สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล

# MANAGE SHIPPING DATA WITH DATA MINING

T146467

โดย

ชนินทร์ หวังใจชื่น

CHANIN WHANGCHAICHUEN

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.อาริต ธรรมโน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

QA
76.9
ช154ก
2558

b. 18841730
i.

เลขหมู่
เลขทะเบียน 146467
วัน.เดือน.ปี 23 พ.ค. 2560

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ 2
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MANAGE SHIPPING DATA WITH DATA MINING

**CHANIN WHANGCHAICHUEN**

**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE**

**REQUIREMENTS OF THE COURSE**

**INDEPENDENT STUDY 2**

**MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2/2015**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2016**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบรับรองการศึกษาอิสระ 2 (Independent Study 2)

**เรื่อง**

# การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล

# Manage Shipping Data with Data Mining

**นาย ชนินทร์ หวังใจชื่น**

**รหัสประจำตัว 57606020**

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด

รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ

การศึกษาวิชาการศึกษาอิสระ 2 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

........................................ **อาจารย์ที่ปรึกษา**

( รศ.ดร.อาริต ธรรมโน )

........................................ **กรรมการสอบ**

( รศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย )

........................................ **กรรมการสอบ**

( ผศ.ดร.ปานวิทย์ ธุวะนุติ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| หัวข้อ | การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล |
| นักศึกษา | ชนินทร์ หวังใจชื่น |
| รหัสนักศึกษา | 57606020 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีสารสนเทศ |
| แขนงวิชา | เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ |
| ปีการศึกษา | 2558 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผศ.ดร.อาริต ธรรมโน |


## บทคัดย่อ

การศึกษาอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการขนส่งเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยการนำเทคโนโลยีเรื่องการจัดการฐานข้อมูลเข้ามาช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการขนส่ง การศึกษาเริ่มจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลการขนส่งที่ได้จากผู้ขนส่งโดยเก็บไว้ในรูปแบบของฐานข้อมูล ขั้นตอนถัดไปจะนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มโดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูล เมื่อจัดประเภทเสร็จแล้วจะเป็นขั้นตอนในการจัดเส้นทางการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะลดต้นทุนด้านการขนส่งซึ่งเป็นด้านที่มีต้นทุนสูงเป็นลำดับต้นๆของกิจกรรมด้านโลจิสติกส์




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| Title | Manage Shipping Data with Data Mining |
| Student | Mr. Chanin Whangchaichuen |
| Student ID. | 57606020 |
| Degree | Master of Science |
| Program | Information Technology |
| Major | Information System Technology |
| Academic Year | 2558 |
| Advisor | Assoc. Prof. Dr. Arit Thammano |

## ABSTRACT

This independent study project aims to research and increase efficiency in transport management to achieve maximum efficiency. By using database management technology to optimizing the management of transport. The researcher begins by analyzing a database of transport of the carrier stored in database. Next, use data mining technique to classify the data. Once the classification is complete, would be a step in the transportation routes optimization to maximize efficiency. It will reduce the cost of transportation, which is the high cost in the primary activity of logistics.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

**บทคัดย่อภาษาไทย**……………………………………………………………………**I**

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ**………………………………………………………………**II**

**กิตติกรรมประกาศ**……………………………………………………………………**III**

**สารบัญ**………………………………………………………………………………**IV**

**สารบัญตาราง** ………………………………………………………………………**V**

**สารบัญรูป** ……………………………………………………………………………**VI**

**บทที่ 1** บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา……………………………………………………………1

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา…………………………………………………………1

1.3 ขอบเขตของการศึกษา……………………………………………………………1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…………………………………………………………2

1.5 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา………………………………………2

**บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมูล…………………………………………………5

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบฐานข้อมูล……………………………………………9

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม……………………………………………12

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด……………………………………………16

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับการทำข้อมูลให้สมบูรณ์……………………………………………21

**บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย**

3.1 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ……………………………………………………23

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา………………………………………………………………23

3.3 วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล……………………………………………………24

3.4 การทำข้อมูลให้สมบูรณ์และจำแนกประเภทข้อมูล……………………………………27

3.5 การระบุเส้นทางการขนส่ง……………………………………………………………28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6 แผนการดำเนินงาน……………………………………………………………………..……..……..34

**บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย**

4.1 การค้นหาเส้นทางและระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า……………………..…………………..36

4.2 การระบุเส้นทางการขนส่ง……………………..……………………………...……………...37

4.3 การจัดรถขนส่งสินค้า……………………………………………………………..………..38

4.4 การปรับปรุงค่าฟีโรโมน……………………………………………………..………………..39

**บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย**

5.1 สรุปผลการวิจัย…………………………………………………………………………………….41

5.2 ปัญหาและอุปสรรค……………………………………………………………..…………..42

5.3 ข้อเสนอแนะ…………………………………………………………………..……………….42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# สารบัญตาราง


ตาราง หน้า

2.1 การพัฒนาการของขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดและผู้คิดค้น..........................................19

2.2 การประยุกต์ใช้ Ant colony optimization และวิธีที่ใช้แก้ไขปัญหา..........................21

3.1 คุณลักษณะต่างๆของตารางรายการขนส่ง.......................................................24

3.2 คุณลักษณะต่างๆของตารางรายการสินค้า.......................................................25

3.3 คุณลักษณะต่างๆของตารางศูนย์กระจายสินค้า................................................25

3.4 คุณลักษณะต่างๆของตารางจังหวัด...............................................................26

3.5 คุณลักษณะต่างๆของจุดหมายปลายทาง.........................................................26




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


รูปที่ หน้า

2.1 รูปแบบวิธีค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด(Nearest Neighbour Algorithm)………………. 6

2.2 ตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจในการระบุชนิดผลไม้……………………………………………..7

2.3 ตัวอย่างการสร้างกลุ่มก้อนข้อมูล……………………………………………………..8

2.4 วงจรการพัฒนาระบบฐานข้อมูล(Database Systems Development Life Cycle)……….10

2.5 กระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม…………………………………………12

2.6 กระบวนการของวิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม……………………………………………...13

2.7 Pseudo Code ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม………………………………………………14

2.8 การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว………………………………………………………..15

2.9 การกลายพันธุ์ของยีน…………………………………………………………………16

2.10 วิธีขั้นตอนอาณานิคมมด(Ant colony optimization)……………………………………17

2.11 ตัวอย่างอัลกอริธึมของวิธีขั้นตอนอาณานิคมมด……………………………………...18

2.12 ตัวอย่างการทำข้อมูลให้สมบูรณ์(Data Cleansing)………………………………….22

3.1 ตารางรายการสินค้าก่อนการทำข้อมูลให้สมบูรณ์……………………………………...27

3.2 ตารางรายการสินค้าหลังการทำข้อมูลให้สมบูรณ์……………………………………......27

3.3 เส้นทางการขนส่งก่อนการกลายพันธุ์……………………………………………….....28

3.4 แสดงการกลายพันธุ์ของเส้นทางการขนส่ง………………………………………........29

3.5 เส้นทางการขนส่งหลังการกลายพันธุ์………………………………………………...30

3.6 Flowchart ของขั้นตอนวิธีแบบ IACO……………………………………………...31

3.7 ตารางแสดงการหาระยะทางและน้ำหนักของแต่ละเส้นทางการขนส่ง……………......33

3.8 แผนการดำเนินงาน…………………………………………………………………...34

4.1 ข้อมูลจุดส่งสินค้าในระบบจัดการฐานข้อมูล……………………………………….......35

4.2 การทำงานของโปรแกรมหาระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า………………………...…...36

4.3 ผลลัพธ์โปรแกรมหาระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า………………………………..........36

4.4 ตารางข้อมูลเส้นทางจุดส่งสินค้า……………………………………………………...37




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ(ต่อ)


รูปที่ หน้า

4.5 ค่าต่างๆที่ใช้ในการระบุเส้นทางการขนส่ง....................................................37

4.6 รูปแบบการขนส่งของการส่งสินค้า...........................................................38

4.7 รูปแบบการขนส่งของการส่งสินค้าหลังการจัดรถ.........................................39

4.8 ตารางข้อมูลเส้นทางจุดส่งสินค้าหลังการปรับปรุงฟีโรโมน................................39

4.9 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม....................................................40

5.1 การปรับปรุงค่าสมการให้เหมาะสม..........................................................42




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ได้หันมาให้ความสำคัญกับการขนส่งและการกระจายสินค้าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากราคาพลังงานเชื้อเพลิงมีแนวโน้มที่ราคาจะสูงขึ้น นอกจากนี้การขนส่งและกระจายสินค้ายังเป็นกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ที่มีต้นทุนมากที่สุด เมื่อเทียบกับกิจกรรมโลจิสติกส์ในด้านอื่นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ศึกษาได้เห็นว่า ถ้าจัดการขนส่งและกระจายสินค้าไม่มีประสิทธิภาพ อาจส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกระจายสินค้าเพิ่มขึ้น เป็นผลให้มีการเพิ่มราคาค่าขนส่งและกระจายสินค้า และทำให้ใช้เวลาในการขนส่งมากเกินความจำเป็น

ดังนั้น ทางผู้ศึกษาจึงได้คิดจะนำแนวคิดทางด้านการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการการขนส่งและกระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และตรงตามความต้องการของผู้ขนส่งและลูกค้า

## 1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1) กำหนดสมการที่จะใช้ในการทำเหมืองข้อมูลเพื่อที่จะได้เส้นทางการขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและตรงความต้องการของผู้ขนส่งสินค้า

2) ระบุรูปแบบของธุรกิจขนส่งที่เหมาะกับวิธีการนี้เพื่อช่วยในการลดต้นทุนของผู้ขนส่งและกระจายสินค้าให้ลดลงมากที่สุด ทั้งด้านเวลาและทรัพยากรที่ใช้ในการขนส่ง

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

1.3.1.1 รวบรวมข้อมูลการขนส่งส่งผลต่อการพัฒนาโปรแกรม

1.3.1.2 ทำการจัดการจำแนกการข้อมูลการขนส่งออกเป็นรูปแบบที่ชัดเจน

1.3.2 ขอบเขตส่วนของโปรแกรม

1.3.2.1 สามารถหาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุดได้

1.3.2.2 สามารถค้นหาระยะทางโดยรวมในการส่งสินค้าของรถแต่ละเที่ยว

1.3.2.3 สามารถกำหนดจำนวนจุดส่งสินค้าที่จะทำการระบุเส้นทางการขนส่ง

1.3.3 ขอบเขตของซอฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1.3.3.1 ระบบปฏิบัติการ Window 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3.2 โปรแกรม Visual Studio 2012

1.3.3.3 เว็บเบราว์เซอร์ Chrome

1.3.3.4 โปรแกรมฐานข้อมูล SQL Server 2014

1.3.4 ขอบเขตของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1.3.4.1 คอมพิวเตอร์ Lenovo Yoga 3

1.3.4.2 หน่วยประมวลผลกลางขั้นต่ำ Core i7–5500U 2.4 จิกกะเฮิร์ต

1.3.4.3 หน่วยความจำหลัก ความจุ 8 จิกกะไบต์

1.3.4.4 ฮาร์ดดิสก์ มีความจุ 128 กิกะไบต์เป็นอย่างนอ้ย

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ผู้ขนส่งจะใช้เส้นทางและระยะเวลาในการขนส่งที่สั้นลงกว่าแต่ก่อน

2) ลูกค้าจะได้รับสินค้าทันต่อความต้องการ ไม่เกิดความล่าช้า

3) ลดต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมการขนส่ง

## 1.5 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล ผู้ศึกษากำหนดคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1.5.1 เหมืองข้อมูล (Data Mining) หมายถึงการใช้ประโยชน์จากการคำนวณอย่างรวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ในการค้นหารูปแบบที่น่าสนใจ ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลจำนวนมหาศาลในฐานข้อมูล วัตถุประสงค์ของการทำเหมืองข้อมูล อาจใช้เพื่ออธิบาย จัดกลุ่ม หรือใช้เพื่อทำนาย (พรฤดี เนติโสภากุล. (2554). เทคโนโลยีการจัดการความรู้.)

1.5.2 ฐานข้อมูล หมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในที่ที่เดียวกัน จะต้องมีการเก็บคำอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของฐานข้อมูลที่เรียกว่า หรืออาจเรียกอีกอย่างว่าเมต้าดาต้า โดยจะรวบรวมข้อมูลเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบและตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานขององค์กร เพื่อง่ายต่อการจัดการและค้นหาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร (ผศ.สมจิตร อาจอินทร์. (2540). ระบบฐานข้อมูล.)

1.5.3 อัลกอริทึม (Algorithm) หมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถเข้าใจได้ มีลำดับหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่งอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและชัดเจน เมื่อนำเข้าอะไร แล้วจะต้องได้ผลลัพธ์เช่นไร โดยนำหลักตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์มาช่วยเลือกวิธีการหรือขั้นตอนในการดำเนินการ แล้วทำการเรียบเรียงลำดับขั้นตอนของกระบวนการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาและแก้ไขปัญหา

1.5.4 โลจิสติกส์(Logistics) หมายถึงระบบบริหารที่เกี่ยวข้องกับช่องทางในการจำหน่าย เคลื่อนย้ายและจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้าระหว่างการผลิต สินค้าสำเร็จรูป และข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจุดเริ่มต้นผ่านไปถึงขั้นตอนการผลิต และการกระจายสินค้าจนถึงลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในการให้บริการ โดยโลจิสติกส์นั้นมีต้นกำเนิดมาจากแผนการจัดส่งอาหารและยุทธโธปกรณ์ในการส่งไปบำรุงกำลังของกองทัพทหารสหรัฐอเมริกาในสงครามโลก ต่อมาไปมีการปรับเปลี่ยนมาใช้ในระบบงานธุรกิจ โลจิสติกส์มีกิจกรรมหลักทั้งหมด 13 กิจกรรมได้แก่

- การติดต่อสื่อสารด้านโลจิสติกส์ (Logistics Communication)
- การบริการลูกค้า (Customer Service)
- กระบวนการสั่งซื้อ (Order process)
- การคาดการณ์ความต้องการ (Demand forecasting)
- การจัดซื้อ (Procurement)
- การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management)
- การบริหารการขนส่ง (Transportation Management)
- การบริหารคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehousing and Storage)
- โลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse Logistics)
- การจัดเตรียมอะไหล่และชิ้นส่วนต่างๆ (Parts and Services Support)
- การเลือกที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection)
- การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ (Material Handling)
- การบรรจุภัณฑ์และหีบห่อ (Packaging and Packing)

ซึ่งกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้นเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนการทำงานขององค์กร เพื่อให้ทุกหน่วยงานในองค์กรเชื่อมโยงเข้าหากัน รวมถึงการเชื่อมโยงทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน (ไพฑูรย์ กำลังดี. โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและการจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล มีแนวคิดที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมูล

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบฐานข้อมูล

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียม

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการทำข้อมูลให้สมบูรณ์

## 2.1 ความรู้เกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมูล

การทำทำเหมืองข้อมูล คือ การใช้ประโยชน์จากการคำนวณอย่างรวดเร็วของคอมพิวเตอร์ในการค้นหารูปแบบของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลจำนวนมากที่อยู่ภายในฐานข้อมูล โดยอาศัยความรู้ทางด้านต่างๆ ดังนี้

- หลักสถิติ (Statistic)
- การรู้จำแบบ (Pattern Recognition)
- การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)
- ฐานข้อมูล (Database)
- คลังข้อมูล (Data warehouse)
- การทำจินตทัศน์ (Visualization)
- การโปรแกรมตามหลักทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming)

นอกจากความรู้ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว การทำเหมืองข้อมูลยังต้องอาศัยข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เราจะทำเหมืองข้อมูลด้วย เช่น การทำเหมืองข้อมูลในการจัดการเส้นทางการขนส่ง ก็จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการขนส่งและทฤษฎีการขนส่งตามหลักวิชาโลจิสติกส์ เป็นต้น โดยขั้นตอนในการทำเหมืองข้อมูลมีทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา

   1.1. กำหนดว่าจะทำเหมืองข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาใด

   1.2. ตั้งเกณฑ์วัดความสำเร็จในการทำเหมืองข้อมูล

   1.3. วางแผนการทำเหมืองข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำความเข้าใจข้อมูล
    2.1. เก็บรวบรวมข้อมูล
    2.2. กำหนดคุณสมบัติข้อมูล
    2.3. ตรวจสอบข้อมูลขั้นต้น
3. เตรียมข้อมูล
    3.1. คัดเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้
    3.2. ปรับรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล
    3.3. ทำความสะอาดข้อมูล หมายถึงการเตรียมข้อมูลให้พร้อมต่อการนำไปดำเนินการในขั้นตอนถัดไป
4. สร้างแบบจำลอง
    4.1. เลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมในการทำเหมืองข้อมูล
    4.2. สร้างรูปแบบในการทดสอบผลลัพธ์
    4.3. สร้างแบบจำลองตามอัลกอริทึมที่เลือก
    4.4. ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ได้มา
5. ประเมิน
    5.1. ประเมินความผิดพลาดเมื่อนำไปใช้กับสถานการณ์จริงหรือนำไปใช้กับสถานการณ์จำลอง
    5.2. ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนนำไปใช้งานจริง
6. นำไปใช้งาน

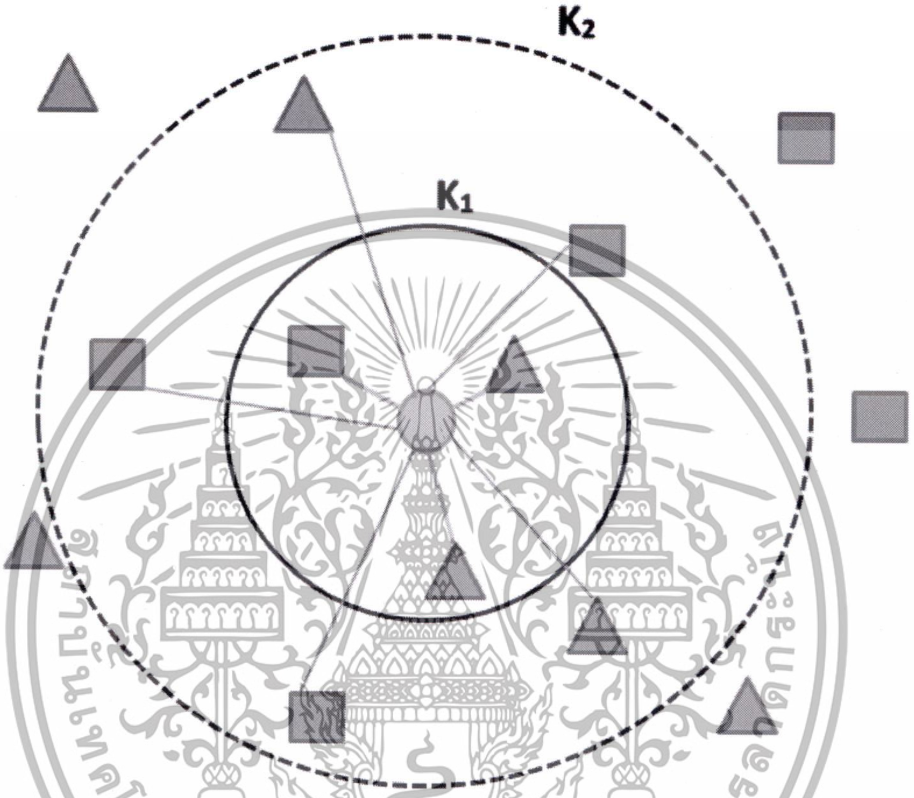
วัตถุประสงค์ของการทำเหมืองข้อมูลจะใช้เพื่อ อธิบาย(Describe) หรือใช้เพื่อการทำนาย(Predict) โดยมีเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูลซึ่งได้แบ่งตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. การจำแนกประเภท(Classification)

การจำแนกประเภทจัดเป็นเทคนิคเชิงทำนาย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองในการจำแนกสิ่งที่สนใจออกไปตามหมวดหมู่ โดยกฎเกณฑ์ในการจำแนกประเภทเกิดจากขั้นตอนวิธีคัดเลือกคุณสมบัติหรือแอตทริบิวท์(Attributes) เพื่อนำมาสร้างตัวแบบจำลองที่ทำงานหรือตัดสินใจได้โดยอัตโนมัติ โดยผลลัพธ์หรือแบบจำลองที่ได้อาจอยู่ในรูปกฎความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกประเภท อาจจะอยู่ในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์หรือรูปแบบต้นไม้ตัดสินใจก็ได้ ข้อจำกัดของการจำแนกประเภทคือ หมวดหมู่ของตัวแปรผลลัพธ์ ต้องเป็นตัวแปรไม่ต่อเนื่อง(Discrete Data)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

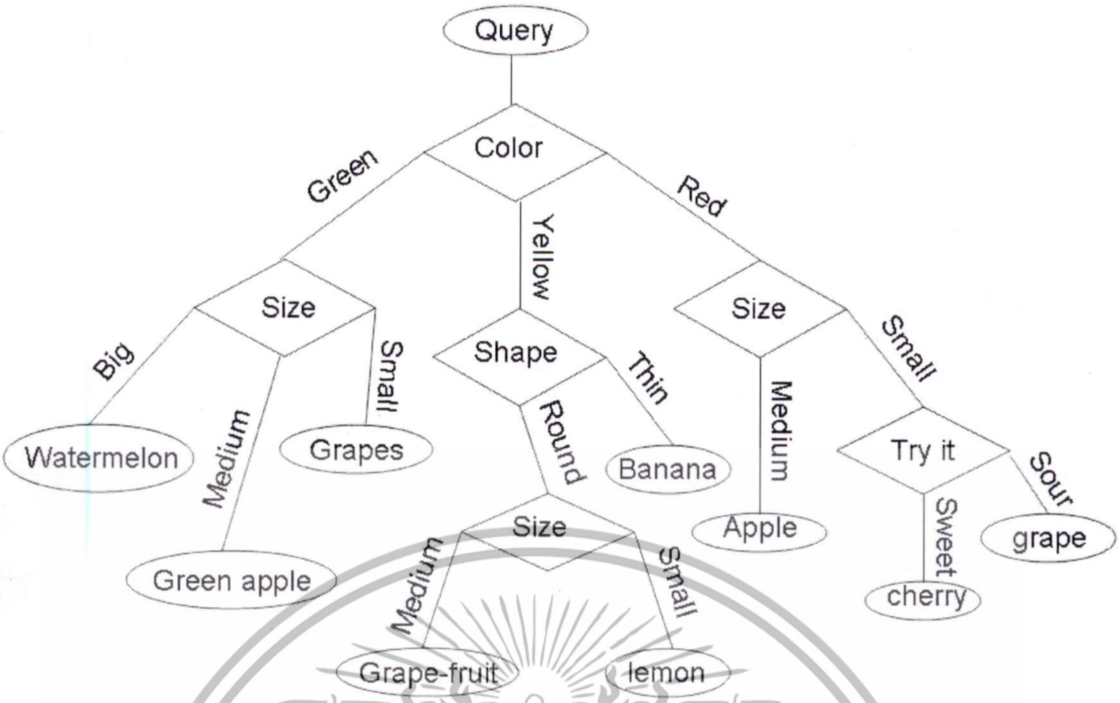
เทคนิคที่นิยมใช้ในการจำแนกประเภทได้แก่ การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree) การใช้โครงข่ายประสาทเทียม(Neural Network) ขั้นตอนวิธีค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbour Algorithm) การเรียนรู้แบบนาอีฟเบส์(Naïve Bayes Learning) เป็นต้น




**รูปที่2.1** รูปแบบวิธีค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด(Nearest Neighbour Algorithm)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



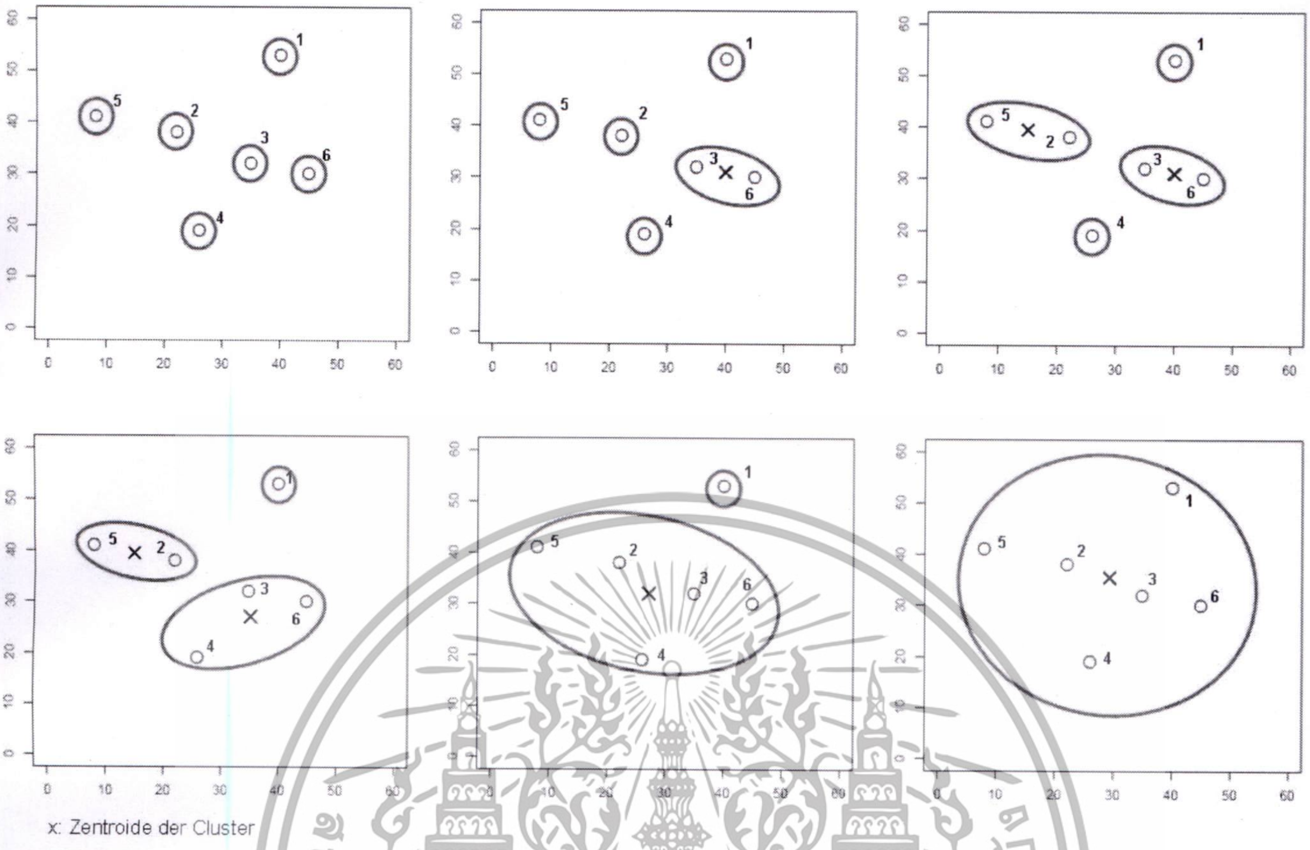

**รูปที่2.2** ตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจในการระบุชนิดผลไม้

(ที่มา http://subhayan-mukerjee.blogspot.com/2013/07/machine-learning-with-r-1-decision.html)

2. การสร้างกลุ่มก้อนข้อมูล(Clustering)

การสร้างกลุ่มก้อนข้อมูลใช้อธิบายปรากฏการณ์รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนตามธรรมชาติของข้อมูลที่ไม่ปรากฏอย่างเด่นชัด เทคนิคนี้แตกต่างจากการจำแนกประเภทคือ ไม่มีการกำหนดตัวแปรผลลัพธ์ใดๆ ไว้ล่วงหน้า จึงจัดเป็นการเรียนรู้แบบไม่ต้องมีการสอน (Unsupervised Training) ดังนั้นการสร้างกลุ่มก้อนจึงเป็นเทคนิคเชิงอธิบาย มากกว่าเชิงทำนาย ซึ่งผลลัพธ์หลังจากการสร้างกลุ่มก้อนมักจะแสดงออกมาในรูปแบบภาพสองมิติ สามมิติ หรือหลายมิติ ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ส่งผลต่อการจัดกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่2.3** ตัวอย่างการสร้างกลุ่มก้อนข้อมูล

(ที่มา http://www-m9.ma.tum.de/material/felix-klein/clustering/Methoden/Zentroid_Methode_Clustering.jpg)

เทคนิคที่นิยมใช้ในการสร้างกลุ่มก้อนข้อมูล ได้แก่ เค-มีนส์(K-Means) เค-มีเดียน(K-Medians) เค-โปรโตไทปส์(K-Prototypes) ซี-มีนส์ ฟัซซี(C-Means Fuzzy) และ เกาส์เซียนมิกซ์เจอร์(Gaussian Mixture) เป็นต้น

3. การค้นหากฎความสัมพันธ์(Association Rule)

การค้นหากฎความสัมพันธ์การค้นหาความสัมพันธ์จัดเป็นเทคนิคเชิงอธิบายซึ่งจะทำการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่อยู่ในกลุ่มข้อมูลชุดเดียวกัน เช่น เมื่อทำการซื้อสินค้า A แล้วจะซื้อสินค้า B มีโอกาสมากน้อยเพียงใด เป็นต้น ซึ่งเทคนิคในตัวอย่างนี้คือเทคนิคการวิเคราะห์ตะกร้าตลาด(Market Basket Analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหากลุ่มของรายการสินค้าที่ลูกค้ามักจะซื้อร่วมกัน อีกรูปแบบหนึ่งของการค้นหากฎความสัมพันธ์คือ การวิเคราะห์การเรียงลำดับ(Sequential Analysis) เช่นเมื่อเกิดเหตุการ A แล้วจะเกิดเหตุการณ์ B ในเวลาถัดมา ตัวอย่างอัลกอริทึมการค้นหากฎความสัมพันธ์ เช่น Apriori CHARM เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การพยากรณ์(Forecasting)

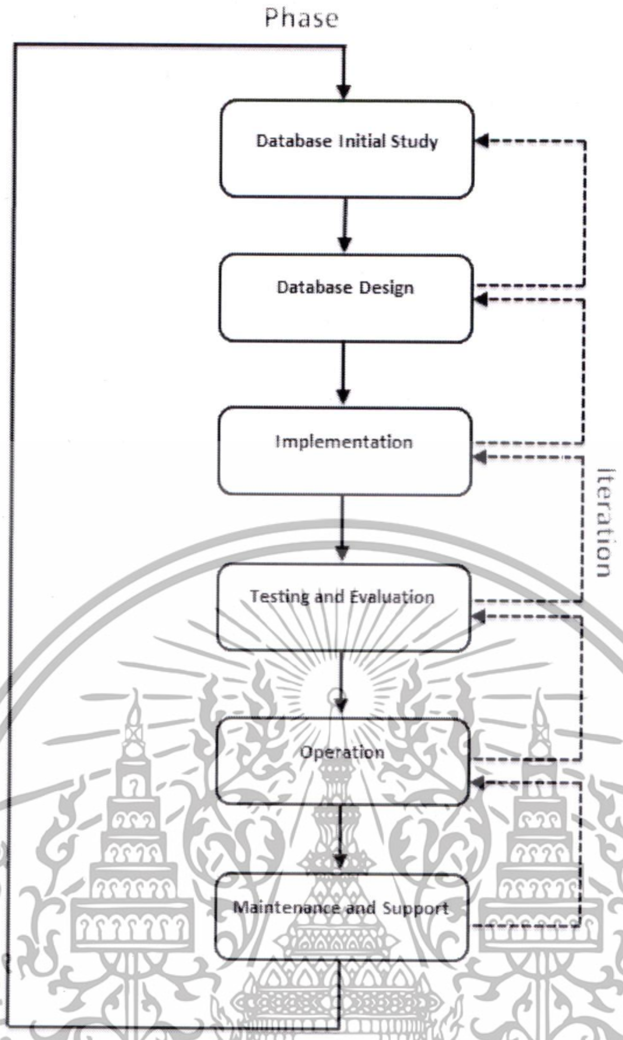
การพยากรณ์หมายถึงการพยากรณ์ค่าต่อเนื่อง(Continuous Values) ซึ่งแตกต่างจากการทำนาย(Prediction) ในเรื่องการจำแนกประเภทหรือการจำแนกหมวดหมู่ ซึ่งผลลัพธ์มักเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง เช่น การพยากรณ์มูลค่าหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ เป็นต้น

เทคนิคการพยากรณ์ที่เป็นที่นิยมใช้กันได้แก่ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา(Time-Series Analysis) การใช้แบบจำลอง ARIMA(AutoRegressive Integrated Moving Average) การใช้วิธีปรับเรียบถ่วงน้ำหนัก(Weighted Smoothing Method) การวิเคราะห์เชิงถดถอย (Simple Regression Analysis) และการวิเคราะห์เชิงถดถอยพหุคูณ(Multiple Regression Analysis) เป็นต้น (ผศ.สมจิตร อาจอินทร์. 2540. ระบบฐานข้อมูล)

## 2.2 ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งในวงจรการพัฒนาระบบฐานข้อมูล (Database Systems Development Life Cycle : DSDLC) ซึ่งประกอบไปด้วย การศึกษาเบื้องต้น (Database Initial Study) การออกแบบฐานข้อมูล(Database Design) การนำไปใช้(Implementation) การทดสอบและประเมินผล(Testing and Evaluation) การปฏิบัติงาน(Operation) การบำรุงรักษาและสนับสนุนระบบ(Maintenance and Supporting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่2.4** วงจรการพัฒนาระบบฐานข้อมูล(Database Systems Development Life Cycle)

ซึ่งระยะการออกแบบฐานข้อมูลจัดเป็นระยะที่สำคัญที่สุดในระยะทั้งหมด ซึ่งการออกแบบฐานข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1. การวิเคราะห์ความต้องการ(Requirements Analysis)

เป็นขั้นตอนที่รวบรวมความต้องการหรือรวบรวมข้อมูลภายในบริษัทแล้วนำมาวิเคราะห์ให้ทราบถึงกระบวนการทำงาน นโยบาย และปัญหาที่เกิดบนสภาพการทำงานภายในบริษัทหรือองค์กร

2.2.2 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงแนวคิด(Conceptual Database Design)

หลังจากที่วิเคราะห์ความต้องการแล้ว ก็นำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างเป็นแบบจำลองเชิงแนวคิดขึ้นมา ตัวอย่างแบบจำลองเช่น E-R Diagram เป็นต้น โดยก่อนที่จะดำเนินการสร้างแบบจำลองนั้น ควรกำหนดมาตรฐานเพื่อนำไปใช้ออกแบบเอกสารซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วย ไดอะแกรม สัญลักษณ์ รูปแบบการเขียนเอกสาร แบบร่าง และระเบียบการจัดเอกสาร

2.2.3. การคัดเลือกซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS Software Selection)

การคัดเลือกซอฟต์แวร์ DBMS นำมาใช้งาน จัดเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของ DBMS ของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียที่เกิดขึ้นจึงมีปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือก DBMS ดังนี้

- ค่าใช้จ่ายและต้นทุน เช่น ราคา การบำรุงรักษา ค่าลิขสิทธิ์ เป็นต้น
- เครื่องมือและคุณสัมบัติของ DBMS แต่ละผลิตภัณฑ์
- ความต้องการด้านฮาร์ดแวร์ของ DBMS
- การคัดเลือกแบบจำลองฐานข้อมูล ประกอบด้วย แบบจำลองฐานข้อมูลเครือข่าย แบบจำลองข้อมูลลำดับชั้น แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ หรือแบบจำลองฐานข้อมูลเชิงวัตถุ
- ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย หมายถึงรองรับการทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมหรืออุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้

2.2.4. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ(Logical Database Design)

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ เป็นกระบวนการที่นำแบบจำลองเชิงแนวคิดมาแปลงเป็นแบบจำลองเชิงตรรกะ โดยอยู่ในรูปแบบของความสัมพันธ์(Relation) เพื่อนำไปใช้งานในขั้นถัดไป ซึ่งการแปลงจะต้องเป็นไปตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์ DBMS ที่เลือกใช้ โดยการดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะจะประกอบไปด้วย

2.2.4.1. แปลงแผนภาพหรือแบบจำลองมาเป็นความสัมพันธ์

2.2.4.2. นอร์มัลไลเซชัน(Normalization) เพื่อตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูล

2.2.4.3. ตรวจสอบความสัมพันธ์ว่าสนับสนุนการทำงานต่างๆ ครบถ้วนหรือไม่

2.2.4.4. ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล (Integrity)

2.2.4.5. ตรวจสอบการรองรับข้อมูลที่เพิ่มขึ้นที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2.2.5. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Database Design)

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพเป็นกระบวนการคัดเลือกสิ่งที่จะจัดเก็บข้อมูล(Data Storage) การคัดเลือกรูปแบบโครงสร้างแฟ้มข้อมูล(File Organization) ว่าจะใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลแบบใดก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพจะซับซ้อนมากขึ้นเมื่อมีการกระจายฐานข้อมูลไปยังสถานที่หรือสาขาของบริษัทที่ตั้งอยู่ในคนละพื้นที่ หรือเรียกว่า Distributed Database เนื่องจากจะมีปัจจัยด้านการสื่อสารที่อาจส่งผลต่ออัตราความเร็วของทรูพุต(Throughput) บนเครือข่าย ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

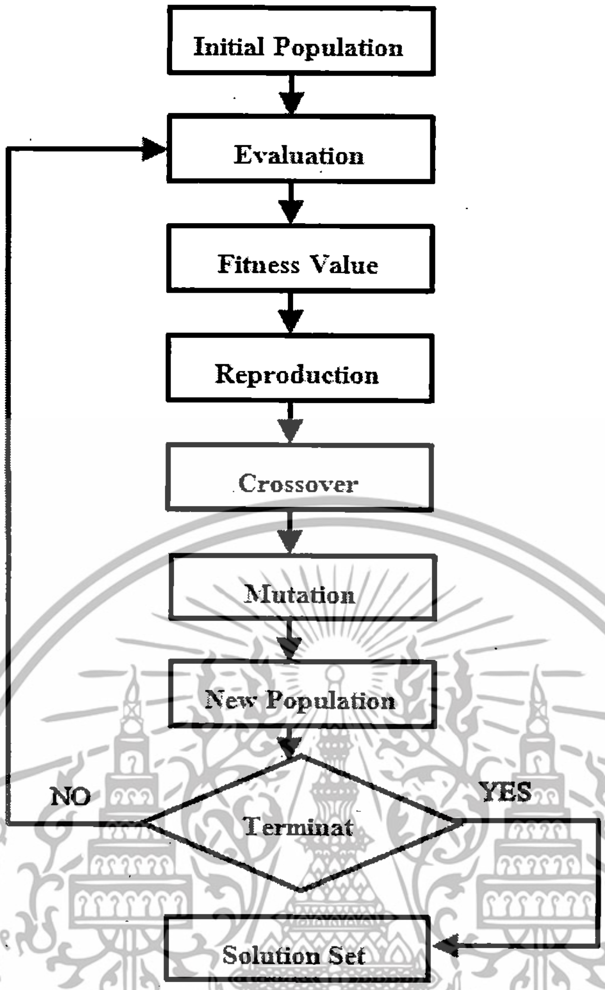
สิ่งเหล่านี้จะดำเนินบนซอฟแวร์ฐานข้อมูลหรือ DBMS (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2551. ระบบฐานข้อมูล.)

## 2.3 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithm) เป็นเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) รูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการค้น เพิ่มประสิทธิภาพ และเรียนรู้ ด้วยการเลียนแบบทฤษฎีการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ซึ่งจุดเด่นของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมคือการยากต่อความผิดพลาดในการค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนและยากที่จะสร้างแบบจำลองด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นการค้นหาที่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ด้วยเหตุนี้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ การจัดตารางเวลา การพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้จากปัจจัยภายนอกได้ โดยหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการตามธรรมชาติเพื่อวิวัฒนาการคำตอบที่ดีสุดในการแก้ปัญหา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

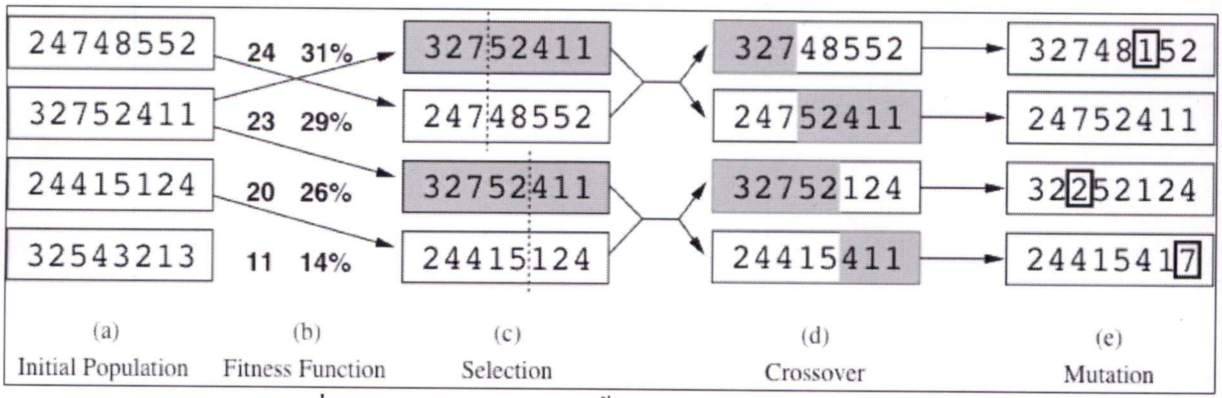
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่2.5** กระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีความยืดหยุ่นและยากต่อความผิดพลาดต่อแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบจากชุดข้อมูลด้วยการค้นหา และทำให้มีผลที่ดีที่สุดแบบดั้งเดิม(Conventional Search and Optimization Technique) จะแบ่งเป็น 3 รูปแบบคือ การค้นหาด้วยหลักการทางวิชาแคลคูลัส(Calculus Based Search) การค้นหาแบบแจกแจงทีละข้อมูล(Enumerative Search) และการค้นหาแบบสุ่ม(Random Search) ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีจุดเด่นที่แตกต่างกันการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับชุดข้อมูลที่ต้องการค้นหาคำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่2.6** กระบวนการของวิธีขั้นตอนเชิงพันธุกรรม

(ที่มา http://www.cs.tufts.edu/comp/131/classpages/genetic.html)

กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาในรูปแบบของยีนและโครโมโซม การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม(Fitness Function) เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในกระบวนการวิวัฒนาการชุดคำตอบ ต่อมาจะกำหหนดชุดคำตอบชุดแรก(Initial Generation) ในรูปแบบโครโมโซมโดยการสุ่ม หลังจากนั้นจะนำชุดคำตอบนั้นเข้าสู่กระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ประกอบด้วยตัวดำเนินการ ได้แก่ การสืบพันธุ์(Reproduction) การครอสโอเวอร์(Crossover) การกลายพันธุ์(Mutation) แล้วนำไปประเมินความเหมาะสม โดยกระบวนการดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การกำหนดยีนและโครโมโซม เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการทั้งหมดในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มักกำหนดในรูปแบบของแถวของตัวอักษรหรือแถวของเลขฐานสอง เทียบเท่ากับแถวโครโมโซมที่ประกอบด้วยยีนหลายยีน การกำหนดโครโมโซมอย่างง่ายในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมักกำหนดเป็นเซ็ตของยีนที่เป็นเลขฐานสอง โดยตำแหน่งของยีนแต่ละยีนในโครโมโซมจะแทนลักษณะขององค์ประกอบย่อยของชุดคำตอบของปัญหา

2.3.2 ตัวดำเนินการ(Operator) ที่ใช้ในขั้นตอนเชิงพันธุกรรม ประกอบด้วยตัวดำเนินการหลักประกอบด้วย การสืบพันธุ์(Reproduction) การครอสโอเวอร์(Crossover) และการกลายพันธุ์(Mutation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Genetic Algorithm Pseudo Code
Begin
Set generation g = 0;
Initialize population;
While termination condition is not met, do
        Begin
        Evaluate fitness;
        Select most fit individuals for reproduction;
        Crossover genes from selected individuals;
        Mutation based on probability;
        Replace weak candidates with better offsprings;
        Set generation g = g + 1;
        End
End
```

**รูปที่2.7** Pseudo Code ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

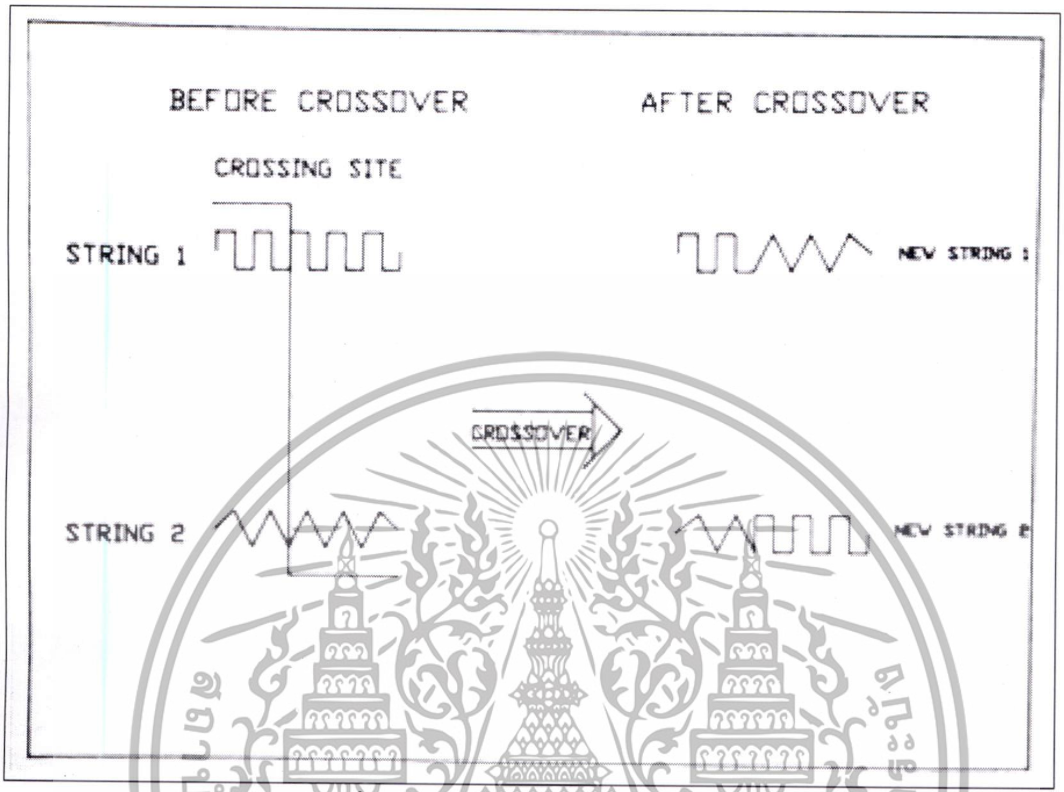
(ที่มา K.Leelawong, ICCS 451 Lecture Note, March 2009.)

การสืบพันธุ์(Reproduction)เป็นการเพิ่มสำเนาซ้ำจากประชากรชุดเดิม ด้วยการใช้ความน่าจะเป็นตามคะแนนความเหมาะสมที่ได้จากการประเมินด้วยฟังก์ชันความเหมาะสม ซึ่งเป็นการเลียนแบบกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติซึ่งเป็นการเลือกประชากรที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยวิธีการทั่วไปที่ใช้สำหรับการคัดเลือกประชากรในกระบวนการสืบพันธุ์ได้แก่ การคัดเลือกแบบรูเล็ตวีล(Roulette Wheel) คือการสุ่มเลือกด้วยการกำหนดความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกตามสัดส่วนขอคะแนนความเหมาะสมจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด อีกวิธีคือการคัดเลือกแบบลิเนียร์แรงกิ้ง(Linear Ranking) คือการจัดอันดับคะแนนความเหมาะสมของประชากรและกำหนดความน่าเป็นที่ถูกคัดเลือกในการจัดอันดับนั้น

การครอสโอเวอร์(Crossover)เป็นการนำเอาโครโมโซมในประชากรที่ได้จากการสืบพันธุ์มาจับคู่ผสมยีนให้ได้โครโมโซมใหม่เพื่อหาลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ที่มีความเหมาะสมกว่า ส่วนวิธีการที่ใช้ในการครอสโอเวอร์ที่เป็นที่นิยมได้แก่ การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว (Single-Point Crossover) คือการสุ่มเลือกจุดผสมยีนเพียงจุดเดียว แล้วสลับยีนระหว่างคู่โครโมโซมพ่อแม่เพื่อให้ได้โครโมโซมลูกที่มีลักษณะเหมาะสมตามความต้องการ นอกจากนี้ยังมีการครอสโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวอร์แบบอื่นอีกเช่น การครอสโอเวอร์แบบสองจุด(Two-Point Crossover) และการครอสโอเวอร์แบบหลายตำแหน่ง(Uniform Crossover) เป็นต้น




**รูปที่2.8** การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว

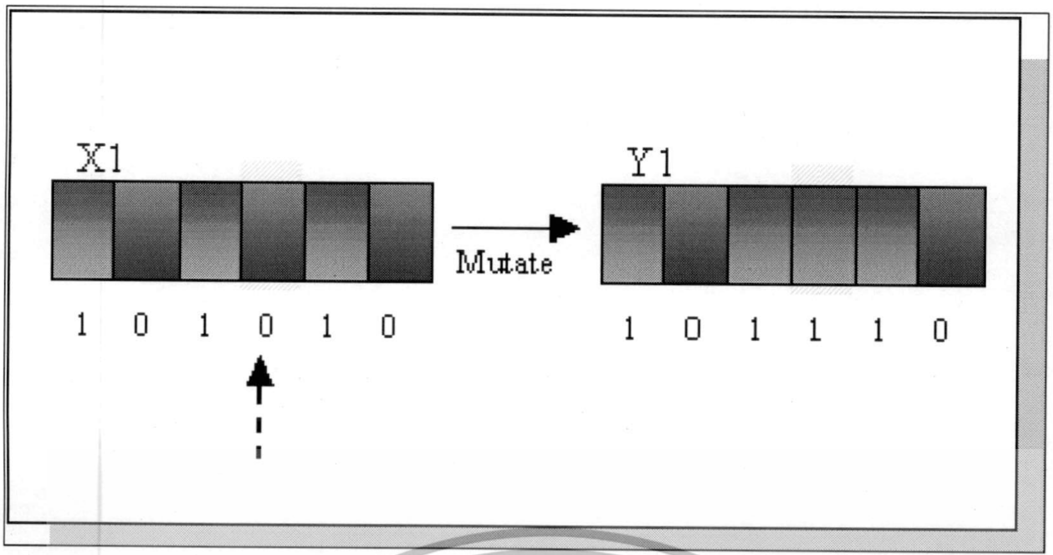
(ที่มา Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning.)

การกลายพันธุ์(Mutation)เป็นกระบวนการที่ช่วยเพิ่มความเหมาะสมของการสืบพันธุ์และการผสมยีน เนื่องจากถึงแม้ว่าการคัดเลือกโครโมโซมที่มีความเหมาะสมดีในขั้นตอนการสืบพันธุ์และการครอสโอเวอร์จะสามารถสร้างโครโมโซมที่มีความเหมาะสมมากกว่าเดิมได้ แต่กระบวนการดังกล่าวเป็นการอาศัยข้อมูลจากชุดเดิมที่มีอยู่ และอาจไม่สามารถค้นพบคำตอบที่อาจไม่มีข้อมูลอยู่ในกลุ่มประชากรของโครโมโซมเดิม โดยวิธีการสุ่มเปลี่ยนยีนที่มีอยู่ในโครโมโซมในอัตราความน่าจะเป็นที่ค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง






**รูปที่2.9** การกลายพันธุ์ของยีน

(ที่มา http://www.ewh.ieee.org/soc/es/May2001/14/Begin.htm)

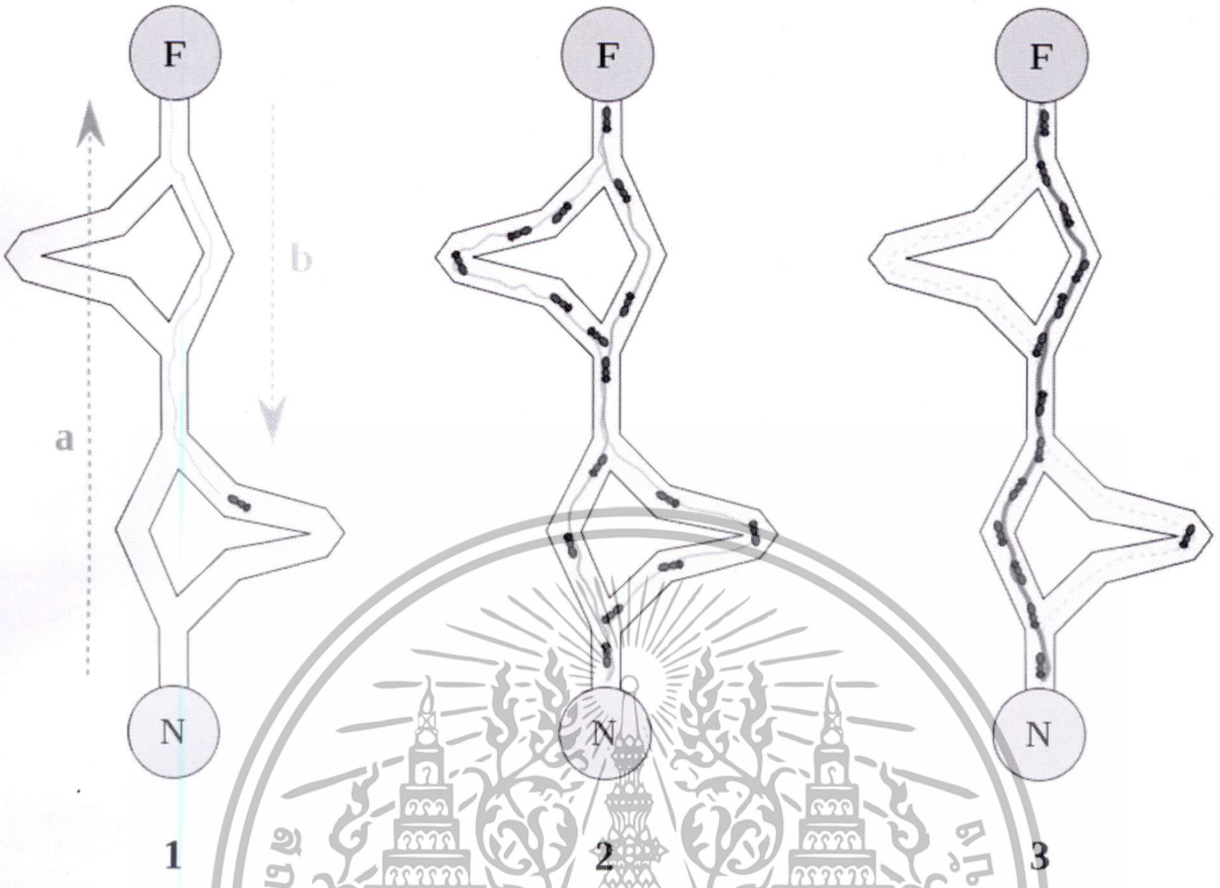
2.3.3 การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสมเป็นขั้นตอนที่กำหนดเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของโครโมโซม โดยฟังก์ชันความเหมาะสมจะอยู่ในรูปแบบที่สามารถคำนวณได้ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function) หรือฟังก์ชันเมทริกส์ (Matrix Function) โดยจะใช้ข้อมูลที่ได้จากโครโมโซมซึ่งก็คือยีนและตำแหน่งของยีนในโครโมโซม ซึ่งฟังก์ชันความเหมาะสมยังสามารถรวมการคำนวนข้อจำกัด (Constraints) เช่น ทรัพยากรที่ใช้ดำเนินการและค่าใช้จ่าย (ที่มา Thangiah S. 1999. A Hybird Genetic Algorithms, Simulated Annealing and Tabu Search Heuristic for Vehicle Routing Problems with Time Windows.)

## 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization - ACO) เป็นแนวคิดที่ได้มาจากพฤติกรรมการหาอาหารของมด โดยได้อธิบายไว้ว่ามดจะค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างแหล่งอาหารกับรังของมด โดยมดจะได้ทิ้งสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน(Pheromone - Ph) ไว้บนเส้นทางที่เดินทางไป โดยเมื่อถึงเวลาที่จะเลือกเส้นทางเดินมดจะเลือกเส้นทางที่มีปริมาณสารฟีโรโมนที่มีความหนาแน่นที่สุด (ที่มา ธนา สาตรา และคณะ. 2555. การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีข้อจำกัดด้านกรอบเวลาและพิจารณาระดับการบริการ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

146467




**รูปที่2.10** วิธีขั้นตอนอาณานิคมมด(Ant colony optimization)

(ที่มา https://en.wikibooks.org/wiki/Robotics/Computer_Control/Control_Architectures/Swarm_Robotic)

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดยถูกเรียกว่า Ant System(AS) ซึ่งการทำงานโดยทั่วไปคือ กำหนดให้ A แทนเซตของมดทุกตัวและ $S_a$ แทนผลเฉลยที่ถูกสร้างโดยมด a € A โดยเบื้องต้นจะกำหนดค่าของค่าฟีโรโมนให้เท่ากันทุกเส้นทาง (Ph > 0) มดทุกตัวจะสร้างผลเฉลยโดยการเพิ่มส่วนประกอบเข้าไปทีละส่วนในรูปแบบการเดินไปตามเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดของที่เชื่อมต่อกน ส่วนประกอบถัดไปจะถูกเพิ่มไปเป็นส่วนหนึ่งของผลเฉลยใน AS จะใช้ State Transition Rule ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญที่ต้องใช้ร่วมกันคือค่าฟีโรโมน และ Heuristic Information เช่นกรณีการจัดเส้นทางการขนส่ง ค่าฟีโรโมนคือระดับฟีโรโมนระหว่างจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ส่วน Heuristic Information คือระยะทางระหว่างจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง และเมื่อมดทุกตัวสร้างผลเฉลยเสร็จสมบูรณ์จะมีการปรับปรุงค่าฟีโรโมน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มค่าฟีโรโมนให้กับส่วนประกอบของผลเฉลยที่พบว่ามีประสิทธิภาพดี จากนั้นจะมีการวนรอบการทำงานซ้ำจนกระทั่งเข้าเงื่อนไขที่กำหนดให้หยุดการวนรอบ เช่น เวลาที่กำหนดไว้สูงสุด จำนวนรอบสูงสุด หรือผลเฉลยไม่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Algorithm 2:** Algorithm ACO

1: Set k for each variable.
2: Set $C_{evap}$, $C_{inc}$ and $q_0$.
3: Generate a random initial ant $\Rightarrow X^{(best)}$
4: Generate a random initial pheromone matrix F with the condition that all $f_{ij}$ are the same.
5: Calculate PC following the equation (6).
6: **for** j = 0 to j = (Iter_Max-1) **do**
7: **for** i=1:Z **do**
8: Generate an ant (based on equations (9-11)) $\Rightarrow X^{j+1(i)}$
9: **end for**
10: Update $X^{(best)}$.
11: Update the matrix F (based on equation (7)) and matrix PC (based on equation (6)).
12: Verify the stopping criteria
13: **end for**

**รูปที่2.11** ตัวอย่างอัลกอริธึมของวิธีขั้นตอนอาณานิคมมด

(ที่มา http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000200009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่2.1** การพัฒนาการของขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดและผู้คิดค้น(Aderak, 2008)

| วิธีการ | ผู้คิดค้น |
|---|---|
| Ant system (AS) | Dorigo, Maniezzo and Colonies(1991) |
| Elitist ant system (EAS) | Dorigo, Maniezzo and Colonies(1992) |
| Rank-Based ant system (AS-rank) | Bullnheimer, Harlt and Strauss(1997) |
| Max-Min ant system (MMAS) | Stutzle and Hoos(1997) |
| Ant colony system (ACS) | Dorigo and Gambardella(1997) |

2.4.1 Ant system

Ant system ถูกคิดค้นและพัฒนาโดย Marco Dorigo และคณะ โดยระบบมดมีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ Ant-density, Ant-quantity และ Ant-cycle ระบบ Ant-density และระบบ Ant-quantity นั้นจะมีการปรับปรุงฟีโรโมนทันทีขณะที่เดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ขณะที่ระบบ Ant-cycle จะปรับปรุงสารฟีโรโมนหลังจากที่มดเดินทางครบทุกเมืองแล้ว โดยปริมาณสารฟีโรโมนที่จะปรับปรุงนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างค่าคงที่ต่อระยะทางหรือคุณภาพของผลเฉลยที่ได้ แต่ในท้ายที่สุดแล้วระบบ Ant-density และระบบ Ant-quantity ก็ไม่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปอีก เนื่องจากประสิทธิภาพในการหาผลเฉลยหรือเส้นทางที่น้อยมากเมื่อเทียบกับระบบ Ant-cycle ดังนั้นในปัจจุบันเมื่อกับถึง Ant system ก็จะหมายถึง Ant-cycle

2.4.2 Elitist ant system

Elitist ant system มีที่มาจากการที่ต้องการให้ Ant system มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยเรียกวิธีนี้ว่า Elitist strategy โดยที่ส่วนการทำงานเริ่มต้นจะเหมือนกับ Ant system แต่จะเพิ่มในส่วนของการเก็บค่าที่ดีที่สุดในแต่ละรอบของรอบการคำนวณ เพื่อปรับปรุงค่าฟีโรโมนให้มากขึ้น ซึ่งเส้นทางที่เป็นค่าที่ดีที่สุดจะมีพจน์ที่เพิ่มมาทำให้เส้นทางที่ดีที่สุดจะมีปริมาณฟีโรโมนมากกว่าเส้นทางที่ใช้ปกติโดยทั่วไป

2.4.3 Max-min ant system

Max-min ant system(MMAS) ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี 1997 โดย Stutzle กับ Hoos โดยพัฒนาจาก Ant system คือ ค่าพจน์ที่เพิ่มขึ้นมาจะมีค่าเป็นส่วนหนึ่งของระยะทางก็ต่อเมื่อเป็นรอบที่ดีที่สุดของรอบการคำนวณนั้น การกำหนดช่วงของฟีโรโมนจะอยู่ในช่วงที่สมการกำหนดเพื่อที่เราจะได้จำกัดขอบเขตของเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงหนึ่งช่วงเท่านั้น ทำให้หาเส้นทางที่ดีที่สุดได้อย่างรวดเร็ว ค่าฟีโรโมนเริ่มต้นจะมีค่าตัวแปรการลดลงของปริมาณฟีโรโมนไว้ในตอนต้น ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดที่แตกต่างจาก Ant system สุดท้ายถ้าปริมาณฟีโรโมนเริ่มต้น เริ่มคงที่หรือไม่มีการเพิ่มขึ้นแล้วก็จะสร้างจำนวนรอบที่แน่นอนสำหรับการคำนวณครั้งถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 Rank-base ant system

Rank-base ant system(AS-Rank) พัฒนามาจาก Ant system โดยจะมีการปล่อยฟีโรโมนลดลงตามลำดับเส้นทางที่มดเดินผ่าน เช่น เส้นทางที่ดีที่สุดจะมีพจน์ที่เพิ่มขึ้นในสมการมีค่ามากที่สุด เพื่อให้เกิดฟีโรโมนของรอบใหม่มากที่สุด และจะไล่ลำดับลงมาซึ่งแตกต่างจาก Elitist ant system ที่จะมีพจน์ที่เพิ่มค่าที่ดีที่สุดในแต่ละรอบเพียงค่าเดียว ซึ่งขั้นตอนต่างๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้นจะเหมือนกับ Ant system และ Elitist ant system ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาโดยที่ตัวแปร W จะเป็นค่าที่จัดเก็บลำดับและ R เป็น Rank ของมด โดยถ้า Rank ของมดมากจะทำให้ปริมาณฟีโรโมนลดลงตามลำดับ

2.4.5 Ant colony system

Ant colony system(ACS) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ Ant system โดยการปรับปรุงครั้งนี้ต่างจากทุกครั้งที่ผ่านมากล่าวคือ การปรับปรุงครั้งนี้ไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของ Ant system โดยสร้างกลไกการทำงานใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน Ant colony system มีความแตกต่างจาก Ant system หลักๆ 3 ข้อคือ

- Ant colony system จะพัฒนาในส่วนในการจดจำเส้นทาง โดยจะทำให้มีการเก็บน้ำหนักความสำคัญของเส้นทางเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง

- การลดลงของฟีโรโมนและการปล่อยฟีโรโมนจะทำในส่วนที่เป็นเส้นทางที่ดีที่สุดเท่านั้น

- ในแต่ละเส้นทางที่ผ่านจะนำฟีโรโมนออก เพื่อให้เกิดการเพิ่มเส้นทางหรือโอกาสในการเลือกเส้นทางอื่น (ฐิตินนท์ ศรีสุววรณดี และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. 2555. การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการอาณานิคมมด กรณีศึกษา บริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่2.2** การประยุกต์ใช้ Ant colony optimization และวิธีที่ใช้แก้ไขปัญหา

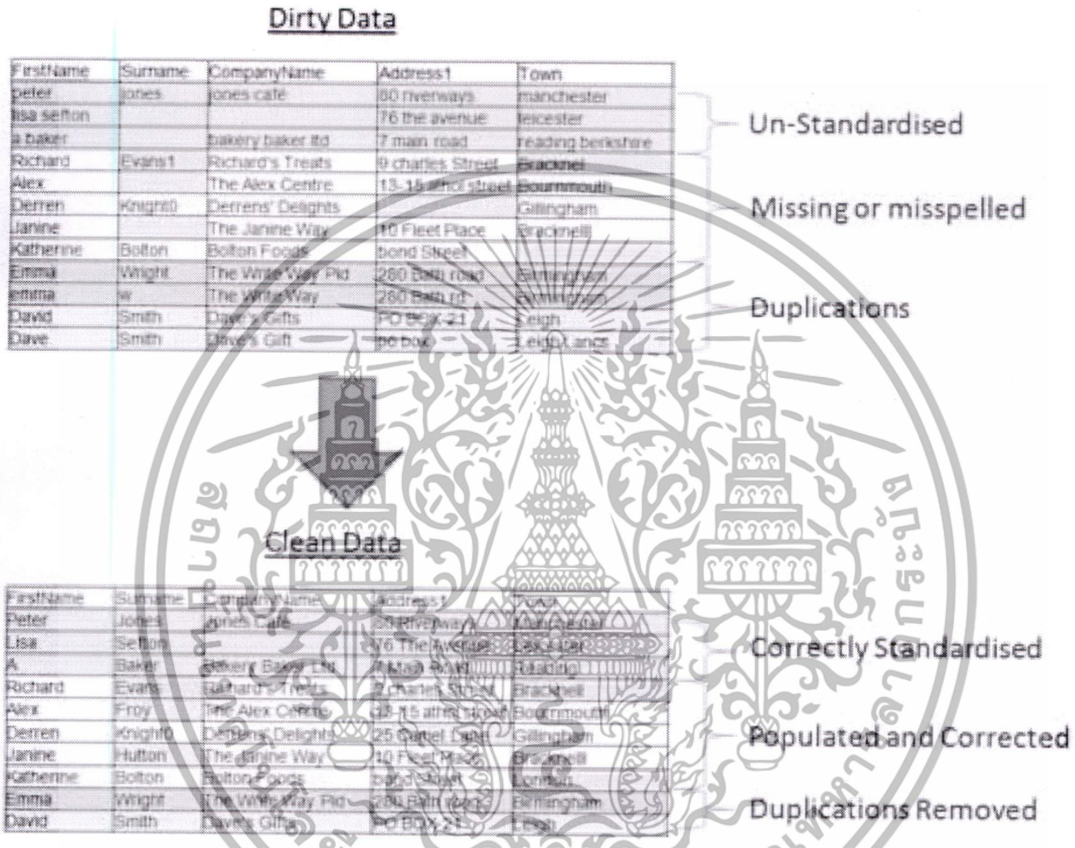
| ปัญหา | นักวิจัย | วิธีการ |
|---|---|---|
| Traveling Saleman Problem | Dorigo et al. (1991) | AS |
| | Colorni et al. (1994) | AS |
| | Dorigo and Gamardella (1997) | ACS |
| | Bullnheimer et al. (1997) | AS-Rank |
| | Stutzle and Hoos. (2000) | MMAS |
| Scheduling Problem | Colorni et al. (1994) | AS |
| | Stutzle (1997) | AS |
| | McMullen (2001) | ACO |
| | Gravel et al. (2002) | ACO |
| | Ying and Liao (2004) | ACS |
| | Shyu et al. (2004) | ACO |
| Quadratic Assignment Problem | Gamardella et al. (1999) | AS |
| | Stutzle and Hoos. (2000) | MMAS |
| | Solimanpur et al. (2004) | ACO |
| Timetabling Problem | Socha et al. (2003) | MMAS |
| Vehicle Routing Problem | Bullnheimer et al. (1999) | AS |
| | Bell and McMullen (2004) | ACO |

## 2.5 การทำข้อมูลให้สมบูรณ์

การทำข้อมูลให้สมบูรณ์(Data Cleaning) เป็นขั้นตอนหนึ่งในการเตรียมข้อมูลก่อนจะทำเหมืองข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลพร้อมสำหรับการทำเหมืองข้อมูล โดยมีวิธีการคือจะทำการคัดเลือกเฉพาะคอลัมน์สำคัญที่คาดว่าจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ และเป็นคอลัมน์ที่มีข้อมูลค่อนข้างครบถ้วนเมื่อเทียบกับปริมาณข้อมูลที่มี ส่วนคอลัมมน์ที่มีความสำคัญแต่มีข้อมูลน้อยจะไม่นำมาพิจารณา สำหรับคอลัมน์ที่มีค่าสำหรับทุกแถวเป็นค่าเทียวกันจะเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของแต่ละแถวได้เลยซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ไม่สามารถทำเหมืองข้อมูลได้ ดังนั้นจะไม่นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลชุดนี้มาพิจารณา ส่วนข้อมูลที่ไม่มีค่าซ้ำกันเลย ข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างแถวได้ จึงไม่สามารถนำส่วนนี้มาทำเหมืองข้อมูลได้ควรจะลบคอลัมน์ที่ไม่มีข้อมูลในแถวซ้ำกันเลยออกหรือถ้าสามารถแก้ไขข้อมูลได้ก็ทำการแก้ไขเช่น ข้อมูลเป็นค่าว่าง(NULL) เป็นต้น ต่อมาให้ตัดคอลัมน์ที่ไม่จำเป็นต่อการทำเหมืองข้อมูลออก และคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่สามารถนำมาทำเหมืองข้อมูลได้




**รูปที่2.12** ตัวอย่างการทำข้อมูลให้สมบูรณ์(Data Cleansing)

(ที่มา http://www.winpure.com/datacleansing.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและการจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูลจะมีวิธีดำเนินงานดังหัวข้อต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.3 วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล

3.4 การทำข้อมูลให้สมบูรณ์และจำแนกประเภทข้อมูล

3.5 การระบุเส้นทางการขนส่ง

3.5 แผนการดำเนินงาน

## 3.1 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

3.1.1 Hardware ประกอบด้วย

-เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

-หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่น Core i7

-หน่วยความจำหลัก (DDR RAM) 8192 MB

-หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk) 500 GB

3.1.2 Software ประกอบด้วย

- Microsoft Window 8.1
- SQL Server Management Studio
- Remote Desktop Connection
- Microsoft Visual Studio 2012
- Google Chrome Web Browser
- Microsoft office 2010

## 3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและการจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล ผู้ศึกษาได้มีการกำหนดแผนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล

3.2.2 กำหนดปัญหาขอบเขตที่จะศึกษาและวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.2.4 วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล

3.2.5 การทำข้อมูลให้สมบูรณ์และจำแนกประเภทข้อมูล

3.2.6 ทำการระบุเส้นทางการขนส่งจากข้อมูลที่ผ่านการทำเหมืองข้อมูลมาแล้ว

3.2.7 จัดทำรูปเล่มเอกสาร

## 3.3 วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล

ทางผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล โดยอ้างอิงถึงข้อมูลเราใช้หลังจากการทำเหมืองข้อมูลและนำไปใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยผู้ศึกษาได้ใช้โปรแกรม SQL Server Management Studio ในการวิเคราะห์และออกแบบ ดังภาพและตารางประกอบ ดังนี้

**ตารางที่3.1** คุณลักษณะต่างๆของตารางรายการขนส่ง

| TABLE NAME : TB_TransportOrder | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATTRIBUTE | DESCRIPTION | TYPE | LENGTH | PK | FK | ALLOW NULL |
| TransportOrder_No | รหัสรายการขนส่ง | nvarchar | 60 | Yes | | No |
| Destination_Id | ที่อยู่ของปลายทาง | int | | | Yes | No |
| Product_No | รหัสสินค้า | int | | | Yes | No |
| DistributionCenter_Id | รหัสศูนย์กระจายสินค้า | int | | | Yes | No |
| Delivery_Date | วันที่ทำการส่งสินค้า | datetime | | | | No |
| ToDestination_Date | วันที่สินค้าถึงลูกค้า | datetime | | | | No |
| Province_Name | จังหวัดที่จะไปส่ง | nvarchar | 150 | | | No |

**ตารางที่3.2** คุณลักษณะต่างๆของตารางรายการสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| TABLE NAME : TB_Product | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATTRIBUTE | DESCRIPTION | TYPE | LENGTH | PK | FK | ALLOW NULL |
| Product_Id | รหัสสินค้า | int | | Yes | | No |
| Product_Name | ชื่อสินค้า | nvarchar | 255 | | | No |
| Product_Price | ประเภทสินค้า | float | | | | Yes |
| Product_Weight | น้ำหนักของสินค้า | float | | | | No |

**ตารางที่3.3** คุณลักษณะต่างๆของตารางศูนย์กระจายสินค้า

| TABLE NAME : TB_DistributionCenter | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATTRIBUTE | DESCRIPTION | TYPE | LENGTH | PK | FK | ALLOW NULL |
| Distribution_Id | รหัสศูนย์กระจายสินค้า | nvarchar | 25 | Yes | | No |
| Distribution_Name | ชื่อศูนย์กระจายสินค้า | nvarchar | 150 | | | No |
| Distribution_Province | จังหวัด | nvarchar | 100 | | | No |
| Distribution_Address | ที่อยู่ | nvarchar | 255 | | | No |
| Distribution_Tel | เบอร์ติดต่อ | nvarchar | 50 | | | Yes |

**ตารางที่3.4** คุณลักษณะต่างๆของตารางจังหวัด

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| TABLE NAME : TB_Province | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATTRIBUTE | DESCRIPTION | TYPE | LENGTH | PK | FK | ALLOW NULL |
| Province_Id | รหัสจังหวัด | int | 25 | Yes | | No |
| Province_Name | ชื่อจังหวัด | nvarchar | 150 | | | No |
| Region | ภาคของประเทศ | nvarchar | 100 | | | No |
| Distribution_Id | รหัสศูนย์กระจายสินค้าที่รับผิดชอบ | nvarchar | 25 | | Yes | No |

**ตารางที่3.5** คุณลักษณะต่างๆของจุดหมายปลายทาง

| TABLE NAME : TB_Destination | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATTRIBUTE | DESCRIPTION | TYPE | LENGTH | PK | FK | ALLOW NULL |
| Destination_Id | รหัสปลายทาง | int | 25 | Yes | | No |
| Destination_Address | ที่อยู่ของปลายทาง | nvarchar | 150 | | | No |
| Destination_SubDistrict | ตำบลของปลายทาง | nvarchar | 150 | | | Yes |
| Destination_District | อำเภอของปลายทาง | nvarchar | 150 | | | Yes |
| Province_Id | รหัสจังหวัด | int | 100 | | | No |
| Distribution_Id | รหัสศูนย์กระจายสินค้าที่รับผิดชอบ | nvarchar | 25 | | Yes | No |
| Distribution_Range | ระยะทางจากปลายทางถึงศูนย์ | float | | | | No |
| Distribution_Time | ระยะเวลาส่งจากปลายทางถึงศูนย์ | datetime | | | | No |

## 3.4 การทำข้อมูลให้สมบูรณ์และจำแนกประเภทข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลแล้วผู้ศึกษาได้นำข้อมูลตั้งต้นที่ได้จากการขนส่งมา ก็เข้ามาสู่ขั้นตอนการทำข้อมูลให้สมบูรณ์โดยจะทำการจัดการข้อมูลที่มีค่าเป็นค่าว่างหรือค่าไม่ถูกต้อง โดยอาจจะทำการแก้ไข ถ้าทำการแก้ไขไม่ได้ลบข้อมูลนั้นออก

**รูปที่3.1** ตารางรายการสินค้าก่อนการทำข้อมูลให้สมบูรณ์

| Sku_Index | Sku_Id | Product_Index | Size_Index | Package_Index | Item_Package_in... | UnitW... | Price1 | Price2 | Price3 | Str1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0010000003178 | 12176218... | 0010000055262 | 0010000000002 | 0010000165557 | 0010000165558 | 2.4667 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003179 | 12176218... | 0010000055263 | 0010000000002 | 0010000165559 | 0010000165560 | 2.4667 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003180 | 12176218... | 0010000055264 | 0010000000002 | 0010000165561 | 0010000165562 | 2.4667 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003181 | 12176218... | 0010000055265 | 0010000000002 | 0010000165563 | 0010000165564 | 2.4667 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003182 | 12176218... | 0010000055266 | 0010000000002 | 0010000165565 | 0010000165566 | 2.4667 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003183 | 12176218... | 0010000055267 | 0010000000002 | 0010000165567 | 0010000165568 | 2.5 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003184 | 12176218... | 0010000055268 | 0010000000002 | 0010000165569 | 0010000165570 | 2.5 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003185 | 12176218... | 0010000055269 | 0010000000002 | 0010000165571 | 0010000165572 | 2.5 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003186 | 12176218... | 0010000055270 | 0010000000002 | 0010000165573 | 0010000165574 | 2.5 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003187 | 12176218... | 0010000055271 | 0010000000002 | 0010000165575 | 0010000165576 | 0 | 7.15 | 2.35 | 9.5 | น้ำยาล้างไดทางช่องท้องชนิดถุงคู่ |
| 0010000003188 | 6213109 | 0010000055272 | 0010000000002 | 0010000165577 | 0010000165578 | 0 | 7.15 | 2.2 | 0 | สายต่อท่อล้างไต (TRANSFER S |
| 0010000003189 | 6213110 | 0010000055273 | 0010000000002 | 0010000165579 | 0010000165580 | 0 | 7.15 | 2.2 | 0 | ตัวหนีบสีน้ำเงิน (PORT CLAMP |
| 0010000003190 | 6213111 | 0010000055274 | 0010000000002 | 0010000165581 | 0010000165582 | 0.002 | 7.15 | 2.2 | 0 | MINICAP(ฝาปิดกันเชื้อ) |
| 0010000003191 | 6213147 | 0010000055275 | 0010000000002 | 0010000165583 | 0010000165584 | 0 | 7.15 | 2.2 | 0 | แท่นยึดจานหมุน (ORGANIZER |

**รูปที่3.2** ตารางรายการสินค้าหลังการทำข้อมูลให้สมบูรณ์

| D | Product_ID | Product_Name | Weight | Package_Name | Customer_Name |
|---|---|---|---|---|---|
| 601 | 1500080 | CASUMINA ยางนอก 70/90-14 4PR CA... | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 602 | 1500081 | DURO TUBE 2.50/2.75-14 | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 603 | 1500082 | NIKO(SMF) YTX-5 MC BATTERY | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 604 | 1500083 | DENSO WIPER BLADE 19" | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 605 | 1500084 | DENSO WIPER BLADE 21" | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 606 | 1500085 | 80D26L-MF ยัวซ่าแบตเตอรี่ (80D26L-MF) | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 607 | 1500086 | NS100MR ยัวซ่าแบตเตอรี่ (75D31R) | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 608 | 1500087 | NS60L ยัวซ่าแบตเตอรี่ (46B24L) | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 609 | 1500088 | NS60R ยัวซ่าแบตเตอรี่ (46B24R) | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 610 | 1500089 | DIN75L ยัวซ่าแบตเตอรี่ (DIN75L) | 0 | PAC | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 611 | 1500090 | ยางนอกดูโร่ DM1202F 100/90-12 (TL) | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 612 | 1500091 | ยางนอกดูโร่ DM1202 110/90-12 (TL) | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 613 | 1500092 | ยางนอกคาซูมิน่า CA140D 80/90-17 | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 614 | 1500093 | ยางนอกคาซูมิน่า CA128K 90/90-14 6PR | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |
| 615 | 1500094 | ยางนอกคาซูมิน่า CA142D 2.50-17 | 0 | ชิ้น | บริษัท บอร์เนียว เทคนิเคิล (ประเทศไท... |

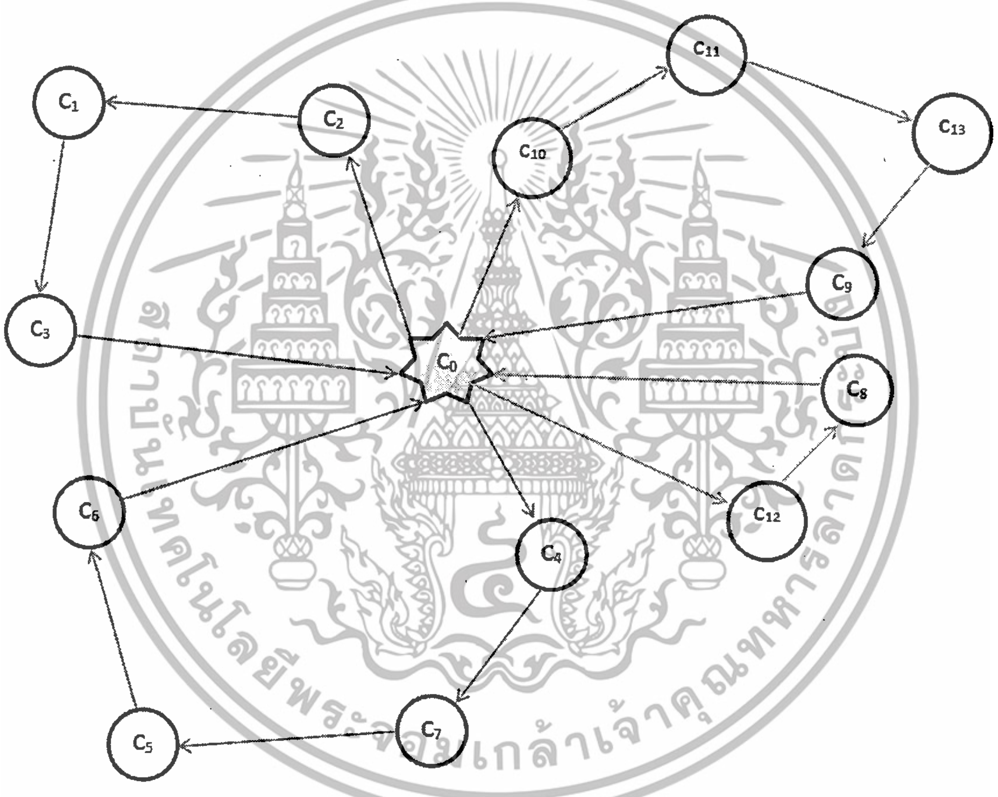
หลังจากการทำข้อมูลให้สมบูรณ์แล้ว จะเข้าสู่กระบวนการจำแนกประเภทข้อมูล(Classification) ลงไปในฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อให้ข้อมูลมีความพร้อมต่อการนำไปดำเนินการในขั้นถัดไป

## 3.5 การระบุเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบุเส้นทางการขนส่งจะใช้ขั้นตอนวิธี IACO(Improved Ant Colony Optimization) ซึ่งเป็นวิธีการผสมผสานระหว่างขั้นตอนวิธีอาณานิคมมดกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยขั้นเริ่มต้นจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นแล้วทำการสร้างเส้นทางการขนส่ง ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมและปรับเปลี่ยนค่าโดยกระบวนการกลายพันธุ์(Mutation) ถัดมาจะค้นหาเส้นทางการขนส่งที่เป็นไปได้และทำการปรับเปลี่ยนค่าฟีโรโมน(Pheromone) แล้วจะวนรอบทำงานซ้ำไปเรื่อยๆจนกว่าจะตรงเงื่อนไขที่หยุดการทำงานคือเส้นทางที่ปรากฏหรือค่าฟีโรโมนไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงจะทำการหยุดการวนรอบแล้วจะได้เส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง

**รูปที่3.3** เส้นทางการขนส่งก่อนการกลายพันธุ์




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | Customer ($C_x$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Route | 2 | 1 | 3 | |
| | 4 | 7 | 5 | 6 |
| | 12 | 8 | | |
| | 10 | 11 | 9 | 13 |

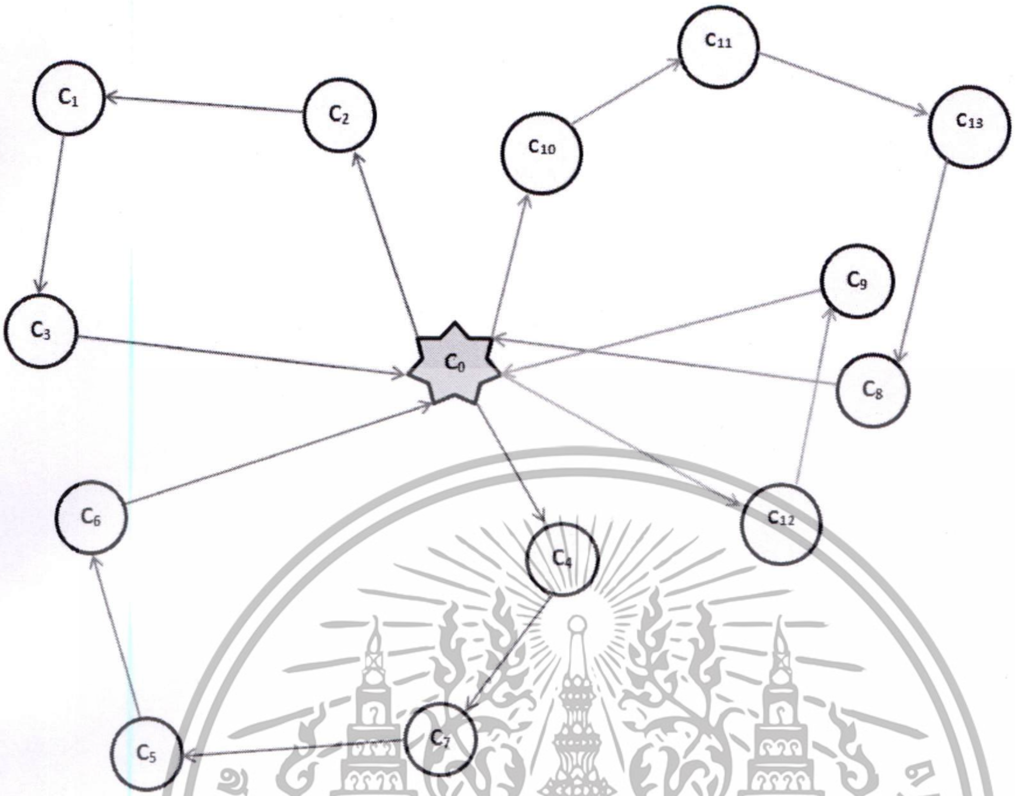
**Mutation**

| | Customer ($C_x$) | | | |
|---|---|---|---|---|
| Route | 2 | 1 | 3 | |
| | 4 | 7 | 5 | 6 |
| | 12 | 9 | | |
| | 10 | 11 | 8 | 13 |

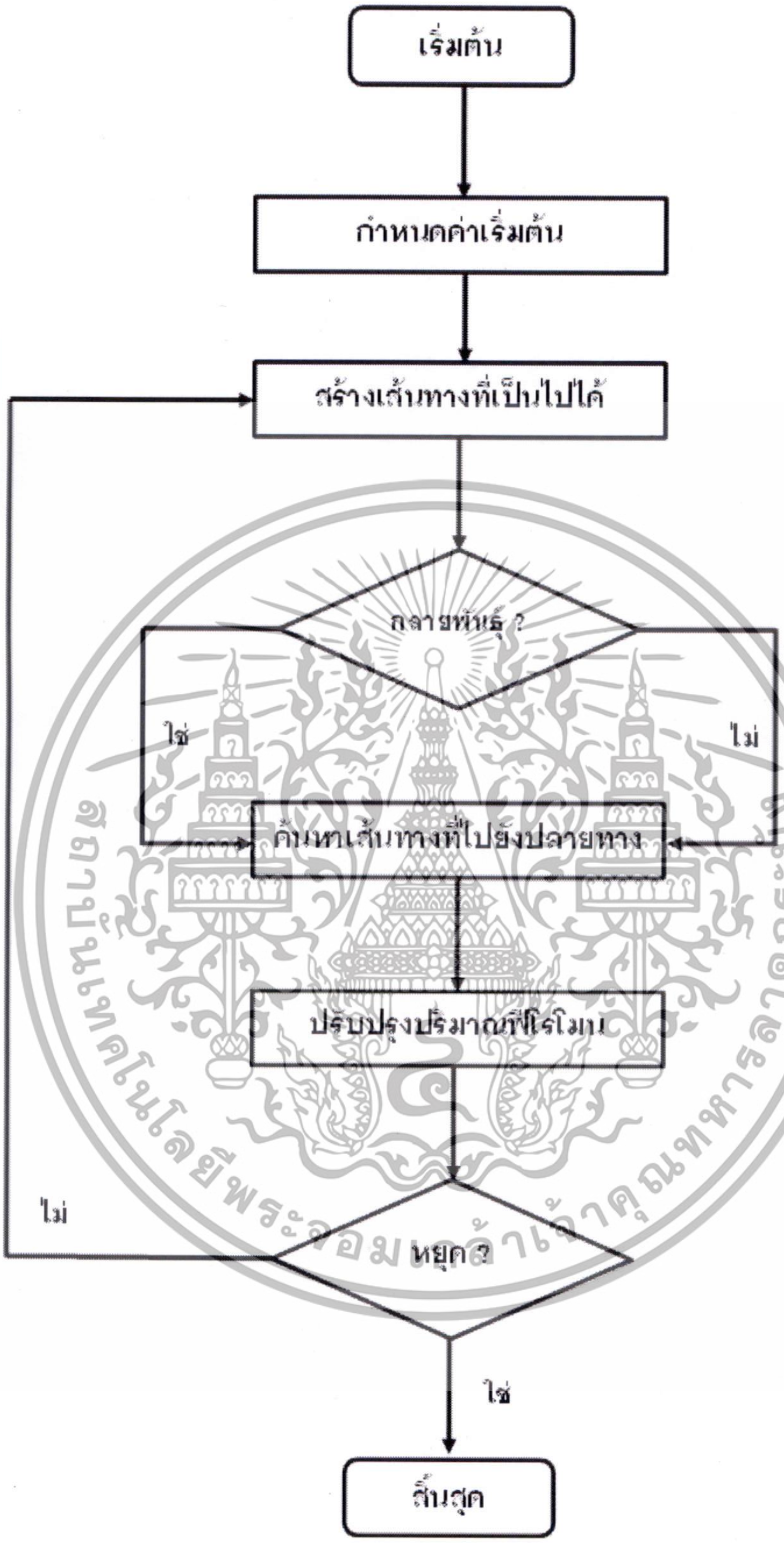
**รูปที่3.4** แสดงการกลายพันธุ์ของเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่3.5** เส้นทางการขนส่งหลังการกลายพันธุ์




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่3.6** Flowchart ของขั้นตอนวิธีแบบ IACO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของสมการที่จะใช้ในการทำวิธีอาณานิคมมดจะใช้หลักของความน่าจะเป็นตามสมการดังนี้

$$\mathrm{P}_{ij}(k) = \frac{{\tau_{ij}}^{\alpha} \times \frac{1}{\eta_{ij}^{\beta}}}{\sum({\tau_{ih}}^{\alpha} \times \frac{1}{\eta_{ij}^{\beta}})} \qquad (3.1)$$

$\mathrm{P}_{ij}(k)$ คือความน่าจะเป็นที่จะเลือกเส้นทางจาก i ไป j

$\tau_{ij}$ คือประมาณความหนาแน่นของฟีโรโมนในเส้นทาง i ไป j

$\eta_{ij}$ คือเส้นทางที่ปรากฏขึ้นระหว่างเส้นทาง i ไป j

$\alpha$ คือค่าที่ส่งผลความหนาแน่นของฟีโรโมนของฟีโรโมน

$\beta$ คือจำนวนเส้นทางที่แสดงขึ้นทั้งหมด

ส่วนในการปรับปรุงค่าฟีโรโมนนั้นจะทำการปรับปรุงโดยใช้สมการดังนี้

$$\tau_{ij}^{new} = \rho \times \tau_{ij}^{old} + \sum_{k}^{K} \Delta\tau_{ij}^{k} \qquad \rho \in (0,1) \qquad (3.2)$$

$\tau_{ij}^{new}$ *คือค่าฟีโรโมนของเส้นทาง i ไป j หลังการปรับปรุง*

$\tau_{ij}^{old}$ *คือค่าฟีโรโมนของเส้นทาง i ไป j ก่อนการปรับปรุง*

$\rho$ *คือค่าคงที่ของอัตราการระเหยของฟีโรโมน*

k *คือจำนวนเส้นทางทั้งหมด*

K *คือจำนวนเส้นทางทั้งหมดในกระบวนการ โดย* $K > 0$

$\Delta\tau_{ij}^{k}$ *คือปริมาณฟีโรโมนที่เพิ่มบนเส้นทาง i ไป j ของเส้นทาง k ที่ได้รับโดยรถแต่ละคัน*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*โดยค่า* $\Delta\tau_{ij}^{k}$ *จะมีค่าที่คิดได้จากสมการต่อไปนี้*

$$\Delta\tau_{ij}^{k} = \begin{cases} \frac{Q}{K \times L} \times \frac{D^k - d_{ij}}{m^k \times D^k}, & \text{ถ้าเส้นทาง } (i,j) \text{ อยู่บน } k \\ 0 \quad , & \text{กรณีอื่นๆ} \end{cases} \qquad (3.2)$$

$Q$ คือค่าคงที่ของฟีโรโมน

K คือจำนวนรถในกระบวนการ

$L$ คือระยะทางทั้งหมดของเส้นทางในกระบวนการทั้งหมด

$D^k$ คือระยะทางในกระบวนการของเส้นทาง $k$

$d_{ij}$ คือระยะทางของเส้นทางระหว่าง $i$ ไป $j$

$m^k$ คือจำนวนลูกค้าในกระบวนการของเส้นทาง $k$ โดย $m^k > 0$

| | Distance ($D_x$) | | | | Sum Distance ($SD_{route}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Route | $D_2$ | $D_1$ | $D_3$ | | $D_2 + D_1 + D_3$ |
| | $D_4$ | $D_7$ | $D_5$ | $D_6$ | $D_4 + D_7 + D_5 + D_6$ |
| | $D_{12}$ | $D_9$ | | | $D_{12} + D_9$ |
| | $D_{10}$ | $D_{11}$ | $D_8$ | $D_{13}$ | $D_{10} + D_{11} + D_8 + D_{13}$ |
| $\sum$ | $TL = SD_1 + SD_2 + SD_3 + SD_4$ | | | | |

| | Weight ($W_x$) | | | | Sum Weight ($SW_{route}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Route | $W_2$ | $W_1$ | $W_3$ | | $W_2 + W_1 + W_3$ |
| | $W_4$ | $W_7$ | $W_5$ | $W_6$ | $W_4 + W_7 + W_5 + W_6$ |
| | $W_{12}$ | $W_9$ | | | $W_{12} + W_9$ |
| | **$W_{10}$** | **$W_{11}$** | **$W_8$** | **$W_{13}$** | **$W_{10} + W_{11} + W_8 + W_{13}$** |
| $\sum$ | $TW = SW_1 + SW_2 + SW_3 + SW_4$ | | | | |

**รูปที่3.7** ตารางแสดงการหาระยะทางและน้ำหนักของแต่ละเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.6 แผนการดำเนินงาน

| รายการ | 2558 | | | | | 2559 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. |
| าการศึกษาค้นคว้าข้อมูล | | | | | | | | | | |
| าหนดปัญหาขอบเขตที่จะศึกษาและวัตถุประสงค์ | | | | | | | | | | |
| ษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | | | | | | | | | | |
| เคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล | | | | | | | | | | |
| ารทำข้อมูลให้สมบูรณ์และจำแนกประเภทข้อมูล | | | | | | | | | | |
| าการระบุเส้นทางการขนส่ง | | | | | | | | | | |
| าทำรูปเล่มเอกสาร | | | | | | | | | | |

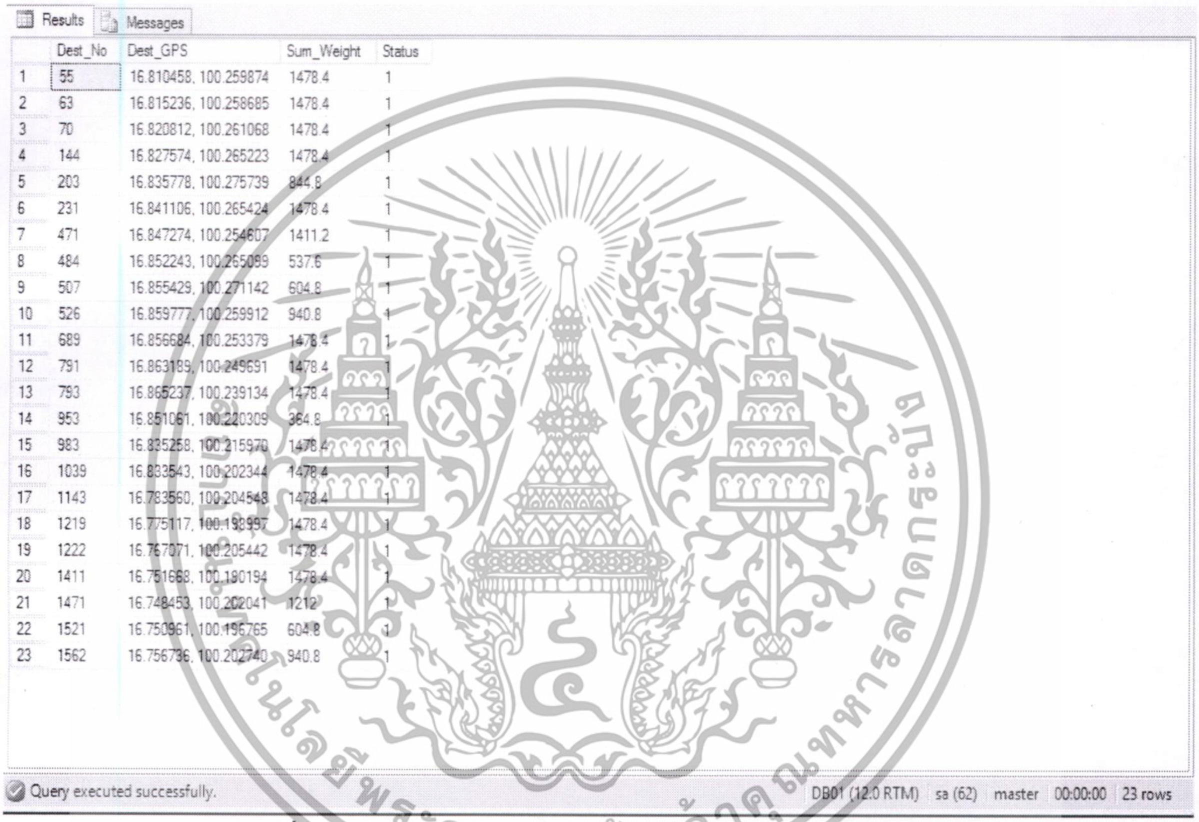
**รูปที่3.8** แผนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงานวิจัย

ในขั้นตอนแรกของการดำเนินงานวิจัยจะทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าเพื่อหาระยะทางของเส้นทางที่เกิดขึ้นของจุดส่งสินค้าซึ่งยกตัวอย่างมาทั้งหมด 23 จุด ดังภาพที่ 4.1



| | Dest_No | Dest_GPS | Sum_Weight | Status |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 55 | 16.810458, 100.259874 | 1478.4 | 1 |
| 2 | 63 | 16.815236, 100.258685 | 1478.4 | 1 |
| 3 | 70 | 16.820812, 100.261068 | 1478.4 | 1 |
| 4 | 144 | 16.827574, 100.265223 | 1478.4 | 1 |
| 5 | 203 | 16.835778, 100.275739 | 844.8 | 1 |
| 6 | 231 | 16.841106, 100.265424 | 1478.4 | 1 |
| 7 | 471 | 16.847274, 100.254607 | 1411.2 | 1 |
| 8 | 484 | 16.852243, 100.265089 | 537.6 | 1 |
| 9 | 507 | 16.855429, 100.271142 | 604.8 | 1 |
| 10 | 526 | 16.859777, 100.259912 | 940.8 | 1 |
| 11 | 689 | 16.856684, 100.253379 | 1478.4 | 1 |
| 12 | 791 | 16.863189, 100.249691 | 1478.4 | 1 |
| 13 | 793 | 16.865237, 100.239134 | 1478.4 | 1 |
| 14 | 953 | 16.851061, 100.220309 | 364.8 | 1 |
| 15 | 983 | 16.835258, 100.215970 | 1478.4 | 1 |
| 16 | 1039 | 16.833543, 100.202344 | 1478.4 | 1 |
| 17 | 1143 | 16.783560, 100.204548 | 1478.4 | 1 |
| 18 | 1219 | 16.775117, 100.198997 | 1478.4 | 1 |
| 19 | 1222 | 16.767071, 100.205442 | 1478.4 | 1 |
| 20 | 1411 | 16.751668, 100.190194 | 1478.4 | 1 |
| 21 | 1471 | 16.748453, 100.202041 | 1212 | 1 |
| 22 | 1521 | 16.750961, 100.196765 | 604.8 | 1 |
| 23 | 1562 | 16.756736, 100.202740 | 940.8 | 1 |



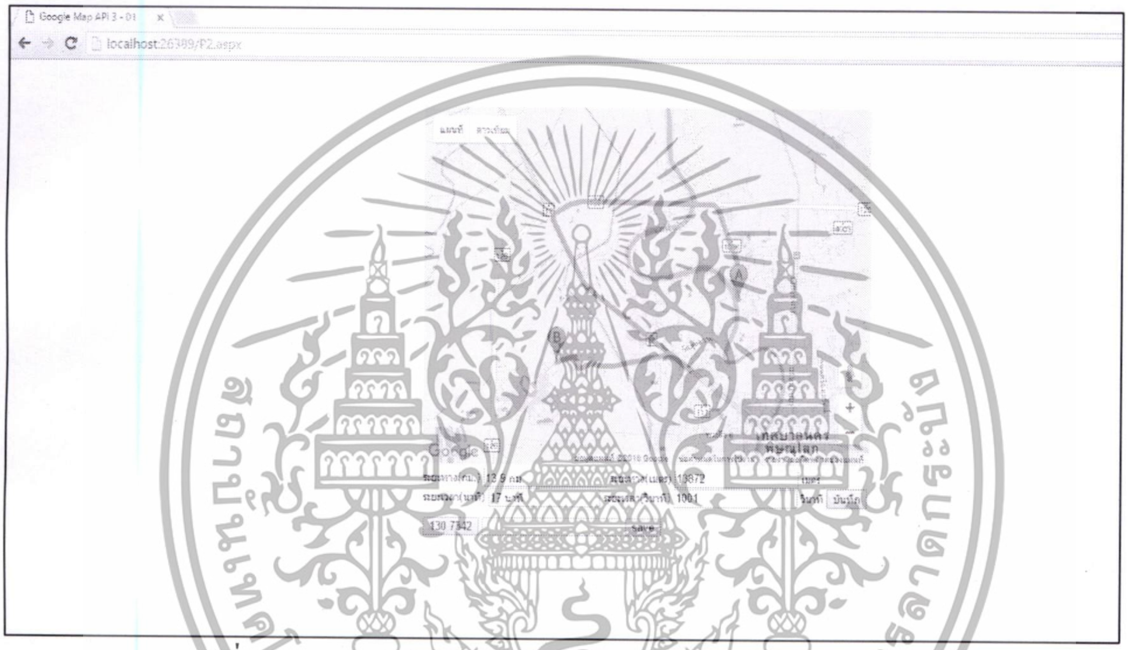
**รูปที่4.1** ข้อมูลจุดส่งสินค้าในระบบจัดการฐานข้อมูล

จากภาพจะแสดงข้อมูล 4 คอลัมน์ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสจุดส่งสินค้า(Dest_No), พิกัด GPS ของจุดส่งสินค้า(Dest_GPS), น้ำหนักสินค้าที่จะไปส่ง(Sum_Weight) และสถานะที่ระบุว่าเป็นจุดส่งสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า(Status) โดยพิกัด GPS ของจุดส่งสินค้าจะนำมาใช้ในการหาระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า ส่วนน้ำหนักสินค้าจะใช้เป็นตัวแปรตัวหนึ่งที่ใช้ในการระบุเส้นทางการขนส่ง

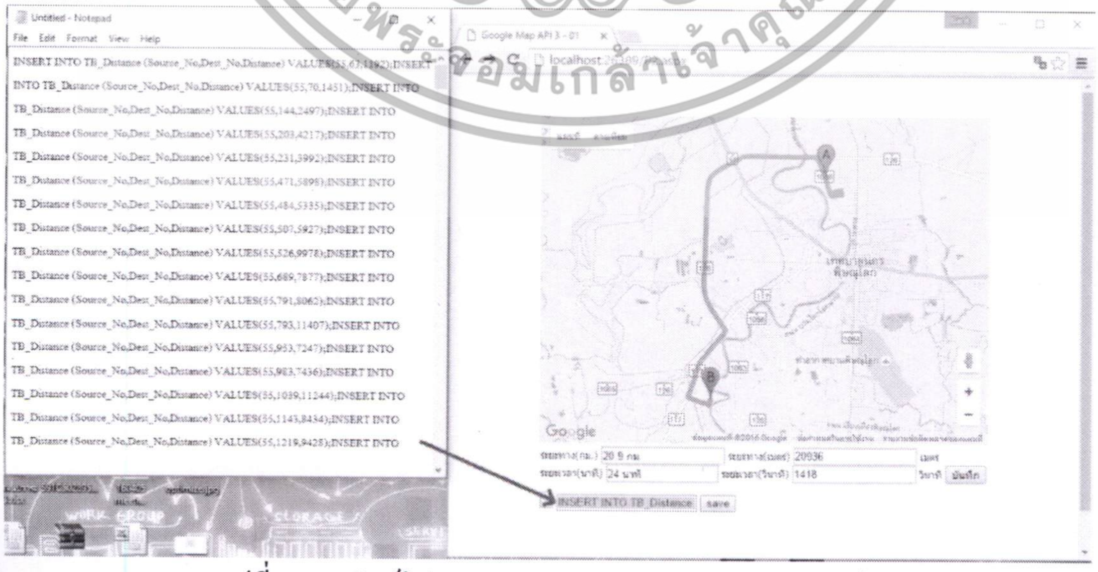
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1 การค้นหาเส้นทางและระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า

ข้อมูลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางและระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้าจะใช้ข้อมูลรหัสจุดส่งสินค้า(Dest_No) และพิกัด GPS ของจุดส่งสินค้า(Dest_GPS) จากรูปที่4.1 โดยนำข้อมูลของทั้งคู่มาเข้าสู่โปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้ภาษา HTML, JavaScript และC# ในการพัฒนาโดยทำการเรียกใช้ Google Map API เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้องซึ่งเป็นเส้นทางที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของพาหนะบนถนนซึ่งทำการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ ดังรูปที่4.2 หลังจากที่โปรแกรมทำงานเสร็จสิ้นจะทำการสร้างคำสั่งภาษา SQL เพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มรายการลงในฐานข้อมูล ดังรูปที่4.3




**รูปที่4.2** การทำงานของโปรแกรมหาระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า




**รูปที่4.3** ผลลัพธ์โปรแกรมหาระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราได้คำสั่งภาษา SQL จากโปรแกรมแล้วหลังจากนั้นจะนำมาทำงานบนฐานข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับเก็บข้อมูลของเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะประกอบด้วย จุดต้นทาง(Source_No), จุดปลายทาง(Dest_No) และระยะทาง(Distance) หลังจากนั้นก็ทำการปรับปรุงค่าตั้งต้นของฟีโรโมนของเส้นทางทั้งหมดที่เพิ่มไปเป็นค่า 0.5 ซึ่งเป็นค่ากลาง ซึ่งหลังจากการนำจุดส่งสินค้า 23 จุดผ่านกระบวนการทำงานของโปรแกรมจะได้รูปแบบเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าทั้งหมด 276 รูปแบบดังรูปที่4.4

Results | Messages

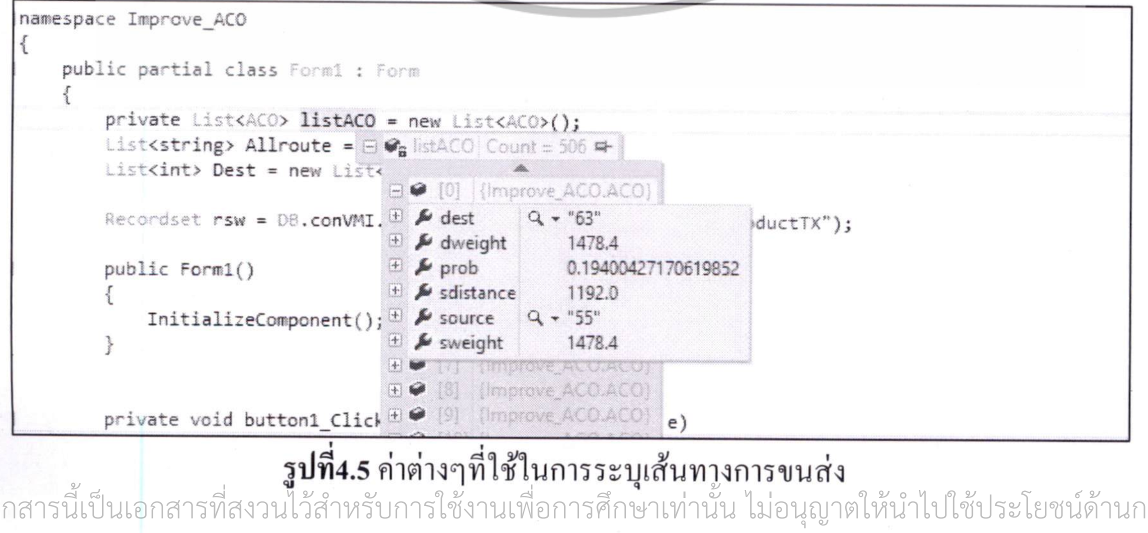
| | seq | Source_No | Dest_No | Distance | Pheromone | Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 55 | 63 | 1192 | 0.5 | 0 |
| 2 | 2 | 55 | 70 | 1451 | 0.5 | 0 |
| 3 | 3 | 55 | 144 | 2828 | 0.5 | 0 |
| 4 | 4 | 55 | 203 | 4549 | 0.5 | 0 |
| 5 | 5 | 55 | 231 | 4326 | 0.5 | 0 |
| 6 | 6 | 55 | 471 | 6229 | 0.5 | 0 |
| 7 | 7 | 55 | 484 | 5666 | 0.5 | 0 |
| 8 | 8 | 55 | 507 | 6258 | 0.5 | 0 |
| 9 | 9 | 55 | 526 | 10309 | 0.5 | 0 |
| 10 | 10 | 55 | 689 | 8208 | 0.5 | 0 |
| 11 | 11 | 55 | 791 | 8208 | 0.5 | 0 |
| 12 | 12 | 55 | 793 | 11407 | 0.5 | 0 |
| 13 | 13 | 55 | 953 | 7247 | 0.5 | 0 |
| 14 | 14 | 55 | 983 | 7436 | 0.5 | 0 |
| 15 | 15 | 55 | 1039 | 11244 | 0.5 | 0 |
| 16 | 16 | 55 | 1143 | 8434 | 0.5 | 0 |
| 17 | 17 | 55 | 1219 | 9428 | 0.5 | 0 |
| 18 | 18 | 55 | 1222 | 11596 | 0.5 | 0 |
| 19 | 19 | 55 | 1411 | 12386 | 0.5 | 0 |
| 20 | 20 | 55 | 1471 | 12489 | 0.5 | 0 |
| 21 | 21 | 55 | 1521 | 12388 | 0.5 | 0 |

Query executed successfully. DB01 (12.0 RTM) sa (57) master 00:00:00 276 rows

**รูปที่4.4** ตารางข้อมูลเส้นทางจุดส่งสินค้า

## 4.2 การระบุเส้นทางการขนส่ง

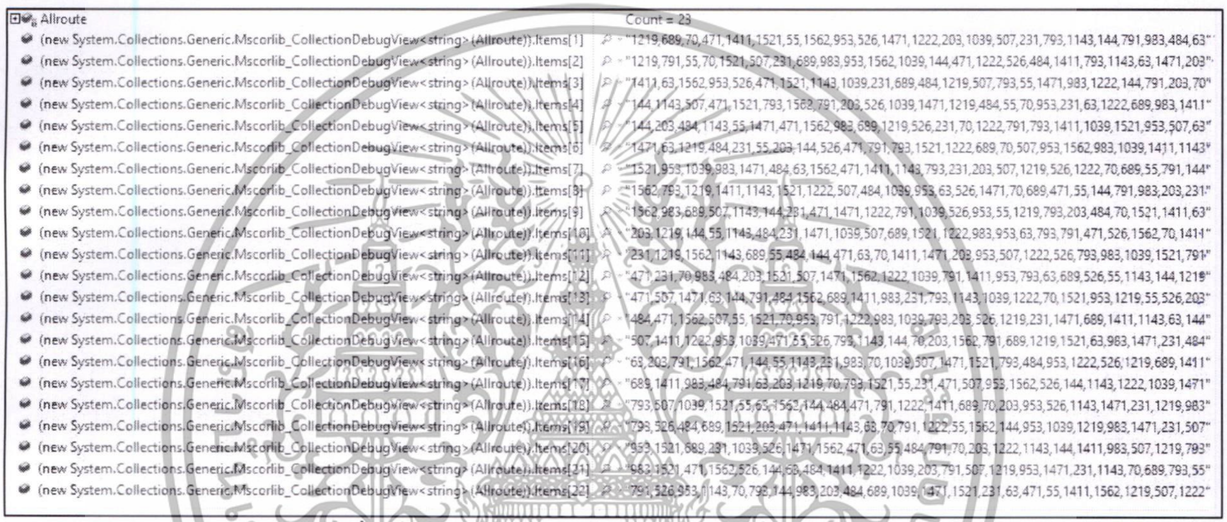
ในขั้นตอนแรกจะทำการคำนวนค่าความน่าจะเป็นของเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าพร้อมทั้งเก็บค่าที่มีความจำเป็นต่อการระบุเส้นทางการขนส่งไว้ในลิสต์ ดังรูปที่4.5




**รูปที่4.5** ค่าต่างๆที่ใช้ในการระบุเส้นทางการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 ค่าที่เก็บไว้ในลิสต์จะมี รหัสต้นทาง(source), รหัสปลายทาง(dest), ระยะทาง(sdistance), น้ำหนักรวมของสินค้าต้นทาง(sweight), น้ำหนักรวมของสินค้าปลายทาง (dweight), , และค่าความน่าจะเป็น(prob) ซึ่งความน่าจะเป็นคิดได้จากสมการ (3.1) ซึ่งนำมาเป็นตัวแปรที่ใช้ในการทำงานของการจัดการเส้นทางการขนส่ง หลังจากนั้นจะเป็นการนำค่าในลิสต์มาทำการจัดเส้นทางการขนส่งโดยทำการสุ่มรูปแบบการขนส่งของการส่งสินค้าไปจุดส่งสินค้าทั้ง 23 จุด เมื่อได้รูปแบบมาแล้วจะสมมุติว่ารูปแบบนั้นเป็นมดซึ่งจำนวนมดที่สร้างขึ้นมานั้น โดยจำนวนมดนั้นจะมีจำนวนเท่ากับจุดส่งสินค้า ซึ่งในกรณีนี้จะมีทั้งหมด 23 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ได้จะเป็นรูปแบบข้อความดังรูปที่4.6


```
Allroute    Count = 23
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[1]   "1219,689,70,471,1411,1521,55,1562,953,526,1471,1222,203,1039,507,231,793,1143,144,791,983,484,63"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[2]   "1219,791,55,70,1521,507,231,689,983,953,1562,1039,144,471,1222,526,484,1411,793,1143,63,1471,203"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[3]   "1411,63,1562,953,526,471,1521,1143,1039,231,689,484,1219,507,793,55,1471,983,1222,144,791,203,70"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[4]   "144,1143,507,471,1521,793,1562,791,203,526,1039,1471,1219,484,55,70,953,231,63,1222,689,983,1411"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[5]   "144,203,484,1143,55,1471,471,1562,983,689,1219,526,231,70,1222,791,793,1411,1039,1521,953,507,63"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[6]   "1471,63,1219,484,231,55,203,144,526,471,791,793,1521,1222,689,70,507,953,1562,983,1039,1411,1143"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[7]   "1521,953,1039,983,1471,484,63,1562,471,1411,1143,793,231,203,507,1219,526,1222,70,689,55,791,144"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[8]   "1562,793,1219,1411,1143,1521,1222,507,484,1039,953,63,526,1471,70,689,471,55,144,791,983,203,231"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[9]   "1562,983,689,507,1143,144,231,471,1471,1222,791,1039,526,953,55,1219,793,203,484,70,1521,1411,63"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[10]   "203,1219,144,55,1143,484,231,1471,1039,507,689,1521,1222,983,953,63,793,791,471,526,1562,70,1411"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[11]   "231,1219,1562,1143,689,55,484,144,471,63,70,1411,1471,203,953,507,1222,526,793,983,1039,1521,791"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[12]   "471,231,70,983,484,203,1521,507,1471,1562,1222,1039,791,1411,953,793,63,689,526,55,1143,144,1219"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[13]   "471,507,1471,63,144,791,484,1562,689,1411,983,231,793,1143,1039,1222,70,1521,953,1219,55,526,203"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[14]   "484,471,1562,507,55,1521,70,953,791,1222,983,1039,793,203,526,1219,231,1471,689,1411,1143,63,144"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[15]   "507,1411,1222,953,1039,471,55,526,793,1143,144,70,203,1562,791,689,1219,1521,63,983,1471,231,484"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[16]   "63,203,791,1562,471,144,55,1143,231,983,70,1039,507,1471,1521,793,484,953,1222,526,1219,689,1411"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[17]   "689,1411,983,484,791,63,203,1219,70,793,1521,55,231,471,507,953,1562,526,144,1143,1222,1039,1471"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[18]   "793,507,1039,1521,55,63,1562,144,484,471,791,1222,1411,689,70,203,953,526,1143,1471,231,1219,983"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[19]   "793,526,484,689,1521,203,471,1411,1143,63,70,791,1222,55,1562,144,953,1039,1219,983,1471,231,507"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[20]   "953,1521,689,231,1039,526,1471,1562,471,63,55,484,791,70,203,1222,1143,144,1411,983,507,1219,793"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[21]   "983,1521,471,1562,526,144,63,484,1411,1222,1039,203,791,507,1219,953,1471,231,1143,70,689,793,55"
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(Allroute)).Items[22]   "791,526,953,1143,70,793,144,983,203,484,689,1039,1471,1521,231,63,471,55,1411,1562,1219,507,1222"
```

**รูปที่4.6** รูปแบบการขนส่งของการส่งสินค้า

## 4.3 การจัดรถขนส่งสินค้า

ขั้นตอนถัดไปจะเป็นการนำรูปแบบเส้นทางที่ได้มาจัดรถโดยจะพิจารณาจากน้ำหนักที่จำกัดของรถ โดยจะมีสัญลักษณ์ “ > ” เป็นตัวคั่นระหว่างรูปแบบการขนส่งของรถแต่ละคันดังรูปที่4.7 หลังจากนั้นจะทำการเลือกค่าที่ระยะทางสั้นที่สุดมาเก็บไว้เพื่อพิจารณาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[0]  "1039,1562,70,1143,231,1521,471,793>526,983,507,63,953,1219,791,1222>55,1471,144,203,484,689,1411
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[1]  "1219,689,70,471,1411,1521,55,1562>953,526,1471,1222,203,1039,507,231>793,1143,144,791,983,484,63
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[2]  "1219,791,55,70,1521,507,231,689>983,953,1562,1039,144,471,1222,526>484,1411,793,1143,63,1471,203
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[3]  "1411,63,1562,953,526,471,1521,1143,1039>231,689,484,1219,507,793>55,1471,983,1222,144,791,203>70
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[4]  "144,1143,507,471,1521,793,1562,791,203>526,1039,1471,1219,484,55,70,953,231>63,1222,689,983,1411
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[5]  "144,203,484,1143,55,1471,471,1562>983,689,1219,526,231,70,1222>791,793,1411,1039,1521,953,507,63
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[6]  "1471,63,1219,484,231,55,203,144>526,471,791,793,1521,1222,689,70>507,953,1562,983,1039,1411,1143
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[7]  "1521,953,1039,983,1471,484,63,1562,471>1411,1143,793,231,203,507,1219>526,1222,70,689,55,791,144
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[8]  "1562,793,1219,1411,1143,1521,1222,507>484,1039,953,63,526,1471,70,689>471,55,144,791,983,203>231
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[9]  "1562,983,689,507,1143,144,231>471,1471,1222,791,1039,526,953,55>1219,793,203,484,70,1521,1411,63
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[10]  "203,1219,144,55,1143,484,231,1471>1039,507,689,1521,1222,983,953,63,793>791,471,526,1562,70,1411
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[11]  "231,1219,1562,1143,689,55,484,144>471,63,70,1411,1471,203,953,507>1222,526,793,983,1039,1521,791
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[12]  "471,231,70,983,484,203,1521,507>1471,1562,1222,1039,791,1411,953,793>63,689,526,55,1143,144,1219
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[13]  "471,507,1471,63,144,791,484,1562>689,1411,983,231,793,1143>1039,1222,70,1521,953,1219,55,526>203
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[14]  "484,471,1562,507,55,1521,70,953,791,1222,983>1039,793,203,526,1219,231,1471>689,1411,1143,63,144
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[15]  "507,1411,1222,953,1039,471,55>526,793,1143,144,70,203,1562,791>689,1219,1521,63,983,1471,231,484
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[16]  "63,203,791,1562,471,144,55>1143,231,983,70,1039,507>1471,1521,793,484,953,1222,526,1219>689,1411
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[17]  "689,1411,983,484,791,63,203>1219,70,793,1521,55,231,471,507,953>1562,526,144,1143,1222,1039,1471
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[18]  "793,507,1039,1521,55,63,1562,144,484,471>791,1222,1411,689,70,203,953,526>1143,1471,231,1219,983
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[19]  "793,526,484,689,1521,203,471,1411>1143,63,70,791,1222,55,1562>144,953,1039,1219,983,1471,231,507
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[20]  "953,1521,689,231,1039,526,1471,1562,471>63,55,484,791,70,203,1222>1143,144,1411,983,507,1219>793
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[21]  "983,1521,471,1562,526,144,63,484,1411>1222,1039,203,791,507,1219>953,1471,231,1143,70,689,793>55
(new System.Collections.Generic.Mscorlib_CollectionDebugView<string>(result)).Items[22]  "791,526,953,1143,70,793,144>983,203,484,689,1039,1471,1521,231,63>471,55,1411,1562,1219,507,1222
```

**รูปที่4.7** รูปแบบการขนส่งของการส่งสินค้าหลังการจัดรถ

## 4.4 การปรับปรุงค่าฟีโรโมน

หลังจากจัดรถขนส่งสินค้าแล้วจะทำการระยะทางรวมของรถแต่ละคันเพื่อนำมาปรับปรุงค่าฟีโรโมนของเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าที่อยู่ในเส้นทางที่เกิดขึ้นในรูปแบบเส้นทางการขนส่งของรถแต่ละคันตามสมการ (3.2) และ (3.3) จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่4.8

Results | Messages

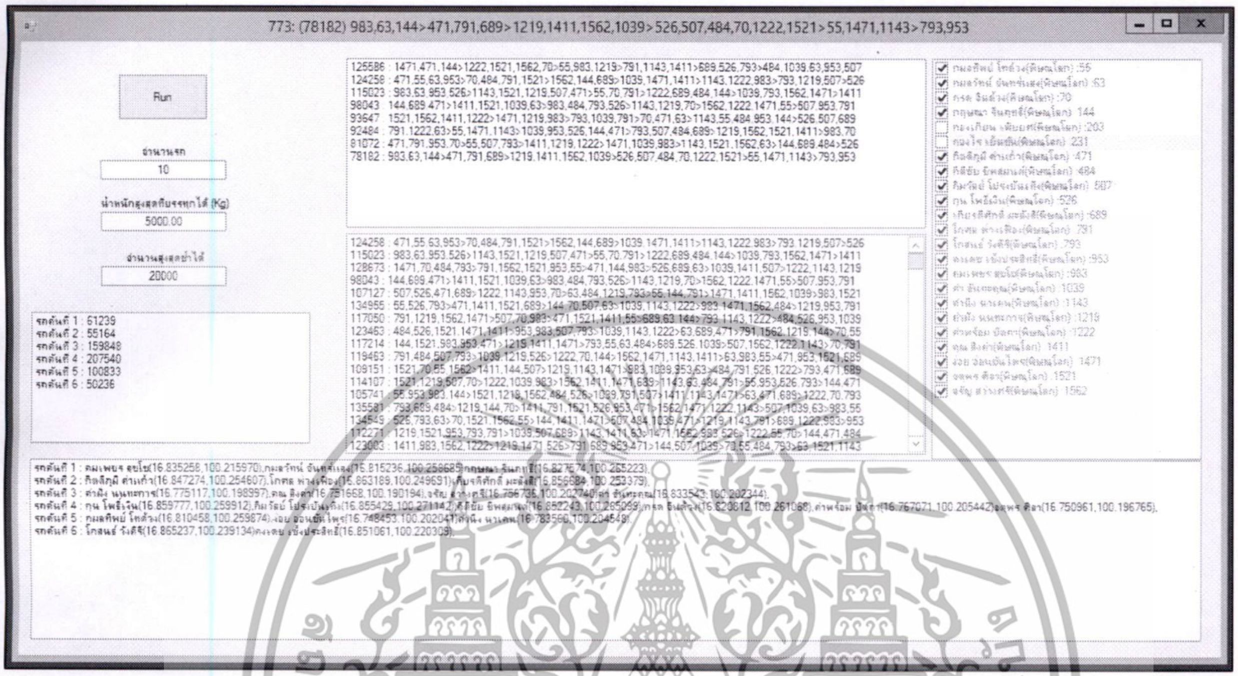
| | seq | Source_No | Dest_No | Distance | Pheromone | Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 55 | 63 | 1192 | 0.4140344682 | 0.100760955179118 |
| 2 | 2 | 55 | 70 | 1451 | 0.4184724545 | 0.055245437769971 |
| 3 | 3 | 55 | 144 | 2828 | 0.4205765824 | 0.0207503251015036 |
| 4 | 4 | 55 | 203 | 4549 | 0.4130751199 | 0.010314381817527 |
| 5 | 5 | 55 | 231 | 4326 | 0.3991553449 | 0.00846412971681569 |
| 6 | 6 | 55 | 471 | 6229 | 0.4008506186 | 0.00506937820964817 |
| 7 | 7 | 55 | 484 | 5666 | 0.4124187705 | 0.00490170123049056 |
| 8 | 8 | 55 | 507 | 6258 | 0.4096864305 | 0.00394086821569455 |
| 9 | 9 | 55 | 526 | 10309 | 0.391951519 | 0.00212949770295005 |
| 10 | 10 | 55 | 689 | 8208 | 0.40290285 | 0.00254846520122975 |
| 11 | 11 | 55 | 791 | 8208 | 0.4062572059 | 0.00236547453357542 |
| 12 | 12 | 55 | 793 | 11407 | 0.3918563283 | 0.00154342699941422 |
| 13 | 13 | 55 | 953 | 7247 | 0.3898496804 | 0.00230809285665381 |
| 14 | 14 | 55 | 983 | 7436 | 0.4181683974 | 0.00232666068278837 |
| 15 | 15 | 55 | 1039 | 11244 | 0.3868779782 | 0.0013788177313607 |
| 16 | 16 | 55 | 1143 | 8434 | 0.3995426384 | 0.00180590010318385 |
| 17 | 17 | 55 | 1219 | 9428 | 0.4080209766 | 0.00155476204492635 |
| 18 | 18 | 55 | 1222 | 11596 | 0.4046290236 | 0.00119290066970375 |
| 19 | 19 | 55 | 1411 | 12386 | 0.3849306646 | 0.000995881457894774 |
| 20 | 20 | 55 | 1471 | 12489 | 0.3971510507 | 0.000978661683771533 |
| 21 | 21 | 55 | 1521 | 12388 | 0.398710739 | 0.000945535109696636 |
| 22 | 22 | 55 | 1562 | 11506 | 0.4012208838 | 0.00096457726258906 |

Query executed successfully. DB01 (12.0 RTM) sa (61) master 00:00:00 276 rows

**รูปที่4.8** ตารางข้อมูลเส้นทางจุดส่งสินค้าหลังการปรับปรุงฟีโรโมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจะทำการวนขั้นตอนที่การระบุเส้นทางขนส่ง การจัดรถขนส่งสินค้าและการปรับปรุงค่าฟีโรโมน ไปจนและทำการเก็บค่าที่ดีที่สุดในแต่ละรอบไว้บนลิสต์ หลังจากนั้นจะทำการเลือกเส้นทางของมดที่มีระยะทางสั้นที่สุดดังรูปที่4.9




**รูปที่4.9** ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่4.9 ช่องลิสต์บ็อกด้านบนจะเก็บค่าของมดที่มีระยะเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจากมากไปหาน้อย ส่วนช่องลิสต์บ็อกด้านล่างจะเก็บค่าของมดที่ดีที่สุดในแต่ละรอบของการสร้างมด โดยตัวเลขข้างหน้าสัญลักษณ์ “ : ” จะเป็นระยะทางรวมของมดโดยมีหน่วยเป็นเมตร ส่วนชุดข้อมูลหลังสัญลักษณ์ “ : ” จะเป็นรูปแบบการเดินเส้นทางของรถแต่ละคัน โดยรูปแบบ “793,791” จะบ่งบอกถึงการเดินทางจากจุด 793 ไปยังจุด 791 ส่วนรูปแบบ “793,791,1222>983,70,231” จะเป็นรูปแบบที่บ่งบอกว่ารถคันที่ 1 เดินทางไปยังจุด 793,791,122 และรถคันที่ 2 เดินทางไปยังจุด 983,70,231 ซึ่งใช้สัญลักษณ์ “>” เป็นตัวแบ่งรถแต่ละคัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลงานวิจัย

ทางผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาและดำเนินการในเรื่องการจัดข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูลในครั้งนี้สามารถสรุปการศึกษาออกมาเป็นหัวข้อสรุปผลการวิจัย ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและดำเนินการโครงงานเรื่อง "การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล" ทางผู้ศึกษาได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C# HTML และ JavaScript ในการพัฒนาโปรแกรมโดยได้มีการเรียกใช้ Google Map API และได้มีการเชื่อมต่อฐานข้อมูลผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล SQL Server 2014 ที่อยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยโปรแกรมที่พัฒนาแบ่งเป็น 2 โปรแกรม ได้แก่ 1)โปรแกรมค้นหาเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้า 2)โปรแกรมจัดการเส้นทางการขนส่ง

1) โปรแกรมค้นหาเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้า

โปรแกรมค้นหาเส้นทางระหว่างจุดส่งสินค้าจะทำการอ่านค่าพิกัด GPS ของจุดส่งสินค้าแล้วทำการระบุจุดผ่าน Google Map API เพื่อหาระยะทาง โดยทำการวนรอบสร้างเส้นทางที่เป็นไปได้ขึ้นมาซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะออกมาเป็นคำสั่งเพิ่มรายการ(INSERT) ของภาษา SQL เพื่อที่จะนำไปเพิ่มค่ารายการลงในฐานข้อมูล โดยโปรแกรมนี้จะใช้เทคโนโลยี 2 อย่าง ได้แก่ ASPX และ Google Map API ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา C#, HTML และJavaScript

2) โปรแกรมจัดการเส้นทางการขนส่ง

โปรแกรมจัดการเส้นทางการขนส่งจะนำค่าจุดส่งสินค้า ระยะทาง และฟีโรโมนมาทำการหาค่าความเหมาะสมของแต่ละเส้นทาง หลังจากนั้นจะทำการสุ่มค่าออกมาจัดเส้นทาง โดยจะนำค่าน้ำหนักของสินค้าและความจุสูงสุดของรถแต่ละประเภทมาพิจารณเพื่อให้สามารถแบ่งสินค้าไปยังรถคันอื่นได้ แล้วทำการปรับปรุงค่าฟีโรโมน แล้วนำค่าที่ดีที่สุด(ระยะทางสั้นที่สุด)ในแต่ละรอบของการสร้างมดมาแสดงผล ถ้าระยะทางน้อยกว่ามดตัวที่ถูกเลือกตัวก่อนหน้านั้น จะทำการเก็บมดตัวนี้ไว้เป็นค่าที่ดีที่สุด ทำการวนรอบไปเรื่อยๆจนกว่าค่าที่ดีที่สุดจะมีค่าฟีโรโมนหรือจำนวนการวนรอบตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากการศึกษาและดำเนินการโครงงานเรื่อง “การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล” ทางผู้ศึกษาได้พบข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคดังนี้

1) ทำการปรับเปลี่ยนสมการให้เหมาะสมต่องานวิจัยในสมการที่ (3.1) เพื่อให้ค่าความเหมาะสมอยู่ในช่วงที่ง่ายต่อการนำไปใช้งานดังรูปที่5.1

$$\mathrm{P}_{ij}(k) = \frac{{\tau_{ij}}^{\alpha} \times {\eta_{ij}}^{\beta}}{\sum {\tau_{ih}}^{\alpha} \times {\eta_{ih}}^{\beta}} \qquad \text{ได้ปรับค่าเป็น} \qquad \mathrm{P}_{ij}(k) = \frac{{\tau_{ij}}^{\alpha} \times \frac{1}{\eta_{ij}^{\beta}}}{\sum({\tau_{ih}}^{\alpha} \times \frac{1}{\eta_{ij}^{\beta}})}$$

**รูปที่5.1** การปรับปรุงค่าสมการให้เหมาะสม

2) ค่าระยะทางที่ใช้ในสมการต้องมีหน่วยเป็นกิโลเมตร ซึ่งค่าระยะทางที่เก็บในฐานข้อมูลนั้นเป็นเมตร ซึ่งทางผู้ศึกษาได้ทำการแปลงหน่วยในกระบวนการการเขียนโปรแกรมแล้ว
3) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมไม่สามารถรองรับการทำงานของโปรแกรมได้เป็นเวลานาน ทำให้ต้องนำโปรแกรมไปทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่มีข้อมูลขนาดมหาศาล

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและดำเนินการโครงงานเรื่อง “การจัดการข้อมูลการขนส่งโดยการทำเหมืองข้อมูล” ทางผู้ศึกษาได้ขอแนะว่าเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลควรมีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้ได้ระยะเวลาที่สั้นลงเมื่อมีตัวแปรด้านเวลามาเป็นข้อจำกัด และประการสำคัญเมื่อมีจำนวนรถในการขนส่งที่จำกัด ควรจะมีการจำกัดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งแต่ละรอบ ส่งผลให้จุดที่ใช้ในการขนส่งลดน้อยลงทำให้ประมวลผลมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่มีระยะทางเป็นที่เป็นข้อจำกัดซึ่งเกิดในกรณีที่ทำสัญญากับผู้ขนส่งแบบเหมาคันโดยให้รถเคลื่อนโดยมีระยะทางขั้นต่ำเป็นตัวกำหนด ควรนำค่าในส่วนนี้เป็นข้อจำกัดที่เรื่องระยะทางขั้นต่ำเป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาอีกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


คณน สุจารี. (ม.ป.ป.). **Ant Colony optimization คือ**. สืบค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2558, จาก https://www.gotoknow.org/posts/99496

ฐิตินนท์ ศรีสุววรณดี และระพีพันธ์ ปิตาคะ โส. 2555. **การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการอาณานิคมมด กรณีศึกษา บริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด**. ม.ป.ท.

ธนา สาตรา และคณะ. 2555. **การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโดยมีข้อจำกัดด้านกรอบเวลาและพิจารณาระดับการบริการ**. ม.ป.ท.

บุญเสริม กิจศิริกุล. 2545. **โครงการวิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน ปีงบประมาณ 2545 โครงการย่อยที่ 7 อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล**. ม.ป.ท.

ผศ.สมจิตร อาจอินทร์. 2540. **ระบบฐานข้อมูล**. ขอนแก่น: โรงพิมพ์ขอนแก่นการพิมพ์.

พรฤดี เนติโสภากุล. 2554. **เทคโนโลยีการจัดการความรู้**. กรุงเทพฯ: หจก. มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

ไพฑูรย์ กำลังดี. (ม.ป.ป). **โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน**. ม.ป.ท.

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. (ม.ป.ป.). **Genetic Algorithm คือ**. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2558, จาก https://kapitaennem0.wordpress.com/2013/07/17/genetic-algorithm

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. 2555. **การทำข้อมูลให้สมบูรณ์ (Data Cleaning)**. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2558, จาก http://llem0nz.blogspot.com/2012/03/data-mining_6511.html

ไม่มีชื่อผู้แต่ง. 2558. **Algorithm คือ**. สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2558, จาก http://jsbg.joseph.ac.th/6150/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=95

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2551. **ระบบฐานข้อมูล**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Dorigo M, **Maniezzo V and Colorni A. The ant system: Optimization by a colony of cooperating agents**. IEEE Transactions on systems, 1996; 22(2): 340-349.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thangiah S. **A Hybird Genetic Algorithms, Simulated Annealing and Tabu Search Heuristic for Vehicle Routing Problems with Time Windows**. 3rd Practical Handbook of Genetic Algorithms.1999; 347-381.

Yu B, Yang Z and Yao B. **An improved ant colony optimization for vehicle routing problem.** European Journal of Operational Research, 2009; 196 171-176.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้