

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบริหารการขนส่งน้ำมัน โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม
MANAGEMENT SYSTEM IN OIL TRANSPORTATION BY
USING GENETIC ALGORITHM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2552

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ระบบบริหารการขนส่งน้ำมัน โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

MANAGEMENT SYSTEM IN OIL TRANSPORTATION BY USING
GENETIC ALGORITHM

ผู้จัดทำ

1. นายคุณาพจน์ ทองคำสุข รหัสนักศึกษา 49010095
2. นายณพล เหล่าโสภณพันธ์ รหัสนักศึกษา 49010231
3. นายปฏิภาณ วิกาหะ รหัสนักศึกษา 49010520



อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารการขนส่งน้ำมัน โดยใช้เงินอิเล็กทรอนิกส์

นายคุณาพจน์ ทองคำสุข 49010095
นายณพล เหล่าโสภานันท์ 49010231
นายปฏิภาณ วิกาหะ 49010520
อาจารย์สุภกิจ นุตยะสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีการปรับราคาตลอดเวลา ในแนวโน้มที่ราคาน้ำมันปรับตัวสูงขึ้นจะทำให้อัตราค่าขนส่งสินค้าเพิ่มสูงขึ้น การขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงไปยังสถานีบริการน้ำมันหรือปั้มน้ำมัน จำเป็นต้องใช้รถขนส่งน้ำมันขนาดใหญ่จำนวนมาก แต่การจัดลำดับการส่งน้ำมันยังใช้รูปแบบในลักษณะรถหนึ่งคันต่อหนึ่งปั้มน้ำมัน ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงปัญหาในกรณีปั้มน้ำมันในปริมาณที่น้อยไม่เต็มรถ ลักษณะดังกล่าวมาสะท้อนให้เห็นว่าการส่งน้ำมันไปยังปั้มน้ำมันยังขาดการจัดการเพื่อลดต้นทุน

โครงการนี้นำเสนอการจัดการการขนส่งน้ำมันจากโรงจ่ายไปยังสถานีบริการน้ำมัน โดยใช้เงินอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการของเงินอิเล็กทรอนิกส์ค้นหารูปแบบการจัดสรรปริมาณและลำดับของรถแต่ละคันที่ส่งไปยังสถานีบริการน้ำมัน นอกจากนี้เงินอิเล็กทรอนิกส์ทำงานจัดลำดับเส้นทางที่การขนส่งเพื่อที่ลดจำนวนรถขนส่งน้ำมัน การทดลองพบว่าเงินอิเล็กทรอนิกส์สามารถลดจำนวนรถขนส่งน้ำมัน และลดต้นทุนการขนส่งน้ำมันให้ต่ำลงได้

MANAGEMENT SYSTEM IN OIL TRANSPORTATION

BY USING GENETIC ALGORITHM

Mr. Khunaphot Thongkhamsuk 49010095

Mr. Napon Laosophapan 49010231

Mr. Patipan Wikhaka 49010520

Mr. Supakit Nootyaskool Advisor

Academic Year 2009

ABSTRACT

Nowadays, the changing of the fuel prices tend to increase and the increasing has more effect with transporting rate of goods. The previous system of the oil transporting from the oil refinery to the stations use more large trucks, which an order matches to a truck. The previous system also without considering a truck carries not full load. Some trucks are used half of space transporting to a station. From the mentioned, the oil transporting from oil refinery to the gas station has not applying management to reduce the cost.

This project proposed a system to manage the oil transporting from an oil refinery to gas stations by using genetic algorithm. Process of genetic algorithm (GA) is searching and ordering number of the truck and amount of carried oil to the gas station. GA tries to reduce number of run truck and maximize carried oil. Moreover, this system also calculates the path of each truck running to each station. The experiment was compared between the previous system and the proposed system. The results showing the technique of this project can reduce number of running truck and maximize carried oil to the gas station.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษาและคอยดูแลจาก
หลายๆ ฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำปริญญานิพนธ์ฉบับ
นี้ คอยให้ความเอาใจใส่สอบถามความคืบหน้าให้คำแนะนำและความช่วยเหลือเสมอมาคือ อาจารย์
สุภกิจ นุชยะสกุล ซึ่งต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้
การวิจัย และพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้ด้วยความสะดวกรวดเร็ว โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง
ที่มีไว้ ให้บริการสำหรับการค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ซึ่งท้ายที่สุดแล้วได้ประกอบกันเป็นส่วนหนึ่ง
ของโครงการนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในห้องปฏิบัติการฮาร์ดแวร์ที่คอยสร้างความสนุกสนาน
อยู่ในห้อง เป็นกำลังใจให้เสมอมา และที่ขาดไม่ได้คือ

ขอบคุณห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ที่ให้ที่อาศัย พักผ่อน และอาหารยามหิวทำให้มีแรงกายในการ
ทำงาน และที่ขาดไม่ได้เลยต้องขอขอบคุณบุคคลที่มีความสำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้
นั่นคือ บิดา มารดาและครอบครัวอันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งได้ให้การเลี้ยงดูคอยอบรมสั่งสอนข้าพเจ้า
มาเป็นอย่างดี พร้อมกับให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ อีกทั้งยังให้กำลังใจ มอบความรักให้
เสมอมาอย่างหาที่เปรียบไม่ได้ ข้าพเจ้าขอกราบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คุณาพจน์ ทองคำสุข
ณพล เหล่าโสภณพันธ์
ปฎิภาณ วิกาหะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 วิธีดำเนินการ.....	2
1.5 ส่วนประกอบของของรายงาน.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เจเนติกอัลกอริทึม (GENETIC ALGORITHM)	3
2.2 ขั้นตอนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม	7
2.3 วัฏจักรของเจเนติกอัลกอริทึม (GENETIC ALGORITHM CYCLE)	12
2.4 BRUTE FORCE.....	13
2.5 GOOGLE MAP API.....	14
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบ.....	16
3.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม	16
3.2 ทฤษฎีของเจเนติกอัลกอริทึม ที่ใช้สำหรับการออกแบบ.....	18
3.3 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้ ภาษา UML	22

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	38
4.1 การทดลองตอนที่ 1	38
4.2 การทดลองตอนที่ 2	44
4.3 สรุปผลการทดลอง	45
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป.....	46
5.1 บทสรุป.....	46
5.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน.....	46
5.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข.....	47
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	47
บรรณานุกรม.....	48
ภาคผนวก.....	49

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 2.1 เปรียบเทียบคำศัพท์ระหว่างพันธุศาสตร์กับเจเนติกอัลกอริทึม	6
ตาราง 3.1 ข้อมูลตัวอย่างเพื่อเข้ารหัสสำหรับการสร้างประชากร	18
ตาราง 3.2 ข้อมูลตัวอย่างที่ถูกเข้ารหัส	19
ตาราง 3.3 ระยะทางที่แต่ละจุดเชื่อมต่อกัน	22
ตาราง 4.1 ข้อมูลรายการน้ำมันที่ส่งของแต่ละสถานีบริการ	39
ตาราง 4.2 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 1	40
ตาราง 4.3 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 2	40
ตาราง 4.4 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 3	41
ตาราง 4.5 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 4	41
ตาราง 4.6 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 5	42
ตาราง 4.7 สรุปผลการทดลองการทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม	42
ตาราง 4.8 ผลจากการทดลอง การทำงานของ BRUTE FORCE	43
ตาราง 4.9 สรุปผลการทดลองการทำงานของ BRUTE FORCE	43
ตาราง 4.10 เปรียบเทียบการทดลอง BRUTE FORCE กับ เจเนติกอัลกอริทึม	43
ตาราง 4.11 สรุปผลการทดลองการทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม	44
ตาราง 4.12 สรุปผลการทดลองการทำงานของ การคำนวณแบบเก่า	44
ตาราง 4.13 เปรียบเทียบผลการทดลองการคำนวณแบบเก่ากับการคำนวณแบบเจเนติก	45
ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท.	49
ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ GOOGLE MAP	58

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
รูป 2.1 ลักษณะทางพันธุศาสตร์ของโครโมโซมควบคุมลักษณะของเมล็ดถั่ว	5
รูป 2.2 ลักษณะทางเจเนติกของการแก้ปัญหาในการหาค่าสูงสุดของ $F(X) = X^2$	6
รูป 2.3 โครโมโซมแบบไบนารี	7
รูป 2.4 โครโมโซมแบบค่า	7
รูป 2.5 โครโมโซมแบบลำดับ	8
รูป 2.6 โครโมโซมแบบต้นไม้	8
รูป 2.7 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบวงล้อรูเล็ตจากการสุ่มทั้งหมด 6 ครั้ง	9
รูป 2.8 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบ STOCHASTIC UNIVERSAL SAMPLING จากจำนวนตัวชี้ 6 ตัว	10
รูป 2.9 การครอสโอเวอร์	11
รูป 2.10 การมิวเตชัน	12
รูป 2.11 วัฏจักรของเจเนติกอัลกอริทึม	13
รูป 3.1 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม	16
รูป 3.2 โครโมโซมของประชากรที่ถูกเข้ารหัส	19
รูป 3.3 การครอสโอเวอร์ที่เกิดปัญหา	19
รูป 3.4 การครอสโอเวอร์สำหรับปัญหานี้	20
รูป 3.5 การมิวเตชันเมื่อ 1 รอบ	20
รูป 3.6 USE CASE DIAGRAM	24
รูป 3.7 LOGIN PAGE ของแอปพลิเคชัน	25
รูป 3.8 NEW ORDER PAGE ของแอปพลิเคชัน	25
รูป 3.9 EDIT ORDER PAGE ของแอปพลิเคชัน	26
รูป 3.10 SUMMARY PAGE ของแอปพลิเคชัน	26
รูป 3.11 USER PAGE ของแอปพลิเคชัน	27
รูป 3.12 SHOWPRICE PAGE ของแอปพลิเคชัน	27
รูป 3.13 CALCULATE PAGE ของแอปพลิเคชัน	28
รูป 3.14 SHOW MAP ของแอปพลิเคชัน	28
รูป 3.15 หน้าเว็บไซต์ LOGIN	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
รูป 3.16 หน้าเว็บไซต์ ชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผ่าน ถูกต้อง	29
รูป 3.17 หน้าเว็บไซต์ เมื่อต้องการสั่งซื้อน้ำมัน	30
รูป 3.18 หน้าเว็บไซต์ตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งหนึ่งก่อนยืนยัน	31
รูป 3.19 หน้าเว็บไซต์เมื่อทำรายการถูกต้องครบถ้วน	31
รูป 3.20 หน้าเว็บไซต์การสั่งซ้ํากันในวันเดียว	31
รูป 3.21 หน้าเว็บไซต์ การค้นหารายการสั่งซื้อ	32
รูป 3.22 หน้าเว็บไซต์ เมื่อต้องการแก้ไขรายการสั่งซื้อและยกเลิกรายการ	32
รูป 3.23 หน้าเว็บไซต์ ลำดับการขนส่งของรายการนั้นๆ	33
รูป 3.24 หน้าเว็บไซต์ตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งก่อนการแก้ไข	33
รูป 3.25 หน้าจอแสดง LOGIN	34
รูป 3.26 หน้าจอแสดง สั่งน้ำมัน	34
รูป 3.27 หน้าจอแสดง แก้ไข	35
รูป 3.28 หน้าจอแสดง เพิ่มผู้ใช้งาน	35
รูป 3.29 หน้าจอแสดงราคาน้ำมันรายวัน	36
รูป 3.30 หน้าจอแสดงการจัดเรียงน้ำมันลงรถบรรทุก	36
รูป 3.31 หน้าจอแสดงแผนที่หลังจากจัดเรียงน้ำมันลงรถบรรทุก	37
รูป 3.32 หน้าจอแสดงสรุปปริมาณน้ำมัน	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาวิกฤติพลังงานทางด้านน้ำมันเชื้อเพลิงมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ซึ่งในปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นถูกใช้ในภาคการขนส่งเป็นจำนวนมาก ทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดราคาสินค้าและบริการต่างๆ หากมีการพัฒนาระบบการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ มีการวางแผนการขนส่ง ก็จะสามารถลดต้นทุนในการขนส่งได้ ซึ่งในโครงการนี้จะเป็นการจัดรถบรรทุกเพื่อขนส่งน้ำมัน เนื่องจากการขนส่งน้ำมันในปัจจุบันระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันส่วนใหญ่ขนส่งผ่านทางรถบรรทุก ซึ่งต้องใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง ทำให้ต้นทุนราคาน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันต้องขึ้นอยู่กับต้นทุนของการขนส่งด้วย

การจัดการระบบขนส่งโดยการวางแผนจัดรถบรรทุก ปริมาณที่จะขนส่ง จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ขนส่ง จึงเข้ามามีส่วนสำคัญสำหรับการช่วยลดปริมาณน้ำมันที่ถูกใช้ไปในแต่ละรอบการขนส่ง และทำให้การขนส่งแต่ละเที่ยวมีความคุ้มค่า รวดเร็ว และเพียงพอต่อความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาแบบจำลองวิเคราะห์และวางแผนการขนส่งและการกระจายน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน
- 2) เพื่อจัดทำแผนการขนส่งและการกระจายน้ำมันสำหรับแต่ละคลังน้ำมัน
- 3) เพื่อพัฒนาโปรแกรม และเว็บแอปพลิเคชัน ในการจัดการขนส่งและการกระจายน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ศึกษาและทดลองประยุกต์ใช้ แบบจำลองวิเคราะห์และวางแผนการขนส่ง
- 2) เพื่อจัดทำแผนการขนส่งและการกระจายน้ำมันสำหรับแต่ละคลังน้ำมันให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- 3) พัฒนาโปรแกรม และเว็บแอปพลิเคชัน ที่สามารถทำงานได้ร่วมกันในการจัดการขนส่งและการกระจายน้ำมัน

1.4 วิธีดำเนินการ

- 1) ค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการและศึกษาระบบเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุงให้เข้ากับโครงการ
- 2) กำหนดขอบเขตของระบบของโครงการที่จะทำ
- 3) วิเคราะห์และออกแบบระบบโครงการที่จะทำ
- 4) จัดเตรียมเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบและเริ่มลงมือทำตามระบบที่ได้ออกแบบไว้
- 5) รวบรวมข้อผิดพลาดเพื่อนำมาวิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ส่วนต่างนั้นถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด

1.5 ส่วนประกอบของของรายงาน

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขอบเขตของงานวิจัย และส่วนประกอบของรายงาน

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงการ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึมและบริการของ Google Map ในการหาเส้นทาง

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม การออกแบบ เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดสรรรถทุกเพื่อขนส่งน้ำมันให้คุ้มค่าที่สุด และการออกแบบโปรแกรมจัดสรรรถทุกที่คุ้มค่าด้วยเจเนติกอัลกอริทึม โดยใช้ภาษา UML

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 เป็นบทวิจารณ์และสรุป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมในรูปแบบต่างๆ
- 2) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการขนส่งน้ำมันในปัจจุบัน และนำมาประยุกต์ใช้กับเจเนติกอัลกอริทึม
- 3) สามารถทราบถึงวิธีการวิเคราะห์และออกแบบของโปรแกรม จัดสรรรถทุกเพื่อการขนส่งน้ำมันที่คุ้มค่ามากที่สุด โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

กลไกเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary strategies) ค้นพบโดย I.Rechenber ในประเทศ เยอรมันนี้ 1960 เป็นจุดเริ่มต้นการพัฒนาเจเนติกอัลกอริทึม ในสหรัฐอเมริกา 1975 เจเนติกอัลกอริทึมถูกค้นพบโดย John Holland คือกระบวนการเลียนแบบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยเกี่ยวข้องกับยีน ต่อมาในปี 1992 John Koza ได้ใช้ เจเนติกอัลกอริทึมพัฒนาแล้ว เรียกว่า เจเนติกโปรแกรมมิ่ง (Genetic Programming) ทั้ง ทั้งเจเนติกอัลกอริทึมและเจเนติกโปรแกรมมิ่ง อยู่บนพื้นฐานการพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามหลักของธรรมชาติที่ว่าด้วย ทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติ และทฤษฎีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของยีน

การปรับเปลี่ยนสารพันธุกรรมของยีน หมายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้แนวทางเดียวกับวิธีการที่สิ่งมีชีวิตปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม หรือวิวัฒนาการ (Evolution) วิธีการที่ถูกโปรแกรมให้ทำการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงส่วนประกอบ ของระบบโดยการสร้างขึ้นมาใหม่ การตัดแปลง และการคัดสรรวิธีธรรมชาติใช้ ให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ มาใช้งาน ประโยชน์ของการแก้ปัญหา ได้แก่ การออกแบบสินค้า และตรวจสอบระบบการทำงานต่างๆ เป็นต้น

เจเนติกอัลกอริทึมเป็นการรวมกันระหว่างคำว่า เจเนติก และ อัลกอริทึม ซึ่งแต่ละคำมีความหมายดังนี้

เจเนติก คือ วิชาพันธุศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษากระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากบรรพบุรุษสู่รุ่นลูกหลาน โดย โครโมโซมจะเป็นตัวแทนในการถ่ายทอด โครโมโซมคือสายรหัสของดีเอ็นเอ ประกอบไปด้วยยีนซึ่งแต่ละยีนจะมีการบ่งบอกลักษณะพิเศษเอาไว้ เช่น สีตา สีผม ซึ่งโครโมโซมเหล่านี้มีบทบาทอย่างมากในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง ซึ่งจะมีปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดขึ้นในระหว่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละรุ่น ซึ่งจะมีกระบวนการที่เกิดขึ้นเหล่านี้ ทำให้เกิดวิวัฒนาการ ซึ่งจะเกิดปรากฏการณ์ ครอสโอเวอร์ (Crossover) การข้ามสายพันธุ์ และ การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่เรียกว่าวิวัฒนาการ

วิวัฒนาการในสิ่งมีชีวิต คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือคลี่คลายไปสู่ฐานะที่ดีขึ้นหรือเจริญขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางชีววิทยาจากสิ่งที่ย่ำแย่ ไปสู่สิ่งที่ยับยั้งมากขึ้น หรือยับยั้งน้อยลง เพื่อการดำรงอยู่ตามความเหมาะสมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องเปลี่ยนแปลงในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป และต้องใช้เวลาานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะมีกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ที่เรียกว่าวิวัฒนาการ นั่นคือ กระบวนการ คัดเลือก (Selection) และ การกลายพันธุ์ โดยคำนวณหาค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของปัญหา (Objective Function) กำหนดให้กับโครโมโซมแต่ละตัว เพื่อนำไปสู่กระบวนการคัดเลือก แต่บางปัญหาไม่สามารถที่จะคำนวณหาค่าเพื่อให้ได้ค่าความเหมาะสม ที่ตรงกับความจริงที่โครโมโซมนั้นควรจะได้รับ และสิ่งนี้จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้นในหาค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัว จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ และจะต้องถูกประมาณค่าที่ดี เพราะถ้าหาค่าความเหมาะสมสูงกว่าความเป็นจริงที่โครโมโซมนั้นควรได้รับ อาจทำให้เกิดความเสียหายในหารสืบค้นข้อมูลในแต่ละครั้ง และครั้งต่อไปได้ซึ่งในที่นี้หมายความว่า สมการหรือฟังก์ชันที่ใช้ในการหาค่าความเหมาะสมให้กับโครโมโซมแต่ละตัวไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน และชัดเจน ได้ดีเท่ากับค่าความจริงที่คำนวณได้จากมนุษย์หรือผู้ใช้ เช่นทางด้านศิลปะ เพลงสถาปัตยกรรม และการออกแบบ เป็นต้น ผู้ใช้สามารถให้ค่าความจริงว่าสิ่งที่ผู้ใช้เห็น หรือได้ยินนั้นอยู่ในระดับใด

2.1.1 ความหมายของเจเนติกอัลกอริทึม

เจเนติกอัลกอริทึม เป็นวิธีการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ โดยนำหลักการของพันธุศาสตร์ในวิชาชีววิทยาเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา โดยการจำลองรูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมา ประยุกต์ใช้กับปัญหาต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาเหล่านี้

2.1.2 ขั้นตอนทางพันธุศาสตร์ เจเนติกอัลกอริทึม

ขั้นตอนทางพันธุศาสตร์ คือ วิธีแก้ปัญหาหนึ่งที่ใช้ในการค้นหา (search) เพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด (Optimum points) จากการคิดค้นของ John Holland ทำให้สามารถค้นหาและแก้ปัญหาให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุดทั้งอาจจะเป็นจุดต่ำสุด (Minimum point) หรือจุดสูงสุด (Maximum point) สำหรับหลักการของวิธีการค้นหาแบบเจเนติกอัลกอริทึม ในการกำหนดว่าสิ่งมีชีวิตไหนมีลักษณะที่ดีหรือไม่ดีนั้นจะถูกกำหนดจากทฤษฎีการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization Theory) ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่ดีนั้นจะได้รับการสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่ดีขึ้น ในส่วนที่มีลักษณะที่ไม่ดีจะไม่ถูกสนับสนุนหรือไม่นำส่วนนี้มาพิจารณา

ดังนั้นในหลักการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม จึงถูกนำเสนอข้อมูลในรูปแบบโครโมโซมนั้นหมายความว่า คำตอบที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาจะถูกนำมาแปลงเป็นโครโมโซม เพื่อนำโครโมโซมไปใช้ในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยจะใช้ Fitness Function (ค่าความเหมาะสม) ที่มีความสอดคล้องกับ Objective Function (วัตถุประสงค์) กำหนดให้แต่ละโครโมโซม และโครโมโซมเหล่านั้นจะถูกนำมาพิจารณาว่าโครโมโซมใดควรนำมาสืบสายพันธุ์ต่อไปหรือโครโมโซมใดไม่ควรนำมาสืบสายพันธุ์ และจากการหาคำตอบโดยใช้โครโมโซม ในแต่ละรุ่นจะมีการสุ่ม (Generations) คำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา จึงทำให้

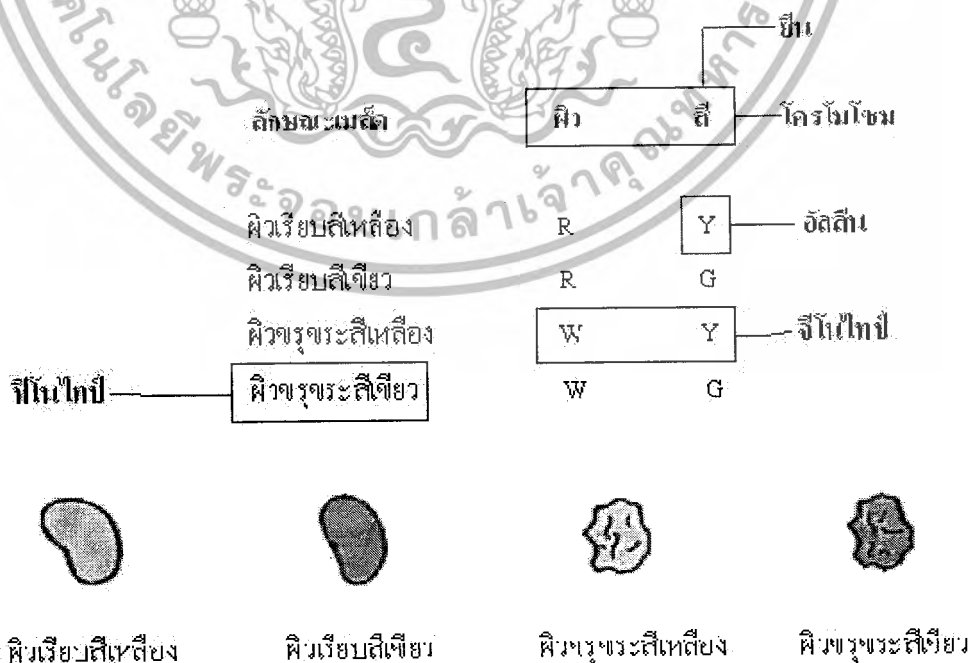
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจนติกอัลกอริทึม สามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดได้สมบูรณ์และเหมาะสมที่สุดซึ่ง
เจนติกอัลกอริทึมจะต่างกับวิธีการค้นหาและการทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแบบอื่นๆ คือ

- 1) เจเนติกอัลกอริทึมทำงาน โดยเข้ารหัสเป็นชุดพารามิเตอร์
- 2) เจเนติกอัลกอริทึม เป็นการค้นหาจากประชากร ไม่ใช่ค้นหาจากเพียงตำแหน่งๆ เดียว
- 3) เจเนติกอัลกอริทึมใช้ข่าวสารที่เป็นผลลัพธ์ฟังก์ชันเป้าหมาย โดยไม่ใช้การอนุพันธ์หรือความรู้อื่นๆ
- 4) เจเนติกอัลกอริทึมจะเป็นวิธีการใช้หลักความน่าจะเป็น ไม่ใช่วิธีการกำหนดได้

2.1.3 พันธุศาสตร์กับเจนติกอัลกอริทึม

เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล (Gregor Johann Mendel) บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ค้นพบ ลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น ลักษณะของผิว เมล็ดพืช สีของเมล็ดพืช ฯลฯ ที่ถูกถ่ายทอดไปยัง ลูกหลานนั้น ถูกควบคุมลักษณะที่เรียกว่า ยีน (Gene) และลักษณะย่อยที่เรียกว่า อัลลีล (Allele) เช่น ยีนควบคุมลักษณะของผิวเมล็ดจะมีอัลลีลเป็นผิวเรียบและขรุขระ เป็นต้น ซึ่งแต่ละยีนจะเรียงตัวอยู่บนโครโมโซม (Chromosome) ภายในเซลล์ ตำแหน่งของแต่ละยีนบนโครโมโซมเรียกว่า โลกัส (Locus) แต่ละแบบชุดยีนเรียกว่า จีโนไทป์ (Genotype) และลักษณะภายนอกที่ปรากฏเรียกว่า ฟีนโอไทป์ (Phenotype) ดังรูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะทางพันธุศาสตร์ของโครโมโซมควบคุม ลักษณะของเมล็ดถั่ว ซึ่งมียีนลักษณะของผิวเมล็ดคือ มีลักษณะเรียบ (R) หรือขรุขระ (W) และยีน ลักษณะสีของเมล็ดคือสีเหลือง (Y) และสีเขียว (G)

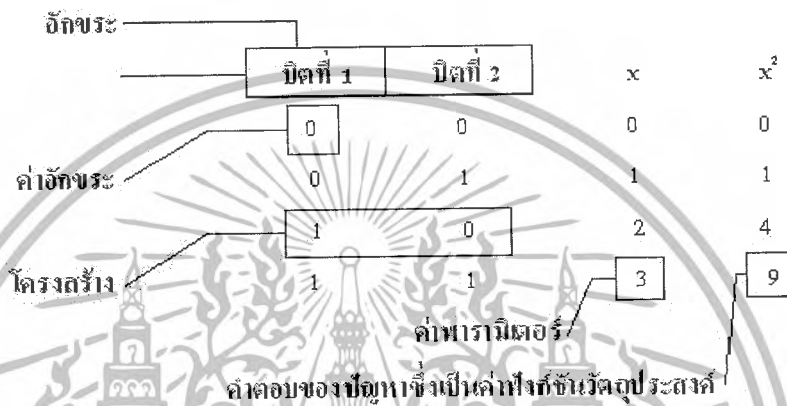


รูป 2.1 ลักษณะทางพันธุศาสตร์ของโครโมโซมควบคุมลักษณะของเมล็ดถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะทางพันธุศาสตร์ของโครโมโซมควบคุมลักษณะของเมล็ดถั่ว

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยเจเนติกอัลกอริทึม พารามิเตอร์ต่างๆ จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสตริง (String) หรือโครโมโซมประกอบด้วยอักขระ (Character) หรือบิต (Bit) แต่ละตำแหน่งของโครโมโซมที่ให้คำตอบของปัญหาแตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.2 เป็นการใช้เจเนติกอัลกอริทึมกับการแก้ปัญหาการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ โดยที่ x อยู่ในช่วง $[0,3]$ และค่าของ x จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปไบนารีสตริง (Binary String)



รูป 2.2 ลักษณะทางเจเนติกของการแก้ปัญหาในการหาค่าสูงสุดของ $f(x) = x^2$

เมื่อ x อยู่ในรูปไบนารีสตริงสามารถแปลงความหมายทางพันธุศาสตร์เทียบกับเจเนติกอัลกอริทึมได้ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบคำศัพท์ระหว่างพันธุศาสตร์กับเจเนติกอัลกอริทึม

พันธุศาสตร์	เจเนติกอัลกอริทึม
โครโมโซม	สตริง
ยีน	คุณลักษณะ, สตริง
อัลลีล	ค่าของคุณลักษณะ, ค่าบิต
โลกัส	ตำแหน่ง (String position)
จีโนไทป์	โครงสร้าง (Structure)
ฟีโนไทป์	โครงสร้างคำตอบ (A decode structure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ขั้นตอนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

2.2.1 การเข้ารหัสและสร้างประชากรเริ่มต้นจากการสุ่ม

ขั้นแรกของเจเนติกอัลกอริทึมคือ การเข้ารหัสหรือแปลงค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปของสตริงที่มีความยาวแน่นอน ซึ่งวิธีการเข้ารหัสขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาแต่ละปัญหา โดยในปัจจุบันมีปัญหาต่างๆ มากมายจึงทำให้รูปแบบการเข้ารหัสมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้น

2.2.2 การเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary Encoding)

เป็นรูปแบบการเข้ารหัสเริ่มแรกที่ทำมาใช้แก้ปัญหาของเจเนติกอัลกอริทึม โดยลักษณะของ Binary Encoding คือ ทุกตำแหน่งของยีนบน โครโมโซมจะมีค่าเป็นบิต 0 หรือ 1 ปัญหาที่ใช้รูปแบบ โครโมโซมนี้ในการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาของ Knapsack

โครโมโซม A :

1	1	0	0	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

โครโมโซม B :

1	0	0	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

รูป 2.3 โครโมโซมแบบไบนารี

2.2.3 การเข้ารหัสแบบค่า (Value Encoding)

เป็นรูปแบบที่การเข้ารหัสทุกตำแหน่งของยีนบน โครโมโซมจะมีค่าที่สามารถเชื่อมโยงไปยังปัญหาได้ เช่น ตัวอักษร จำนวนจริง คำสั่ง ฯลฯ

โครโมโซม A :

1.53	3.29	2.51	0.19	6.54
------	------	------	------	------

โครโมโซม B :

a	e	r	o	u
---	---	---	---	---

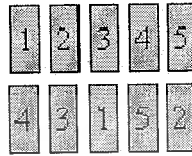
โครโมโซม C :

back	forward	right	left
------	---------	-------	------

รูป 2.4 โครโมโซมแบบค่า

2.2.4 การเข้ารหัสแบบลำดับ (Permutation Encoding)

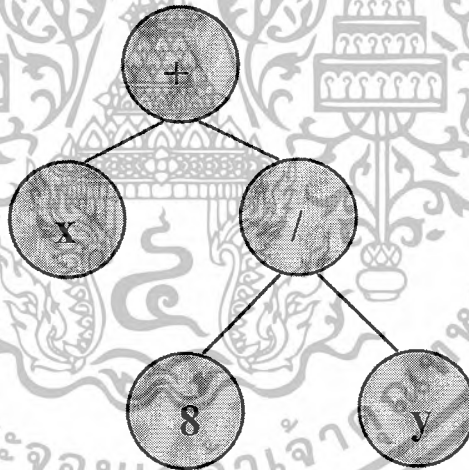
เป็นรูปแบบการเข้ารหัสที่ตำแหน่งต่างๆ บนโครโมโซมใช้ในการลำดับของปัญหา ซึ่งทุกตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมจะเป็นค่าของจำนวนนับที่แทนตำแหน่งในลำดับ ปัญหาที่ใช้รูปแบบโครโมโซมแบบลำดับนี้ในการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาการเดินทางของเซลล์แมน



รูป 2.5 โครโมโซมแบบลำดับ

2.2.5 การเข้ารหัสแบบต้นไม้ (Tree Encoding)

รูปแบบการเข้ารหัสที่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาสำหรับพัฒนาโปรแกรม เช่น ภาษา LISP โดยรูปแบบโครโมโซมจะมีทุกตำแหน่งของยีนจะเป็นโหนด (Node) ของต้นไม้



รูป 2.6 โครโมโซมแบบต้นไม้

ถ้าต้องการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ โดยที่ x มีค่าอยู่ระหว่าง $[0,31]$ ซึ่งเป็นวิธีการเข้ารหัสแบบไบนารีโดยแปลงพารามิเตอร์ x ให้อยู่ในรูปไบนารี 5 บิต จะได้พารามิเตอร์ของ x ที่มีค่าในช่วง 00000 จนถึง 11111 (0 - 31) เมื่อกำหนดวิธีการเข้ารหัสแล้ว ต่อจากนั้นจะเป็นการสร้างประชากรเริ่มต้นโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง สมมติว่าสุ่มประชากรเริ่มต้น 4 สตริงจะได้เป็น 01101 01100 11000 10110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ประชากรรุ่นเก่า (Old Population)

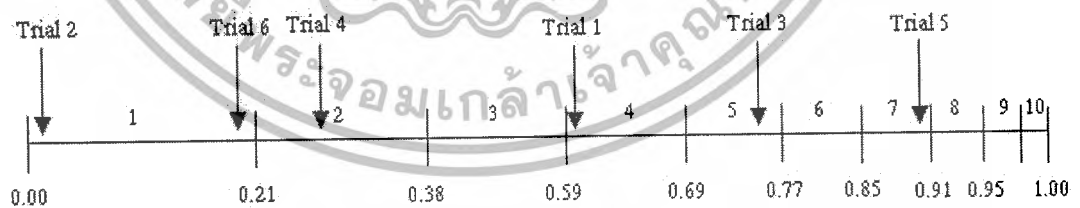
ประชากรรุ่นเก่า คือสตรึงที่จะถูกคัดเลือกไปเป็นต้นแบบสำหรับสร้างประชากรรุ่นใหม่(New Population) โดยประชากรรุ่นเก่าชุดแรกก็คือประชากรเริ่มต้นนั่นเอง

2.2.7 การคัดเลือก (Selection)

เป็นขั้นตอนสำหรับเลือกประชากรเพื่อใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นถัดไป โดยในขั้นแรกจะต้องหาค่าความเหมาะสม ของประชากรแต่ละตัว เพื่อบ่งบอกถึงความเหมาะสมที่จะนำไปพิจารณาว่าสมควรสืบสายพันธุ์ต่อหรือไม่ โดยแต่ละวิธีในการคัดเลือกจะอยู่ในหลักการที่ว่าประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากกว่าย่อมมีโอกาสได้รับการคัดเลือก เพื่อนำไปให้กำเนิดรุ่นถัดไปมากกว่า ซึ่งวิธีการคัดเลือกนั้นมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น

2.2.7.1 การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต (Roulette-Wheel Selection)

- 1) นำประชากรแต่ละตัวมาเรียงต่อกันเป็นเส้นตรงความยาวตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยให้ช่วงความยาวของเส้นตรงของแต่ละประชากรนั้นขึ้นกับค่าความเหมาะสม (Fitness) คือ หากมีค่าความเหมาะสมมาก จะมีช่วงความยาวบน เส้นตรงที่สร้างขึ้นแทนค่าของประชากรตัวนั้นยาว
- 2) สุ่มตัวเลขขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวชี้ไปยังตำแหน่งบนเส้นตรง
- 3) หากตัวชี้ชี้ไปยังประชากรตัวใดแล้วก็ถือว่า ประชากรตัวนั้นเป็นผู้ที่ถูกเลือก เพื่อใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นถัดไป
- 4) ทำขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 3 ซ้ำ จนกระทั่งได้ประชากรครบจำนวนที่จะ ใช้ในการกำเนิดประชากรรุ่นถัดไป ซึ่งแสดงวิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต ได้ดังรูป 2.7

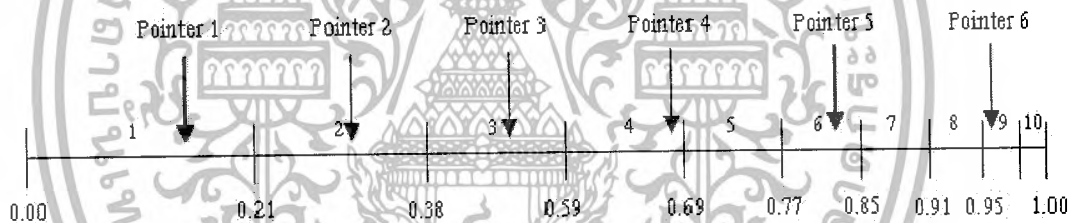


รูป 2.7 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบวงล้อรูเล็ตจากการสุ่มทั้งหมด 6 ครั้ง

2.2.7.2 Stochastic Universal Sampling

เป็นการคัดเลือกโดยจะดำเนินการคล้ายๆ กับวิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ แตกต่างกันเพียงในขั้นตอนสร้างตัวชี้ ซึ่งในวิธีนี้จะให้ระยะห่างระหว่างตัวชี้ครั้งที่ ซึ่งสามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- 1) นำประชากรแต่ละตัวมาเรียงต่อกันเป็นเส้นตรงความยาวตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยให้ช่วงความยาวของเส้นตรงของแต่ละประชากรนั้นขึ้นกับค่าความเหมาะสม (Fitness)
- 2) สร้างตัวชี้ โดยจำนวนตัวชี้จะเท่ากับจำนวนประชากรที่ต้องการใช้ ในการ กำหนดประชากรรุ่นถัดไป และตัวชี้แต่ละตัวจะชี้ไปยัง ตำแหน่ง $1/N_{point} * order$, เมื่อ N_{point} คือ จำนวนตัวชี้ ซึ่งเท่ากับ จำนวนประชากรรุ่น พ่อแม่ที่จะใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่น ถัดไป, $order$ คือ ลำดับตัวชี้มีค่า ตั้งแต่ 1 ถึง N_{point}
- 3) หากตัวชี้ชี้ไปยังประชากรตัวใดแล้ว ก็ถือว่าประชากรตัวนั้น เป็นผู้ที่ถูก เลือกเพื่อใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นถัดไป ดังรูป 2.8



รูป 2.8 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบ Stochastic Universal Sampling จากจำนวนตัวชี้ 6 ตัว

2.2.7.3 Local Selection

เป็นวิธีการเลือกสรรที่สนใจเฉพาะประชากรที่อยู่ในย่านที่กำหนด โดย ย่านที่กำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับ โครงสร้างของประชากรแต่ละตัวที่เรียงต่อกัน และระยะห่างที่กำหนด หรืออาจกล่าวได้ว่าย่าน คือ กลุ่มย่อยของประชากรที่เราสนใจเลือก ซึ่งเหมาะสมกับการวิเคราะห์ ปัญหาที่ต้องใช้จำนวนประชากรมากและสามารถแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- 1) เลือกประชากรที่อยู่ในกลุ่ม อาจใช้วิธีสุ่มโดยตรงหรือใช้วิธีการคัดเลือก แบบ วงล้อรูเล็ตต์ (Roulette-Wheel Selection) หรือ Stochastic Universal Sampling
- 2) กำหนดย่านของประชากรที่ถูกเลือก พร้อมทั้งกำหนดระยะห่างที่จะพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ในย่านกำหนด เลือกประชากรตัวที่มีความแข็งแกร่งที่สุด เพื่อนำมาใช้ในการกำเนิดรุ่นถัดไป

2.2.8 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator)

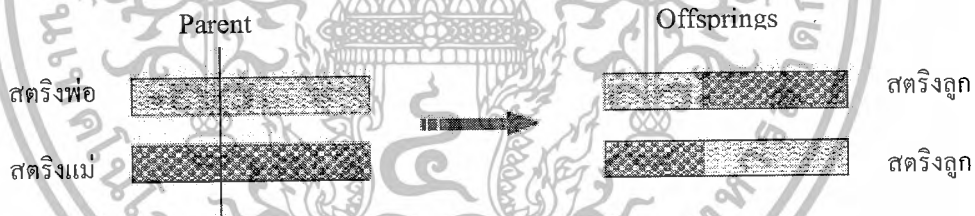
เป็นหลักสำคัญของเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งมีกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ ดังนี้

2.2.8.1 รีโพรดักชัน (Reproduction)

คือกระบวนการที่สร้างแต่ละตัวเลียนแบบค่าฟังก์ชันเป้าหมาย $f(x)$ โดยที่ฟังก์ชันนี้อาจเป็นการวัดผลตอบแทน ค่าอัตราประโยชน์ หรือสิ่งที่ต้องการให้เป็นค่าสูงสุด หรือค่าความเหมาะสม โดยสตรีงที่มีความเหมาะสมสูงกว่าก็จะมีแนวโน้มจะเป็นในการสนับสนุนรุ่นต่อไปได้สูงด้วย ตัวปฏิบัติการณ์นี้เกิดขึ้นจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ ตามทฤษฎีผู้รอดที่มีความเหมาะสมของชาร์ล ดาร์วิน ประชากรที่มีความเหมาะสมในธรรมชาติจะมีความสามารถในการรอดพันธุ์ ผู้ล่า โรคภัยไข้เจ็บ หรืออุปสรรคอื่นๆ ที่ต่อต้านการเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่จะสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนฟังก์ชันเป้าหมายจะเป็นสิ่งที่ใช้พิจารณาว่าสตรีงที่สร้างขึ้นจะมีชีวิตอยู่หรือตายจากไป

2.2.8.2 การครอสโอเวอร์

หลังจากประชากรทั้งหมดผ่านกระบวนการรีโพรดักชันแล้วจะทำการจับคู่สมาชิกในแมตติงพูล (Mating pool) หรือกลุ่มประชากรทั้งหมดจากการสุ่มและทำการไขว้สลับค่าที่อยู่หลังตำแหน่งที่เลือกไว้จากการสุ่ม ดังรูป 2.9



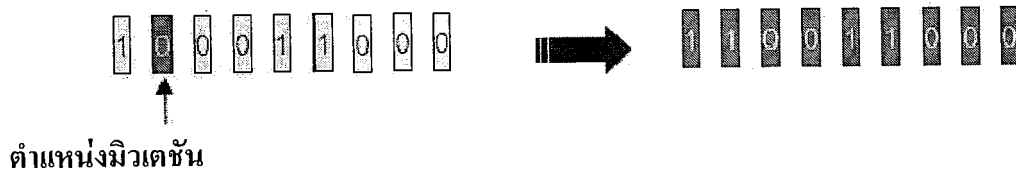
รูป 2.9 การครอสโอเวอร์

2.2.8.3 การมิวเตชัน

การมิวเตชันเป็นสิ่งจำเป็น ถึงแม้ว่ารีโพรดักชันและครอสโอเวอร์จะช่วยให้การค้นหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่บางครั้งก็มีการสูญเสียสิ่งที่สำคัญไป เช่น ค่า 1 หรือ 0 ในบางตำแหน่ง การมิวเตชันจะทำหน้าที่ป้องกันส่วนที่สูญเสียที่ไม่อาจเรียกคืนได้ในบางครั้ง การหาคำตอบของเจเนติกอัลกอริทึมอย่างง่าย คำตอบอาจติดอยู่ใน Local Optima ซึ่งการมิวเตชันด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้ได้คำตอบที่สามารถหลุดออกจาก Local Optima หรืออาจกล่าวได้ว่าโอเปอเรเตอร์ของการมิวเตชันเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งสตรีง ขั้นตอนในการมิวเตชันนั้นเมื่อได้ตำแหน่งมิวเตชันแล้วเปลี่ยนแปลงค่า ณ ตำแหน่งที่สุ่มนั้นในตัวอย่างดำเนินการกับการเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary Encoding) จะมีการเปลี่ยนที่เป็นไปได้จาก 1 เป็น 0 หรือ จาก 0 เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการมิวเตชันในธรรมชาติจริงๆ แล้วจะมีค่อนข้างต่ำ ในการนำไปใช้งานจะต้องมีการพิจารณาอย่างเหมาะสม



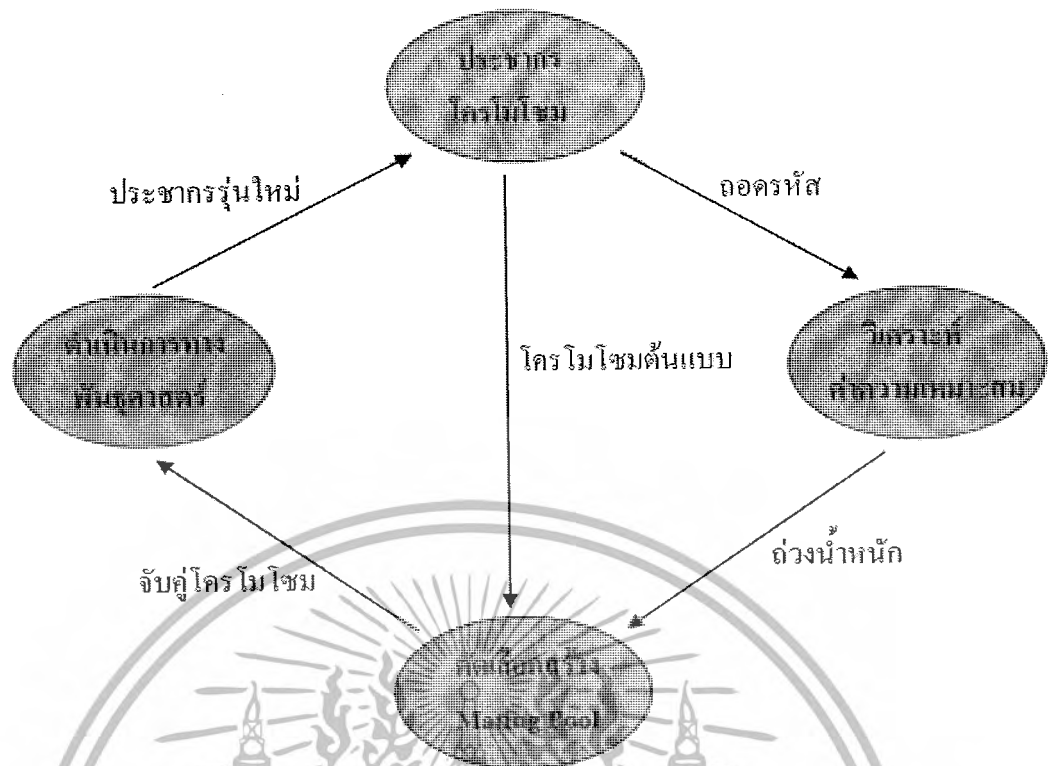
รูป 2.10 การมิวเตชัน

2.2.8.4 ประชากรรุ่นใหม่ (New population)

สตริงทั้งหมดที่ได้จากการกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมเรียกว่า ประชากรรุ่นใหม่ซึ่งจะกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับการดำเนินการต่อไป กระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมจะดำเนินการไปเรื่อยๆ จนกว่าจำนวนรุ่นจะมากกว่าจำนวนรุ่นที่กำหนดไว้สูงสุด

2.3 วัฏจักรของเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm Cycle)

- 1) การทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมเริ่มต้นขึ้นด้วยการสร้างประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) จากการสุ่มสร้างค่าแต่ละบิตของแต่ละโครโมโซม
- 2) ทำการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซม โดยลดรหัสค่าตัวแปรพารามิเตอร์ต่างๆ ของแต่ละบิตในโครโมโซมและคำนวณค่าความเหมาะสมจาก ฟังก์ชันความเหมาะสมที่กำหนดไว้
- 3) จากนั้นทำการสร้างชุดโครโมโซมต้นแบบ (Mating Pool) หรือชุดโครโมโซมพ่อแม่ที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบ โดยใช้การคัดเลือกทางธรรมชาติที่พิจารณาจากค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม ถ้าโครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมมากก็ จะมี โอกาสถูกคัดเลือกเป็นต้นแบบมาก
- 4) ดำเนินการทางพันธุศาสตร์โดยการสุ่มจับคู่โครโมโซมต้นแบบเพื่อสร้างประชากร รุ่นใหม่ ซึ่งกระบวนการทำงานดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.11



รูป 2.11 วัฏจักรของเจเนติกอัลกอริทึม

2.4 Brute Force

Brute Force อัลกอริทึม คือ ที่ทำงานไปเรื่อยๆ หากคำตอบจากความเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา แทนค่าทุกอย่างเท่าที่จะเป็นไปได้ แก้ปัญหาแบบที่ค่อยๆ ตรงๆ ไปตรงมานั่นเองถึงแม้วิธีนี้ดูเหมือนจะเป็นวิธีที่ไม่ฉลาดที่สุด เนื่องจาก

- 1) เป็นวิธีที่คิดออกง่ายที่สุด เป็นวิธีการแก้ปัญหาแรกที่โผล่มาในหัวเรา
- 2) เขียนโปรแกรมง่าย เนื่องจากเป็นแนวความคิดที่ง่ายๆ การเขียนโปรแกรมจึงง่ายตาม เพียงไม่กี่บรรทัดก็แก้ปัญหาได้แล้ว (แม้จะมีประสิทธิภาพต่ำ)
- 3) เหมาะสมสำหรับปัญหาเล็กๆ หากปัญหาของเรามีขนาดเล็ก เช่นจำนวนข้อมูลมีน้อยๆ เพียง 20 ตัว ($n = 20$) แต่ในบางปัญหา input แค่ $n = 20$ ตัว มีความเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาเป็น $n!$ ทำให้เสียเวลาที่ใช้ในการประมวลผล
- 4) วิธีนี้ เอาไว้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน

2.4.1 ตัวอย่าง Pseudo code Brute Force

- 1) หยิบวัตถุขึ้นมาทีละชิ้น ถ้าวัตถุหมดก็สิ้นสุด
- 2) ตรวจสอบว่าวัตถุนั้นเป็นสิ่งที่เราต้องการหรือไม่
- 3) ถ้าใช่ ให้คืนค่าไม่ซ้ำกลับไปข้อ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัตถุ a_i แต่ละชิ้น

```
{
    ถ้า  $P = (a_i)$  แล้ว
    คืนค่า  $a_i$ 
}
```

2.5 Google Map Api

Google Maps API เป็นเครื่องมือสามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในเว็บเพจที่ต้องการได้โดยเขียนเป็นรหัส html และ javascript ในรูปแบบที่ไม่สลับซับซ้อน สำหรับงานแผนที่อย่างง่าย Google Maps API มีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในลักษณะหมุดปัก (Push pin / Place marker) ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงข้อมูลประกอบแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่ตัว หมุดปัก นั้นๆ หรือองค์แผนที่แบบเส้น (Polyline) พื้นที่ (Polygon) และภาพ (Ground overlay) บริการด้านแผนที่ของ Google นี้เริ่มต้นตั้งแต่กลางปีค.ศ. 2005 เป็นบริการฟรี

Google Maps API เป็น โปรแกรมรหัสเปิด (Open source program) ในภาษาจาวาสคริปต์ จึงทำให้ผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าไปดูรายละเอียดของรหัสโปรแกรมได้สะดวก รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขโปรแกรมได้ทำให้ Google Maps API มีผู้ใช้อย่างกว้างขวาง

2.5.1 Google Maps mashup

คำว่า “mashup” หรือ “mash-up” เป็นศัพท์เฉพาะในแวดวงของนักพัฒนาแอปพลิเคชัน แบบที่มีเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย ประเภทที่ทำเต็มต่อขึ้นเองโดยใช้เครื่องมือพัฒนา และ ทรัพยากรที่ทางผู้ให้บริการจัดไว้ให้ เป็นคำใหม่ที่ใช้กันในปี 2005 Mashup ที่กล่าวถึงกันมากในแวดวงนักพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้บนอินเทอร์เน็ตมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ส่วน ส่วนแรกคือ application program interface (API) และทรัพยากรสนับสนุนจากเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ และส่วนที่ 2 คือ โปรแกรมและทรัพยากรของผู้พัฒนาแอปพลิเคชันนั้น (ติดตั้งอยู่ที่เว็บไซต์ของผู้พัฒนา) ตัวอย่างกรณีของ Google Maps mashup ก็จะหมายถึงเว็บเพจที่นักพัฒนาเว็บไซต์สร้างขึ้นให้มีส่วนประกอบที่เป็นแผนที่ที่สามารถทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ โดยมีแผนที่ฐานเป็นส่วนที่ Google จัดไว้ให้แล้ว และมีข้อมูลแผนที่ของตนเองซ้อนทับในลักษณะหมุดปัก (ที่สามารถแสดงข้อความซึ่งแฝงอยู่เมื่อผู้ใช้คลิกที่หมุดเหล่านั้น) หรือลักษณะอื่นที่สลับซับซ้อนกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ความรู้ความชำนาญที่ควรมีในผู้ใช้ Google Maps API

การจัดทำ Google Maps mashup จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานในการสร้าง web page ด้วยภาษา html/ xhtml การเขียน โปรแกรม javascript ความรู้เรื่องการแผนที่และภูมิศาสตร์ และ ความรู้ในด้าน xml technology

2.5.3 ขั้นตอนหลักในการดำเนินการจัดทำ Google Maps mashup

- 1) ยื่นคำขอ API Key สำหรับ URL ของเว็บไซต์ที่จะใช้บริการ Google Maps API เว็บไซต์เราจะนำเว็บเพจที่มี Google Maps เป็นองค์ประกอบไปวางไว้ (URL ที่ยื่นคำขอรับ API Key:- <http://www.google.com/apis/maps/signup.html>)
- 2) เขียน โปรแกรมสร้างเว็บเพจที่ใช้ Google Maps API ช่วยสร้างแผนที่(แหล่งเอกสารอ้างอิง:- <http://www.google.com/apis/maps/documentation/reference.html>)
- 3) Upload งานที่ทำเสร็จแล้วขึ้นสู่เว็บไซต์ และทดลองใช้งาน

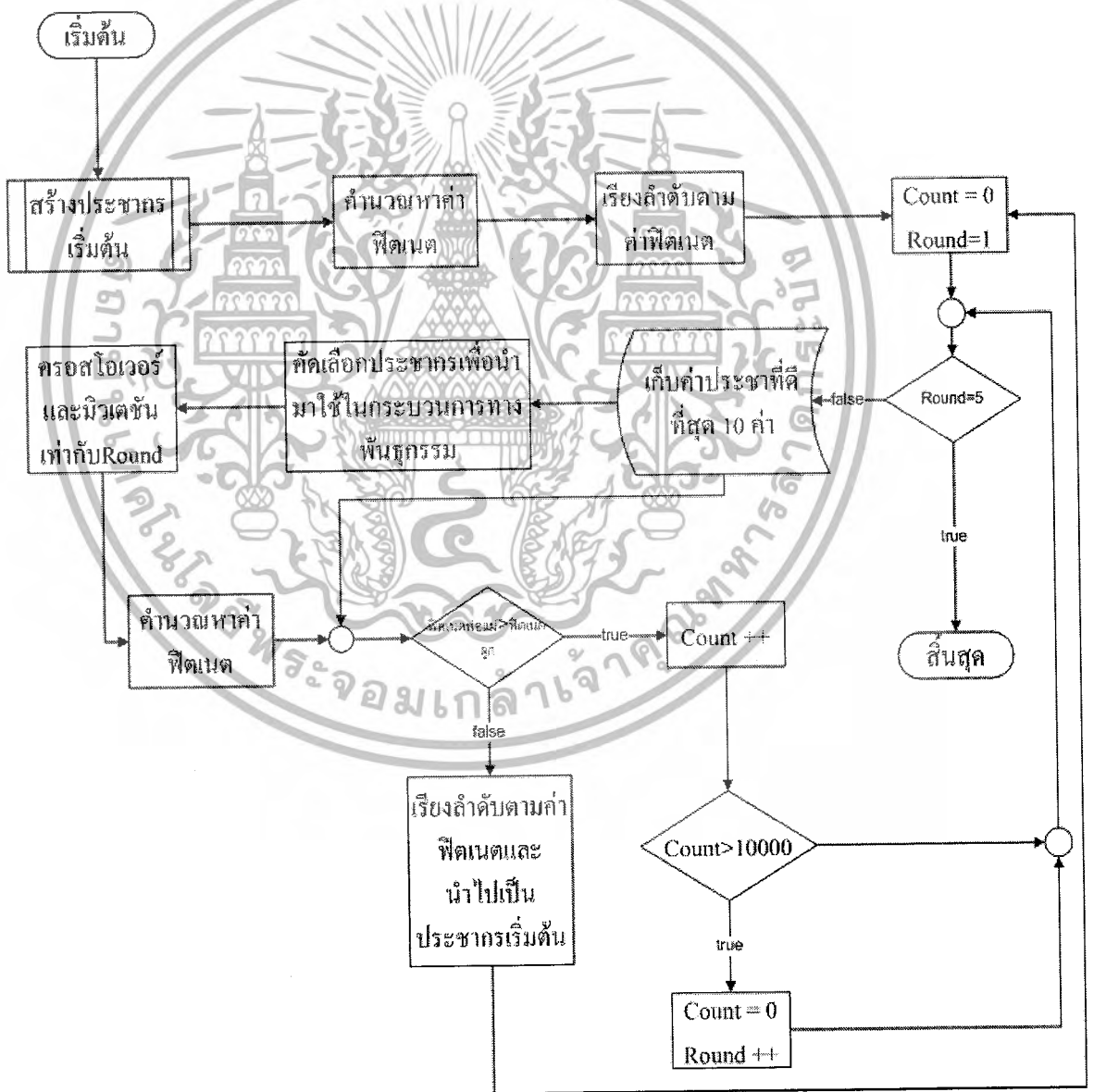


บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม การออกแบบ เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดสรรรถทุกเพื่อขนส่งน้ำมันให้คุ้มค่าที่สุด และการออกแบบโปรแกรมจัดสรรรถทุกที่คุ้มค่าที่สุดด้วยเจเนติกอัลกอริทึม โดยใช้ภาษา UML

3.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม



รูป 3.1 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการออกแบบขั้นตอนการทำงานของ โปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการลดต้นทุนของการขนส่ง โดยมีจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่ง ระยะทางของการขนส่ง การบรรทุกน้ำมันของรถบรรทุก ซึ่งเป็นเป้าหมายของการทำงานของ โปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมขึ้นเพื่อจัดให้รถบรรทุกบรรทุกน้ำมันให้เหมาะสม และใช้จำนวนรถบรรทุกในการขนส่งน้อยที่สุด และระยะทางที่ขนส่งจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันมีระยะทางที่สั้นที่สุด

3.1.1 การกำหนดรูปแบบโครโมโซม

การกำหนดรูปแบบโครโมโซมนั้นเป็นการนำค่าต่างๆ ที่จะมีผลต่อการหาคำตอบมาใส่อยู่ในรูปของโครโมโซมเพื่อจะได้นำไปใช้งานต่อไป สำหรับในปัญหาการจัดรถบรรทุกเพื่อขนส่งน้ำมันใช้รูปแบบโครโมโซมที่ประกอบด้วยตัวอักษรที่ใช้แทนชื่อสถานีบริการต่างๆ และข้อมูลของสถานีบริการจะประกอบไปด้วยชนิดน้ำมันที่ส่ง ช่องที่ถูกถ่ายลงบนรถบรรทุก และปริมาณที่ถ่ายลงในช่อง

3.1.2 ขั้นตอนทางเจเนติกอัลกอริทึม

- 1) สร้างประชากรรุ่นแรกขึ้นมาโดยนำโครโมโซมที่จัดเรียงสถานีบริการเดียวกันอยู่ติดกัน และกำหนดการเริ่มกระบวนการเท่ากับศูนย์ ($count = 0, round = 0$)
- 2) วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของโครโมโซม และจัดเก็บประชากรในรุ่นนั้น
- 3) **คัดเลือกประชากร**เพื่อที่จะนำมาใช้ดำเนินการทางพันธุกรรม โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการเลียนแบบแนวคิดในธรรมชาติที่ว่า ผู้ที่แข็งแรงจะมีโอกาสอยู่รอดได้ สืบพันธุ์ต่อไป ส่วนผู้ที่อ่อนแอจะตายจากไป
- 4) การนำโครโมโซมมาครอสโอเวอร์ เป็นการนำค่าในโครโมโซมมาสุ่มหาค่าแห่งที่จะครอสโอเวอร์ ซึ่งตำแหน่งดังกล่าวต้องหารด้วย 4 ไม่ลงตัว แล้วทำการสลับ ณ ตำแหน่งที่สุ่มได้ เมื่อเสร็จสิ้นการครอสโอเวอร์จะทำให้โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงค่าไป อาจทำให้เกิดโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมดีขึ้นหรือแย่ลง ถ้าโครโมโซมที่ได้มีค่าความเหมาะสมแย่ลงเมื่อถึงกระบวนการในรุ่นถัดไปจะมีโอกาสได้รับเลือกให้อยู่รอดน้อยและจะหายไปทันทีที่สุด แต่ถ้าโครโมโซมที่ได้มีค่าความเหมาะสมดีขึ้น เมื่อถึงกระบวนการในรุ่นถัดไปจะยังมีโอกาสสูงที่จะได้รับเลือกให้อยู่รอดต่อไป การทำ ครอสโอเวอร์จึงเป็นการทำให้คำตอบของปัญหาที่ได้ค่อยๆ ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด
- 5) การทำมิวเตชันหรือการกลายพันธุ์เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าบางตัวในโครโมโซมโดยปกติแล้วอัตราการเกิดการกลายพันธุ์ในธรรมชาติจะมีน้อยมากใน โปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมขึ้น เมื่อทำงานไปได้ระยะหนึ่งอาจเกิดการไม่พัฒนาของโครโมโซมได้ คือ เมื่อมีการคัดเลือกเกิดขึ้น ถ้าการคัดเลือกครั้งนั้นได้

โครโมโซมที่มีค่าเดียวกันออกมามากเกินไป เมื่อทำงานต่อไปอีกจะทำให้โครโมโซมทุกตัวมีค่าเท่ากันหมด และค่านั้นอาจจะยังไม่ใช่ค่าที่สูงสุดที่ต้องการ ทำให้ได้คำตอบที่ยังไม่ดีที่สุด การทำมิวเตชันจะทำให้โครโมโซมที่ได้หลุดออกจากการไม่พัฒนา เป็นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

- 6) วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมโดยนำประชากรจากรุ่นที่แล้วมาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน และเรียงค่าความเหมาะสมโดยเรียงจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
- 7) หลังจากจบทุกกระบวนการจะให้ค่าของกระบวนการเพิ่มขึ้นหนึ่ง และส่งประชากรที่ดีที่สุด 10 ตัวไปเก็บไว้ และโปรแกรมเริ่มทำงานต่อไปในขั้นตอนที่ 3

3.2 ทฤษฎีของเจเนติกอัลกอริทึม ที่ใช้สำหรับการออกแบบ

3.2.1 การเข้ารหัสและสร้างประชากรเริ่มต้น

ขั้นแรกของเจเนติกอัลกอริทึม คือ การเข้ารหัสหรือแปลงค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปของสตริงที่มีความยาวแน่นอน ซึ่งวิธีการเข้ารหัสนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาแต่ละปัญหา ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 สำหรับการเข้ารหัสประชากรในปัญหานี้ใช้การเข้ารหัสแบบ “การเข้ารหัสแบบค่า (Value Encoding)”

ตาราง 3.1 ข้อมูลตัวอย่างเพื่อเข้ารหัสสำหรับการสร้างประชากร

สถานีบริการน้ำมัน	A				A				B			
ชนิดน้ำมัน	1				2				1			
จำนวนที่ส่ง(ล.)	8,100				9,400				6,300			
ช่อง	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ปริมาตร(ล.)	4,000	4,000	100	-	4,000	4,000	1,400	-	4,000	2,300	-	-

จากตาราง 3.1 เป็นข้อมูลตัวอย่างโดยที่มี ปุ่ม A ส่งน้ำมันชนิดที่ 1 และ 2 ปริมาณ 8,100 และ 9,400 ลิตร ตามลำดับ ปุ่ม B ส่งน้ำมันชนิดที่ 1 ปริมาณ 6,300 ลิตร โดยแบ่งน้ำมันแต่ละชนิดลงในช่องของรถบรรทุก ซึ่งรถบรรทุกหนึ่งคันแบ่งเป็น 4 ช่องๆละ 4,000 ลิตร จากนั้นนำมาเข้ารหัสโดย

N_{ij}
 N คือ ชื่อของปั๊ม
 i คือ ชนิดของน้ำมัน
 j คือ เลขของช่องที่ใส่

จากข้อมูลในตาราง 3.1 นำข้อมูลมาเข้ารหัสและจัดลงในตารางโดยนำข้อมูลมาเรียงต่อกันจะได้ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ข้อมูลตัวอย่างที่ถูกเข้ารหัส

ปั๊มน้ำมัน	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	B_{11}	B_{12}
ปริมาตร(ล.)	4000	4000	100	4000	4000	4000	4000	2300

จากตาราง 3.2 จะได้ประชากรเริ่มต้นของปัญหานี้เป็นดังรูป 3.2 โดยให้ข้อมูลแต่ละตัวเป็นโครโมโซม

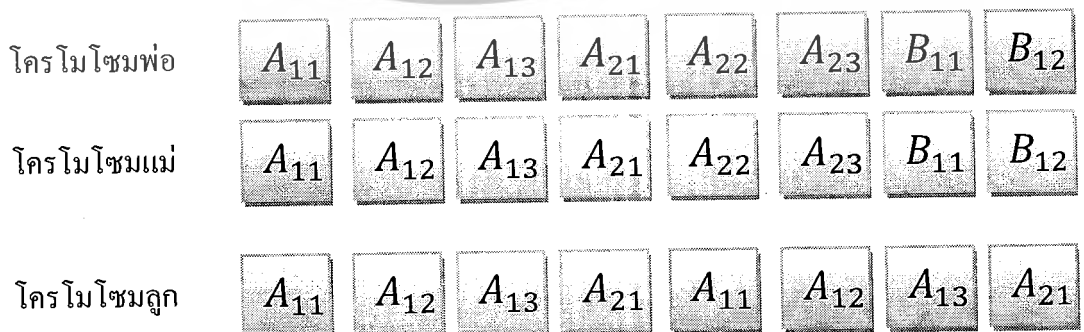


รูป 3.2 โครโมโซมของประชากรที่ถูกเข้ารหัส

3.2.2 การดำเนินการทางพันธุกรรม

3.2.2.1 การครอสโอเวอร์

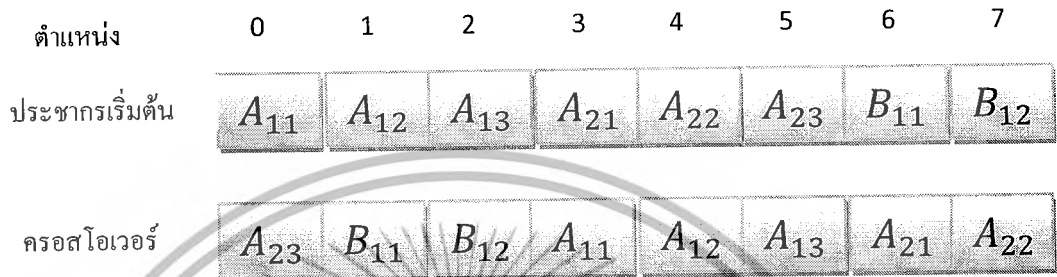
คือการนำกลุ่มประชากรทั้งหมดจากการสุ่มและทำการไขว้สลับค่าที่อยู่หลังตำแหน่งที่เลือกไว้จากการสุ่ม เนื่องจากปัญหานี้เมื่อมีการครอสโอเวอร์ ของโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่จะทำให้เกิดการซ้ำกันของตำแหน่งโครโมโซม ทำให้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดดังตัวอย่างในรูป 3.3 การครอสโอเวอร์ที่เกิดปัญหา



รูป 3.3 การครอสโอเวอร์ที่เกิดปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาที่จึงไม่อาศัยการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบครอสโอเวอร์ที่นำพ่อและแม่มาครอสโอเวอร์กัน แต่ทำการครอสโอเวอร์โครโมโซมในประชากรนั้นๆเอง เสมือนการมีวเตชัน โดยการสุมตำแหน่งที่จะครอสโอเวอร์ ซึ่งตำแหน่งนั้นจะหารด้วย 4 ไม่ลงตัว เนื่องจากถ้าหารด้วย 4 ลงตัวจะทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมน้อยเกินไปดังรูป 3.4 การครอสโอเวอร์สำหรับปัญหานี้



รูป 3.4 การครอสโอเวอร์สำหรับปัญหานี้

3.2.2.2 การมีวเตชัน

การมีวเตชันเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งของโครโมโซม แต่ปัญหานี้เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าของโครโมโซมจะทำให้ค่าในช่องที่เปลี่ยนแปลงนั้นหายไปทำให้การจัดสรรของรถบรรทุกผิดพลาด แต่สำหรับปัญหานี้จะมีวเตชัน โดยการสุมตำแหน่งที่จะเปลี่ยนแปลงมาสองตำแหน่งแล้วสลับค่าเพื่อให้เกิดการมีวเตชัน เมื่อทำการกลายพันธุ์เป็นเวลานาน การมีวเตชันจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมน้อยมาก จึงมีการนำจำนวน 1 รอบ เพื่อกำหนดจำนวนตำแหน่งของโครโมโซมที่จะทำการมีวเตชัน



รูป 3.5 การมีวเตชันเมื่อ 1 รอบ

3.2.3 ฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหาการจัดรถบรรทุก

ฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหาการจัดรถบรรทุกเป็นการนำค่าใช้จ่ายของการขนส่ง คำนวณที่ให้เมื่อในช่องของรถบรรทุกมีสถานีจ่ายน้ำมันที่ซ้ำกัน และระยะทางที่ขนส่งมาคำนวณหาค่าตอบที่ดีที่สุดซึ่งฟังก์ชันเป้าหมายของปัญหาการจัดรถบรรทุกมีรูปแบบดังสมการที่ (3.1)

(3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = \frac{C+S}{2} \quad (3.1)$$

$$C = \frac{(Cost_{max}-Cost_i)/1000}{\sum_{i=0}^n \left(\frac{Cost_{max}-Cost_i}{1000} \right)} \quad (3.2)$$

เมื่อ $Cost_{max}$ = ค่าขนส่งที่มีค่ามากที่สุดในรุ่น
 $Cost_i$ = ค่าขนส่งของประชากรนั้น
 n = จำนวนประชากร
 i = จำนวนนับ

โดย $Cost_i = \sum_{i=0}^m X_i \quad (3.3)$

เมื่อ m = จำนวนรถที่ใช้ขนส่ง
 i = จำนวนนับ
 X = ค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยคิดจากปริมาณที่บรรทุก

$$X = \begin{cases} 12800 & V \leq 12800 \\ V & V > 12800 \end{cases} \quad (3.4)$$

V = ปริมาณที่บรรทุก

$$S = \frac{Distance_{max}-Distance_i}{\sum_{i=0}^n (Distance_{max}-Distance_i)} \quad (3.5)$$

เมื่อ $Distance_{max}$ = ระยะทางที่มากที่สุดที่รุ่นนั้น
 $Distance_i$ = ระยะทางรวมที่รถบรรทุกแต่ละคันของประชากรนั้นใช้
 n = จำนวนประชากร
 i = จำนวนนับ

3.2.4 การหาระยะในประชากรแต่ละตัว

การหาระยะทางที่รถบรรทุกแต่ละคันจะใช้จะเริ่มจากคลังน้ำมันเสมอ แล้วดูต่อไปว่าแต่ละคันต้องไปส่งน้ำมันที่สถานีบริการใดบ้าง มีจัดเก็บระยะทางระหว่างแต่ละสถานีบริการและคลังน้ำมัน โดยให้เชื่อมต่อกันหมด ซึ่งในโครงการนี้มี Google Map เป็นตัวจัดการในการหาเส้นทางระหว่างสถานี และคลังน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง การหาระยะทางโดยอ้างอิงจากระยะห่างระหว่างพิกัดสถานีบริการตามแผนที่ของบริการ Google Map มีหน่วยเป็นกิโลเมตร แล้วนำค่าที่ได้มาใส่ลงในตารางที่ 3 โดยให้ A, B, C, D เป็นชื่อสถานีจ่ายน้ำมัน และ Z เป็นคลังน้ำมัน

ตาราง 3.3 ระยะทางที่แต่ละจุดเชื่อมต่อกัน

เชื่อม	A	B	C	D	Z
A		55	65	81	83
B	55		66	50	52
C	65	66		16	18
D	81	50	16		2
Z	83	52	18	2	

3.2.5 การคัดเลือกประชากรรุ่นต่อไป (Selection)

การคัดเลือกประชากรของปัญหาการจัดการบรรทุก้นั้นใช้วิธีการโดยเริ่มจากนำค่าความเหมาะสม มาเรียงต่อกันซึ่งเรียงจากมากไปน้อยแล้วคัดเลือกจากลำดับที่ 1, 2, 3 และ 4 โดยเลือก 3, 3, 2 และ 2 ตัวตามลำดับซึ่งจะได้ประชากรรุ่นต่อไป

3.3 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้ ภาษา UML

3.3.1 ความต้องการของผู้ใช้งาน

- 1) เข้าใช้งานได้ทั้งทางเว็บไซต์ และ แอปพลิเคชัน
- 2) เข้าใช้งานโดยใช้ ชื่อผู้ใช้งาน (Username) และ รหัสผ่าน (Password)
- 3) สามารถสั่งน้ำมันผ่านทางเว็บไซต์
- 4) สามารถสั่งน้ำมันผ่านทางแอปพลิเคชัน
- 5) สามารถแก้ไขรายน้ำมันที่สั่งแล้ว
- 6) สามารถเพิ่มผู้ใช้งานในระบบ
- 7) สามารถแก้ไขผู้ใช้งานในระบบ
- 8) สามารถดูรายการที่สั่งแล้ว
- 9) สามารถดูรายการน้ำมันที่ถูกจัดลำดับแล้ว สำหรับการจัดส่ง
- 10) สามารถดูราคาน้ำมันในแต่ละวันได้
- 11) สามารถดูแผนที่สำหรับรถบรรทุกในการขนส่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

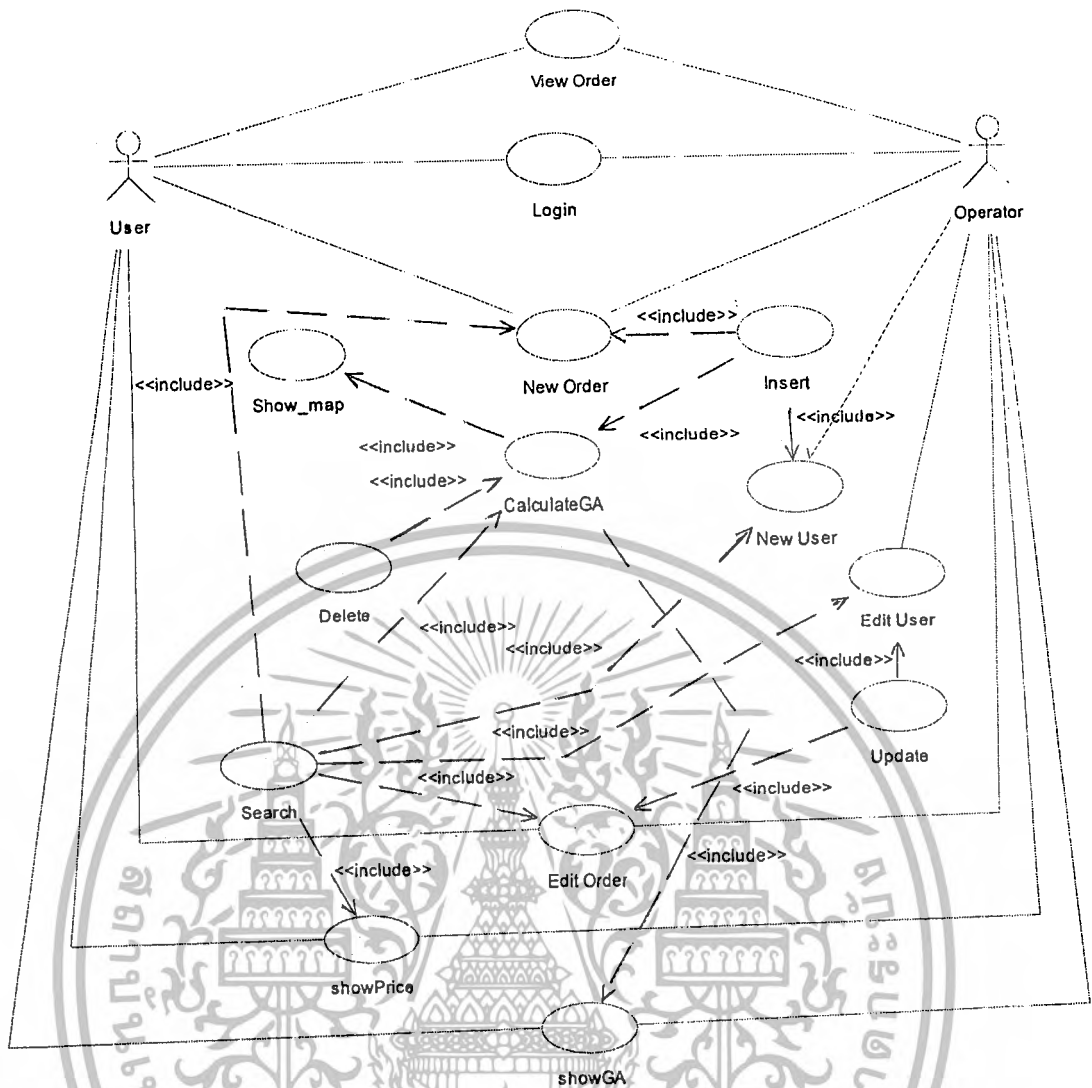
3.3.2 ความต้องการของระบบ

- 1) สามารถรับข้อมูลการสั่งน้ำมันจากผู้ใช้งาน
- 2) นำข้อมูลการสั่งน้ำมันมาคำนวณสำหรับ การจัดลำดับการจัดส่ง และการบรรจุในแต่ละคัน
- 3) จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล
- 4) ใช้เทคโนโลยีการคอมพิวเตอร์ในการจัดการการขนส่งน้ำมัน
- 5) แอปพลิเคชัน ทำงานร่วมกับ เว็บไซต์ โดยใช้ฐานข้อมูลร่วมกัน
- 6) ในแต่ละวันผู้ใช้งานต้องทำรายการสั่งน้ำมันก่อน 16.00 ของทุกวัน และระบบสามารถคำนวณเงินเติก้อัลกอริทึม ณ วันที่ปัจจุบัน
- 7) ผู้ใช้งานที่ทำรายการสั่งน้ำมันหลัง 16.00 ของทุกวัน รายการน้ำมันจะถูกเลื่อนการ ทำรายเป็นวันถัดไปโดยอัตโนมัติ

3.3.3 Use Case Diagram

เป็นแผนผัง ดังรูป 3.7 ที่แสดงถึงรูปแบบการทำงานของโปรแกรมที่ถูกใช้งานโดยผู้ใช้งาน (User) และ ผู้ดำเนินการ (Operator) โดย ผู้ใช้งาน และ ผู้ดำเนินการ สามารถ Login เพื่อเข้ามา New Order เพื่อสั่งน้ำมัน และแก้ไขรายการน้ำมันที่สั่งทาง Edit Order และดูรายการที่สั่งแล้วผ่านทาง View Order ดูราคาน้ำมันทาง ShowPrice Operator จัดการผู้ใช้งาน เพิ่มหรือแก้ไขได้ผ่านทาง New User Edit User และ CalculateGA เพื่อคำนวณการจัดการขนส่งน้ำมันด้วยเงินเติก้อัลกอริทึม

- 1) ผู้ใช้งาน ลูกค้าที่จะต้องการสั่งน้ำมัน
- 2) ผู้ดำเนินการ คนรับรายการคำสั่งซื้อ อยู่ที่คลังน้ำมัน จัดการ ผู้ใช้งาน สั่งคำนวณ

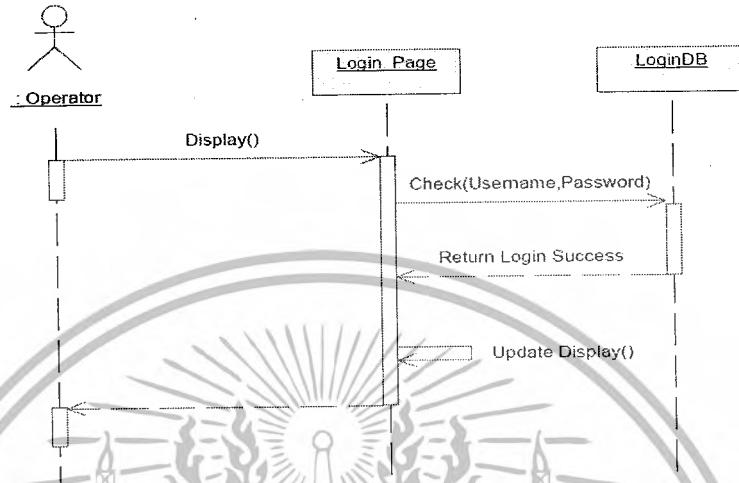


รูป 3.6 Use Case Diagram

3.3.4 Sequence Diagram

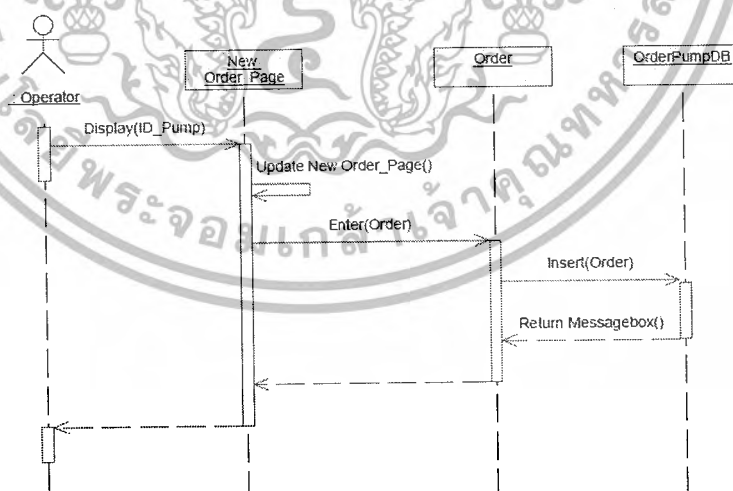
เป็นแผนผังที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานของโปรแกรม เมื่อมีการทำงานหรือตอบสนองต่อผู้ใช้งาน ซึ่งมีรูปแบบดังต่อไปนี้

ผู้ดำเนินการ และ ลูกค้า จะทำงาน Login โดยใส่ค่า ชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผ่าน ส่งเข้ามาตรวจสอบในโปรแกรม เมื่อ ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่าน ถูกต้อง โปรแกรมจะเปลี่ยนไปหน้าต่อไป ดังรูป 3.7



รูป 3.7 Login Page ของแอปพลิเคชัน

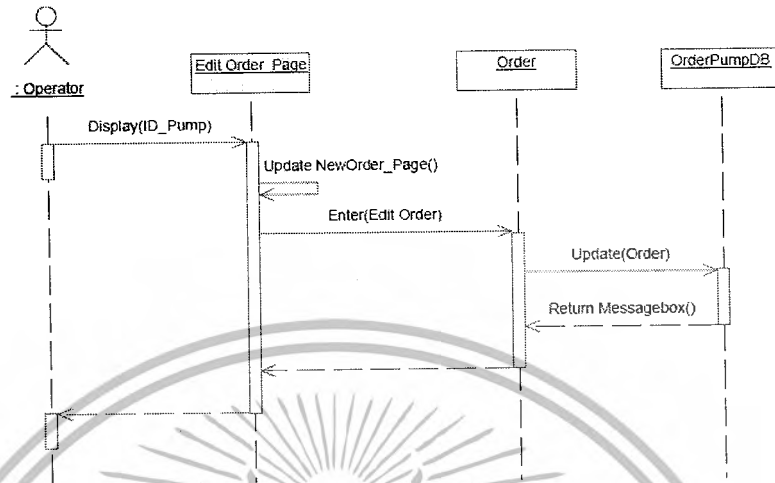
ผู้ดำเนินการ บันทึกรายการสั่งซื้อน้ำมันผ่านทาง New Order และรายการสั่งซื้อจะถูกเก็บเป็น รายการ และถูกส่งต่อไปประมวลผล เมื่อทำการเสร็จจะปรากฏ กล่องข้อความแสดง ดังรูป 3.8



รูป 3.8 New Order Page ของแอปพลิเคชัน

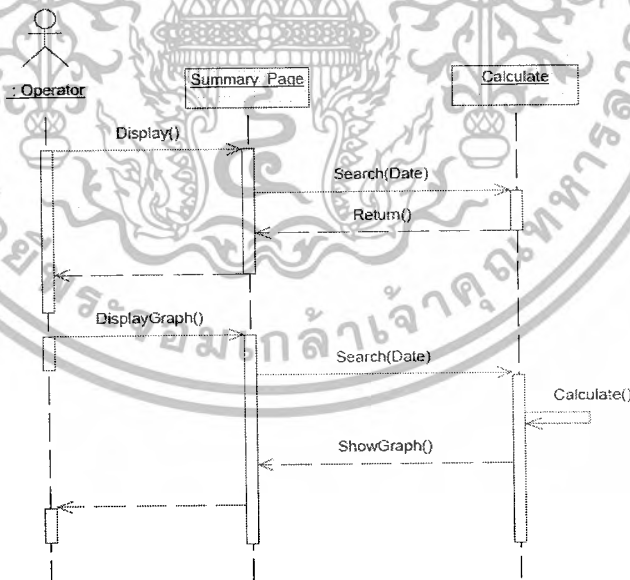
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ดำเนินการ สามารถแก้ไขรายการสั่งซื้อได้ เมื่อแก้ไขสำเร็จจะปรากฏ กล่องข้อความขึ้นมา ดังรูป 3.9



รูป 3.9 Edit Order Page ของแอปพลิเคชัน

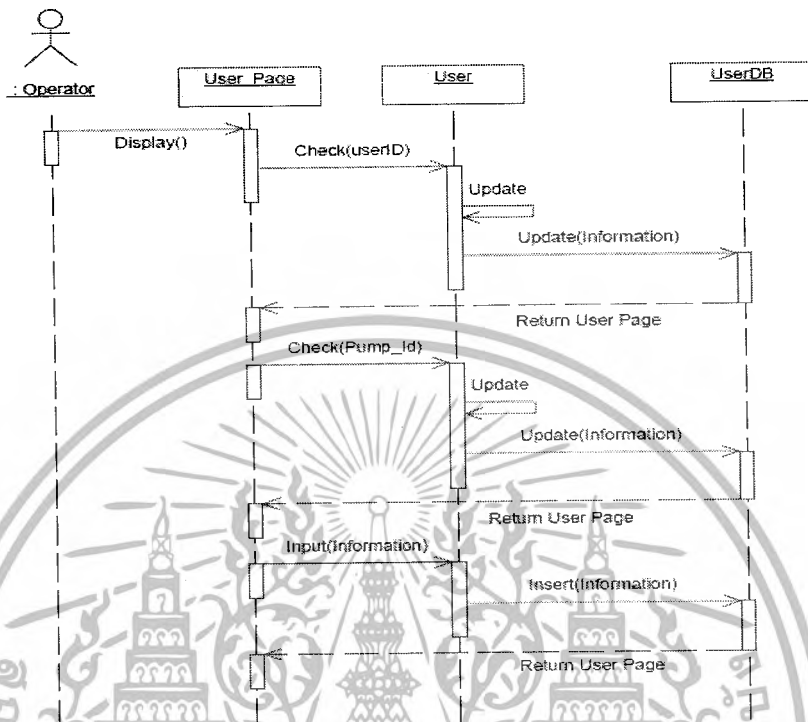
ผู้ดำเนินการสามารถเรียกดู รายการสั่งซื้อทั้งหมดของวันนั้น เพื่อ แสดงรายการทั้งหมด และแสดงจำนวนรวม แยกแต่ละชนิดของน้ำมัน พร้อมทั้งแสดงกราฟ ดังรูป 3.10



รูป 3.10 Summary Page ของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

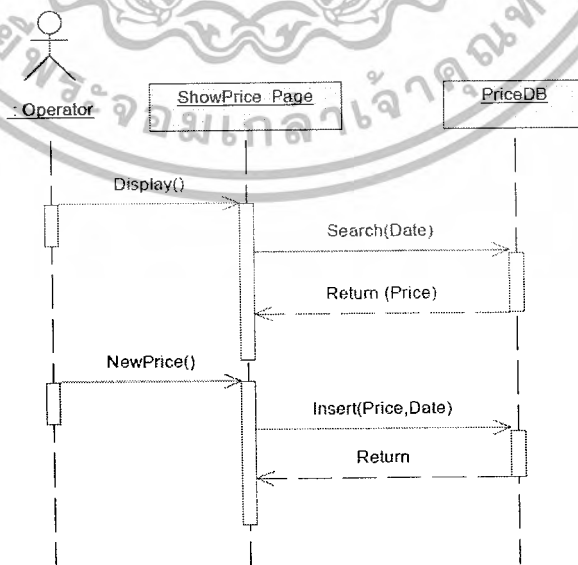
ผู้ดำเนินการ สามารถแก้ไขข้อมูลของ ผู้ใช้งาน แต่ละคน ได้ โดย ค้นหาจากข้อมูล เดิมจากรหัสสถานีบริการหรือรหัสผู้ใช้งาน และสามารถเพิ่มผู้ใช้งาน เข้าไปในระบบ ดังรูป 3.11



รูป 3.11 User Pageของแอปพลิเคชัน

ผู้ดำเนินการเรียกดูราคาน้ำมันในแต่ละวัน และสามารถเพิ่มราคาน้ำมันของวันนั้น

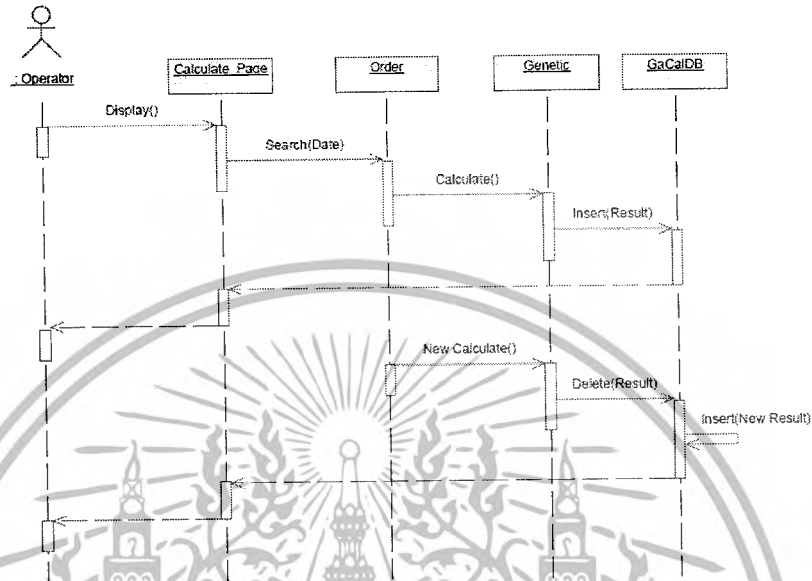
ดังรูป 3.12



รูป 3.12 ShowPrice Pageของแอปพลิเคชัน

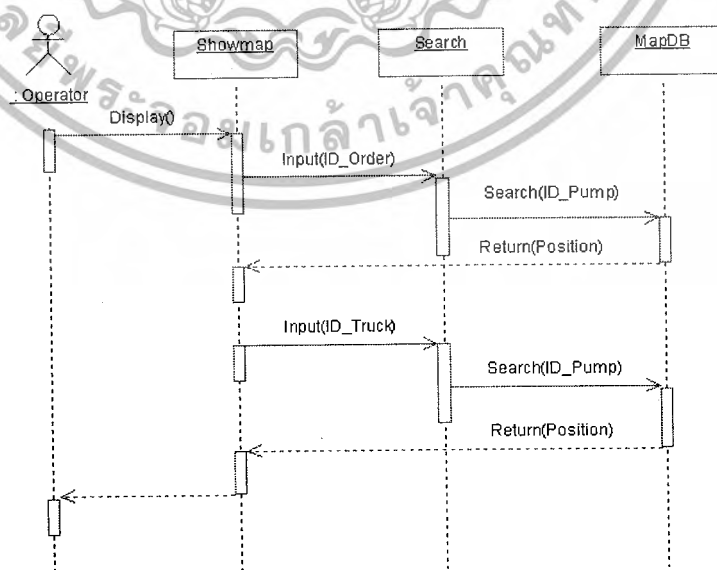
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ดำเนินการสามารถสั่งการคำนวณโดยใช้เงื่อนไขกัลกอริทึม ได้โดยเลือกวันที่ที่ต้องการจากนั้นจึงเริ่มคำนวณ ผลลัพธ์เส้นทางจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลของแต่ละวัน หากไม่ต้องผลลัพธ์ปัจจุบัน สามารถคำนวณใหม่ได้ ดังรูป 3.13



รูป 3.13 Calculate Page ของแอปพลิเคชัน

ผู้ดำเนินการสามารถเรียกดูแผนที่ สำหรับรถบรรทุกที่ต้องไปส่งยังสถานีบริการต่างๆ โดยสามารถค้นหาจาก ID_Order หรือ จาก ID_Truck ก็ได้ จากนั้นก็แสดงข้อมูลเส้นทาง ดังรูป 3.14



รูป 3.14 Show map ของแอปพลิเคชัน

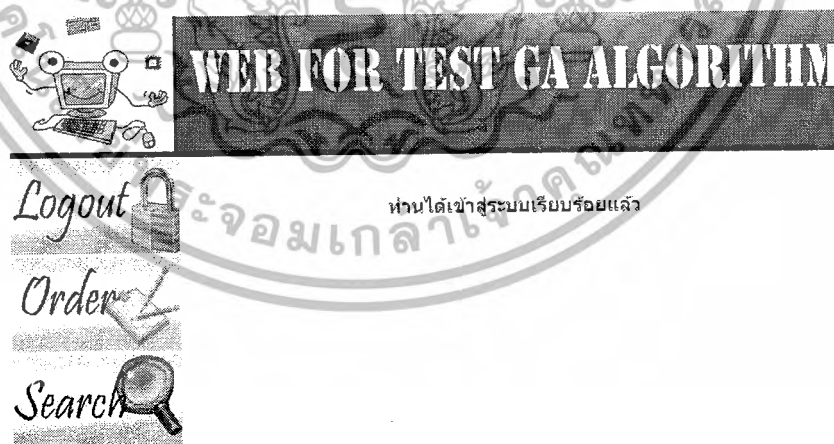
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 User Interface

- 1) สำหรับการใช้งานของผู้ใช้งานที่ผ่านทางเว็บไซต์นั้นจะต้องทำการใส่ ชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผ่านให้ถูกต้องจึงจะสามารถเข้าไปใช้งานในส่วนต่างๆของเว็บไซต์ ดังรูป 3.15 ต้องทำการใส่ ผู้ใช้งาน และ รหัสผ่านให้ถูกต้องก่อนจึงจะสามารถใช้เมนู Order (รายการ) และ Search(ค้นหา)ได้ และเมื่อทำการผู้ใช้งาน และ รหัสผ่านได้ถูกต้องจะปรากฏข้อความว่า “ท่านได้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว” ดังรูป 3.16 ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถอยู่ในระบบได้เพียง 5 นาที



รูป 3.15 หน้าเว็บไซต์ Login



รูป 3.16 หน้าเว็บไซต์ ชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผ่าน ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

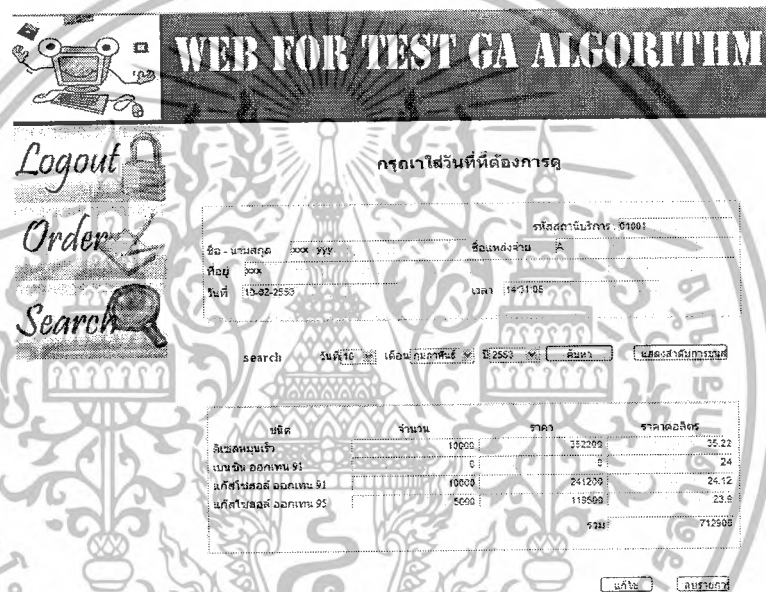
- 2) หลังจากได้เข้าสู่ระบบแล้วจะสามารถทำการสั่งซื้อปริมาณน้ำมันที่ต้องการได้ โดยต้องมีการกรอกจำนวนที่ต้องการของน้ำมันแต่ละชนิดลงในช่องจำนวน ส่วนในช่อง ข้อมูลต่างๆจะไม่สามารถแก้ไขได้ โดยระบบจะทำการแสดงแก่ผู้ใช้งานอัตโนมัติ ดังรูป 3.17 ระบบการสั่งซื้อจะมีเวลาจำกัดในแต่ละวันคือรายการแต่ละวันจะไม่เกิน 16.00 น. ถ้าเกินระบบจะปรับวันที่ของการทำรายการสั่งซื้อเป็นอีกวันถัดไป

ชนิด	จำนวน	ราคาต่อลิตร
ดีเซลพรีเมียม	0	10
เบนซิน สเปกเบน 91	0	20
แก๊สโซฮอล์ 95	0	15
แก๊สโซฮอล์ สเปกเบน 95	0	40

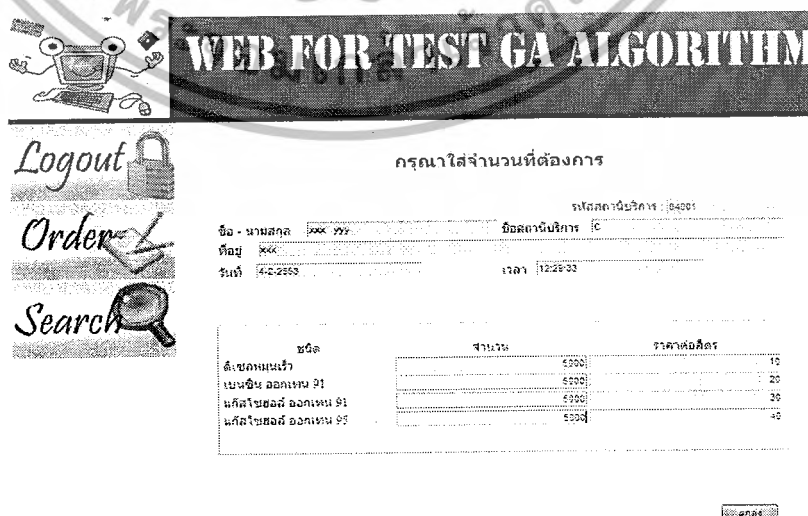
รูป 3.17 หน้าเว็บไซต์ เมื่อต้องการสั่งซื้อน้ำมัน

- 3) หลังจากได้กรอกข้อมูลปริมาณตามความต้องการแล้วกดปุ่ม “OK” ก็จะปรากฏหน้าสำหรับตรวจสอบข้อมูลการสั่งซื้อของผู้ใช้งานอีกครั้งหนึ่งก่อนจะถูกบันทึกข้อมูลลงในระบบ ดังรูป 3.18 เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลเสร็จแล้วก็กดปุ่ม “ยืนยัน” จะ ปรากฏข้อความ “ท่านได้ทำการเรียบร้อยแล้ว” ดังรูป 3.19 สำหรับในกรณีที่มีการตั้งซ้ำกันในวันเดียนั้นไม่สามารถทำได้ โดยจะมีข้อความว่า “วันนี้ท่านได้ทำการสั่งน้ำมันไปแล้ว” ดังรูป 3.20

4) เมื่อต้องการแก้ไขข้อมูลการสั่งซื้อน้ำมันเลือกไปที่เมนู Search จะทำการแก้ไข ต้องค้นหารายการที่ได้ทำไปก่อน และเมนูนี้ยังสามารถใช้ในการตรวจสอบการทำรายการได้อีกด้วย ดังรูป 3.21 หลังจากค้นหารายการขึ้นมาแล้วกดปุ่ม “แก้ไข” จะทำการแก้ไขได้นั้นต้องเป็นรายการที่ทำในวันเดียวกับวันที่แก้ไข ซึ่งจะปรากฏช่องจำนวน สามารถใส่ปริมาณความต้องการใหม่ลงไปในช่วงนั้นเลย ดังรูป 3.22 ในกรณีต้องการยกเลิกรายการสั่งซื้อนั้นสามารถกดปุ่ม “ลบรายการ” ทำให้รายการนั้นถูกลบออกไปจากฐานข้อมูล จะสามารถลบรายการสั่งซื้อได้นั้นต้องเป็นรายการที่ทำในวันเดียวกับวันที่จะลบรายการ และสามารถดูลำดับ การขนส่งของรายการนั้นๆ ตามการจัดลำดับจากเจเนติกอัลกอริทึม ดังรูป 3.23

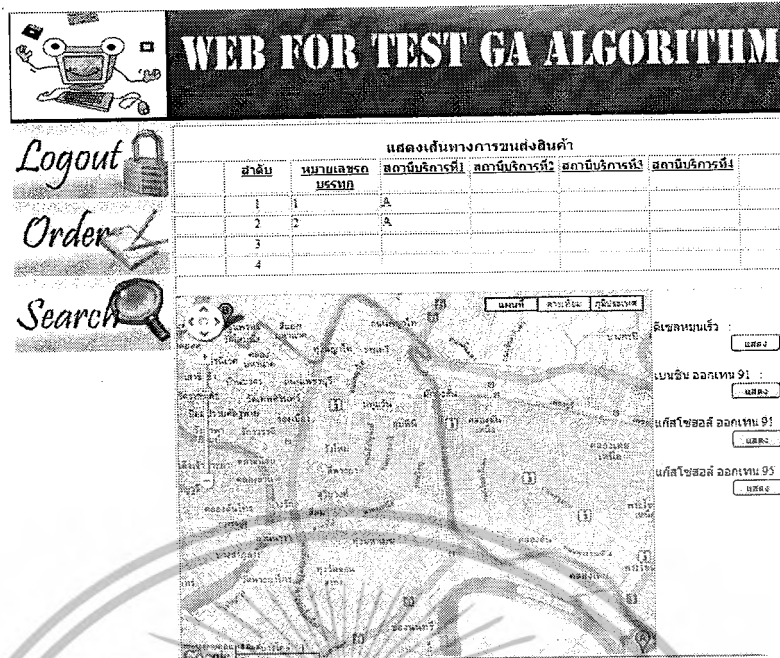


รูป 3.21 หน้าเว็บไซต์ การค้นหารายการสั่งซื้อ



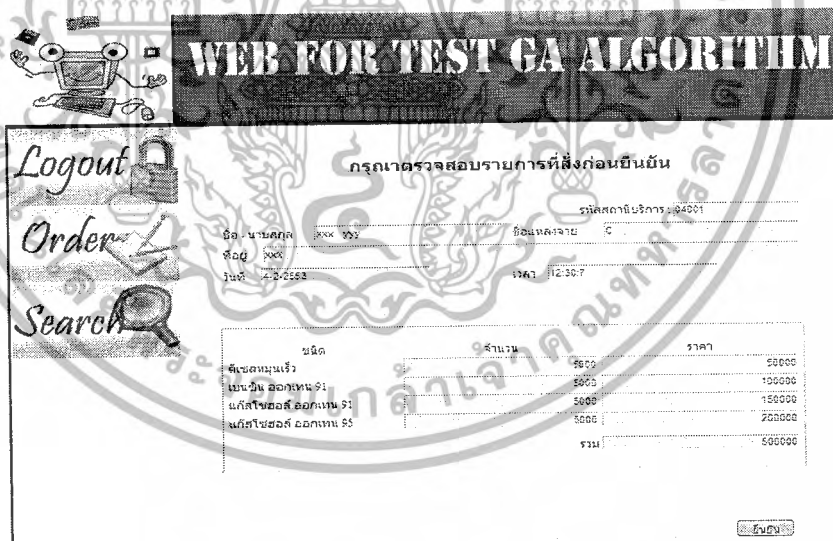
รูป 3.22 หน้าเว็บไซต์ เมื่อต้องการแก้ไขรายการสั่งซื้อและยกเลิกรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.23 หน้าเว็บไซต์ ลำดับการขนส่งของรายการนั้นๆ

5) ตรวจสอบข้อมูลที่ทำการแก้ไขแล้วกดปุ่ม “ยืนยัน” ในรูป 3.24 จะปรากฏข้อความ “ท่านได้ทำการเรียบร้อยแล้ว” ดังรูป 3.20



รูป 3.24 หน้าเว็บไซต์ตรวจสอบข้อมูลอีกครั้งก่อนการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) ภาพหน้าจอแอปพลิเคชัน ภาพหน้าจอแสดงการ Login เข้าสู่ระบบผ่านทาง แอปพลิเคชัน ให้ผู้ใช้โดยใส่ ชื่อผู้ใช้งาน และ รหัสผ่าน และกด Login ดังรูป 3.25

รูป 3.25 หน้าจอแสดง Login

- 7) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้ Login ผ่าน จะเข้ามาสู่แถบ สั่งน้ำมัน เพื่อส่งรายการน้ำมัน โดยใส่ รหัสสถานีบริการ แล้วยกดปุ่ม ค้นหา ส่วนของ ชื่อ-นามสกุล ชื่อสถานีบริการ ที่อยู่ วันที่ และเวลา ราคาน้ำมันแต่ละชนิด จะปรากฏอัตโนมัติ ส่วนผู้ใช้งานใส่จำนวนของแต่ละชนิดน้ำมัน ดังรูป 3.26

ชนิด	จำนวน	ราคา/ลิตร	
ดีเซลพรีเมียมเร็ว	0 ลิตร	28.59	บาท
เบนซิน ออกเทน 91	0 ลิตร	36.24	บาท
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 91	0 ลิตร	31.84	บาท
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95	0 ลิตร	32.84	บาท
รวม		0	บาท

รูป 3.26 หน้าจอแสดง สั่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 8) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน จะเข้ามาสู่แถบ แก้ไข สำหรับแก้ไขรายการสั่งซื้อ น้ำมันที่ต้องการ โดยเลือกรหัสสถานีบริการ ส่วนชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ ราคาน้ำมัน แต่ชนิด วันที่และเวลาจะปรากฏอัตโนมัติ ส่วนผู้ใช้งาน ทำการแก้ไข จำนวนของ แต่ละชนิดน้ำมันที่ต้องการ ดังรูป 3.27

ชนิด	จำนวน	ราคา/ลิตร	รวม
ดีเซลหมุนเร็ว	1000 ลิตร	28.59 บาท	28590 บาท
เบนซิน ออกเทน 91	1000 ลิตร	36.24 บาท	36240 บาท
แก๊สโซลีน ออกเทน 91	1000 ลิตร	31.84 บาท	31840 บาท
แก๊สโซลีน ออกเทน 95	1000 ลิตร	32.64 บาท	32640 บาท
รวม			129310 บาท

รูป 3.27 หน้าจอแสดง แก้ไข

- 9) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน แสดง แถบ เพิ่มผู้ใช้งาน สำหรับเพิ่ม ลบ แก้ไข ผู้ใช้งาน ที่จะเข้ามาใช้งานในระบบ โดยทำการใส่ข้อมูล และกดที่ปุ่มเพิ่ม สำหรับการแก้ไขให้เริ่มต้นที่ ค้นหา รหัสผู้ใช้งานหรือรหัสสถานีบริการ อย่างไม่อย่างหนึ่ง เพื่อหาข้อมูลที่จะแก้ไข ดังรูป 3.28

รูป 3.28 หน้าจอแสดง เพิ่มผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน แสดง แถบราคาน้ำมัน สำหรับดูราคา แก้ไขหรือเพิ่มราคาน้ำมันแต่ละชนิด โดยสามารถเลือกวันที่ และแก้ไขราคาน้ำมัน ดังรูป 3.29

ชนิด	ราคา/ลิตร
ดีเซลหมุนเร็ว	35.22 บาท
เบนซิน ออกเทน 91	24.00 บาท
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 91	24.12 บาท
แก๊สโซฮอล์ ออกเทน 95	23.90 บาท

รูป 3.29 หน้าจอแสดงราคาน้ำมันรายวัน

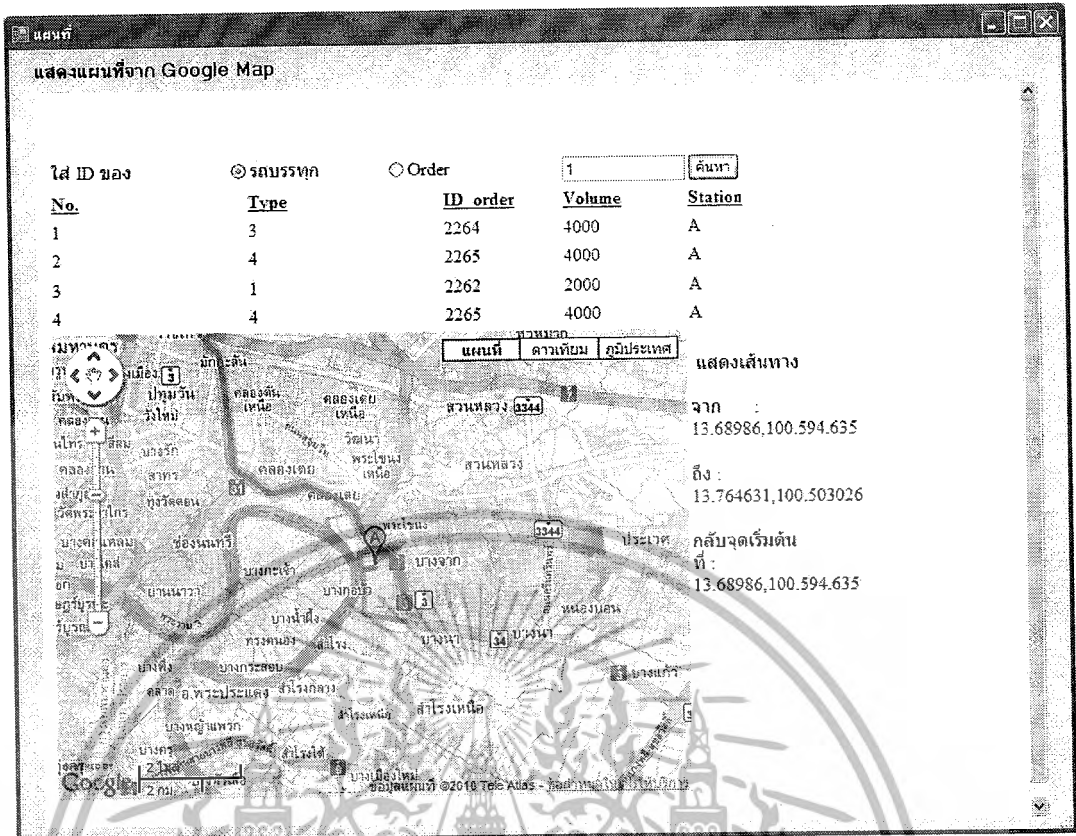
- 11) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน แสดง แถบ คำนวณ แสดงรายการน้ำมันที่ถูกคำนวณ โดยแอปพลิเคชัน ที่ใช้ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ แสดงระยะทางรวม และ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อหน่วย พร้อมทั้งสามารถพิมพ์แสดงแผนที่ ดังรูป 3.30 และ รูป 3.31

ที่	วันที่	หมายเลขรายการ	ชนิดน้ำมัน	จำนวน	รหัสพิมพ์	วันที่คำนวณ	เวลาที่คำนวณ
1		2264	3	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
2	1	2265	4	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
3	1	2262	1	2,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
4	1	2265	4	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
5	2	2262	1	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
6	2	2262	1	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
7	2	2265	4	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
8	2	2264	3	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22
9	3	2265	4	4,000.00	01001	8-2-2553	02:11:22

ระยะทางรวม: 143.10 กิโลเมตร
ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการขนส่ง: 43,000.00 หน่วย

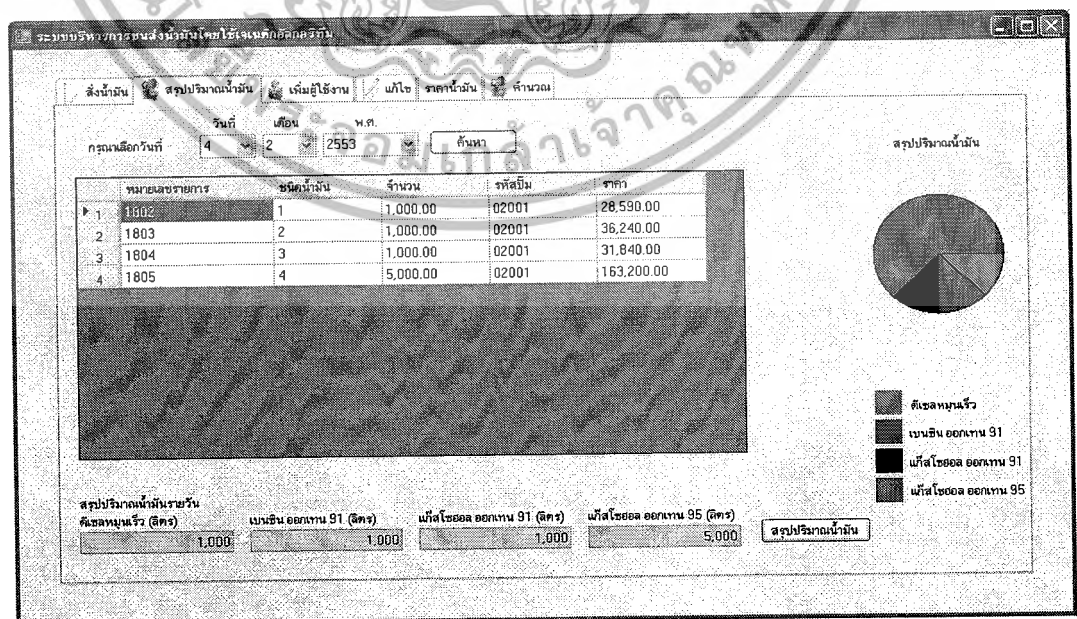
รูป 3.30 หน้าจอแสดงการจัดเรียงน้ำมันลงรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.31 หน้าจอแสดงแผนที่หลังจากจัดเรียงน้ำมันลงรถบรรทุก

12) ภาพหน้าจอ แอปพลิเคชัน แสดง แถบ สรุปปริมาณน้ำมัน แสดงรายการน้ำมันที่มีรายการส่งเข้ามาในแต่ละวัน พร้อมทั้งสรุปยอดรวมในแต่ละวัน และแสดงกราฟปริมาณน้ำมันแต่ละชนิด ดังรูป 3.32



รูป 3.32 หน้าจอแสดงสรุปปริมาณน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง เปรียบเทียบเจเนติกอัลกอริทึมกับ Brute Force เพื่อ วิธีการทดลอง โปรแกรมจัดรถบรรทุกน้ำมัน โดยเจเนติกอัลกอริทึม เพื่อตรวจสอบเจเนติกอัลกอริทึมที่ได้ ออกแบบไว้ ส่วนอีกการทดลองจะเปรียบเทียบกับระบบที่มีเจเนติกอัลกอริทึมกับไม่มีเจเนติก อัลกอริทึมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าใช้จ่ายกับระยะทาง สำหรับข้อมูลบริเวณของที่ตั้งสถานี บริการน้ำมัน จะได้จากค่าพิกัด ละติจูด ลองจิจูด ซึ่งนำมาค่ามาจาก Google Map ที่เป็นบริการ ออนไลน์ พร้อมทั้งช่วยในการคำนวณระยะทางในการเดินทาง เส้นทางการเดินทาง ซึ่งการ ทดลองนี้ นำค่า ระยะทางเข้ามามีส่วนร่วมในการคำนวณด้วย

สำหรับการทดลองจะทดลองจากสถานีบริการทั้งหมด 113 ซึ่งแต่ละที่อยู่ในบริเวณเขต พื้นที่เดียวกัน ประกอบด้วยน้ำมัน 4 ชนิด ได้แก่ชนิดที่ 1 ดีเซลหมุนเร็ว ชนิดที่ 2 เบนซินออกเทน 91 ชนิดที่ 3 แก๊สโซฮอล์ออกเทน 91 ชนิดที่ 4 แก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 และรถบรรทุก 1 คันสามารถ บรรทุกได้ 16,000 ลิตร โดยแบ่งเป็นช่องๆละ 4,000 ลิตร แต่ละช่องใส่ได้เพียงชนิดเดียว

4.1 การทดลองตอนที่ 1

การทดลองตอนที่ 1 จะเป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบเจเนติกอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้ โดย จะเปรียบเทียบกับการทำ Brute Force โดยทำการทดลองกับ 4 สถานีบริการน้ำมัน ซึ่งมีรายการ สิ่งซื้อที่แตกต่างกันดังข้อมูลในตาราง 4.1 และทำการคำนวณ โดยโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาซึ่งสามารถ คำนวณค่าใช้จ่าย จัดสรรลำดับของการขนส่ง และรถบรรทุก เพื่อนำอัลกอริทึมทั้งสองมา เปรียบเทียบกัน ในการทดลองจะทำการคำนวณเจเนติกอัลกอริทึมและ Brute Force 5 ครั้งเพื่อหา ค่าเฉลี่ย

ตาราง 4.1 ข้อมูลรายการน้ำมันที่สั่งของแต่ละสถานบริการ

หมายเลขรายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณ(ลิตร)	หมายเลขสถานบริการ
2266	1	0	01001
2267	2	1,000	01001
2268	3	0	01001
2269	4	4,000	01001
2270	1	5,000	20002
2271	2	1,000	20002
2272	3	0	20002
2273	4	0	20002
2274	1	0	21001
2275	2	0	21001
2276	3	3,000	21001
2277	4	6,000	21001
2278	1	4,000	39002
2279	2	2,000	39002
2280	3	0	39002
2281	4	0	39002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ผลการทดลอง ตอนที่ 1

เมื่อทำการทดลองเจเนติกอัลกอริทึมจำนวน 5 ครั้ง ตามการทดลองที่ได้ออกแบบจากหัวข้อ 4.1 ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 4.6 และสรุปผลการทดลองดังตารางที่ 4.7

ตาราง 4.2 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 1

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2278	1	4,000	39002	1
2431	2276	3	3,000	21001	1
2432	2277	4	2,000	21001	1
2433	2267	2	1,000	01001	1
2434	2269	4	4,000	01001	2
2435	2271	2	1,000	20002	2
2436	2279	2	2,000	39002	2
2437	2277	4	4,000	21001	2
2438	2270	1	1,000	20002	3
2439	2270	1	4,000	20002	3

ตาราง 4.3 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 2

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2277	4	2,000	21001	1
2431	2270	1	1,000	20002	1
2432	2267	2	1,000	01001	1
2433	2269	4	4,000	01001	1
2434	2278	1	4,000	39002	2
2435	2271	2	1,000	20002	2
2436	2277	4	4,000	21001	2
2437	2276	3	3,000	21001	2
2438	2279	2	2,000	39002	3
2439	2270	1	4,000	20002	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 3

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2271	2	1,000	20002	1
2431	2267	2	1,000	01001	1
2432	2277	4	2,000	21001	1
2433	2270	1	4,000	20002	1
2434	2269	4	4,000	01001	2
2435	2270	1	1,000	20002	2
2436	2277	4	4,000	21001	2
2437	2279	2	2,000	39002	2
2438	2276	3	3,000	21001	3
2439	2278	1	4,000	39002	3

ตาราง 4.5 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 4

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2270	1	4,000	20002	1
2431	2278	1	4,000	39002	1
2432	2267	2	1,000	01001	1
2433	2277	4	4,000	21001	1
2434	2271	2	1,000	20002	2
2435	2270	1	1,000	20002	2
2436	2276	3	3,000	21001	2
2437	2279	2	2,000	39002	2
2438	2269	4	4,000	01001	3
2439	2277	4	2,000	21001	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 ผลจากการทดลอง การทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม ครั้งที่ 5

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2270	1	1,000	20002	1
2431	2276	3	3,000	21001	1
2432	2279	2	2,000	39002	1
2433	2267	2	1,000	01001	1
2434	2269	4	4,000	01001	2
2435	2278	1	4,000	39002	2
2436	2270	1	4,000	20002	2
2437	2277	4	4,000	21001	2
2438	2277	4	2,000	21001	3
2439	2271	2	1,000	20002	3

ตาราง 4.7 สรุปผลการทดลองการทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม

	เวลา(Min)	ค่าใช้จ่าย(หน่วย)	ระยะทาง(km)
1	0.9	38,400.00	142.60
2	0.78	38,400.00	142.10
3	0.82	38,400.00	142.60
4	1.18	38,400.00	142.60
5	1.13	38,400.00	142.60
เฉลี่ย	0.96	38,400.00	142.50

เมื่อทำการทดลอง Brute Force จำนวน 5 ครั้ง ตามการทดลองที่ได้ออกแบบจากหัวข้อ 4.1 ได้ตัวอย่างทดลองดังตารางที่ 4.8 และสรุปผลการทดลองของ Brute Force ดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 ผลจากการทดลอง การทำงานของ Brute Force

ลำดับ	หมายเลข รายการ	ชนิดน้ำมัน	ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	หมายเลข สถานีบริการ	หมายเลข รถบรรทุก
2430	2279	2	2,000	39002	1
2431	2278	1	4,000	39002	1
2432	2277	4	2,000	21001	1
2433	2277	4	4,000	21001	1
2434	2276	3	3,000	21001	2
2435	2271	2	1,000	20002	2
2436	2270	1	1,000	20002	2
2437	2270	1	4,000	20002	2
2438	2269	4	4,000	01001	3
2439	2267	2	1,000	01001	3

ตาราง 4.9 สรุปผลการทดลองการทำงานของ Brute Force

ครั้ง	เวลา(Min)	ค่าใช้จ่าย(หน่วย)	ระยะทาง(km)
1	14.98	38,400.00	183.20
2	15.93	38,400.00	183.20
3	16.23	38,400.00	183.20
4	15.52	38,400.00	183.20
5	16.07	38,400.00	183.20
เฉลี่ย	15.75	38,400.00	183.20

4.1.2 ผลการทดลอง ตอนที่ 1 เปรียบเทียบการทดลอง Brute Force กับ เจเนติกอัลกอริทึม

ผลการเปรียบเทียบการทดลอง Brute Force กับ เจเนติกอัลกอริทึม ได้ผลดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบการทดลอง Brute Force กับ เจเนติกอัลกอริทึม

ผลลัพธ์จากการทดลอง	Brute Force	เจเนติกอัลกอริทึม	ผลต่าง
เวลา (Min)	15.75	0.96	-14.79
ค่าใช้จ่าย (หน่วย)	38,400.00	38,400.00	0
ระยะทาง (Km)	183.20	142.50	40.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองตอนที่ 2

การทดลองนี้จะเป็นการทดลองเปรียบเทียบระหว่างเจเนติกอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งอัลกอริทึมที่ใช้ในปัจจุบันรอบรรทุก 1 คันไม่สามารถส่งน้ำมันให้สถานีบริการได้หลายสถานีบริการในครั้งเดียว การทดลอง จะนำข้อมูลรายการที่สั่งซื้อประจำวันของน้ำมัน 4 ชนิดได้จากตัวอย่างข้อมูลมาจากคลังน้ำมัน ตัวอย่างข้อมูลการส่งจะอยู่ในภาคผนวก และทำการคำนวณโดยโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาซึ่งสามารถคำนวณค่าใช้จ่าย จัดสรรลำดับของการขนส่ง และรอบรรทุก และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของอัลกอริทึมที่ใช้ในปัจจุบัน

4.2.1 จากการทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม

ใช้ตัวอย่างข้อมูลที่นำมาคำนวณกลุ่มค่าขึ้นมาจากทั้งหมด 96 สถานีบริการ

ตาราง 4.11 สรุปผลการทดลองการทำงานของ เจเนติกอัลกอริทึม

ครั้ง	เวลา(Min)	จำนวนรถ(คัน)	ค่าใช้จ่าย(หน่วย)	ระยะทาง(km)
1	3.30	118	1,673,400.00	6,111.60
2	3.34	118	1,673,400.00	6,111.60
3	3.06	118	1,673,400.00	6,111.60
4	2.90	118	1,673,400.00	6,111.60
5	2.98	118	1,673,400.00	6,111.60
เฉลี่ย	3.12	118	1,673,400.00	6,111.60

ตาราง 4.12 สรุปผลการทดลองการทำงานของ การคำนวณแบบเก่า

ครั้ง	เวลา	จำนวนรถ(คัน)	ค่าใช้จ่าย(หน่วย)	ระยะทาง(km)
1	-	121	2,161,000	7,104.5
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
เฉลี่ย	-	121	2,161,000	7,104.5

4.2.4 เปรียบผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทดลองการ นำผลการทดลองจากการคำนวณเจเนติก และการคำนวณแบบเก่ามาทำการเปรียบเทียบกัน ในส่วนของระยะทาง ค่าใช้จ่าย จำนวนรถ และนำมาคิดผลต่าง

ตาราง 4.13 เปรียบเทียบผลการทดลองการคำนวณแบบเก่ากับการคำนวณแบบเจเนติก

	แบบเก่า	แบบเจเนติก	ผลต่าง
ระยะทาง(km)	7,104.5	6,111.60	992.9
ค่าใช้จ่าย(หน่วย)	2,161,000.00	1,673,400.00	487,600.00
จำนวนรถ(คัน)	121	118	3

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองตอนที่ 1 การทดลองระหว่าง Brute Force กับ เจเนติกอัลกอริทึม เพื่อตรวจสอบอัลกอริทึม โดยนำตัวอย่างข้อมูล พบว่าเวลาที่ใช้ในการคำนวณ กับระยะทาง ได้ผลลัพธ์น้อยกว่า การใช้ Brute Force ในการคำนวณ ส่วนค่าใช้จ่ายรวมพบว่าไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากการคำนวณแบบ Brute Force เป็นการคำนวณแบบแก้ปัญหา $n!$ มีความเป็นไปได้ของปัญหามากมาย ถึงจะเป็นวิธีที่ง่ายและทำให้ได้ผลลัพธ์มา แต่ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า ส่วน เจเนติกอัลกอริทึมนั้นสามารถทำงานได้เร็วกว่าหลายเท่าตัว และผลลัพธ์อยู่ในระดับน่าพอใจ

จากการทดลองตอนที่ 2 การทดลองระหว่าง การคำนวณแบบเก่า และ เจเนติกอัลกอริทึม เพื่อเปรียบเทียบ ระยะทางกับค่าใช้จ่าย ที่ได้จากการคำนวณ เจเนติกอัลกอริทึมจะได้ ระยะทาง ค่าใช้จ่าย จำนวนรถ ลดลงจากการคำนวณแบบเก่า แต่ต้องใช้เวลาในการคำนวณ

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาและทำการทดลอง พบว่าเจเนติกอัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่เลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ซึ่งถูกนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในลักษณะการสุ่ม โดยอาศัยการพิจารณาจากกลุ่มของคำตอบที่ได้ และปรับปรุงแก้ไขคำตอบให้ดีขึ้นด้วยกระบวนการทางพันธุศาสตร์ ซึ่งปัญหาที่จะนำมาใช้ในเจเนติกอัลกอริทึมนั้นจะต้องแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของโครโมโซม โดยลักษณะของรูปแบบโครโมโซมจะต้องสัมพันธ์กับปัญหา แล้วจึงสามารถนำปัญหานั้นเข้าสู่กระบวนการทางเจเนติกได้

สำหรับ โปรแกรมจัดรถบรรทุกเพื่อขนส่งน้ำมันที่คุ้มค่าด้วยเจเนติกอัลกอริทึมในโครงการนี้ เป็นการสร้างแอปพลิเคชันซึ่งฝั่งของคลังน้ำมันจะเป็นผู้ใช้งาน โดยแอปพลิเคชันสามารถส่งรายการสั่งซื้อ แก๊ส แสดงเส้นทางการขนส่ง จัดรถบรรทุกเพื่อขนส่งน้ำมันด้วยเจเนติกอัลกอริทึม แสดงผลของการคำนวณ และมีการติดต่อกับฐานข้อมูล โดยเขียนโปรแกรมใน Microsoft Visual Studio 2005 โดยใช้ภาษา C# เพื่อทดสอบทฤษฎีอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณการจัดสรรรถบรรทุก ซึ่งมีวิธีการคือ การเข้ารหัสโครโมโซมจะใช้แต่ละช่องของรถบรรทุกเป็นโครโมโซมและนำมาเรียงต่อกัน ฟังก์ชันเป้าหมายในการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม ใช้การถ่วงน้ำหนักของระยะทางที่ขนส่ง ปริมาณที่รถบรรทุกแต่ละขนบรรทุก และช่องที่ซ้ำกันในรถบรรทุกแต่ละคัน การคัดเลือกโครโมโซมจะเลือกจากประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุด 4 อันดับแรก โดยเลือกอันดับละ 3, 3, 2 และ 2 ตามลำดับ การครอสโอเวอร์จะให้มีการครอสโอเวอร์ภายในตัวของประชากรนั้นๆเอง โดยการสุ่มตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่งนั้นจะหารด้วย 4 ไม่ลงตัว ส่วนการมิวเตชันใช้การสุ่มตำแหน่งของโครโมโซมมา 2 ตำแหน่ง แล้วทำการสลับที่ การวนลูปหาคำตอบที่ดีที่สุดจะหยุดการค้นหาเมื่อมีการซ้ำกันของประชากรที่ถูกคัดเลือกแต่ละรุ่นซ้ำกัน 10,000 ครั้ง

5.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงการ

โครงการนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งเป็นทฤษฎีที่ประยุกต์มาจากวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ทำให้ทราบถึงกระบวนการต่างๆ ทางพันธุศาสตร์ เช่น การครอสโอเวอร์ การกลายพันธุ์ เป็นต้น ซึ่งได้นำมาทดลองเพื่อแก้ปัญหาคำตอบที่มีราคาแพงให้ถูกลง

ในโครงการนี้ยังได้ทำการศึกษา ออกแบบ และทำการทดสอบเจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาในการจัดรถบรรทุก ทำให้ทราบถึงการดำเนินการทางพันธุศาสตร์ใดที่เหมาะสมกับการจัดสรรรถบรรทุก และเนื่องจากนอกนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการขนส่งที่ต้องศึกษาต่อให้ทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปอาจทำให้ตัวเลขของค่าใช้จ่ายลดลงเพียงเล็กน้อยหรือผลลัพธ์ของการคำนวณไม่ได้ผลเท่าที่ควร

5.3 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

- 1) ปัญหาที่พบในโครงการนี้คือการคำนวณแบบ Brute Force จะใช้หลักการหาความเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ ทำให้สามารถคำนวณและประมวลผลได้ช้ามาก เนื่องจากจำนวนความเป็นไปได้ของปัญหามีเท่ากับ $n!$ สามารถแก้ไขโดยการเปลี่ยนไปใช้อัลกอริทึมอื่น เช่น Graduated optimization, Monte-Carlo
- 2) การพัฒนาแผนที่บน Google ต้องการทำขอ API Key ประจำหรือ IP Address นั้น หากทำการเปลี่ยนเครื่องแม่ข่าย หรือเปลี่ยน IP Address จึงต้องไปขอ API Key จาก Google ใหม่ทุกครั้ง

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) พัฒนาระบบโดยเพิ่มความสามารถเพื่อที่จะได้ไปใช้งานได้จริง เช่น สามารถพิมพ์รายงานพิมพ์แผนที่แสดงเส้นทาง เพื่อให้คนขับรถบรรทุกทุกสามารถใช้เป็นแผนที่ประกอบการเดินทางในการขับรถบรรทุกขนส่งน้ำมัน
- 2) พัฒนาในของเว็บแอปพลิเคชันและ แอปพลิเคชันให้มีความสวยงามและน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

K.Miettinen, P.Neittaanmäki, M.M. Mäkelä, J. Périaux. 1999. **Evolutionary Algorithms in Engineering and Computer Science**. Chichester : John Wiley & Sons Ltd.

Leandro Nunes de Castro. 2006. **Fundamentals of Natural Computing Basic Concepts, Algorithms, and Applications**. Florida : Chapman & Hall/CRC.

ชุติมา บุญผิว, พัชรพงษ์ ศรีวิริยานุภาพ, พิชัย จูจันทร์. 2551. “ค้นหาการเดินทางท่องเที่ยวที่คุ้มค่าด้วยเจเนติกอัลกอริทึม.” *ปริญยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*.

ปติณญา สุรินตะ, เปรมฤทัย พัยมซ้อน, สิทธิชัย นุห์ลัน. 2551. “โปรแกรมเลือกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมสำหรับวงจรขยายเสียงขนาดเล็กโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม.” *ปริญยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*.

กิติพงษ์ โลहितไทย ให้สัมภาษณ์, 31 สิงหาคม 2552. *คุณภาพจน์ ทองคำสุข, ณพล เหล่าโสภานันท์, ปฏิภาณ วิกาหะ ผู้สัมภาษณ์. การขนส่งน้ำมันระหว่างโรงจ่ายน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน. คลังน้ำมันปตทฯ พระโขนง*.

Google 2010. **Google Maps API**. [Online].

Available : <http://maps.google.co.th>.

ภาคผนวก
การทดลอง

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท.

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่ส่ง (ลิตร)	วันที่
32105650	132704070	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	24,000	1/5/2009
12302617	132702660	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12302617	132702660	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
12304636	132708930	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32113811	132709590	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	12,000	1/5/2009
32113811	132709590	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	8,000	1/5/2009
32113812	132709020	2	Gasohol 95 with Add.	12,000	1/5/2009
32115872	132706680	2	Gasohol 95 with Add.	16,000	1/5/2009
32107285	132706860	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107285	132706860	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107285	132706860	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	7,000	1/5/2009
32107290	132706320	1	Gasohol 91 with Add.	12,000	1/5/2009
32107290	132706320	2	Gasohol 95 with Add.	12,000	1/5/2009
32107290	132706320	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	8,000	1/5/2009
32109473	132706470	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32109473	132706470	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	10,000	1/5/2009
32111405	132702600	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	12,000	1/5/2009
32111405	132706290	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	10,000	1/5/2009
32107284	132706560	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32107284	132706560	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32107284	132706560	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32107270	132706260	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32107270	132706260	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32107273	132706920	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32107273	132706920	2	Gasohol 95 with Add.	7,000	1/5/2009
32107273	132706920	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107278	132709920	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107278	132709920	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
32107278	132709920	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32107278	132709920	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107282	132706740	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32107282	132706740	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107282	132706740	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32107283	132708990	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32107283	132708990	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
32107283	132708990	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107260	132709890	1	Gasohol 91 with Add.	10,000	1/5/2009
32107260	132709800	2	Gasohol 95 with Add.	10,000	1/5/2009
32107260	132709890	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	9,000	1/5/2009
32107264	132709620	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107264	132709620	2	Gasohol 95 with Add.	7,000	1/5/2009
32107264	132709620	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
32107264	132709620	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107258	132708810	1	Gasohol 91 with Add. (Bulk)	9,000	1/5/2009
32107272	132706350	1	Gasohol 91 with Add. (Bulk)	3,000	1/5/2009
32107272	132706350	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	7,000	1/5/2009
32107272	132706350	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32107281	132739620	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107281	132739620	2	Gasohol 95 with Add.	9,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32107281	132739620	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32107283	132741030	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32107284	132740970	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107284	132740970	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32107284	132740970	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32115550	132742380	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32115550	132739980	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
32115550	132739980	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	12,000	1/5/2009
32115550	132742380	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	10,000	1/5/2009
32117276	132743640	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
32117276	132743640	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	12,000	1/5/2009
32117276	132743640	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32121012	132745290	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32107286	132742530	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107286	132742530	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	10,000	1/5/2009
32109474	132739590	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32109474	132739590	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32113708	132738120	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32113708	132738120	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
32113708	132738120	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	8,000	1/5/2009
32113708	132738120	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32115783	132739530	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32115783	132739530	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	8,000	1/5/2009
32115783	132739530	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	8,000	1/5/2009
32115952	132714960	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32122534	132741150	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32122534	132741150	2	Gasohol 95 with Add.	10,000	1/5/2009
32122534	132741150	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32107254	132740880	1	Gasohol 91 with Add.	7,000	1/5/2009
32107254	132740880	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
32107254	132740880	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107274	132711900	1	Gasohol 91 with Add.	8,000	1/5/2009
32107274	132711900	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32107274	132711900	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	8,000	1/5/2009
32107286	132739560	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107286	132739560	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	10,000	1/5/2009
12301588	132740940	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
12301588	132740940	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
12301588	132740940	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
32108451	132708030	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	9,000	1/5/2009
32104779	132709860	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104781	132706890	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104783	132706710	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32103708	132701520	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	15,000	1/5/2009
12301412	132706650	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12301412	132706650	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
12301412	132706650	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	7,000	1/5/2009
32103081	132745110	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32123493	132706950	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32103081	132743820	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
12301132	132708960	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
12301132	132708960	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12301132	132708960	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
12301132	132708960	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32105657	132709950	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32103081	132745230	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32109474	132714870	1	Gasohol 91 with Add.	7,000	1/5/2009
32109474	132714870	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
32109474	132714870	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32104786	132739500	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104787	132712020	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104792	132737880	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104793	132712050	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104794	132711990	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104775	132711870	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
32104778	132711930	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	15,000	1/5/2009
12304618	132740130	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12304618	132740130	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12304618	132740130	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
12308842	132740100	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12308842	132740100	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
12308842	132740100	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
12302686	132745710	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
12302686	132745710	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
12303339	132740010	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	7,000	1/5/2009
12303339	132740010	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	9,000	1/5/2009
12302617	132742620	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12302617	132742620	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
12302617	132742620	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
12301132	132739650	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12301132	132739650	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12301132	132739650	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
12301132	132739650	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32123493	132745740	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32107256	132742410	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32107256	132742410	2	Gasohol 95 with Add.	7,000	1/5/2009
32107256	132742410	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
32107283	132740670	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32107283	132740670	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107283	132740670	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32107285	132741060	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107285	132741060	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
32107285	132741060	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32107285	132741060	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32115872	132745680	1	Gasohol 91 with Add.	7,000	1/5/2009
32115872	132740610	2	Gasohol 95 with Add.	16,000	1/5/2009
32115872	132742470	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32115872	132745680	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	9,000	1/5/2009
32116264	132742500	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32116264	132742500	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	9,000	1/5/2009
32116264	132742500	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32105650	132745350	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32123493	132743580	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	18,000	1/5/2009
32105650	132745260	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	24,000	1/5/2009
32107279	132745770	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
32107279	132745770	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	8,000	1/5/2009
32107279	132745770	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	8,000	1/5/2009
32120405	132708870	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32120405	132708870	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32120405	132709710	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32120405	132708870	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	7,000	1/5/2009
32120320	132709560	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32120320	132709560	2	Gasohol 95 with Add.	10,000	1/5/2009
32120320	132709770	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
32120320	132709770	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	9,000	1/5/2009
32115952	132709530	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32116264	132708000	2	Gasohol 95 with Add.	13,000	1/5/2009
32116264	132709830	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	10,000	1/5/2009
32116264	132709830	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	9,000	1/5/2009
32116925	132709050	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32116925	132709050	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
32116925	132709050	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32116925	132709050	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32115872	132706200	1	Gasohol 91 with Add.	9,000	1/5/2009
32115872	132704040	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32115872	132706110	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	13,000	1/5/2009
32121012	132706440	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	12,000	1/5/2009
32107280	132709680	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32107280	132709680	2	Gasohol 95 with Add.	8,000	1/5/2009
32107280	132709680	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	8,000	1/5/2009
32107272	132741120	2	Gasohol 95 with Add.	10,000	1/5/2009
32107272	132741120	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32107287	132737940	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107287	132737940	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32107287	132737940	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	7,000	1/5/2009
32109473	132738150	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	12,000	1/5/2009
32109473	132738150	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	8,000	1/5/2009
32112052	132738090	1	Gasohol 91 with Add. (Bulk)	3,000	1/5/2009
32112052	132738090	2	Gasohol 95 with Add. (Bulk)	7,000	1/5/2009
32112052	132738090	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
32113542	132739410	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32113542	132739410	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32113542	132739410	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	7,000	1/5/2009
32120405	132740040	1	Gasohol 91 with Add.	4,000	1/5/2009
32120405	132740040	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32120405	132740040	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32120405	132741000	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
32107258	132738000	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	13,000	1/5/2009
32107272	132739380	1	Gasohol 91 with Add.	6,000	1/5/2009
32107272	132739380	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	10,000	1/5/2009
32121900	132743730	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32121900	132743730	2	Gasohol 95 with Add.	6,000	1/5/2009
32121900	132743730	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
32107289	132714990	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32107289	132714990	2	Gasohol 95 with Add.	7,000	1/5/2009
32107289	132714990	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
32115952	132745140	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	16,000	1/5/2009
12301411	132740070	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12301411	132740070	2	Gasohol 95 with Add.	4,000	1/5/2009
12301411	132740070	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	6,000	1/5/2009
12301411	132740070	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
12304651	132740220	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12304651	132740220	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
12304651	132740220	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009
12304651	132740220	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	3,000	1/5/2009
12309087	132741090	1	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
12309087	132741090	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
12309087	132741090	3	HSD EURO III 0.035%S with Add.	4,000	1/5/2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากคลังน้ำมันปตท. (ต่อ)

รหัสสถานี บริการ	หมายเลข รายการ	ชนิด	ชื่อชนิด	จำนวนที่สั่ง (ลิตร)	วันที่
12309087	132741090	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	6,000	1/5/2009
32103255	132743670	1	HSD EURO III 0.035%S with Add.	3,000	1/5/2009
32103255	132743670	2	Gasohol 95 with Add.	3,000	1/5/2009
32103255	132743670	3	Gasohol 91 with Add.	3,000	1/5/2009
32103255	132743670	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	4,000	1/5/2009
32103082	132737910	4	HSD-B5 WITH ADDITIVE	30,000	1/5/2009



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
01001	A	xxx	13.764631	100.503026
02001	B	xxx	13.749077	100.512607
04001	C	xxx	13.743721	100.545384
04002	D	xxx	13.747214	100.525382
04003	E	xxx	13.742835	100.520375
05001	F	xxx	13.719442	100.564293
06001	G	xxx	13.679473	100.531978
06002	H	xxx	13.705994	100.54412
09001	I	xxx	13.786393	100.519559
10001	J	xxx	13.821161	100.531804
10002	K	xxx	13.803218	100.521622
10003	L	xxx	13.754111	100.501792
10004	M	xxx	13.827417	100.538246
10005	N	xxx	13.806456	100.527713
10006	O	xxx	13.827415	100.538241
13001	P	xxx	13.769635	100.588186
13002	Q	xxx	13.748374	100.589345
13003	R	xxx	13.792346	100.539778
13004	S	xxx	13.754134	100.583691
13005	T	xxx	13.760494	100.546454
13006	U	xxx	13.778492	100.573525
14001	V	xxx	13.794044	100.574311
15001	W	xxx	13.728895	100.571903
16001	X	xxx	13.661456	100.622495
16002	Y	xxx	13.651648	100.67745
17001	Z	xxx	13.716758	100.560485
17002	AA	xxx	13.716753	100.56049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map(ต่อ)

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
01001	A	xxx	13.764631	100.503026
02001	B	xxx	13.749077	100.512607
04001	C	xxx	13.743721	100.545384
04002	D	xxx	13.747214	100.525382
04003	E	xxx	13.742835	100.520375
05001	F	xxx	13.719442	100.564293
06001	G	xxx	13.679473	100.531978
06002	H	xxx	13.705994	100.54412
09001	I	xxx	13.786393	100.519559
10001	J	xxx	13.821161	100.531804
10002	K	xxx	13.803218	100.521622
10003	L	xxx	13.754111	100.501792
10004	M	xxx	13.827417	100.538246
10005	N	xxx	13.806456	100.527713
10006	O	xxx	13.827415	100.538241
13001	P	xxx	13.769635	100.588186
13002	Q	xxx	13.748374	100.589345
13003	R	xxx	13.792346	100.539778
13004	S	xxx	13.754134	100.583691
13005	T	xxx	13.760494	100.546454
13006	U	xxx	13.778492	100.573525
14001	V	xxx	13.794044	100.574311
15001	W	xxx	13.728895	100.571903
16001	X	xxx	13.661456	100.622495
16002	Y	xxx	13.651648	100.67745
17001	Z	xxx	13.716758	100.560485
17002	AA	xxx	13.716753	100.56049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map(ต่อ)

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
17003	AB	xxx	13.716839	100.572351
17004	AC	xxx	13.713829	100.564913
18001	AD	xxx	13.739885	100.599301
18002	AE	xxx	13.72308	100.581164
18003	AF	xxx	13.730873	100.586462
18004	AG	xxx	13.74043	100.562654
19001	AH	xxx	13.720406	100.679985
19002	AI	xxx	13.694192	100.67605
19003	AJ	xxx	13.677693	100.652578
19004	AK	xxx	13.677844	100.643142
20001	AL	xxx	13.741357	100.627154
20002	AM	xxx	13.737157	100.626373
20003	AN	xxx	13.724479	100.641959
21001	AO	xxx	13.868684	100.645299
21002	AP	xxx	13.862122	100.625284
21003	AQ	xxx	13.87295	100.647579
21004	AR	xxx	13.87295	100.647562
21005	AS	xxx	13.877059	100.597735
21006	AT	xxx	13.868697	100.645296
21007	AU	xxx	13.862117	100.625284
21008	AV	xxx	13.877048	100.597727
21009	AW	xxx	13.88023	100.598988
22001	AX	xxx	13.900928	100.653447
22002	AY	xxx	13.945644	100.623763
23001	AZ	xxx	13.921355	100.602319
25001	BA	xxx	13.807969	100.570462
25002	BB	xxx	13.862122	100.625292

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map(ต่อ)

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
25003	BC	xxx	13.828897	100.557252
25004	BD	xxx	13.814869	100.550137
25005	BE	xxx	13.797719	100.54514
25006	BF	xxx	13.82188	100.553822
26001	BG	xxx	13.756453	100.645851
26002	BH	xxx	13.761468	100.634766
27001	BI	xxx	13.769625	100.639143
27002	BJ	xxx	13.790837	100.608416
27003	BK	xxx	13.877059	100.597727
28001	BL	xxx	13.820995	100.594573
28002	BM	xxx	13.822565	100.591668
29001	BN	xxx	13.842231	100.642313
29002	BO	xxx	13.933851	100.721286
29003	BP	xxx	13.842255	100.6423
29004	BQ	xxx	13.865604	100.629884
30001	BR	xxx	13.803977	100.647803
31001	BS	xxx	13.767698	100.692883
31002	BT	xxx	13.784261	100.686827
31003	BU	xxx	13.767708	100.692894
32001	BV	xxx	13.793599	100.829402
32002	BW	xxx	13.804524	100.863359
32003	BX	xxx	13.810903	100.920584
32004	BY	xxx	13.854201	100.832999
33001	BZ	xxx	13.814679	100.759375
33002	CA	xxx	13.857292	100.744379
33003	CB	xxx	13.798371	100.744382
35001	CC	xxx	13.658157	100.958427

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map(ต่อ)

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
35002	CD	xxx	13.716412	100.654428
35003	CE	xxx	13.746848	100.777429
36001	CF	xxx	13.717017	100.489596
36002	CG	xxx	13.710938	100.487627
37001	CH	xxx	13.862128	100.625286
39001	CI	xxx	13.793839	100.48399
39002	CJ	xxx	13.789098	100.500823
39003	CK	xxx	13.789167	100.482581
39004	CL	xxx	13.788694	100.500904
39005	CM	xxx	13.790244	100.503667
41001	CN	xxx	13.731815	100.424938
42001	CO	xxx	13.715806	100.400562
42002	CP	xxx	13.565168	100.215144
42003	CQ	xxx	13.712877	100.40538
42004	CR	xxx	13.713023	100.405272
43001	CS	xxx	13.647538	100.413294
43002	CT	xxx	13.600041	100.429401
43003	CU	xxx	13.651091	100.412579
44001	CV	xxx	13.6611	100.388889
44002	CW	xxx	13.676112	100.429401
44003	CX	xxx	13.667772	100.404682
44004	CY	xxx	13.636078	100.36005
45001	CZ	xxx	13.698795	100.454807
46001	DA	xxx	13.781502	100.443478
46002	DB	xxx	13.802175	100.439014
47001	DC	xxx	13.787202	100.371283
47002	DD	xxx	13.787306	100.371197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.2 ที่ตั้งของสถานีบริการตามพิกัดของ Google Map(ต่อ)

หมายเลข สถานีบริการ	ชื่อสถานี บริการ	ที่อยู่	ละติจูด	ลองจิจูด
47003	DE	xxx	13.787244	100.37124
49001	DF	xxx	13.629975	100.493356
49002	DG	xxx	13.778251	100.477236
50001	DH	xxx	13.685171	100.361091
99999	DI	xxx	13.68986	100.594653



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้