่ที่ 9 และจากตารางที่ 4.25 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 31

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่ทำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรกกำหนดให้ $p_{\min 1}, p_{\min 2}, p_{\max}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\min 1}, p_{\min 2}$ และ $p_{\max}$ เป็น 1 เท่า 5 เท่า และ10 เท่า

ส่วนที่สองกำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

	$p_{max1} = p_{min1} = p_{min2}$		$p_{max1} = p_{min1} > p_{min2}$		$p_{max1} = p_{min1} < p_{min2}$	
	p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{min2}=1		p_{max1}=5 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{min2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
31,11,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
40,11,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
26,11,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
31,8,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
31,15,9	14,9,27	14,9,27	**15,13,28(goal19)**	**13,12,27(goal33)**	14,9,27	14,9,27
31,11,6	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
31,11,12	**13,12,27(goal6)**	**14,9,27(goal7)**	13,12,27	13,12,27	**13,12,27(goal6)**	**14,9,27(goal7)**
31,15,12	14,9,27	14,9,27	**15,13,28(goal16)**	**13,12,27(goal20)**	14,9,27	14,9,27
40,11,12	**13,12,27(goal15)**	**14,9,27(goal16)**	13,12,27	13,12,27	**13,12,27(goal15)**	**14,9,27(goal16)**
40,15,9	14,9,27	14,9,27	**15,13,28(goal64)**	**13,12,27(goal68)**	14,9,27	14,9,27
31,8,6	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
26,11,6	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
26,8,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
31,15,6	14,9,27	14,9,27	**15,13,28(goal22)**	**13,12,27(goal26)**	14,9,27	14,9,27
31,8,12	**13,12,27(goal9)**	**14,9,27(goal10)**	13,12,27	13,12,27	**13,12,27(goal9)**	**14,9,27(goal10)**
40,11,6	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
40,8,9	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27
26,11,12	**13,12,27(goal2)**	**14,9,27(goal3)**	13,12,26(goal10)	13,12,27(goal10)	**13,12,27(goal2)**	**14,9,27(goal3)**
26,15,9	14,9,27	14,9,27	**14,9,27(goal0)**	**13,12,27(goal3)**	14,9,27	14,9,27
40,8,6	14,9,27	14,9,27	13,12,27	13,12,27	14,9,27	14,9,27

ตารางที่ 4.27 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} = p_{min2} > p_{min1}$		$p_{max1} = p_{min2} < p_{min1}$		$p_{min1} = p_{min2} > p_{max1}$	
	p_{max1}=5,p_{min1}=1, p_{min2}=5		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{min2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
31,11,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
40,11,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
26,11,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
31,8,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
31,15,9	14,9,27	14,9,27	**14,9,27(goal4)**	**11,12,23(goal11)**	14,9,27	14,9,27
31,11,6	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
31,11,12	**13,12,27(goal22)**	**14,9,27(goal23)**	11,12,23	11,12,23	**23,11,12(goal8)**	**14,9,28(goal19)**
31,15,12	**19,15,31(goal19)**	**27,14,9(goal20)**	**15,13,28(goal4)**	**11,12,23(goal7)**	14,9,27	14,9,27
40,11,12	**13,12,27(goal67)**	**14,9,27(goal68)**	11,12,23	11,12,23	**11,12,23(goal17)**	**14,9,27(goal32)**
40,15,9	14,9,27	14,9,27	**14,9,27(goal13)**	**11,12,23(goal20)**	14,9,27	14,9,27
31,8,6	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
26,11,6	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
26,8,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
31,15,6	14,9,27	14,9,27	**14,9,27(goal7)**	**11,12,23(goal14)**	14,9,27	14,9,27
31,8,12	**13,12,27(goal25)**	**14,9,27(goal26)**	11,12,23	11,12,23	**11,12,23(goal23)**	**14,9,27(goal34)**
40,11,6	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
40,8,9	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27
26,11,12	**13,12,27(goal2)**	**14,9,27(goal3)**	11,12,23	11,12,23	**11,12,23(goal3)**	**14,9,27(goal15)**
26,15,9	14,9,27	14,9,27	**14,9,27(goal0)**	**11,12,23(goal6)**	14,9,27	14,9,27
40,8,6	14,9,27	14,9,27	11,12,23	11,12,23	14,9,27	14,9,27

ตารางที่ 4.28 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min1} = p_{min2} < p_{max1}$		$p_{max1} > p_{min1} > p_{min2}$		$p_{max1} > p_{min2} > p_{min1}$	
	1=1<5		10>5>1		10>5>1	
	p_{max1}=5 ,p_{min1}=1, p_{min2}=1		p_{max1}=10 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1		p_{max1}=10,p_{min1}=1, p_{min2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
31,11,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
40,11,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
26,11,9	**14,9,27(goal3)**	**19,15,31(goal14)**	**13,12,27(goal13)**	**19,15,32(goal46)**	**14,9,27(goal3)**	**19,15,31(goal38)**
31,8,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,15,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,11,6	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,11,12	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,15,12	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
40,11,12	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
40,15,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,8,6	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
26,11,6	**14,9,27(goal6)**	**19,15,31(goal17)**	**13,12,27(goal16)**	**19,15,31(goal49)**	**14,9,27(goal18)**	**19,15,31(goal53)**
26,8,9	**14,9,27(goal6)**	**19,15,31(goal17)**	**13,12,27(goal28)**	**19,15,31(goal61)**	**14,9,27(goal6)**	**19,15,31(goal41)**
31,15,6	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
31,8,12	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
40,11,6	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
40,8,9	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31
26,11,12	**13,12,27(goal2)**	**19,15,31(goal11)**	**13,12,26(goal10)**	**19,15,31(goal43)**	**13,12,26(goal2)**	**19,15,31(goal43)**
26,15,9	**14,9,27(goal0)**	**19,15,31(goal10)**	**27,14,9(goal0)**	**19,15,31(goal26)**	**27,14,9(goal0)**	**19,15,31(goal34)**
40,8,6	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31	19,15,31

ตารางที่ 4.29 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min1} > p_{max1} > p_{min2}$		$p_{min1} > p_{min2} > p_{max1}$	
	10>5>1		10>5>1	
	$p_{max1}=5$,$p_{min1}=10$, $p_{min2}=1$		$p_{max1}=1$,$p_{min1}=10$, $p_{min2}=5$	
	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
31,11,9	13,12,27(goal43)	11,12,23(goal43)	11,12,23	11,12,23
40,11,9	13,12,27(goal88)	11,12,23(goal88)	11,12,23	11,12,23
26,11,9	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
31,8,9	13,12,27	13,12,27	11,12,23	11,12,23
31,15,9	**15,13,28(goal19)**	**13,12,27(goal23)**	**14,9,27(goal4)**	**11,12,23(goal23)**
31,11,6	13,12,27(goal46)	11,12,23(goal46)	11,12,23	11,12,23
31,11,12	13,12,27	13,12,27	11,12,23	11,12,23
31,15,12	**15,13,28(goal16)**	**11,12,23(goal35)**	15,13,28(goal8)	11,12,23(goal(8)
40,11,12	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
40,15,9	**15,13,28(goal64)**	**13,12,27(goal68)**	**14,9,27(goal13)**	**11,12,23(goal32)**
31,8,6	13,12,27	13,12,27	11,12,23	11,12,23
26,11,6	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
26,8,9	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
31,15,6	**15,13,28(goal22)**	**13,12,27(goal26)**	**14,9,27(goal19)**	**11,12,23(goal38)**
31,8,12	13,12,27(goal70)	11,12,23(goal70)	11,12,23	11,12,23
40,11,6	13,12,27	13,12,27	11,12,23	11,12,23
40,8,9	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
26,11,12	11,12,23	11,12,23	11,12,23	11,12,23
26,15,9	**14,9,27(goal0)**	**11,12,23(goal18)**	**14,9,27(goal0)**	**11,12,23(goal18)**
40,8,6	13,12,27	13,12,27	11,12,23	11,12,23

ตารางที่ 4.30 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 6 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min2} > p_{min1} > p_{max1}$		$p_{min2} > p_{max1} > p_{min1}$	
	10>5>1		10>5>1	
	$p_{max1}=1$,$p_{min1}=5$, $p_{min2}=10$		$p_{max1}=5$,$p_{min1}=1$, $p_{min2}=10$	
	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
31,11,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
40,11,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
26,11,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,8,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,15,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,11,6	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,11,12	**11,12,23(goal8)**	**14,9,27(goal19)**	**13,12,27(goal22)**	**14,9,27(goal23)**
31,15,12	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
40,11,12	**11,12,23(goal17)**	**14,9,27(goal32)**	**13,12,27(goal67)**	**14,9,27(goal68)**
40,15,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,8,6	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
26,11,6	14,9,27	14,9,27	**13,12,27goal(16)**	**19,15,31(goal49)**
26,8,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,15,6	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
31,8,12	**11,12,23(goal23)**	**14,9,27(goal34)**	**13,12,27(goal25)**	**14,9,27(goal26)**
40,11,6	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
40,8,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
26,11,12	**11,12,23(goal3)**	**14,9,27(goal15)**	**13,12,26(goal2)**	**14,9,27(goal3)**
26,15,9	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27
40,8,6	14,9,27	14,9,27	14,9,27	14,9,27

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกัน โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าให้ผลอย่างไร

จากตารางจะเห็นได้ว่าจะมีกรณีที่ทำให้ผลเฉลยที่หาทั้ง 2 วิธีนั้นให้ผลเฉลยที่เหมือนกันโดยค่าความสำคัญนั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมีดังต่อไปนี้

กรณีที่ $g_{max1}=31, g_{min1}=11, g_{min2}=9$

กรณีที่ $g_{max1}>31, g_{min1}=11, g_{min2}=9$

กรณีที่ $g_{max1}=31, g_{min1}<11, g_{min2}=9$

กรณีที่ $g_{max1}=31, g_{min1}=11, g_{min2}<9$

กรณีที่ $g_{max1}>31, g_{min1}=11, g_{min2}<9$

กรณีที่ $g_{max1}=31, g_{min1}<11, g_{min2}<9$

กรณีที่ $g_{max1}>31, g_{min1}<11, g_{min2}=9$

กรณีที่ $g_{max1}>31, g_{min1}<11, g_{min2}<9$

4.2.3 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 8 จุดยอด

จะได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.31 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3	4	6
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2	8	3
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4	2	7
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	7	3
จุดที่ 7	5	5	3	7	9	6	-	9
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	4	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 1

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3	6	2
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2	1	3
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4	2	5
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-	6	8
จุดที่ 7	2	3	5	9	7	4	-	7
จุดที่ 8	5	4	1	5	6	3	2	-

ตารางที่ 4.33 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 2

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	5	2	4	3	4	6
จุดที่ 2	2	-	3	2	5	5	3	7
จุดที่ 3	2	5	-	5	1	2	5	5
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9
จุดที่ 6	7	4	3	1	2	-	6	8
จุดที่ 7	2	3	5	7	9	4	-	7
จุดที่ 8	5	4	1	3	7	3	2	-

จากตารางที่ 4.31 นั้นมีผลเฉลยต่ำที่สุดอยู่ที่.17 จากตารางที่ 4.32 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 49 และจากตารางที่ 4.33 จะมีผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 52

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่ทำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรกกำหนดให้ $p_{\max 1}, p_{\max 2}, p_{\min 2}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\max 1}, p_{\max 2}$ และ $p_{\min 2}$ เป็น 1 เท่า 5 เท่า และ10 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองกำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

	$p_{max1} = p_{min1} = p_{max2}$		$p_{max1} = p_{min1} > p_{max2}$		$p_{max1} = p_{min1} < p_{max2}$	
	$p_{max1}=1$,$p_{min1}=1$, $p_{max2}=1$		$p_{max1}=5$,$p_{min1}=5$, $p_{max2}=1$		$p_{max1}=1$,$p_{min1}=1$, $p_{max2}=5$	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
49,17,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	45,52,48	45,52,48
59,17,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	45,52,48	45,52,48
39,17,52	48,45,52	48,45,52	**19,39,39(goal24)**	**22,42,45(goal35)**	29,49,47	29,49,47
49,7,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48(goal105)	22,42,45(goal105)	45,52,48	45,52,48
49,27,52	27,47,48(goal6)	26,47,48(goal6)	27,47,48(goal10)	26,47,48(goal10)	45,52,48	45,52,48
49,17,42	**22,42,45(goal9)**	**26,47,48(goal10)**	22,42,45	22,42,45	**22,42,45(goal9)**	**45,52,48(goal28)**
49,17,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	45,52,48	45,52,48
49,27,62	27,47,48(goal16)	26,47,48(goal16)	27,47,48(goal19)	26,47,48(goal19)	29,49,47	29,49,47
59,17,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	45,52,48(goal89)	29,49,47(goal89)
59,27,52	27,47,48(goal16)	26,47,48(goal16)	27,47,48(goal59)	26,47,48(goal59)	**33,50,47(goal29)**	**34,50,47(goal30)**
49,7,42	**22,42,45(goal9)**	**26,47,48(goal20)**	22,42,45	22,42,45	**22,42,45(goal19)**	**45,52,48(goal39)**
39,17,42	**22,42,43(goal5)**	**26,47,48(goal9)**	**19,36,39(goal14)**	**22,42,45(goal25)**	**22,42,43(goal5)**	**34,50,47(goal17)**
39,7,52	26,47,48	26,47,48	**19,36,39(goal74)**	**26,47,48(goal100)**	**34,50,47(goal37)**	**26,47,44(goal44)**
49,27,42	27,47,48(goal1)	26,47,48(goal1)	27,47,48(goal4)	26,47,48(goal4)	**27,47,48(goal1)**	**29,49,47(goal4)**
49,7,62	26,47,48	26,47,48	26,47,49(goal115)	22,42,45(goal115)	34,50,47(goal89)	45,52,48(goal89)
59,17,42	**22,42,45(goal9)**	**26,47,48(goa20)**	22,42,45	22,42,45	**22,42,45(goal19)**	**45,52,48(goal39)**
59,7,52	26,47,48	26,47,48	**26,47,48(goal115)**	**22,42,45(goal155)**	45,52,48(goal49)	34,50,47(goal49)
39,17,62	26,47,48	26,47,48	**19,36,39(goal34)**	**22,42,45(goal45)**	29,49,47	29,49,47
39,27,52	**27,48,48(goal4)**	**26,47,48(goa5)**	**27,48,47(goal4)**	**26,47,48(goa5)**	**29,49,47(goal17)**	**45,52,48(goal18)**
59,7,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48(goal165)	22,42,45(goal165)	45,52,48	45,52,48

ตารางที่ 4.35 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} = p_{max2} > p_{min1}$		$p_{max1} = p_{max2} < p_{min1}$		$p_{min1} = p_{max2} > p_{max1}$	
	p_{max1}=5,p_{min1}=1, p_{max2}=5		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{max2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{max2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
49,17,52	**36,50,48(goal32)**	**45,52,48(goal33)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
59,17,52	**36,50,49(goal87)**	**45,52,48(goal88)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
39,17,52	**29,49,47(goal27)**	**45,52,48(goal28)**	**19,36,39(goal24)**	**19,38,40(goal22)**	26,47,48	26,47,48
49,7,52	**37,50,49(goal42)**	**45,52,48(goal43)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
49,27,52	**36,50,49(goal22)**	**45,52,48(goal23)**	**27,47,48(goal6)**	**19,38,40(goal23)**	**27,48,48(goal23)**	**26,47,48(goal26)**
49,17,42	**26,47,48(goal14)**	**45,52,48(goal33)**	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal29)**	**26,47,48(goal46)**
49,17,62	**36,50,49(goal82)**	**45,52,48(goal83)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
49,27,62	44,52,48(goal56)	45,52,48(goal56)	**27,47,48(goal16)**	**19,38,40(goal33)**	**27,48,48(goal73)**	**26,47,48(goal76)**
59,17,62	**37,50,49(goal130)**	**45,52,48(goal33)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
59,27,52	**34,49,48(goal72)**	**45,52,48(goal71)**	**27,47,48(goal15)**	**19,38,40(goal33)**	**27,48,48(goal33)**	**26,47,48(goal36)**
49,7,42	**26,47,48(goal24)**	**45,52,48(goal43)**	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal49)**	**26,47,48(goal96)**
39,17,42	**22,42,43(goal5)**	**45,52,48(goal28)**	**19,36,39(goal14)**	**19,38,40(goal12)**	**22,42,43(goal24)**	**26,47,48(goal45)**
39,7,52	**34,50,47(goal37)**	**45,52,48(goal38)**	**19,36,39(goal76)**	**19,38,40(goal74)**	26,47,48	26,47,48
49,27,42	**27,47,48(goal4)**	**45,52,48(goal22)**	**27,47,48(goal1)**	**19,38,40(goal4)**	27,47,48(goal1)	26,47,48(goal1)
49,7,62	**34,49,48(goal52)**	**45,52,48(goal91)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
59,17,42	**26,47,48(goal64)**	**45,52,48(goal83)**	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal39)**	**26,47,48(goal56)**
59,7,52	**34,49,49(goal52)**	**45,52,48(goal93)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48
39,17,62	**34,50,47(goal77)**	**45,52,48(goal78)**	19,36,39(goal34)	19,38,40(goal34)	26,47,48	26,47,48
39,27,52	**34,50,47(goal17)**	**45,52,48(goal18)**	**27,48,48(goal4)**	**19,38,40(goal14)**	**27,48,48(goal22)**	**26,47,48(goal5)**
59,7,62	**37,50,49(goal142)**	**45,52,48(goal141)**	19,38,40	19,38,40	26,47,48	26,47,48

ตารางที่ 4.36 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min1} = p_{max2} < p_{max1}$		$p_{max1} > p_{max1} > p_{min2}$		$p_{max1} > p_{max2} > p_{min1}$	
	$p_{max1}=5$,$p_{min1}=1$, $p_{max2}=1$		$p_{max1}=10$,$p_{min1}=5$, $p_{max2}=1$		$p_{max1}=10$,$p_{min1}=1$, $p_{max2}=5$	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
49,17,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goal34)**	**45,52,48(goal38)**
59,17,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**33,48,49(goal144)**	**45,52,48(goal48)**
39,17,52	26,47,48	26,47,48	**19,39,39(goal24)**	**26,47,48(goal50)**	**29,49,47(goal27)**	**45,52,48(goal30)**
49,7,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goal44)**	**45,52,48(goal48)**
49,27,52	33,48,49(goal10)	26,47,48(goal10)	**27,47,48(goal14)**	**26,47,48(goal14)**	**34,49,49(goa24)**	**45,52,48(goal28)**
49,17,42	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa16)**	**45,52,48(goal38)**
49,17,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa84)**	**45,52,48(goal88)**
49,27,62	27,47,48(goal19)	26,47,48(goal19)	27,47,48(goal24)	26,47,48(goal24)	**34,49,49(goa74)**	**45,52,48(goal78)**
59,17,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa184)**	**45,52,48(goal188)**
59,27,52	27,47,48(goal59)	26,47,48(goal59)	27,47,48(goal114)	26,47,48(goal114)	**34,49,49(goa124)**	**45,52,48(goal128)**
49,7,42	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa127)**	**45,52,48(goal48)**
39,17,42	**22,42,43(goal5)**	**26,47,48(goal5)**	**19,36,39(goal14)**	**26,47,48(goal45)**	**22,42,43(goal5)**	**45,52,48(goal28)**
39,7,52	26,47,48	26,47,48	**19,36,39(goal76)**	**26,47,48(goal00)**	**34,50,4(goal37)**	**45,52,48(goal38)**
49,27,42	27,47,48(goal4)	26,47,48(goal4)	27,47,48(goal9)	26,47,48(goal9)	**33,48,49(goal6)**	**45,52,48(goal28)**
49,7,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa194)**	**45,52,48(goal98)**
59,17,42	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,48,49(goa1116)**	**45,52,48(goal38)**
59,7,52	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**33,48,49(goal114)**	**45,52,48(goal48)**
39,17,62	26,47,48	26,47,48	**19,36,39(goal34)**	**26,47,48(goa60)**	**34,50,47(goal77)**	**45,52,48(goal78)**
39,27,52	**27,48,48(goal4)**	**26,47,48(goal5)**	**27,51,44(goal1)**	**26,47,48(goa5)**	**29,49,47(goal17)**	**45,52,48(goal18)**
59,7,62	26,47,48	26,47,48	26,47,48	26,47,48	**34,49,49(goa194)**	**45,52,48(goal198)**

ตารางที่ 4.37 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min1} > p_{max1} > p_{max2}$		$p_{min1} > p_{max2} > p_{max1}$		$p_{max2} > p_{min1} > p_{max1}$		$p_{max2} > p_{max1} > p_{min1}$	
	p_{max1}=5 ,p_{min1}=10 , p_{max2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=10, p_{max2}=5		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{max2}=10		p_{max1}=5 ,p_{min1}=1, p_{max2}=10	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1	min1, max2, max1
49,17,52	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
59,17,52	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
39,17,52	**19,36,39(goal32)**	**19,35,41(goal34)**	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,7,52	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,27,52	**27,47,48(goal9)**	**19,35,41(goal57)**	**27,48,48(goal23)**	**19,38,41(goal79)**	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,17,42	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal29)**	**29,49,47(goal62)**	**26,47,48(goal14)**	**45,52,48(goal33)**
49,17,62	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,27,62	**27,47,48(goal19)**	**19,35,41(goal67)**	**27,48,48(goal73)**	**19,38,40(goal129)**	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
59,17,62	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
59,27,52	**27,47,48(goal59)**	**19,35,41(goal57)**	**27,48,48(goal33)**	**19,38,40(goal89)**	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,7,42	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal79)**	**29,49,47(goal112)**	**26,47,48(goal24)**	**45,52,48(goal43)**
39,17,42	**19,36,35(goal22)**	**19,35,41(goal27)**	19,38,40	19,38,40	**22,42,43(goal24)**	**29,49,47(goal60)**	**22,42,43(goal5)**	**45,52,48(goal28)**
39,7,52	**19,36,39(goal136)**	**19,35,41(goal137)**	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
49,27,42	**27,47,48(goal5)**	**45,42,48(goal185)**	**27,47,48(goal1)**	**19,38,40(goal20)**	**27,47,48(goal1)**	**29,49,47(goal12)**	**27,47,48(goal4)**	**45,52,48(goal22)**
49,7,62	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
59,17,42	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	**22,42,45(goal39)**	**29,49,47(goal72)**	**26,47,48(goal64)**	**45,52,48(goal83)**
59,7,52	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
39,17,62	**19,36,39(goal42)**	**19,35,41(goal44)**	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
39,27,52	**27,48,48(goal4)**	**19,35,41(goal17)**	**27,48,48(goal22)**	**19,38,40(goal70)**	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48
59,7,62	19,35,41	19,35,41	19,38,40	19,38,40	29,49,47	29,49,47	45,52,48	45,52,48

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกัน โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกัน แต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าให้ผลอย่างไร

จากตารางจะเห็นได้ว่าจะมีกรณีที่ทำให้ผลเฉลยที่หาทั้ง 2 วิธีนั้น ให้ผลเฉลยที่เหมือนกันโดยค่าความสำคัญนั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงยกเว้นกรณีที่ $p_{\max 1} = p_{\max 2} > p_{\min 1}$ และ $p_{\max 1} > p_{\max 2} > p_{\min 1}$ มีดังต่อไปนี้

กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\max 2} = 52, g_{\min 1} = 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\max 2} = 52, g_{\min 1} = 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\max 2} = 52, g_{\min 1} < 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\max 2} > 52, g_{\min 1} = 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\max 2} > 52, g_{\min 1} = 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\max 2} > 52, g_{\min 1} < 11$

กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\max 2} > 52, g_{\min 1} < 11$

4.2.4 ปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์ โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ในขนาดปัญหาที่มี 8 จุดยอด

ได้ตารางวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.38 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมมากที่สุดขนาด 8x8

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	5	6	3	3	6	2
จุดที่ 2	2	-	3	4	4	2	1	3
จุดที่ 3	2	5	-	6	5	4	2	5
จุดที่ 4	5	3	6	-	3	5	8	4
จุดที่ 5	4	2	4	3	-	3	7	9
จุดที่ 6	7	4	3	5	3	-	6	8
จุดที่ 7	2	3	5	9	7	4	-	7
จุดที่ 8	5	4	1	5	6	3	2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.39 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 1

ส่งจาก \ ส่งถึง	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	2	2	4	3	4	6
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5
จุดที่ 4	2	2	4	-	1	2	8	3
จุดที่ 5	4	1	3	2	-	4	2	7
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	7	3
จุดที่ 7	5	5	3	7	9	6	-	9
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	4	2	-

ตารางที่ 4.40 ตารางค่าที่ต้องการค่าผลรวมน้อยที่สุดขนาด 8x8 ในวัตถุประสงค์ที่ 2

ส่งจาก \ ส่งถึง	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8
จุดที่ 1	-	3	5	2	4	3	4	6
จุดที่ 2	10	-	3	2	5	5	3	7
จุดที่ 3	3	1	-	5	1	2	5	5
จุดที่ 4	2	2	6	-	3	5	8	4
จุดที่ 5	4	1	4	3	-	3	7	9
จุดที่ 6	6	2	3	1	2	-	6	8
จุดที่ 7	5	5	5	7	9	4	-	7
จุดที่ 8	4	3	1	3	7	3	2	-

จากตารางที่ 4.38 นั้นมีผลเฉลยมากที่สุดอยู่ที่ 49 จากตารางที่ 4.39 จะมีผลเฉลยที่มีค่าต่ำที่สุดอยู่ที่ 17 และจากตารางที่ 4.40 จะมีผลเฉลยที่มีค่าต่ำที่สุดอยู่ที่ 19

โดยจากเงื่อนไขของแบบจำลองเชิงเป้าหมายที่ทำการศึกษานั้นจะแบ่งส่วนที่กำหนดให้เป็นสองส่วนหลักๆ คือ

ส่วนแรกกำหนดให้ $p_{\min 1}, p_{\min 2}, p_{\max}$ ค่าน้ำหนักของวัตถุประสงค์โดยทั่วไปควรจะแตกต่างกันชัดเจนโดยกรณีที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้มีความแตกต่างกันระหว่าง $p_{\min 1}, p_{\min 2}$ และ $p_{\max}$ เป็น 1 เท่า 5 เท่า และ10 เท่า ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองกำหนดให้เป้าหมายจากการวิเคราะห์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของผลเฉลยแล้วกำหนดเป้าหมายในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและ กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด
- กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้มากที่สุดนั้นมีค่ามากกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่ามากที่สุดและกำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้น้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าผลเฉลยเมื่อหาแบบวัตถุประสงค์เดียวที่มีค่าน้อยที่สุด

ในการหาผลเฉลยเพื่อเปรียบเทียบนั้นเราจะมีเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.41 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ

	$p_{max1} = p_{min1} = p_{min2}$		$p_{max1} = p_{min1} > p_{min2}$		$p_{max1} = p_{min1} < p_{min2}$		$p_{max1} = p_{min2} > p_{min1}$	
	p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{min2}=1		p_{max1}=5 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=1, p_{min2}=5		p_{max1}=5,p_{min1}=1, p_{min2}=5	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
49,17,19	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
60,17,19	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
40,17,19	17,24,34	17,24,34	19,31,40(goal20)	19,31,41(goal20)	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
49,7,19	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
49,27,19	**27,27,41(goal16)**	**17,24,34(goal20)**	**27,42,48(goal27)**	**19,31,41(goal52)**	21,19,29	21,19,29	27,24,38(goal80)	25,22,36(goal80)
49,17,9	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
49,17,29	**18,29,39(goal11)**	**17,24,34(goal15)**	19,31,41	19,31,41	**18,29,39(goal11)**	**21,19,29goal(24)**	**28,29,42(goal44)**	**25,22,36(goal73)**
49,27,29	**27,29,42(goal7)**	**17,24,34(goal15)**	**27,41,47(goal19)**	**19,31,41(goal42)**	**27,29,42(goal7)**	**21,19,29goal(20)**	**27,29,41(goal40)**	**25,22,36(goal65)**
60,17,29	**18,29,39(goal22)**	**17,24,34(goal26)**	19,31,41	19,31,41	**18,29,39(goal22)**	**21,19,29goal(35)**	**29,29,43(goal99)**	**25,22,36(goal128)**
60,27,19	**27,24,38(goal27)**	**17,24,34(goal31)**	**27,42,48(goal82)**	**19,31,41(goal107)**	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
49,7,9	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
40,17,9	17,24,34	17,24,34	**19,30,40(goal30)**	**19,31,41(goal31)**	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
40,7,19	17,24,34	17,24,34	**19,30,40(goal70)**	**19,31,41(goal71)**	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
49,27,9	**27,27,41(goal26)**	**17,24,34(goal30)**	**27,42,48(goal37)**	**19,31,41(goal62)**	21,19,29	21,19,29	27,24,38(goal130)	25,22,36(goal130)
49,7,29	**18,29,39(goal21)**	**17,24,34(goal25)**	19,31,41	19,31,41	**18,29,39(goal21)**	**21,19,29goal(34)**	**28,29,42(goal54)**	**25,22,36(goal83)**
60,17,9	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
60,7,19	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36
40,17,29	**18,29,39(goal2)**	**17,24,34(goal6)**	**19,30,40(goal10)**	**19,31,41(goal12)**	**18,29,39(goal2)**	**21,19,29goal(15)**	**20,29,40(goal3)**	**25,22,36(goal28)**
40,27,19	**27,26,40(goal7)**	**17,24,34(goal11)**	**27,26,40(goal7)**	**19,31,41(goal12)**	21,19,29	21,19,29	27,26,40(goal35)	25,22,36(goal35)
60,7,9	17,24,34	17,24,34	19,31,41	19,31,41	21,19,29	21,19,29	25,22,36	25,22,36

ตารางที่ 4.42 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} = p_{min2} < p_{min1}$		$p_{min1} = p_{min2} > p_{max1}$		$p_{min1} = p_{min2} < p_{max1}$		$p_{max1} > p_{min1} > p_{min2}$	
	p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1		p_{max1}=1 ,p_{min1}=5, p_{min2}=5		p_{max1}=5 ,p_{min1}=1, p_{min2}=1		p_{max1}=10 ,p_{min1}=5, p_{min2}=1	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
49,17,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
60,17,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
40,17,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	**19,30,40(goal13)**	**26,42,48(goal32)**	**19,30,40(goal20)**	**26,42,48(goal68)**
49,7,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
49,27,19	**27,24,38(goal16)**	**17,24,34(goal(20)**	**21,19,29(goal20)**	**18,19,23(goal26)**	30,42,48(goal26)	26,42,48(goal26)	27,42,48(goal32)	26,42,48(goal32)
49,17,9	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
49,17,29	17,24,34	17,24,34	**17,24,34(goal15)**	**18,19,23(goal30)**	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
49,27,29	**28,29,42(goal7)**	**17,24,34(goql15)**	**27,29,42(goal7)**	**18,19,23(goal26)**	27,42,48(goal18)	26,42,48(goal18)	27,42,48(goal22)	26,42,48(goal22)
60,17,29	17,24,34	17,24,34	**17,24,34(goal26)**	**18,19,23(goal42)**	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
60,27,19	**27,24,38(goal27)**	**17,24,34(goal(31)**	**25,19,32(goal28)**	**18,19,23(goal37)**	27,43,48(goal83)	26,42,48(goal83)	**27,42,48(goal142)**	**26,42,48(goal143)**
49,7,9	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
40,17,9	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	**19,30,40(goal23)**	**26,42,48(goal42)**	**19,30,40(goal30)**	**26,42,48(goal78)**
40,7,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	**19,30,40(goal23)**	**26,42,48(goal42)**	**19,30,40(goal70)**	**26,42,48(goal118)**
49,27,9	**27,24,38(goal27)**	**17,24,34(goal30)**	**21,19,29(goal70)**	**18,19,23(goal76)**	27,42,48(goal37)	26,42,48(goal37)	27,42,48(goal43)	26,42,48(goal43)
49,7,29	17,24,34	17,24,34	**17,24,34(goal65)**	**18,19,23(goal81)**	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
60,17,9	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
60,7,19	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48
40,17,29	17,24,34	17,24,34	**17,24,34(goal6)**	**18,19,23(goal22)**	**19,30,40(goal3)**	**26,42,48(goal22)**	**19,30,40(goal10)**	**26,42,48(goal58)**
40,27,19	**27,26,40(goal7)**	**17,24,34(goal11)**	**21,19,29(goal11)**	**18,19,23(goal17)**	**27,26,40(goal7)**	**26,42,48(goal23)**	**27,26,40(goal7)**	**26,42,48(goal23)**
60,7,9	17,24,34	17,24,34	18,19,23	18,19,23	26,42,48	26,42,48	26,42,48	26,42,48

ตารางที่ 4.43 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{max1} > p_{min2} > p_{min1}$		$p_{min1} > p_{max1} > p_{min2}$		$p_{min1} > p_{min2} > p_{max1}$	
	$p_{max1}=10, p_{min1}=1, p_{min2}=5$		$p_{max1}=5, p_{min1}=10, p_{min2}=1$		$p_{max1}=1, p_{min1}=10, p_{min2}=5$	
	GP	COM	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
49,17,19	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	26,42,48	26,42,48
60,17,19	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
40,17,19	**27,26,40(goal45)**	**33,38,48(goal111)**	**19,30,40(goal28)**	**19,31,41(goal32)**	18,19,23	18,19,23
49,7,19	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
49,27,19	33,38,48	33,38,48	**27,42,48(goal27)**	**19,31,41(goal52)**	**21,19,29(goal20)**	**18,19,23(goal26)**
49,17,9	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
49,17,29	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	**17,24,34(goal15)**	**18,19,23(goal36)**
49,27,29	**32,37,47(goal62)**	**33,38,48(goal61)**	**27,41,48(goal18)**	**19,31,41(goal42)**	**27,29,42(goal7)**	**18,19,23(goal26)**
60,17,29	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	**17,24,34(goal26)**	**18,19,23(goal47)**
60,27,19	33,38,48	33,38,48	**27,42,48(goal82)**	**19,31,41(goal107)**	**21,19,29(goal31)**	**18,19,23(goal37)**
49,7,9	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
40,17,9	**27,26,40(goal95)**	**33,38,48(goal161)**	**19,30,40(goal38)**	**19,31,41(goal53)**	18,19,23	18,19,23
40,7,19	**27,26,40(goal55)**	**33,38,48(goal121)**	**19,30,40(goal128)**	**19,31,41(goal129)**	18,19,23	18,19,23
49,27,9	33,38,48	33,38,48	**27,42,48(goal37)**	**19,31,41(goal62)**	**21,19,29(goal70)**	**18,19,23(goal76)**
49,7,29	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	**17,24,34(goal115)**	**18,19,23(goal136)**
60,17,9	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
60,7,19	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23
40,17,29	**20,29,40(goal3)**	**33,38,48(goal61)**	**19,30,40(goal8)**	**19,31,41(goal19)**	**17,24,34(goal6)**	**18,19,23(goal27)**
40,27,19	**27,26,40(goal35)**	**33,38,48(goal95)**	**27,26,40(goal7)**	**19,31,41(goal12)**	**21,19,29(goal11)**	**18,19,23(goal17)**
60,7,9	33,38,48	33,38,48	19,31,41	19,31,41	18,19,23	18,19,23

ตารางที่ 4.44 ตารางแสดงผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มี 3 วัตถุประสงค์โดยมี 1 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่มากที่สุดและมี 2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุด ที่มีจุดยอดอยู่ 8 จุดในเงื่อนไขต่างๆ (ต่อ)

	$p_{min2} > p_{min1} > p_{max1}$		$p_{min2} > p_{max1} > p_{min1}$	
	$p_{max1}=1, p_{min1}=5, p_{min2}=10$		$p_{max1}=5, p_{min1}=1, p_{min2}=10$	
	GP	COM	GP	COM
	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1	min1, min2, max1
49,17,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
60,17,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
40,17,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
49,7,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
49,27,19	**21,19,29(goal20)**	**18,19,23(goal26)**	25,22,36	25,22,36
49,17,9	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
49,17,29	**17,24,34(goal15)**	**18,19,23(goal31)**	**28,29,42(goal44)**	**25,22,36(goal73)**
49,27,29	**27,29,42(goal7)**	**18,19,23(goal26)**	**28,29,42(goal34)**	**25,22,36(goal65)**
60,17,29	**17,24,34(goal26)**	**18,19,23(goal42)**	**28,29,42(goal99)**	**25,22,36(goal128)**
60,27,19	**27,29,42(goal31)**	**18,19,23(goal37)**	25,22,36	25,22,36
49,7,9	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
40,17,9	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
40,7,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
49,27,9	**21,19,29(goal120)**	**18,19,23(goal126)**	25,22,36	25,22,36
49,7,29	**17,24,34(goal65)**	**18,19,23(goal80)**	**29,29,43(goal54)**	**25,22,36(goal83)**
60,17,9	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
60,7,19	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36
40,17,29	**17,24,34(goal6)**	**18,19,23(goal22)**	**20,29,40(goal3)**	**25,22,36(goal28)**
40,27,19	**21,19,29(goal11)**	**18,19,23(goal17)**	25,22,36	25,22,36
60,7,9	18,19,23	18,19,23	25,22,36	25,22,36

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกัน โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่านี้เท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่านี้ไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำตัวหนาและขีดเส้นใต้เพื่อดูว่าให้ผลอย่างไร

จากตารางเห็นได้ว่าจะมีกรณีที่ทำให้ผลเฉลยที่หาทั้ง 2 วิธีนั้นให้ผลเฉลยที่เหมือนกันโดยค่าความสำคัญ นั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมีดังต่อไปนี้

กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\min 1} = 17, g_{\min 2} = 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\min 1} = 17, g_{\min 2} = 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\min 1} < 17, g_{\min 2} = 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\min 1} = 17, g_{\min 2} < 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} = 49, g_{\min 1} < 17, g_{\min 2} < 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\min 1} = 17, g_{\min 2} < 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\min 1} < 17, g_{\min 2} = 19$
กรณีที่ $g_{\max 1} > 49, g_{\min 1} < 17, g_{\min 2} < 19$

4.3 สรุปผลการทดลองเบื้องต้น

4.3.1 สรุปผลการทดลองเบื้องต้นใน 2 วัตถุประสงค์

จากการทดลองเบื้องต้นผลเฉลยที่หาด้วย COM นั้นมีค่าใกล้เคียงกับ ผลเฉลยที่หาด้วย GP แต่จะมีบางเงื่อนไขที่ ผลเฉลยทั้ง 2 วิธีการนั้นให้ผลเฉลยที่ไม่เหมือนกัน จากผลการทดลองเบื้องต้น

จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีการจะพบว่าส่วนใหญ่จะหาผลเฉลยได้ใกล้เคียงกันแต่จะมีบางผลเฉลยที่แตกต่างกันคือ

- เงื่อนไขที่ $p_{\max} > p_{\min}$ และที่ผลเฉลยที่น้อยที่สุดนั้นมากกว่า $g_{\min}$ จะมีผลเฉลยที่แตกต่างกัน ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8, 10x10, 12x12
- เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และที่ผลเฉลยที่มากที่สุดนั้นน้อยกว่า $g_{\max}$ จะมีผลเฉลยที่แตกต่างกัน ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8
- เงื่อนไขที่ $p_{\max} = p_{\min}$ และที่ผลเฉลยที่น้อยที่สุดนั้นมากกว่า $g_{\min}$ จะมีผลเฉลยที่แตกต่างกัน ในปัญหาขนาด 8x8, 10x10, 12x12
- เงื่อนไขที่ $p_{\max} < p_{\min}$ และที่ผลเฉลยที่มากที่สุดนั้นน้อยกว่า $g_{\max}$ จะมีผลเฉลยที่แตกต่างกัน ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8, 10x10, 12x12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยจะให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่าเป้าหมายเท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่าเป้าหมายไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลที่สามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

1. ถ้าเป้าหมายที่ตั้งไว้ $g_{\max}$ มีค่าน้อยกว่าผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดหรือ $g_{\min}$ มีค่ามากกว่าผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุด GP จะหาผลเฉลยที่เป็นไปตามเป้าหมายเท่านั้นแต่ผลเฉลยของ COM นั้นจะสามารถหาผลเฉลยที่น้อยกว่า $g_{\min}$ หรือมีค่ามากกว่า $g_{\max}$ ได้
2. เนื่องจากผลเฉลยของปัญหานั้นไม่ได้มีแค่ผลเฉลยเดียวดังนั้นผู้วิจัยจึงหาคำตอบเดิมซ้ำๆในแต่ละวิธีการอย่างน้อยหลายรอบแล้วเลือกผลที่วิธีการนั้นๆแสดงผลเฉลยที่ซ้ำกันมากที่สุดออกมาซึ่งอาจจะได้คำตอบไม่เหมือนกันได้
3. ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากันนั้น ในแต่ละวิธีการอาจได้คำตอบไม่เหมือนกันโดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมายและวิธีการทำซ้ำในโปรแกรม Microsoft Excel 2003

ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักไม่เท่ากันนั้น GP จะหาผลเฉลยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากกว่าให้ตรงกับเป้าหมายมากที่สุด แต่ COM นั้นจะพยายามหาผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุดหรือมากที่สุดซึ่งอาจจะมีค่าที่ดีกว่าเป้าหมาย

4.3.2 สรุปผลการทดลองเบื้องต้นใน 3 วัตถุประสงค์

จากการทดลองเบื้องต้นผลเฉลยที่หาด้วย COM นั้นมีค่าใกล้เคียงกับ ผลเฉลยที่หาด้วย GP แต่จะมีบางเงื่อนไข ผลเฉลยทั้ง 2 วิธีการนั้นให้ผลเฉลยที่ไม่เหมือนกัน จากผลการทดลองเบื้องต้น ผลเฉลยที่แตกต่างกันซึ่งผลการทดลองนั้นจะจะสอดคล้องกับ หัวข้อ 4.3.1

แต่ในกรณีที่มี 3 วัตถุประสงค์ผู้วิจัยสนใจผลเฉลยที่ใกล้เคียงกันมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ ทั้ง 2 วิธีที่ได้ตรง คือ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กรณีที่ เป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกเป้าหมายเท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆจะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนักยกเว้น ในกรณีของค่าน้ำหนักที่เป็น $p_{\max 1} = p_{\max 2} > p_{\min 1}$ และ $p_{\max 1} > p_{\max 2} > p_{\min 1}$ ในหัวข้อ 4.2.3
2. กรณีที่ เป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังกชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่ากว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่เหลือเท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆจะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนักยกเว้น ในกรณีของค่าน้ำหนักที่เป็น $p_{\max 1} = p_{\max 2} > p_{\min 1}$ และ $p_{\max 1} > p_{\max 2} > p_{\min 1}$ ในหัวข้อ 4.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรณีที่ เป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่ากว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่เหลือเท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆจะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนักยกเว้น ในกรณีของค่าน้ำหนักที่เป็น ที่ $p_{\max 1} = p_{\max 2} > p_{\min 1}$ และ $p_{\max 1} > p_{\max 2} > p_{\min 1}$ ในหัวข้อ 4.2.3
4. กรณีที่ เป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่ากว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่เหลือที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังกชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่ากว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆจะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนักยกเว้น ในกรณีของค่าน้ำหนักที่เป็น ที่ $p_{\max 1} = p_{\max 2} > p_{\min 1}$ และ $p_{\max 1} > p_{\max 2} > p_{\min 1}$ ในหัวข้อ 4.2.3

โดยความแตกต่างนั้นผู้วิจัยให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่าเป้าหมายเท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกันแต่ถ้าค่าเป้าหมายไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน ในกรณีเดียวกันจำนวนจุดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลที่สามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้

1. ถ้าเป้าหมายที่ตั้งไว้ $g_{\max}$ มีค่าน้อยกว่าผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุดหรือ $g_{\min}$ มีค่ามากกว่าผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุด GP จะหาผลเฉลยที่เป็นไปตามเป้าหมายเท่านั้นแต่ผลเฉลยของ COM นั้นจะสามารถหาผลเฉลยที่น้อยกว่า $g_{\min}$ หรือมีค่ามากกว่า $g_{\max}$ ได้
2. เนื่องจากผลเฉลยของปัญหานั้นไม่ได้มีแค่ผลเฉลยเดียวดังนั้นผู้วิจัยจึงหาคำตอบเดิมซ้ำๆ ในแต่ละวิธีการอย่างน้อยหลายรอบแล้วเลือกผลที่วิธีการนั้นๆแสดงผลเฉลยที่ซ้ำกันมากที่สุดออกมาซึ่งอาจจะได้คำตอบไม่เหมือนกันได้
3. ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากันนั้น ในแต่ละวิธีการอาจได้คำตอบไม่เหมือนกันโดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมายและวิธีการทำซ้ำในโปรแกรม Microsoft Excel 2003
4. ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักไม่เท่ากันนั้น GP จะหาผลเฉลยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากกว่าให้ตรงกับเป้าหมายมากที่สุด แต่ COM นั้นจะพยายามหาผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุดหรือมากที่สุดซึ่งอาจจะมีค่าที่ดีกว่าเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การประยุกต์แบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (COM) กับฮิวริสติกและการประยุกต์กับปัญหาจริง

5.1 การประยุกต์แบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (COM) สำหรับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ ในฮิวริสติกต่างๆ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์การใช้งานและการออกแบบโปรแกรมทั้งนี้เนื่องจากในปัญหาขนาดใหญ่ ไม่สามารถใช้วิธีการในบทที่แล้วสามารถแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงทำการประยุกต์แบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (หรือวิธี COM) สำหรับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 กับฮิวริสติกส์ที่ใช้คำนวณหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายโดยเฉพาะ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ Cheapest Insertion Algorithm (CIA) และ Genetic Algorithm (GA)

5.1.1 การประยุกต์ COM ใน CIA

ฮิวริสติกที่เรียกว่า Cheapest Insertion Algorithm (CIA) สามารถใช้ได้ทั้งปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรและปัญหาพนักงานขายแบบสมมาตร ซึ่งวิธีการนี้จะไม่ซับซ้อนและเข้าใจง่าย เพราะสูตรการคำนวณนั้นเป็นการแทรกแบบสร้างวงจรย่อยๆ แล้วขยายวงจรนั้นให้ใหญ่ขึ้น โดยการเพิ่มจุดยอดเข้าไปเรื่อยๆ จนครบ โดยมีขั้นตอนการทำงานต่อไปนี้

i เริ่มจากการสร้างวงจรย่อยก่อน โดยสร้างจากระยะทางไปกลับของแต่ละจุดยอด หรือเมืองที่มีค่ามากที่สุดหรือน้อยที่สุด ในที่นี้ผู้วิจัยต้องการค่าที่น้อยที่สุด

ii เมื่อสร้างวงจรย่อยแล้ว จะทำการแทรกจุดยอดหรือเมือง โดยแทรกอยู่ใน 2 จุดยอดใดๆ แล้วคำนวณ $\min(q_k) = c_{i(j)q_k} + c_{q_k i(j+1)} - c_{i(j)i(j+1)}$ โดยสมมติให้จุดยอดที่ q นั้น คือจุดยอดที่ทำการแทรกระหว่างเส้นทางจาก i ไป j

iii คำนวณหาได้ค่าที่น้อยที่สุด จุดที่เราต้องการจะแทรกลงในเส้นทางนั้นๆ

iv ทำการแทรกจุดยอดลงในเส้นทางที่คำนวณไว้ไปเป็นเส้นทางใหม่ จากนั้นทำซ้ำไปเรื่อยจนกว่าจุดยอดที่แทนค่านั้นจะหมด จะได้ผลเฉลยของเส้นทางขึ้นมาแล้วเพื่อคำนวณหาค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเมื่อนำไปเขียนในรูปแบบของโปรแกรมจะได้เป็นดังนี้

1) กำหนดให้ $r=1$, $q_k \in \theta = \{2,3,\ldots,n\}$ โดยที่ n จำนวนเมือง และ k เป็นอันดับใน θ, $I(1)=I(n+1)=I'(1)=1$, $s=n-1$

2) กำหนดให้ $m=1$ ถึง $n-1$, กำหนดให้ $j=1$ ถึง r, กำหนดให้ $k=1$ ถึง s, ให้ $p=$"T"

3) ให้ $\min(q_k)=c_{I(j)q_k}+c_{q_kI(j+1)}-c_{I(j)I(j+1)}$

4) ถ้า $p=$"T" แล้ว $p=\min(q_k)$ และให้ $k_1=k$, $j_1=j$, $q=q_k$

5) ถ้า $p\geq\min(q_k)$ แล้ว $p=\min(q_k)$ และให้ $k_1=k$, $j_1=j$, $q=q_k$

6) ให้ $k=k+1$ ถ้า $k\leq s$ แล้วไปขั้นตอนที่ 3

7) ให้ $j=j+1$ถ้า $j\leq r$ แล้วไปขั้นตอนที่ 3

8) กำหนดให้ $l=j_1+2$ ถึง $r+2$ ให้ $I'(l)=I(l-1)$

9) ให้ $l=l+1$ ถ้า $l\leq r+2$ แล้วไปขั้นตอนที่ 8

10) ให้ $I'(j_1+1)=q$, $I=I'$, $r=r+1$, $s=s-1$

11) ถ้า $s=0$ ไปขั้นตอนที่ 15

12) กำหนดให้ $y=k_1$ ถึง s ให้ $\theta(y)=\theta(y+1)$

13) ให้ $y=y+1$ ถ้า $y\leq s$ แล้วไปขั้นตอนที่ 12

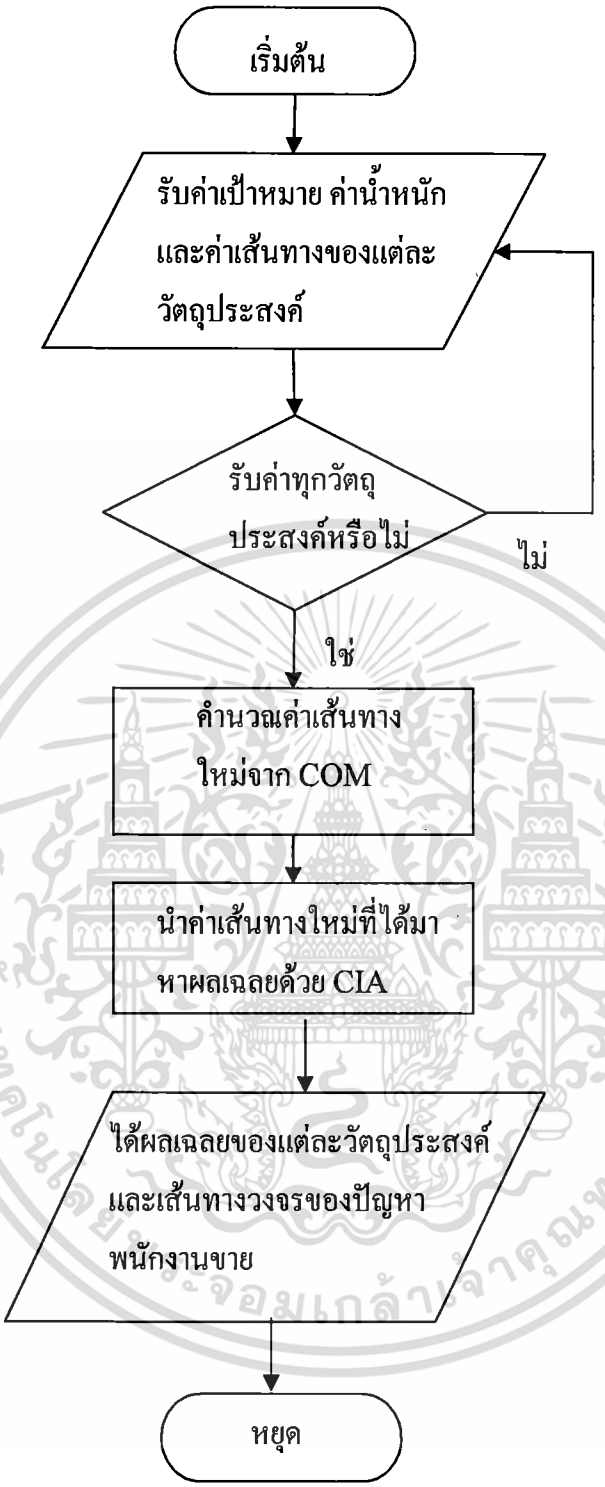
14) ให้ $m=m+1$ ถ้า $m\leq n-1$ แล้วไปขั้นตอนที่ 3

15) แสดงค่า I ซึ่งเป็นลำดับของจุดยอด แล้วแสดงค่า

$$\min(\max)=c_{(I(1),I(2))}+c_{(I(2),I(3))}+\ldots+c_{(I(n-1),I(n))}+c_{(I(n),I(n+1))}$$

จากขั้นตอนวิธีข้างต้น จะเป็นการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มีวัตถุประสงค์เดียว เพราะฉะนั้นเมื่อทำงานร่วมกับวิธี COM ทำให้สามารถหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มีหลายวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งมีรูปแบบการทำงานของโปรแกรมดังในรูปที่ 5.1 และจะทำการเขียนโปรแกรมด้วย m-file ใน matlab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 ผังงานแสดงโครงสร้างโปรแกรมที่ทำงานร่วมกันระหว่าง COM กับ CIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 การประยุกต์ COM ใน GA

วิธีแก้ปัญหาหนึ่งในใช้ในการค้นหา เพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด โดยได้พัฒนาและจำลองวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จากทฤษฎีวิวัฒนาการในการทำงานของ Genetic Algorithm มีขั้นตอนดังนี้

i Permutation Encoding เป็นขั้นตอนแรกสุดในการทำงานของ Genetic Algorithm เป็นการสร้างประชากรขึ้นมาแบบสุ่มโดยไม่สนใจค่าฟังก์ชันความเหมาะสม หรือ fitness function โดยในที่นี้ คือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในแต่ละโครโมโซม หรือก็คือผลเฉลยของเส้นทางที่เป็นวงจรในปัญหาพนักงานขาย ให้เท่ากับจำนวนประชากรตามที่กำหนดไว้

ii Initial population เป็นการสุ่มเลือกประชากรขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการ โดยจะเป็นขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนจะเริ่มเข้ากระบวนการของ Genetic Algorithm ซึ่งเกิดจากการสุ่มเลือก จากกลุ่มของประชากรกลุ่มก่อนหน้า ตามการกำหนด Parameter ของ Algorithm

iii Fitness function เป็นวิธีการประเมินค่าความเหมาะสม เพื่อพิจารณาว่าโครโมโซมตัวนั้นเหมาะสมหรือไม่ในการถ่ายทอดพันธุกรรม

iv Selection คือการเลือกโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ หรือที่เรียกว่า Parent โดยการเลือกนั้นมีได้หลายรูปแบบเช่น การคัดเลือกแบบ Ranking การคัดเลือกแบบ Tournament และอื่นอีกมากมาย เพื่อให้ได้ Parent ที่ดี

v Crossover เป็นกระบวนการที่สำคัญใน Genetic Algorithm เมื่อเกิดการ Crossover ขึ้นก็จะเกิดการหลากหลายทางพันธุกรรม โดยนำโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ มาสุ่มสลับตำแหน่งกันเพื่อให้ได้โครโมโซมลูกออกมา ซึ่งการ Crossover จะต้องอาศัยวิวัฒนาการเป็นเวลานาน จึงจะสามารถเลือกเอาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้

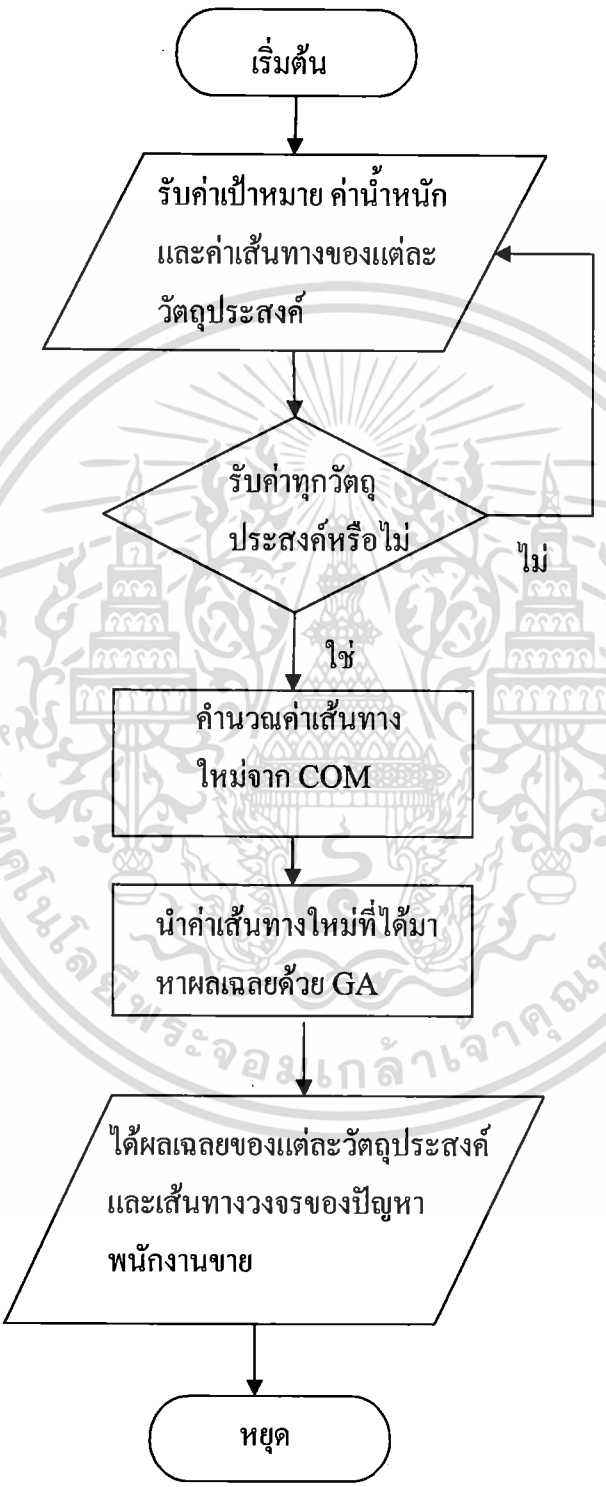
vi Mutation เป็นการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นหลังจากเกิด Crossover ขึ้นแล้วเพื่อให้ได้โครโมโซมที่มีลักษณะใหม่ๆเกิดขึ้น

vii Parameter เป็นการสร้างประชากรรุ่นถัดไป โดยถ้ามีจำนวนประชากรมากการหาผลเฉลยจะช้าลงโดยในงานชิ้นนี้ได้กำหนดประชากรไว้ที่ไว้ 60 โครโมโซม

ซึ่งเราจะนำโครโมโซมชุดใหม่นี้มาวัดค่าความเหมาะสม เพื่อทำการคัดเลือกและดำเนินการต่อไปจนสิ้นสุดตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ โดยในงานชิ้นนี้ให้จำนวนรุ่นเท่ากับ 1000 รุ่นก็จะได้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเป็นที่น่าพอใจ หรือได้คำตอบของปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในส่วนของโปรแกรม Genetic Algorithm นั้น เราได้ทำการดัดแปลงให้ทำงานร่วมกับ COM ทำให้สามารถหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายที่มีหลายวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งมีรูปแบบการทำงานของโปรแกรมดังในรูปที่ 5.2 และจะทำการเขียนโปรแกรมจะเขียนด้วย m-file ใน matlab



รูปที่ 5.2 ผังงานแสดงโครงสร้างโปรแกรมที่ทำงานร่วมกันระหว่าง COM กับ GA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ตัวอย่างการประยุกต์การใช้งานจริง

ในการประยุกต์ปัญหาไปใช้จริงนั้น เนื่องจากธุรกิจการขนส่งมักจะมีจำนวนเมืองที่ต้องไปขนส่งจำนวนมาก จนไม่สามารถหาผลเฉลยได้ด้วยวิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำ COM มาประยุกต์ตามจากหัวข้อข้างต้น เพื่อใช้ในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากที่สุด จากตัวอย่าง

บริษัทแห่งหนึ่งได้ ใช้รถบรรทุก 1 คันในการขนส่ง โดยอยากให้ได้เวลาที่เร็วที่สุดและสามารถทำกำไรจากการขนส่งโดยรวมให้ได้มากที่สุด จากตาราง

ตารางที่ 5.1 ตารางกำไรในแต่ละเส้นทางต่างๆ (พันบาท)

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
จุดที่ 1	-	5	8	4	3
จุดที่ 2	4	-	8	6	1
จุดที่ 3	8	9	-	3	2
จุดที่ 4	3	5	4	-	3
จุดที่ 5	1	2	5	6	-

ตารางที่ 5.2 ตารางเวลาในการเดินทางในแต่ละเส้นทางต่างๆ (ชั่วโมง)

ส่งถึง / ส่งจาก	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
จุดที่ 1	-	5	6	1	5
จุดที่ 2	1	-	4	2	4
จุดที่ 3	5	6	-	4	6
จุดที่ 4	1	2	3	-	6
จุดที่ 5	3	4	2	1	-

โดยค่าเป้าหมายนั้นผู้วิจัยได้ให้ค่าน้ำหนักในแต่ละเป้าหมายนั้นเท่ากัน ค่าเป้าหมายของกำไรอยู่ที่ 50,000 บาท และค่าเป้าหมายของเวลาในการเดินทางอยู่ที่ 5 ชั่วโมง ซึ่งหลังจากทำการหาผลเฉลยด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาข้างต้น ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะได้ว่า

- ผลเฉลยที่หาด้วย COM ที่ทำงานร่วมกับ CIA นั้นมีดังต่อไปนี้

  เส้นทางที่รถวิ่งคือ 1-5-4-2-3-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เวลา 17 ชั่วโมง

ได้กำไรทั้งสิ้น 30,000 บาท

- ผลเฉลยที่หาด้วย COM ที่ทำงานร่วมกับ GA นั้นมีดังต่อไปนี้

  เส้นทางที่รถวิ่งคือ 1-5-4-2-3-1

  ใช้เวลา 17 ชั่วโมง

  ได้กำไรทั้งสิ้น 30,000 บาท

จากผลเฉลยข้างต้นพบว่าทั้ง 2 วิธีให้ผลเฉลยที่เหมือนกันทุกประการ

ถ้าเราเพิ่มจำนวนเมืองเป็น 50 เมือง ได้ให้ค่าน้ำหนักในแต่ละวัตถุประสงค์นั้นเท่ากัน ค่าเป้าหมายของกำไรอยู่ที่ 500,000 บาท และค่าเป้าหมายของเวลาในการเดินทางอยู่ที่ 50 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า

- ผลเฉลยที่หาด้วย COM ที่ทำงานร่วมกับ CIA นั้นมีดังต่อไปนี้

  เส้นทางที่รถวิ่งคือ 1-31-23-48-28-13-12-32-45-29-10-40-28-16-36-47-33-26-17-30-39-15-9-43-25-42-34-11-20-2-14-50-6-19-7-4-8-3-18-35-21-5-46-37-27-41-22-24-44-49-1

  ใช้เวลา 55 ชั่วโมง

  ได้กำไรทั้งสิ้น 391,000 บาท

- ผลเฉลยที่หาด้วย COM ที่ทำงานร่วมกับ GA นั้นมีดังต่อไปนี้

  เส้นทางที่รถวิ่งคือ 1-31-14-29-32-23-25-42-30-2-50-21-19-7-3-33-26-10-22-16-44-27-15-11-36-17-12-5-46-47-41-48-20-9-8-45-38-43-37-6-13-35-28-34-24-18-49-39-40-4-1

  ใช้เวลา 126 ชั่วโมง

  ได้กำไรทั้งสิ้น 360,000 บาท

จะเห็นว่าได้ทั้งผลเฉลยและเส้นทางที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางต่อไปนี้เป็นการแสดงผลเฉลยของเวลาและกำไรเมื่อค่าน้ำหนักเท่ากันคือ 1 โดยให้ค่าเป้าหมายของกำไรอยู่ที่ Nx10,000 บาท และค่าเป้าหมายของเวลาในการเดินทางอยู่ที่ N ชั่วโมง เมื่อ N คือ จำนวนเมือง

ตารางที่ 5.3 ผลเฉลยของของเวลาและกำไรที่จำนวนเมืองแตกต่างกัน

	CIA		GA	
จำนวนเมือง	เวลา (ชั่วโมง)	กำไร (บาท)	เวลา (ชั่วโมง)	กำไร (บาท)
5	17	35,000	17	35,000
10	19	74,000	9	66,000
20	32	149,000	40	150,000
30	72	252,000	76	220,000
40	67	323,000	103	278,000
50	55	391,000	126	360,000

เห็นได้ว่าผลเฉลยที่ได้ทั้ง 2 วิธีนั้นแตกต่างกันตามตารางข้างต้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ฮิวริสติกที่ใช้ในการคำนวณ มีรูปแบบไม่เหมือนกันโดย CIA นั้นจะให้ผลเฉลยของปัญหาแตกต่างกับ GA ทั้งนี้เพราะว่า CIA และ GA นั้นเป็นฮิวริสติกที่มีวิธีแก้ปัญหาแตกต่างกันและปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ไม่ได้เป็นปัญหาที่มีผลเฉลยเดียวทำให้เมื่อปัญหาขนาดใหญ่ขึ้นจึงทำให้ได้ผลเฉลยที่แตกต่างกันนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในบทนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับการสรุปผลการวิจัย ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ด้วยวิธีการของแบบจำลองวัตถุประสงค์รวม (COM) กับ Genetic Algorithm (GP) โดยวิธีการที่ปรับปรุงใหม่นั้นเป็นการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ ด้วยการสร้างเส้นทางใหม่แล้วหาผลเฉลย ซึ่งผลเฉลยที่ได้นั้นจะทำการเปรียบเทียบกับ GP ตามเงื่อนไขต่างๆ โดยจะอยู่ในสรุปส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 แล้วในขั้นตอนต่อมาจะนำ COM มาประยุกต์ใช้กับฮิวริสติกซึ่งจะอยู่ในสรุปส่วนที่ 3 ดังต่อไปนี้

1. กรณีที่ขั้นตอนวิธีการทั้งสอง ได้ผลเฉลยที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่กรณีต่อไปนี้
   1.1 กรณีที่เป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกเป้าหมาย เท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆ จะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนัก ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8, 10x10และ 12x12 สำหรับปัญหาที่มี 2 วัตถุประสงค์ และในปัญหาขนาด 6x6และ 8x8 สำหรับปัญหาที่มี 3 วัตถุประสงค์
   1.2 กรณีที่เป้าหมายที่ตั้งไว้ บางเป้าหมาย ที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มากกว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่เหลือเท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น ๆ จะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนัก ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8, 10x10 และ 12x12 สำหรับปัญหาที่มี2 วัตถุประสงค์ และในปัญหาขนาด 6x6 และ 8x8 สำหรับปัญหาที่มี 3 วัตถุประสงค์
   1.3 กรณีที่เป้าหมายที่ตั้งไว้ บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มากกว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่เหลือเท่ากับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆ จะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธี โดยไม่จำกัดค่าน้ำหนัก ในปัญหาขนาด 5x5, 6x6, 8x8, 10x10และ 12x12 สำหรับปัญหาที่มี2 วัตถุประสงค์ และในปัญหาขนาด 6x6 และ 8x8 สำหรับปัญหาที่มี 3 วัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรณีที่เป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มากกว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่เหลือที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังกชันวัตถุประสงค์ น้อยกว่าผลเฉลยที่ต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้บางเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มากกว่าผลเฉลยที่มากสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นๆ จะให้ผลเฉลยที่ตรงกันในแต่ละขั้นตอนวิธีโดยไม่จำกัดค่าน้ำหนัก

2. สำหรับการจำแนกความแตกต่างของผลเฉลยในแต่ละกรณีนั้นนั้นผู้วิจัยให้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย ถ้าค่าเป้าหมายเท่ากันจะถือว่าเป็นผลเฉลยเดียวกัน แต่ถ้าค่าเป้าหมายไม่เท่ากันจะถือว่าผลเฉลยนี้แตกต่างกัน
3. จำนวนจุดยอดที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลที่สามารถสรุปเบื้องต้นได้ดังนี้
   3.1 ถ้าเป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มีค่าน้อยกว่าผลเฉลยที่มีค่ามากที่สุด หรือเป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ มีค่ามากกว่าผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุด GP จะหาผลเฉลยที่เป็นไปตามเป้าหมายเท่านั้น แต่ผลเฉลยของ COM นั้นจะสามารถหาผลเฉลยที่น้อยกว่า เป้าหมายที่ต้องการค่าที่น้อยที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือมีค่ามากกว่า เป้าหมายที่ต้องการค่าที่มากที่สุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ได้
   3.2 เนื่องจากผลเฉลยของบางปัญหาอาจไม่ได้มีแค่ผลเฉลยเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาคำตอบเดิมซ้ำๆ ในแต่ละวิธีการหลายๆ รอบจนกว่าจะเสถียร แล้วเลือกผลที่วิธีการนั้นๆ แสดงผลเฉลยที่ซ้ำกันมากที่สุดออกมา ซึ่งอาจจะได้คำตอบไม่เหมือนกันได้
   3.3 ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน ในแต่ละวิธีการอาจได้คำตอบไม่เหมือนกันโดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าเป้าหมาย และวิธีการทำซ้ำในโปรแกรม Microsoft Excel 2003
   3.4 ในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักไม่เท่ากัน GP จะหาผลเฉลยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากกว่าให้ตรงกับเป้าหมายมากที่สุด แต่ COM นั้นจะพยายามหาผลเฉลยที่มีค่าน้อยที่สุดหรือมากที่สุดซึ่งอาจจะมีค่าที่ดีกว่าเป้าหมาย
4. การประยุกต์ใช้งานร่วมกับฮิวริสติก ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานร่วมกันได้จริงระหว่าง COM กับ ฮิวริสติกที่เป็นการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่เป็นแบบวัตถุประสงค์เดียวได้ โดยขั้นตอนแรก ผู้วิจัยใช้ COM ในการสร้างเส้นทางใหม่ให้มีลักษณะคล้ายกับปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่เป็นแบบวัตถุประสงค์เดียว ขั้นตอนต่อมา ผู้วิจัยใช้ฮิวริสติกที่เป็นการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่เป็นแบบวัตถุประสงค์เดียวมาทำการหาผลเฉลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองการหาผลเฉลยที่หาด้วย COM นั้นมีค่าใกล้เคียงกับผลเฉลยที่หาด้วย GP เมื่อค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าที่มากที่สุด ในกรณีที่วัตถุประสงค์นั้นต้องการค่าที่มากที่สุด และค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นั้นจะมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับค่าที่น้อยที่สุดในกรณีที่วัตถุประสงค์นั้นต้องการค่าที่น้อยที่สุด โดยจะไม่ขึ้นกับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละวัตถุประสงค์

แต่ถ้าค่าเป้าหมายไม่เป็นดังที่กล่าวมา ผลเฉลยที่หาด้วย GP จะยึดค่าเป้าหมายและค่าถ่วงน้ำหนักมากกว่าผลเฉลยที่หาด้วย COM โดยจะยึดค่าถ่วงน้ำหนักมากกว่าค่าเป้าหมาย ซึ่งทำให้ผลเฉลยที่หาด้วยทั้ง 2 วิธีการนั้นมีค่าไม่เหมือนกันดังในผลการทดลองข้างต้น และหากวัดความคลาดเคลื่อนด้วยค่า goal ของ GP นั้นแน่นอนว่าค่า goal ของผลเฉลยที่หาด้วย GP จะดีกว่าค่า goal ของผลเฉลยที่หาด้วย COM เพราะค่า goal ของ COM นั้นเป็นการวัดความคลาดเคลื่อนของเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของ GP มากกว่า COM แต่จะไม่ตรงกับเงื่อนไขที่ต้องการว่าให้วัตถุประสงค์ที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุดนั้นให้มีค่าที่มากที่สุดหรือน้อยที่สุด

วิธีการนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจค่าที่มากที่สุดหรือน้อยที่สุดที่เป็นไปได้มากกว่าค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ ดังนั้นผลเฉลยโดยทั่วไปจะไม่ได้มีผลเฉลยเดียว และเนื่องจากการทดลอง ใช้ตัวอย่างของจำนวนวัตถุประสงค์น้อยเกินไป ควรจะเพิ่มจำนวนวัตถุประสงค์มากกว่านี้ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการทดลองแตกต่างไปจากเดิมได้ งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นเพียงอีกแนวทางหนึ่งในการหาผลเฉลยของปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์ โดยสามารถประยุกต์ฮิวริสติกหลายๆ แบบที่ใช้หาเฉพาะปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตร ที่มีวัตถุประสงค์เดียวได้ ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่สามารถพัฒนาในด้านอื่นได้ เช่น การหาค่าความสำคัญและค่าเป้าหมายโดยไม่ต้องกำหนดขึ้นมาเอง และปัญหาที่มีปัญหาพนักงานขายแบบอสมมาตรที่มีหลายวัตถุประสงค์เป็นพื้นฐานได้ เช่น ปัญหาการจัดเส้นทางที่มีหลายวัตถุประสงค์ หรือปัญหาทางด้านแบบจำลองโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มที่มีหลายวัตถุประสงค์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ณกร อินทร์พยุง. 2548. **การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์ (Discrete Optimization in Transport and Logistics).** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เตชินี บุญรัตน์, ระวิวรรณ จึงวัชกุล, สถาพร โอภาสานนท์ และ ประพันธ์ รุจิอาภา 2551. "การปรับปรุงประสิทธิ์ภาพการขนส่ง กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าบริษัท ดีเอสแอล เอ็กเซล ซัพพลายเชน ประเทศไทย" **การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 8**

Kaplan H., Lewenstein M.,Shafrir N. and Sviridenko M. 2005. "Approximation Algorithms for Asymmetric TSP by Decomposing Directed Regular Multigraphs." **Journal of The ACM**. 52(4):602-626

Frieze A. M.,Galbiati G. and Maffioli F. 1982. "On The Worst-Case Performance of Some Algorithms for the Asymmetric Traveling Salesman Problem." **NETWORKS.** 12(1): 23-39

Li H. and Silva D L. 2008. "Evolutionary Multi-objective Simulated Annealing with adaptive and competitive search direction." **IEEE Congress on Evolutionary Computation.** :3311-3318

Rehmat A.,Saeed H and Cheema M S. 2007. "Fuzzy Multi-objective Linear Programming Approach for Traveling Salesman Problem" **Pak.j.stat.oper.res.** III(2): 87-98

Bläser M. 2008. "A New Approximation Algorithm for the Asymmetric TSP with Triangle Inequality." **ACM Transactions on Algorithms.** 4(4):47-62

Jozefowiez N.,Glover F,Laguna M. 2008. "Multi-objective Meta-heuristics for the Traveling Salesman Problem with Profits" **Journal of Mathematical Modelling and Algorithms.** 7(2):177-195

Render B., Stair R.M. JR and Hanna M.E. 2009. **Quantitative Analysis for Management.** 10th. London: Pearson Education

Winston W.L., VenKataramanan M. 2003. **Introduction To Mathematical Programming.** 10th. USA: Thomson Learning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสัจจา ดวงชัยอยู่สุข
วัน เดือน ปี เกิด	19 ธันวาคม 2528
สถานที่เกิด	อุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์)
ปีการศึกษา	2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้