

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องสินค้าในตู้สินค้าโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

SOLVING THE CONTAINER LOADING PROBLEM USING GENETIC ALGORITHM



นางสาวรัชฎาพร มงคลนิตย์
นายวราท เรืองอภิศิริ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72946
วัน,เดือน,ปี..... 26 ส.ย. 2550

b. 11275105
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องสินค้าในตู้สินค้าโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม
SOLVING THE CONTAINER LOADING PROBLEM USING GENETIC ALGORITHM



โดย

นางสาวรัชฎาพร มงคลนิตย์

นายวรท เรืองอภิศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.อวิญญา วลัยวิรัชต์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องสินค้าในตู้สินค้าโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

SOLVING THE CONTAINER LOADING PROBLEM USING GENETIC ALGORITHM

ผู้จัดทำ

1. นางสาวรัชฎาพร มงคลนิตย์ รหัสนักศึกษา 46010631
2. นายวรท เรืองอภิศิริ รหัสนักศึกษา 46010648



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องสินค้าในตู้สินค้าโดยใช้เงินดิจิทัลกอธิกริทม

นางสาวรัชฎาพร มงคลนิษฐ์ 46010631
นายวรท เรืองอภิศิริ 46010648
ดร.อรุณญา วลัยรัชต์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าเพื่อขนส่งสินค้าไปยังสถานที่ต่างๆ ยังต้องอาศัยคนในการจัดการจัดเรียงกล่องแบบต่างๆลงตู้สินค้า โดยกล่องสินค้านั้นมีหลายขนาด และรูปแบบการจัดเรียงกล่องในแต่ละครั้งจะแตกต่างกันไป ผู้ที่คิดรูปแบบการจัดเรียงกล่องต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะตัว ซึ่งการอาศัยคนในการคิดวิธีการจัดเรียงกล่อง อาจเกิดปัญหาเรื่องความล่าช้าและความยุ่งยากในการจัดเรียง รวมทั้งยังทำให้ใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้ไม่คุ้มค่าในการขนส่งอีกด้วย

การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้สำหรับการคิดและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องสินค้า จะช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียงกล่องสินค้านมากขึ้น

ดังนั้น โครงการนี้จึงถูกพัฒนาขึ้นโดยทำการศึกษาและพัฒนา โปรแกรมในการจัดเรียงกล่องสินค้าในตู้สินค้าโดยใช้เงินดิจิทัลกอธิกริทม รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวเป็นเว็บแอปพลิเคชัน

SOLVING THE CONTAINER LOADING PROBLEM USING GENETIC ALGORITHM

Miss Rachadaporn Mongkolnit 46010631

Mr. Warod Ruengapisiri 46010648

Dr. Aranya Walairacht Advisor

Academic Year 2006

ABSTRACT

Nowadays, the container loading system in order to send the container to other place still has to use human for box alignment in the container. Because of each box has many sizes and each alignment has difference format then the person who make box alignment in the container must have many experiences and expert. Thinking and calculating how to make box alignment in the container by human possibly take a lot of time to alignment and waste of the area.

Technology is taken to calculate and design for solving the container loading problem that have comfortable, use short time and efficiency for container loading system.

Therefore, this project is developed by studying and developing program for solving the container loading problem by using genetic algorithm include developed to web application.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากอาจารย์ ดร.อรัญญา วัลย์รัชต์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ ดร.สมศักดิ์ วัลย์รัชต์ ที่ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติม ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยเป็นกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญาโทฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวรัชฎาพร มงคลนิคย์
นายวรท เรืองอภิศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีการดำเนินการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ส่วนประกอบของโครงการ	2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีทาวเวอร์	3
2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของเจเนติกอัลกอริทึม (GA)	4
2.2.1 บทนำ	4
2.2.2 หลักการพื้นฐาน	5
2.2.3 การเข้ารหัส (Encoding)	5
2.2.4 การประเมินค่า (Evaluation)	5
2.2.5 คrossover (Crossover)	6
2.2.6 การเปลี่ยนรูปแบบ (Mutation)	7
2.3 จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages)	8
2.3.1 ข้อดีของ JSP	8
2.3.1.1 ทำงานโดยไม่มีขีดติดแพลตฟอร์มใดๆ	8
2.3.1.2 ใช้งาน Java API ได้หลากหลาย	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1.3 นำคอมโพเนนต์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก ไม่ต้องเสียเวลาสร้างใหม่	9
2.3.1.4 มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน	9
2.3.1.5 มีความปลอดภัย	9
2.3.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของ JSP	9
2.4 การติดต่อฐานข้อมูล ด้วย JDBC	11
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	
3.1 ภาพรวมของระบบ	13
3.1.1 Input	13
3.1.2 Process	13
3.1.3 Output	14
3.2 การออกแบบระบบด้วย UML	14
3.2.1 Use Case Diagram	14
3.2.2 Sequence Diagram	15
3.2.3 Class Diagram	19
3.3 การออกแบบฐานข้อมูล	20
3.3.1 ตาราง member	20
3.3.2 ตาราง box	21
3.3.3 ตาราง result	21
3.4 การวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาและการแก้ปัญหา	22
3.4.1 การวิเคราะห์รูปแบบปัญหา	22
3.4.2 การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหานั้นพื้นฐาน	22
3.4.3 การคำนวณความทนได้ของกล่อง (load bearing ability)	23
3.5 การนำทฤษฎีทาวเวอร์เซตมาประยุกต์ใช้ในการจัดเรียงกล่อง	24
3.5.1 การสร้างทาวเวอร์เซต	24
3.6 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึม	31
3.6.1 ลักษณะการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม	32
3.6.2 การตั้งค่าเริ่มต้นให้กับเจเนติกอัลกอริทึม	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น	
4.1 ผลการทดลองในส่วนของทาวเวอร์เซต	39
4.1.1 ผลการทดลองเมื่อไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability)	39
4.1.2 ผลการทดลองเมื่อคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability)	45
4.2 ผลการทดลองในส่วนของเจเนติกอัลกอริทึม	50
4.3 การใช้ระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน	52
4.3.1 หน้าหลัก	52
4.3.2 หน้าสมัครสมาชิก	53
4.3.3 การล็อกอินเข้าสู่ระบบ	54
4.3.4 หน้าหลักของสมาชิก	55
4.3.5 หน้าแสดงข้อมูลกล่องที่มีอยู่ในระบบ	56
4.3.6 หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลกล่อง	57
4.3.7 หน้าแสดงข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่อง	58
4.3.8 หน้าแสดงภาพ 3 มิติของกล่องที่จัดเรียงในตู้สินค้า	59
4.3.9 หน้าแสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลัง	60
4.3.10 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว	61
4.3.11 หน้าเปลี่ยน Password	62
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	
5.1 บทสรุป	63
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข	63
5.3 แนวทางในการดำเนินงานในทอมถัดไป	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก. การติดตั้งโปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการทำโครงการ	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงคำอธิบายของ Use Case Diagram	15
3.2 แสดงฟิลด์ในตาราง member	20
3.3 แสดงฟิลด์ในตาราง box	21
3.4 แสดงฟิลด์ในตาราง result	21
3.5 แสดงค่าของยีนแต่ละตัวในโครโมโซม	33
4.1 แสดงข้อมูลกล่องที่นำมาจัดเรียงในตู้สินค้า	39
4.2 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต โดยไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability)	40
4.3 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต โดยคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างของ Tower of Hanoi	3
2.2 ขั้นตอนการติดต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ JDBC	11
3.1 รูปภาพรวมของระบบ	13
3.2 Use Case Diagram ของระบบ	14
3.3 Sequence Diagram การสมัครสมาชิก (Register)	16
3.4 Sequence Diagram การล็อกอิน (Login)	17
3.5 Sequence Diagram การใช้งานโปรแกรม (Use Program)	18
3.6 Sequence Diagram การดูผลลัพธ์ย้อนหลัง (View History)	18
3.7 Class Diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง class	19
3.8 แสดงการออกแบบฐานข้อมูล	20
3.9 ภาพรวมของระบบในขั้นตอนการสร้างทาวเวอร์เซต	24
3.10 Flow chart แสดงการสร้างทาวเวอร์เซต	25
3.11 แสดง Subalgorithm อธิบายการสร้างทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์	27
3.12 แสดงการวางกล่อง โดยวางในตำแหน่งมุมในซ้ายของทาวเวอร์	28
3.13 แสดงทาวเวอร์สเปซด้านบนที่เกิดขึ้นเมื่อวางกล่องฐานในทาวเวอร์	29
3.14 แสดงทาวเวอร์สเปซ tspace ที่เกิดขึ้นใหม่ 3 ทาวเวอร์สเปซ	30
3.15 ภาพรวมของระบบในขั้นตอนเจเนติกอัลกอริทึม	31
3.16 Flow chart แสดงการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม	32
3.17 แสดงการวางกล่องสินค้าของโครโมโซม 1 ชุด	33
3.18 แสดงการจัดเรียงกล่องลงบนพื้นที่สินค้า	34
3.19 Flow chart แสดงการจัดเรียงกล่องบนพื้นที่สินค้า	35
4.1 กราฟแสดงค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดโดยไม่คิดค่าความทนได้	50
4.2 กราฟแสดงค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดโดยคิดค่าความทนได้	51
4.3 แสดงหน้าหลักของเว็บไซต์	52
4.4 แสดงหน้าสมัครสมาชิก	53
4.5 แสดงการล็อกอินเข้าสู่ระบบของสมาชิก	54
4.6 แสดงหน้าโปรแกรม	55
4.7 แสดงการเพิ่มข้อมูลของกล่องเข้าไปในระบบ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงการแก้ไขข้อมูลของกล่อง	57
4.9 แสดงข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่อง	58
4.10 แสดงแสดงภาพ 3 มิติของกล่องที่จัดเรียงในคู่สินค้า	59
4.11 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลัง	60
4.12 แสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก	61
4.13 แสดงการเปลี่ยน password	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

เนื่องจากในปัจจุบันระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าเพื่อขนส่งสินค้าไปยังสถานที่ต่างๆ ยังต้องอาศัยคนในการคิดการจัดเรียงกล่องแบบต่างๆ ลงตู้สินค้า โดยกล่องสินค้าต่างๆ นั้นมีหลายขนาด และรูปแบบการจัดเรียงกล่องในแต่ละครั้งก็แตกต่างกันไป ผู้ที่คิดรูปแบบการจัดเรียงกล่องต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญเฉพาะตัว ซึ่งการอาศัยคนในการคิดวิธีการจัดเรียงกล่องอาจเกิดปัญหาเรื่องความล่าช้าและความยุ่งยากในการจัดเรียง รวมทั้งยังทำให้ใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้ไม่คุ้มค่าในการขนส่งอีกด้วย

โดยทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าของบริษัทขนส่งสินค้าต่างๆ ซึ่งยังไม่ได้ใช้ซอฟต์แวร์ในการคิดรูปแบบวิธีการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาหลายๆ อย่างในการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าด้วยวิธีเก่า

ดังนั้น ทางผู้จัดทำจึงได้ศึกษาและพัฒนาโครงการนี้ขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าโดยใช้หลักการของทาวเวอร์เซตและเจเนติกอัลกอริทึม ทำให้สามารถใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า
2. เพื่อศึกษาการทำงานของทาวเวอร์เซต
3. เพื่อศึกษาการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม
4. เพื่อศึกษาการทำงานของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ
5. เพื่อศึกษาการติดต่อฐานข้อมูลด้วย JDBC
6. เพื่อพัฒนาการทำเว็บแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน โปรแกรมผ่านอินเทอร์เน็ต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า โดยให้เหลือพื้นที่ว่างในตู้สินค้าให้น้อยที่สุด ทำให้การจัดเรียงกล่องในตู้สินค้านี้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากที่สุด โดยใช้หลักการของทาวเวอร์เซตและเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ในการแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่อง อีกทั้งได้พัฒนาโปรแกรมการจัดเรียงกล่องเป็นเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาเกี่ยวกับระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าของบริษัทขนส่งสินค้าต่างๆ
2. ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของบริษัทขนส่งที่มีปัญหาในการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า
3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ
4. ศึกษาการทำงานของทาวเวอร์เซต
5. ศึกษาการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม
6. ศึกษาการทำงานของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ
7. ศึกษาการทำงานในการติดต่อดูฐานข้อมูลด้วย JDBC
8. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานและฐานข้อมูล
9. สร้างระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า
10. ทดสอบระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า
2. ได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของทาวเวอร์เซต
3. ได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม
4. สามารถสร้างระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าให้เหลือพื้นที่น้อยที่สุด มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น
5. สามารถสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน โปรแกรมจัดเรียงกล่องผ่านอินเทอร์เน็ต

1.6 ส่วนประกอบของโครงการ

โครงการฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน คือ

บทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของโครงการ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่ใช้ในการทำโครงการ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีของทาวเวอร์เซต เจเนติกอัลกอริทึม จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ และการติดต่อดูฐานข้อมูลด้วย JDBC

บทที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบของโครงการนี้ โดยใช้ UML ได้แก่ Use case, Sequence Diagram, Class Diagram, Flow Chart รวมถึงการออกแบบฐานข้อมูลต่างๆ

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดลองและการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 5 เป็นบทวิจารณ์และสรุป ซึ่งกล่าวถึงบทสรุปของโครงการ ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

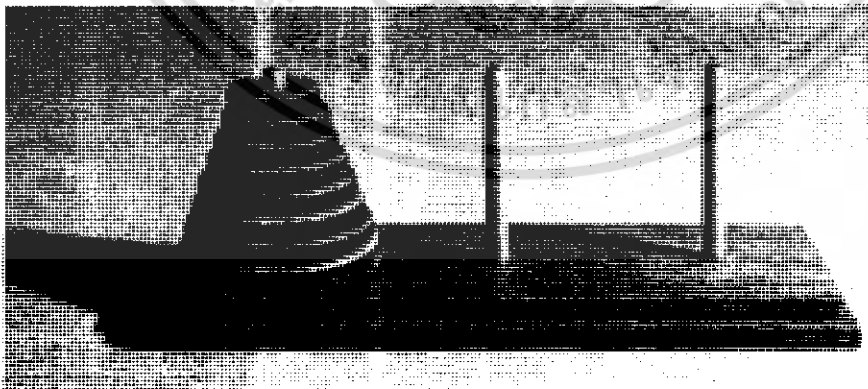
2.1 ทฤษฎีทาวเวอร์

ทาวเวอร์มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่มีขนาดของความสูงมากกว่าขนาดของความกว้าง โดยส่วนฐานจะกว้างกว่าส่วนยอด ซึ่งทาวเวอร์ได้นำมาพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันต่างๆมากมาย ยกตัวอย่างเช่น Tower of Hanoi

Tower of Hanoi หรือ Towers of Hanoi เป็นเกมทางคณิตศาสตร์ ตามตำนานเล่าว่าในอดีตกาล มีพระเจ้าย้ายแผ่นทองคำ จำนวน 64 แผ่น จากหลักหนึ่งไปยังอีกหลักหนึ่ง โดยแผ่นทองคำที่ใหญ่กว่าจะวางอยู่บนแผ่นทองคำที่เล็กกว่าไม่ได้ พระใช้เวลา 1 วินาทีในการย้ายแผ่นทองคำ 1 แผ่น โดยมีคำทำนายว่านับตั้งแต่พระเจ้าเริ่มย้ายแผ่นทองคำแผ่นแรกจนถึงการย้ายแผ่นทองคำเสร็จสิ้นจะถึงกาลสิ้นสุดของโลก ซึ่งหมายความว่าต้องใช้เวลาทั้งหมด 500 พันล้านปีจึงจะย้ายแผ่นทองคำได้สำเร็จ

ปริศนาเป็นที่รู้จักกันดีในปลายศตวรรษที่ 19 โดยศาสตราจารย์ E. Lucas ในปี 1883 คือปริศนา "Tower of Hanoi" หรือในภาษาไทยจะใช้คำว่า "หอคอยฮานอย" ปัญหามีอยู่ว่ามีหลัก 3 หลัก มีแผ่นกระดานกลมๆขนาดต่างๆกันวางซ้อนกันจากแผ่นใหญ่อยู่ล่างสุดขึ้นมาหาแผ่นเล็กเรียงลำดับกันจำนวน n แผ่น

กฎของปริศนา ให้ย้ายแผ่นกลมจากหลักหนึ่งไปยังหลักหนึ่ง โดยแผ่นใหญ่จะวางซ้อนบนแผ่นที่เล็กกว่าไม่ได้ เป้าหมายของปริศนาคือจะหาจำนวนครั้งให้น้อยที่สุดในการย้ายแผ่นกระดานกลมจำนวน n แผ่น จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายแผ่นไม้ คำนวณจาก $2^n - 1$



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของ Tower of Hanoi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของเจเนติกอัลกอริทึม (GA)

2.2.1 บทนำ

เจเนติกอัลกอริทึม เป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับการพัฒนาการทางธรรมชาติ มันประกอบด้วยแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการค้นหาผู้รอดชีวิต ซึ่งวิธีการของการค้นหาไม่จำเป็นที่จะต้องสำรวจทุกคำตอบที่เป็นไปได้ในบริเวณที่เหมาะสมเพื่อได้รับผลลัพธ์ที่ถูกต้อง เจเนติกอัลกอริทึมขึ้นอยู่กับกระบวนการพัฒนาการทางธรรมชาติ โดยในธรรมชาติ ค่าที่เหมาะสมส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่รอดชีวิต ดังนั้นรุ่นถัดไปควรจะเป็นตัวที่เหมาะสมและดียิ่งขึ้น เพราะว่ามันจะได้รับการถ่ายทอดสิ่งที่ดีมาจากรุ่นพ่อแม่ แนวความคิดเดียวกันนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์กับปัญหาโดยในขั้นแรก คือ การคาดเดาวิธีการแก้ปัญหา แล้วจึงนำมาพร้อมกับวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดเพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหา รุ่นใหม่ซึ่งควรจะดีกว่ารุ่นก่อน โดยจะรวมการเปลี่ยนรูปแบบแบบสุ่มเป็น โอกาสที่จะเกิดได้ในธรรมชาติ

กระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

- การเข้ารหัส (Encoding)
- การประเมินค่า (Evaluation)
- ครอส โอเวอร์ (Crossover)
- การเปลี่ยนรูปแบบ (Mutation)
- การถอดรหัส (Decoding)

การเข้ารหัสที่เหมาะสมถูกพบในวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้นแต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้จะเกิดการเข้ารหัสที่เป็นหนึ่งเดียว และการเข้ารหัสนี้บางครั้งจะอยู่ในรูปของ String

เมื่อประชากรเริ่มต้นถูกเลือกแล้ว ปกติจะสุ่มผ่านทางเทคนิคการสุ่มที่โดยใช้ heuristics ซึ่งจะถูกใช้เพื่อจุดประสงค์หลักด้วย แล้วความเหมาะสมของแต่ละค่าในประชากรก็จะถูกคำนวณ อย่างไรก็ตามค่าที่เหมาะสมจะถูกเปรียบเทียบกับค่าใกล้เคียงอื่นๆที่เหมาะสมในประชากร ค่าที่เหมาะสมถูกใช้ในการค้นหาค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ ถ้าค่ามีความน่าจะเป็นสูง ซึ่งบ่งชี้ว่ามันเหมาะสมที่เหลือนอยู่ในรุ่นของมัน มันก็จะถูกเลือกในการครอสโอเวอร์มากกว่า โดยการครอสโอเวอร์ คือ การที่นำค่า 2 ค่ามารวมกันอีกครั้งเพื่อสร้างค่าใหม่ซึ่งจะถูกถือปฎิบัติเป็นรุ่นใหม่ต่อไป ถัดไปเมื่อเกิดการเปลี่ยนรูปแบบขึ้น ค่าบางค่าจะถูกเลือกอย่างสุ่มมากหลายพันครั้ง แล้วจุดที่ทำการเปลี่ยนรูปแบบอย่างสุ่มก็ถูกเลือก ตัวอักษรของตำแหน่งที่ตรงกันของ String จะถูกเปลี่ยนครั้งหนึ่ง แล้วก็จะมีการคัดลอก

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผู้เขียนขอสงวนสิทธิ์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของรุ่นใหม่ และกระบวนการนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อยๆจนกระทั่งมาถึงกฎที่ทำให้มันหยุด ที่จุดนี้ ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมที่สุดจะถูกถอดรหัส เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการอย่างสมบูรณ์

2.2.2 หลักการพื้นฐาน

ตัวอย่างปัญหาต่อไปนี้จะสามารถอธิบายกระบวนการเจเนติกอัลกอริทึมให้เข้าใจโดยง่าย คือ การหาค่าตัวแปรที่ทำให้ฟังก์ชัน $f = -2x^2 + 4x - 5$ โดยกลุ่มของตัวแปรอยู่ใน $\{0, 1, \dots, 15\}$ โดยค่า x ที่ทำให้ฟังก์ชันมีค่ามากที่สุดคือ 1

2.2.3 การเข้ารหัส (Encoding)

การเข้ารหัส เป็นกระบวนการที่ยากที่สุดของการแก้ปัญหาด้วยเจเนติกอัลกอริทึม เมื่อนำมันมาประยุกต์ใช้กับปัญหาเฉพาะทาง มันยากที่จะหาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ต่อในกระบวนการครอสโอเวอร์ ในการเข้ารหัส เราจำเป็นต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อสร้างประชากร

ในการพิจารณาปัญหาดังกล่าว วิธีการแก้ปัญหามักแสดงเป็นตัวเลขฐานสอง โดย 12 แสดงเป็น 1100 และ 7 เป็น 0111 และทำแบบนี้กับกลุ่มตัวแปรดังกล่าว $\{0, 1, \dots, 15\}$ ด้วยความยาวที่เท่ากัน และกลุ่มตัวเลขดังกล่าวจะถูกเรียกว่าโครโมโซม และตัวเลขแต่ละตัวถูกเรียกว่ายีน

เราทำการสุ่มสร้างโครโมโซมขึ้นและโครโมโซมทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นมาจะถูกเรียกว่า ประชากร

2.2.4 การประเมินค่า (Evaluation)

การประเมินค่าของฟังก์ชันมีบทบาทสำคัญในเจเนติกอัลกอริทึม เราใช้การประเมินค่าของฟังก์ชันนี้ในการตัดสินใจว่าโครโมโซมตัวไหนเป็นตัวที่ดี กระประเมินค่าฟังก์ชันในกรณีฟังก์ชันของเรานั้น เราพยายามที่จะหาค่าฟังก์ชันที่มากที่สุด ค่าที่มากกว่าค่าที่ดีกว่า ดังนั้นเรามาประเมินค่าฟังก์ชันด้วย 7 และ 12

$$f(7) = -71$$

$$f(12) = -241$$

เห็นได้ชัดว่า 7 เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า 12 และมีค่า fitness ที่สูงกว่า ค่า fitness ถูกใช้ในการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการเลือกโครโมโซมในรุ่นถัดไป เราทำให้ค่าที่เราพบและสร้างขึ้นมีความปกติ ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกใช้ในกระบวนการครอสโอเวอร์

The stopping criteria ถูกใช้ในกระบวนการครอสโอเวอร์ เพื่อพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่ถูกค้นพบว่าไกลหรือใกล้ภาวะที่ดีที่สุด stopping criteria สามารถถูกใช้ได้หลายวิธีและปกติจะมีมากกว่าหนึ่งวิธีที่ถูกใช้ระหว่างรันโปรแกรม มาตรฐานของ stopping criteria ที่ไว้ใช้หยุดการทำงานของ procedure หลังจากการนับจำนวนรอบการทำงาน การนับเวลา หรือเมื่อวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดไม่เปลี่ยนแปลง คือ เมื่อค่าเฉลี่ย fitness เหมือนหรือใกล้เคียงค่า fitness ของวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

2.2.5 ครอสโอเวอร์ (Crossover)

การสุ่มเลือกสองโครโมโซมมาครอสโอเวอร์ สุ่มหีบจุดครอสโอเวอร์ และสลับยีนทั้งหมดที่อยู่หลังจุดครอสโอเวอร์

$$V_1 = 0111$$

$$V_2 = 1100$$

เราสุ่มเลือกจุดครอสโอเวอร์หลังยีนที่สอง

$$V_1 = 01 | 11$$

$$V_2 = 11 | 00$$

ทำการสลับยีนทั้งหมดที่อยู่หลังจุดครอสโอเวอร์

$$V_1' = 0100 = 4$$

$$V_2' = 1111 = 15$$

ตอนนี้เราจะมีโครโมโซมใหม่สองตัวที่ถูกย้ายมาเป็นประชากรถัดไปเรียกว่า Generation ถัดไป ไม่ใช่โครโมโซมทุกตัวที่ถูกใช้ในการครอสโอเวอร์ การประเมินค่าฟังก์ชันจะให้คะแนนของโครโมโซมที่ถูกใช้ในการกำหนดค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ โดยโครโมโซมที่มีคะแนนมากที่สุดจะถูกเลือกมากกว่า เมื่อหาได้สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแล้วก็จะทำการ ครอสโอเวอร์ และได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมาโดยหวังว่าโครโมโซมใหม่ที่ได้จะดีกว่าของเดิม

เราสามารถมีจุดครอสโอเวอร์สองจุด ในกรณีนี้เราสุ่มเลือกสองจุดและทำการสลับ ยีนระหว่างสองจุด ตัวอย่างนี้เราเลือกจุดหลังยีนตัวแรกและตัวที่สาม

$$V_1 = 0 | 11 | 1$$

$$V_2 = 1 | 10 | 0$$

จะได้

$$V_1'' = 0101 = 5$$

$$V_2'' = 1110 = 14$$

2.2.6 การเปลี่ยนรูปแบบ (Mutation)

การเปลี่ยนรูปแบบ คือ การดำเนินการหลังกระบวนการครอสโอเวอร์ โดยการสุ่มเลือกโครโมโซมในการเปลี่ยนรูปแบบให้ได้รับใหม่ แล้วทำการสุ่มเลือกจุดที่จะทำการเปลี่ยนรูปแบบ และทำการสลับค่าที่จุดดังกล่าว

$$V_1 = 0111$$

ถ้าเราเลือกจุด การเปลี่ยนรูปแบบ ที่ยีนตัวที่สาม V_1 จะเป็น

$$V_1' = 0101$$

การดำเนินการกลับค่าประกอบด้วยการสุ่มเลือกจุดที่จะทำการกลับสองจุดใน String และกลับบิตระหว่างสองจุดดังกล่าว

$$V_2 = 1100$$

เราทำการเลือกสองจุด คือ หลังยีนตัวที่หนึ่งและสาม

$$V_2 = 1 | 10 | 0$$

ตอนนี้เรามีสองยีนระหว่างจุดและทำการกลับค่า

$$V_2' = 1010$$

ถ้ามีโครโมโซมที่ใหญ่กว่าจะเป็นดังนี้

$$V_3 = 110100101001111$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถเลือกจุดกลับหลังจุดที่สามและหลังจุดที่สิบเอ็ด

$$V_3 = 110 | 10010100 | 1111$$

ตอนนี้เราเริ่มที่จุดจบของจุดตัดและกลับค่าขึ้นภายในจุด

$$V_3' = 110001010011111$$

โดยเฉพาะการสลับค่านั้นต้องเป็นไปตามลำดับของขึ้นระหว่างจุดสองจุดนั้น

2.3 จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages)

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages) หรือเรียกสั้นๆว่า JSP เป็นเทคโนโลยีที่ทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Side Script) มีความสามารถในการจัดการกับเว็บแอปพลิเคชันแบบไดนามิกคอนเทนต์ (Dynamic Content) โดย JSP ถูกพัฒนามาจากเซิร์ฟเล็ต (Servlet) เพื่อแก้ไขปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นกับเซิร์ฟเล็ต คือ เซิร์ฟเล็ตจะเป็นการผสมข้อมูลในส่วนของบิสิเนสลอจิก (Business Logic) ซึ่งเป็นข้อมูลทางตรรกะ เช่น จาวาบีน (JavaBean), ฐานข้อมูล กับในส่วนของการแสดงผล (Presentation Layer) ซึ่งเป็นข้อมูลในส่วนการแสดงผลรวมเข้าไปด้วย นอกจากนี้เซิร์ฟเล็ตยังเปรียบเสมือนจาวาไฟล์ (Java File) ที่มีการฝังข้อความ HTML ลงไป จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ผู้ที่พัฒนาจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านภาษาจาวามากพอสมควร และการแก้ไขในส่วนหน้าตาที่ใช้แสดงผลจะทำได้ยาก ส่วน JSP จะมีการแยกข้อมูลส่วน Business Logic กับ Presentation Layer ออกจากกัน และ JSP ยังเปรียบเสมือน HTML Page ที่มีการฝัง Java Code ลงไป ทำให้การเขียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการแยกหน้าที่ของผู้พัฒนาตามความถนัด เช่น หากถนัดเขียนโคด ก็ให้ทำงานในส่วน Business Logic แต่หากถนัดที่จะออกแบบหน้าตาของเว็บเพจ ก็ให้ทำงานในส่วน Presentation Layer

2.3.1 ข้อดีของ JSP

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย JSP มีข้อดีต่างๆมากมาย ดังนี้

2.3.1.1 ทำงานโดยไม่ยึดติดแพลตฟอร์มใดๆ

JSP ได้สืบทอดคุณสมบัติเด่นของจาวามาซึ่งก็คือ การทำงานโดยไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มหรือระบบปฏิบัติการใดๆ ไม่จะเป็นระบบ Windows, Linux, UNIX, Mac, OS ฯลฯ ดังนั้น เมื่อพัฒนาเว็บด้วย JSP ในแพลตฟอร์มหนึ่ง ก็สามารถย้ายไปใช้งานกับแพลตฟอร์มอื่นๆได้ไม่ยาก

2.3.1.2 ใช้งาน Java API ได้หลากหลาย

JSP สามารถเรียกใช้งาน Java API ได้หลากหลาย ซึ่ง Java API คือ กลุ่มของคลาสที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานต่างๆ เช่น การจัดการเกี่ยวกับเน็ตเวิร์ก, การติดต่อฐานข้อมูล, การจัดการด้านกราฟฟิก, การจัดการเกี่ยวกับอ็อบเจกต์ต่างๆ, การรับ-ส่งอีเมล เป็นต้น

2.3.1.3 นำคอมโพเนนต์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก ไม่ต้องเสียเวลาสร้างใหม่

เราสามารถนำ JavaBean มาใช้งานร่วมกับสคริปต์ JSP ได้ เพราะ JavaBean เป็นคอมโพเนนต์ที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับทำงานหรือทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง และสามารถนำกลับมาใช้งานได้เสมอ ดังนั้นเราไม่ต้องเสียเวลาเขียนสคริปต์ JSP เพื่อทำงานนั้นทุกครั้ง จึงพัฒนาเว็บไซต์เสร็จเร็วขึ้น

2.3.1.4 มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

ในการเขียนสคริปต์ JSP เราสามารถกำหนดแท็กใหม่ขึ้นมาใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการได้ นอกจากนี้ภาษาที่ใช้เขียนสคริปต์ JSP ไม่ได้จำกัดเฉพาะภาษา Java เท่านั้น ตามหลักการแล้วเราสามารถใส่ภาษาอื่นๆ ในการเขียนสคริปต์ได้ รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้งานร่วมกับ XML ได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

2.3.1.5 มีความปลอดภัย

JSP มีระบบการจัดการข้อผิดพลาดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเขียนสคริปต์ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อนำสคริปต์ JSP ไปใช้งานจริง (ระหว่างที่ผู้ชมเรียกดูและใช้บริการเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นด้วย JSP) ก็ตาม ล้วนสามารถตรวจสอบและรายงานข้อผิดพลาดได้ทันที

นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจสอบความปลอดภัย ที่สามารถป้องกันการเขียนสคริปต์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรต่างๆภายในเซิร์ฟเวอร์ รวมทั้งป้องกันการทำงานของสคริปต์ในระหว่างที่ผู้ชมเรียกดูและใช้บริการเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วย JSP

2.3.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของ JSP

สิ่งที่มีบทบาทสำคัญในการทำงานของ JSP ได้แก่ JSP Container (หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า JSP Engine) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญที่อยู่ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพราะทำหน้าที่ควบคุมและประมวลผลไฟล์ JSP ที่มีการร้องขอ (request) เข้ามา และตอบสนอง (response) คำร้องขอนั้นกลับไปยังไคลเอนต์

ขั้นตอนการประมวลผลไฟล์ JSP ทั้งหมด แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ฟังไคลเอนต์ส่งคำร้องขอเอกสารไปที่เว็บเซิร์ฟเวอร์
 2. เว็บเซิร์ฟเวอร์ตรวจสอบคำร้องขอ พบว่าเป็นไฟล์ JSP จึงส่งต่อไปแก่ JSP Container
 3. JSP Container ตรวจสอบว่าไฟล์ JSP ที่ร้องขอมา เคยแปลงเป็น Servlet และคอมไพล์เป็นไฟล์ .class แล้วหรือยัง โดยดูว่ามีไฟล์ .class อยู่หรือเปล่า ถ้ายังไม่มี ก็จะกระโดดข้ามไปทำงานตามขั้นตอนข้อ 4. ต่อ แต่ถ้ามีอยู่แล้ว ก็จะตรวจสอบอีกว่า หลังจากที่แปลงไฟล์ JSP เป็น Servlet และคอมไพล์เป็นไฟล์ .class ครั้งล่าสุดแล้ว ไฟล์ JSP นั้นมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือเปล่า ถ้ามีการแก้ไข ก็จะกระโดดไปทำงานตามขั้นตอนข้อ 4. ต่อเช่นกัน แต่ถ้าไม่มีการแก้ไข แสดงว่าไฟล์ JSP นั้นยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงเป็น Servlet และคอมไพล์ใหม่ ก็ข้ามไปยังขั้นตอนข้อ 6. ได้เลย
 4. JSP Container แปลงไฟล์ JSP เป็น Java Servlet
 5. JSP Container คอมไพล์ไฟล์ Java Servlet เป็นไฟล์ .class
 6. JSP Container ประมวลผลตามคำร้องขอนั้น
 7. JSP Container ส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ให้แก่เว็บเซิร์ฟเวอร์
 8. เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งผลลัพธ์นั้นไปยังไคลเอนต์หรือเว็บเบราว์เซอร์อีกทอดหนึ่ง
- จากขั้นตอนการประมวลผลไฟล์ JSP ที่แจกแจงข้างต้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงหลักๆ คือ ช่วง translation และช่วง execution โดยช่วง translation ได้แก่ ขั้นตอนข้อ 4. และขั้นตอนข้อที่ 5. ซึ่งเป็นการแปลงเอกสาร JSP (ไฟล์ .jsp) ให้เป็น Servlet (ไฟล์ .java) จากนั้นก็จะคอมไพล์ไฟล์ Servlet ให้เป็นไฟล์ .class

ส่วนช่วง Execution ได้แก่ขั้นตอนข้อ 6 ซึ่งเป็นการนำเอาไฟล์ .class ที่ได้จากการคอมไพล์ มาประมวลผลหรือทำงานตามคำร้องขอจากไคลเอนต์

ปกติแล้วกระบวนการทำงานในช่วง Translation จะกินเวลาพอสมควร แต่ช่วง translation จะไม่เกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการร้องขอไฟล์ เพราะตราบใดที่ไฟล์ JSP ต้นฉบับไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการร้องขอไฟล์เข้ามาใหม่ ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะแปลงไฟล์เป็น Servlet และคอมไพล์เป็นไฟล์ .class อีก ระบบจะเข้าสู่ช่วง execution ทันทีโดยใช้ไฟล์ .class ที่มีอยู่แล้ว การทำงานจึงรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขไฟล์ JSP ใหม่ ก็จะต้องเข้าสู่กระบวนการ translation ใหม่ทุกครั้ง

สรุปว่ากระบวนการ Translation มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้ 2 กรณี กรณีแรก คือ ไฟล์ JSP ที่ร้องขอมาเป็นไฟล์ใหม่ที่ยังไม่เคยแปลงและคอมไพล์มาก่อน กับอีกกรณี คือ ไฟล์

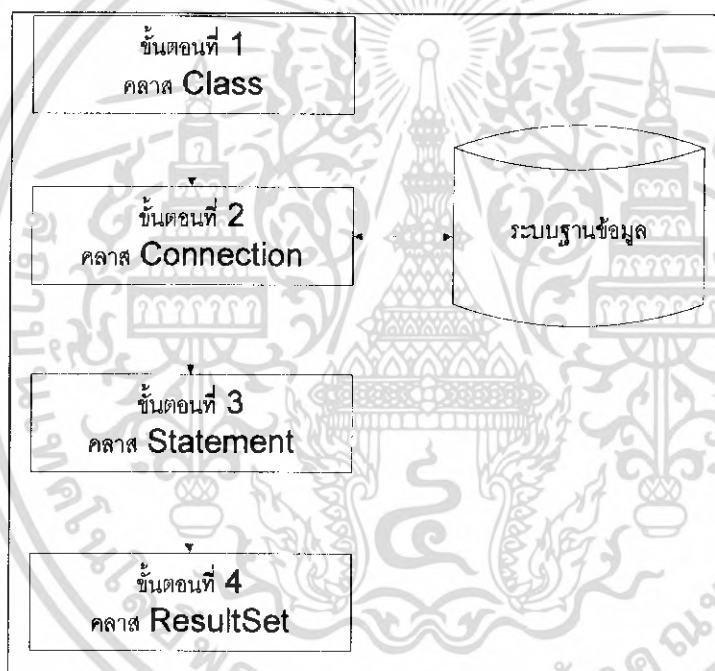
JSP ที่ร้องขอมาเคยผ่านการแปลงและคอมไพล์มาแล้ว แต่ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขไฟล์ JSP นั้นไปจากเดิม

2.4 การติดต่อฐานข้อมูล ด้วย JDBC

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages) สามารถติดต่อและจัดการกับฐานข้อมูลได้ โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เรียกว่า JDBC

JDBC (Java Database Connectivity) เป็น API ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อกับฐานข้อมูล โดยการติดต่อกับฐานข้อมูลจะต้องเรียกใช้ไดรเวอร์ของ JDBC (JDBC Driver) ซึ่ง JDBC Driver จะอยู่ในรูปของคลาส

การติดต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ JDBC แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการติดต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ JDBC

ขั้นตอนที่ 1 โหลดคลาสไดรเวอร์ของ JDBC

โหลดไดรเวอร์ของ JDBC ซึ่งเป็นไดรเวอร์ของฐานข้อมูลที่ต้องการติดต่อ โดยการเรียกใช้เมธอด `forName()` จากคลาส `Class` ซึ่งเป็นคลาสมาตรฐานที่อยู่ในแพคเกจ `java.lang` ดังนี้

```
Class.forName ("ไดรเวอร์.class");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 เปิดการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล

สร้างอ็อบเจกต์คลาส Connection ด้วยการเรียกใช้เมธอด getConnection() จากคลาส DriverManager และระบุพารามิเตอร์ให้แก่เมธอดนี้ด้วย ตามรูปแบบดังนี้

```
Connection อ็อบเจกต์_1 = DriverManager.getConnection ("พารามิเตอร์_1");
```

โดย พารามิเตอร์_1 เป็นการระบุข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล ดังนี้

```
Jdbc: ไดรเวอร์://ชื่อ โฮส/ชื่อฐานข้อมูล?user=ชื่อผู้ใช้&password=รหัสผ่าน
```

คลาส Connection และคลาส DriverManager เป็นคลาสมาตรฐานที่อยู่ในแพคเกจ java.sql

ขั้นตอนที่ 3 ดึงข้อมูลโดยใช้คำสั่ง SQL

การส่งคำสั่ง SQL ไปยังฐานข้อมูล โดยผ่านอ็อบเจกต์ของคลาส Statement ซึ่งการสร้างอ็อบเจกต์นี้ได้ใช้เมธอด createStatement() ที่ได้จากอ็อบเจกต์_1 ในขั้นตอนที่ 2 ตามรูปแบบคำสั่งดังนี้

```
Statement อ็อบเจกต์_2 = อ็อบเจกต์_1.createStatement ();
```

หลังจากนั้น จึงสามารถใช้คำสั่ง SQL ส่งผ่านอ็อบเจกต์_2 ซึ่งเป็นอ็อบเจกต์ของคลาส Statement ตามรูปแบบดังนี้

```
ResultSet อ็อบเจกต์_3 = อ็อบเจกต์_2.executeQuery (คำสั่ง_SQL);
```

ขั้นตอนที่ 4 จัดการกับผลลัพธ์ที่ได้จากคำสั่ง SQL

ภายในอ็อบเจกต์_3 ประกอบไปด้วยข้อมูลผลลัพธ์จากคำสั่ง SQL ซึ่งอยู่ในรูปของเรคอร์ด และอาจมีหลายเรคอร์ด ในการนำข้อมูลมาใช้ จึงต้องดึงข้อมูลมาจากอ็อบเจกต์_3 ทีละเรคอร์ด ดังนั้นจึงต้องมีตัวชี้หรือพอยน์เตอร์ (pointer) ทำหน้าที่ชี้ตำแหน่งว่าจะดึงข้อมูลจากเรคอร์ดไหน ซึ่งในตอนเริ่มต้น ตัวชี้จะอยู่ที่เรคอร์ดแรกเสมอ

ในการเลื่อนพอยน์เตอร์ไปตามข้อมูลแต่ละเรคอร์ด จะใช้เมธอด next() จากคลาส ResultSet เพื่ออ่านหรือแสดงผลลัพธ์จากเรคอร์ดนั้นออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้คำสั่ง while ช่วยวนรอบการเลื่อนพอยน์เตอร์และอ่านข้อมูลจนกว่าจะครบทุกเรคอร์ด ตามรูปแบบคำสั่ง ดังนี้

```
While (อ็อบเจกต์_3.next ())
```

```
{
```

```
    //แสดงผลลัพธ์
```

```
}
```

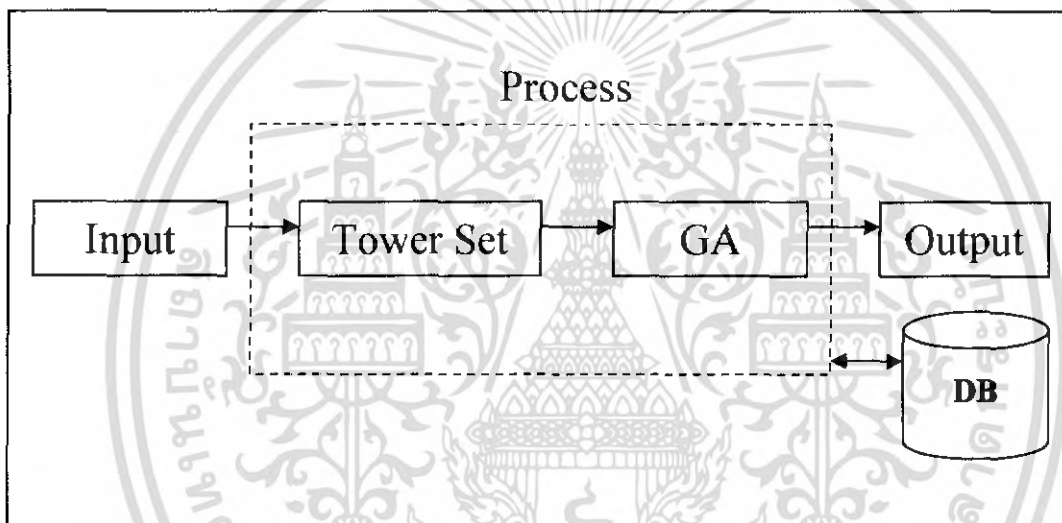
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมทั้งหมดของระบบประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วน Input เป็นส่วนที่รับข้อมูลของกล่องมาจากผู้ใช้งาน จากนั้นก็จะเข้าสู่ส่วน Process ซึ่งเป็นกระบวนการจัดเรียงกล่องโดยใช้สองอัลกอริทึม อัลกอริทึมแรก คือ ทาวเวอร์เซต เป็นการนำกล่องที่ได้มาเรียงเป็นทาวเวอร์เซต จากนั้นจึงใช้เจเนติกอัลกอริทึม หาผลลัพธ์สุดท้ายในการจัดเรียงกล่อง ได้ออกมาเป็นส่วน output



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

3.1.1 Input

เป็นข้อมูลของกล่อง ได้แก่ ชื่อกล่อง ความกว้าง ความยาว ความสูง น้ำหนัก และจำนวนของกล่อง

3.1.2 Process คือ กระบวนการในระบบโดยมีสองอัลกอริทึม ได้แก่

1. Tower Set

Tower Set คือ อัลกอริทึมในการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์หลายๆทาวเวอร์ เพื่อนำไปใช้ต่อในส่วนของเจเนติกอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. GA

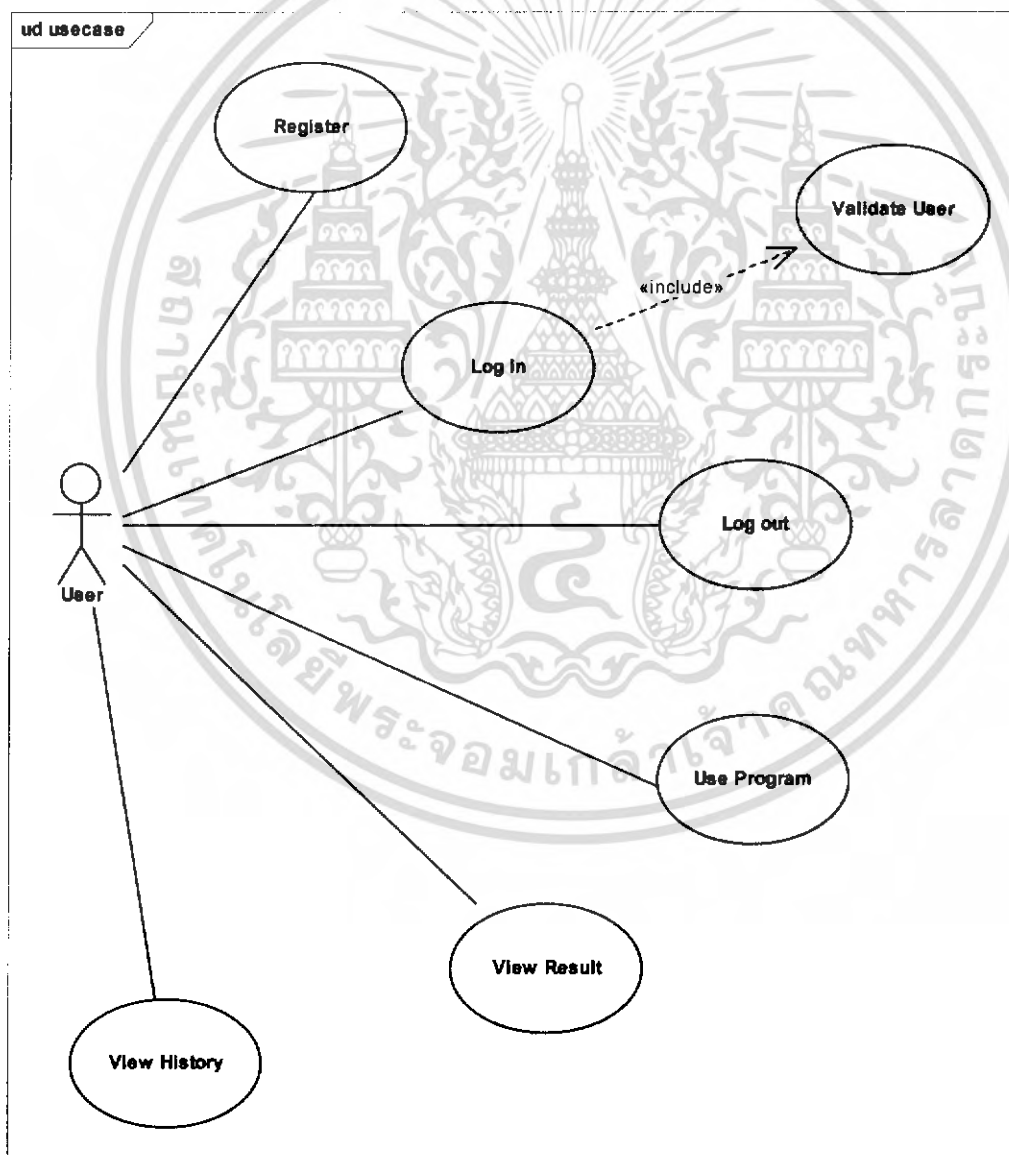
GA คือ การนำเทคนิคอัลกอริทึมมาใช้ในการคำนวณหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดเรียงกล่องลงบนตู้สินค้า

3.1.3 Output

เป็นวิธีการจัดเรียงกล่อง และจำนวนของกล่องที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถจัดเรียงลงในหนึ่งตู้สินค้า

3.2 การออกแบบระบบด้วย UML

3.2.1 Use Case Diagram



รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพ Use Case แสดงการมองภาพรวมของระบบ หรือมองในลักษณะของการใช้งานระบบว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานส่วนใดของระบบได้บ้าง โดยรายละเอียดของ Use Case Diagram แสดงดังรูปที่ 3.2 และคำอธิบายแผนภาพ Use Case แสดงดังตารางที่ 3.1

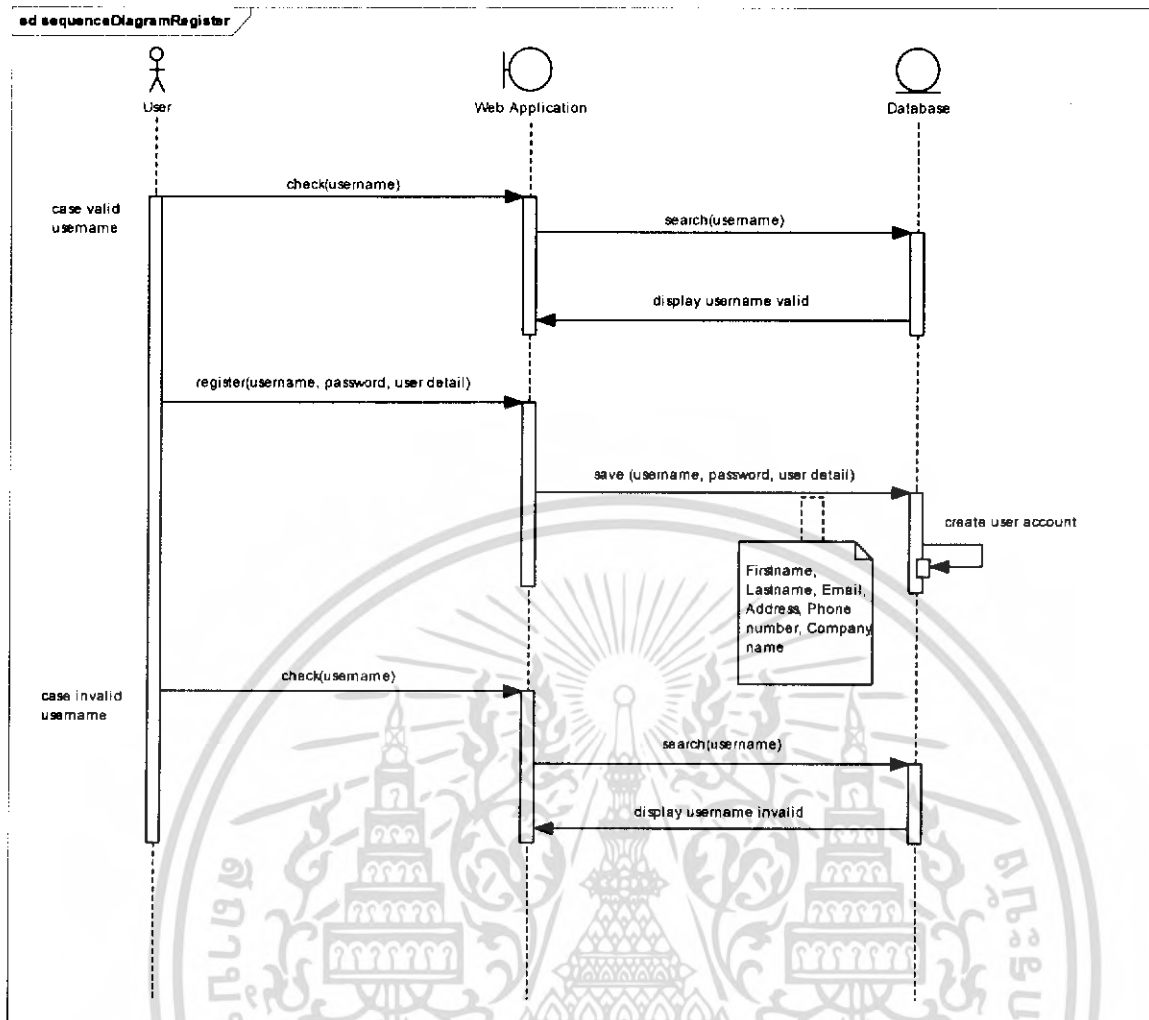
Use Case	Actor	Description
Register	User	ผู้ใช้ทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของระบบ
Login	User	ผู้ใช้ทำการล็อกอินเข้าระบบเพื่อใช้งาน
Logout	User	ผู้ใช้ทำการล็อกเอาท์เพื่อทำการออกจากระบบ
Use Program	User	ผู้ใช้ทำการใช้งานโปรแกรม โดยใส่ข้อมูลกล่องที่ต้องการเพื่อทำการจัดเรียงกล่องลงบนตู้สินค้า
View Result	User	ผู้ใช้ดูวิธีการจัดเรียงกล่องสินค้าลงบนตู้สินค้า
View History	User	ผู้ใช้ดูผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องย้อนหลัง

ตารางที่ 3.1 แสดงคำอธิบายของ Use Case Diagram

3.2.2 Sequence Diagram

Sequence Diagram: การสมัครสมาชิก (Register)

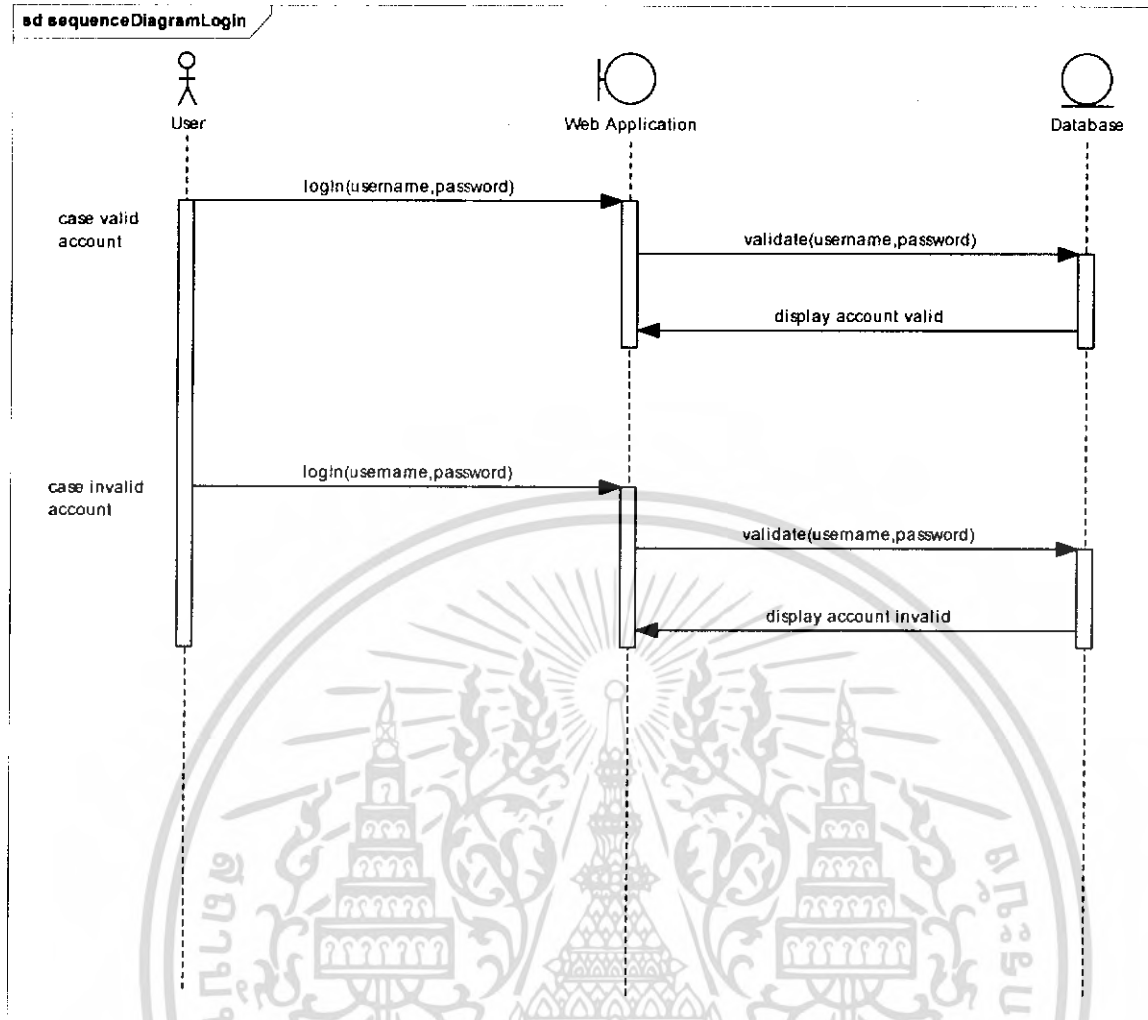
การลงทะเบียนเพื่อเป็นสมาชิกของระบบ จะเริ่มเมื่อผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูล username ลงในหน้าจอการลงทะเบียน โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบ username นั้นว่ามีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบหรือไม่ ถ้าไม่มีอยู่ในฐานข้อมูลตัวโปรแกรมจะทำการสร้าง account ให้ผู้ใช้งาน แต่หากพบ username นั้นในฐานข้อมูล ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้ username นั้นได้และต้องทำการเปลี่ยนแปลง username เพื่อทำการลงทะเบียนใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 Sequence Diagram การสมัครสมาชิก (Register)

Sequence Diagram: การล็อกอิน (Login)

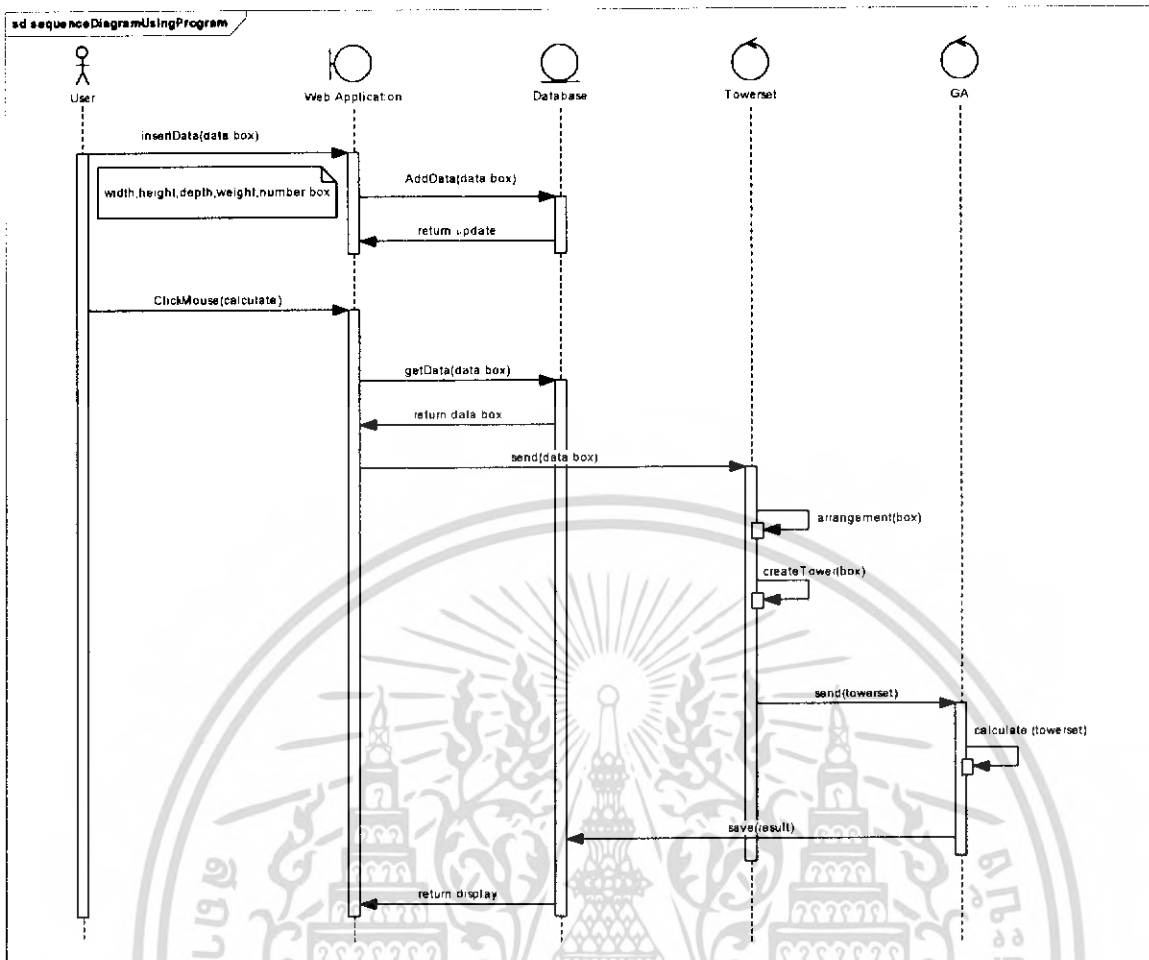
การล็อกอินเข้าใช้งานระบบจะเริ่มเมื่อผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูล username และ password ลงในหน้าจอล็อกอิน โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบ username และ password ที่กรอกมาว่าตรงกับฐานข้อมูลของระบบหรือไม่ ถ้าถูกต้อง ผู้ใช้งานก็สามารถเข้าใช้งานระบบการจัดเรียงกล่องได้ หากไม่ถูกต้อง ผู้ใช้ต้องทำการกรอกข้อมูล username และ password ใหม่ที่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Sequence Diagram การล็อกอิน (Login)

Sequence Diagram: การใช้งานโปรแกรม (Use Program)

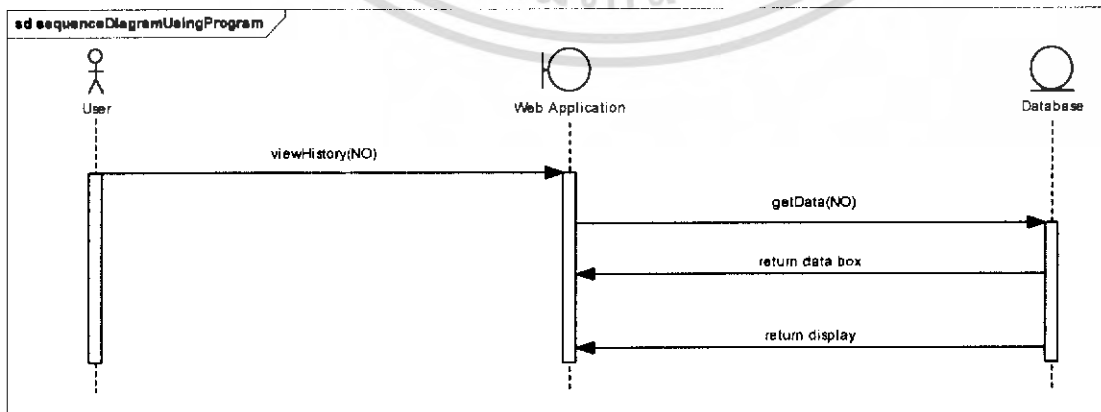
การใช้งานโปรแกรมจะเริ่มเมื่อผู้ใช้ได้ใส่รายละเอียดข้อมูลต้องสินค้าทั้งหมดเรียบร้อย และกดปุ่ม Addbox โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลต้องสินค้าลงฐานข้อมูล เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อมูลต้องที่จะทำการจัดเรียงทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว และกดปุ่ม Calculate เพื่อให้โปรแกรมเริ่มคำนวณการจัดเรียงกล่อง โปรแกรมก็จะทำการดึงข้อมูลของกล่องจากฐานข้อมูลมาทำการประมวลผลในส่วนของการสร้างทาวเวอร์ และส่งต่อไปประมวลผลในส่วนของเจเนติกอัลกอริทึม เมื่อประมวลผลเสร็จสิ้นก็ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงฐานข้อมูลและแสดงผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องออกทางหน้าเว็บ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Sequence Diagram การใช้งาน โปรแกรม (Use Program)

Sequence Diagram: การดูผลลัพธ์ย้อนหลัง (View History)

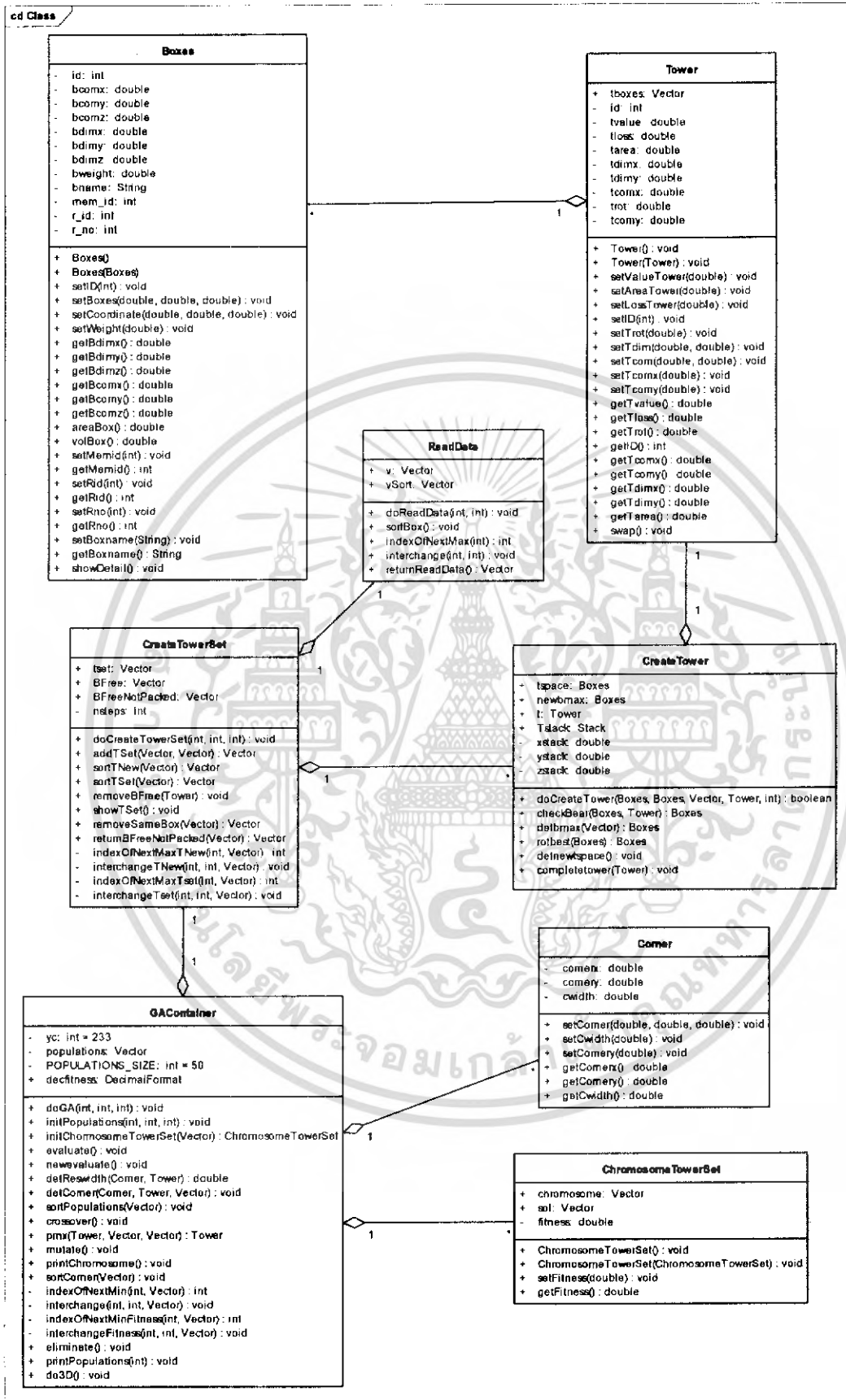
การใช้งานโปรแกรมจะเริ่มเมื่อผู้ใช้กดปุ่มผลลัพธ์ย้อนหลัง โดยโปรแกรมจะไปดึงข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องย้อนหลังจากฐานข้อมูลและแสดงผลพร้อมออกทางหน้าเว็บ ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 Sequence Diagram การดูผลลัพธ์ย้อนหลัง (View History)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

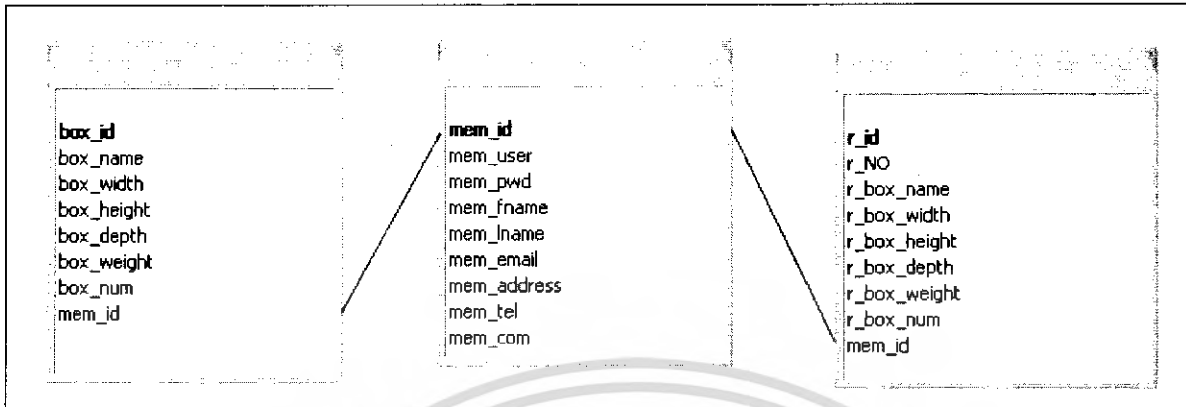
3.2.3 Class Diagram



รูปที่ 3.7 Class Diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง class

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.8 แสดงการออกแบบฐานข้อมูล

จากรูปที่ 3.8 แสดงรายละเอียดการออกแบบฐานข้อมูลในระบบ ประกอบด้วยตาราง 3 ตาราง รายละเอียดของตารางอธิบายได้ดังนี้

3.3.1 ตาราง member

ตาราง member เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของสมาชิก มีฟิลด์ต่างๆ ดังนี้

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด
mem_id (primary key)	int	เก็บ id ของสมาชิก	11
mem_user	varchar	เก็บ username ของสมาชิก	25
mem_pwd	varchar	เก็บ password ของสมาชิก	16
mem_fname	varchar	เก็บชื่อของสมาชิก	50
mem_lname	varchar	เก็บนามสกุลของสมาชิก	50
mem_email	varchar	เก็บ email ของสมาชิก	50
mem_address	varchar	เก็บที่อยู่ของสมาชิก	255
mem_tel	varchar	เก็บเบอร์โทรศัพท์ของสมาชิก	10
mem_com	varchar	เก็บชื่อบริษัทที่สมาชิกทำงาน	255

ตารางที่ 3.2 แสดงฟิลด์ในตาราง member

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ตาราง box

ตาราง box เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของกล่องที่ผู้ใช้งานป้อนเข้ามา มีฟิลด์ต่างๆ ดังนี้

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด
box_id (primary key)	int	เก็บ id ของกล่อง	11
box_name	varchar	เก็บชื่อของกล่อง	100
box_width	double	เก็บความกว้างของกล่อง	7,2
box_height	double	เก็บความสูงของกล่อง	7,2
box_depth	double	เก็บความลึกของกล่อง	7,2
box_weight	double	เก็บน้ำหนักของกล่อง	7,2
box_num	int	เก็บจำนวนกล่อง	5
mem_id (foreign key)	int	เก็บ id ของสมาชิก	11

ตารางที่ 3.3 แสดงฟิลด์ในตาราง box

3.3.3 ตาราง result

ตาราง result เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของกล่องที่ผู้ใช้งานนำมาคำนวณการจัดเรียงกล่อง มีฟิลด์ต่างๆ ดังนี้

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย	ขนาด
r_id (primary key)	int	เก็บ id ของกล่องที่นำมาจัดเรียง	11
r_NO	int	เก็บครั้งที่นำกล่องมาจัดเรียง	11
r_box_name	varchar	เก็บชื่อของกล่องที่นำมาจัดเรียง	100
r_box_width	double	เก็บความกว้างของกล่องที่นำมาจัดเรียง	7,2
r_box_height	double	เก็บความสูงของกล่องที่นำมาจัดเรียง	7,2
r_box_depth	double	เก็บความลึกของกล่องที่นำมาจัดเรียง	7,2
r_box_weight	double	เก็บน้ำหนักของกล่องที่นำมาจัดเรียง	7,2
r_box_num	int	เก็บจำนวนกล่องที่นำมาจัดเรียง	5
mem_id (foreign key)	int	เก็บ id ของสมาชิก	11

ตารางที่ 3.4 แสดงฟิลด์ในตาราง result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาและการแก้ปัญหา

3.4.1 การวิเคราะห์รูปแบบของปัญหา

ปัญหาของการศึกษาการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้ามีรูปแบบ ดังนี้

ให้ตู้สินค้ามีความลึกเป็น x กว้างเป็น y สูงเป็น z และกลุ่มของกล่องที่จะบรรจุเป็น nb โดยกล่องที่บรรจุมีคุณสมบัติเป็น $bdim1(b)$, $bdim2(b)$, $bdim3(b)$, น้ำหนักเป็น $bweight(b)$ และค่าของกล่อง $bvalue(b) > 0$ การจัดเรียงกล่องที่จะบรรจุลงบนตู้สินค้านั้นค่ากล่องต้องให้ได้มากที่สุด และสัมพันธ์กับข้อบังคับที่มี

ค่าของกล่องที่บรรจุอาจแสดงถึงปริมาตรหรืออะไรก็ได้ที่แสดงถึงอัตราการบรรจุทุกสินค้า ในกรณีแรกนั้นปริมาตรของกล่องที่บรรจุจะต้องให้ได้มากที่สุด

การบรรจุของลงตู้สินค้าต้องคำนึงถึงตำแหน่งของการวางกล่องและการจัดการเรื่องของน้ำหนักกล่อง การจัดเรียงกล่องลงบนตู้สินค้าจึงต้องเป็นไปตามข้อบังคับดังนี้

1. ข้อบังคับเรื่องทิศทาง

กล่องแต่ละกล่องที่จะวางนั้นมีข้อจำกัดด้านทิศทาง คือไม่วางกล่องให้ตั้งขึ้น

2. ข้อบังคับเรื่องน้ำหนัก

น้ำหนักของกล่องที่อยู่ด้านบนจะต้องไม่เกินน้ำหนักที่รับได้ของกล่องด้านล่าง

3. ข้อบังคับเรื่องความสมดุล

การวางกล่องจะต้องคำนวณสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กันกล่องที่จะวางกับพื้นที่ของกล่องที่อยู่ด้านล่าง โดยขนาดของกล่องที่นำมาวางต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับกล่องด้านล่าง และวางกล่องโดยไม่ให้เลขขอบของกล่องด้านล่างออกมา ซึ่งทำให้สามารถวางกล่องได้โดยกล่องจะไม่ล้มลงมา

3.4.2 การวิเคราะห์วิธีแก้ปัญหาขั้นพื้นฐาน

การจัดกล่องให้อยู่ในสภาพที่กำหนดนั้น กล่องที่อยู่บนพื้นตู้สินค้าเรียกว่า กล่องฐาน และการวางกล่องด้านบนต้องดูด้วยว่ากล่องด้านล่างรองรับได้หรือไม่ เป็นการเรียงกล่องในลักษณะทาวเวอร์ การวางกล่องด้านบนไม่จำเป็นต้องเป็นลักษณะทาวเวอร์อันเดียว แต่อาจเป็นกลุ่มของทาวเวอร์หลายๆชุด

การใช้แนวความคิดนี้จะมีรูปแบบในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ขั้นตอนที่หนึ่ง กำหนดจำนวนกล่องที่จะจัดเรียงเป็นกลุ่มทาวเวอร์ และทำการวางกล่องโดยคำนึงถึงว่าให้เหลือพื้นที่น้อยที่สุดที่ด้านบนกล่องฐาน
2. ขั้นตอนที่สอง พื้นของตู้สินค้าจะนำกล่องฐานของการสร้างทาวเวอร์มาวาง และนำเอาเงินตักอัคริทีมมาช่วยแก้ปัญหาเรื่องการวางกล่อง โดยกำหนด

เพื่อให้ได้ปริมาตรรวมของกล่องที่จะนำมาบรรจุมากที่สุด เมื่อทำขั้นตอนที่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองเสร็จสิ้น เราจะได้กลุ่มทาวเวอร์และวิธีที่ดีที่สุดในการจัดเรียงกล่องบนพื้นตู้สินค้า

- ทำตามขั้นตอนที่หนึ่งและสองอีกหลายๆครั้ง ในการทำแต่ละครั้งจะได้กลุ่มทาวเวอร์และวิธีการวางกล่องแบบใหม่ เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้จะเลือกใช้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า

3.4.3 การคำนวณความทนได้ของกล่อง (Load bearing ability)

ความทนได้ของกล่องจะแสดงให้เห็นว่าสามารถนำกล่องมาวางบนกล่องด้านล่างได้หรือไม่ โดยกล่องด้านบนต้องมีค่าความทนได้น้อยกว่าหรือเท่ากับกล่องด้านล่าง จึงจะสามารถนำมาวางได้

ความทนได้ของกล่องคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

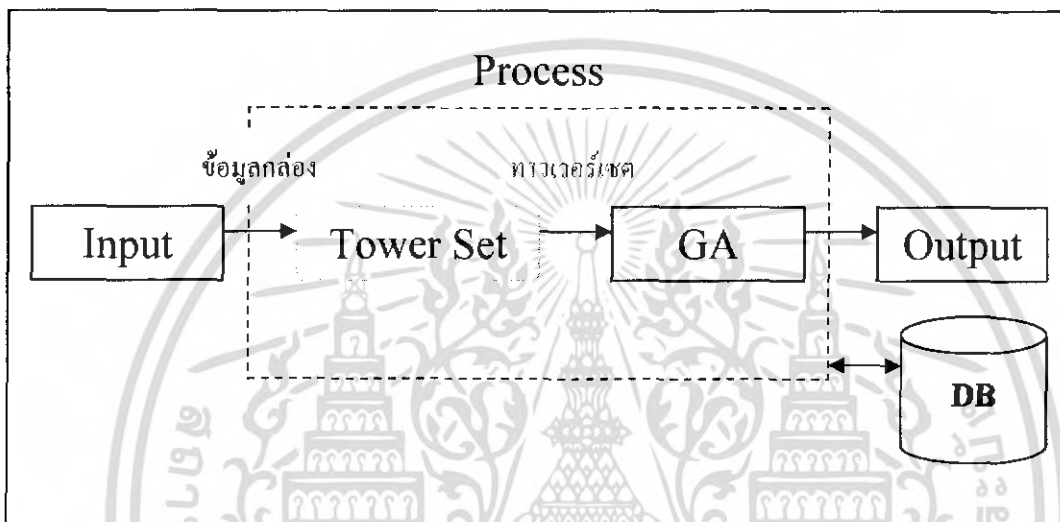
การคำนวณความทนได้ของกล่อง (kg./cm ²)	=	$\frac{\text{น้ำหนักของกล่อง (kg.)}}{\text{พื้นที่ด้านบนของกล่อง (cm}^2\text{)}}$
---	---	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การนำทฤษฎีทาวเวอร์เซตมาประยุกต์ใช้ในการจัดเรียงกล่อง

3.5.1 การสร้างทาวเวอร์เซต

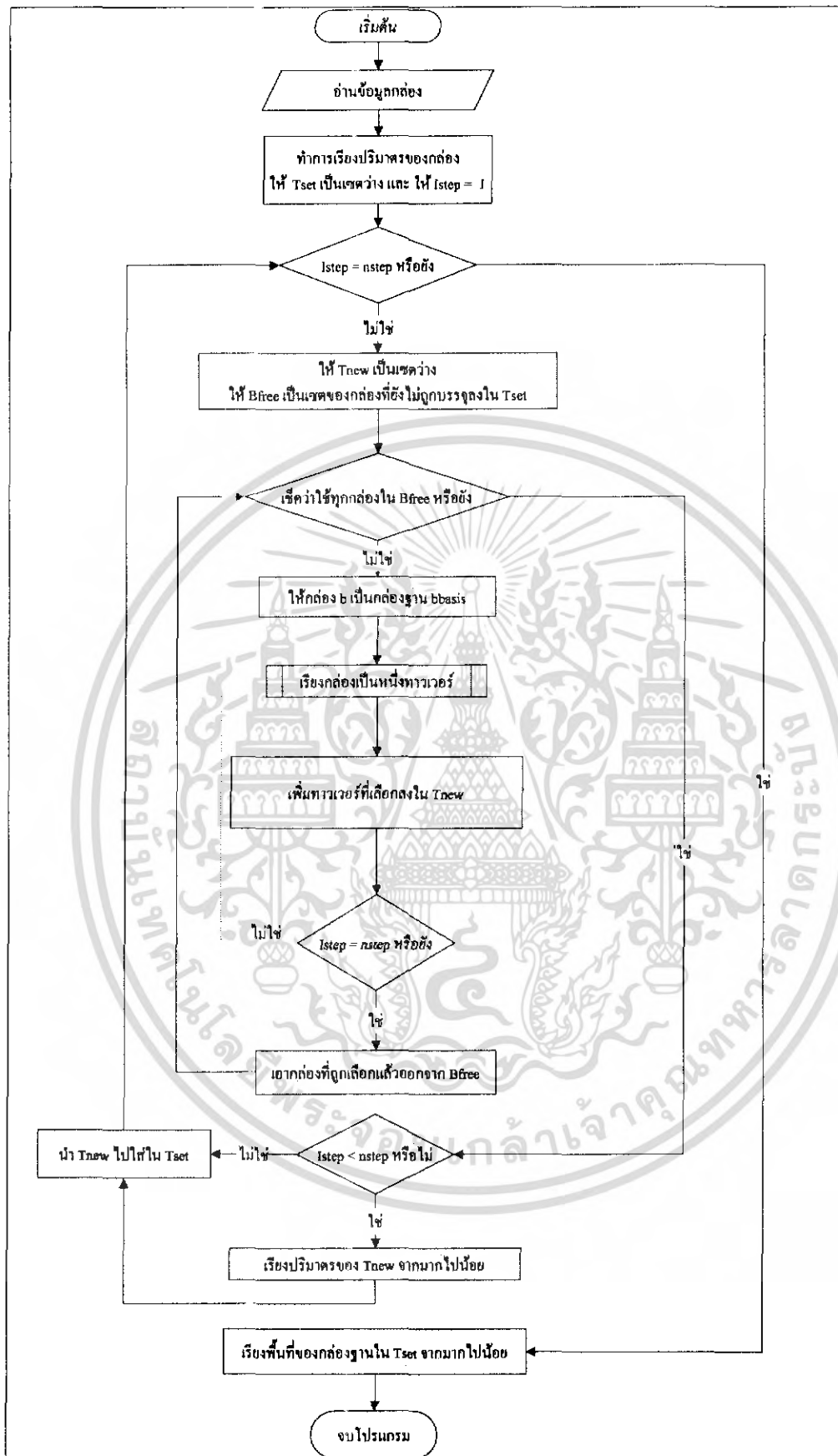
จากรูปที่ 3.9 ระบบจะรับข้อมูลอินพุตเป็นข้อมูลกล่อง จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต โดยการนำกลุ่มของกล่องที่ต้องการจัดเรียงมาเลือกกล่องที่เหมาะสมและนำไปจัดเรียงให้เป็นลักษณะทาวเวอร์ เมื่อได้ทาวเวอร์ที่เหมาะสมหลายๆทาวเวอร์ก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นทาวเวอร์เซต โดย Flow Chart อธิบายกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซตแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 ภาพรวมของระบบในขั้นตอนการสร้างทาวเวอร์เซต

ตัวแปรที่ใช้ในรูปที่ 3.10

- TSet คือ ทาวเวอร์เซต 1 ทาวเวอร์เซต ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต และส่งไปใช้ต่อในกระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม
- BFree คือ เวกเตอร์ที่เก็บจำนวนของกล่องที่ยังไม่ได้ถูกจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- Bbasis คือ กล่องฐานที่ถูกจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- b คือ กล่องที่ยังไม่ได้ถูกจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- TNew คือ ทาวเวอร์ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จากกล่องที่มีอยู่



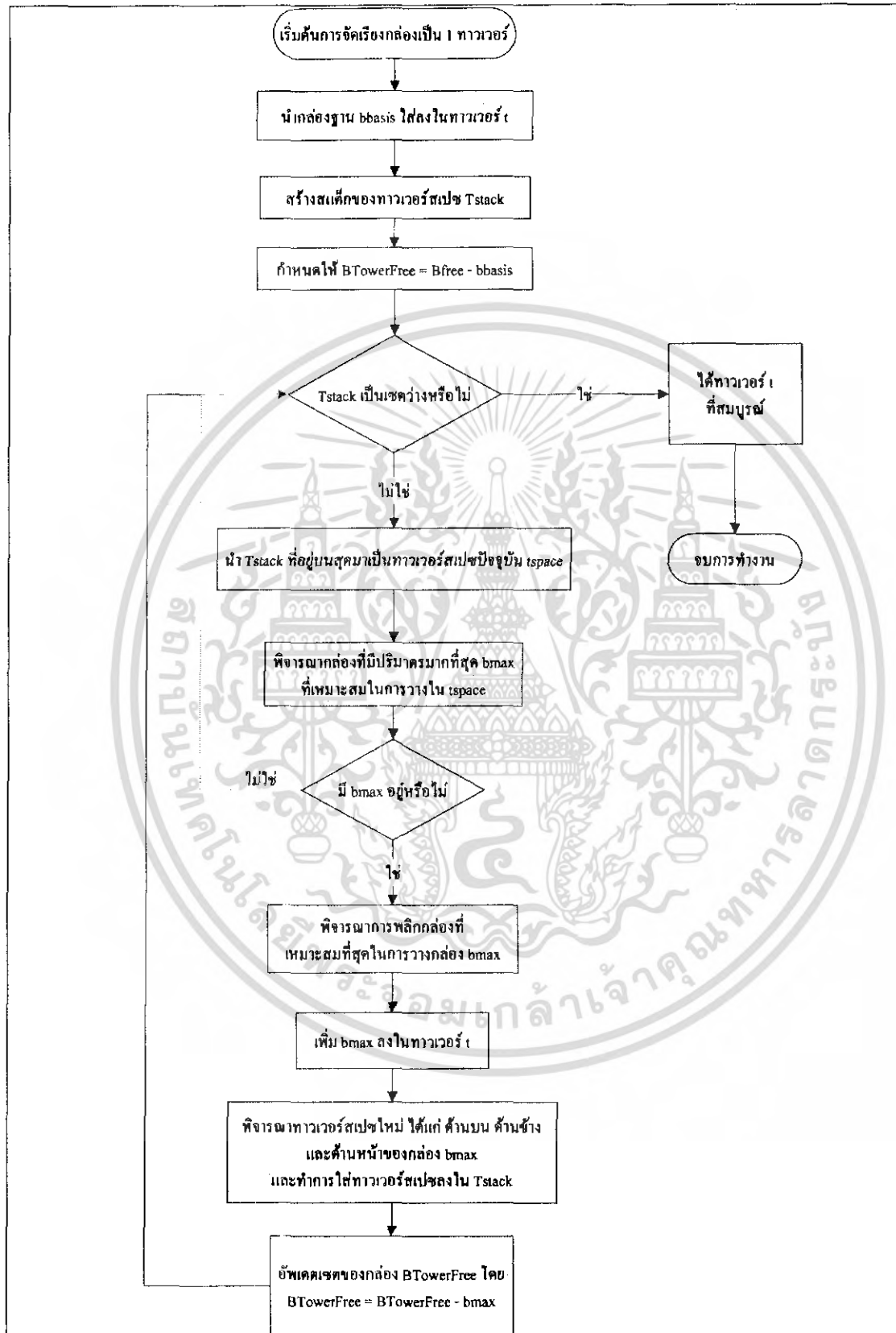
รูปที่ 3.10 Flow chart แสดงการสร้างทาวเวอร์เซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทำงานในรูปที่ 3.10 มีดังนี้

- ทาวเวอร์เซต TSet ถูกทำให้เกิดขึ้นในจำนวน $nsteps$ ชั้น แต่ละชั้นประกอบด้วย การเพิ่มอย่างน้อยหนึ่งทาวเวอร์เข้าไปใน TSet เนื่องจากการกำหนดเซตของกล่องอิสระ BFree ทำให้เกิดทาวเวอร์ใหม่และทาวเวอร์อื่นๆของ TSet ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันไป
- การทำงานเริ่มจากการอ่านข้อมูลกล่อง และทำการเรียงปริมาตรของกล่อง โดยกำหนดให้ TSet เท่ากับเซตว่าง และให้ $istep$ เท่ากับ 1
- จากนั้นกำหนด TNew ให้เท่ากับเซตว่าง และให้ BFree เก็บกล่อง b ที่ยังไม่ได้ถูกนำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- วนลูปเช็คที่ใช้ทุกกล่องใน BFree หรือยัง ถ้ายังให้เลือกกล่อง b เป็นกล่องฐาน จากนั้นเข้าขั้นตอนการเรียงกล่องเป็น 1 ทาวเวอร์
- เมื่อได้ทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์แล้ว ให้เพิ่มทาวเวอร์นั้นลงใน TNew และเช็คที่ $istep$ เท่ากับ $nsteps$ หรือยัง ถ้ายังให้วนไปเช็คที่ใช้ทุกกล่องใน BFree หรือยัง หรือถ้า $istep$ เท่ากับ $nsteps$ แล้ว ก็ให้ออกกล่องที่ถูกนำไปเรียงเป็นทาวเวอร์แล้วออกจาก BFree แล้วจึงวนไปเช็คที่ใช้ทุกกล่องใน BFree หรือยังอีกครั้ง
- เมื่อใช้ทุกกล่องใน BFree แล้ว จึงเช็คที่ $istep < nsteps$ หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ให้นำ TNew ไปใส่ TSet และวนกลับไปเช็คที่ $istep$ เท่ากับ $nsteps$ หรือยัง แต่ถ้า $istep < nsteps$ ให้เรียงปริมาตรของ TNew จากมากไปน้อย และนำ TNew ไปใส่ TSet แล้วจึงวนกลับไปเช็คที่ $istep$ เท่ากับ $nsteps$ หรือยังอีกครั้ง
- ในขั้นตอนสุดท้าย เมื่อ $istep = nsteps$ แล้ว ให้ทำการเรียงพื้นที่ของกล่องฐานในทาวเวอร์ TSet ที่ได้จากมากไปน้อย
- จากนั้นจึงได้ทาวเวอร์เซต TSet ที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ต่อในกระบวนการเจเนติกอัลกอริทึมต่อไป

กระบวนการเรียงกล่องเป็นหนึ่งทาวเวอร์แสดงในรูปที่ 3.11



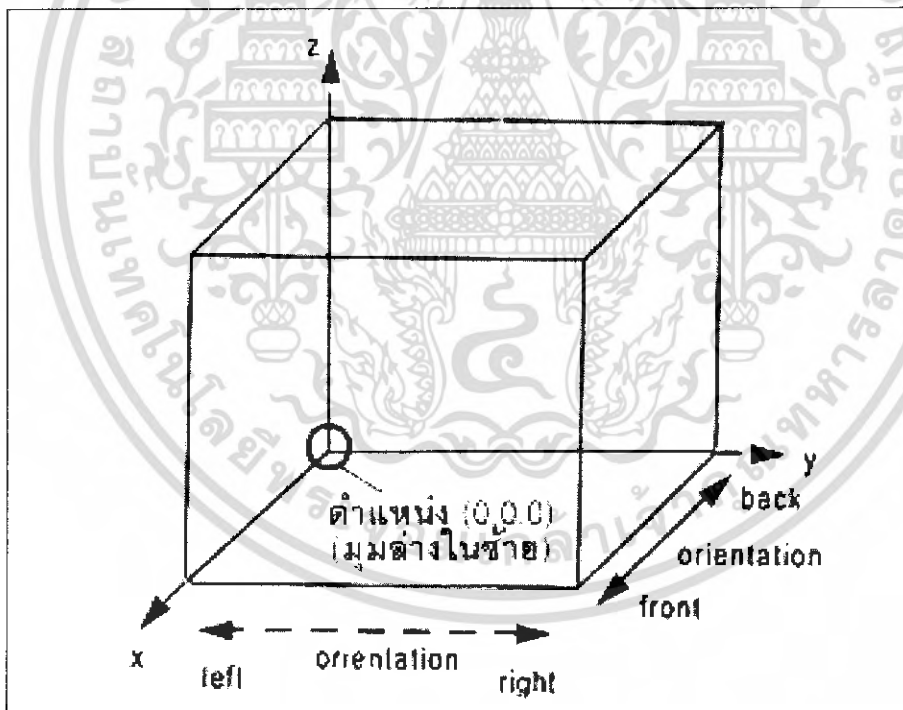
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 รูปที่ 3.11 แสดง Subalgorithm อธิบายการสร้างทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรที่ใช้ในรูปที่ 3.11

- $bbasis$ คือ ก่อร่างฐานที่ถูกนำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- t คือ ทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์ที่ได้จากการจัดเรียงก่อก่อ
- $TStack$ คือ stack ที่เก็บปริมาตรที่ว่างของทาวเวอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นก่อก่อว่าง ทั้งด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของทาวเวอร์
- $BTowerFree$ คือ เวกเตอร์ที่เก็บก่อก่อที่ยังไม่ได้ถูกนำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์
- $BFree$ คือ เวกเตอร์ที่เก็บก่อก่อทั้งหมด
- $tspace$ คือ ทาวเวอร์สเปซ ซึ่งมีลักษณะเป็นก่อก่อว่างในทาวเวอร์
- $bmax$ คือ ก่อก่อที่สามารถนำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์ได้ โดยที่ไม่ใช่ก่อก่อฐาน

กระบวนการสร้างทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์ในรูปที่ 3.11

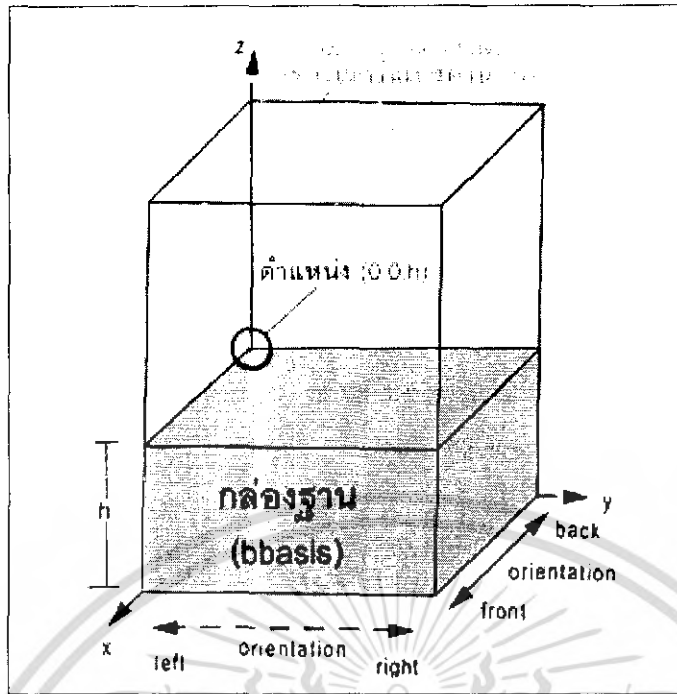
- เริ่มต้นการจัดเรียงก่อก่อเป็น 1 ทาวเวอร์โดยนำก่อก่อฐาน $bbasis$ ที่ได้จากในรูปที่ 3.10 มาใส่ลงในทาวเวอร์ t โดยวางไว้ที่มุมล่างในซ้ายของทาวเวอร์ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการวางก่อก่อ โดยวางในตำแหน่งมุมในซ้ายของทาวเวอร์

- สร้าง stack ชื่อว่า $TStack$ สำหรับเก็บทาวเวอร์สเปซ ของทาวเวอร์หลังจากนำก่อก่อเข้าไปในทาวเวอร์แล้ว โดยทาวเวอร์สเปซ นี้จะมีลักษณะเหมือนก่อก่อว่างในทาวเวอร์ แสดงดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

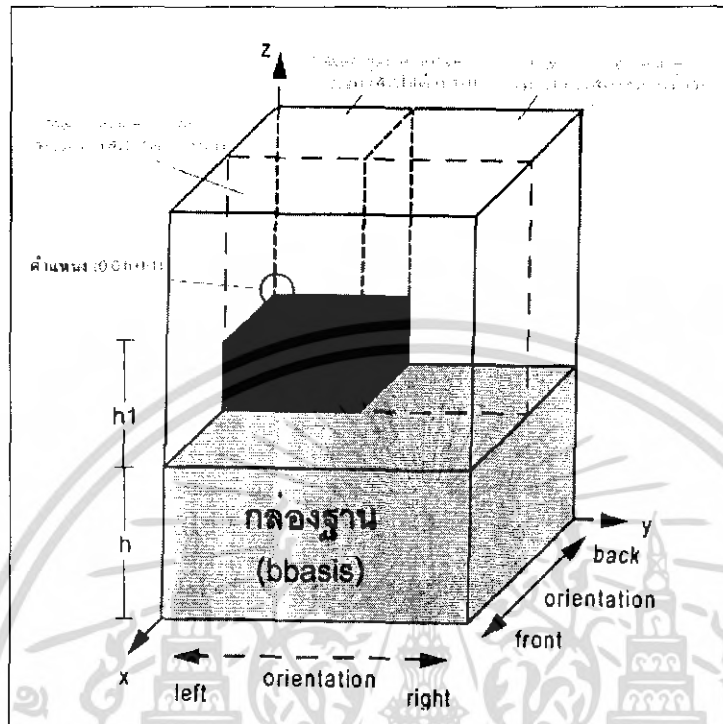


รูปที่ 3.13 แสดงทาวเวอร์สเปซด้านบนที่เกิดขึ้นเมื่อวางกล่องฐานในทาวเวอร์

- ลบกล่องฐานออกจาก B_{Free} และนำกล่องที่ยังไม่ได้ถูกจัดเรียงเก็บลงใน $B_{TowerFree}$
- เช็คว่า T_{Stack} เป็นเซตว่างหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ให้นำ $stack$ ที่อยู่บนสุดออกมาเป็นทาวเวอร์สเปซ t_{space} ปัจจุบัน ซึ่งเป็นปริมาตรที่ว่างในทาวเวอร์ที่จะนำกล่องมาวางต่อไป
- จากนั้นพิจารณากล่อง b_{max} ที่อยู่ใน $B_{TowerFree}$ ที่มีปริมาตรมากที่สุด และเหมาะสมที่จะนำมาวางในทาวเวอร์สเปซ t_{space} ปัจจุบัน ซึ่งกล่องที่เหมาะสมที่จะวางในทาวเวอร์สเปซ t_{space} ที่มีลักษณะเป็นลูกบาศก์จะขึ้นกับฐานของทาวเวอร์กับส่วนสูงของผู้สินค้า และความกว้าง ความสูง ความลึกจะต้องไม่เกินกล่องฐาน และกล่องฐานหรือกล่องที่อยู่ด้านล่างจะต้องมีความหนาได้มากกว่ากล่องที่จะนำมาจัดเรียง
- วนลูปเช็คว่ามีกล่อง b_{max} ที่จะนำมาจัดเรียงหรือไม่ ถ้ามี ให้พิจารณาการหมุนกล่องที่เหมาะสมที่สุดในการวางกล่อง b_{max} แต่ถ้าไม่มีให้วนไปเช็คว่า T_{Stack} ว่างหรือไม่
- เพิ่ม b_{max} ที่ได้ลงในทาวเวอร์ t โดยกล่อง b_{max} ที่นำมาวางได้จะวางไว้ที่มุมล่างในซ้ายของทาวเวอร์สเปซ t_{space} ซึ่งการจัดวางนี้จะก่อให้เกิดทาวเวอร์สเปซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t-space ใหม่ 3 ทาวเวอร์สเปซ ได้แก่ ด้านบน ด้านข้าง และด้านหน้าของกล่องที่ถูกนำมาวาง และทำการใส่ ทาวเวอร์สเปซ t-space ลงใน TStack แสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงทาวเวอร์สเปซ t-space ที่เกิดขึ้นใหม่ 3 ทาวเวอร์สเปซ

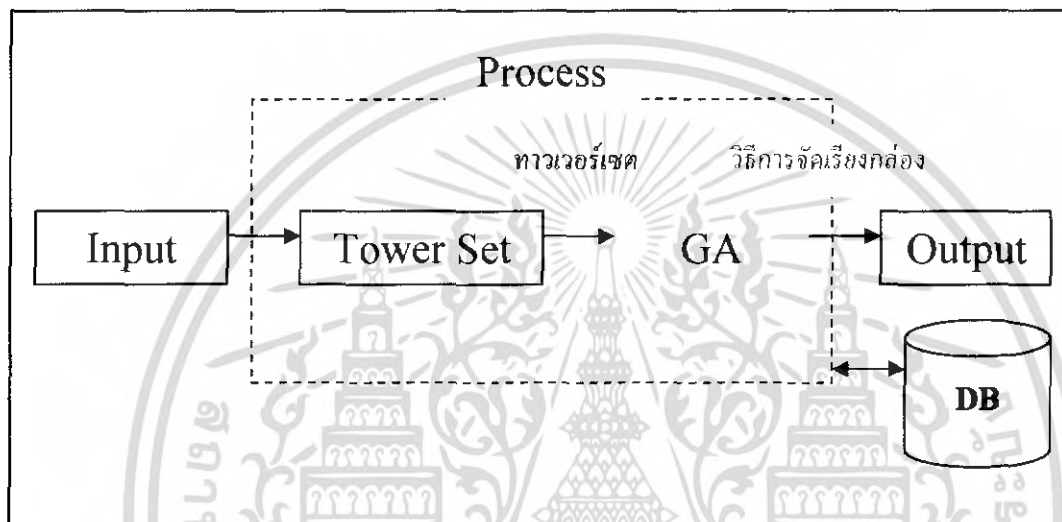
- อัปเดต BTowerFree โดยลบ bmax ที่นำไปจัดเรียงแล้วออกจาก BtowerFree
- หลังจากนั้นวนไปเช็คที่ TStack ว่าว่างหรือไม่อีกครั้ง และนำกล่องที่เหมาะสมใส่ลงไป ในทาวเวอร์จัน TStack เป็นเซตว่าง ซึ่งหมายถึงไม่มีที่ว่างทาวเวอร์สเปซในทาวเวอร์แล้ว
- ได้ทาวเวอร์ 1 ทาวเวอร์ที่สมบูรณ์ นำไปใช้ในกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซตในรูปที่ 3.10 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึม

หลังจากผ่านกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต กระบวนการต่อไปคือกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึม โดยนำผลลัพธ์ทาวเวอร์เซตที่ได้จากกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต มาเข้าสู่กระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อเลือกกลุ่มของทาวเวอร์เซตที่เป็นไปได้บรรจุลงในตู้สินค้า ซึ่งได้ผลลัพธ์สุดท้ายออกมาเป็นวิธีการจัดเรียงกล่อง และจำนวนกล่องที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถจัดเรียงลงในตู้สินค้าได้

โดย Flow chart อธิบายกระบวนการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมแสดงได้ดังรูปที่ 3.16

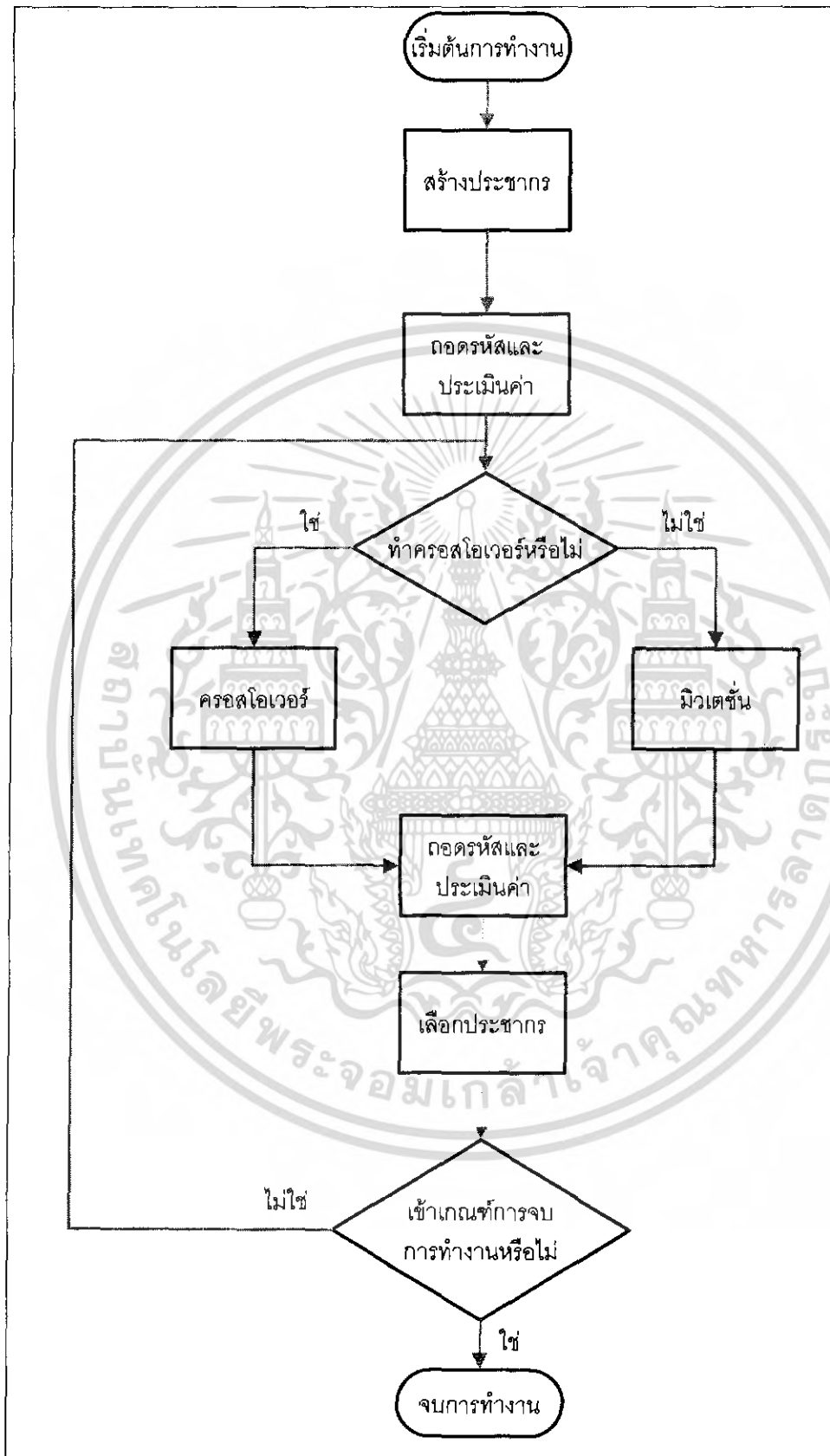


รูปที่ 3.15 ภาพรวมของระบบในขั้นตอนเจเนติกอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 ลักษณะการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

แสดงเป็น Flow chart ได้ดังนี้



รูปที่ 3.16 Flow chart แสดงการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

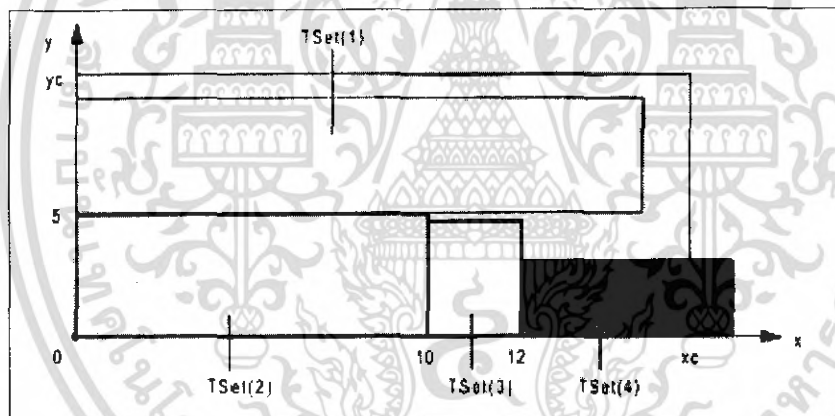
Flow chart การทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมในรูปที่ 3.16 อธิบายได้ดังนี้

การสร้างประชากร

การสร้างประชากรรุ่นแรก เป็นการนำเอากล่องฐานของทาวเวอร์เซต ด้วยวิธีการสุ่มจากทาวเวอร์ที่มีอยู่ทั้งหมดมาเรียงต่อกัน เพื่อสร้างเป็นโครโมโซมชุดแรกจำนวน 50 ชุด เพื่อใช้สำหรับการสร้างประชากรรุ่นต่อไป โดยที่ยีนของโครโมโซมมีค่าคุณสมบัติของยีนแต่ละตัว เช่น ความกว้างของกล่องฐาน ,ความยาวของกล่องฐาน ,น้ำหนักรวมของทาวเวอร์ และทิศทางการวางกล่องฐาน ค่าทิศทางการวางกล่องได้จากการสุ่มทิศทาง (0 วางตามแนวตั้ง หรือ 1 วางตามแนวนอน) เมื่อสุ่มทิศทางของการวางกล่องแล้วนำไปวางในตู้สินค้าจำลอง พบว่าไม่สามารถวางในทิศทางนั้นได้ จะสามารถเปลี่ยนทิศทางของ จาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 ได้

การถอดรหัสและการประเมินค่า

1. การถอดรหัส คือ การนำโครโมโซมที่สร้างขึ้นนำมาทำการเรียงลงบนพื้นตู้สินค้า และทำการเก็บค่าตำแหน่งในการเรียงของแต่ละทาวเวอร์ โดยใช้คุณสมบัติของยีนที่มีอยู่มาคิดคำนวณ



รูปที่ 3.17 แสดงการวางกล่องสินค้าของโครโมโซม 1 ชุด

จากรูปที่ 3.17 ค่าของยีนแต่ละตัวในโครโมโซม มีค่าดังนี้

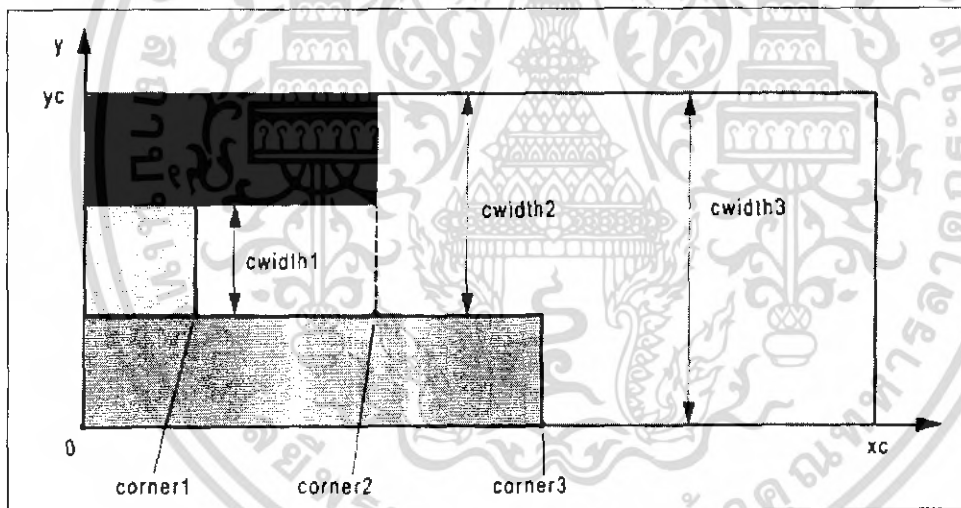
ยีนลำดับที่	ID ของกล่อง	ทิศทางการหมุน	ตำแหน่ง X	ตำแหน่ง Y
1	2	1	0	0
2	1	1	0	5
3	3	0	10	0
4	4	1	12	0

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าของยีนแต่ละตัวในโครโมโซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

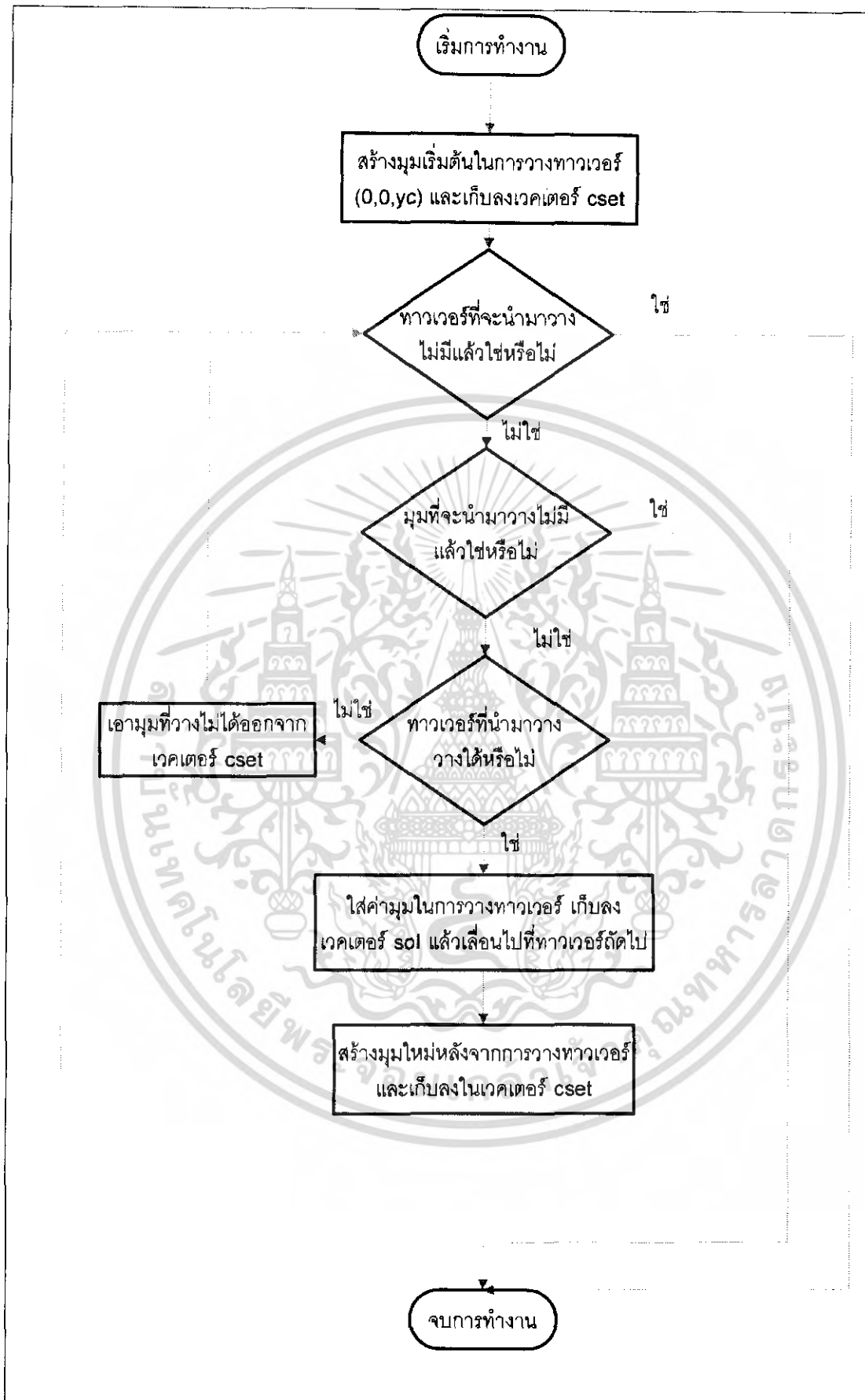
ทิศทางทวนมีค่าเท่ากับ 1 แสดงให้เห็นว่าต้องวางกล่องในทิศทางของแกน X และทิศทางทวนมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าต้องวางในทิศทางแนวแกน Y โดยทั่วไปจะกำหนดไว้เป็น 0 ค่าตำแหน่ง X และค่าตำแหน่ง Y เป็นค่าในการบอกตำแหน่งของการวางกล่องฐาน ดังนั้นการวางกล่องสินค้าภายในตู้สินค้าจำเป็นต้องอาศัยข้อจำกัดต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดเรียงกล่องสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

ในการวางกล่องสินค้าแต่ละกล่องจะทำการคำนวณค่าของการวางกล่องตามระบบพิกัด 2 มิติด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าสามารถวางกล่องสินค้าในพื้นที่ที่จะว่าได้หรือไม่ โดยการตรวจสอบในทิศทางแกน X ก่อน หากสามารถวางได้ก็จะทำการตรวจสอบการวางในทิศทางแกน Y หากสามารถวางได้ ก็จะทำการวางกล่องนั้นแล้วกำหนดพิกัดจุดยอดของกล่อง (corner1) ดังรูปที่ 3.18 แต่ถ้าหากไม่สามารถวางได้ทั้งในทิศทางแกน X และ Y ก็จะทำการหมุนกล่องสินค้า หรือทำการกลับทิศทางกล่องในแกน X เป็นทิศทางในแกน Y และทิศทางแกน Y เป็นทิศทางแกน X แต่ถ้าทำการหมุนทิศทางแล้วยังไม่สามารถวางได้ก็จะทำการเลื่อนไปยังจุดที่อยู่ถัดไปจากกล่องแรก (corner2) และจะทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเต็มพื้นที่ของตู้สินค้า



รูปที่ 3.18 แสดงการจัดเรียงกล่องลงบนพื้นตู้สินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 Flow chart แสดงการจัดการเรียงกล่องบนตู้สินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปได้

คำอธิบาย Flow chart การถอดรหัส โดยการเรียงลงบนพื้นตู้สินค้าในรูปที่ 3.19

- การสร้างมุม (comerx, comery, cwidth)

comerx คือ ตำแหน่งบนพื้นตู้สินค้าในแนวแกน x

comery คือ ตำแหน่งบนพื้นตู้สินค้าในแนวแกน y

cwidth คือ ความกว้างในแนวแกน y ซึ่งใช้ในการวางทาวเวอร์

โดยมุมเริ่มต้นที่ใส่ลงในเวกเตอร์ cset คือ (0, 0, yc) เป็นมุมของตู้สินค้าที่มีความกว้างในแนวแกน y เท่ากับความกว้างของตู้สินค้า

- เมื่อได้มุมที่จะวางแล้ว ทาวเวอร์จะเก็บค่ามุมที่วางได้เป็นตำแหน่งในการวางทาวเวอร์ในตู้สินค้า และเก็บทาวเวอร์ที่สามารถวางในตู้สินค้านั้นไว้ในเวกเตอร์ sol
- เมื่อมีการวางทาวเวอร์ลงในมุมได้ จะเกิดมุมใหม่สองมุม คือ มุมบนซ้ายของฐานทาวเวอร์ และมุมขวาล่างของฐานทาวเวอร์ และนำสองมุมนี้ไปเก็บลงใน cset โดยทุกครั้งที่จะเก็บจะมีการเรียงตำแหน่งของมุม โดยเรียงจากมุมที่มีตำแหน่งในแนวแกน x น้อยไปหามุมที่มีตำแหน่งในแนวแกน x มาก หากตำแหน่งในแนวแกน x มีค่าเท่ากันจะพิจารณาตำแหน่งในแนวแกน y โดยเรียงจากมุมที่มีตำแหน่งในแนวแกน y น้อยไปหามาก

2. การประเมินค่า หลังจากการทำการถอดรหัสของโครโมโซมแล้ว ขั้นตอนถัดไปทำการหาค่าฟิตเนสของโครโมโซม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาว่าโครโมโซมที่ได้มีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน โดยการหาค่าฟิตเนสคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{ค่าฟิตเนส} = \frac{\text{ผลรวมปริมาตรของทาวเวอร์ (cm}^3\text{)}}{\text{ปริมาตรของตู้สินค้า (cm}^3\text{)}}$$

โดยผลรวมปริมาตรของทาวเวอร์ คือ ผลรวมปริมาตรของทาวเวอร์ที่บรรจุได้ใน 1 ตู้สินค้า แสดงให้เห็นว่าค่าฟิตเนสที่มีค่าใกล้เคียง 1 เป็นค่าฟิตเนสที่ดีในการบอกถึงประสิทธิภาพของโครโมโซม

การเลือกประชากร

1. การเลือกประชากรไปใช้ในการทำครอสโอเวอร์และมิวเตชัน

ในการทำครอสโอเวอร์จะเลือกโครโมโซมต้นแบบตัวแรกจากการโครโมโซมที่มีค่าฟิตเนสมากที่สุดมา 1 ตัว โครโมโซมต้นแบบอีก 1 ตัวเลือกจากการสุ่มเลือกจากประชากรทั้งหมด

ในการทำมิวเตชันจะเลือกโครโมโซมจากการสุ่มเลือกจากประชากรทั้งหมดมาเพียงตัว

เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเลือกประชากรมาเป็นประชากรรุ่นถัดไป

เป็นกระบวนการในการตัดสินใจว่าจะนำโครโมโซมลูกที่ได้มาใหม่จากการทำครอส-โอเวอร์หรือมิวเตชันมารวมอยู่ในประชากรหรือไม่ โดยได้ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาคือ เปรียบเทียบค่าฟิตเนสของโครโมโซมลูกกับโครโมโซมทั้งหมดในประชากร หากมีค่าฟิตเนสเท่ากับค่าฟิตเนสของโครโมโซมในประชากรเดิมตัวใดตัวหนึ่ง จะไม่นำโครโมโซมลูกตัวนั้นเข้าไปอยู่ในประชากรรุ่นใหม่

เมื่อได้ประชากรรุ่นใหม่แล้ว จะทำการคัดโครโมโซมที่มีค่าฟิตเนสที่ต่ำที่สุดทิ้งโดยจะคัดทิ้งตามจำนวนที่เกินขนาดของประชากรที่กำหนดไว้ในที่นี้คือ 50 โครโมโซม

การครอสโอเวอร์

การครอสโอเวอร์เป็นการนำเอาประชากรจำนวน 2 ชุด ที่ได้จากการเลือกประชากรแล้ว มาทำการสุ่มจำนวนของยีนที่ต้องการแลกเปลี่ยน และสุ่มตำแหน่งที่จะทำการแลกเปลี่ยนตามจำนวนที่ต้องการแลกเปลี่ยนยีน วิธีการแลกเปลี่ยนแบบนี้เรียกว่า Order Base Crossover เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนยีน อาจจะทำให้เกิดการซ้ำกันของยีน จึงมีวิธีแก้ปัญหาการซ้ำกันของยีนที่เกิดจากการแลกเปลี่ยน ด้วยวิธี Partially mapped Crossover (PMX) เป็นวิธีการสลับยีนตัวที่ซ้ำ ตัวอย่างเช่น โครโมโซม 2 ตัว แต่ละตัวมียีนทั้งหมด 10 ตัว เมื่อทำการสุ่มจำนวนของยีนที่ต้องการสลับได้ 5 ตัว และตำแหน่งที่ต้องการสลับได้ 1, 4, 5, 6 และ 8

ตำแหน่งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Chromosome 1	8	7	10	1	3	4	6	2	5	...
Chromosome 2	1	9	4	2	6	3	5	8	7	...

- ตำแหน่งยีนแต่ละตัวของโครโมโซมแทนด้วยหมายเลขของทาวเวอร์
- ขนาดของโครโมโซมมีขนาดเท่ากับจำนวนทาวเวอร์ที่สร้างได้

จากการแลกเปลี่ยนยีนของโครโมโซม 1 และ 2 จะได้ว่า (8,1), (1,2), (3,6), (4,3) และ (2,8) ดังนั้นเมื่อทำการแลกเปลี่ยนแล้วพบว่าเกิดการซ้ำกันที่ตำแหน่งใด สามารถใช้คู่สลับเข้ามาช่วยให้ไม่เกิดการซ้ำกันได้ ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้มีดังนี้

ตำแหน่งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Offspring 1	1	7	10	2	6	3	4	8	5	...
Offspring 2	8	9	4	1	3	4	5	2	7	...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โชม 1 ชุด และทำการสุ่ม
งูในสุด เรียกรูวิธีการนี้ว่า

เมื่อทำการสุ่มช่วงของยีนที่

7	8	9	...
2	6	8	...

7	8	9	...
5	6	8	1

ยได้กำหนดให้ตรวจสอบค่า
มาตลอด 1000 รุ่นจะให้จบ

ขึ้นกับผลรวมพื้นที่ฐานของ

เกอเวอร์ทั้งหมดที่ใส่ได้ในตู้

การเกิดมิวเตชันมีค่าเท่ากับ

เนสที่คี่ที่สุดในแต่ละรุ่นไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

4.1 ผลการทดลองในส่วนของทาวเวอร์เซต

เมื่อนำข้อมูล Dataset ของกล่องที่จะนำมาจัดเรียงในตู้สินค้าใส่ในโปรแกรมการจัดเรียงกล่อง ในขั้นแรก โปรแกรมจะนำข้อมูลกล่องมาเข้าสู่กระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต โดยข้อมูลกล่องที่ใช้ทดสอบนำมาจาก OR-Library [8] โดยมีประเภทของกล่องอยู่ 3 แบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

ประเภท กล่อง	ความลึก	ความกว้าง	ความสูง	น้ำหนัก	จำนวน กล่อง
A	76	108	30	246.24	40
B	43	110	25	118.25	33
C	81	92	55	409.86	39

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลกล่องที่นำมาจัดเรียงในตู้สินค้า

ในการทดลองได้นำจำนวนกล่องทั้งหมด 112 กล่องมาทดลองในส่วนของทาวเวอร์เซต โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสร้างทาวเวอร์เซตโดยไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability) และ การสร้างทาวเวอร์เซตโดยคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ผลการทดลองเมื่อไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability)

เมื่อนำข้อมูลกล่องมาคำนวณในโปรแกรมการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า โดยไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability) ได้ผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต ดังนี้

ทาวเวอร์ที่	ประเภทกล่อง	ลำดับการเรียงกล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความกว้าง	ความสูง	ปริมาตร
			x	y	z				
1	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		6	0.00	0.00	150.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		7	0.00	0.00	180.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
2	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		6	0.00	0.00	150.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		7	0.00	0.00	180.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
3	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		6	0.00	0.00	150.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		7	0.00	0.00	180.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
4	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		6	0.00	0.00	150.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		7	0.00	0.00	180.00	108.00	30.00	76.00	246240.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
5	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		6	0.00	0.00	150.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		7	0.00	0.00	180.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
6	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		3	0.00	0.00	60.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		4	0.00	0.00	90.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		5	0.00	0.00	120.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
7	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
8	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
9	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
10	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ที่	ประเภทกล่อง	ลำดับการเรียงกล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความกว้าง	ความสูง	ปริมาตร
			x	y	z				
11	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
12	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
13	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
14	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
15	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		4	0.00	0.00	165.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
16	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		3	0.00	0.00	110.00	81.00	92.00	55.00	409860.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
17	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		3	0.00	0.00	50.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		4	0.00	0.00	75.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		5	0.00	0.00	100.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		6	0.00	0.00	125.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		7	0.00	0.00	150.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		8	0.00	0.00	175.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
18	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		3	0.00	0.00	50.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		4	0.00	0.00	75.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		5	0.00	0.00	100.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		6	0.00	0.00	125.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		7	0.00	0.00	150.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		8	0.00	0.00	175.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
19	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		3	0.00	0.00	50.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		4	0.00	0.00	75.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		5	0.00	0.00	100.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		6	0.00	0.00	125.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		7	0.00	0.00	150.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		8	0.00	0.00	175.00	43.00	110.00	25.00	118250.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
20	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		3	0.00	0.00	50.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		4	0.00	0.00	75.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		5	0.00	0.00	100.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		6	0.00	0.00	125.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		7	0.00	0.00	150.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		8	0.00	0.00	175.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
21	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00

ตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต
โดยไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability)

**อธิบายข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซตโดยไม่คิดค่าความทนได้
(No load bearing ability) ดังนี้**

- แสดงจำนวนทาวเวอร์ที่จัดเรียงในตู้สินค้าได้ โดยความสูงของทาวเวอร์จะไม่เกินความสูงของตู้สินค้า ซึ่งตามข้อมูลกล่องที่นำมาทดลองนี้สามารถคำนวณการจัดเรียงกล่องได้ทาวเวอร์จำนวน 21 ทาวเวอร์
- แสดงจำนวนกล่องที่นำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์แต่ละทาวเวอร์ โดยในทาวเวอร์ที่ 1 มีกล่องประเภท A ที่สามารถเรียงได้จำนวน 7 กล่อง
- แสดงลำดับการเรียงกล่องในทาวเวอร์ โดยกล่องที่ 1 คือกล่องฐานซึ่งเป็นกล่องแรกก็นำไปเรียงเป็นทาวเวอร์ และเรียงกล่องที่ 2 ต่อไปเรื่อยๆตามลำดับ
- แสดงตำแหน่งการวางของกล่องที่จะนำมาจัดเรียงในทาวเวอร์ ซึ่งตำแหน่งความสูงจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนกล่องที่จัดเรียงลงไปในทาวเวอร์นั้น
- แสดงความกว้าง ความสูง ความลึก และปริมาตรของกล่องที่นำมาจัดเรียงในทาวเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองเมื่อคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability)

เมื่อนำข้อมูลกล่องมาคำนวณในโปรแกรมการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า โดยคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) จะได้ผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต ดังนี้

ทาวเวอร์ที่	ประเภทกล่อง	ลำดับการเรียงกล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความกว้าง	ความสูง	ปริมาตร
			x	y	z				
1	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
2	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
3	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
4	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
5	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
6	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
7	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
8	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
9	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
10	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
11	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความ ลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
12	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
13	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
14	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
15	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
16	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
17	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
18	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
19	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
20	A	1	0.00	0.00	0.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
		2	0.00	0.00	30.00	76.00	108.00	30.00	246240.00
21	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
22	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
23	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
24	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
25	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
26	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
27	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
28	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
29	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
30	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
31	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
32	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
33	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
34	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
35	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
36	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
37	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
38	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
39	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
		2	0.00	0.00	55.00	81.00	92.00	55.00	409860.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ออกโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองเพื่อใช้ในการศึกษาและจัดทำแบบขออนุญาตก่อสร้างในกรณีขออนุญาตก่อสร้างอาคาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ที่	ประเภทกล่อง	ลำดับการเรียงกล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความกว้าง	ความสูง	ปริมาตร
			x	y	z				
40	C	1	0.00	0.00	0.00	81.00	92.00	55.00	409860.00
41	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
42	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
43	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
44	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
45	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
46	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
47	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
48	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
49	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
50	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
51	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
52	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
53	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาวเวอร์ ที่	ประเภท กล่อง	ลำดับ การเรียง กล่อง	ตำแหน่งการวางกล่อง			ความลึก	ความ กว้าง	ความ สูง	ปริมาตร
			x	y	z				
54	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
55	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
56	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
		2	0.00	0.00	25.00	43.00	110.00	25.00	118250.00
57	B	1	0.00	0.00	0.00	43.00	110.00	25.00	118250.00

ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซต
โดยคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability)

อธิบายข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่องเป็นทาวเวอร์เซตโดยคิดค่าความทนได้

(Load bearing ability) ดังนี้

- แสดงจำนวนทาวเวอร์ที่จัดเรียงในตู้สินค้าได้ โดยความสูงของทาวเวอร์จะไม่เกินความสูงของตู้คอนเทนเนอร์ และค่าความทนได้ของกล่องที่นำมาจัดเรียงต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับกล่องด้านล่าง ซึ่งตามข้อมูลกล่องที่นำมาทดสอบนี้สามารถคำนวณการจัดเรียงกล่องได้ทาวเวอร์จำนวน 57 ทาวเวอร์
- แสดงจำนวนกล่องที่นำมาจัดเรียงเป็นทาวเวอร์แต่ละทาวเวอร์ โดยในแต่ละทาวเวอร์มีจำนวนกล่องที่สามารถเรียงได้จำนวนประมาณ 2 กล่อง เนื่องจากถ้านำกล่องมาวางเพิ่มอีก กล่องด้านล่างจะทนรับกล่องด้านบนไม่ได้
- แสดงลำดับการเรียงกล่องในทาวเวอร์ โดยกล่องที่ 1 คือกล่องฐานซึ่งเป็นกล่องแรกที่น่าไปเรียงเป็นทาวเวอร์ และเรียงกล่องที่ 2 ต่อไปเรื่อยๆตามลำดับ
- แสดงตำแหน่งความกว้าง ตำแหน่งความสูง และตำแหน่งความลึกของกล่องที่จะนำมาจัดเรียงในทาวเวอร์ ซึ่งตำแหน่งความสูงจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนกล่องที่จัดเรียงลงไปในทาวเวอร์นั้น
- แสดงความกว้าง ความสูง ความลึก และปริมาตรของกล่องที่นำมาจัดเรียงในทาวเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

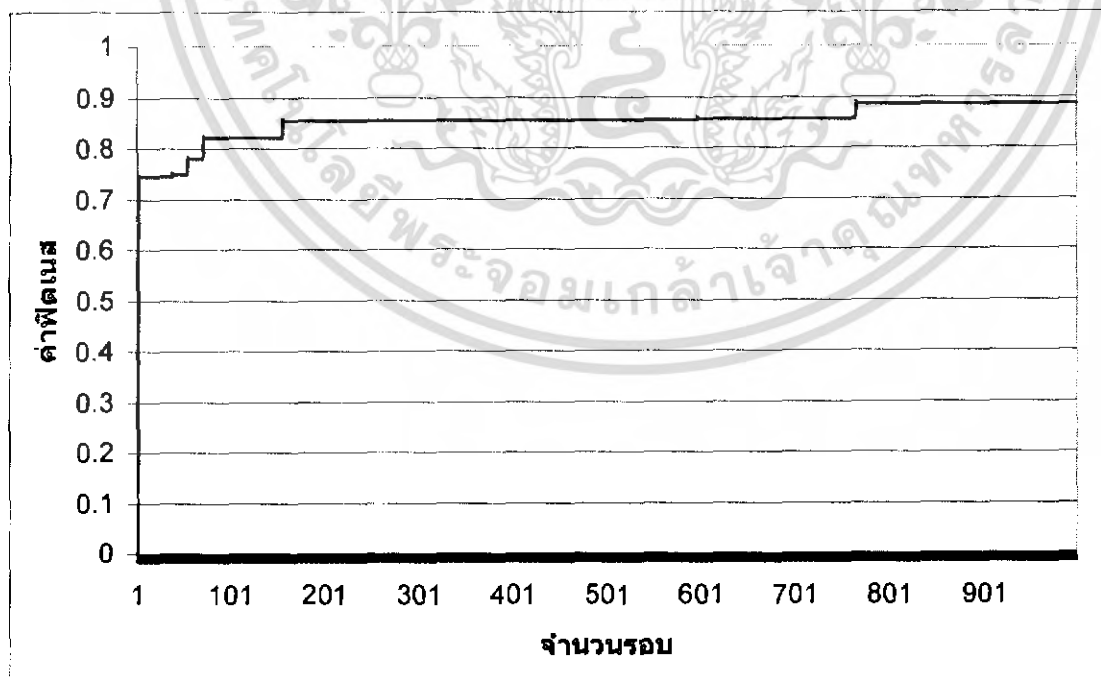
4.2 ผลการทดลองในส่วนของเจเนติกอัลกอริทึม

ในขั้นตอนถัดมา โปรแกรมจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างทาวเวอร์เซต มาเข้าสู่กระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม ได้ผลการทดลอง ดังนี้

การตั้งค่าเริ่มต้นให้กับเจเนติกอัลกอริทึม

- ประชากรในเจเนติกอัลกอริทึมมีขนาด 50 โครโมโซม
- โครโมโซมมีขนาดเท่ากับจำนวนทาวเวอร์ที่สร้างได้
- การครอสโอเวอร์ใช้วิธี Uniform order-based crossover และ Partially mapped crossover (PMX) ในการทำไม่ให้มีชิ้นซ้ำกันในโครโมโซม
- การมิวเตชันใช้วิธี Scramble sublist mutation
- ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดการครอสโอเวอร์ และมิวเตชันคือ 0.5 และ 0.5
- ค่าฟิตเนสของโครโมโซม คือ ผลรวมปริมาตรของทาวเวอร์ทั้งหมดที่ใส่ได้ใน 1 ตู้สินค้า ต่อ ปริมาตรของตู้สินค้า
- การหยุดการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม คือ ค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดในแต่ละรุ่นไม่เปลี่ยนแปลงมาตลอด 1,000 รุ่น

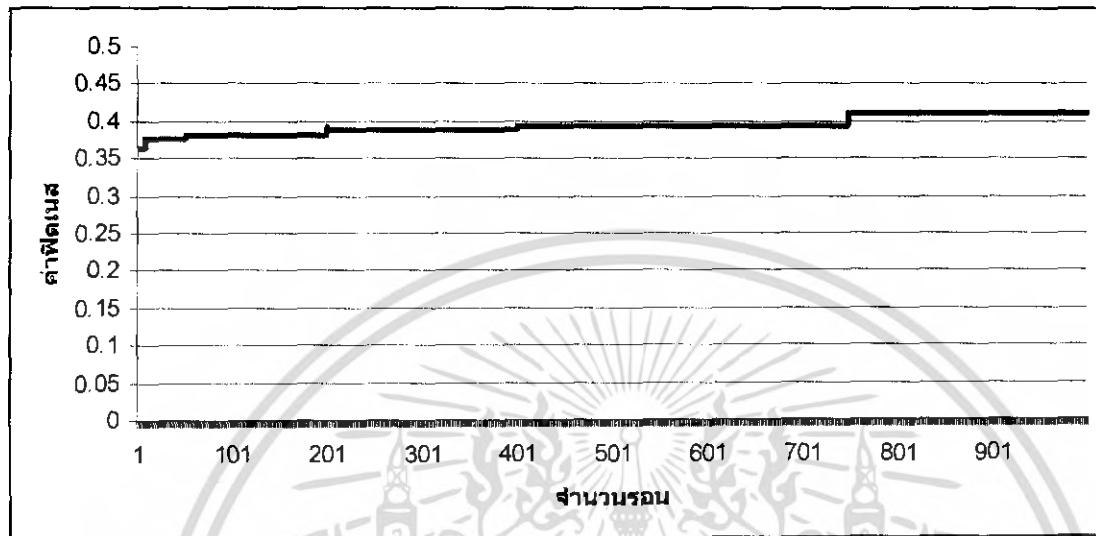
กราฟแสดงค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดของประชากรในแต่ละรุ่น โดยไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability) ได้ผลลัพธ์ของกราฟมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้ค่า 1 ดังนี้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดโดยไม่คิดค่าความทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่อนักผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงค่าพิตเนสที่ดีที่สุดของประชากรในแต่ละรุ่น โดยคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) ได้ผลลัพธ์ของกราฟมีค่าเพิ่มขึ้น โดยได้ค่าพิตเนสที่มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับค่าพิตเนสในรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงผลได้ดังนี้



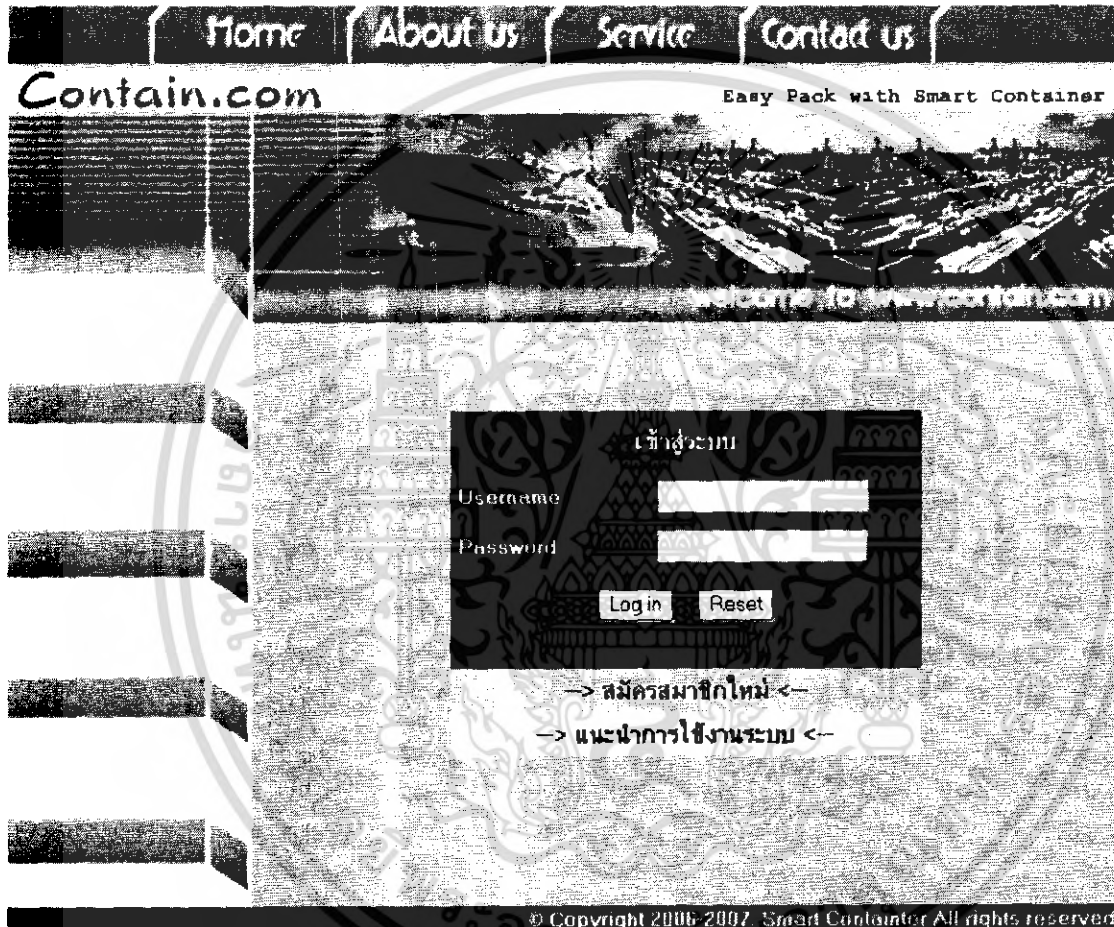
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าพิตเนสที่ดีที่สุดโดยคิดค่าความทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การใช้ระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าในรูปของเว็บแอปพลิเคชัน

4.3.1 หน้าหลัก

หน้าแรกของเว็บไซต์ ประกอบด้วย ส่วนสมัครสมาชิก, ส่วนล็อกอิน และส่วนเนื้อหาต่างๆ ซึ่งผู้ที่สามารถเข้าไปใช้งานในส่วนของโปรแกรมการจัดเรียงกล่องจะต้องทำการล็อกอินโดยการกรอก Username และ password เพื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบ แต่ถ้าหากยังไม่ได้เป็นสมาชิกของระบบ ก็ต้องทำการสมัครสมาชิกก่อน



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าหลักของเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 หน้าสมัครสมาชิก

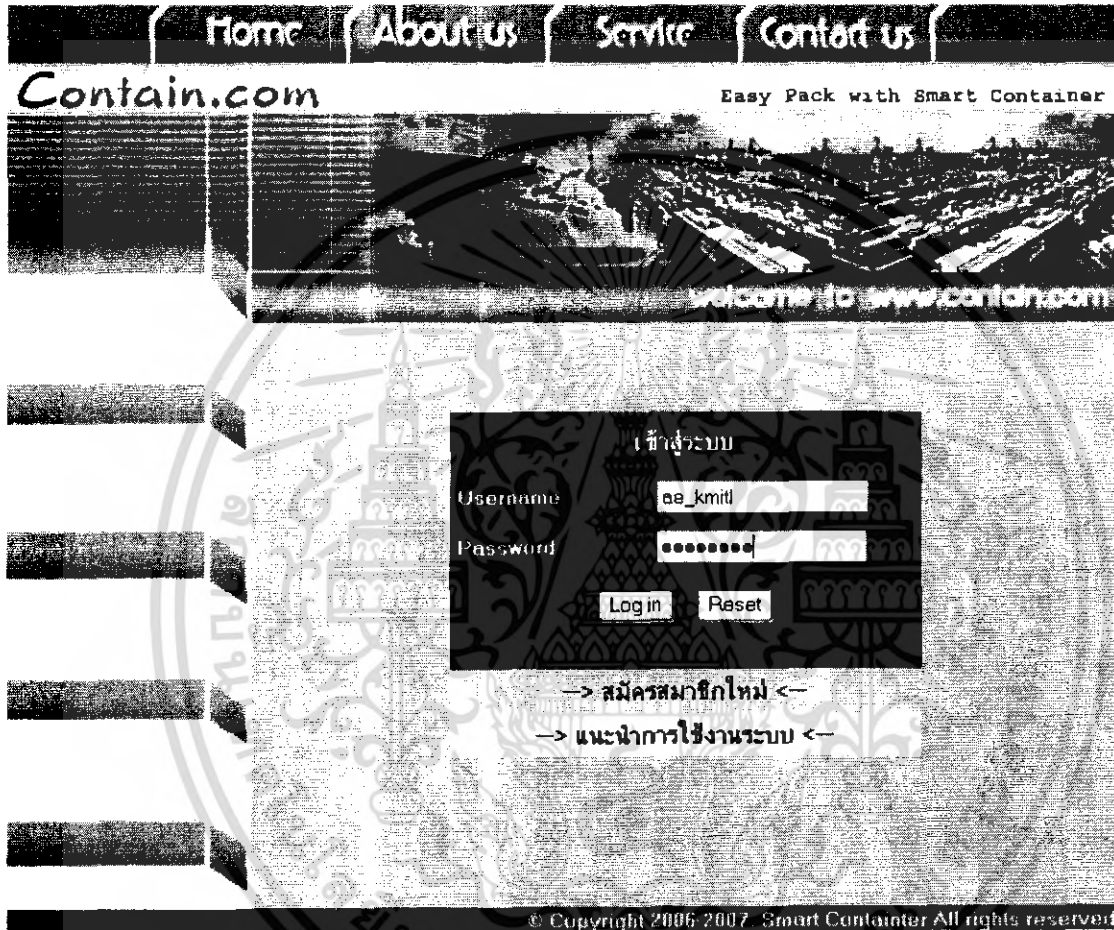
ผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนเพื่อสมัครสมาชิก โดยต้องกรอก Username, password, confirm password, ชื่อ, นามสกุล และ Email ให้ครบ เสร็จเรียบร้อยก็กดปุ่ม submit เพื่อทำการสมัครสมาชิก ข้อมูลของสมาชิกจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลของระบบ จากนั้นสมาชิกก็จะสามารถล็อกอินเข้าไปใช้งานระบบได้

รูปที่ 4.4 แสดงหน้าสมัครสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การล็อกอินเข้าสู่ระบบ

เมื่อสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว สมาชิกก็สามารถล็อกอินเข้าสู่ระบบได้ โดยระบบ จะทำการตรวจสอบ username และ password ที่กรอกว่าตรงกับในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้า ตรงกันก็สามารถล็อกอินเข้าสู่ระบบได้ แต่ถ้าไม่ตรง ผู้ใช้งานต้องทำการกรอก username และ password ใหม่ให้ถูกต้อง



รูปที่ 4.5 แสดงการล็อกอินเข้าสู่ระบบของสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 หน้าหลักของสมาชิก

เมื่อเข้าสู่ระบบ สมาชิกก็สามารถใช้โปรแกรมการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าได้ โดยกรอกข้อมูลของกล่องลงไป จากนั้นกดปุ่ม Add box โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลกล่องลงในฐานข้อมูลของระบบ

Contain.com Easy Pack with Smart Container

โปรแกรมการจัดเรียงกล่องในตู้คอนเทนเนอร์

สมาชิกสามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้โดยใส่ข้อมูลของกล่องที่จะทำการใส่ลงในตู้สินค้าใน Add Box โปรแกรมจะบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลของระบบ เมื่อใส่ข้อมูลของกล่องแล้วให้กดปุ่ม Add box โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลของระบบ

ใส่ข้อมูลกล่อง

ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	ใบพัด
ความกว้าง	106 (cm)
ความสูง	30 (cm)
ความลึก	36 (cm)
น้ำหนัก	246.24 (kg)
จำนวนกล่อง	40

Add box Reset

> แสดงข้อมูลกล่องที่อยู่ในฐานข้อมูล <

Box No.	ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	ความกว้าง	ความสูง	ความลึก	น้ำหนัก	จำนวนกล่อง	พิกัด	เลือกแสดง
จำนวนความสามารถของกล่อง (load bearing ability)								
---> Calculate <---								

รูปที่ 4.6 แสดงหน้าโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 หน้าแสดงข้อมูลกล่องที่มีอยู่ในระบบ

เมื่อโปรแกรมเพิ่มข้อมูลของกล่องลงในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อมูลของกล่องที่ถูกเพิ่มทางหน้าเว็บ ซึ่งสมาชิกสามารถแก้ไขข้อมูลของกล่องนั้นๆ ได้โดยคลิกปุ่ม Edit ที่กล่องนั้นๆ

Contain.com Easy Pack with Smart Container

ส่วนการใช้งานโปรแกรม

- > ใช้งานโปรแกรม
- > คู่มือค้นหา

ส่วนข้อมูลของ user

- > แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
- > เปลี่ยน password
- > Log out

โปรแกรมการจัดเรียงกล่องในตู้คอนเทนเนอร์

สมาชิกสามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยป้อนข้อมูลของกล่องที่จะนำมาจัดเรียง จากนั้นกดปุ่ม Add Box ข้อมูลของกล่องจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบ เมื่อป้อนข้อมูลของกล่องครบแล้ว ก็กดปุ่ม Calculate โปรแกรมก็จะทำการคำนวณการจัดเรียงกล่องให้

ใส่ข้อมูลกล่อง

ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า:

ความกว้าง: (cm)

ความสูง: (cm)

ความลึก: (cm)

น้ำหนัก: (kg)

จำนวนกล่อง:

Add box Reset

> แสดง ข้อมูลกล่องที่อยู่ในฐานข้อมูล <

Box NO	ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	ความกว้าง	ความสูง	ความลึก	น้ำหนัก	จำนวนกล่อง	แก้ไข	เลือกกล่อง
1	โทรทัศน์	108.00	30.00	76.00	246.24	40	Edit	<input type="checkbox"/>
2	ตู้เย็น	110.00	25.00	43.00	118.25	33	Edit	<input type="checkbox"/>
3	จอคอมพิวเตอร์	92.00	55.00	61.00	409.86	39	Edit	<input type="checkbox"/>

■ ค่าความสามารถรับน้ำหนักของกล่อง (load bearing ability)

---> Calculate <---

รูปที่ 4.7 แสดงการเพิ่มข้อมูลของกล่องเข้าไปในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลกล่อง

เมื่อกดปุ่ม Edit โปรแกรมจะดึงข้อมูลของกล่องจากฐานข้อมูลขึ้นมาให้สมาชิกทำการแก้ไข เมื่อแก้ไขเสร็จ กดปุ่มแก้ไขข้อมูล โปรแกรมก็จะอัปเดตข้อมูลกล่องในฐานข้อมูลของระบบ

Contain.com Easy Pack with Smart Container

แก้ไขข้อมูลกล่อง

ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	โทรทัศน์
ความกว้าง	108.00 (cm)
ความสูง	30.00 (cm)
ความลึก	76.00 (cm)
น้ำหนัก	246.24 (kg)
จำนวนกล่อง	40

แก้ไขข้อมูล

→ กลับไปหน้าหลัก ←

รูปที่ 4.8 แสดงการแก้ไขข้อมูลของกล่อง

เมื่อสมาชิกใส่ข้อมูลของกล่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็กดปุ่ม Calculate เพื่อทำการคำนวณการจัดเรียงกล่อง โดยสามารถเลือกให้โปรแกรมคิดความหนาได้หรือไม่คิดความหนาได้ของกล่องในการคำนวณได้ จากนั้นระบบจะไปเรียกโปรแกรมการสร้างทาวเวอร์เซต และส่งไปทำงานในส่วนของการคำนวณเงินคิกอัลกอริทึม แล้วจึงแสดงผลผังการจัดเรียงกล่องออกมาทางหน้าเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 หน้าแสดงข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่อง

แสดงข้อมูลการจัดเรียงกล่องที่ผู้ใช้งานนำมาจัดเรียงในตู้สินค้า ได้แก่ ครั้งที่นำมาคำนวณ ชื่อกล่อง ความกว้าง ความสูง ความลึก น้ำหนัก และจำนวนกล่อง โดยแสดงผลการคำนวณ ได้แก่ ปริมาตรตู้สินค้า ปริมาตรกล่องทั้งหมดที่เรียงได้ จำนวนกล่องทั้งหมด และจำนวนกล่องทั้งหมดที่เรียงในตู้สินค้าได้ และแสดงรายละเอียดของกล่องที่เรียงได้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถแยกแยะชนิดของกล่องได้ด้วยสี โดยในภาพ 3 มิติ กล่องแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกันไป ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำผลลัพธ์การจัดเรียงไปจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าได้ถูกต้อง

The screenshot shows the Contain.com interface. At the top, it says "Easy Pack with Smart Container". Below this is a 3D visualization of a container layout. The main part of the screenshot is a table with the following data:

Box NO.	ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	ความกว้าง	ความสูง	ความลึก	น้ำหนัก	จำนวนกล่อง
1	โทรทัศน์	108.00	30.00	76.00	246.24	40
2	ตู้เย็น	110.00	25.00	43.00	116.25	33
3	จอคอมพิวเตอร์	92.00	55.00	81.00	409.86	39

Below the table is a summary section titled "ผลลัพธ์การคำนวณ" (Calculation Results). It includes:

ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์	ปริมาตรกล่องทั้งหมดที่เรียงได้	จำนวนกล่องทั้งหมด	จำนวนกล่องทั้งหมดที่เรียงได้
30089620	26667370.00	112	105

There is also a table showing the breakdown of box types:

ชื่อกล่อง/ชื่อสินค้า	จำนวนกล่องที่เรียงได้	สีของกล่อง
โทรทัศน์	40	
จอคอมพิวเตอร์	32	
ตู้เย็น	33	

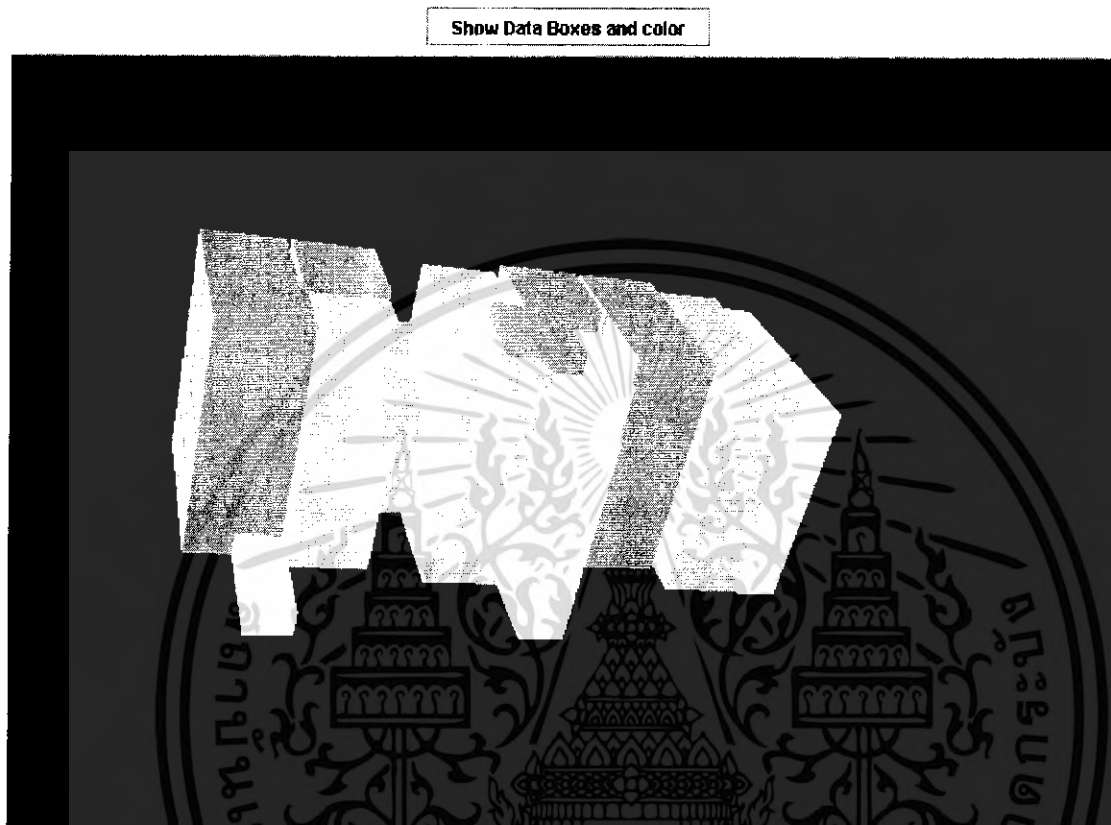
At the bottom of the screenshot, there is a navigation button that says "←> กลับไปหน้าหลัก ←" (Return to Home) and a copyright notice: "© Copyright 2006-2007 Smart Container All rights reserved".

รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลผลลัพธ์การจัดเรียงกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 หน้าแสดงภาพ 3 มิติของกล่องที่จัดเรียงในตู้สินค้า

แสดงผลการทำงานของกล่องจัดเรียงในตู้สินค้าเป็นภาพ 3 มิติ โดยกล่องแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกัน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้จริง



รูปที่ 4.10 แสดงแสดงภาพ 3 มิติของกล่องที่จัดเรียงในตู้สินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 หน้าแสดงผลพัทธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลัง

ผู้ใช้งานสามารถดูผลการคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลังได้ โดยโปรแกรมจะแสดงผลพัทธ์การจัดเรียงกล่องเรียงลำดับจากครั้งล่าสุดไปจนถึงครั้งแรกที่ทำการคำนวณการจัดเรียงกล่อง และแสดงข้อมูลของกล่องที่ใช้ในการจัดเรียงกล่องครั้งนั้นๆด้วย

Contain.com

Easy Pack with Smart Container

ผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลัง

แสดงข้อมูลกล่องที่ใช้ในการคำนวณ

ครั้งที่คำนวณ	ขนาดของกล่องที่ใช้ (กล่องมีความกว้าง สูง ลึก น้ำหนัก และจำนวนข้างในหนึ่งบวม)	ประเภท
23	5	ตุ่มล้น
22	5	ตุ่มล้น
21	10	ตุ่มล้น
20	8	ตุ่มล้น
19	5	ตุ่มล้น
18	6	ตุ่มล้น
17	6	ตุ่มล้น
16	6	ตุ่มล้น
15	4	ตุ่มล้น
14	5	ตุ่มล้น
13	5	ตุ่มล้น
12	6	ตุ่มล้น
11	5	ตุ่มล้น
10	5	ตุ่มล้น
9	6	ตุ่มล้น
8	6	ตุ่มล้น
7	5	ตุ่มล้น
6	5	ตุ่มล้น
5	5	ตุ่มล้น
4	6	ตุ่มล้น
3	5	ตุ่มล้น
2	5	ตุ่มล้น
1	5	ตุ่มล้น

→ กลับไปหน้าหลัก ←

เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.11 แสดงผลลัพธ์การคำนวณการจัดเรียงกล่องย้อนหลัง หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

สมาชิกสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ โดยระบบจะทำการดึงข้อมูลของสมาชิกมาแสดงทางหน้าเว็บ เมื่อสมาชิกแก้ไขข้อมูลส่วนตัวเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Submit ระบบจะอัปเดตข้อมูลของสมาชิกลงในฐานข้อมูล

The screenshot shows the 'Contain.com' website interface. At the top, it says 'Contain.com' and 'Easy Pack with Smart Container'. Below this is a navigation menu with options like 'ใช้งานโปรแกรม' and 'คู่มือ'. The main content area is titled 'แก้ไขข้อมูลส่วนตัว' (Edit Personal Information). The form contains the following fields:

ชื่อ	Rachadepom
นามสกุล	Mongkolnit
Email	jingjok13@hotmail.com
ที่อยู่	Bangkok
เบอร์โทร	
จังหวัด	
Submit	

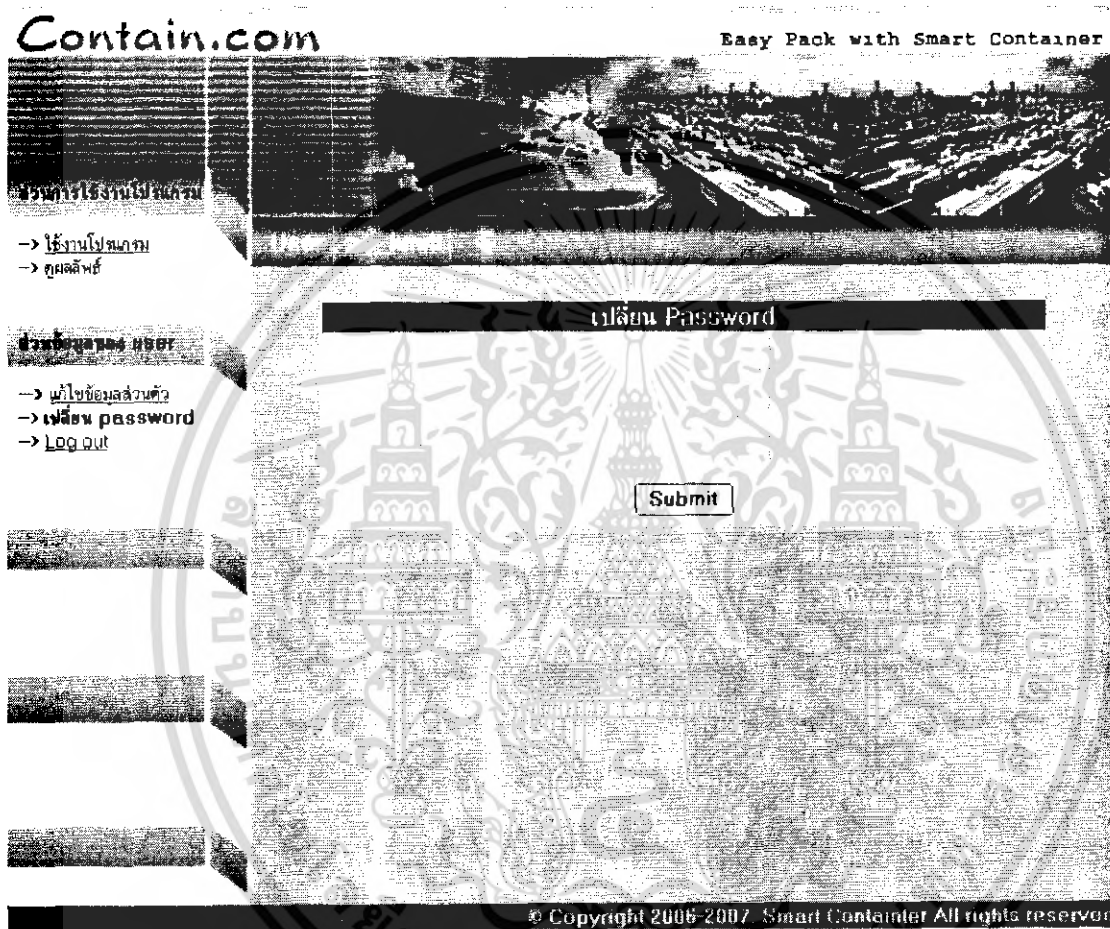
At the bottom of the page, there is a copyright notice: '© Copyright 2006-2007. Smart Container. All rights reserved.'

รูปที่ 4.12 แสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.11 หน้าเปลี่ยน Password

สมาชิกสามารถเปลี่ยน Password ของตนเองได้ โดยกรอก password เก่า และ password ใหม่ที่ต้องการ และ Confirm password อีกครั้ง พอคลิกปุ่ม submit ระบบก็จะทำการเช็คว่า password ตรงกับในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าตรงกันก็จะอัปเดต password เป็น password ใหม่



รูปที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยน password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทสรุป

จากผลการทดลองในส่วนของท่านเวอร์เซต โดยใช้ชุดข้อมูล Dataset ของกล่องจาก OR-Library [8] โปรแกรมการจัดเรียงกล่องสามารถคำนวณการจัดเรียงกล่องเป็นท่านเวอร์เซตได้จำนวนกล่อง และได้ตำแหน่งการจัดเรียงถูกต้องตามข้อมูลที่ใส่ โดยความสูงของท่านเวอร์ไม่เกินความสูงของผู้สินค้า ซึ่งการคำนวณการจัดเรียงกล่องแบบไม่คิดค่าความทนได้ (No load bearing ability) ในแต่ละท่านเวอร์จะสามารถจัดเรียงกล่องได้จำนวนหลายกล่องมากกว่าการจัดเรียงกล่องแบบคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) เนื่องจากการจัดเรียงกล่องแบบคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) จะคำนึงถึงน้ำหนักและพื้นที่ของกล่องในการวางซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อของในกล่อง ทำให้สามารถจัดเรียงกล่องเป็นท่านเวอร์ได้ไม่สูงมากนัก

จากผลการทดลองในส่วนของเจเนติกอัลกอริทึม ค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดของประชากรในรุ่นใหม่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดในช่วงเวลาหนึ่งก็จะทำการหยุดกระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเจเนติกอัลกอริทึมช่วยทำให้คำตอบของปัญหาเป็นคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้า

จากการศึกษาและสร้างระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้านั้น ปัจจุบันการจัดเรียงกล่องยังต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการจัดเรียง ทำให้เกิดความลำบากและอาจใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้ไม่คุ้มค่า ดังนั้นการสร้างระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้านั้น เมื่อได้นำมาทดลองใช้ระบบการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าในรูปของเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้สามารถคำนวณการจัดเรียงกล่องในตู้สินค้าได้โดยใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้คุ้มค่า และเหลือพื้นที่ว่างในตู้เล็กน้อย และยังนำเสนอเป็นภาพ 3 มิติแสดงให้เห็นภาพกล่องที่นำมาจัดเรียงในตู้สินค้า โดยกล่องแต่ละชนิดจะมีสีที่แตกต่างกันไป ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปจัดเรียงกล่องได้จริง

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

1. โปรแกรมการจัดเรียงกล่องทำให้กล่องสามารถหมุนได้เท่านั้น แต่ยังไม่สามารถทำให้กล่องพลิกได้ ดังนั้นจึงควรแก้ไขให้โปรแกรมจัดเรียงกล่องสามารถทำให้กล่องหมุนได้ทั้ง 3 มิติโดยพัฒนาอัลกอริทึมให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมการจัดเรียงกล่องสามารถคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) ได้เพียงด้านเดียว คือ ด้านบนของกล่อง ดังนั้นจึงควรแก้ไขให้สามารถคิดค่าความทนได้ทั้ง 3 ด้านของกล่อง
3. การแสดงผลภาพ 3 มิติของกล่องที่ถูกจัดเรียงในตู้สินค้ายังไม่สวยงามมากนัก จึงควรแก้ไขให้สามารถแสดงผลภาพการจัดเรียงกล่องเป็นภาพกราฟฟิก 3 มิติที่สวยงาม ทำให้ผู้ใช้งานสามารถดูได้ง่ายและนำไปใช้จัดเรียงกล่องได้สะดวกยิ่งขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาให้โปรแกรมสามารถหมุนกล่องที่จะนำมาจัดเรียงได้ทั้ง 3 มิติ ทำให้สามารถใช้พื้นที่ในตู้สินค้าได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น
2. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถคิดค่าความทนได้ (Load bearing ability) ได้ทั้ง 3 ด้านของกล่อง เพื่อให้ของที่อยู่ในกล่องได้รับความกระทบกระเทือนน้อยที่สุด
3. พัฒนาส่วนเว็บแอปพลิเคชันให้มีความสวยงามและยืดหยุ่นมากขึ้น และพัฒนาการแสดงผลภาพการจัดเรียงกล่องเป็นกราฟฟิก 3 มิติที่สวยงาม และนำไปใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น
4. ทดลองกับพารามิเตอร์อื่นๆของเจเนติกอัลกอริทึม เช่น ทดลองการเลือกด้วยวิธี roulette เป็นต้น
5. เพิ่มความสามารถทางด้านธุรกิจ โดยอาจทำเป็นผลลัพธ์แสดงให้ผู้บริหารดูได้

บรรณานุกรม

- [1] H. Gehring, A. Bortfeldt "A Genetic Algorithm for Solving the Container Loading Problem" FernUniversity Hagen, Kleine Strabe 22, D-58084 Hagen, BRD
- [2] Kylie Bryant, Arthur Benjamin "Genetic Algorithms and the Traveling Salesman Problem" Department of Mathematics Harvey Mudd College, December 2000
- [3] ทินกร วัฒนเกษมสกุล 2548 "คัมภีร์ JSP" สำนักพิมพ์เคทีพี กรุงเทพฯ
- [4] กิตติ ภัคดีวัฒนสกุล 2546 "คัมภีร์ JAVA เล่ม 1" สำนักพิมพ์เคทีพี กรุงเทพฯ
- [5] สุธิ พงศาสกุลชัย, ภาณุวัฒน์ บุญผาสุก 2548 "คัมภีร์ JAVA เล่ม 2" สำนักพิมพ์เคทีพี กรุงเทพฯ
- [6] กิตติ ภัคดีวัฒนสกุล, กิตติพงษ์ กลมกล่อม 2548 "คัมภีร์ การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML" สำนักพิมพ์เคทีพี กรุงเทพฯ
- [7] สาธิต ชัยวิวัฒน์ตระกูล 2545 "เก่ง JSP ให้ครบสูตร" สำนักพิมพ์วิสต์ กรู๊ป จำกัด กรุงเทพฯ
- [8] OR-Library. "Container loading with weight restrictions":
<http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/conloadinfo.html>. 2004.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

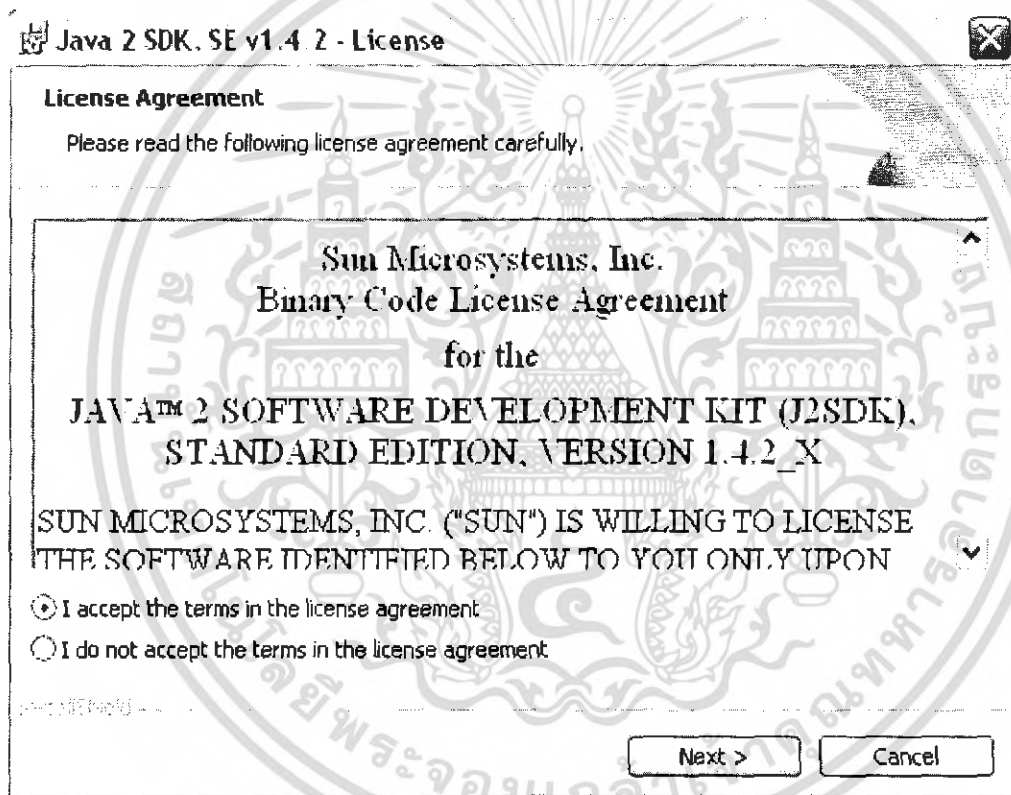
ภาคผนวก

การติดตั้งโปรแกรมต่างๆที่ใช้ในการทำโครงการ

1. การติดตั้ง J2SE

1.1 ขั้นตอนการติดตั้ง J2SE

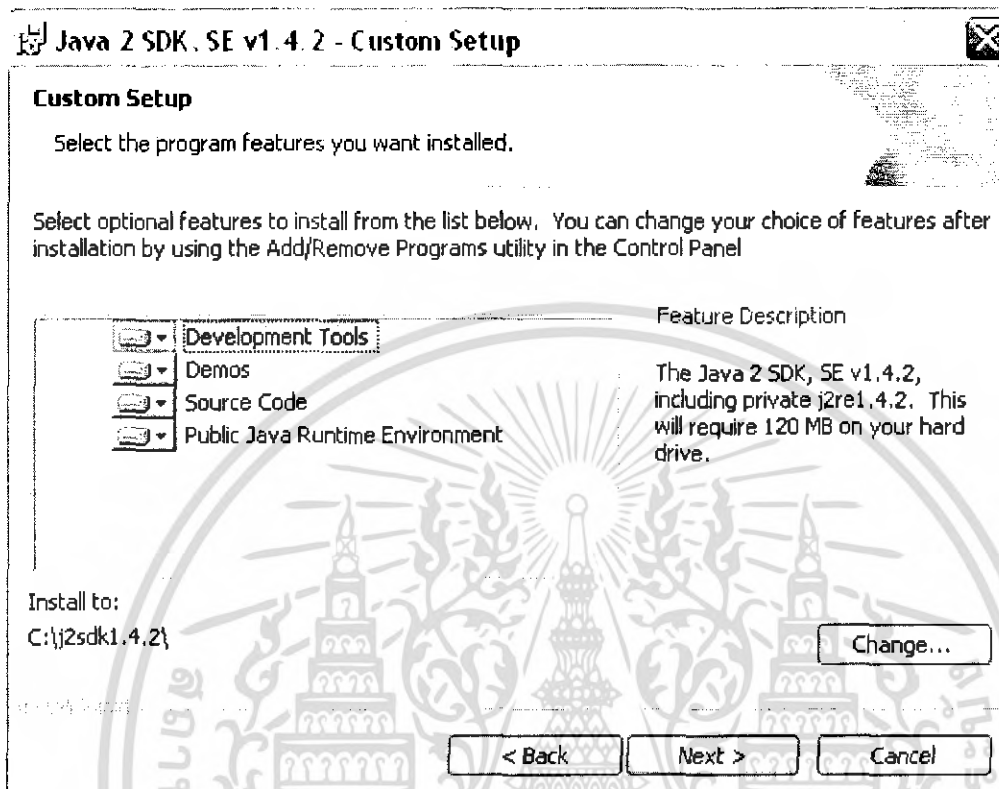
1. คลิกเลือกไฟล์ `j2sdk-1_4_2-windows-i586` รจนปรากฏกรอบโต้ตอบ "License" เพื่อแสดงเงื่อนไขของการใช้โปรแกรมนี้ ให้เลือก "I accept the terms in the license agreement" เพื่อยอมรับข้อตกลง ดังรูป



รูปที่ 1 แสดง License Agreement ของ J2SE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

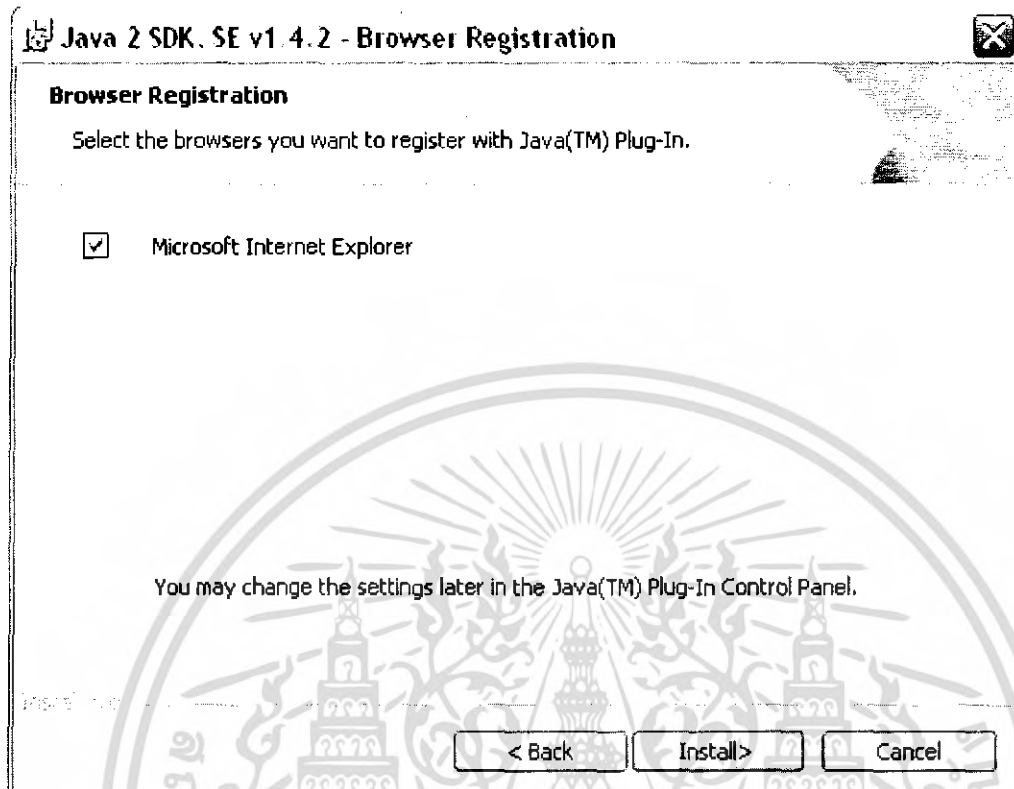
2. คลิกปุ่ม “Next” จะปรากฏปุ่มได้ตอบ “Custom Setup” สามารถเปลี่ยนชื่อหรือไดเรกทอรีที่ติดตั้งได้ โดยคลิกที่ปุ่ม “Change” ในที่นี่จะใช้ค่าเดิม คือ “C:\j2sdk1.4.2” ดังรูป



รูปที่ 2 แสดงหน้าต่าง Custom setup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

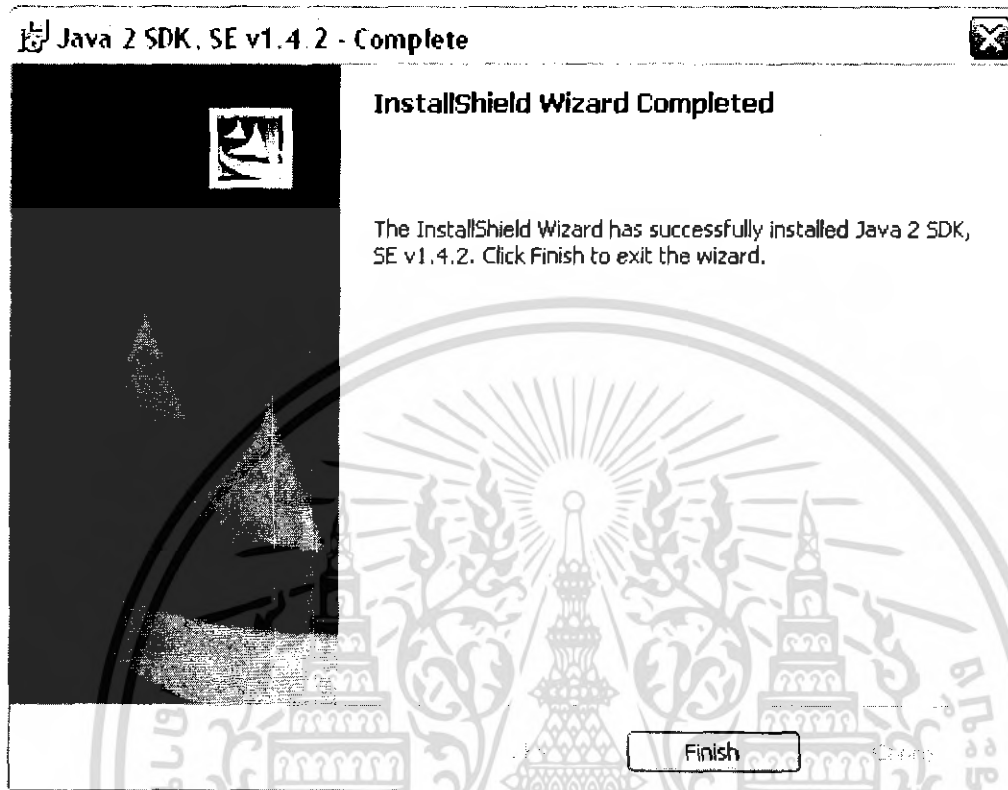
3. คลิกปุ่ม “Next” จะปรากฏปุ่มโต้ตอบ “Browser Registration” ดังรูป



รูปที่ 3 แสดงหน้าต่าง Registration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คลิกปุ่ม “Install” เพื่อติดตั้งโปรแกรม รอจนกว่าจะปรากฏกรอบโต้ตอบ “Complete” ดังรูป



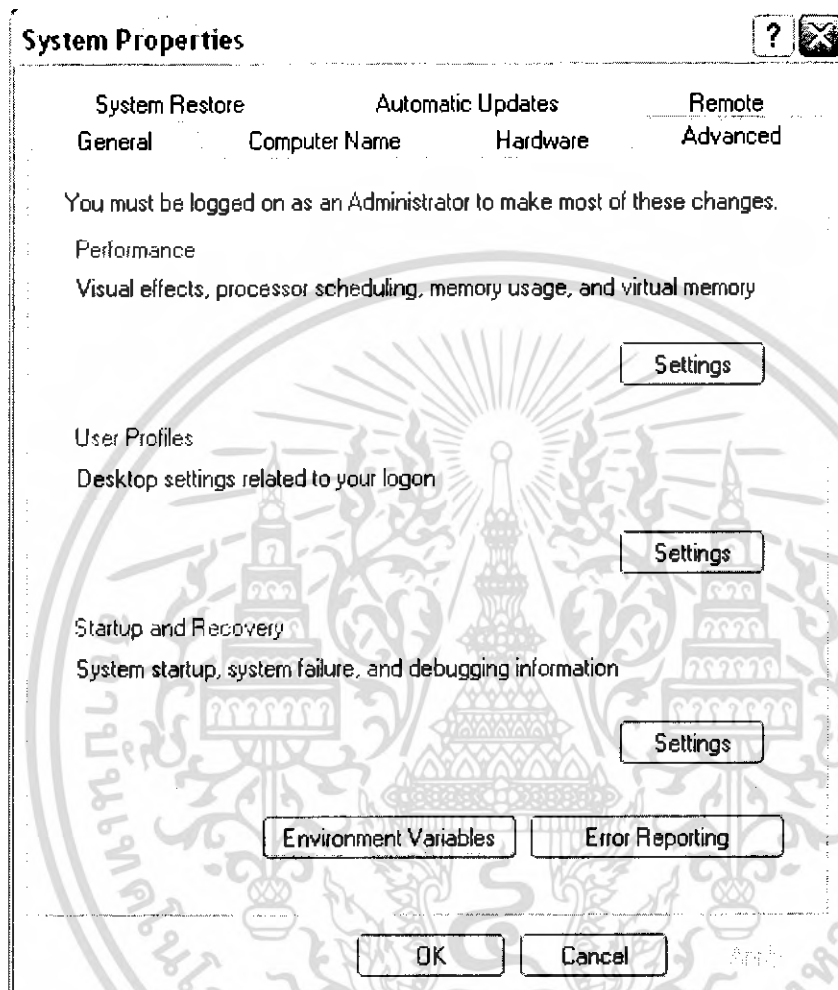
รูปที่ 4 แสดงหน้าต่างเมื่อการ Install เสร็จสิ้น

5. คลิกปุ่ม “Finish” แล้วทำการ Restart เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การกำหนดค่าตัวแปร ในที่นี้ใช้การกำหนดตัวแปรใน Windows XP

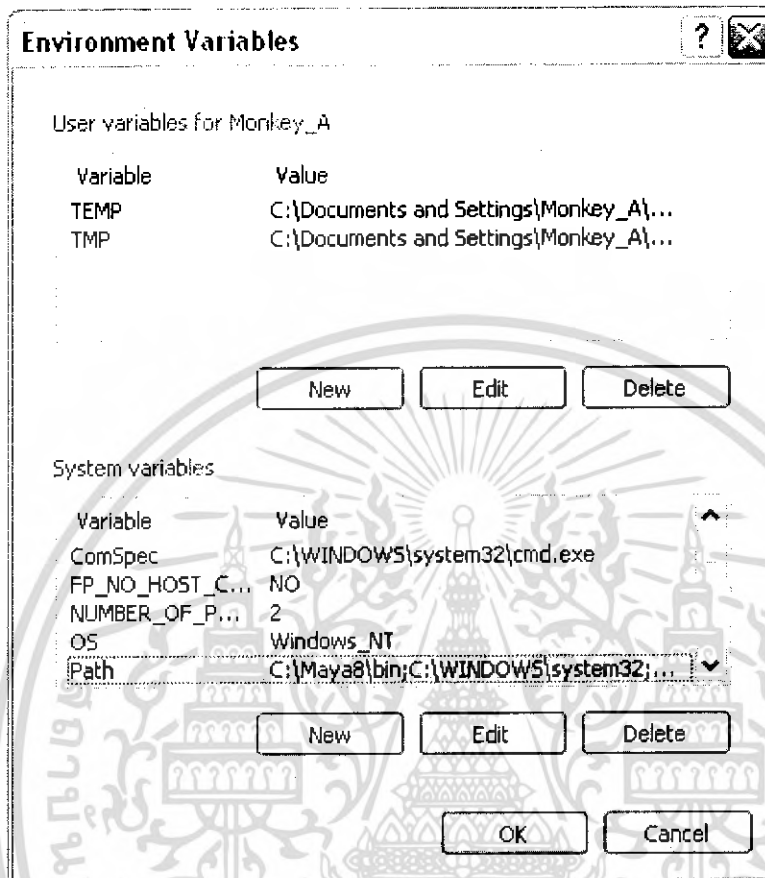
1. คลิกปุ่ม Start เลือกคำสั่ง Setting -> Control Panel เลือก System จะปรากฏกรอบโต้ตอบ "System Properties" จากนั้นเลือก Advanced



รูปที่ 5 แสดงการเข้าสู่ System Properties

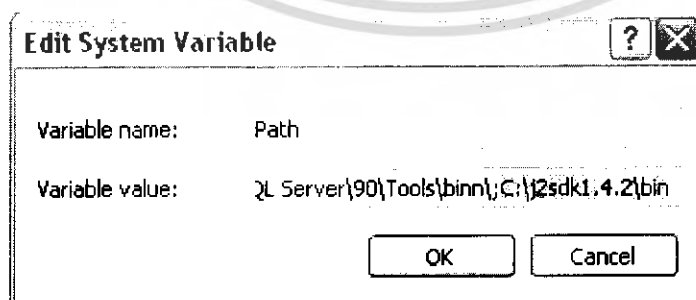
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คลิกเลือก “Environment Variables” จะปรากฏกรอบโต้ตอบ “Environment Variables” ในส่วนของ “System Variables” ให้หาตัวแปร Path



รูปที่ 6 แสดงหน้าต่าง Environment Variables

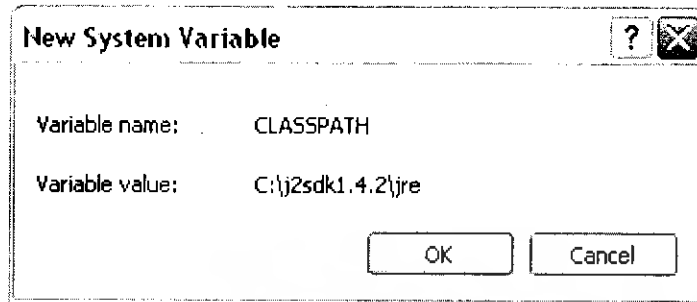
3. กด Edit ปรากฏกรอบโต้ตอบ “Edit System Variable” ตรง Text Field ของ Variable value: ให้เติม location ที่เก็บไฟล์ javac เอาไว้ จากนั้นคลิกปุ่ม OK



รูปที่ 7 แสดงหน้าต่างการแก้ไข System Variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คลิกปุ่ม New เพื่อสร้างตัวแปรใหม่ จะปรากฏหน้าต่าง New System Variable ให้กำหนด Variable name: เท่ากับ CLASSPATH และ Variable value: เท่ากับ C:\j2sdk1.4.2\jre จากนั้นคลิกปุ่ม OK



รูปที่ 8 แสดงการสร้างตัวแปร System Variable ชื่อ CLASSPATH ขึ้นมาใหม่

5. หลังจากกำหนดตัวแปรเรียบร้อยแล้ว ให้ Restart เครื่องใหม่

1.3 ทดสอบการใช้งาน J2SE

หลังจากที่ติดตั้ง J2SE เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ต้องทำการทดสอบการใช้งาน J2SE โดยการพิมพ์ลงใน Command Prompt ว่า java

ถ้าหากติดตั้งสมบูรณ์แล้วจะปรากฏ Option ต่างๆของคำสั่ง java ดังรูป

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>java
Usage: java [-options] class [args...]
           (to execute a class)
 or  java [-options] -jar jarfile [args...]
           (to execute a jar file)

where options include:
 -client           to select the "client" VM
 -server          to select the "server" VM
 -hotspot         is a synonym for the "client" VM (deprecated!)
                  The default VM is client.

 -cp <class search path of directories and zip/jar files>
 -classpath <class search path of directories and zip/jar files>
              A ; separated list of directories, JAR archives,
              and ZIP archives to search for class files.
 -D<name>=<value> set a system property
 -verbose[:<class[:<gc[:<jni]>]>]
              enable verbose output
 -version         print product version and exit
 -showversion    print product version and continue
 -? -help        print this help message
 -X             print help on non-standard options
 -ea[:<packagename>...[:<classname>]>]
               enable assertions
 -da[:<packagename>...[:<classname>]>]
               enable assertions
 -dasa[:<packagename>...[:<classname>]>]
               disable assertions
 -esa           -enablesystemassertions
               enable system assertions
 -dsa           -disablesystemassertions
               disable system assertions
  
```

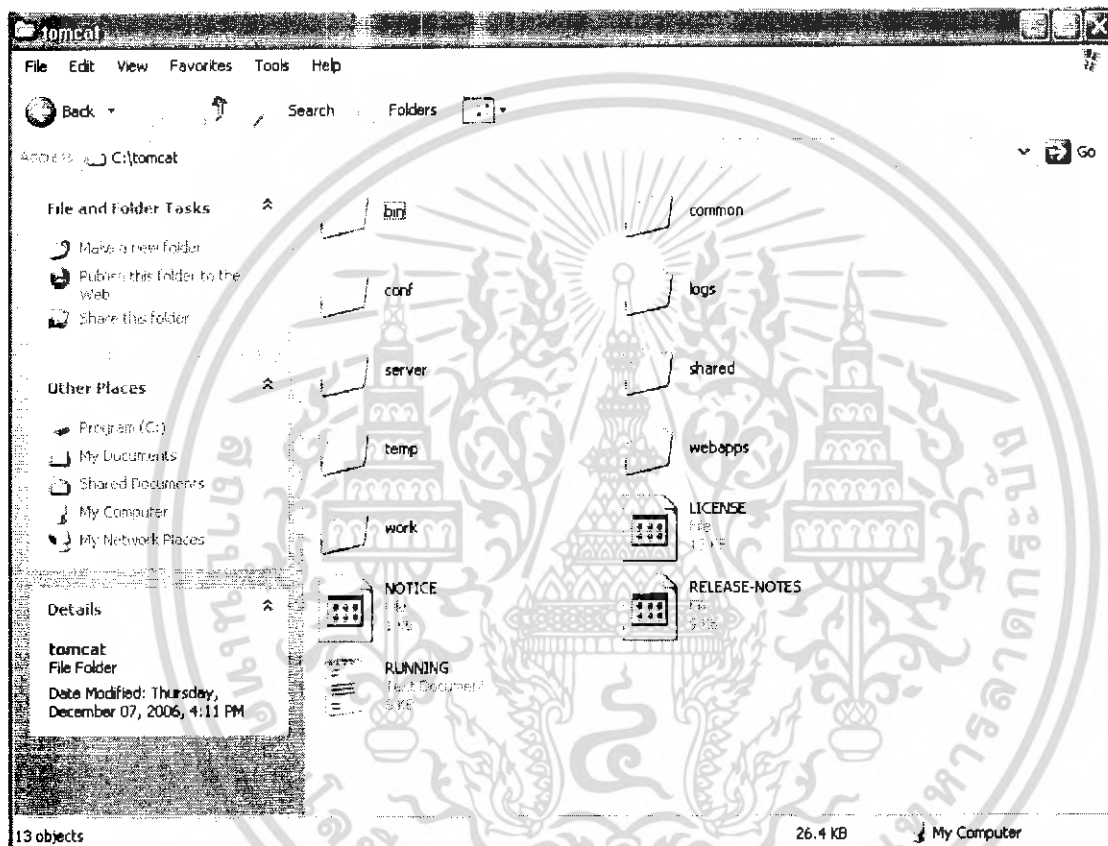
รูปที่ 9 แสดงคำสั่งที่จะปรากฏขึ้นเมื่อทำการติดตั้ง J2SE สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การติดตั้ง Apache Tomcat

2.1 ขั้นตอนการติดตั้ง Apache Tomcat

Extract ไฟล์ jakarta-tomcat-5.0.28.rar ไปเก็บไว้ในไดรฟ์ C: ซึ่งจะสร้างไดเรกทอรีชื่อ jakarta-tomcat-5.0.28 ขึ้นมาโดยอัตโนมัติ และเปลี่ยนชื่อไดเรกทอรีนี้ให้สั้นลงเป็น tomcat เพื่อให้ง่ายในการใช้งาน โดยภายในไดเรกทอรี tomcat จะมีไฟล์และไดเรกทอรีย่อยมากมาย ดังรูป



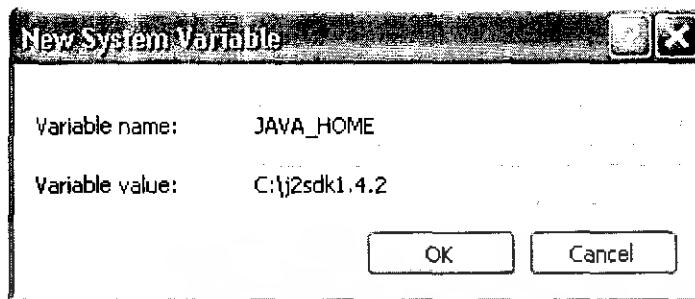
รูปที่ 10 แสดงไดเรกทอรี tomcat ในไดรฟ์ C:

2.2 การกำหนดค่าตัวแปร ในที่นี้ใช้การกำหนดค่าตัวแปรใน Windows XP

มีลักษณะเช่นเดียวกับการกำหนดค่าตัวแปรใน J2SE โดยเข้าไปใน “Environment Variables” ในส่วนของ “System Variables” คลิกปุ่ม New เพื่อสร้างตัวแปรใหม่ จะปรากฏหน้าต่าง New System Variable ให้กำหนด Variable name: เท่ากับ JAVA_HOME และ Variable value: เท่ากับ C:\j2sdk1.4.2 เป็นตัวบ่งบอกให้ระบบรู้ว่าไดเรกทอรีที่ติดตั้ง J2SE คือไดเรกทอรีไหน จากนั้นคลิกปุ่ม OK และสร้างตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ให้กำหนด Variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

name: เท่ากับ CATALINA_HOME และ Variable value: เท่ากับ C:\tomcat เป็นตัวบ่งบอกให้ระบบรู้ว่าไดเรกทอรีที่ติดตั้ง Tomcat คือ ไดเรกทอรีไหน จากนั้นคลิกปุ่ม OK ดังรูป



รูปที่ 11 แสดงการสร้างตัวแปร System Variable ชื่อ JAVA_HOME ขึ้นมาใหม่



รูปที่ 12 แสดงการสร้างตัวแปร System Variable ชื่อ CATALINA_HOME ขึ้นมาใหม่

2.3 ทดสอบการทำงานของ Tomcat

หลังจากที่ติดตั้ง Tomcat เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบการใช้งาน Tomcat โดยการเปิดหน้าต่าง Command Prompt ขึ้นมา จากนั้นจึงเข้าไปในไดเรกทอรี C:\tomcat\bin แล้วใช้คำสั่ง startup เพื่อเริ่มต้นการทำงานของ Tomcat ดังรูปที่ 13 ซึ่งโปรแกรมจะแจ้งค่าตัวแปรที่กำหนดไว้ออกมา

```

C:\WINDOWS\system32\command.com
C:\TOMCAT\BIN>startup
Using CATALINA_BASE:   C:\tomcat
Using CATALINA_HOME:   C:\tomcat
Using CATALINA_TMPDIR: C:\tomcat\temp
Using JAVA_HOME:       C:\jdk1.4.2
C:\TOMCAT\BIN>_
  
```

รูปที่ 13 ใช้คำสั่ง startup เพื่อเริ่มการทำงานของ Tomcat เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ภายใต้เงื่อนไขการใช้งาน หากมีข้อผิดพลาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่เดียวกัน ก็จะมีหน้าต่างดังรูปที่ 14 ปรากฏขึ้นออกมาอีกหน้าต่างหนึ่ง แสดงว่าเซิร์ฟเวอร์ Tomcat เริ่มต้นทำงานแล้ว

```

Tomcat
localhost\balancer.xml
Mar 7, 2007 5:52:50 PM org.apache.catalina.core.StandardHostDeployer install
INFO: Processing Context configuration file URL file:C:\tomcat\conf\Catalina\loc
localhost\manager.xml
Mar 7, 2007 5:52:50 PM org.apache.catalina.core.StandardHostDeployer install
INFO: Installing web application at context path /webdav from URL file:C:\tomcat
\webapps\webdav
Mar 7, 2007 5:52:50 PM org.apache.catalina.core.StandardHostDeployer install
INFO: Installing web application at context path /tomcat-docs from URL file:C:\t
omcat\webapps\tomcat-docs
Mar 7, 2007 5:52:50 PM org.apache.catalina.core.StandardHostDeployer install
INFO: Installing web application at context path /servlets-examples from URL fil
e:C:\tomcat\webapps\servlets-examples
Mar 7, 2007 5:52:51 PM org.apache.catalina.core.StandardHostDeployer install
INFO: Installing web application at context path /jsp-examples from URL file:C:\
tomcat\webapps\jsp-examples
Mar 7, 2007 5:52:51 PM org.apache.coyote.http11.Http11Protocol start
INFO: Starting Coyote HTTP/1.1 on http-8080
Mar 7, 2007 5:52:51 PM org.apache.jk.common.ChannelSocket init
INFO: JK2: ajp13 listening on /0.0.0.0:8002
Mar 7, 2007 5:52:51 PM org.apache.jk.server.JkMain start
INFO: Jk running ID 0 time=0/31 config=C:\tomcat\conf\jk2.properties
Mar 7, 2007 5:52:51 PM org.apache.catalina.startup.Catalina start
INFO: Server startup in 4047 ms

```

รูปที่ 14 หน้าต่างที่ popup ขึ้นมาเมื่อใช้คำสั่ง startup

หลังจากนั้นเปิดเบราว์เซอร์ขึ้นมาเพื่อทดสอบการทำงาน โดยพิมพ์ <http://localhost:8080/> ลงไปที่ช่องกรอก URL ในเบราว์เซอร์ ถ้าได้ผลดังรูปที่ 15 แสดงว่าการติดตั้ง Tomcat เสร็จสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว

Apache Tomcat/5.0.28 - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Search Favorites

http://localhost:8080/

Apache Tomcat/5.0.28

The Apache Jakarta Project
<http://jakarta.apache.org/>

If you're seeing this page via a web browser, it means you've setup Tomcat successfully. Congratulations!

As you may have guessed by now, this is the default Tomcat home page. It can be found on the local filesystem at:

`SCATALINA_HOME/webapps/ROOT/index.jsp`

where "SCATALINA_HOME" is the root of the Tomcat installation directory. If you're seeing this page, and you don't think you should be, then either you're either a user who has arrived at new installation of Tomcat, or you're an administrator who hasn't got his/her setup quite right. Providing the latter is the case, please refer to the [Tomcat Documentation](#) for more detailed setup and administration information than is found in the `INSTALL` file.

NOTE: For security reasons, using the administration webapp is restricted to users with role "admin". The manager webapp is restricted to users with role "manager". Users are defined in `SCATALINA_HOME/conf/tomcat-users.xml`

Included with this release are a host of sample Servlets and JSPs (with associated source code), extensive documentation (including the Servlet 2.4 and JSP 2.0 API JavaDoc), and an introductory guide to developing web applications.

Tomcat mailing lists are available at the Jakarta project web site.

- tomcat-users@jakarta.apache.org for general questions related to configuring and using Tomcat
- tomcat-dev@jakarta.apache.org for developers working on Tomcat

Thanks for using Tomcat!

Powered by

JSP Examples

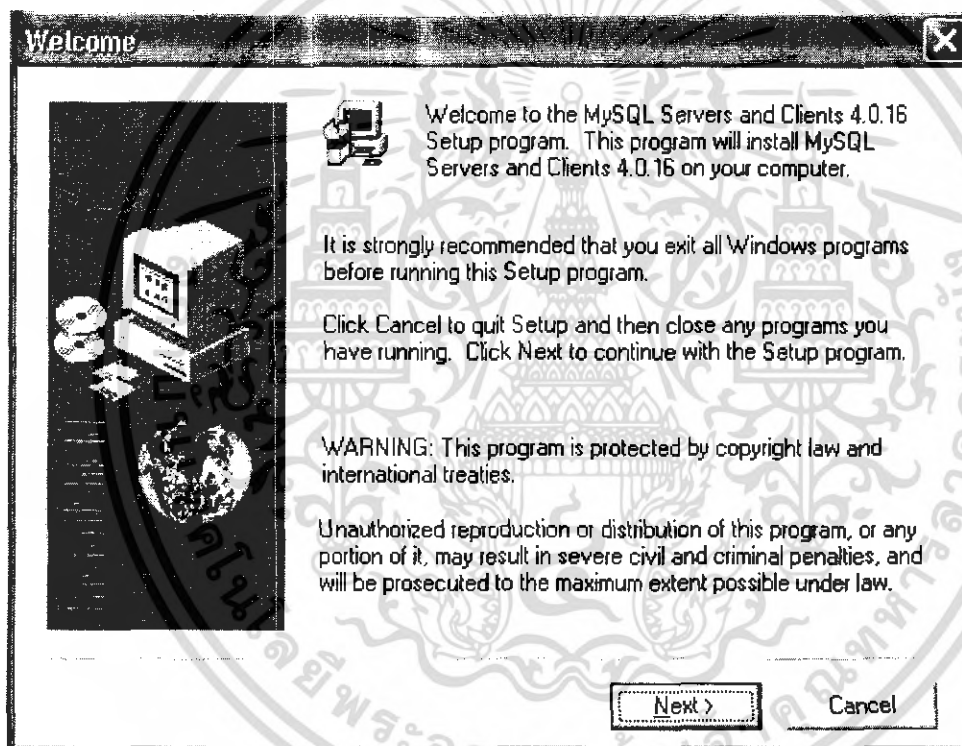
รูปที่ 15 โฮมเพจ Tomcat ภายในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

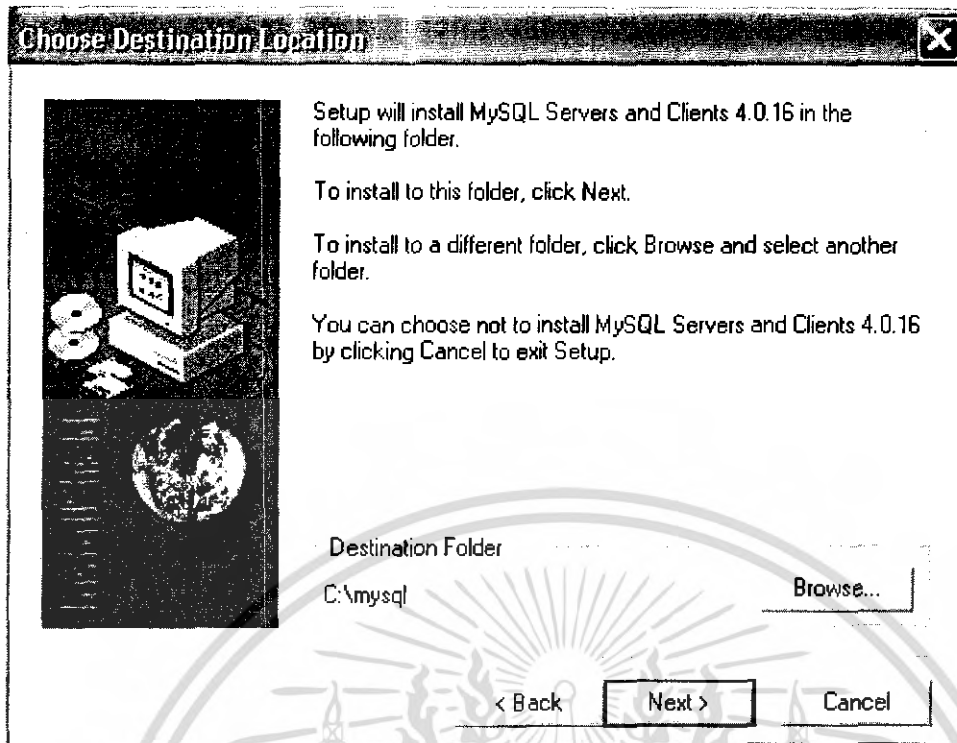
3. การติดตั้ง MySQL

3.1 ขั้นตอนการติดตั้ง MySQL

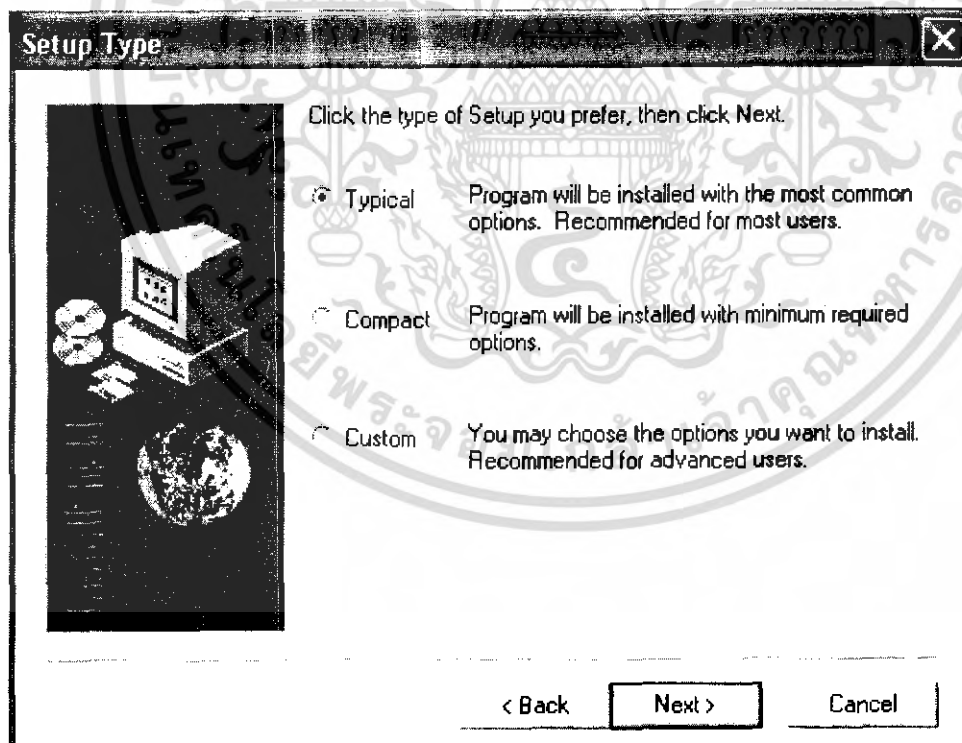
Extract ไฟล์ mysql-4.0.16-win.rar ออกมา และดับเบิลคลิกที่ไฟล์ setup.exe โปรแกรมติดตั้งจะดำเนินไปตามขั้นตอนเหมือนกับการติดตั้งโปรแกรมทั่วไปในระบบ Windows คือ เริ่มต้นจากหน้าต่าง welcome แสดงข้อความต้อนรับ คำแนะนำ และคำเตือนเบื้องต้น, หน้าต่าง Information แสดงคำแนะนำเพิ่มเติม, หน้าต่าง Choose Destination Location ให้เลือกไดเรกทอรีที่จะติดตั้ง MySQL โดยค่าดีฟอลต์ คือ C:\mysql, หน้าต่าง Setup Type ให้เลือกลักษณะการติดตั้ง ในที่นี้เลือก Typical ซึ่งเป็นการติดตั้งแบบทั่วไป จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มการติดตั้ง และแสดงเปอร์เซ็นต์ความคืบหน้าให้ดู



รูปที่ 16 หน้าต่าง welcome ในการติดตั้ง โปรแกรม MySQL

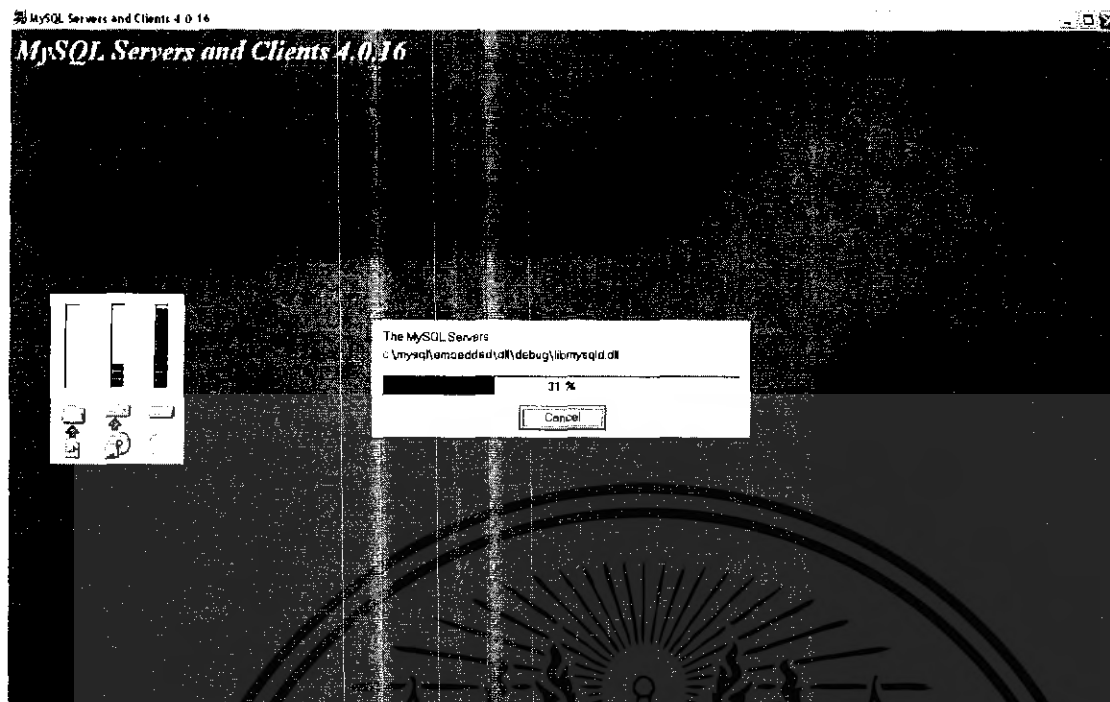


รูปที่ 17 หน้าต่าง Choose Destination Location



รูปที่ 18 หน้าต่าง Setup Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 โปรแกรม MySQL กำลังติดตั้ง



รูปที่ 20 โปรแกรม MySQL ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้