

การศึกษาเปรียบเทียบวิธี แอนต์ โคลนีย์ ชนิด แม็กซ์-มิน และ การค้นหาตาม

ตำหรับการกำหนดตำแหน่งศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์

COMPARATIVE STUDY OF MAX-MIN ANT COLONY AND TABU SEARCH
ALGORITHMS FOR LOCATING COIN DISTRIBUTION CENTERS



๕๕๘
วิทยานพนธ์เป็นผลงานหนึ่งของการศึกษาด้านหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติประยุกต์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-SC-M-050-009

การศึกษาเปรียบเทียบวิธี แอนท์ โคลนีย์ ชนิด แม็กซ์-มิน และ การค้นหาตาม
สำหรับการกำหนดตำแหน่งศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์

COMPARATIVE STUDY OF MAX-MIN ANT COLONY AND TABU SEARCH
ALGORITHMS FOR LOCATING COIN DISTRIBUTION CENTERS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติประยุกต์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPARATIVE STUDY OF MAX-MIN ANT COLONY AND TABU SEARCH
ALGORITHMS FOR LOCATING COIN DISTRIBUTION CENTERS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2014

KMITL-2014-SC-M-050-009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาเปรียบเทียบวิธี แอนท์ โคลนีย์ ชนิดแม็กซ์-มิน และการค้นหาตาบู่
สำหรับการกำหนดตำแหน่งศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์
Comparative Study of Max-Min Ant Colony and Tabu Search
Algorithms For Locating Coin Distribution Centers

นักศึกษา

นายภาณุวัฒน์ สิมะลี

รหัสประจำตัว

52651513

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.ชานินทร์	ศรีสุวรรณณา	
ผศ.ดร.สมศรี	บัณฑิตวิไล	
รศ.ดร.พงศ์ชนัน	เหลือองไพบุลย์	
รศ.ดร.วลัยลักษณ์	อัครีรวงศ์	

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 28 เมษายน พ.ศ. 2557 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง 114 ชั้น 1 อาคารจุฬารณวลัยลักษณ์ 1

คณะวิทยาศาสตร์รับรองแล้ว



(รองคณบดีคณาจารย์ ดร.ดุษณี ธนบุรีพัฒน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ ๑1 เดือน พค. พ.ศ. ๕7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบวิธี แอนท์ โคลนีย์ ชนิด แม็กซ์-มิน และ การค้นหาตาม สำหรับการกำหนดตำแหน่งศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์
นักศึกษา	นายภาณุวัฒน์ สิมมะลี
รหัสประจำตัว	52651513
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถิติประยุกต์
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานกลาง (Window) ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีเมตาฮิวริสติก 2 วิธี ได้แก่ Tabu Search และวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Max-Min Ant Colony ใช้ระยะเวลาการคำนวณหาคำตอบและผลรวมของระยะทางทั้งหมดเป็นตัวเปรียบเทียบคำตอบของวิธีการหาคำตอบทั้งสองวิธี โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดจำนวน Window จำนวนทั้งสิ้น 40 แห่งและสามารถให้บริการลูกค้าได้ในรัศมี 80 กิโลเมตร ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระยะทางแต่ละแห่งจากกรมการขนส่งทางบก

ผลการวิจัยพบว่าวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Tabu Search ใช้ระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบน้อยกว่าวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Max-Min Ant Colony แต่ค่าผลรวมของระยะทางทั้งหมด วิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Max-Min Ant Colony ให้ค่าที่ดีกว่าวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Tabu Search โดยวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Tabu Search ใช้เวลาในการหาคำตอบ 2 วินาที ระยะทางรวมทั้งหมด 12,461 กิโลเมตร ส่วนวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Max-Min Ant Colony ใช้เวลาในการหาคำตอบ 21 วินาที ระยะทางรวมทั้งหมด 10,120 กิโลเมตร

คำสำคัญ : เหรียญกษาปณ์, เมตาฮิวริสติก, ตามู เสรีฯ, แม็กซ์-มิน แอนท์ โคลนีย์, โลกคอล เสรีฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Comparative Study of Max-Min Ant Colony and Tabu Search Algorithms for Locating Coin Distribution Centers
Student	Mr. Panuwat Simmalee
Student ID	52651513
Degree	Master of Science
Program	Applied Statistics
Year	2014
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Walailak Atthirawong

ABSTRACT

The objective of this research was to find the position of the Windows of coin distribution centers. Two Meta-heuristic methods, i.e. Tabu Search and Max-Min Ant Colony were employed and compared the results by using the total time in searching solution and total distances. In this research, the number of Windows was set to 40 and each Window could serve customers within a maximum radius of 80 kilometer. Distance of each location was collected from the Department of Land Transport.

The results revealed that the total time spent in search solution from Tabu Search was shorter than from Max-Min Ant Colony. However, when considering the total distance from Max-Min Ant Colony was shorter than from Tabu Search. Via using Tabu Search algorithm, the total time spent in search solution was 2 second and the total distance was equal to 12,461 kilometers. Whereas, the total time spent in search solution via Max-Min Ant Colony was 21 second and the total distance was equal to 10,120 kilometers.

Keywords : Coins, Metaheuristic, Tabu Search, Max-Min Ant Colony, Local search

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีเนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์จากอาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ รศ.ดร. วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ
ได้ดียิ่ง ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในการอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ชานินทร์ ศรีสุวรรณธนา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมศรี
บัณฑิตวิไล และ รศ.ดร.พงษ์ชนัน เหลืองไพบุลย์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ
ตลอดจนข้อชี้แนะจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่น้องที่คอยให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านและ
เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาสถิติ
และท่านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องแต่มิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และมีความเข้าใจผู้วิจัยด้วยดีมาโดย
ตลอดจนทำให้การศึกษาประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งใจไว้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบอกแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภาณุวัฒน์ สิมมะลี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ของการศึกษา.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 วิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตาฮีริสติก.....	4
2.1.1 วิธี Tabu Search.....	4
2.1.2 วิธี Ant Colony.....	6
2.1.3 ระบบ Ant System.....	7
2.1.4 การเลือกตำแหน่งถัดไป.....	9
2.1.5 วิธี Max-Min Ant System.....	10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	14
3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล.....	14
3.2 กำหนดเป้าหมายเพื่อใช้ในการหาตำแหน่ง Window.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การหาตำแหน่งของ Window.....	14
3.3.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search.....	15
3.3.2 การหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony.....	19
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	27
4.1 ผลการหาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search.....	27
4.2 ผลการหาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony.....	28
4.3 ตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลางที่ได้จากการหาตำแหน่งด้วยวิธีเมตาฮีริสติก ชนิด Tabu Search.....	41
4.4 ตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลางที่ได้จากการหาตำแหน่งด้วยวิธีเมตาฮีริสติก ชนิด Max-Min Ant Colony.....	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	58
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	61
ภาคผนวก ก การหาตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลาง.....	62
ภาคผนวก ข ตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลาง.....	73
ประวัติผู้เขียน.....	88

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างระยะทางของแต่ละอำเภอ.....	14
3.2 การแปลงข้อมูลจากตารางที่ 3.1 ของแต่ละอำเภอ.....	16
3.3 ตัวอย่างระยะทางของ Window และอำเภอที่อยู่ในความดูแล.....	18
3.4 แสดงค่าฟีโรโมนเริ่มต้นของทุกคู่เชื่อม.....	21
3.5 ค่า τ_{ij}^5 ของทุกคู่เชื่อม.....	21
3.6 ค่า η_{ij}^5 ของทุกคู่เชื่อม.....	21
3.7 ผลการอัปเดตฟีโรโมนในเส้นทางภายใต้หลักการ Max-Min Ant Colony.....	25
3.8 ระดับของฟีโรโมนในเส้นทางที่จะใช้ในรอบการวนซ้ำถัดไป.....	25
3.8 ระดับของฟีโรโมนในเส้นทางที่จะใช้ในรอบการวนซ้ำถัดไป.....	26
4.1 ระดับปัจจัยและพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีโรสติคชนิด Max-Min Ant Colony (Holger.R.Majer.,2003).....	28
4.2 การทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีโรสติคชนิด Max-Min Ant Colony.....	30
4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีโรสติคชนิด Max-Min Ant Colony.....	38
4.4 ระดับปัจจัยที่เหมาะสมของวิธีเมตาฮีโรสติคชนิด Max-Min Ant Colony.....	40
ข.1 ตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลางที่ได้จากการหาด้วยวิธีเมตาฮีโรสติค ชนิด Tabu Search.....	74
ข.2 ตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายหรือศูนย์กลางที่ได้จากการหาด้วยวิธีเมตาฮีโรสติค ชนิด Max-Min Ant Colony.....	81

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การทดลองของ Goss กับ Argentine Ant ที่มาดัดแปลงมาจาก Goss et al. (1989).....	7
3.1 ขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Tabu Search	15
3.2 รหัสเทียม (Psudo Code)ของวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Tabu Search	16
3.3 ขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant Colony	19
3.4 รหัสเทียม (Psudo Code)ของวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant Colony	20
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบและรูปแบบการจำการสุ่ม (Seed) ในการหาคำตอบด้วย วิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Tabu Search	27
4.2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Minitab 16	29
4.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับปัจจัยหลักของวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant System	39
4.4 Interaction Plot สำหรับพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant System	40
ก.1 หน้าจอหลักของโปรแกรมการหาคำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์	63
ก.2 หน้าจอเมนูย่อย File.....	64
ก.3 หน้าจอเมนูย่อย Calculate.....	65
ก.4 หน้าจอเมนูย่อย แสดงผล.....	65
ก.5 หน้าจอเมนูย่อย แสดงข้อมูลอำเภอ.....	66
ก.6 หน้าจอเมนูย่อย แสดงข้อมูลระยะทาง.....	67
ก.7 ขั้นตอนการ โหลดไฟล์ข้อมูล.....	68
ก.8 ขั้นตอนการ โหลดไฟล์ข้อมูล.....	68
ก.9 ขั้นตอนการ โหลดไฟล์ข้อมูล.....	69
ก.10 การกำหนดพารามิเตอร์ของวิธี Tabu Search.....	69
ก.11 ขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Tabu Search.....	70
ก.12 ผลการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Tabu Search.....	70
ก.13 การกำหนดพารามิเตอร์ของวิธี Max-Min Ant Colony.....	71
ก.14 ผลการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Max-Min Ant Colony.....	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ VII ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสำนักบริหารเงินตรา กรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง มีหน้าที่หลักในการรับแลกจ่ายแลกเหรียญกษาปณ์ และบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ให้เพียงพอต่อการใช้หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจการดำเนินการกระจายเหรียญกษาปณ์หมุนเวียน เริ่มต้นจากสำนักบริหารเงินตราวางแผนการกระจายเหรียญ และกระจายเหรียญกษาปณ์ที่ได้รับจาก โรงกษาปณ์ให้กับศูนย์กระจายภูมิภาคหลักทั้ง 6 ศูนย์ทั่วประเทศ อันได้แก่ ศูนย์สำนักบริหารเงินตรา กรุงเทพฯ ศูนย์จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์จังหวัดลำปาง ศูนย์จังหวัดขอนแก่น ศูนย์จังหวัดสุราษฎร์ธานี ศูนย์จังหวัดสงขลา รวมทั้ง ศาลาธนารักษ์ 1 จังหวัดเชียงใหม่ และ ศาลาธนารักษ์ 2 จังหวัดสงขลา ศูนย์กระจายเหรียญในภูมิภาค และศาลาธนารักษ์เหล่านี้จะทำหน้าที่กระจายเหรียญกษาปณ์หมุนเวียน ไปยังจังหวัดต่างๆที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่รับผิดชอบ โดยผ่านคลังจังหวัดที่มีหน้าที่เป็นตัวแทนของสำนักบริหารเงินตราในการรับแลกและจ่ายแลกเหรียญกษาปณ์หมุนเวียนในจังหวัดที่รับผิดชอบสำนักบริหารเงินตรามีนโยบายเปลี่ยนแปลงระบบการกระจายเหรียญกษาปณ์ โดยเพิ่มจำนวนศูนย์กระจายเหรียญในภูมิภาค และปรับเปลี่ยนที่ตั้งของศูนย์กระจายเหรียญให้สอดคล้องกับพื้นที่การให้บริการ แต่จะเห็นได้ว่าศูนย์กระจายเหรียญเชียงใหม่ และลำปางตั้งอยู่ใกล้กันมาก ในขณะที่พื้นที่ภาคกลางตอนบน หรือภาคเหนือตอนล่าง ไม่มีศูนย์กระจายเหรียญ หรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีศูนย์กระจายเหรียญภูมิภาคเพียงแห่งเดียวคือศูนย์กระจายเหรียญขอนแก่น ดังนั้นทางสำนักบริหารเงินตราจึงได้มีการปรับเปลี่ยนที่ตั้งของศูนย์กระจายเหรียญภูมิภาคเป็นทั้งหมด 7 แห่ง ประกอบด้วยจังหวัด กรุงเทพฯ เชียงใหม่ นครสวรรค์ ขอนแก่น อุบลราชธานี สุราษฎร์ธานี และสงขลา ซึ่งจะทำให้มีศูนย์กระจายเหรียญในภูมิภาคที่ครอบคลุมพื้นที่การให้บริการที่เหมาะสมมากขึ้น หาก อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนระบบการกระจายเหรียญของสำนักบริหารเงินตราในครั้งนี้ ได้มีนโยบายในการยกเลิกหน้าที่การให้บริการรับแลกจ่ายแลกของคลังจังหวัด โดยให้หน่วยงานที่มีความจำเป็นต้องใช้เหรียญไปทำการแลกเหรียญที่ศูนย์กระจายภูมิภาคทั้ง 7 แห่งแทนซึ่งนโยบายนี้จะส่งผลกระทบต่อระบบการกระจายเหรียญของประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลจากศูนย์กระจายเหรียญพบว่า การเปลี่ยนแปลงระบบการกระจายเหรียญกษาปณ์ โดยยกเลิกหน้าที่ของคลังจังหวัดนั้นจะส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับพื้นที่ที่ประสบปัญหาทางด้านปริมาณของเหรียญกษาปณ์หมุนเวียนทำให้การเข้าถึงเหรียญกษาปณ์ลำบากมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ห่างสรรพสินค้าประจำจังหวัดและร้านค้าปลีกที่บริการตนเองในระดับครอบครัว และประชาชนทั่วไป ส่วนในภาพรวมของทั้งประเทศอาจจะส่งผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายใน ซึ่งจนเมื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุยอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจค้า
ดั้งเดิมหรือดีกว่าเดิม จึงจำเป็นที่จะต้องมึหน่วยงานเข้ามารับหน้าที่เป็นช่องทางให้หน่วยงานต่างๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงเหรียญกษาปณ์ได้ง่ายโดยทำการรับแลกจ่ายแลกเหรียญกษาปณ์ ซึ่ง พัทธภรณ์ เนียมมณี และวลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์ (2555) ได้ทำการศึกษาและเสนอแนวคิดที่จะจัดให้มีหน่วยงานกลางหรือ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการรับแลกจ่ายแลกเหรียญกษาปณ์หมุนเวียนในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลศูนย์กระจายเหรียญแห่งใหม่ของกรมธนารักษ์มากขึ้นไป ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าควรจัดตั้ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ในพื้นที่ที่อยู่ห่างจากศูนย์กระจายเหรียญภูมิภาคเกินกว่า 200 กิโลเมตรตามระยะทางหลวงมีทั้งหมด 205 อำเภอจำนวนทั้งสิ้น 40 แห่งทั่วประเทศไทย (พัธภรณ์ เนียมมณี และวลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์, 2555)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาวิธีการเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search และวิธีการเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony มาประยุกต์ใช้ในการหาค่าตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ ทั้ง 40 แห่ง เพื่อเปรียบเทียบคำตอบและตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ว่าวิธีใดให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) รวมทั้งศึกษาข้อดี ข้อด้อย ของทั้งสองวิธีเพื่อนำไปพัฒนาให้คำตอบใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด (Global Optimal) มากยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีทางเมตาฮิวริสติกสามารถแก้ปัญหาในกรณีที่ปัญหานั้นเป็นปัญหาที่แก้ด้วยวิธีแบบ โดยตรงไม่ได้ (Non-Exact Solution) หรือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก (NP Hard)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อหาค่าตำแหน่งของ Window โดยใช้วิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony และวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณภาพของคำตอบด้วยวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony และวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search
3. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาค่าตำแหน่งที่ตั้งของ Location ที่เหมาะสมในกรณีปัญหาอื่นๆที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony และวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search เพื่อหาค่าตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ในพื้นที่ที่อยู่ห่างจากศูนย์กระจายเหรียญภูมิภาคเกินกว่า 200 กิโลเมตรตามระยะทางหลวงมีทั้งหมด 205 อำเภอจำนวนทั้งสิ้น 40 แห่งทั่วประเทศไทย (พัธภรณ์ เนียมมณี และวลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์, 2555) ระยะทางที่ใช้ในการคำนวณใช้ระยะทางตามระยะทางหลวงและรถขนส่งเหรียญค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำการศึกษ จัดให้สภาพรทุกคนที่ทำการขนส่งมีลักษณะและสภาพไม่แตกต่างกันในทุกกรณี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงหลักการการหาคำตอบด้วยวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony และวิธีทางเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการหา Location ที่เหมาะสมกับรูปแบบปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ตำรางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษาไวยากรณ์ (Syntax) ของภาษา Visual Basic เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรม
3. รวบรวมข้อมูลและค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการหาคำตำแหน่ง window
4. สร้างโปรแกรมเพื่อหาคำตำแหน่ง Window ทดสอบผลที่ได้และแก้ไขจุดผิดพลาด
5. วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้และเลือกคำตอบที่ดีที่สุด
6. สรุปผลและนำเสนอผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic)

วิธีการค้นหาคำตอบแบบเมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่เป็น โพลีโนเมียล (NP-Problem) เช่น ปัญหาการกำหนดเส้นทางการขนส่งของรถบรรทุก (Vehicle Routing Problem) หรือปัญหาการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) ซึ่งเป็นการยากที่จะหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปัญหามีความซับซ้อนมาก (NP-Hard) การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดอาจใช้เวลาในการคำนวณนานมาก หรือเป็นไปได้ที่จะคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด วิธีการเมตาฮิวริสติกจึงถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพราะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่ามาก อีกทั้งคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบแบบเมตาฮิวริสติกก็สามารถยอมรับได้ในการใช้งานจริง ในงานอุตสาหกรรมซึ่งจัดเป็นปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งผู้วิจัยนำวิธีการทางเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search และวิธีการทางเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony มาประยุกต์ในการหาคำตำแหน่งของหน่วยงานกลาง (Window) โดยรายละเอียดของแต่ละวิธีการมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1.1 Tabu Search

การแก้ปัญหาแบบตามูเป็นวิธีการคิดแบบฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้น โดย Fred Glover (1989) ออกแบบมาสำหรับการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก (Hard Optimization Problem) และมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถ โดยอาศัยการทำซ้ำๆ เพื่อให้ได้ระยะทางรวมที่ดีที่สุด (Dorn, 1995)

กระบวนการหาคำตอบแบบตามูมีลักษณะพิเศษคือการ ป้องกันการแก้ปัญหาที่ไม่รู้จักจบ (Cycling) เนื่องจากการวนกลับไปกลับมาแบบ ไปและกลับมาแบบไม่รู้จักจบของกระบวนการทำซ้ำ โดยใช้ Tabu List ซึ่งวิธีการนั้นจะอาศัยการเคลื่อนย้ายทรัพยากรใน โครงสร้าง List ที่แสดงด้วยกลุ่มงานทั้งหมดที่จะนำมาจัดเส้นทาง เพื่อสร้างทางเลือกของเส้นทาง (Neighborhood) และทำการสุ่มเลือกเส้นทางจาก Neighborhood มาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ดีที่สุดที่เลือกมาแล้ว โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบ ถ้าเส้นทางที่เลือกมาใหม่ดีกว่าที่มีอยู่ ก็จะยอมรับเส้นทางนั้น ไว้ใน Tabu List เพื่อเก็บค่าไว้เปรียบเทียบกับเส้นทางที่เลือกมาใหม่ เพื่อป้องกันการวนกลับซ้ำเส้นทางเก่า หรือวนไม่รู้จักจบ ปฏิบัติเช่นนี้จนได้เส้นทางที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด

องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบตามูมีดังนี้

การจัดรูปแบบงาน และออกแบบ Neighborhood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระบวนการค้นหา
- พิจารณาเงื่อนไขการยอมรับ หรือปฏิเสธเส้นทาง

2.1.1.1 การจัดรูปแบบงานและออกแบบ Neighborhood

ทำการเตรียมทรัพยากรหรืองานที่จะใช้ในการจัดเส้นทาง จากนั้นสร้างทางเลือกของเส้นทางโดยใช้รูปแบบดังต่อไปนี้

Swap Move

เป็นการสับเปลี่ยนลำดับของโหนด 2 โหนดใดๆในเส้นทางโดยมีขนาดของ Neighborhood เท่ากับ $\frac{n(n-1)}{2}$ โดยที่ n คือจำนวนโหนดที่พิจารณา ตัวอย่างการเคลื่อนย้ายแบบ Swap Move เช่น จำนวนโหนดที่ต้องการจัดลำดับโหนด เท่ากับ 4 โหนด

เริ่มจากจัดลำดับโหนดเป็น {1,2,3,4}

วิธีการเคลื่อนย้าย

{2,1,3,4} {1,3,2,4} {1,4,3,2}

{3,2,1,4} {1,2,4,3}

{4,2,3,1}

ซึ่งจะมีจำนวนรูปแบบการเคลื่อนย้ายเท่ากับ $\frac{4(4-1)}{2}$

หรือ 6 รูปแบบ

Insertion or Add Move

เป็นการนำโหนดในลำดับหนึ่งไปใส่ในอีกลำดับหนึ่ง โดยขนาดของ Neighborhood เท่ากับ $(n-1)^2$

ตัวอย่างการเคลื่อนย้ายแบบ Insertion or Add Move เช่น จำนวนโหนดที่ต้องการจัดลำดับโหนด เท่ากับ 4 โหนด

เริ่มจากจัดลำดับโหนดเป็น {1,2,3,4}

วิธีการเคลื่อนย้าย

{2,1,3,4} {3,1,2,4}

{2,3,1,4} {1,2,4,3}

{2,3,4,1} {4,1,2,3}

{1,3,2,4} {1,4,3,2}

{1,3,4,2}

ซึ่งจะมีจำนวนรูปแบบการเคลื่อนย้ายเท่ากับ $(4-1)^2$

หรือ 9 รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 กระบวนการค้นหา

เป็นขั้นตอนการสุ่มเส้นทางจากกลุ่ม Neighborhood แล้วพิจารณาในรูปฟังก์ชันวัตถุประสงค์ว่าจะยอมรับเส้นทางนั้นหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะพิจารณาจากค่าระยะทางโดยรวมของเส้นทาง จำนวนโหนดที่สามารถจัดส่งสินค้าได้ในเส้นทางนั้นๆ

2.1.2 วิธีฝูงมด (Ant Colony Optimization, ACO)

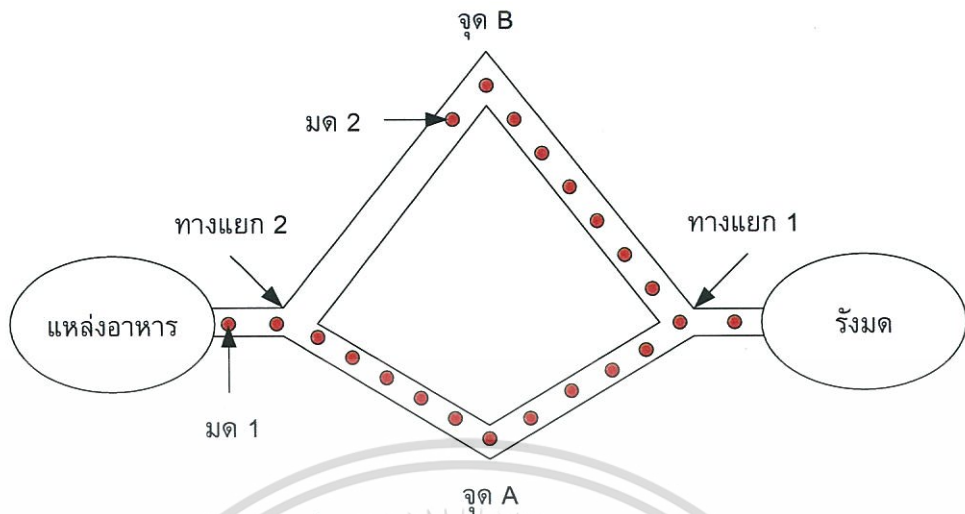
เทคนิคต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงงานต่าง ๆ มักมีที่มาจากธรรมชาติรอบ ๆ ตัวเรา ตัวอย่างของเครือข่ายสมอง (Neural Network) ก็เลียนแบบจากโครงสร้างของสมองของมนุษย์ ซึ่งวิธีฝูงมดที่คิดค้น โดย Dorigo ได้เสนออัลกอริทึมที่นำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาแบบรวม (Combinatorial Optimization Problem) เช่น ปัญหาเซลส์แมน (Traveling Salesman Problem) (Dorigo and Colomi, 1996) ปัญหาการจัดวางเครื่องจักรแบบแถวเดียว (Single Row Machine Layout Problem) (Solimanpur, 2005) และปัญหาเส้นทางเดินของพาหนะ (Vehicle Routing Problem) (Bell, 2004)

ในปี 1989 Goss และคณะ ได้ดำเนินการทดลองกับมดสายพันธุ์ *Iridomyrmex Humilis* หรือรู้จักกันในชื่อ Argentine Ants ซึ่งได้นำมดเหล่านี้มาแสดงความสามารถในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากรังไปยังแหล่งอาหาร โดยการทดลองนำอาหารและรังของมดไปวางไว้ที่สะพานที่แยกออกเป็นสองทางที่มีระยะทางสั้นยาวต่างกัน ฝูงมดที่ออกหาเสบียงต้องเลือกทางเดินระหว่างเส้นทางทั้งสอง จากการทดลองพบสิ่งที่น่าสนใจคือ ภายหลังจากระยะแรกมดส่วนใหญ่จะเลือกเส้นทางที่สั้นกว่าและความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางที่สั้นกว่าเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่แตกต่างกันระหว่าง 2 เส้นทาง

พฤติกรรมทางเลือกเส้นทางเดินที่สั้นที่สุดเป็นผลมาจากผลตอบสนองเชิงบวก (Positive Feedback) และระยะทาง (Trails) ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งมาจากการปล่อยสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (Pheromone) ระหว่างที่ฝูงมดออกหาอาหารจัดเป็นการสื่อสารกัน จากการทดลอง (รูปที่ 2.1) ในแต่ละจุดฝูงมดจะทำการตัดสินใจเพื่อเลือกเส้นทาง โดยการใช้ไบอัส (Bias) จากระดับความแรงของฟีโรโมนจากแต่ละเส้นทาง ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกกระตุ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากเส้นทางที่ฝูงมดต่อๆ มาจะเลือกเส้นทางที่มีระดับฟีโรโมนที่สูงกว่า และขณะที่ฝูงมดนั้นใช้เส้นทางที่สั้นกว่าก็ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับฟีโรโมนเช่นกัน (Self-reinforce Processing)

จากกระบวนการสลายตัวตามธรรมชาติ สารฟีโรโมนที่มดปล่อยออกมาจะระเหยเมื่อเวลาผ่านไป อัตราการสลายตัวนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมด ประเภทของพื้นผิวที่มดเดินผ่าน ด้วยวิธีการนี้ทำให้เส้นทางเดิมที่ฝูงมดเคยเลือกใช้ตั้งแต่แรกจะมีความเข้มข้นของลดลง เนื่องจากฝูงมดที่เลือกใช้เส้นทางนี้ลดลง (Goss et al., 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การทดลองของ Goss กับ Argentine Ants

ที่มา: คัดแปลงมาจาก Goss et al. (1989)

จากรูปที่ 2.1 มีฝูงมดที่กำลังเดินทางออกจากรัง มด 1 และ มด 2 เป็นมดกลุ่มแรกที่เริ่มออกหาอาหารในเวลาเดียวกัน มดทั้ง 2 ตัวจะมายังตำแหน่งทางแยก 1 พร้อมกัน และตัดสินใจด้วยความน่าจะเป็น 50/50 เนื่องจากไม่มีไบอัสจากฟีโรโมนมด 1 ซึ่งเลือกเส้นทางที่สั้นกว่าจะไปถึงแหล่งอาหาร (ผ่านจุด A) และนำอาหารที่ได้กลับไปรัง ระหว่างที่เดินทางกับ มด 1 จะต้องตัดสินใจอีกครั้งในการเลือกเส้นทางที่จุด 2 เนื่องจาก มด 1 รับรู้ได้ถึงระดับฟีโรโมนบนเส้นทางที่สั้นกว่า และด้วยความน่าจะเป็นที่มากกว่า (ซึ่งเป็นฟีโรโมนที่ปล่อยไว้ระหว่างเดินทางจากรังมายังแหล่งอาหาร) เนื่องจากระยะทางที่ยาวกว่าทำให้ทางแยกที่ทางแยก 2 ไม่มีฟีโรโมนที่จะไปยังจุด B ส่งผลให้ฝูงมดที่ตามมาเลือกเส้นทางที่สั้นกว่าเช่นกัน ในระหว่างนั้นเองเส้นทางที่สั้นกว่าก็จะถูกเลือกมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ระดับฟีโรโมนสูงขึ้นตามเช่นกัน ในที่สุดมด 2 ก็จะเลือกเส้นทางที่สั้นกว่าด้วยความน่าจะเป็นและระดับฟีโรโมนที่สูงกว่า ในขณะที่เส้นทางที่ยาวกว่าจะไม่มีเพิ่มขึ้นของระดับฟีโรโมนมีแต่การระเหยของฟีโรโมนอย่างเดียว จนในที่สุดฝูงมดทั้งหมดก็จะเลือกเดินทางในเส้นทางที่สั้นที่สุด

2.1.3 ระบบมด (Ant System)

ระบบมด (Ant System) ได้ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1991 โดยถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้น โดย Marco Dorigo และคณะซึ่งก่อนหน้านี้ระบบมดเดิมได้มีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ Ant - density, Ant - quantity และ Ant - cycle (Dorigo and Stutzle, 2004) ระบบ Ant - density และระบบ Ant - quantity นั้นจะปรับปรุงสารฟีโรโมนทันทีขณะที่เดินทางจากเมือง i ไปยังเมือง j ขณะที่ระบบ Ant - cycle นั้นจะปรับปรุงสารฟีโรโมนหลังจากที่มดเดินทางครบทุกเมืองแล้ว โดยที่เอกซอสปริมาณสารฟีโรโมนที่จะอัปเดตนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างค่าคงที่ต่อระยะทางหรือคุณภาพไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลเฉลยที่ได้จากการศึกษาในอดีตรบบ Ant - density และระบบ Ant - quantity ก็ไม่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาอีกต่อไปอีก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการหาผลเฉลยหรือเส้นทางน้อยมากเมื่อเทียบกับระบบ Ant - cycle ดังนั้นในปัจจุบัน เมื่อก้าวถึงระบบมดก็คือระบบ Ant - cycle นั่นเอง (Dorigo and Stutzle, 2004)

โครงสร้างของวิธีการระบบมด (Ant System Algorithm) สามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นกระบวนการกำหนดเส้นทางการเดินทางของมด (Tour Construction) และส่วนที่สอง เป็นกระบวนการอัปเดตฟีโรโมน (Pheromone Update) (Stutzle and Dorigo, 1999) โดยเริ่มแรกจะกำหนดให้ค่าฟีโรโมนเริ่มต้น (Initial Pheromone) หรือ τ_0 ให้เป็นค่าน้อยที่มากกว่าศูนย์ เหตุผลก็เพื่อให้มดรุ่นแรกๆสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถหาได้จาก $\tau_{ij} = \tau_0 = \frac{m}{c^{nn}} ; \forall(i, j)$ เมื่อ m คือจำนวนมดและ c^{nn} คือผลเฉลยหรือระยะทางทั้งหมด (Tour) ที่ได้จากการหาโดยใช้หลักการเลือกเมืองที่อยู่ใกล้เคียงที่มีระยะทางสั้นที่สุดไปจนครบทุกเมือง (Dorigo and Stutzle, 2004) ซึ่งหลักการของ Ant System จะเป็นพื้นฐานของวิธี Max-Min Ant System ที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ซึ่งจะกล่าวในลำดับถัดไป

2.1.3.1 การกำหนดเส้นทางเดินทางของมด (Tour Constuction)

ระบบมดหรือ Ant System นั้น มดแทนด้วย m จะสร้างคำตอบโดยเริ่มแรกจะทำการสุ่มเลือกเมืองเริ่มต้นขึ้นมาก่อน ในกรณีที่ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะเริ่มจากเมืองไหนก็ได้ ซึ่งการเลือกเมืองที่จะเดินต่อไปในแต่ละครั้งจะใช้กฎความเป็นไปได้ (Probability) ที่จะเลือกเมืองถัดไปที่เรียกว่า กฎการสุ่มโดยใช้ความน่าจะเป็น (Random Proportional Rule) ความเป็นไปได้ที่มดตัว k ขณะที่อยู่เมือง i จะเลือกเมืองถัดไปที่ j ดังสมการที่ (2.1)

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{\epsilon \in N_i^k} [\tau_{i\epsilon}]^\alpha [\eta_{i\epsilon}]^\beta} \quad (2.1)$$

เมื่อ $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$ เป็นค่าของข้อมูลที่ใช้สุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic information) d_{ij} คือระยะทางระหว่างเมือง α คือ ค่าที่ใช้สำหรับถ่วงน้ำหนัก (Weight) ให้กับพารามิเตอร์ฟีโรโมน (Pheromone: τ) และ β คือ ค่าที่ใช้สำหรับถ่วงน้ำหนักข้อมูลของปัญหา (Heuristic information: η) ตามลำดับและ N_i^k คือจำนวนเมือง l คือจำนวนเมืองทั้งหมดที่อยู่รอบๆเมืองที่มดสามารถเดินทางไปได้จากเมือง i และมด k สามารถที่จะเลือกเดินไปได้

2.1.3.1 การเพิ่มร่องรอยของฟีโรโมน (Update of Pheromone Trails)

หลังจากที่มดทุกตัวได้เดินทางครบทุกเมืองก็สามารถที่จะหาค่าระยะทางทั้งหมดของมดแต่ละตัวได้แล้ว ซึ่งในระบบมด (Ant System) นั้นจะกำหนดให้มดแต่ละตัวมีการเพิ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขประโยชน์คุณการค่า ปริมาณฟีโรโมน (Update pheromone) บนเส้นทางของมดทุกๆตัวหลังจากที่ได้เดินทางผ่านเส้นทางไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขค่าและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นๆมา พร้อมกับมีการระเหยของฟีโรโมนในทุกๆเส้นทางอีกด้วย สมการการระเหยของฟีโรโมน ดังสมการที่ (2.2) (Dorigo and Stutzle, 2004)

$$\tau_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} \quad (2.2)$$

เมื่ออัตราการระเหยของฟีโรโมน (ρ) มีค่าระหว่าง $0 \leq \rho \leq 1$ ซึ่งอัตราการระเหยของฟีโรโมนนั้นก็เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของปริมาณฟีโรโมนบนเส้นทางที่มากเกินไป เพราะจะทำให้มีคนนั้นไม่เกิดการหาเส้นทางใหม่ๆที่อาจจะเป็นคำตอบหรือผลเฉลยที่ดีกว่าได้ ในระบบมดเมื่อมีการระเหยของฟีโรโมนแล้วจะต้องมีการเพิ่มปริมาณฟีโรโมน (Update Pheromone) บนเส้นทางของมดแต่ละตัวที่ได้เดินมา ดังสมการที่ (2.3) (Dorigo and Stutzle, 2004)

$$\tau_{ij} = \tau_{ij} + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k \quad (2.3)$$

เมื่อ τ_{ij}^k คือปริมาณของฟีโรโมนของมดตัวที่ k จะเพิ่มให้กับเส้นทางที่ได้เดินผ่านมาแล้ว โดยที่ปริมาณของฟีโรโมนที่มดตัวที่ k ที่จะเพิ่มให้กับเส้นทาง โดยที่ปริมาณของฟีโร สามารถหาได้จากสมการที่ (2.4) (Stutzle and Dorigo, 1999; Dorigo and Stutzle, 2004)

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{If arc } (i,j) \text{ belong to } T^k \\ c^k & \\ 0 & \end{cases} \quad (2.4)$$

เมื่อ c^k เป็นผลเฉลยหรือระยะทางทั้งหมดของมดตัวที่ k ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆซึ่งคำนวณได้จากระยะทางระหว่างเมืองในแต่ละเมืองไปจนถึง T^k

2.1.4 การเลือกตำแหน่งถัดไป (Next Node Selection Rule)

งานวิจัยนี้ได้นำเอาหลักการ การเลือกตำแหน่งถัดไปแบบ วงล้อเสี่ยงทาย (Roulette Wheel Selection Rule) มาประยุกต์ในการหาตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ซึ่งมีหลักการดังนี้

2.1.4.1 กฎการคัดสรรโดยใช้วงล้อเสี่ยงทาย (Roulette Wheel Selection Rule)

เป็นแนวคิดมาจากการคัดสรรพันธุกรรมที่เหมาะสมโดยเป็นไปตามทฤษฎีในการอยู่รอดของ ชาร์ล ดาร์วิน ซึ่งได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เพื่อใช้ในการคัดเลือกประชากรรุ่นต่อไป และได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการระบบมด (Ant System Algorithm) เพื่อใช้ในการคัดเลือกโนดถัดไปของมดด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเผยแพร่ความรู้แก่สาธารณชนเท่านั้น ไม่สามารถนำเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างระหว่างวงล้อเสี่ยงทายที่ใช้กับวิธีทางพันธุกรรม และระบบมดมีดังนี้ ประการแรกวิธีทางพันธุกรรมจะใช้วงล้อเสี่ยงทายเลือกประชากรรุ่นต่อไปที่เป็นผลเฉลยแล้ว แต่วิธีการระบบมดจะใช้ในการเลือกเมืองถัดไปเท่านั้น ซึ่งยังไม่ใช่ผลเฉลย ประการที่สองวิธีทางพันธุกรรมจะใช้วงล้อเสี่ยงทายเลือกประชากรรุ่นต่อไปโดยจะหมุนหลายครั้ง แต่วิธีการระบบมดจะหมุนวงล้อเสี่ยงทายในการเลือกเมืองถัดไปเพียงครั้งเดียว ขั้นตอนการทำงานของวงล้อเสี่ยงทายที่ประยุกต์ใช้กับระบบมดนั้น จะเริ่มจากการหาค่าความเป็นไปได้ของทุกเส้นทาง ที่มด k จะเลือกเส้นทางจากเมือง i ไปยังเมือง j หลังจากนั้นนำค่าความเป็นไปได้ทั้งหมดของเส้นทางมาหาค่าขนาดความกว้างของวงล้อเสี่ยงทาย โดยจะกำหนดให้จำนวนของวงล้อเสี่ยงทายมีจำนวนเท่ากับจำนวนความเป็นไปได้ของเส้นทางที่มีโอกาสจะถูกมดเลือกยกตัวอย่างเช่น ขณะที่ยังอยู่ที่จุด A และมีเส้นทางที่เป็นไปได้ดังนี้คือ A-B, A-C, และ A-D ซึ่งแต่ละเส้นทางก็มีค่าความน่าจะเป็นที่ได้จากสมการที่ 1 เป็น 0.2, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ จากนั้นจะนำค่าความน่าจะเป็นที่ได้มาแบ่งลงช่องในวงล้อเสี่ยงทายโดยที่ค่าความน่าจะเป็นที่มีค่ามากจะมีความกว้างของวงล้อเสี่ยงทายที่มากกว่าตามลำดับ จากนั้นให้โปรแกรมสุ่มค่าขึ้นมา 1 ค่า ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมมติว่าได้ค่าเป็น 0.4 ก็หมายความว่า วงล้อเสี่ยงทายหมุนไปตกที่ช่องระหว่าง 0.2 - 0.5 ซึ่งมดจะเลือกเส้นทางที่มีค่าความน่าจะเป็นที่ 0.3 หรือก็คือมดเลือกเส้นทาง A-C นั่นเอง (Lutuksin, 2007)

2.1.5 วิธี Max - Min Ant System (MMAS)

MMAS ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในปี 1997 โดย Stutzle กับ Hoos โดยทั้งสองท่านได้พัฒนา Max-Min Ant System มาจาก Ant System โดยได้พัฒนาจาก Ant System 4 ประการด้วยกันคือ

ประการแรกค่าของพจน์ที่เพิ่มเข้ามามีค่าเป็น หนึ่งส่วนระยะทางก็ต่อเมื่อเป็นรอบที่ดีที่สุดของรอบการคำนวณนั้น ส่วนที่ไม่ใช่เส้นทางที่ดีที่สุดรอบพจน์นั้นจะมีค่าเป็นศูนย์

$$\tau_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} + \Delta\tau_{ij}^{bs}$$

โดยที่เส้นทางที่ดีที่สุด $\Delta\tau_{ij}^{bs}$ จะมีพจน์เพียงลงไปนในสมการ การปรับปรุงเส้นทางฟีโรโมน (Update Pheromone Trail) ดังนี้

$$\Delta\tau_{ij}^{bs} = \frac{1}{c_{bs}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการที่สองคือ การกำหนดช่วงของฟีโรโมนให้อยู่ในช่วงที่สมการกำหนด เพื่อที่จะได้จำกัดขอบเขตของเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงช่วงหนึ่งเท่านั้น ทำให้หาเส้นทางที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว ดังจะแสดงดังต่อไปนี้

$$\tau_{\max} = \frac{1}{\rho c b s}$$

เมื่อได้ค่าเส้นทางที่ปริมาณฟีโรโมนมากที่สุดแล้วก็สามารถนำค่าปริมาณฟีโรโมนมากที่สุดมาคำนวณหาค่าเส้นทางที่ปริมาณฟีโรโมนน้อยที่สุดในช่วงที่สนใจศึกษาได้สมการดังต่อไปนี้

$$\tau_{\min} = \frac{\tau_{\max}}{2n}$$

โดยที่ n เป็นจำนวนของโหนดทั้งหมด

ประการที่สาม คือ ค่าฟีโรโมนเริ่มต้นจะมีค่าตัวแปรการระเหยของปริมาณฟีโรโมนไว้ในตอนแรกเลย ซึ่งตรงจุดนี้ก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ Max-Min Ant System ต่างจาก Ant System ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\tau_0 = \frac{1}{\rho c n n}$$

ประการสุดท้ายถ้าปริมาณฟีโรโมนเริ่มต้น เริ่มมีค่าคงที่หรือไม่มีการเพิ่มขึ้นแล้วก็จะสร้างจำนวนรอบที่แน่นอนสำหรับการคำนวณครั้งต่อไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bell et al. (2004) ได้ดำเนินงานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการกระจายสินค้า (Distribution) และ ลอจิสติกส์ (Logistics) โดยผ่านตัวแบบปัญหาเส้นทางพาหนะ (Vehicle Routing Problem, VRP) โดยวัดผลเปรียบเทียบจากระยะทางที่น้อยที่สุด หรือ ต้นทุนต่ำที่สุด ปัจจัยที่สำคัญของคำตอบประกอบด้วยเส้นทาง และจำนวนพาหนะที่ใช้ในการส่งสินค้า หรือบริการ ไปยังลูกค้าต่าง ๆ ปัญหานี้ต้องสามารถตอบสนองต่อข้อจำกัดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น พาหนะที่ใช้ต้องไปหาลูกค้าเพียงแค่ครั้งเดียวเท่านั้น จุดเริ่มและสิ้นสุดของเส้นทางต้องอยู่ที่ศูนย์กระจายสินค้าเท่านั้น และ ระยะทางที่ไกลที่สุด (Maximum Route Length) ของแต่ละเส้นทางต้องไม่เกินเวลาในการให้บริการ (Maximum Service Time) ได้มีการศึกษาและค้นหาวิธีต่างๆ ที่ใช้แก้ไขปัญหาลูกค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งหามุมเหตุตแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

พาหนะ (Vehicle Routing Problem) จำนวนมาก ด้วยการประยุกต์การแก้ไขปัญหาแบบฮิวริสติก ได้แก่ วิธีค้นหาแบบตาบู่ (Tabu Search) วิธีซิมมูลูเทคเดคแอนนิลลิ่ง เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์และดัดแปลงวิธีฝูงมดในการแก้ปัญหา VRP ที่มีความซับซ้อน และขนาดของปัญหาต่าง ๆ กัน เช่น จำนวนลูกค้า จำนวนเส้นทาง และยานพาหนะ เป็นต้น

ผลการศึกษาและทดลองพบว่าที่จำนวนลูกค้า 50 ราย วิธีฝูงมดเดี่ยว (Single ACO) และหลายฝูง (Multiple ACO) สามารถค้นหาผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงโดยแตกต่างจากค่าที่เหมาะสมที่สุดไม่เกิน 1% ในกรณีที่มีลูกค้าจำนวน 100 ราย วิธีฝูงมดเดี่ยวสามารถค้นหาได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงโดยแตกต่างจากค่าที่เหมาะสมที่สุด ไม่เกิน 3.9% และ 1.7% ในวิธีหลายฝูง และในกรณีที่มีลูกค้าจำนวน 150 ราย วิธีฝูงมดเดี่ยว และหลายฝูง สามารถค้นหาได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงโดยแตกต่างจากค่าที่เหมาะสมที่สุด ไม่เกิน 10.06% และ 6.45% ตามลำดับ และจากการทดลองพบว่าหากจำนวนยานพาหนะที่ใช้มีจำนวนมาก การประยุกต์ใช้วิธีฝูงมดหลายฝูงจะให้ผลลัพธ์ในการแก้ไขปัญหาคิดว่า

Solimanpur (2005) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการแก้ไขปัญหาคารวางผังเครื่องจักรเชิงแถวเดี่ยว (Single row layout problem) ที่ใช้ในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing Systems) ซึ่งต้องอาศัยระบบการจัดส่งวัสดุที่ยืดหยุ่น (Flexible Material-handling System) เช่น หุ่นยนต์ (Robot) ยานยนต์ลำเลียงอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle, AGV) เป็นต้น โดย Solimanpur ได้ศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการวางผังระบบ เช่น ขนาดและมิติของเครื่องจักรต่าง ๆ ระยะห่างระหว่างเครื่องจักร สถานที่ที่เครื่องจักรติดตั้งอยู่ และเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาคับด้วยการประยุกต์ใช้วิธีฝูงมด และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวิธีการอื่น ๆ เพื่อลดระยะทางในการจัดส่งวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

ผลการศึกษาพบว่าวิธีฝูงมดที่นำไปใช้แก้ไขปัญหาคารวางผังเครื่องจักรได้ดีเทียบเท่ากับวิธีการอื่น ๆ ในกรณีที่เครื่องจักรมีไม่เกิน 8 เครื่อง แต่มีข้อได้เปรียบที่เวลาในการประมวลผลต่ำกว่า แต่ในกรณีที่เครื่องจักรมีเป็นจำนวนมาก (12-30 เครื่อง) พบว่าค่าที่ได้จากวิธีฝูงมดให้ค่า Objective Function และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่ต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ ในการประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาคารวางผังเครื่องจักรเชิงเดี่ยว

สมศักดิ์ สนเทศ (2004) ได้ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาคารวางผังของกระบวนการโดยวิธีเมตาฮิวริสติก 2 วิธี คือ วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm, GA) และ วิธีค้นหาแบบตาบู่ (Tabu Search) ผ่านการจำลองปัญหาแบบกลวิธีพื้นผิวตอบสนอง โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ กัน เช่น สมการพาราโบลา สมการเช็กเกลที่มีจุดยอดหลายจุด และสมการโรเซนบรอกที่มีจุดยอดอยู่ตรงขอบ ซึ่งสมการที่ใช้ประกอบด้วยปัจจัย 2 3 และ 4 ปัจจัย นอกจากนั้นยังประกอบด้วยค่าความ

เอกสารตีพิมพ์หรือสิ่งรบกวนที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 0 ถึง 3 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาพบว่าวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีค้นหาแบบตาบอดเป็นวิธีที่สามารถหาค่าได้ดีที่สุดใกล้เคียงกันในระยะเวลาที่จำกัด แต่สิ่งที่พบจากการทดลองคือ วิธีเชิงพันธุกรรมมีแนวโน้มที่จะได้คำตอบที่ดีกว่าในกรณีที่สมการมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สาเหตุอันเนื่องมาจากโครงสร้างของวิธีเชิงพันธุกรรมทำงานด้วยการแปลงค่าของปัจจัย เป็นบิตโดยตรง และพารามิเตอร์ที่ซับซ้อนทำให้สามารถทำงานภายใต้สิ่งรบกวนที่สูงกว่าได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการหาตำแหน่งของหน่วยงานกลาง (Window) คือ จำนวนอำเภอและระยะทางทั้งหมดจำนวน 205 อำเภอ โดยตารางที่ 3.1 แสดงเป็นตัวอย่างของข้อมูลระยะทางของแต่ละอำเภอ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างระยะทางของแต่ละอำเภอ

อำเภอ	ขุนตาล	เขียงของ	เขียงแสน	เทิง	แม่จัน	แม่ฟ้าหลวง	แม่สาย	เวียงแก่น
ขุนตาล	0	44.37	73.76	23.59	93.78	136.69	111.16	37.48
เขียงของ	44.37	0	58.64	67.96	79.13	121.49	96.52	50.75
เขียงแสน	73.76	58.64	0	97.34	45.44	87.79	50.86	90.99
เทิง	23.59	67.96	97.34	0	99.26	137.39	128.29	60.56
แม่จัน	93.78	79.13	45.44	99.26	0	41.88	32.78	123.84
แม่ฟ้าหลวง	136.69	121.49	87.79	137	41.88	0	68.77	166.14
แม่สาย	111.16	96.52	50.86	128	32.78	68.77	0	141.57
เวียงแก่น	37.48	50.75	90.99	60.56	123.84	166.14	141.57	0

3.2 กำหนดเป้าหมายเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของ Window

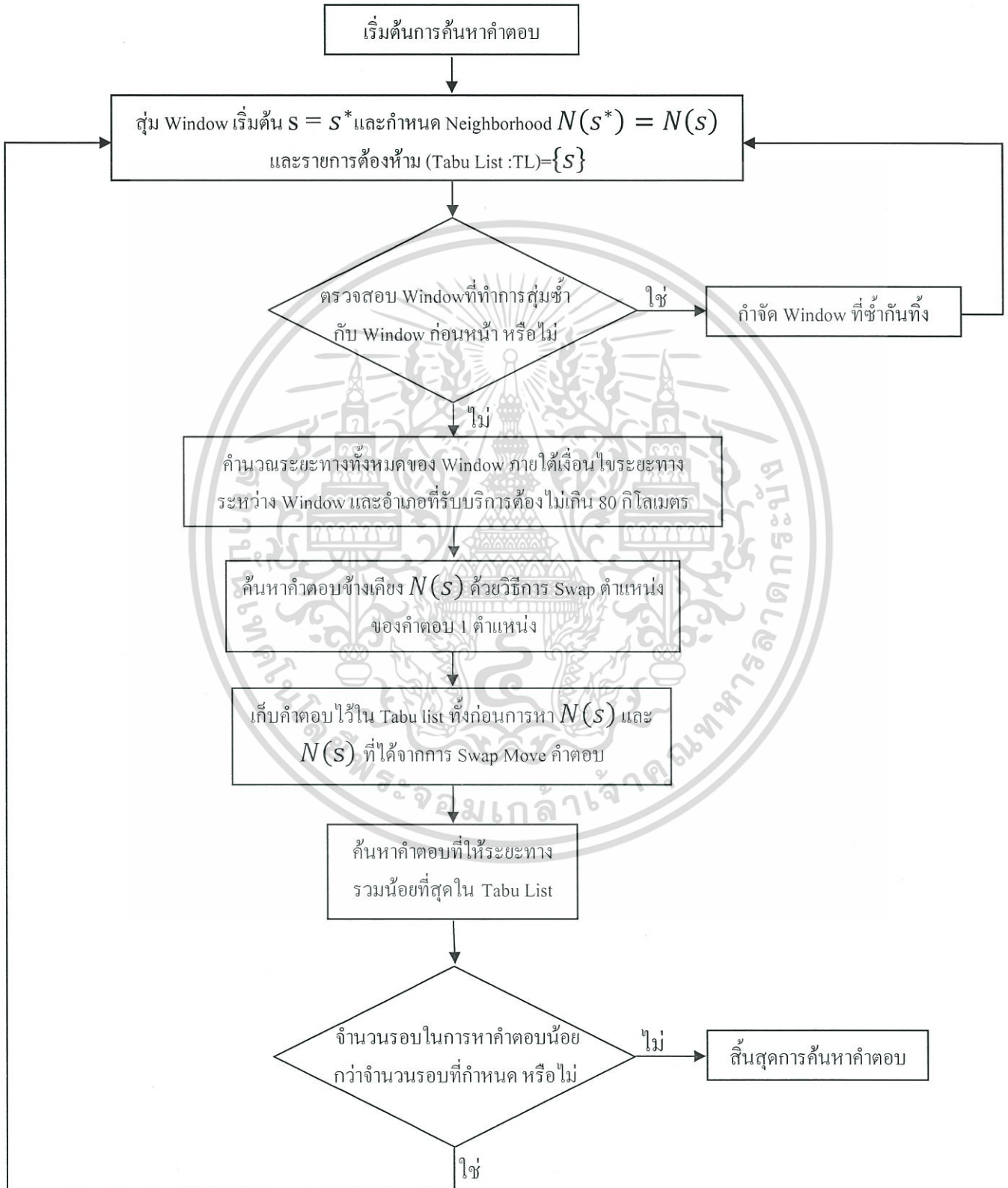
งานวิจัยนี้ได้กำหนดรูปแบบในการหาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search และวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max - Min Ant Colony โดยมีข้อกำหนดว่าระยะทางระหว่าง Window และอำเภอที่ให้บริการจะต้องมีระยะทางไม่เกิน 80 กิโลเมตร ตามระยะทางหลวงและจะเลือก Window ที่ให้ระยะทางรวมระหว่าง Window และอำเภอที่ให้บริการรวมกันแล้วจะต้องมีค่าน้อยที่สุด

3.3 การหาตำแหน่งของ Window

จากการศึกษาหลักการและทฤษฎีของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search และวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max - Min Ant Colony พบว่าทั้งสองวิธีดังกล่าวเป็นวิธีการหาคำตอบแบบประมาณ ซึ่งหลักการและวิธีการของแต่ละวิธี จะอธิบายดังต่อไปนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ **รูปที่ 3.1** ขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 ตัวอย่างการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search

จากรูปที่ 3.1 สามารถแสดงการหาคำตำแหน่งหน่วยงานกลาง (Window) ตามรหัสเทียม (Psudo Code) ดังต่อไปนี้

สร้างคำตอบเริ่มต้น s และตั้ง $s^* = s, N(s^*) = N(s)$ และ $TL = \{s\}$
 กำหนดจำนวนรอบการค้นหาเท่ากับ 3 รอบค้นหาคำตอบ s' เมื่อเป็นคำตอบที่ดีที่สุด
 $N(s) = \min(N(s)$ และ $N(s) \notin TL$); จำนวน $N(s) = 3, N(s)$ มาจาก Swap
 ตั้งค่า $s = s'$ และ $N(s) = N(s'), TL = \{s\}$, ถ้า $N(s^*) > N(s)$ ให้ $N(s^*) = N(s)$ และ $s^* = s$
 หยุดค้นหาคำตอบ

รูปที่ 3.2 รหัสเทียม (Psudo Code) ของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search

1. สร้างคำตอบเริ่มต้น จากตารางที่ 3.1 ผู้วิจัยขอแทนชื่ออำเภอต่าง ๆ ด้วยตัวเลขโดยอ้างอิงข้อมูลตามตารางที่ 3.1 ดังนั้นข้อมูลใหม่ที่ได้รับการแปลงแล้วแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปลงข้อมูลจากตารางที่ 3.1 ของแต่ละอำเภอ

อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	44.37	73.76	23.59	93.78	136.69	111.16	37.48
2	44.37	0	58.64	67.96	79.13	121.49	96.52	50.75
3	73.76	58.64	0	97.34	45.44	87.79	50.86	90.99
4	23.59	67.96	97.34	0	99.26	137.39	128.29	60.56
5	93.78	79.13	45.44	99.26	0	41.88	32.78	123.84
6	136.69	121.49	87.79	137	41.88	0	68.77	166.14
7	111.16	96.52	50.86	128	32.78	68.77	0	141.57
8	37.48	50.75	90.99	60.56	123.84	166.14	141.57	0

สมมติว่าสุ่มอำเภอ เพื่อหาคำตำแหน่ง Window ได้เป็น เลข3 ดังนั้น อำเภอที่ 3 สามารถให้บริการได้ คือ 3-1-2-4-5-6-7-8-3 ระยะทางรวมของเส้นทางทั้งหมดเท่ากับ 628.59 กิโลเมตร ดังนั้น

$s = s^* = 3 - 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 3, N(s) = N(s^*) = 628.59; TL = \{3 - 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 3\}$
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังประชาชนด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มวนรอบที่ 1 หา $N(s)$ ด้วยวิธี Swap Move

ตำแหน่งที่สลับ	เมืองที่สลับ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
(2,3)	(1,2)	3-2-1-4-5-6-7-8-3	569.07
(2,4)	(1,4)	3-4-2-1-5-6-7-8-3	646.66
(2,5)	(1,5)	3-5-2-4-1-6-7-8-3	654.14
(2,6)	(1,6)	3-6-2-4-5-1-7-8-3	683.54
(2,7)	(1,7)	3-7-2-4-5-6-1-8-3	621.64
(2,8)	(1,8)	3-8-2-4-5-6-7-1-3	604.53

ทุกคำตอบไม่ซ้ำกับ TL คำตอบที่ดีที่สุดคือ 569.07 คำ $S=3-2-1-4-5-6-7-8-3$ $N(s) = 569.07$ และ $N(s) < N(s^*)$ ดังนั้น $N(s^*) = 93, s^* = 3-2-1-4-5-6-7-8-3; TL = 3-1-2-4-5-6-7-8-3, 3-2-1-4-5-6-7-8-3$

เริ่มวนรอบที่ 2 เริ่มต้นที่เส้นทาง $3-2-1-4-5-6-7-8-3$

ตำแหน่งที่สลับ	เมืองที่สลับ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
(1,2)	(1,2)	2-3-1-4-5-6-7-8-2	558.22
(1,3)	(1,4)	1-2-3-4-5-6-7-8-1	589.31
(1,4)	(1,5)	4-2-1-3-5-6-7-8-4	544.31
(1,5)	(1,6)	5-2-1-4-3-6-7-8-5	666.40
(1,6)	(1,7)	6-2-1-4-5-3-7-8-6	692.72
(1,7)	(1,8)	7-2-1-4-5-6-3-8-7	626.27
(1,8)	(1,8)	8-2-1-4-5-6-7-3-8	470.47

ทุกคำตอบไม่ซ้ำกับ TL คำตอบที่ดีที่สุดคือ 470.47 กิโลเมตร คำ $S=8-2-1-4-5-6-7-3-8$ $N(s) = 470.47$ และ $N(s) < N(s^*)$ ดังนั้น $N(s^*) = 470.47, s^* = 3-2-1-4-5-6-7-8-3; TL = 3-1-2-4-5-6-7-8-3, 3-2-1-4-5-6-7-8-3, 8-2-1-4-5-6-7-3-8$

เริ่มวนรอบที่ 3 เริ่มต้นที่เส้นทาง $8-2-1-4-5-6-7-3-8$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่สลับ	เมืองที่สลับ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
(2,3)	(2,1)	8-1-2-4-5-6-7-3-8	501.57
(2,4)	(2,4)	8-4-1-2-5-6-7-3-8	460.15
(2,5)	(2,5)	8-5-1-4-2-6-7-3-8	641.28
(2,6)	(2,6)	8-6-1-4-5-2-7-3-8	743.18
(2,7)	(2,7)	8-7-1-4-5-6-2-3-8	688.58
(2,8)	(2,3)	8-3-1-4-5-6-7-2-8	545.52

ทุกคำตอบไม่ซ้ำกับ TL คำตอบที่ดีที่สุดคือ 460.15 กิโลเมตร คำ S=8-4-1-2-5-6-7-3-8
 $N(s) = 460.15$ และ $N(s) < N(s^*)$ ดังนั้น $N(s^*) = 460.15, s^* = 3 - 2 - 1 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 3 ; TL = 3 - 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 3, 3 - 2 - 1 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 3, 8 - 2 - 1 - 4 - 5 - 6 - 7 - 3 - 8, 8 - 4 - 1 - 2 - 5 - 6 - 7 - 3 - 8$
 เมื่อคำนวณครบ 3 รอบแล้ว ต่อไปทำการค้นหา Window ที่ให้ระยะทางน้อยที่สุดใน Tabu List จากคำตอบใน Tabu List พบว่าในรอบที่ 3 ให้ค่าผลรวมระยะทางน้อยที่สุดอยู่ที่อำเภอที่ 8 Tabu List (TL) ลำดับที่ 4 คือ 8-4-1-2-5-6-7-3-8 $N(S) = 460.15$ กิโลเมตรจากนั้นทำการแปลงรหัสของอำเภอจากตัวเลขเป็นตัวอักษรเพื่อระบุ Window โดยกำหนดให้ Window แทนด้วย Center และอำเภอที่อยู่ในความดูแลของ Window แทนด้วย Serve ดังตารางที่ 3.3

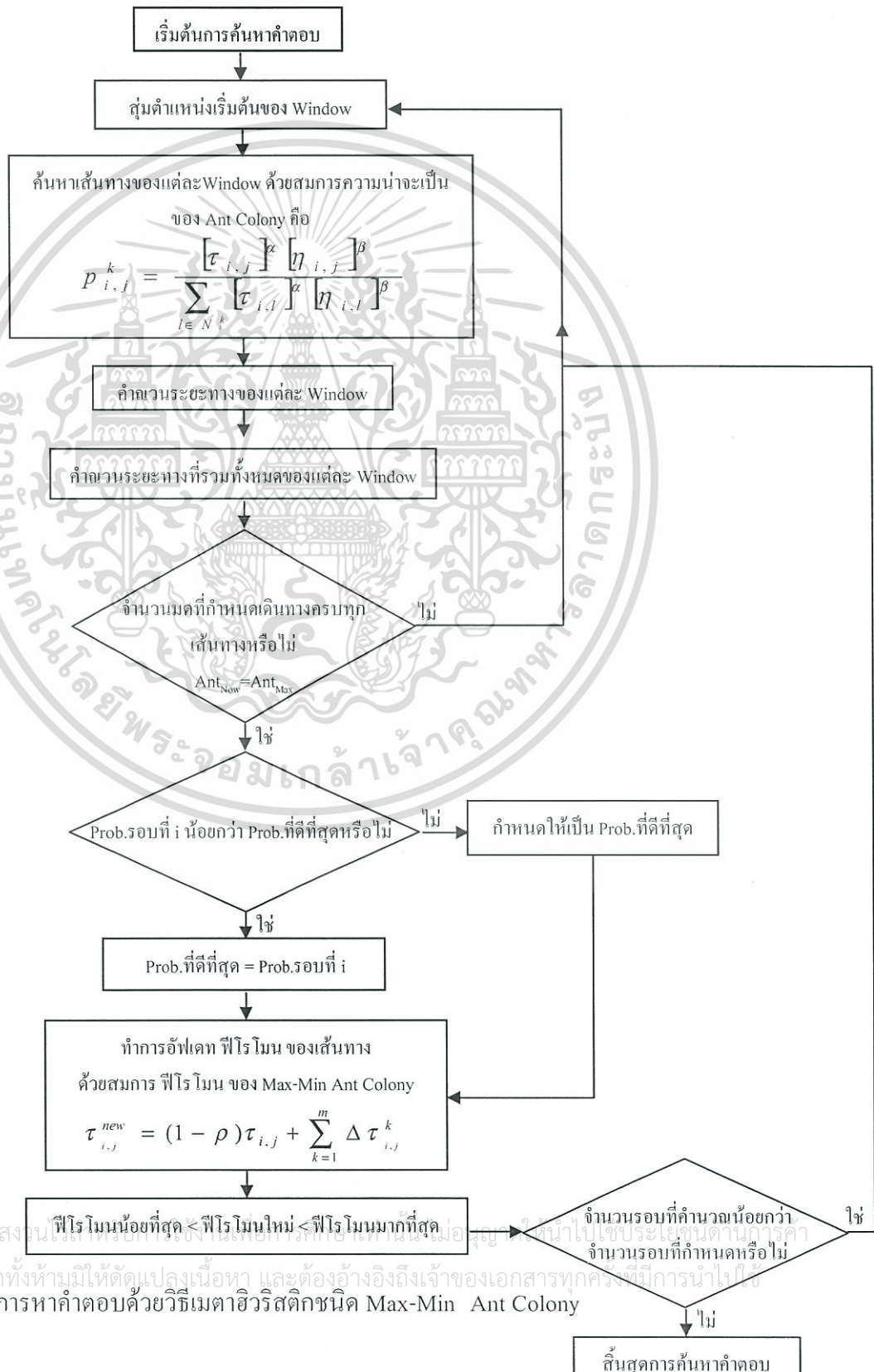
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างระยะทางของ Window และอำเภอที่อยู่ในความดูแล (Serve)

Center	Serve	ระยะทางจาก Center ไปจนถึง Serve (กิโลเมตร)
เวียงแก่น	เทิง	60.56
	ขุนตาล	37.48
	เชียงของ	50.75
	แม่จัน	123.84
	แม่ฟ้าหลวง	166.14
	แม่สาย	111.16
	เชียงแสน	90.99

จากตัวอย่างขั้นตอนการหาตำแหน่ง Window ด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search นั้น ขั้นตอนทั้งหมดนั้นยังไม่น่าสนใจของระยะทางระหว่าง Window กับอำเภอที่ได้รับบริการที่เอกสารจะต้องมีระยะทางไม่เกิน 80 กิโลเมตรเข้ามาเกี่ยวข้อง เพียงแต่ผู้วิจัยต้องการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขั้นตอนการหาคำตอบ ส่วนผลการหาตำแหน่งของ Window ที่ใช้วิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search นั้นจะแสดงไว้ในบทที่ 4

3.3.2 การหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในชื่อของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณิใดๆขึ้นสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 ตัวอย่างการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

จากรูปที่ 3.1 สามารถแสดงการหาคำแหน่งหน่วยงานกลาง (Window) ตามรหัสเทียม (Pseudo Code) ดังต่อไปนี้

<p>ตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของระบบ Ant Colony</p> <p>เมื่อวนซ้ำยังไม่ครบจำนวนรอบที่กำหนดหรือเงื่อนไขอื่นๆที่ส่งผลให้หยุดการวนซ้ำยังไม่ครบกำหนดให้ดำเนินการดังนี้</p> <p> เมื่อจำนวนมดยังไม่ครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้</p> <p> สร้างคำตอบเริ่มต้น</p> <p> ปรับปรุงคำตอบ : Local Search (มีหรือไม่มีก็ได้: Option)</p> <p> สิ้นสุดการสร้างคำตอบจากมดแต่ละตัว</p> <p> ปรับปรุงค่าฟีโรโมนและพารามิเตอร์ต่างๆด้วยวิธี Max-Min Ant Colony</p> <p> สิ้นสุดการวนซ้ำ</p>
--

รูปที่ 3.4 รหัสเทียม (Pseudo Code)ของวิธีเมตาฮีวิริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

1.กำหนดพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับ Max-Min Ant Colony ดังนี้

จำนวนรอบวนซ้ำ	1 รอบ
จำนวนมด	1 ตัว
ค่าฟีโรโมนเริ่มต้น	1
ค่าอัตราการระเหยของฟีโรโมน	0.98
α	5
β	5

รอบที่ 1

จากตารางที่ 3.2 ค่าฟีโรโมนเริ่มต้นของทุกคู่การเชื่อมในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าฟิโร โมนเริ่มต้นของทุกคู่เชื่อม

อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0

2. คำนวณค่า $\tau_{i,j}^5$ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่า $\tau_{i,j}^5$ ของทุกคู่เชื่อม

อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0

3. คำนวณค่า $\eta_{i,j}^5$ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่า $\eta_{i,j}^5$ ของทุกคู่เชื่อม

อำเภอ	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0.0225	0.0135	0.0423	0.0106	0.0073	0.0089	0.0266
2	0.0225	0	0.0170	0.0147	0.0126	0.0082	0.0103	0.0197
3	0.0135	0.0170	0	0.0102	0.0220	0.0113	0.0196	0.0109

4	0.0423	0.0147	0.0102	0	0.0100	0.0072	0.0077	0.0165
5	0.0106	0.0126	0.0220	0.0100	0	0.0238	0.0305	0.0080
6	0.0073	0.0082	0.0113	0.0072	0.0238	0	0.0145	0.0060
7	0.0089	0.0103	0.0196	0.0078	0.0305	0.0145	0	0.0070
8	0.0266	0.0197	0.0109	0.0165	0.0080	0.0060	0.0070	0

มดตัวที่ 1 สร้างเส้นทางด้วยวงกลมรูเล็ก

เลือกเมืองเริ่มต้น โดยสมมติให้เมืองเริ่มต้นเป็นเมืองที่ 0 และสมมติให้ค่าความน่าจะเป็นในการเลือกเมือง 1-8 มีค่าเท่ากันคือ 0.125 จะได้ค่าความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองดังนี้ โดยสมมติให้เมือง 0 เป็นเมืองเริ่มต้น

$$cumpop_{0,1}=0.125$$

$$cumpop_{0,2}=0.125+0.125=0.25$$

$$cumpop_{0,3}=0.125+0.125+0.125=0.375$$

$$cumpop_{0,4}=0.125+0.125+0.125+0.125=0.5$$

$$cumpop_{0,5}=0.125+0.125+0.125+0.125+0.125=0.625$$

$$cumpop_{0,6}=0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125=0.75$$

$$cumpop_{0,7}=0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125=0.875$$

$$cumpop_{0,8}=0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125+0.125=1$$

สุ่มตัวเลข สมมติว่าสุ่มได้ 0.275 อยู่ในช่วงที่จะเลือกเมืองที่ 3 ดังนั้นเมืองเริ่มต้นจะเป็นเมืองที่ 3 ลำดับถัดไปหาทางที่จะเดินต่อจากเมือง 3 โดยใช้วงกลมรูเล็ก

$$p_{3,1} = \frac{0.0135}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.129$$

$$p_{3,2} = \frac{0.0170}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.162$$

$$p_{3,4} = \frac{0.0102}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.097$$

$$p_{3,5} = \frac{0.0220}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.210$$

$$p_{3,6} = \frac{0.0113}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.108$$

$$p_{3,7} = \frac{0.0196}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.187$$

$$p_{3,8} = \frac{0.0109}{0.0135+0.0170+0.0102+0.0220+0.0113+0.0196+0.0109} = 0.104$$

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{3,1}=0.129$$

$$cumpop_{3,2}=0.129+0.162=0.291$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$cumpop_{3,4}=0.129+0.162+0.097=0.388$$

$$cumpop_{3,5}=0.129+0.162+0.097+0.210=0.598$$

$$cumpop_{3,6}=0.129+0.162+0.097+0.210+0.108=0.706$$

$$cumpop_{3,7}=0.129+0.162+0.097+0.210+0.108+0.187=0.893$$

$$cumpop_{3,8}=0.129+0.162+0.097+0.210+0.108+0.187+0.104=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.280 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 3 ไปยังเมืองที่ 2 ได้เส้นทาง 3-2 ลำดับถัดไปจะสุ่มหาเมืองต่อจากเมือง 2

$$p_{2,1} = \frac{0.0225}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.255$$

$$p_{2,4} = \frac{0.0147}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.167$$

$$p_{2,5} = \frac{0.0126}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.143$$

$$p_{2,6} = \frac{0.0082}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.093$$

$$p_{2,7} = \frac{0.0103}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.117$$

$$p_{2,8} = \frac{0.0197}{0.0225+0.0147+0.0126+0.0082+0.0103+0.0197} = 0.223$$

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{2,1}=0.255$$

$$cumpop_{2,4}=0.255+0.167=0.422$$

$$cumpop_{2,5}=0.255+0.167+0.143=0.565$$

$$cumpop_{2,6}=0.255+0.167+0.143+0.093=0.658$$

$$cumpop_{2,7}=0.255+0.167+0.143+0.093+0.117=0.775$$

$$cumpop_{2,8}=0.255+0.167+0.143+0.093+0.117+0.223=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.366 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 2 ไปยังเมืองที่ 4 ได้เส้นทาง 3-2-4 ลำดับถัดไปจะสุ่มหาเมืองต่อจากเมือง 4.

$$p_{4,1} = \frac{0.0423}{0.0423+0.0100+0.0072+0.0077+0.0165} = 0.505$$

$$p_{4,5} = \frac{0.0100}{0.0423+0.0100+0.0072+0.0077+0.0165} = 0.119$$

$$p_{4,6} = \frac{0.0072}{0.0423+0.0100+0.0072+0.0077+0.0165} = 0.086$$

$$p_{4,7} = \frac{0.0077}{0.0423+0.0100+0.0072+0.0077+0.0165} = 0.091$$

$$p_{4,8} = \frac{0.0165}{0.0423+0.0100+0.0072+0.0077+0.0165} = 0.197$$

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{4,1}=0.505$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$cumpop_{4,5}=0.505+0.119=0.624$$

$$cumpop_{4,6}=0.505+0.119+0.086=0.71$$

$$cumpop_{4,7}=0.505+0.119+0.086+0.091=0.801$$

$$cumpop_{4,8}=0.505+0.119+0.086+0.091+0.197=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.588 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 4 ไปยังเมืองที่ 5 ได้เส้นทาง 3-2-4-5 ลำดับถัดไปจะสุ่มหาเมืองต่อจากเมือง 5

$$p_{5,1} = \frac{0.0106}{0.0106+0.0238+0.0305+0.0080} = 0.145$$

$$p_{5,6} = \frac{0.0238}{0.0106+0.0238+0.0305+0.0080} = 0.326$$

$$p_{5,7} = \frac{0.0305}{0.0106+0.0238+0.0305+0.0080} = 0.418$$

$$p_{5,8} = \frac{0.0080}{0.0106+0.0238+0.0305+0.0080} = 0.109$$

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{5,1}=0.145$$

$$cumpop_{5,6}=0.145+0.326=0.471$$

$$cumpop_{5,7}=0.145+0.326+0.418=0.889$$

$$cumpop_{5,8}=0.145+0.326+0.418+0.109=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.450 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 5 ไปยังเมืองที่ 6 ได้เส้นทาง 3-2-4-5-6 ลำดับถัดไปจะสุ่มหาเมืองต่อจากเมือง 6

$$p_{6,1} = \frac{0.0073}{0.0073+0.0145+0.0060} = 0.262$$

$$p_{6,7} = \frac{0.0145}{0.0073+0.0145+0.0060} = 0.521$$

$$p_{6,8} = \frac{0.0060}{0.0073+0.0145+0.0060} = 0.215$$

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{6,1}=0.262$$

$$cumpop_{6,7}=0.262+0.521=0.783$$

$$cumpop_{6,8}=0.262+0.521+0.215=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.670 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 6 ไปยังเมืองที่ 7 ได้เส้นทาง 3-2-4-5-6-7 ลำดับถัดไปจะสุ่มหาเมืองต่อจากเมือง 7

$$p_{7,1} = \frac{0.0089}{0.0089+0.0070} = 0.559$$

$$p_{7,8} = \frac{0.0070}{0.0089+0.0070} = 0.440$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่ 0.0089+0.0070 ปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นหาความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละเมืองได้ดังนี้

$$cumpop_{7,1}=0.559$$

$$cumpop_{7,8}=0.559+0.440=1$$

จากนั้นสุ่มตัวเลขขึ้นมาหนึ่งค่า สมมติว่าสุ่มได้ 0.707 จะเลือกเดินทางจากเมืองที่ 7 ไปยังเมืองที่ 8 ได้เส้นทาง 3-2-4-5-6-7-8 ลำดับถัดไปเมืองต่อจากเมือง 8 คือเมืองที่ 1 เพราะจำนวนเมืองถูกเลือกจนครบแล้ว

ดังนั้นในรอบที่ 1 มดตัวที่ 1 ได้คำตอบเป็น 3-2-4-5-6-7-8-1-3 ระยะทางรวมเท่ากับ 589.05 กิโลเมตร

4. ทำการอัปเดตฟีโรโมนเส้นทาง โดยมีอัตราการระเหยของฟีโรโมนเท่ากับ 0.98 ซึ่งการอัปเดตฟีโรโมนนั้นใช้หลักการของ Max-Min Ant Colony เพื่อผลที่ได้จะนำไปหาเส้นทางในรอบถัดไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$\text{ปริมาณฟีโรโมนที่ต้องทำการเพิ่มบนเส้นทาง} = \tau_{ij}^{bs} = \frac{1}{c^{bs}} = \frac{1}{589.05} = 0.0016$$

$$\text{ปริมาณฟีโรโมนเดิมบนเส้นทาง} = \tau_{ij} = (1 - \rho)\tau_{ij} = (1 - 0.98) * 1 = 0.02$$

$$\text{ปริมาณฟีโรโมนที่กำหนดให้มากที่สุด} = \tau_{max} = \frac{1}{\rho c^{bs}} = \frac{1}{0.03 * 589.05} = 0.056$$

$$\text{ปริมาณฟีโรโมนที่กำหนดให้น้อยที่สุด} = \tau_{min} = \frac{\tau_{max}}{2n} = \frac{0.056}{2 * 8} = 0.0035$$

จากค่าทั้งหมดนำมาสรุปลงในตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 ผลการอัปเดตฟีโรโมนในเส้นทางภายใต้หลักการ Max-Min Ant Colony

คู่เชื่อม	ปริมาณฟีโรโมนเดิม	ส่วนที่เพิ่ม	ปริมาณฟีโรโมนใหม่	ขอบเขตบนของฟีโรโมน (Maximum)	ขอบเขตล่างของฟีโรโมน (Minimum)
3-2	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
2-3	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
2-4	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
4-2	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
4-5	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
5-4	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
5-6	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
6-5	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
6-7	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035

7-6	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
7-8	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
8-7	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
8-1	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
1-8	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
1-3	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035
3-1	0.02	0.0016	0.0216	0.056	0.0035

ตารางที่ 3.8 ระดับของฟีโรโมนในที่จะใช้ในรอบการวนซ้ำถัดไป

คู่เชื่อม	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0.02	0.0216	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0216
2	0.02	0	0.0216	0.0216	0.02	0.02	0.02	0.02
3	0.0216	0.0216	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
4	0.02	0.0216	0.02	0	0.0216	0.02	0.02	0.02
5	0.02	0.02	0.02	0.0216	0	0.0216	0.02	0.02
6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0216	0	0.0216	0.02
7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0216	0	0.0216
8	0.0216	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0216	0

จากตัวอย่างขั้นตอนการหาค่าเหมาะ Window ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony นั้น ขั้นตอนทั้งหมดนั้นยังไม่น่าพอใจของระยะทางระหว่าง Window กับอำเภอที่ได้รับบริการที่จะต้องมียะทางไม่เกิน 80 กิโลเมตรเข้ามาเกี่ยวข้อง และยังมีขั้นตอนในการหาคำตอบในรอบถัดไป ซึ่งจำนวนมดและจำนวนรอบในการหาคำตอบจะต้องมากกว่า 1 ค่าอย่างแน่นอน เพียงแต่ผู้วิจัยต้องการแสดงให้เห็นถึงวิธีการและขั้นตอนการหาคำตอบ ส่วนผลการหาค่าเหมาะของ Window ที่ใช้วิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony นั้นจะแสดงไว้ในบทที่ 4

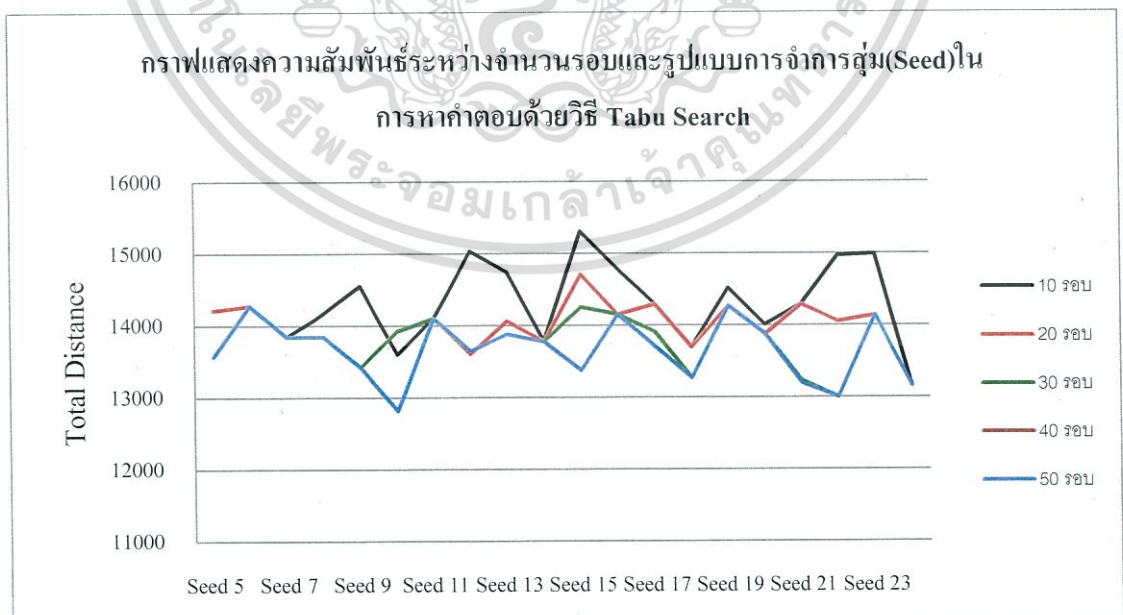
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับผลการวิเคราะห์ระยะทางรวมและตำแหน่งของ Window ของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search และวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony สามารถแยกอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาค่าตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search

สำหรับผลการหาค่าตำแหน่ง Window โดยใช้วิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search นั้นได้ทำการทดสอบโดยกำหนดกระบวนการหยุดค้นหาตามจำนวนรอบ โดยเริ่มจาก 10-100 รอบการค้นหา และทำการกำหนดค่าการจำการสุ่ม (Seed) รอบละ 18 ค่า โดยกำหนดค่าการจำการสุ่ม (Seed) จาก 5 ถึง 23 เพื่อทดสอบความแปรปรวนของคำตอบ จากผลการทดสอบเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นพบว่า คำคำตอบที่ดีที่สุดของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search อยู่ในรอบที่ 50 ค่าการจำการสุ่ม (Seed) เท่ากับ 10 ระยะเวลาของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search คำนวณทั้งสิ้น 2 วินาที ผลรวมระยะทางทั้งหมดเป็น 12,461 กิโลเมตร โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.1 และตำแหน่งของ Window ที่ได้จากวิธีเมตาฮิวริสติกแบบ Tabu Search แสดงดังหัวข้อ 4.3



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบและรูปแบบการจำการสุ่ม (Seed) ในการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการหาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

สำหรับการหาตำแหน่ง Window ด้วยวิธีทางเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony นั้น จะต้องมีการหาระดับปัจจัยและพารามิเตอร์แต่ละตัว เนื่องจากระดับปัจจัยของพารามิเตอร์นั้นมีผลต่อคุณภาพของคำตอบ โดยระดับปัจจัยและพารามิเตอร์มาตรฐานของวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony นั้นแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ระดับปัจจัยและพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

(Holger.R.Majer.,2003)

ปัจจัย	ระดับปัจจัย		
	I/A	5/20	10/10
WOP	0.5	1.5	2.5
WOH	0.5	2.75	5.0
ER	0.2	0.55	0.9

จากตารางที่ 4.1 การออกแบบและผลการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้จะใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 3 ระดับ 4 ตัวแปร คือ รอบการคำนวณต่อจำนวนมด (I/A), ค่าถ่วงน้ำหนักฟีโรโมน (Weight of pheromone : WOP), ค่าถ่วงน้ำหนักฮิวริสติกส์ (Weight of heuristic information : WOH), อัตราการระเหยของฟีโรโมน (Evaporation rate : ER) โดยการทดลองหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในแต่ละการทดลองนั้น จะได้จำนวนผลการทดลองเท่ากับ $3^4=81$ ค่า จำนวนรอบการทำซ้ำ (Replicate) เท่ากับ 3 ครั้ง เพื่อหาผลลัพธ์ทางสถิติดังนั้นจะได้คำตอบทั้งหมดเท่ากับ $81 \times 3 = 243$ คำตอบต่อหนึ่งการทดลอง โดยทำการทดลองเงื่อนไขพารามิเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ลงในโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อประมวลผลคำตอบและบันทึกผลของคำตอบที่ได้จากโปรแกรมที่สร้างขึ้น นำมาวิเคราะห์ลงในโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติวิศวกรรม Minitab 16 ดังแสดงในรูป 4.2

↓	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	I/A	WOP	WOH	ER	RESULT	StdOrder	RunOrder	Blocks	PtType
1	5/10	0.5	1	0.2	10419	1	1	1	1
2	5/10	0.5	1	0.6	10629	2	2	1	1
3	5/10	0.5	1	0.9	10594	3	3	1	1
4	5/10	0.5	3	0.2	10496	4	4	1	1
5	5/10	0.5	3	0.6	10615	5	5	1	1
6	5/10	0.5	3	0.9	10574	6	6	1	1
7	5/10	0.5	5	0.2	10428	7	7	1	1
8	5/10	0.5	5	0.6	10402	8	8	1	1
9	5/10	0.5	5	0.9	10476	9	9	1	1
10	5/10	1.5	1	0.2	10629	10	10	1	1
11	5/10	1.5	1	0.6	10629	11	11	1	1
12	5/10	1.5	1	0.9	10413	12	12	1	1
13	5/10	1.5	3	0.2	10558	13	13	1	1
14	5/10	1.5	3	0.6	10333	14	14	1	1
15	5/10	1.5	3	0.9	10444	15	15	1	1
16	5/10	1.5	5	0.2	10361	16	16	1	1
17	5/10	1.5	5	0.6	10592	17	17	1	1

รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Minitab 16

รูปที่ 4.2 I/A คือ รอบการค้นคำนวณต่อจำนวนมด

WOP คือ ค่าถ่วงน้ำหนักฟีโรโมน (Weight of pheromone)

WOH คือ ค่าถ่วงน้ำหนักฮิวริสติกส์ (Weight of heuristic information)

ER คือ อัตราการระเหยของฟีโรโมน (Evaporation rate)

RESULT คือ ผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมที่สร้างขึ้น

ในส่วนของโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้น ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนอินพุตค่าพารามิเตอร์ (I/A, WOP, WOH, ER) และบันทึกผลของคำตอบที่ได้จากรันโปรแกรมที่สร้างขึ้น จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนลงในโปรแกรม Minitab 16 ดังรูป 4.2 โดยการทดลองหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในแต่ละการทดลอง จะมีค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 4 ค่า (I/A, WOP, WOH, ER) มีระดับปัจจัยในแต่ละพารามิเตอร์ 3 ค่า จะได้ $3^4 = 81$ คำตอบ จำนวนรอบการทำซ้ำ (Replicate) 3 ครั้ง เพื่อหาข้อมูลสำคัญทางสถิติจะได้เท่ากับ $81 \times 3 = 243$ คำตอบต่อการทดลองหนึ่งการทดลอง โดยการทดลองจะแสดงดังตารางที่ 4.2 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การทดลองหาค่าพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีวิสติกชนิด Max-Min Ant Colony

Seed	I/A	WOP	WHO	ER	RESULT
1	5/10	0.5	1	0.2	10419
2	5/10	0.5	1	0.6	10629
3	5/10	0.5	1	0.9	10594
4	5/10	0.5	3	0.2	10496
5	5/10	0.5	3	0.6	10615
6	5/10	0.5	3	0.9	10574
7	5/10	0.5	5	0.2	10428
8	5/10	0.5	5	0.6	10402
9	5/10	0.5	5	0.9	10476
10	5/10	1.5	1	0.2	10629
11	5/10	1.5	1	0.6	10629
12	5/10	1.5	1	0.9	10413
13	5/10	1.5	3	0.2	10558
14	5/10	1.5	3	0.6	10333
15	5/10	1.5	3	0.9	10444
16	5/10	1.5	5	0.2	10361
17	5/10	1.5	5	0.6	10592
18	5/10	1.5	5	0.9	10683
19	5/10	2.5	1	0.2	10341
20	5/10	2.5	1	0.6	10702
21	5/10	2.5	1	0.9	10584
22	5/10	2.5	3	0.2	10205
23	5/10	2.5	3	0.6	10425
24	5/10	2.5	3	0.9	10585
25	5/10	2.5	5	0.2	10475
26	5/10	2.5	5	0.6	10622
27	5/10	2.5	5	0.9	10475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28	10/10	0.5	1	0.2	10296
29	10/10	0.5	1	0.6	10641
30	10/10	0.5	1	0.9	10566
31	10/10	0.5	3	0.2	10473
32	10/10	0.5	3	0.6	10862
33	10/10	0.5	3	0.9	10250
34	10/10	0.5	5	0.2	10578
35	10/10	0.5	5	0.6	10412
36	10/10	0.5	5	0.9	10333
37	10/10	1.5	1	0.2	10490
38	10/10	1.5	1	0.6	10626
39	10/10	1.5	1	0.9	10456
40	10/10	1.5	3	0.2	10586
41	10/10	1.5	3	0.6	10401
42	10/10	1.5	3	0.9	10761
43	10/10	1.5	5	0.2	10560
44	10/10	1.5	5	0.6	10446
45	10/10	1.5	5	0.9	10391
46	10/10	2.5	1	0.2	10280
47	10/10	2.5	1	0.6	10203
48	10/10	2.5	1	0.9	10120
49	10/10	2.5	3	0.2	10552
50	10/10	2.5	3	0.6	10299
51	10/10	2.5	3	0.9	10333
52	10/10	2.5	5	0.2	10660
53	10/10	2.5	5	0.6	10555
54	10/10	2.5	5	0.9	10441
55	20/5	0.5	1	0.2	10603
56	20/5	0.5	1	0.6	10649

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

57	20/5	0.5	1	0.9	10616
58	20/5	0.5	3	0.2	10658
59	20/5	0.5	3	0.6	10572
60	20/5	0.5	3	0.9	10621
61	20/5	0.5	5	0.2	10546
62	20/5	0.5	5	0.6	10769
63	20/5	0.5	5	0.9	10388
64	20/5	1.5	1	0.2	10476
65	20/5	1.5	1	0.6	10632
66	20/5	1.5	1	0.9	10387
67	20/5	1.5	3	0.2	10573
68	20/5	1.5	3	0.6	10703
69	20/5	1.5	3	0.9	10854
70	20/5	1.5	5	0.2	10707
71	20/5	1.5	5	0.6	10586
72	20/5	1.5	5	0.9	10390
73	20/5	2.5	1	0.2	10677
74	20/5	2.5	1	0.6	10689
75	20/5	2.5	1	0.9	10373
76	20/5	2.5	3	0.2	10359
77	20/5	2.5	3	0.6	10794
78	20/5	2.5	3	0.9	10568
79	20/5	2.5	5	0.2	10737
80	20/5	2.5	5	0.6	10377
81	20/5	2.5	5	0.9	10730
82	5/10	0.5	1	0.2	10501
83	5/10	0.5	1	0.6	10717
84	5/10	0.5	1	0.9	10387
85	5/10	0.5	3	0.2	10508

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

86	5/10	0.5	3	0.6	10795
87	5/10	0.5	3	0.9	10639
88	5/10	0.5	5	0.2	10733
89	5/10	0.5	5	0.6	10403
90	5/10	0.5	5	0.9	10725
91	5/10	1.5	1	0.2	10569
92	5/10	1.5	1	0.6	10506
93	5/10	1.5	1	0.9	10503
94	5/10	1.5	3	0.2	10518
95	5/10	1.5	3	0.6	10627
96	5/10	1.5	3	0.9	10742
97	5/10	1.5	5	0.2	10392
98	5/10	1.5	5	0.6	10634
99	5/10	1.5	5	0.9	10550
100	5/10	2.5	1	0.2	10828
101	5/10	2.5	1	0.6	10432
102	5/10	2.5	1	0.9	10492
103	5/10	2.5	3	0.2	10372
104	5/10	2.5	3	0.6	10354
105	5/10	2.5	3	0.9	10417
106	5/10	2.5	5	0.2	10655
107	5/10	2.5	5	0.6	10589
108	5/10	2.5	5	0.9	10545
109	10/10	0.5	1	0.2	10350
110	10/10	0.5	1	0.6	10649
111	10/10	0.5	1	0.9	10531
112	10/10	0.5	3	0.2	10382
113	10/10	0.5	3	0.6	10613
114	10/10	0.5	3	0.9	10521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115	10/10	0.5	5	0.2	10698
116	10/10	0.5	5	0.6	10625
117	10/10	0.5	5	0.9	10526
118	10/10	1.5	1	0.2	10484
119	10/10	1.5	1	0.6	10539
120	10/10	1.5	1	0.9	10612
121	10/10	1.5	3	0.2	10862
122	10/10	1.5	3	0.6	10492
123	10/10	1.5	3	0.9	10569
124	10/10	1.5	5	0.2	10403
125	10/10	1.5	5	0.6	10778
126	10/10	1.5	5	0.9	10602
127	10/10	2.5	1	0.2	10463
128	10/10	2.5	1	0.6	10585
129	10/10	2.5	1	0.9	10120
130	10/10	2.5	3	0.2	10324
131	10/10	2.5	3	0.6	10562
132	10/10	2.5	3	0.9	10462
133	10/10	2.5	5	0.2	10576
134	10/10	2.5	5	0.6	10411
135	10/10	2.5	5	0.9	10687
136	20/5	0.5	1	0.2	10196
137	20/5	0.5	1	0.6	10465
138	20/5	0.5	1	0.9	10479
139	20/5	0.5	3	0.2	10636
140	20/5	0.5	3	0.6	10591
141	20/5	0.5	3	0.9	10470
142	20/5	0.5	5	0.2	10554
143	20/5	0.5	5	0.6	10829

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

144	20/5	0.5	5	0.9	10616
145	20/5	1.5	1	0.2	10531
146	20/5	1.5	1	0.6	10648
147	20/5	1.5	1	0.9	10567
148	20/5	1.5	3	0.2	10554
149	20/5	1.5	3	0.6	10191
150	20/5	1.5	3	0.9	10566
151	20/5	1.5	5	0.2	10174
152	20/5	1.5	5	0.6	10731
153	20/5	1.5	5	0.9	10630
154	20/5	2.5	1	0.2	10724
155	20/5	2.5	1	0.6	10684
156	20/5	2.5	1	0.9	10692
157	20/5	2.5	3	0.2	10625
158	20/5	2.5	3	0.6	10718
159	20/5	2.5	3	0.9	10560
160	20/5	2.5	5	0.2	10592
161	20/5	2.5	5	0.6	10531
162	20/5	2.5	5	0.9	10403
163	5/10	0.5	1	0.2	10247
164	5/10	0.5	1	0.6	10611
165	5/10	0.5	1	0.9	10532
166	5/10	0.5	3	0.2	10679
167	5/10	0.5	3	0.6	10614
168	5/10	0.5	3	0.9	10383
169	5/10	0.5	5	0.2	10546
170	5/10	0.5	5	0.6	10441
171	5/10	0.5	5	0.9	10471
172	5/10	1.5	1	0.2	10580

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

173	5/10	1.5	1	0.6	10528
174	5/10	1.5	1	0.9	10617
175	5/10	1.5	3	0.2	10517
176	5/10	1.5	3	0.6	10349
177	5/10	1.5	3	0.9	10797
178	5/10	1.5	5	0.2	10482
179	5/10	1.5	5	0.6	10648
180	5/10	1.5	5	0.9	10649
181	5/10	2.5	1	0.2	10689
182	5/10	2.5	1	0.6	10650
183	5/10	2.5	1	0.9	10447
184	5/10	2.5	3	0.2	10666
185	5/10	2.5	3	0.6	10480
186	5/10	2.5	3	0.9	10703
187	5/10	2.5	5	0.2	10716
188	5/10	2.5	5	0.6	10686
189	5/10	2.5	5	0.9	10701
190	10/10	0.5	1	0.2	10658
191	10/10	0.5	1	0.6	10228
192	10/10	0.5	1	0.9	10236
193	10/10	0.5	3	0.2	10383
194	10/10	0.5	3	0.6	10722
195	10/10	0.5	3	0.9	10728
196	10/10	0.5	5	0.2	10769
197	10/10	0.5	5	0.6	10693
198	10/10	0.5	5	0.9	10665
199	10/10	1.5	1	0.2	10623
200	10/10	1.5	1	0.6	10622
201	10/10	1.5	1	0.9	10556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

202	10/10	1.5	3	0.2	10701
203	10/10	1.5	3	0.6	10533
204	10/10	1.5	3	0.9	10463
205	10/10	1.5	5	0.2	10673
206	10/10	1.5	5	0.6	10384
207	10/10	1.5	5	0.9	10276
208	10/10	2.5	1	0.2	10734
209	10/10	2.5	1	0.6	10518
210	10/10	2.5	1	0.9	10120
211	10/10	2.5	3	0.2	10865
212	10/10	2.5	3	0.6	10566
213	10/10	2.5	3	0.9	10460
214	10/10	2.5	5	0.2	10593
215	10/10	2.5	5	0.6	10628
216	10/10	2.5	5	0.9	10465
217	20/5	0.5	1	0.2	10726
218	20/5	0.5	1	0.6	10756
219	20/5	0.5	1	0.9	10645
220	20/5	0.5	3	0.2	10471
221	20/5	0.5	3	0.6	10677
222	20/5	0.5	3	0.9	10582
223	20/5	0.5	5	0.2	10689
224	20/5	0.5	5	0.6	10438
225	20/5	0.5	5	0.9	10597
226	20/5	1.5	1	0.2	10584
227	20/5	1.5	1	0.6	10633
228	20/5	1.5	1	0.9	10516
229	20/5	1.5	3	0.2	10539
230	20/5	1.5	3	0.6	10524

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

231	20/5	1.5	3	0.9	10543
232	20/5	1.5	5	0.2	10366
233	20/5	1.5	5	0.6	10307
234	20/5	1.5	5	0.9	10707
235	20/5	2.5	1	0.2	10611
236	20/5	2.5	1	0.6	10449
237	20/5	2.5	1	0.9	10629
238	20/5	2.5	3	0.2	10652
239	20/5	2.5	3	0.6	10647
240	20/5	2.5	3	0.9	10450
241	20/5	2.5	5	0.2	10496
242	20/5	2.5	5	0.6	10457
243	20/5	2.5	5	0.9	10648

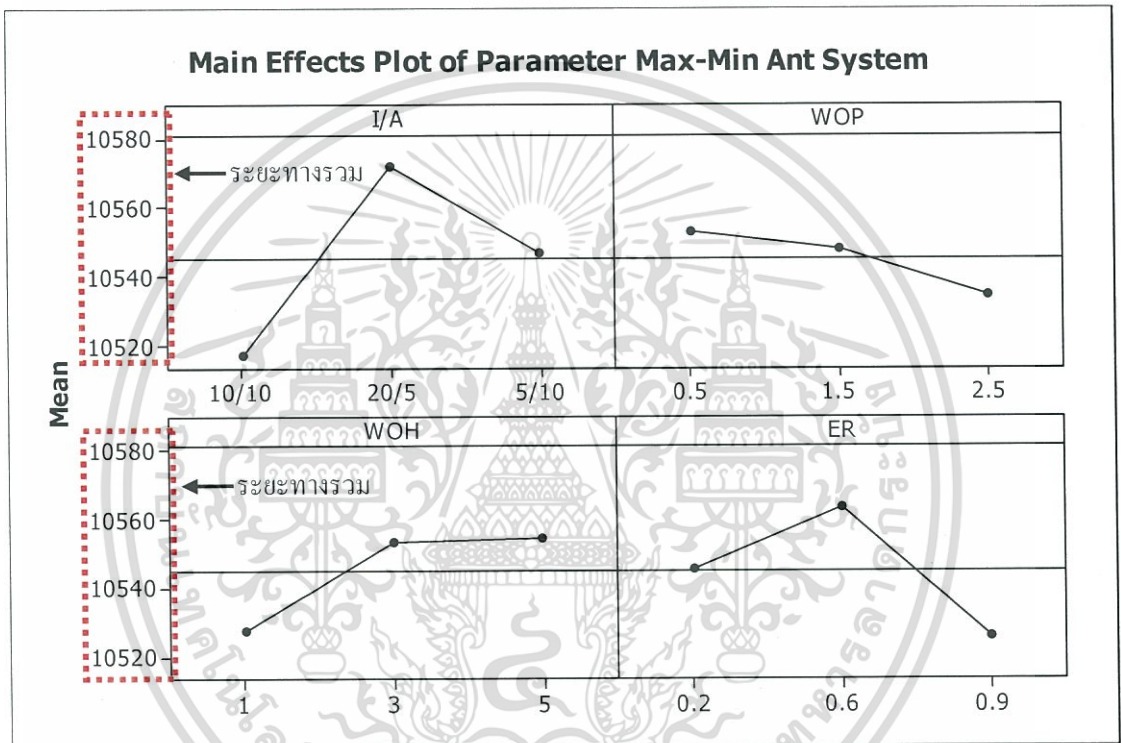
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ของวิธีเมตาฮีโรสติกชนิด Max-Min
Ant Colony

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
I/A	2	123596	123596	61798	3.06	0.049
WOP	2	14753	14753	7377	0.37	0.694
WOH	2	37790	37790	18895	0.94	0.394
ER	2	57371	57371	28685	1.42	0.244
I/A*WOP	4	134003	134003	33501	1.66	0.162
I/A*WOH	4	133069	133069	33267	1.65	0.164
I/A*ER	4	150876	150876	37719	1.87	0.118
WOP*WOH	4	105291	105291	26323	1.31	0.270
WOP*ER	4	173784	173784	43446	2.15	0.076
WOH*ER	4	96838	96838	24210	1.20	0.313
I/A*WOP*WOH	8	210290	210290	26286	1.30	0.245
I/A*WOP*ER	8	46563	46563	5820	0.29	0.969
I/A*WOH*ER	8	25853	25853	3232	0.16	0.996

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WOP*WOH*ER	8	401805	401805	50226	2.49	0.014
I/A*WOP*WOH*ER	16	426675	426675	26667	1.32	0.189

จากตารางที่ 4.3 ทำให้ทราบว่า ปัจจัย I/A และความสัมพัทธ์ของปัจจัย WOP*WOH*ER มีผลต่อการหาตำแหน่งของ Window เนื่องจากปัจจัยที่แสดงข้างต้น มีค่า P ต่ำกว่า 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งระดับปัจจัยที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น จะแสดงในรูปที่ 4.3



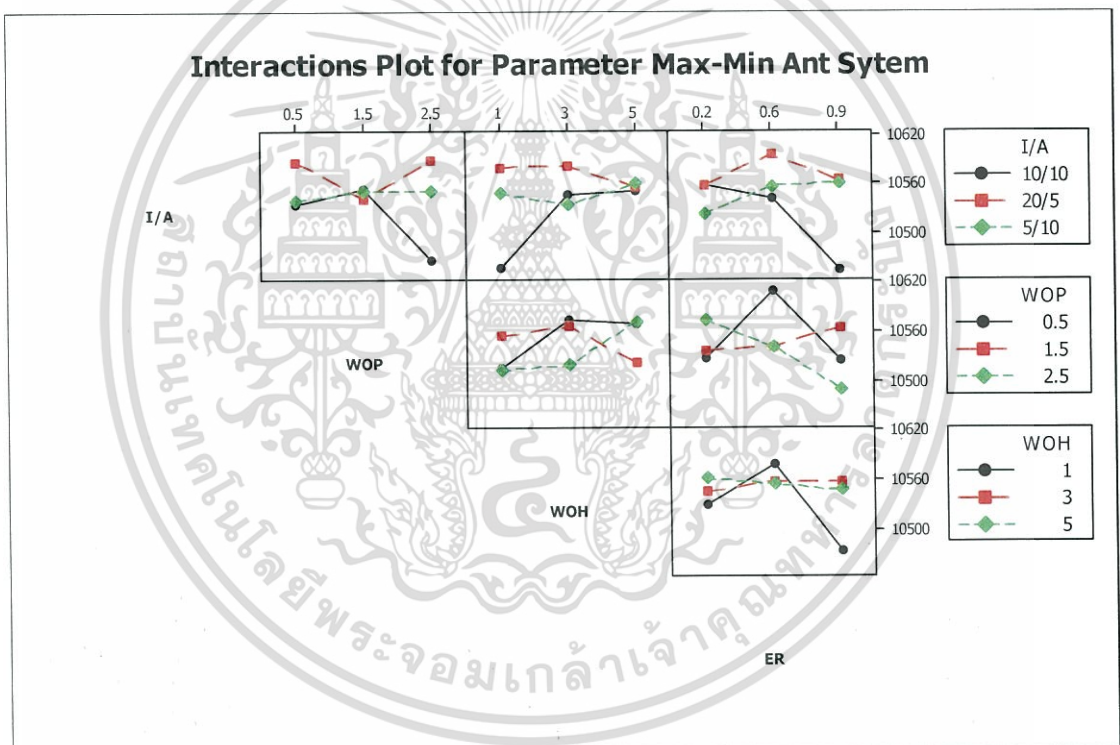
รูปที่ 4.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับปัจจัยหลักของวิธีการเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นระดับปัจจัยที่เหมาะสมของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony โดยระดับปัจจัยของพารามิเตอร์ I/A ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 10/10, ระดับปัจจัยของพารามิเตอร์ WOP ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 2.5 ระดับปัจจัยของพารามิเตอร์ WOH ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 1 และระดับปัจจัยของพารามิเตอร์ ER ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 0.9 ซึ่งระดับปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น สอดคล้องกับผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 ซึ่งสามารถสรุปว่าพารามิเตอร์ที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony ที่ให้ระยะทางรวมที่น้อยที่สุดเท่ากับ 10,120 กิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ส่วนตำแหน่งของ Window ที่ได้จากวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony แสดงดังหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4.4 ระดับปัจจัยที่เหมาะสมของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

ปัจจัย	ระดับปัจจัย
จำนวนมด (A)	10
จำนวนรอบ (I)	10
ค่าถ่วงน้ำหนักฟีโรโมน(WOP)	2.5
ค่าถ่วงน้ำหนักฮิวริสติกส์ (WOH)	1
อัตราการระเหยของฟีโรโมน(ER)	0.9

ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction Plots) จะแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 Interaction Plots สำหรับพารามิเตอร์ของวิธีการเมตาฮิวริสติกแบบ Max-Min Ant System

จากรูปที่ 4.4 แสดงผลกระทบร่วมดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยระดับปัจจัยของพารามิเตอร์ I/A, WOP, WOH, และ ER ที่เหมาะสมของวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony แสดงดังตารางที่ 4.4

4.3 ตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญสภาพัฒน์ที่ได้จากการหาตำแหน่งด้วย

วิธีเมตาฮีริสติกชนิด Tabu Search

ลำดับที่ 1 Window ที่ 1 อำเภอแม่จัน จ.เชียงราย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญสภาพัฒน์ คือ

1. อ.เชียงของ อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 79.13 กิโลเมตร
2. อ.แม่ฟ้าหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 41.88 กิโลเมตร
3. อ.เวียงเชียงรุ้ง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 46.30 กิโลเมตร
4. อ.พญาเม็งราย อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 84.28 กิโลเมตร
5. อ.เทิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 99.26 กิโลเมตร
6. อ.แม่สาย อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 32.78 กิโลเมตร
7. อ.ขุนตาล อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 93.78 กิโลเมตร
8. อ.ดอยหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 41.46 กิโลเมตร

ลำดับที่ 2 Window ที่ 2 อำเภอภูเพียง จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญสภาพัฒน์ คือ

1. อ.ร้องกวาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 100.36 กิโลเมตร
2. อ.หนองม่วงไข่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 125.68 กิโลเมตร
3. อ.บ่อเกลือ อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 91.11 กิโลเมตร
4. อ.ปัว อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 67.91 กิโลเมตร
5. อ.แม่จริม อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 56.93 กิโลเมตร
6. อ.สอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 116.16 กิโลเมตร
7. อ.ทุ่งช้าง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 105.60 กิโลเมตร
8. อ.เมืองน่าน อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 30.46 กิโลเมตร
9. อ.เวียงสา อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 42.81 กิโลเมตร

ลำดับที่ 3 Window ที่ 3 อำเภอเวียงแก่น จ.เชียงราย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญสภาพัฒน์ คือ

1. อ.ภูซาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 73.77 กิโลเมตร
2. อ.เชียงแสน อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 90.99 กิโลเมตร
3. อ.ภูซาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 73.77 กิโลเมตร

ลำดับที่ 4 Window ที่ 4 อำเภอท่าวังผา จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญสภาพัฒน์ คือ

1. อ.เชียงคำ อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 108.83 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อ.เชียงม่วน อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 116.17 กิโลเมตร
3. อ.สองแคว อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 45.89 กิโลเมตร
4. อ.เชียงม่วน อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 116.17 กิโลเมตร
5. อ.ปง อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 118.20 กิโลเมตร
6. อ.เชียงกลาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 32.88 กิโลเมตร
7. อ.เชียงม่วน อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 116.17 กิโลเมตร
8. อ.เฉลิมพระเกียรติ อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 111.68 กิโลเมตร
9. อ.นาหมื่น อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 114.77 กิโลเมตร
10. อ.บ้านหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 86.13 กิโลเมตร

ลำดับที่ 5 Window ที่ 5 อำเภอสบเมย จ.แม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.พบพระ อยู่ห่างจาก Window ที่ 5 255.47 กิโลเมตร
2. อ.เมืองแม่ฮ่องสอน อยู่ห่างจาก Window ที่ 5 201.92 กิโลเมตร
3. อ.แม่ลาน้อย อยู่ห่างจาก Window ที่ 5 81.96 กิโลเมตร

ลำดับที่ 6 Window ที่ 6 อำเภอน่าน้อย จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สันติสุข อยู่ห่างจาก Window ที่ 6 107.09 กิโลเมตร
2. อ.บ้านโคก อยู่ห่างจาก Window ที่ 6 72.66 กิโลเมตร
3. อ.สันติสุข อยู่ห่างจาก Window ที่ 6 107.09 กิโลเมตร

ลำดับที่ 7 Window ที่ 7 อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.น้ำปาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 7 72.28 กิโลเมตร
2. อ.ปากท่า อยู่ห่างจาก Window ที่ 7 109.45 กิโลเมตร
3. อ.ลับแล อยู่ห่างจาก Window ที่ 7 23.8 กิโลเมตร

ลำดับที่ 8 Window ที่ 8 อำเภอแม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.แม่สะเรียง อยู่ห่างจาก Window ที่ 8 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 9 Window ที่ 9 อำเภอหล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.หล่มสัก อยู่ห่างจาก Window ที่ 9 42.87 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อ.ท่าลี่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 9 123.72 กิโลเมตร
4. อ.ด่านซ้าย อยู่ห่างจาก Window ที่ 9 53.91 กิโลเมตร

ลำดับที่ 10 Window ที่ 10 อำเภอสามเงา จ.ตาก มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ท่าสองยาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 10 121.45 กิโลเมตร
2. อ.แม่ระมาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 10 52.12 กิโลเมตร
3. อ.ท่าสองยาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 10 121.45 กิโลเมตร

ลำดับที่ 11 Window ที่ 11 อำเภอทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ทุ่งเสลี่ยม อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 128.18 กิโลเมตร
2. อ.ชาติตระการ อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 92.50 กิโลเมตร
3. อ.พิชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 41.26 กิโลเมตร
4. อ.นครไทย อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 93.56 กิโลเมตร

ลำดับที่ 12 Window ที่ 12 อำเภอบ้านด่านลานหอย จ.สุโขทัย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.บ้านตาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 84.87 กิโลเมตร

ลำดับที่ 13 Window ที่ 13 อำเภอศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สูงเม่น อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 87.99 กิโลเมตร
2. อ.ตรอน อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 69.11 กิโลเมตร
3. อ.แม่พริก อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 113.10 กิโลเมตร

ลำดับที่ 14 Window ที่ 14 อำเภอภูเรือ จ.เลย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองเลย อยู่ห่างจาก Window ที่ 14 76.62 กิโลเมตร
2. อ.นาด้วง อยู่ห่างจาก Window ที่ 14 108.21 กิโลเมตร
3. อ.นาแห้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 14 82.97 กิโลเมตร

ลำดับที่ 15 Window ที่ 15 อำเภอสังขม จ.หนองคาย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปากชม อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 81.96 กิโลเมตร
2. อ.นาขย อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 29.44 กิโลเมตร
3. อ.ศรีเชียงใหม่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 42.99 กิโลเมตร

4. อ.เชียงกาน อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 118.31 กิโลเมตร
5. อ.น้ำโสม อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 49.01 กิโลเมตร

ลำดับที่ 16 Window ที่ 16 อำเภอพรหมานิคม จ.สกลนคร มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.โพนนาแก้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 58.51 กิโลเมตร
2. อ.เมืองนครพนม อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 105.63 กิโลเมตร
3. อ.วานรนิวาส อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 49.83 กิโลเมตร
4. อ.อากาศอำนวย อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 51.47 กิโลเมตร
5. อ.ปลาปาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 99.49 กิโลเมตร
6. อ.วังยาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 82.20 กิโลเมตร
7. อ.ศรีสงคราม อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 72.56 กิโลเมตร
8. อ.ฟ้าไร่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 127.98 กิโลเมตร
9. อ.โลกศรีสุวรรณ อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 59.42 กิโลเมตร
10. อ.กุศบาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 53.00 กิโลเมตร
11. อ.พังโคน อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 19.75 กิโลเมตร
12. อ.เมืองสกลนคร อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 33.27 กิโลเมตร

ลำดับที่ 17 Window ที่ 17 อำเภอเรณูนคร จ.นครพนม มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.คอนจัน อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 196.59 กิโลเมตร
2. อ.ดงหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 77.24 กิโลเมตร
3. อ.นามน อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 178.05 กิโลเมตร
4. อ.ธาตุพนม อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 19.81 กิโลเมตร
5. อ.นิคมน้ำอูน อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 127.15 กิโลเมตร
6. อ.นาแก อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 26.42 กิโลเมตร
7. อ.เต่างอย อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 80.58 กิโลเมตร
8. อ.ภูพาน อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 110.20 กิโลเมตร
9. อ.กุสุมาลย์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 75.38 กิโลเมตร

ลำดับที่ 18 Window ที่ 18 อำเภอวังคล้า จ.หนองคาย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.คำตากล้า อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 89.36 กิโลเมตร

2. อ.เซกา อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 67.48 กิโลเมตร

3. อ.โพนสวรรค์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 114.00 กิโลเมตร
4. อ.ท่าอุเทน อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 102.90 กิโลเมตร
5. อ.บึงโขงหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 42.07 กิโลเมตร
6. อ.บ้านแพง อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 56.56 กิโลเมตร

ลำดับที่ 19 Window ที่ 19 อำเภอรัตนวาปี จ.หนองคาย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.โซ่พิสัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 59.00 กิโลเมตร
2. อ.ศรีวิไล อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 105.59 กิโลเมตร
3. อ.ปากคาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 33.24 กิโลเมตร
4. อ.บ้านม่วง อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 106.37 กิโลเมตร
5. อ.เมืองบึงกาฬ อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 81.96 กิโลเมตร
6. อ.โพนพิสัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 42.44 กิโลเมตร

ลำดับที่ 20 Window ที่ 20 อำเภอหนองหงส์ จ.บุรีรัมย์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เฉลิมพระเกียรติ อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 63.20 กิโลเมตร
2. อ.ขามทะเลสอ อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 115.34 กิโลเมตร
3. อ.หนองนูนาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 58.11 กิโลเมตร
4. อ.หนองกี่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 32.12 กิโลเมตร
5. อ.โนนดินแดง อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 90.76 กิโลเมตร
6. อ.ละหานทราย อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 96.00 กิโลเมตร
7. อ.ปราสาท อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 106.82 กิโลเมตร
8. อ.ประโคนชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 69.71 กิโลเมตร

ลำดับที่ 21 Window ที่ 21 อำเภอด่านขุนทด จ.นครราชสีมา มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ลำสนธิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 78.29 กิโลเมตร
2. อ.เทพสถิตย์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 81.18 กิโลเมตร
3. อ.เทพารักษ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 34.78 กิโลเมตร
4. อ.สูงเนิน อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 67.08 กิโลเมตร
5. อ.สีคิ้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 49.09 กิโลเมตร

ลำดับที่ 22 Window ที่ 22 อำเภอปักธงชัย จ.นครราชสีมา มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เหรียญกษาปณ์ คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อ.นางรอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 100.31 กิโลเมตร
2. อ.โชคชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 42.01 กิโลเมตร
3. อ.วังน้ำเขียว อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 47.63 กิโลเมตร

ลำดับที่ 23 Window ที่ 23 อำเภอบ้านกรวด จ.บุรีรัมย์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เสิงสาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 87.20 กิโลเมตร

ลำดับที่ 24 Window ที่ 24 อำเภอตาพระยา จ.สระแก้ว มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ครบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 119.11 กิโลเมตร
2. อ.โนนสุวรรณ อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 79.03 กิโลเมตร
3. อ.เมืองสระแก้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 87.83 กิโลเมตร
4. อ.ปะคำ อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 55.91 กิโลเมตร
5. อ.พลับพลาย อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 124.11 กิโลเมตร

ลำดับที่ 25 Window ที่ 25 อำเภอพนมดงรัก จ.สุรินทร์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.กาบเชิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 43.10 กิโลเมตร

ลำดับที่ 26 Window ที่ 26 อำเภออรัญประเทศ จ.สระแก้ว มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.โคกสูง อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 32.11 กิโลเมตร
2. อ.วังสมบูรณ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 80.39 กิโลเมตร
3. อ.วังน้ำเย็น อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 80.54 กิโลเมตร
4. อ.วัฒนานคร อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 45.47 กิโลเมตร
5. อ.โป่งน้ำร้อน อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 125.48 กิโลเมตร

ลำดับที่ 27 Window ที่ 27 อำเภอมะขาม จ.จันทบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เขาคิชฌกูฏ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 39.07 กิโลเมตร
2. อ.เมืองจันทบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 20.65 กิโลเมตร
3. อ.คลองหาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 99.74 กิโลเมตร
4. อ.แก่งหางแมว อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 76.06 กิโลเมตร
5. อ.เขาคิชฌกูฏ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 39.07 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อ.ป่อไร่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 58.11 กิโลเมตร
8. อ.แหลมสิงห์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 39.73 กิโลเมตร
9. อ.เมืองตราด อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 94.01 กิโลเมตร
10. อ.สอยดาว อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 56.31 กิโลเมตร
11. อ.ขลุง อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 28.5 กิโลเมตร
12. อ.นายายอาม อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 57.17 กิโลเมตร
13. อ.เขาสมิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 68.28 กิโลเมตร
14. อ.ท่าใหม่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 46.06 กิโลเมตร
15. อ.เขาชะเมา อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 98.57 กิโลเมตร

ลำดับที่ 28 Window ที่ 28 อำเภอคลองใหญ่ จ.ตราด มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.แหลมงอบ อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 88.91 กิโลเมตร
2. อ.เกาะกูด อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 30.11 กิโลเมตร
3. อ.เกาะช้าง อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 111.78 กิโลเมตร

ลำดับที่ 29 Window ที่ 29 อำเภอสามร้อยยอด จ.ประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปราณบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 29 64.82 กิโลเมตร

ลำดับที่ 30 Window ที่ 30 อำเภอศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญ
กษาปณ์ คือ

1. อ.สังขละบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 268.51 กิโลเมตร
2. อ.ทองผาภูมิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 208.79 กิโลเมตร

ลำดับที่ 31 Window ที่ 31 อำเภอทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.บางสะพาน อยู่ห่างจาก Window ที่ 31 43.36 กิโลเมตร
2. อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 31 59.70 กิโลเมตร
3. อ.กุยบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 31 92.05 กิโลเมตร

ลำดับที่ 32 Window ที่ 32 อำเภอปะทิว จ.ชุมพร มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์
คือ

1. อ.ละอุ่น อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 67.81 กิโลเมตร
2. อ.บางสะพานน้อย อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 116.85 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 33 Window ที่ 33 อำเภอถลาง จ.ภูเก็ต มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.กะทู้ อยู่ห่างจาก Window ที่ 33 25.89 กิโลเมตร
2. อ.ท้ายเหมือง อยู่ห่างจาก Window ที่ 33 45.64 กิโลเมตร
3. อ.เมืองภูเก็ต อยู่ห่างจาก Window ที่ 33 28.89 กิโลเมตร

ลำดับที่ 34 Window ที่ 34 อำเภอกระบุรี จ.ระนอง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองระนอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 34 74.50 กิโลเมตร

ลำดับที่ 35 Window ที่ 35 อำเภอสุขสำราญ จ.ระนอง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.กะเปอร์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 35 41.66 กิโลเมตร
2. อ.กระบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 35 22.88 กิโลเมตร

ลำดับที่ 36 Window ที่ 36 อำเภอสิเกา จ.ตรัง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สิเกา อยู่ห่างจาก Window ที่ 36 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 37 Window ที่ 37 อำเภอขำนิ จ.บุรีรัมย์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ขำนิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 37 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 38 Window ที่ 38 อำเภอหาดสำราญ จ.ตรัง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.วังวิเศษ อยู่ห่างจาก Window ที่ 38 93.64 กิโลเมตร
2. อ.ปะเหลียน อยู่ห่างจาก Window ที่ 38 28.65 กิโลเมตร

ลำดับที่ 39 Window ที่ 39 อำเภอสุคิริน จ.นราธิวาส มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สุไหงโกลก อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 46.24 กิโลเมตร
2. อ.สุไหงปาดิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 47.31 กิโลเมตร
3. อ.จะแนะ อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 29.27 กิโลเมตร
4. อ.เบตง อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 104.73 กิโลเมตร
5. อ.เจาะไอร้อง อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 64.40 กิโลเมตร

ลำดับที่ 40 Window ที่ 40 อำเภอเวียง จ.นราธิวาส มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ตากใบ อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 55.03 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีเหตุพิเศษขออนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญบาทที่ได้จากการหาตำแหน่งด้วย

วิธีเมตาฮีริสติกชนิด Max - Min Ant Colony

ลำดับที่ 1 Window ที่ 1 อำเภอแม่จัน จ.เชียงราย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญบาท คือ

1. อเวียงเชียงรุ้ง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 46.3 กิโลเมตร
2. อ.เทิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 99.26 กิโลเมตร
3. อ.แม่ฟ้าหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 41.88 กิโลเมตร
4. อ.เชียงของ อยู่ห่างจาก Window ที่ 1 79.13 กิโลเมตร

ลำดับที่ 2 Window ที่ 2 อำเภอเชียงม่วน จ.พะเยา มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญบาท คือ

1. อ.ปง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 48.62 กิโลเมตร
2. อ.บ้านหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 33.01 กิโลเมตร
3. อ.ภูซาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 98.46 กิโลเมตร
4. อ.หนองม่วงไข่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 88.96 กิโลเมตร
5. อ.สอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 2 46.47 กิโลเมตร

ลำดับที่ 3 Window ที่ 3 อำเภอขุนตาล จ.เชียงราย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญบาท คือ

1. อ.พญาเม็งราย อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 16.21 กิโลเมตร
2. อ.ดอยหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 56.93 กิโลเมตร
3. อ.เชียงแสน อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 73.76 กิโลเมตร
4. อ.เวียงแก่น อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 37.48 กิโลเมตร
5. อ.แม่สาย อยู่ห่างจาก Window ที่ 3 111.16 กิโลเมตร

ลำดับที่ 4 Window ที่ 4 อำเภอเชียงกลาง จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ เหรียญบาท คือ

1. อ.ท่าวังผา อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 32.88 กิโลเมตร
2. อ.ทุ่งช้าง อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 23.96 กิโลเมตร
3. อ.เมืองน่าน อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 67.06 กิโลเมตร
4. อ.เฉลิมพระเกียรติ อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 84.93 กิโลเมตร
5. อ.สันติสุข อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 64.07 กิโลเมตร
6. อ.เชียงคำ อยู่ห่างจาก Window ที่ 4 105.67 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ลำดับที่ 5 Window ที่ 5 อำเภอเวียงสา จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่ 5 Window ที่ 5 อำเภอเวียงสา จ.น่าน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.น่าน้อย อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 42.88 กิโลเมตร
2. อ.ภูเพียง อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 42.81 กิโลเมตร
3. อ.แม่จริม อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 72.75 กิโลเมตร
4. อ.นาหมื่น อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 70.01 กิโลเมตร
5. อ.ร้องกวาง อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 61.97 กิโลเมตร
6. อ.สองแคว อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 120.15 กิโลเมตร
7. อ.ปัว อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 95.30 กิโลเมตร
8. อ.บ่อเกลือ อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 118.42 กิโลเมตร
9. อ.บ้านโคก อยู่ห่างจาก Windowที่ 5 107.42 กิโลเมตร

ลำดับที่ 6 Window ที่ 6 อำเภอแม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สบเมย อยู่ห่างจาก Windowที่ 6 68.99 กิโลเมตร
2. อ.แม่ลาน้อย อยู่ห่างจาก Windowที่ 6 51.26 กิโลเมตร

ลำดับที่ 7 Window ที่ 7 อำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองแม่ฮ่องสอน อยู่ห่างจาก Windowที่ 7 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 8 Window ที่ 8 อำเภอทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองอุตรดิตถ์ อยู่ห่างจาก Windowที่ 8 102.15 กิโลเมตร
2. อ.แม่พริก อยู่ห่างจาก Windowที่ 8 98.44 กิโลเมตร

ลำดับที่ 9 Window ที่ 9 อำเภอหล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เขาค้อ อยู่ห่างจาก Windowที่ 9 50.75 กิโลเมตร

ลำดับที่ 10 Window ที่ 10 อำเภอพบพระ จ.ตาก มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.แม่ระมาด อยู่ห่างจาก Windowที่ 10 111.76 กิโลเมตร

ลำดับที่ 11 Window ที่ 11 อำเภอสามเงา จ.ตาก มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เหรียญกษาปณ์ คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อ.บ้านดาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 45.62 กิโลเมตร
2. อ.ท่าสองยาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 11 121.45 กิโลเมตร

ลำดับที่ 12 Window ที่ 12 อำเภอตรอน จ.อุตรดิตถ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สูงเม่น อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 80.51 กิโลเมตร
2. อ.ศรีสัชชนาลัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 69.11 กิโลเมตร
3. อ.ลับแล อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 32.65 กิโลเมตร
4. อ.พิชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 22.44 กิโลเมตร
5. อ.น้ำปาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 85.49 กิโลเมตร
6. อ.บ้านด่านลานหอย อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 109.01 กิโลเมตร
7. อ.ชาติตระการ อยู่ห่างจาก Window ที่ 12 115.42 กิโลเมตร

ลำดับที่ 13 Window ที่ 13 อำเภอนครไทย จ.พิษณุโลก มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ภูเรือ อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 79.68 กิโลเมตร
2. อ.หล่มเก่า อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 96.45 กิโลเมตร
3. อ.ทองแสนขัน อยู่ห่างจาก Window ที่ 13 79.68 กิโลเมตร

ลำดับที่ 14 Window ที่ 14 อำเภอปากท่า จ.อุตรดิตถ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปากท่า อยู่ห่างจาก Window ที่ 14 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 15 Window ที่ 15 อำเภอเมืองเลย จ.เลย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ด่านซ้าย อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 110.98 กิโลเมตร
2. อ.นาแห้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 113.70 กิโลเมตร
3. อ.เชียงคาน อยู่ห่างจาก Window ที่ 15 41.75 กิโลเมตร

ลำดับที่ 16 Window ที่ 16 อำเภอน้ำโสม จ.อุตรธานี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ท่าลี่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 124.98 กิโลเมตร
2. อ.นาด้วง อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 60.15 กิโลเมตร
3. อ.นายาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 25.67 กิโลเมตร
4. อ.ศรีเชียงใหม่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 54.59 กิโลเมตร
5. อ.สังขม อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 49.01 กิโลเมตร

6. อ.ปากชม อยู่ห่างจาก Window ที่ 16 61.94 กิโลเมตร

ลำดับที่ 17 Window ที่ 17 อำเภอพังโคน จ.สกลนคร มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.วังยาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 100.11 กิโลเมตร
2. อ.เมืองสกลนคร อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 51.18 กิโลเมตร
3. อ.โพนนาแก้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 76.43 กิโลเมตร
4. อ.ศรีวิไล อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 112.23 กิโลเมตร
5. อ.วานรนิวาส อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 30.84 กิโลเมตร
6. อ.เมืองนครพนม อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 123.54 กิโลเมตร
7. อ.กุสุมาลย์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 78.71 กิโลเมตร
8. อ.ท่าอุเทน อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 115.10 กิโลเมตร
9. อ.พรรณานิคม อยู่ห่างจาก Window ที่ 17 19.75 กิโลเมตร

ลำดับที่ 18 Window ที่ 18 อำเภอโพนสวรรค์ จ.นครพนม มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.อากาศอำนวย อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 72.11 กิโลเมตร
2. อ.ศรีสงคราม อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 37.96 กิโลเมตร
3. อ.บ้านแพง อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 62.41 กิโลเมตร
4. อ.เรณูนคร อยู่ห่างจาก Window ที่ 18 89.62 กิโลเมตร

ลำดับที่ 19 Window ที่ 19 อำเภอนาแก จ.นครพนม มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปลาปาก อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 38.74 กิโลเมตร
2. อ.โคกศรีสุพรรณ อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 22.25 กิโลเมตร
3. อ.ดงหลวง อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 55.96 กิโลเมตร
4. อ.ธาตุพนม อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 29.93 กิโลเมตร
5. อ.ภูพาน อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 85.22 กิโลเมตร
6. อ.เต่างอย อยู่ห่างจาก Window ที่ 19 55.60 กิโลเมตร

ลำดับที่ 20 Window ที่ 20 อำเภอนาทมุน จ.กาฬสินธุ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.นิคมคำนูน อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 115.00 กิโลเมตร
2. อ.คอนจันทน์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 21.26 กิโลเมตร

3. อ.กุฉินทน์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 20 105.37 กิโลเมตร

ลำดับที่ 21 Window ที่ 21 อำเภอบึงโขงหลวง จ.หนองคาย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เซกา อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 30.61 กิโลเมตร
2. อ.เมืองบึงกาฬ อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 92.19 กิโลเมตร
3. อ.คำตากล้า อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 52.49 กิโลเมตร
4. อ.บ้านม่วง อยู่ห่างจาก Window ที่ 21 82.80 กิโลเมตร

ลำดับที่ 22 Window ที่ 22 อำเภอโซ่พิสัย จ.หนองคาย มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปากคาด อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 31.00 กิโลเมตร
2. อ.รัตนวาปี อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 59.00 กิโลเมตร
3. อ.เฝ้าไร่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 34.74 กิโลเมตร
4. อ.โพนพิสัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 65.64 กิโลเมตร
5. อ.บึงค้อ อยู่ห่างจาก Window ที่ 22 94.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 23 Window ที่ 23 อำเภอประโคนชัย จ.บุรีรัมย์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.พลับพลาชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 20.08 กิโลเมตร
2. อ.เฉลิมพระเกียรติ อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 29.00 กิโลเมตร
3. อ.กาบเชิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 67.06 กิโลเมตร
4. อ.ชำนิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 50.88 กิโลเมตร
5. อ.ปะคำ อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 65.02 กิโลเมตร
6. อ.พนมดงรัก อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 42.25 กิโลเมตร
7. อ.ละหานทราย อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 60.20 กิโลเมตร
8. อ.หนองกี่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 64.47 กิโลเมตร
9. อ.บ้านกรวด อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 27.18 กิโลเมตร
10. อ.ปราสาท อยู่ห่างจาก Window ที่ 23 40.35 กิโลเมตร

ลำดับที่ 24 Window ที่ 24 อำเภอสูงเนิน จ.นครราชสีมา มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ด่านขุนทด อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 67.08 กิโลเมตร
2. อ.เสิงสาง อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 109.76 กิโลเมตร
3. อ.ปักธงชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 50.61 กิโลเมตร
4. อ.ครบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 97.68 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อ.ขามทะเลสอ อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 34.96 กิโลเมตร
6. อ.วังน้ำเขียว อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 81.07 กิโลเมตร
7. อ.โนนสุวรรณ อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 109.36 กิโลเมตร
8. อ.สีคิ้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 37.77 กิโลเมตร
9. อ.เฉลิมพระเกียรติ อยู่ห่างจาก Window ที่ 24 62.67 กิโลเมตร

ลำดับที่ 25 Window ที่ 25 อำเภอโนนดินแดง จ.บุรีรัมย์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองสระแก้ว อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 108.40 กิโลเมตร
2. อ.นางรอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 61.84 กิโลเมตร
3. อ.โคกสูง อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 48.51 กิโลเมตร
4. อ.โชคชัย อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 120.35 กิโลเมตร
5. อ.ตาพระยา อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 25.91 กิโลเมตร
6. อ.หนองบุญนาถ อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 106.86 กิโลเมตร
7. อ.หนองหงส์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 25 90.76 กิโลเมตร

ลำดับที่ 26 Window ที่ 26 อำเภอเทพารักษ์ จ.นครราชสีมา มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ลำสนธิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 28.51 กิโลเมตร
2. อ.เทพสถิต อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 64.12 กิโลเมตร
3. อ.ลำสนธิ อยู่ห่างจาก Window ที่ 26 28.51 กิโลเมตร

ลำดับที่ 27 Window ที่ 27 อำเภอมะขาม จ.จันทบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ
เหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เขาคิชฌกูฏ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 39.07 กิโลเมตร
2. อ.แหลมสิงห์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 39.73 กิโลเมตร
3. อ.ขลุ่ย อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 28.50 กิโลเมตร
4. อ.เมืองตราด อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 94.01 กิโลเมตร
5. อ.วังน้ำเย็น อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 100.08 กิโลเมตร
6. อ.สอยดาว อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 56.31 กิโลเมตร
7. อ.แก่งหางแมว อยู่ห่างจาก Window ที่ 27 76.06 กิโลเมตร

ลำดับที่ 28 Window ที่ 28 อำเภอนายายอาม จ.จันทบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการ

เอกสารนี้ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เหรียญกษาปณ์ คือ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อ.เขาชะเมา อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 48.51 กิโลเมตร
2. อ.ท่าใหม่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 15.66 กิโลเมตร
3. อ.บ่อไร่ อยู่ห่างจาก Window ที่ 28 124.46 กิโลเมตร

ลำดับที่ 29 Window ที่ 29 อำเภอแหลมงอบ จ.ตราด มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองจันทร์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 29 65.95 กิโลเมตร
2. อ.เกาะช้าง อยู่ห่างจาก Window ที่ 29 30.19 กิโลเมตร
3. อ.เขาสมิง อยู่ห่างจาก Window ที่ 29 29.81 กิโลเมตร

ลำดับที่ 30 Window ที่ 30 อำเภอกลองหาด จ.สระแก้ว มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.โป่งน้ำร้อน อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 88.75 กิโลเมตร
2. อ.วัฒนานคร อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 54.36 กิโลเมตร
3. อ.เขาคอกรจ้อย อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 51.21 กิโลเมตร
4. อ.วังสมบูรณ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 32.79 กิโลเมตร
5. อ.อรัญประเทศ อยู่ห่างจาก Window ที่ 30 44.43 กิโลเมตร

ลำดับที่ 31 Window ที่ 31 อำเภอกลองใหญ่ จ.ตราด มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เกาะกูด อยู่ห่างจาก Window ที่ 31 30.11 กิโลเมตร

ลำดับที่ 32 Window ที่ 32 อำเภอบางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 87.68 กิโลเมตร
2. อ.ทับสะแก อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 43.36 กิโลเมตร
3. อ.บางสะพานน้อย อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 39.81 กิโลเมตร
4. อ.ท่าแซะ อยู่ห่างจาก Window ที่ 32 85.73 กิโลเมตร

ลำดับที่ 33 Window ที่ 33 อำเภอกุยบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ปราณบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 33 53.81 กิโลเมตร
2. อ.สามร้อยยอด อยู่ห่างจาก Window ที่ 33 45.73 กิโลเมตร

ลำดับที่ 34 Window ที่ 34 อำเภอศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อ.ศรีสวัสดิ์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 34 0.00 กิโลเมตร

ลำดับที่ 35 Window ที่ 35 อำเภอทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.สังขระบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 35 65.78 กิโลเมตร

ลำดับที่ 36 Window ที่ 36 อำเภอกลาง จ.ภูเก็ต มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.ท้ายเหมือง อยู่ห่างจาก Window ที่ 36 45.64 กิโลเมตร
2. อ.กะทู้ อยู่ห่างจาก Window ที่ 36 25.89 กิโลเมตร
3. อ.เมืองภูเก็ต อยู่ห่างจาก Window ที่ 36 28.89 กิโลเมตร

ลำดับที่ 37 Window ที่ 37 อำเภอสิเกา จ.ตรัง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.วังวิเศษ อยู่ห่างจาก Window ที่ 37 31.25 กิโลเมตร
2. อ.หาดสำราญ อยู่ห่างจาก Window ที่ 37 79.83 กิโลเมตร
3. อ.ปะเหลียน อยู่ห่างจาก Window ที่ 37 75.55 กิโลเมตร

ลำดับที่ 38 Window ที่ 38 อำเภอละอุ่น จ.ระนอง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.กระบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 38 64.96 กิโลเมตร
2. อ.ปะทิว อยู่ห่างจาก Window ที่ 38 67.81 กิโลเมตร
3. อ.กะเปอร์ อยู่ห่างจาก Window ที่ 38 100.95 กิโลเมตร

ลำดับที่ 39 Window ที่ 39 อำเภอสุขสำราญ จ.ระนอง มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.คุระบุรี อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 22.88 กิโลเมตร
2. อ.เมืองระนอง อยู่ห่างจาก Window ที่ 39 102.64 กิโลเมตร

ลำดับที่ 40 Window ที่ 40 อำเภอเจาะไอร้อง จ.นราธิวาส มีพื้นที่ในการดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์ คือ

1. อ.จะนะ อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 42.52 กิโลเมตร
2. อ.แว้ง อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 46.74 กิโลเมตร
3. อ.เบตง อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 128.52 กิโลเมตร
4. อ.สุคีริน อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 64.40 กิโลเมตร
5. อ.ระแงะ อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 21.64 กิโลเมตร
6. อ.สุโหงโกลก อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 41.53 กิโลเมตร
7. อ.ตากใบ อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 24.64 กิโลเมตร
8. อ.สุโหงปาดี อยู่ห่างจาก Window ที่ 40 19.28 กิโลเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการหาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search เปรียบเทียบกับวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic

5.1 สรุปผลการวิจัย

การหาตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search พบว่าระยะทางรวมทั้งหมดเป็น 12,461 กิโลเมตร ระยะเวลาในการคำนวณ 2 วินาที ในขณะที่การหาตำแหน่ง Window ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony พบว่าจำนวนรอบการคำนวณ (I) ที่เหมาะสมเท่ากับ 10 จำนวนนวด (A) ที่เหมาะสมเท่ากับ 10 ค่าถ่วงน้ำหนักฟีโรโมน (α) ที่เหมาะสมเท่ากับ 2.5 ค่าถ่วงน้ำหนักฮิวริสติกส์ (β) ที่เหมาะสมเท่ากับ 1 และอัตราการระเหยของฟีโรโมน (ρ) ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.9 ระยะทางรวมทั้งหมดเป็น 10,120 กิโลเมตร ระยะเวลาในการคำนวณ 21 วินาที ผลจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าคำตอบที่ได้อาจยังอยู่ในกลุ่มของคำตอบแบบ Local Optimal ซึ่งยังไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด โดยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony ให้คุณภาพของคำตอบดีกว่าวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search เนื่องจากวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony นั้น มีขั้นตอนและการกำหนดพารามิเตอร์ที่ซับซ้อนมากกว่าทำให้สามารถมีโอกาสค้นหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood) ได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามการหาคำตอบด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Tabu Search นั้นมีจุดเด่นในเรื่องของระยะเวลาในการค้นหาคำตอบที่รวดเร็ว และมีขั้นตอนในการหาคำตอบที่ไม่ซับซ้อน และใช้เวลาในการค้นหาคำตอบเร็วกว่าได้เปรียบในเรื่องของการปรับปรุง Algorithm สำหรับการค้นหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood) ได้ง่ายกว่าวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยในอนาคตอาจทำการเปรียบเทียบคุณภาพของคำตอบที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วกับวิธีการเมตาฮิวริสติกอื่นๆ เช่น วิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Simulated Annealing วิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Genetic Algorithm หรือวิธีอื่นๆ ว่าวิธีใดมีประสิทธิภาพมากกว่าและปรับปรุง Algorithm ให้สามารถค้นหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood) ให้ได้มากขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่เป็น Global Optimal มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ระวี สุวรรณเคไชโย, วลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์, พัทธกรณ์ เนียมมณี, ดวงศ สุกีติกดิ์., 2554,
 “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการวิจัยและพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
 เจริญขยายพันธ์”สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: 1-186

พัทธกรณ์ เนียมมณี และ วลัยลักษณ์ อัครีรวงศ์., 2555.

“ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อหาที่ตั้ง Window สำหรับกระจายเจริญขยายพันธ์”

การประชุมวิชาการด้านการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทานครั้งที่ 11 ประจำปี 2555.,
 วันที่ 12-13 มกราคม 2555. สวณนงนุช พัทยา ชลบุรี.

Dorn, J., 1995., “Iterative improvement methods for Knowledge based scheduling.”

AI Communications. 8(1): 20-34.

Pham, D.T., and Karaboga, D., 2000.

“Intelligent Optimisation Techniques – Genetic Algorithms, Tabu Search,
 Simulated Annealing and Neural Networks.” London: Springer-Verlag.

Ji, M., and Tang, H., 2004.

Global Optimizations and Tabu Search Based on Mamory. Applied Mathematics
 and Computation. Vol. 159, pp. 449 – 457.

Glover, F., 2005. “Tabu Search Part 1.”

ORSA Journal on Computing. 1(3): 190-206

Hillier, F.S. and Lieberman, G.J. 2005, **Introduction to Operations Research,**

New York: McGraw-Hill., 8th Ed.

Adisak., 2008. “Ant colony optimization for production scheduling in capital goods
 industries.” Thesis in master of engineer, Naresuan university

Dorigo, M., Colorni, A. and Maniezzo, V., 1992, “An investigation of some properties of an
 ant algorithm. In: Manner, R., Manderick, B.,”. Proceeding of the conference on
 parallel problem solving from nature, Brussels, Elsevier, Amsterdam, pp509-520

Montgomery, D.C., 2001, “Design and Analysis of experiments.”

New York : Wirey and Sons., Fifth edition.

Maier, H.R., Simpson, A.R., Zecchin, A.C, Foong, W.K., Phange, K.Y., Seah, H.Y.,1997,

“Ant Colony Optimization of design water Distribution system.” Journal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
 ใดๆโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่ผิดแต่ต้นฉบับ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stutzle, T., Hoos, H.,1997, “**Max-Min Ant System and Local Search for Traveling Salesman Problem**” IEEE International Conference on Volume, Issue, 13-16 Apr 1997 ,pp:309-314

Thomas S., Dorigo, M.,1999, “**ACO algorithms for the quadratic assignment problem**”in New Ideas in Optimization, New York: McGraw-Hill,1999



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

การทำตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

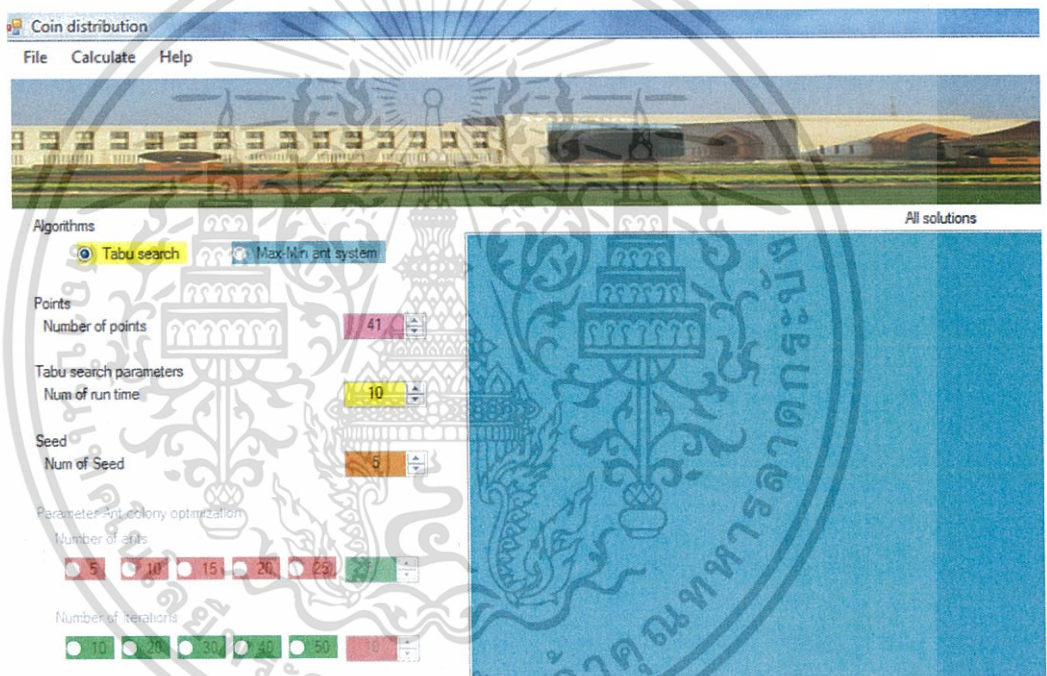
ภาคผนวก ก.

การหาตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ด้วยวิธีเมตาฮิวริสติก

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบโปรแกรม เพื่อช่วยในการหาตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ โดยโปรแกรมดังกล่าวได้ตั้งชื่อว่า "Coin Distribution" ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลของ Microsoft Excel และ Interphase ร่วมกับโปรแกรม Visual Basic .Net Version 2010 ซึ่งทำการบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 รูปแบบ โปรแกรมได้สร้างในลักษณะเป็นเมนูให้เลือกใช้งานตามต้องการ

เมนูหลัก

จะแสดงหน้าจอเพื่อเตรียมที่จะใช้ในการหาคำตอบ



รูปที่ ก. 1 หน้าจอหลักของโปรแกรมการหาตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์

ในเมนูหลักจะมีเมนูย่อยให้เลือกใช้งาน โดยเมนูหลักประกอบด้วย

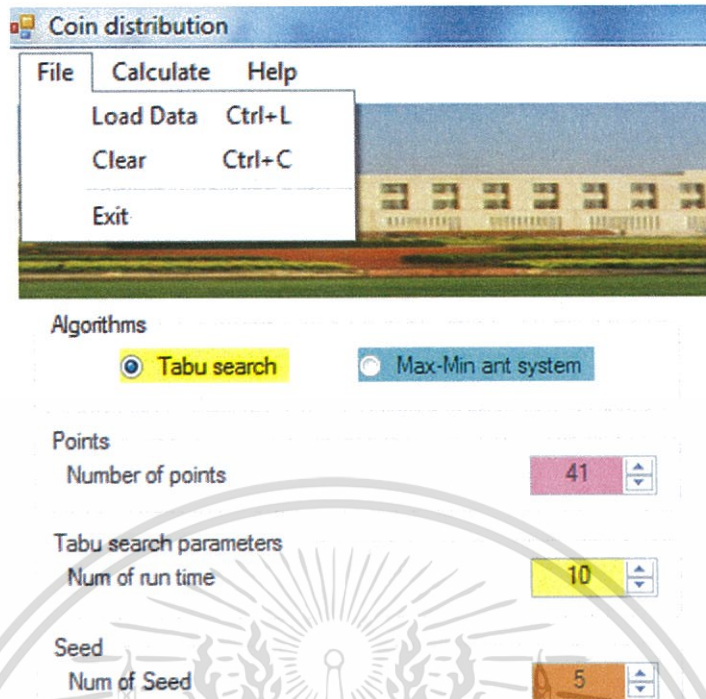
1. เมนู File
2. เมนู Calculate
3. เมนู Help

ในการใช้งานถ้าต้องการที่เมนูใดให้ทำการเลื่อนเมาส์ไปที่เมนุนั้นๆเพื่อเลือกใช้งานจากคีย์บอร์ด แล้วใช้ลูกศรเลื่อนไปที่เมนุนั้น

1. เมนู File

จากเมนูหลัก ถ้าเลือกเมนูย่อย File ในเมนูนี้อาจปรากฏเมนูย่อย คือ Load Data Ctrl+L, Clear

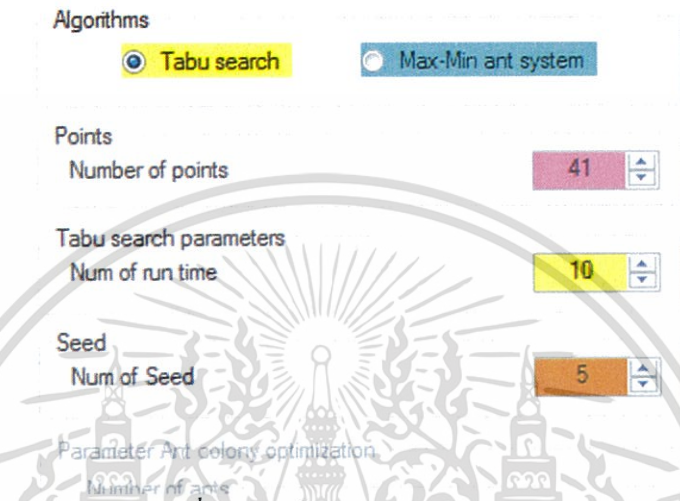
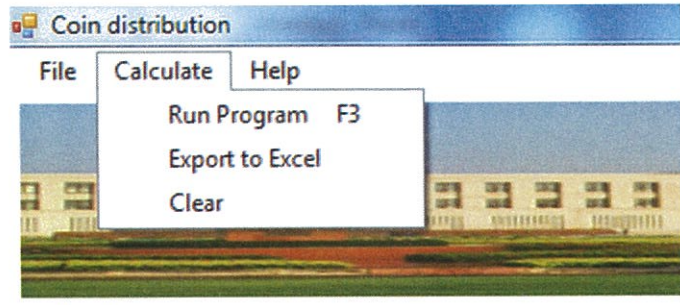
เอกสารนี้ในเอกสารนี้เป็นการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. 2 หน้าจอเมนูย่อย File

2. เมนู Calculate

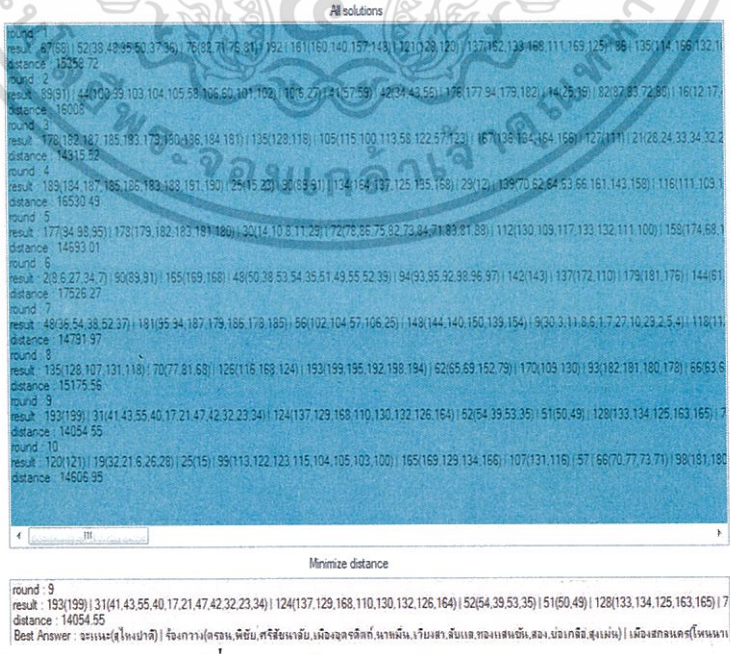
จากเมนูหลัก ถ้าเลือกเมนูย่อย Calculate ในเมนูนี้จะปรากฏเมนูย่อย คือ Run Program F3, Export to Excel และ Clear ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก. 3 หน้าจอเมนูย่อย Calculate

3. เมนู แสดงผล

ในเมนูนี้จะปรากฏผลที่ได้จากการทดสอบของโปรแกรม ดังรูปที่ ก.4

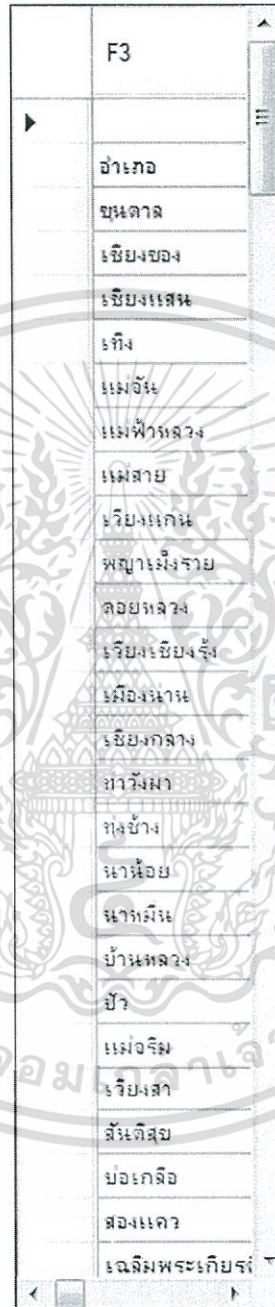


รูปที่ ก. 4 หน้าจอเมนูย่อย แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า, ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมนู แสดงฐานข้อมูล

ในเมนูนี้จะปรากฏฐานข้อมูลอำเภอและระยะทางทั้ง205อำเภอ ดังรูปที่ ก.5 และรูปที่ ก.6



รูปที่ ก. 5 หน้าจอเมนูย่อย แสดงข้อมูลอำเภอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1
0
44.37
73.76
23.59
93.78
136.69
111.16
37.48
16.21
56.93
53
205.372
161.96
165.12
183.89
269.36
296.49
165.56

รูปที่ ก. 6 หน้าจอเมนูย่อย แสดงข้อมูลระยะทาง

5. เมนู การหาคำตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญภายใต้วิธี ตามู เสรีซ์

เป็นเมนูที่ใช้ในการค้นหาคำตำแหน่ง Window ด้วยวิธีการของ ตามู เสรีซ์ โดยเมนูนี้จะอยู่ในฟอร์มเดียวกับวิธีการของ แอนท์ โคลโรนี แต่จะแยกกันด้วยปุ่ม Option button หากเลือกปุ่ม Option button ของวิธี ตามู เสรีซ์ ชุดพารามิเตอร์ของวิธี แอนท์ โคลโรนี จะถูก default ไว้อัตโนมัติ ในทางกลับกัน หากเลือกปุ่ม Option button ของวิธี แอนท์ โคลโรนี ชุดพารามิเตอร์ของวิธี ตามู เสรีซ์ ก็จะถูก default ไว้เช่นเดียวกัน ขั้นตอนการค้นหาคำตำแหน่ง Window ด้วยวิธี ตามู เสรีซ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) เลือกเมนู File เพื่อโหลดข้อมูลที่ชื่อ data ซึ่งเป็นไฟล์ Excel ดังรูปที่ ก.7 และ ก.8

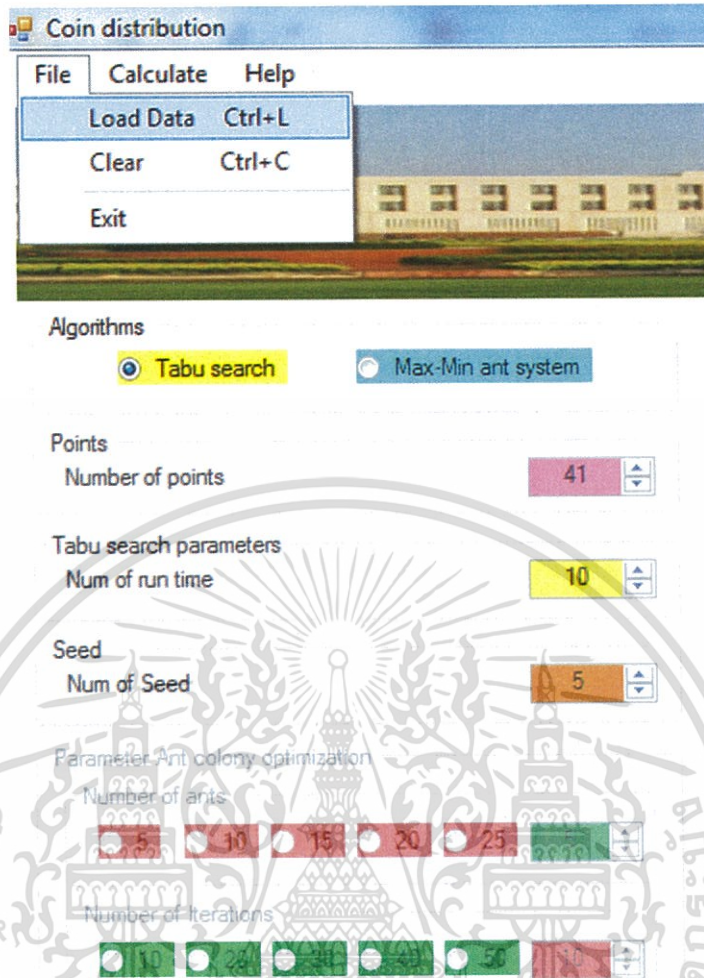
2) เมื่อโปรแกรมโหลดข้อมูลเสร็จสิ้น จะมีข้อมูลที่โหลดเสร็จแล้วมาแสดงทางด้าน

ขวามือสุดดังรูปที่ ก.9

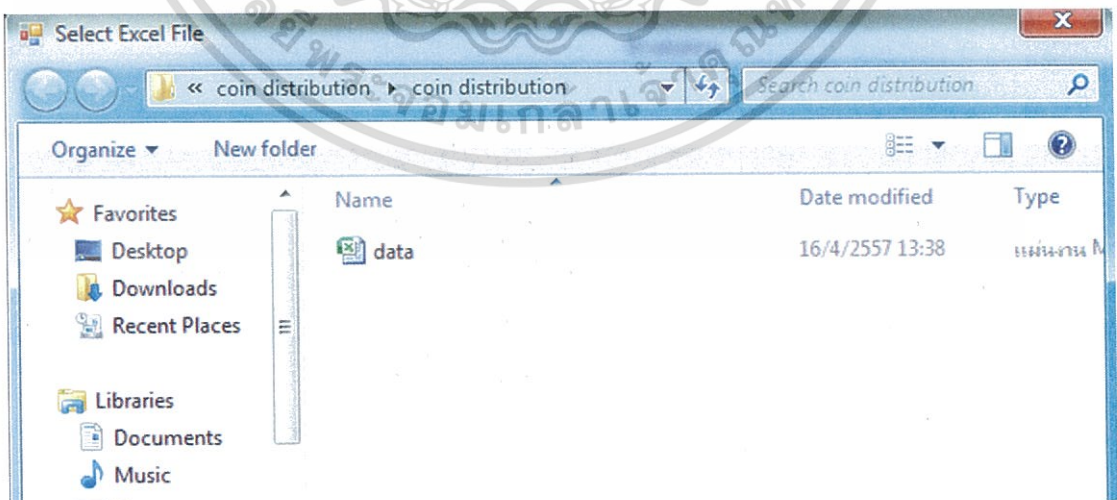
3) ทำการกำหนดจำนวน (Number of points) ของ Window รอบของการคำนวณ (Num of run time) และค่าการจำการสุ่ม (Seed) ดังรูปที่ ก.10

4) ทำการเลือกเมนู Calculate เลือกเมนูย่อย Run Program ผลการรันจะแสดงดังรูปที่ ก.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และ ก.12
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. 7 ขั้นตอนการโหลดไฟล์ ข้อมูล

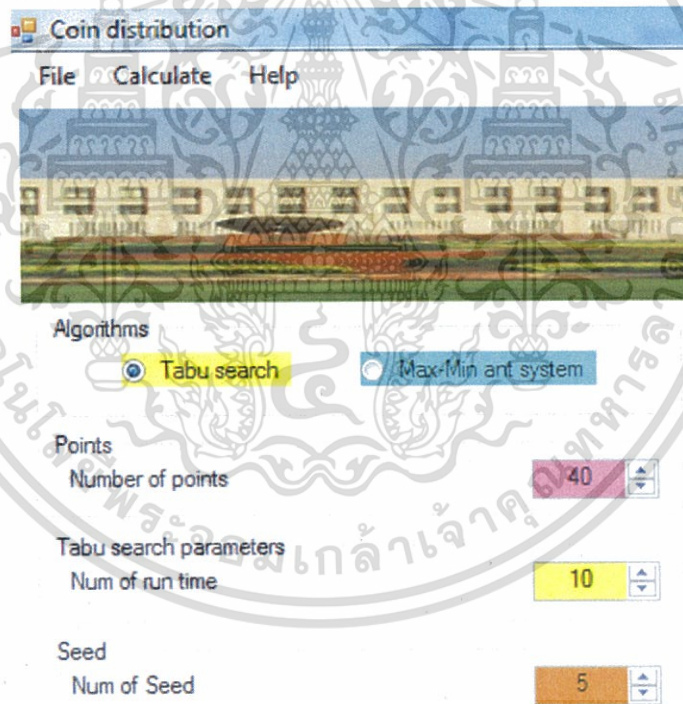


รูปที่ ก. 8 ขั้นตอนการโหลดไฟล์ ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. 9 ขั้นตอนการโหลดไฟล์ ข้อมูล



รูปที่ ก. 10 การกำหนดพารามิเตอร์ของวิธี Tabu Search

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก. 11 ขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Tabu Search



round : 3
 result : 151(154, 161, 152, 65, 69, 150) | 90 | 175(153, 159, 174, 158) | 198(194, 195, 192, 197, 196, 199, 193, 200) | 109(135, 111, 117, 110, 107) | 11(10, 9) | 178(184, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000)

รูปที่ ก. 12 ผลการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Tabu Search

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมนู การหาตำแหน่ง Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ด้วยวิธี แอนท์ โคลโลนี

- 1) ทำเช่นเดียวกันกับดังรูป ก.7 จนถึง ก.9
- 2) กำหนดพารามิเตอร์ดังรูป ก.13 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่จะต้องใช้หาตำแหน่งของ Window ด้วยวิธี แอนท์ โคลโลนี
- 3) การรันโปรแกรมทำเช่นเดียวดังรูป ก.11 และผลจะแสดงดังรูป ก.14

The image shows a software interface for configuring the Max-Min Ant Colony algorithm. The 'Algorithms' section has 'Max-Min ant system' selected. The 'Points' section has 'Number of points' set to 40. The 'Tabu search parameters' section has 'Num of run time' set to 10. The 'Seed' section has 'Num of Seed' set to 5. The 'Parameter Ant colony optimization' section has 'Number of ants' with radio buttons for 5, 10, 15, 20, 25, and 5. The 'Number of iterations' section has radio buttons for 10, 20, 30, 40, 50, and 10. The 'Weigh of pheromone' section has a slider set to 2.5. The 'Weigh of heuristic information' section has radio buttons for 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, and 5.0. The 'Evaporation rated of pheromone' section has radio buttons for 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.9, and 0.9.

รูปที่ ก. 13 การกำหนดพารามิเตอร์ของวิธี Max-Min Ant Colony

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า, ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

round : 1
result : 1(30,5,2,25,4,3,7,9,6,10,8,29,27,11) | 179(187,94,95,176,186,185) | 102(58,41,47,43,101,56,46,42,44,60,59,104) | 20(19,26,16,55,12,57,53,18) | 138(6
distance : 19288,26
round : 2
result : 120(121,124,129) | 155(174,150,153) | 20(31,54) | 68(67,66,63) | 15(12,21) | 14(19,27,16,18,26,17,25,13) | 163(126,166,107,169,127) | 65(145,157) | 79
distance : 14908,95
round : 3
result : 151(154,161,152,65,69,150) | 90 | 175(153,159,174,158) | 198(194,195,192,197,196,199,193,200) | 109(135,111,117,110,107) | 11(10,9) | 178(184,18
distance : 14220,36
round : 4
result : 176(182,95,94,96,93) | 189(191,188,190) | 177 | 62(65,64,70,69) | 67(66,63) | 121(136) | 18(26,27,15,25,33) | 187 | 82(83,77) | 112(105,123,122,106,13
distance : 16480,6
round : 5
result : 129(113,112,133,107) | 167(164,170,137,110,165,168,127) | 58(60,101,57,56) | 199(193,196) | 181(180,187,178,182,177,185,183,179,184,186) | 195(
distance : 16008,72
round : 6
result : 90 | 195(192,198,197,196,200) | 159(174,147,141,149,150,153,156,151) | 188(186,190,185,184,189,191,183,187) | 154(148,139,140,161,146,143) | 1
distance : 18212,34
round : 7
result : 195(198,197) | 90(91,89) | 53(55,41,54,58,48,52) | 13(27) | 110(127,124,107) | 39(38,49,37,35,36) | 12(32,15,22,28,26) | 50(51) | 142(119,153,144,61,14
distance : 16749,2
round : 8
result : 53(29,49,50,48,52,32,17,39,51,54) | 179(180,183,187,181,178,184,185,186,176,94) | 168(165,112,162) | 136(131,121) | 37(35,38) | 20(16,33,31) | 58(
distance : 16610,59
round : 9
result : 154(155,68,173,151) | 17(21) | 58(56,119) | 64(73,75,62,66,63,80,72,77,76,74,79,70,78) | 7(1) | 52(48,35,50,51) | 148(149,138,141,61,147,144) | 153(1
distance : 16882,91
round : 10
result : 121 | 3(8,6,9,10) | 14(20,30,17,54) | 139(145,154,138,143,151) | 42(39,55,41,47) | 141(144,148) | 51(35,49,52,50) | 18(28,26,32,29) | 142(140,157,149,1
distance : 15769,1

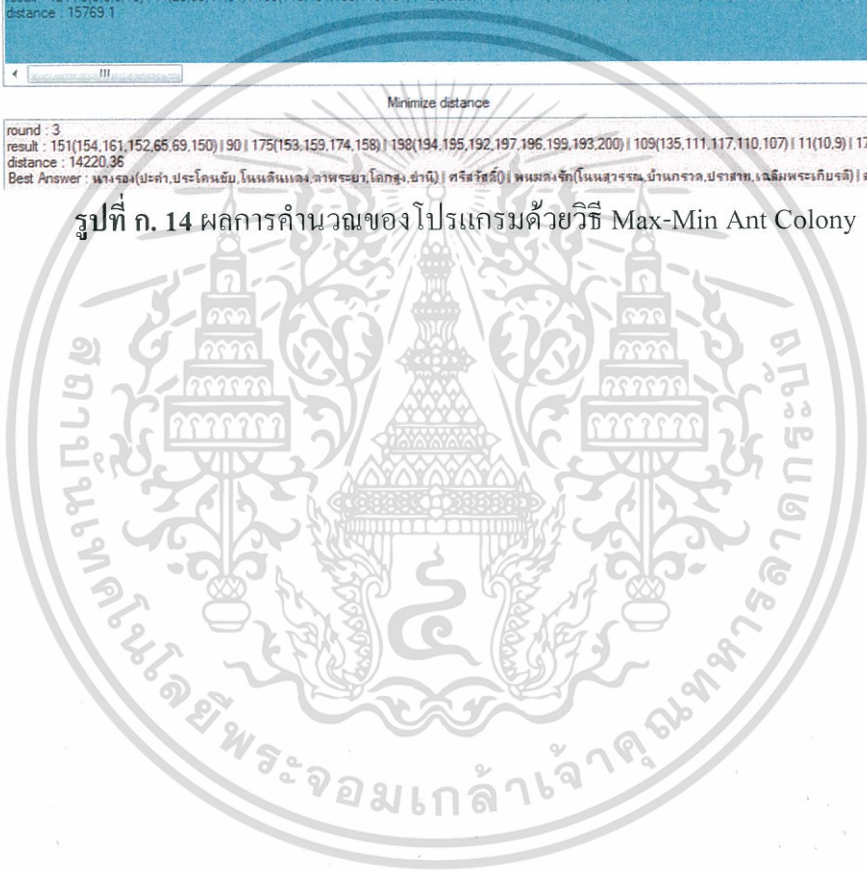
```

```

Minimize distance
round : 3
result : 151(154,161,152,65,69,150) | 90 | 175(153,159,174,158) | 198(194,195,192,197,196,199,193,200) | 109(135,111,117,110,107) | 11(10,9) | 178(184,18
distance : 14220,36
Best Answer : นางจณ(ปราคำ,ประโคนชัย,โนนดินแดง,ลำพูน,ลำปาง,ลำพูน,ลำปาง) | ศรีสวัสดิ์ | หม่อมราชวงศ์(โนนสุวรรณ,บ้านกรวด,ปราสาท,เฉลิมพระเกียรติ) | สุโขทัย

```

รูปที่ ก. 14 ผลการคำนวณของโปรแกรมด้วยวิธี Max-Min Ant Colony



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ที่ได้จากการหาด้วยวิธีเมตาฮีว
 ริงติกชนิด Tabu Search

ลำดับที่	Window(40แห่ง)	พื้นที่ในความดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์		
		จังหวัด	อำเภอ	ระยะทาง(Km)
1	แม่จัน	เชียงราย	แม่จัน	0
		เชียงราย	เชียงของ	79.13
		เชียงราย	แม่ฟ้าหลวง	41.88
		เชียงราย	เวียงเชียงรุ้ง	46.3
		เชียงราย	พญาเม็งราย	84.28
		เชียงราย	เทิง	99.26
		เชียงราย	แม่สาย	32.78
		เชียงราย	ขุนตาล	93.78
		เชียงราย	ดอยหลวง	41.46
		2	ภูเพียง	น่าน
แพร่	ร้องกวาง			100.36
แพร่	หนองม่วงไข่			125.68
น่าน	บ่อเกลือ			91.11
น่าน	ปัว			67.91
น่าน	แม่จริม			56.93
แพร่	สอง			116.16
น่าน	ทุ่งช้าง			105.6
น่าน	เมืองน่าน			30.46
น่าน	เวียงสา			42.81
3	เวียงแก่น	เชียงราย	เวียงแก่น	0
		พะเยา	ภูซาง	73.77
		เชียงราย	เชียงแสน	90.99
4	ท่าวังผา	น่าน	ท่าวังผา	0
		พะเยา	เชียงคำ	108.83
		พะเยา	เชียงม่วน	116.17
		น่าน	สองแคว	45.89
		พะเยา	พาน	118.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		น่าน	เชียงใหม่	32.88
		น่าน	เฉลิมพระเกียรติ	111.68
		น่าน	นาหมื่น	114.77
		น่าน	บ้านหลวง	86.13
5	สบเมย	แม่ฮ่องสอน	สบเมย	0
		ตาก	พบพระ	255.47
		แม่ฮ่องสอน	เมือง	201.92
		แม่ฮ่องสอน	แม่ลาน้อย	81.96
6	น่าน้อย	น่าน	น่าน้อย	0
		น่าน	สันติสุข	107.09
		อุตรดิตถ์	บ้านโคก	72.66
7	อุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	เมือง	0
		อุตรดิตถ์	น้ำปาด	72.28
		อุตรดิตถ์	ปากท่า	109.45
		อุตรดิตถ์	ลับแล	23.8
8	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	แม่สะเรียง	0
9	หล่มเก่า	เพชรบูรณ์	หล่มเก่า	0
		เพชรบูรณ์	หล่มสัก	42.87
		เพชรบูรณ์	เขาค้อ	69.03
		เลย	ท่าลี่	123.72
		เลย	ค้ำจันทน์	53.91
10	สามเงา	ตาก	สามเงา	0
		ตาก	ท่าสองยาง	121.45
		ตาก	แม่ระมาด	52.12
11	ทองแสนขัน	อุตรดิตถ์	ทองแสนขัน	0
		สุโขทัย	ทุ่งเสลี่ยม	128.78
		พิษณุโลก	ชาติตระการ	92.5
		อุตรดิตถ์	พิชัย	41.26
		พิษณุโลก	นครไทย	93.56
12	บ้านด่านลานหอย	สุโขทัย	บ้านด่านลานหอย	0
		ตาก	บ้านตาก	84.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย	ศรีสัชนาลัย	0
		แพร่	สูงเม่น	87.99
		อุตรดิตถ์	ตรอน	69.11
		ลำปาง	แม่พริก	113.1
14	ภูเรือ	เลย	ภูเลย	0
		เลย	เมือง	76.62
		เลย	นาด้วง	108.21
		เลย	นาแห้ว	82.97
15	สังคม	หนองคาย	สังคม	0
		เลย	ปากชม	81.96
		อุดรธานี	นาขูง	29.44
		หนองคาย	ศรีเชียงใหม่	42.99
		เลย	เชียงคาน	118.31
		อุดรธานี	น้ำโสม	49.01
16	พรรณานิคม	สกลนคร	พรรณานิคม	0
		สกลนคร	โพนนาแก้ว	58.51
		นครพนม	เมือง	105.63
		สกลนคร	วานรนิวาส	49.83
		สกลนคร	อากาศอำนวย	51.47
		นครพนม	ปลาปาก	99.49
		นครพนม	วังยาง	82.2
		นครพนม	ศรีสงคราม	72.56
		หนองคาย	เฝ้าไร่	127.98
		สกลนคร	โคกศรีสุพรรณ	59.42
		สกลนคร	กุศบาก	53
		สกลนคร	พังโคน	19.75
		สกลนคร	เมือง	33.27
17	เรณูนคร	นครพนม	เรณูนคร	0
		กาฬสินธุ์	คอนจวน	196.59
		มุกดาหาร	ดงหลวง	77.24
		กาฬสินธุ์	นาแก	178.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		นครพนม	ธาตุนพนม	19.81
		สกลนคร	นิคมน้ำอูน	127.15
		นครพนม	นาแก	26.42
		สกลนคร	เต่างอย	80.58
		สกลนคร	ภูพาน	110.2
		สกลนคร	กุสุมาลย์	75.38
18	บุงคล้า	หนองคาย	บุงคล้า	0
		สกลนคร	คำตากล้า	89.36
		หนองคาย	เซกา	67.48
		นครพนม	โพนสวรรค์	114
		นครพนม	ท่าอุเทน	102.9
		หนองคาย	บึงโขงหลง	42.07
		นครพนม	บ้านแพง	56.56
19	รัตนวาปี	หนองคาย	รัตนวาปี	0
		หนองคาย	โซ่พิสัย	59
		หนองคาย	ศรีวิไล	105.59
		หนองคาย	ปากคาด	33.24
		สกลนคร	บ้านม่วง	106.37
		บึงกาฬ	เมือง	81.96
		หนองคาย	โพนพิสัย	42.44
20	หนองหงส์	บุรีรัมย์	หนองหงส์	0
		นครราชสีมา	เฉลิมพระเกียรติ	63.2
		นครราชสีมา	ขามทะเลสอ	115.34
		นครราชสีมา	หนองบุญนา	58.11
		บุรีรัมย์	หนองกี่	32.12
		บุรีรัมย์	โนนดินแดง	90.76
		บุรีรัมย์	ละหานทราย	96
		สุรินทร์	ปราสาท	106.82
		บุรีรัมย์	ประโคนชัย	69.71
21	ด่านขุนทด	นครราชสีมา	ด่านขุนทด	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ชัยภูมิ	เทพสถิตย์	81.18
		นครราชสีมา	เทพารักษ์	34.78
		นครราชสีมา	สูงเนิน	67.08
		นครราชสีมา	สีคิ้ว	49.09
22	ปักธงชัย	นครราชสีมา	ปักธงชัย	0
		บุรีรัมย์	นางรอง	100.31
		นครราชสีมา	โชคชัย	42.01
		นครราชสีมา	วังน้ำเขียว	47.63
23	บ้านกรวด	บุรีรัมย์	บ้านกรวด	0
		นครราชสีมา	เสิงสาง	87.2
24	ตาพระยา	สระแก้ว	ตาพระยา	0
		นครราชสีมา	ครบุรี	119.11
		บุรีรัมย์	โนนสุวรรณ	79.03
		สระแก้ว	เมือง	87.83
		บุรีรัมย์	ปะคำ	55.91
		บุรีรัมย์	พลับพลาชัย	124.11
25	พนมดงรัก	สุรินทร์	พนมดงรัก	0
		สุรินทร์	กาบเชิง	43.1
26	อรัญประเทศ	สระแก้ว	อรัญประเทศ	0
		สระแก้ว	โคกสูง	32.11
		สระแก้ว	วังสมบูรณ์	80.39
		สระแก้ว	วังน้ำเย็น	80.54
		สระแก้ว	วัฒนานคร	45.47
		จันทบุรี	โป่งน้ำร้อน	125.48
27	มะขาม	จันทบุรี	มะขาม	0
		จันทบุรี	เขาคิชฌกูฏ	39.07
		จันทบุรี	เมือง	20.65
		สระแก้ว	คลองหาด	99.74
		จันทบุรี	แก่งหางแมว	76.06
		สระแก้ว	เขาฉกรรจ์	127.76
		ตราด	บ่อไร่	58.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		จันทบุรี	แหลมสิงห์	39.73
		ตราด	เมือง	94.01
		จันทบุรี	สอยดาว	56.31
		จันทบุรี	ขลุง	28.5
		จันทบุรี	นายายอาม	57.17
		ตราด	เขาสมิง	68.28
		จันทบุรี	ท่าใหม่	46.06
		ระยอง	เขาชะเมา	98.57
28	คลองใหญ่	ตราด	คลองใหญ่	0
		ตราด	แหลมงอบ	88.91
		ตราด	เกาะกูด	30.11
		ตราด	เกาะช้าง	111.78
29	สามร้อยยอด	ประจวบคีรีขันธ์	สามร้อยยอด	0
		ประจวบคีรีขันธ์	ปราณบุรี	64.82
30	ศรีสวัสดิ์	กาญจนบุรี	ศรีสวัสดิ์	0
		กาญจนบุรี	สังขละบุรี	268.51
		กาญจนบุรี	ทองผาภูมิ	208.79
31	ทับสะแก	ประจวบคีรีขันธ์	ทับสะแก	0
		ประจวบคีรีขันธ์	บางสะพาน	43.36
		ประจวบคีรีขันธ์	เมือง	59.7
		ประจวบคีรีขันธ์	กุยบุรี	92.05
32	ปะทิว	ชุมพร	ปะทิว	0
		ระนอง	ละอุ่น	67.81
		ประจวบคีรีขันธ์	บางสะพานน้อย	116.85
		ชุมพร	ท่าแซะ	81.81
33	ถลาง	ภูเก็ต	ถลาง	0
		ภูเก็ต	กะทู้	25.89
		พังงา	ท้ายเหมือง	45.64
		ภูเก็ต	เมือง	28.89
34	กระบี่	ระนอง	กระบี่	0
		ระนอง	เมือง	74.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35	สุขสำราญ	ระนอง	สุขสำราญ	0
		ระนอง	กะเปอร์	41.66
		พังงา	คุระบุรี	22.88
36	สีเกา	ตรัง	สีเกา	0
37	ชำนาญ	บุรีรัมย์	ชำนาญ	0
38	หาดสำราญ	ตรัง	หาดสำราญ	0
		ตรัง	วังวิเศษ	93.64
		ตรัง	ปะเหลียน	28.65
39	สุคีริน	นราธิวาส	สุคีริน	0
		นราธิวาส	สุโหงโกลก	46.24
		นราธิวาส	สุโหงปาดี	47.31
		นราธิวาส	จะแนะ	29.27
		ยะลา	เบตง	104.73
		นราธิวาส	เจาะไอร้อง	64.4
40	แว้ง	นราธิวาส	แว้ง	0
		นราธิวาส	ตากใบ	55.03
		นราธิวาส	ระแงะ	65.42
			ระยะทางรวม	12,461

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ตำแหน่งของ Window ของศูนย์กระจายเหรียญกษาปณ์ที่ได้จากการหาด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกชนิด Max-Min Ant Colony

ลำดับที่	Window(40แห่ง)	พื้นที่ในความดูแลบริหารจัดการเหรียญกษาปณ์				
		จังหวัด	อำเภอ	ระยะทาง(Km)		
1	แม่จัน	เชียงราย	แม่จัน	0		
		เชียงราย	เวียงเชียงรุ้ง	46.3		
		เชียงราย	เทิง	99.26		
		เชียงราย	แม่ฟ้าหลวง	41.88		
		เชียงราย	เชียงของ	79.13		
2	เชียงม่วน	พะเยา	เชียงม่วน	0		
		พะเยา	ปง	48.62		
		น่าน	บ้านหลวง	33.01		
		พะเยา	กุซาง	98.46		
		แพร่	หนองม่วงไข่	88.96		
		แพร่	สอง	46.47		
		เชียงราย	ขุนตาล	0		
3	ขุนตาล	เชียงราย	พญาเม็งราย	16.21		
		เชียงราย	คอยหลวง	56.93		
		เชียงราย	เชียงแสน	73.76		
		เชียงราย	เวียงแก่น	37.48		
		เชียงราย	แม่สาย	111.16		
		น่าน	เชียงกลาง	0		
4	เชียงกลาง	น่าน	ท่าวังผา	32.88		
		น่าน	ทุ่งช้าง	23.96		
		น่าน	เมือง	67.06		
		น่าน	เฉลิมพระเกียรติ	84.93		
		น่าน	สันติสุข	64.07		
		พะเยา	เชียงคำ	105.67		
		5	เวียงสา	น่าน	เวียงสา	0
				น่าน	น่าน้อย	42.88
น่าน	ภูเพียง			42.81		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		น่าน	แม่จริม	72.75
		น่าน	นาหมื่น	70.01
		แพร่	ร้องกวาง	61.97
		น่าน	สองแคว	120.15
		น่าน	ปัว	95.3
		น่าน	บ่อเกลือ	118.42
		อุตรดิตถ์	บ้านโลก	107.42
6	แม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	แม่สะเรียง	0
		แม่ฮ่องสอน	สบเมย	68.99
		แม่ฮ่องสอน	แม่ลาน้อย	51.26
7	แม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	เมือง	0
8	ทุ่งเสลี่ยม	สุโขทัย	ทุ่งเสลี่ยม	0
		อุตรดิตถ์	เมือง	102.15
		ลำปาง	แม่พริก	98.44
9	ห่มสัก	เพชรบูรณ์	ห่มสัก	0
		เพชรบูรณ์	เขาค้อ	50.75
10	พบพระ	ตาก	พบพระ	0
		ตาก	แม่ระมาด	111.76
11	สามเงา	ตาก	สามเงา	0
		ตาก	บ้านตาก	45.62
		ตาก	ท่าสองยาง	121.45
12	ตรอน	อุตรดิตถ์	ตรอน	0
		แพร่	สูงเม่น	80.51
		สุโขทัย	ศรีสัชชนาลัย	69.11
		อุตรดิตถ์	ลับแล	32.65
		อุตรดิตถ์	พิชัย	22.44
		อุตรดิตถ์	น้ำปาด	85.49
		สุโขทัย	บ้านด่านลานหอย	109.01
		พิษณุโลก	ชาติตระการ	115.42
13	นครไทย	พิษณุโลก	นครไทย	0
		เลย	ภูเรือ	79.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เพชรบูรณ์	หล่มเก่า	96.45
		อุดรดิษฐ์	ทองแสนขัน	93.56
14	ฟากท่า	อุดรดิษฐ์	ฟากท่า	0
15	เลย	เลย	เมือง	0
		เลย	ด่านซ้าย	110.98
		เลย	นาแห้ว	113.7
		เลย	เชียงคาน	41.75
16	น้ำโสม	อุดรธานี	น้ำโสม	0
		เลย	ท่าลี่	124.98
		เลย	นาด้วง	60.15
		อุดรธานี	นาูง	25.67
		หนองคาย	ศรีเชียงใหม่	54.59
		หนองคาย	สังคม	49.01
		เลย	ปากชม	61.94
17	พังโคน	สกลนคร	พังโคน	0
		นครพนม	วังยาง	100.11
		สกลนคร	เมือง	51.18
		สกลนคร	โพนนาแก้ว	76.43
		หนองคาย	ศรีวิไล	112.23
		สกลนคร	วานรนิวาส	30.84
		นครพนม	เมือง	123.54
		สกลนคร	กุสุมาลย์	78.71
		นครพนม	ท่าอุเทน	115.1
		สกลนคร	พรรณานิคม	19.75
18	โพนสวรรค์	นครพนม	โพนสวรรค์	0
		สกลนคร	อากาศอำนวย	72.11
		นครพนม	ศรีสงคราม	37.96
		นครพนม	บ้านแพง	62.41
		นครพนม	เรณูนคร	89.62
19	นาแก	นครพนม	นาแก	0
		นครพนม	ปลาปาก	38.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		สกลนคร	โคกศรีสุพรรณ	22.25
		มุกดาหาร	ดงหลวง	55.96
		นครพนม	ธาตุพนม	29.93
		สกลนคร	ภูพาน	85.22
		สกลนคร	เต่างอย	55.6
20	นามน	กาฬสินธุ์	นามน	0
		สกลนคร	นิคมน้ำอูน	115
		กาฬสินธุ์	ดอนจาน	21.26
		สกลนคร	กุศบาก	105.37
21	บึงโขงหลวง	หนองคาย	บึงโขงหลวง	0
		หนองคาย	เซกา	30.61
		บึงกาฬ	เมือง	92.19
		สกลนคร	คำตาก้า	52.49
		สกลนคร	บ้านม่วง	82.8
22	โซพิสัย	หนองคาย	โซพิสัย	0
		หนองคาย	ปากคาด	31
		หนองคาย	รัตนวาปี	59
		หนองคาย	เฝ้าไร่	34.74
		หนองคาย	โพนพิสัย	65.64
		หนองคาย	บุ่งคล้า	94
23	ประโคนชัย	บุรีรัมย์	ประโคนชัย	0
		บุรีรัมย์	พลับพลาชัย	20.08
		บุรีรัมย์	เฉลิมพระเกียรติ	29
		สุรินทร์	กาบเชิง	67.06
		บุรีรัมย์	ชำนิ	50.88
		บุรีรัมย์	ปะคำ	65.02
		สุรินทร์	พนมดงรัก	42.25
		บุรีรัมย์	ละหานทราย	60.2
		บุรีรัมย์	หนองกี่	64.47
		บุรีรัมย์	บ้านกรวด	27.18
		สุรินทร์	ปราสาท	40.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อการพาณิชย์ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24	สูงเนิน	นครราชสีมา	สูงเนิน	0
		นครราชสีมา	ด่านขุนทด	67.08
		นครราชสีมา	เสิงสาง	109.76
		นครราชสีมา	ปักธงชัย	50.61
		นครราชสีมา	ครบุรี	97.68
		นครราชสีมา	ขามทะเลสอ	34.96
		นครราชสีมา	วังน้ำเขียว	81.07
		บุรีรัมย์	โนนสุวรรณ	109.36
		นครราชสีมา	สีคิ้ว	37.77
		นครราชสีมา	เฉลิมพระเกียรติ	62.67
25	โนนดินแดง	บุรีรัมย์	โนนดินแดง	0
		สระแก้ว	เมือง	108.4
		บุรีรัมย์	นางรอง	61.84
		สระแก้ว	โคกสูง	48.51
		นครราชสีมา	โชคชัย	120.35
		สระแก้ว	ตาพระยา	25.91
		นครราชสีมา	หนองบุญนาค	106.86
		บุรีรัมย์	หนองหงส์	90.76
26	เทพารักษ์	นครราชสีมา	เทพารักษ์	0
		ลพบุรี	ลำสนธิ	28.51
		ชัยภูมิ	เทพสถิต	64.12
27	มะขาม	จันทบุรี	มะขาม	0
		จันทบุรี	แหลมสิงห์	39.73
		จันทบุรี	ขลุง	28.5
		ตราด	เมือง	94.01
		สระแก้ว	วังน้ำเย็น	100.08
		จันทบุรี	สอยดาว	56.31
		จันทบุรี	แก่งหางแมว	76.06
		จันทบุรี	เขาคิชฌกูฏ	39.07
28	นายายอาม	จันทบุรี	นายายอาม	0
		ระยอง	เขาชะเมา	48.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		จันทบุรี	ท่าใหม่	15.66
		ตราด	บ่อไร่	124.46
29	แหลมงอบ	ตราด	แหลมงอบ	0
		จันทบุรี	เมือง	65.95
		ตราด	เกาะช้าง	30.19
		ตราด	เขาสมิง	29.81
30	คลองหาด	สระแก้ว	คลองหาด	0
		จันทบุรี	โป่งน้ำร้อน	88.75
		สระแก้ว	วัฒนานคร	54.36
		สระแก้ว	เขาฉกรรจ์	51.21
		สระแก้ว	วังสมบูรณ์	32.79
		สระแก้ว	อรัญประเทศ	44.43
31	คลองใหญ่	ตราด	คลองใหญ่	0
		ตราด	เกาะกูด	30.11
32	บางสะพาน	ประจวบคีรีขันธ์	บางสะพาน	0
		ประจวบคีรีขันธ์	เมือง	87.68
		ประจวบคีรีขันธ์	ทับสะแก	43.36
		ประจวบคีรีขันธ์	บางสะพานน้อย	39.81
		ชุมพร	ท่าแซะ	85.73
33	กุยบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	กุยบุรี	0
		ประจวบคีรีขันธ์	ปราณบุรี	53.81
		ประจวบคีรีขันธ์	สามร้อยยอด	45.73
34	ศรีสวัสดิ์	กาญจนบุรี	ศรีสวัสดิ์	0
35	ทองผาภูมิ	กาญจนบุรี	ทองผาภูมิ	0
		กาญจนบุรี	สังขระบุรี	65.78
36	ถลาง	ภูเก็ต	ถลาง	0
		พังงา	ท้ายเหมือง	45.64
		ภูเก็ต	กะทู้	25.89
		ภูเก็ต	เมือง	28.89
37	สิเกา	ตรัง	สิเกา	0
		ตรัง	วังวิเศษ	31.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายภาณุวัฒน์ สิมมะลี
วัน เดือน ปี เกิด	17 ธันวาคม 2524 ที่จังหวัดอุดรธานี
ที่อยู่	218/19 ถ.อุดรคุษฎี ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
โทร	089-4276367
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2552	ศึกษาระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้