การใช้ข้อมูลฐานจีพีเอสสำหรับการปรับเส้นทางรถบรรทุกสินค้าขาเข้า

นายประพนธ์ ชื่นชม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USE OF GPS-BASED DATA FOR REROUTING INBOUND TRUCKS

Mr. Prapon Chenchom

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ข้อมูลฐานจีพีเอสสำหรับการปรับเส้นทางรถบรรทุกสินค้าขาเข้า
โดย	นาย ประพนธ์ ชื่นชม
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

..... กรรมการ

(คุณ กิตติพงษ์ ตั้งธนาพร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประพนธ์ ชื่นชม : การใช้ข้อมูลฐานจีพีเอสสำหรับการปรับเส้นทางรถบรรทุกสินค้าขาเข้า. (USE OF GPS-BASE DATA FOR REROUTING INBOUND TRUCKS) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ , 123 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่ใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลจีพีเอสสำหรับการจัดการกองรถบรรทุกที่ให้บริการรวบรวมสินค้าจากจุดงานกลับเข้าศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเป้าหมายในการลดความล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการขนส่ง การพัฒนาระบบการจัดการกองรถบรรทุกได้ประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่เชิงการปรับปรุงในลักษณะการแลกเปลี่ยนจุดงาน เพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางระหว่างดำเนินการขนส่งของรถคันที่ล่าช้ากับรถขนส่งที่ดำเนินงานตามตารางเวลา

การพัฒนาระบบได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยกัน 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ให้บริการระบบจีพีเอส ผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้ระบบจีพีเอส และผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อการทดสอบระบบ ทั้งนี้ระบบการจัดการกองรถบรรทุกที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งคือระบบฐานข้อมูลที่มีหน้าที่ในการจัดการและเก็บรักษาข้อมูลของทั้งระบบ ส่วนที่สองเป็นการกำหนดตารางดำเนินงานเริ่มต้นเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของรถขนส่งทั้งกองรถ และส่วนที่สามเป็นส่วนนำเข้าข้อมูลจีพีเอสเพื่อคำนวณปรับเปลี่ยนตารางดำเนินงานและเส้นทางขนส่ง

การทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นดำเนินการโดยวิธีประยุกต์ใช้ระบบการจัดการกับกรณีศึกษาจำลอง ซึ่งพบว่าระบบสามารถลดเวลาล่าช้าได้ในเพียงบางสถานการณ์การจัดการกองรถขนส่ง การปรับเปลี่ยนเส้นทางที่ระบบแนะนำ จะส่งผลให้รถขนส่งส่วนใหญ่มีเวลาล่าช้าลดลง แต่สิ่งที่ตามมาคือ ต้นทุนขนส่งที่อาจเพิ่มขึ้นเนื่องจากระยะทางขนส่งที่เพิ่มมากขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่อนิสิต.....ประพนธ์ ชื่นชม.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2549.....

4670367521 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD: REROUTING / FLEET MANAGEMENT / LOCAL IMPROVEMENT /GPS

PRAPON CHENCHOM : USE OF GPS-BASED DATA FOR REROUTING INBOUND TRUCKS. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. SOMPONG SIRISOPONSILP, Ph.D., 123 pp.

The purpose of this study is to develop a system that utilizes GPS-based data in managing a fleet of inbound trucks serving a distribution center (DC). The target of the system is to reduce the delivery delay by applying the Local Improvement technique (LI) and Search Mechanism to exchange assignments between the delayed truck and the remaining trucks.

The system development utilizes data collected from three groups of companies including a GPS services provider, a trucking company having the GPS system in operation, and a trucking company representing the case for system testing. The developed system consists of 3 modules. The first module is the database module designed to manage and maintain the needed data. The second module is the initial schedule determination module employed to control the scheduling of the fleet operation. The third module is the module for determining scheduling and routing modifications.

A hypothetical case is developed for validating the performance of the system. It is found that the system provides improvements in certain scenarios in which the rescheduling solutions proposed would resulting in reduced delay but a possible increase in operation cost due to the increase in distance.

Department.....Civil Engineering.....Student's signature.....Prapon Chenchom.....

Field of study.....Civil Engineering.....Advisor's signature.....

Academic year.....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำและเสนอแนะแนวทางในการศึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา อ. ดร. มาโนช โลหเตปานนท์ และคุณ กิตติพงษ์ ตั้งธนาพร ที่ได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์

งานศึกษาวิจัยนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ หากผู้เขียนไม่ได้รับความกรุณาให้เข้าทำการศึกษา สำรวจและรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานจากบริษัทผู้ประกอบการทุกๆ บริษัท ซึ่งประกอบด้วย คุณทศพล คุณะเพิ่มศิริ คุณหน่อย คุณบาว และพี่ๆ ทีมงานบริษัทบริษัท ดี.ที.ซี เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด ดร.พิสิฐ เหตระกูล และพี่ๆ ทีมงานบริษัทหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ คุณโจ้ และพี่ๆ ทีมงาน Nim Express แห่ง บริษัท นิ่มซี่เส็งขนส่ง 1988 จำกัด รวมถึงพี่ๆ เจ้าหน้าที่ท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้นหากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดหรือส่วนพาดพิงถึงบุคคล หรือหน่วยงานใด ผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ ผู้เขียนขอสำนึกในพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจและความปรารถนาดีตลอดมา และคณาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้เขียนทุกท่าน รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ชาววิศวกรรมขนส่งและการจราจร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงรุ่นพี่ที่สำเร็จการศึกษาแล้วและทำงานอยู่ในหน่วยงาน องค์กรต่างๆ ทุกท่านๆ ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ รวมถึงเป็นกำลังใจให้แก่ผู้เขียนจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูปภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน..... 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา..... 5

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบ GPS..... 5

2.2 การจัดการกองรถบรรทุก..... 8

2.3 การใช้ระบบ GPS ในการจัดการกองรถบรรทุกในประเทศไทย..... 11

2.4 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ในการจัดการกองรถบรรทุก..... 15

2.5 สรุปผลการทบทวนศึกษา..... 36

บทที่ 3 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล..... 38

3.1 การสำรวจข้อมูลรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS..... 38

3.2 การสำรวจรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS..... 40

3.3 ผู้ประกอบการขนส่งที่มีรูปแบบการดำเนินงานสอดคล้องกับการพัฒนาระบบ.... 46

3.4 สรุปผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูล..... 55

บทที่ 4 โครงสร้างกระบวนการทำงาน..... 57

4.1 โครงสร้างฐานข้อมูล..... 58

4.2 กระบวนนำเข้าข้อมูลและกำหนดงานเริ่มต้น..... 62

4.3 กระบวนการทำงานของระบบ..... 67

หน้า

บทที่ 5 การทดสอบระบบและวิเคราะห์ผล..... 88
5.1 การทดสอบส่วนย่อย และการทำงานร่วมกันของโปรมแกรม..... 88
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ..... 91
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 107
6.1 สรุปผลการศึกษา..... 107
6.2 ข้อเสนอแนะ..... 111
รายการอ้างอิง..... 113
ภาคผนวก..... 115
ภาคผนวก ก..... 116
ภาคผนวก ข..... 120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 123

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 การขนส่งสินค้าภายในประเทศปี 2542 ถึง 2548..... 1
รูปที่ 1.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายตรงในการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกในประเทศไทย ปี 2544.... 2
รูปที่ 2.1 การทำงานของระบบ GPS ในการติดตามยานพาหนะอัตโนมัติ..... 6
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างหน้าจอแสดงตำแหน่งยานพาหนะและเส้นทาง..... 12
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการใช้ยานพาหนะ..... 13
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างหน้าจอนำเสนอรายงานสรุปผลและประเมินประสิทธิภาพการทำงาน..... 14
รูปที่ 2.5 การทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบอิสระและแบบไม่อิสระ..... 16
รูปที่ 2.6 ผลกระทบด้านเวลาทำให้เวลาสิ้นสุดช้าหรือเร็ว..... 17
รูปที่ 2.7 ผลกระทบด้านเวลาทำให้เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดช้าหรือเร็ว..... 18
รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการศึกษาการจัดกองรถบรรทุกแบบแทงค์แบบทันเวลา..... 18
รูปที่ 2.9 การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลา..... 19
รูปที่ 2.10 โครงสร้างระบบการจัดการกองรถขนส่งแบบพลวัต..... 25
รูปที่ 2.11 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Cross..... 32
รูปที่ 2.12 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Exchange..... 32
รูปที่ 2.13 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Relocation..... 33
รูปที่ 2.14 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Single-route 3-exchanges..... 34
รูปที่ 2.15 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Double-route 3-exchanges..... 34
รูปที่ 2.16 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Triple-route 3-exchanges..... 35
รูปที่ 2.17 การปรับปรุงเส้นทางแบบ A special kind of 5-exchange..... 35
รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์กลุ่มการสำรวจข้อมูล..... 38
รูปที่ 3.2 การติดตั้งกล่องดำภายในห้องโดยสารรถขนส่ง..... 43
รูปที่ 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์รับ - ส่งข้อมูล GPS บนหลังคารถขนส่ง..... 43
รูปที่ 3.4 รูปแบบการดำเนินงานรับสินค้ากลับจากจุดงานมารวมที่ศูนย์กลางงาน..... 48
รูปที่ 3.5 โครงข่ายจุดงานลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล..... 51
รูปที่ 3.6 โครงข่ายเส้นทางระหว่างจุดงานลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล..... 52
รูปที่ 4.1 หน้าจอฐานข้อมูลลูกค้า..... 59
รูปที่ 4.2 หน้าจอฐานรถขนส่ง..... 60

หน้า

รูปที่ 4.3 หน้าจอฐานข้อมูลระยะทางและหน้าจอฐานข้อมูลเวลาเดินทาง..... 61
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเริ่มต้น..... 63
รูปที่ 4.5 หน้าจอการกำหนดเวลาการปล่อยรถออกจากศูนย์งาน..... 64
รูปที่ 4.6 หน้าจอการกำหนดลำดับจุดงานเริ่มต้น..... 65
รูปที่ 4.7 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงาน..... 68
รูปที่ 4.8 การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น..... 69
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น..... 71
รูปที่ 4.10 หน้าจอการสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น..... 72
รูปที่ 4.11 แสดงขั้นตอนการสร้างข้อมูล GPS จำลอง..... 74
รูปที่ 4.12 หน้าจอการสร้างข้อมูล GPS จำลอง..... 75
รูปที่ 4.13 รูปแบบการเรียกดึงข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูล..... 75
รูปที่ 4.14 ตำแหน่งรถขนส่งในการปรับเปลี่ยนตารางเวลา และการตรวจสอบความล่าช้า... 76
รูปที่ 4.15 การปรับเปลี่ยนตารางดำเนินงาน..... 77
รูปที่ 4.16 การตรวจสอบความล่าช้า..... 79
รูปที่ 4.17 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้า..... 81
รูปที่ 4.18 การแลกเปลี่ยนจุดส่งของ String Exchange..... 84
รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง..... 85
รูปที่ 4.20 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (ต่อ)..... 86
รูปที่ 4.21 หน้าจอส่วนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง..... 87
รูปที่ 5.1 รูปแบบการกำหนดสถานการณ์ทดสอบ..... 93
รูปที่ 5.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)..... 97
รูปที่ 5.3 เวลาล่าช้าแยกรายคันรถขนส่งระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)..... 100
รูปที่ 5.4 ตำแหน่งจุดงานในโครงข่ายที่ถูกเลือกเข้าระบบเพื่อปรับปรุงเส้นทางมากที่สุด..... 101
รูปที่ 5.5 ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Rerouting)... 104
รูปที่ 6.1 แนวทางการใช้ประโยชน์ผลที่ได้รับการแนะนำจากระบบ..... 110

สารบัญตาราง

หน้า

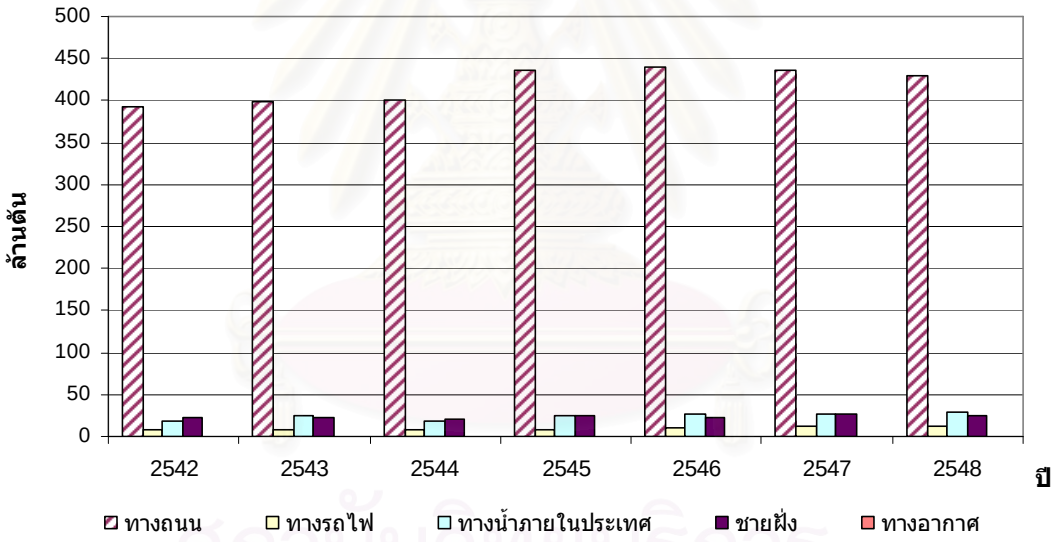
ตารางที่ 2.1 รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งมวลชนและบริการ..... 9
ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของการจัดการกองรถ..... 11
ตารางที่ 2.3 ลักษณะปัญหาการขนส่งสินค้าในเขตเมือง..... 22
ตารางที่ 2.4 หน้าที่ของระบบซึ่งเป็นต้องการของผู้ใช้ในแผนกโลจิสติกส์..... 23
ตารางที่ 3.1 กลุ่มการสำรวจข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการสำรวจ..... 39
ตารางที่ 3.2 วัตถุประสงค์ในการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลในเบื้องต้น..... 40
ตารางที่ 3.3 รูปแบบการใช้งานระบบ GPS สำหรับสนับสนุนการดำเนินงาน..... 42
ตารางที่ 3.4 ลักษณะข้อมูลที่บันทึกในกล่องดำ..... 44
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ได้จากระบบฐานข้อมูลของระบบในปัจจุบัน.... 45
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่มีการบันทึกอยู่ในระบบ GPS..... 45
ตารางที่ 3.7 ความหมายของข้อมูลสถานะดำเนินงานของรถขนส่ง..... 46
ตารางที่ 3.8 สรุปข้อมูลที่จำเป็นในส่วนของการสร้างข้อมูล GPS จำลอง..... 46
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดสายส่งที่ดำเนินงานในปัจจุบัน..... 49
ตารางที่ 3.10 ระยะทางโดยเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจุดงานของแต่ละรถขนส่งกับศูนย์กลางงาน..... 53
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูล GPS จากส่วนการสร้างข้อมูลจำลอง..... 73
ตารางที่ 5.1 วิธีการทดสอบความถูกต้องของโมดูลหลักของโปรแกรม..... 90
ตารางที่ 5.2 สถานการณ์หลักเพื่อกำหนดรูปแบบการบริหารรถขนส่ง..... 92
ตารางที่ 5.3 สถานการณ์ย่อยเพื่อกำหนดให้รถขนส่งล่าช้า..... 94
ตารางที่ 5.4 การกำหนดความเร็วรถขนส่งเพื่อการทดสอบระบบ..... 94
ตารางที่ 5.5 ผลลัพธ์การจัดเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับสถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)..... 96
ตารางที่ 5.6 ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงแยกรายคันรถขนส่งหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง.. 103
ตารางที่ 5.7 การคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรถปิคอัพ และรถ 4 ล้อกลาง..... 105
ตารางที่ 6.1 สรุปผลการทดสอบระบบ..... 109

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

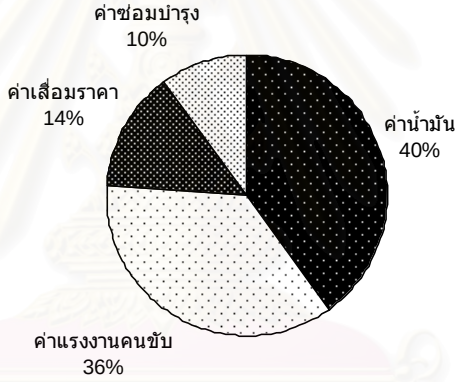
การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ เพราะเป็นรูปแบบการขนส่งที่ผู้ผลิตและธุรกิจการค้านิยมใช้ เนื่องจากมีรูปแบบที่สามารถเข้าถึงจุดรับหรือส่งสินค้าได้ง่ายโดยใช้เส้นทางถนนสาธารณะที่มีโครงข่ายอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งในแต่ละปีมีการขนส่งสินค้าทางถนนมากกว่า 350 ล้านตัน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังรูปที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าหลังจากผ่านช่วงภาวะเศรษฐกิจชะลอตัวในปี 2541 เมื่อเศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัวในปี 2542 เป็นต้นมา การขนส่งสินค้าทางถนนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี



รูปที่ 1.1 การขนส่งสินค้าภายในประเทศปี 2542 ถึง 2548
ที่มา กระทรวงคมนาคม

ดังนั้น เมื่อการขนส่งสินค้าทางถนนมีปริมาณมากขึ้น การเพิ่มของรถบรรทุกขนาดต่างๆ จึงมีจำนวนมากขึ้นตามไปด้วย เพื่อรองรับความต้องการในการขนส่งสินค้าทางถนนที่เพิ่มขึ้น ในปลายปี 2548 มีจำนวนรถบรรทุกจดทะเบียนรวมทุกประเภททั้งสิ้น 645,892 คัน (ข้อมูลจากฝ่ายสถิติ กรมวิชาการและวางแผน สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก) การประกอบการ

ขนส่งสินค้าในปัจจุบันมีผู้ประกอบการด้านขนส่งที่ให้บริการขนส่งสินค้าภายในประเทศและการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศอยู่หลายราย ซึ่งการดำเนินงานมีทั้งผู้ประกอบการคนไทยที่ดำเนินการเองทั้งหมด และผู้ประกอบการคนไทยร่วมทุนกับบริษัทต่างชาติ ส่งผลให้ผู้ต้องการใช้บริการขนส่งสินค้าจึงมีทางเลือกมากขึ้นในการตัดสินใจว่าจ้างขนส่ง ดังนั้นสิ่งที่ตามมาคือการแข่งขันกันในธุรกิจให้บริการขนส่ง อีกทั้งสภาวะแวดล้อมต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการขนส่งจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานให้มีผลการดำเนินงานที่ดีอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถอยู่รอดภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงที่ไม่อาจเลี่ยงได้ โดยหนทางที่ผู้ประกอบการขนส่งจะสามารถแข่งขันได้ในตลาดและให้การดำเนินงานอยู่รอดในภาวการณ์แข่งขันสูงคือ การลดต้นทุนการขนส่งและการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จากรูปที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายตรงในการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกจะอยู่ที่ค่าน้ำมันถึง 40% และค่าแรงงานคนขับ 36% ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของการจัดการกองรถ (Fleet Management) เพื่อการขนส่งสินค้าเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 1.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายตรงในการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกในประเทศไทย ปี 2544
ที่มา กระทรวงคมนาคม

ผู้ประกอบการขนส่งขนาดใหญ่ที่มีลักษณะการดำเนินงานที่เป็นระบบ มักมีการจัดการกองรถบรรทุกอยู่บ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ตามมิใช่ว่าทุกบริษัทจะประสบความสำเร็จจากการจัดการ บางครั้งอาจต้องพบกับสภาวะต้นทุนการดำเนินงานสูง มีปัญหาในด้านการหมุนเวียนการใช้รถบรรทุก เพราะการจัดการกองรถบรรทุกเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้นการจัดการกองรถให้เกิดประสิทธิภาพอย่างมีแบบแผนจะต้องอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาใช้พิจารณา หากข้อมูลที่ใช้ในการจัดการไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ก็จะทำให้การดำเนินงานไม่เกิดประสิทธิภาพเต็มที่ ดังนั้นการประยุกต์นำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการจัดการกองรถจึงเป็นทางเลือกที่ปัจจุบันผู้ประกอบขนส่งควรหันมาให้ความสำคัญกันมากขึ้นกว่าในอดีต การประยุกต์ใช้ระบบเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้เพื่อการ

จัดการกองรถให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการขนส่งจำเป็นต้องมีการปรับตัวในการพัฒนาและมีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากข้อมูลที่มีความถูกต้องสมบูรณ์นั้นสามารถนำไปใช้งานต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งงานวางแผน งานปฏิบัติการและงานควบคุม โดยเฉพาะในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบ Global Positioning System (GPS) มีบทบาทในการนำมาใช้งานสนับสนุนการดำเนินงานขนส่งสินค้ามากขึ้น ซึ่งนำมาใช้งานในด้านการแสดงตำแหน่งยานพาหนะ การตรวจสอบความเร็ว การตรวจสอบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และสัญญาณเตือนกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เป็นต้น แต่การใช้ข้อมูลจากระบบ GPS เป็นเพียงการรวบรวมข้อมูลผลการทำงานในแต่ละช่วงเวลา นำเสนอออกมาในรูปรายงานสรุปผลและกราฟ อาทิเช่น รายงานการใช้ความเร็ว รายงานจุดจอดและเวลาในการจอด รายงานระยะทางสะสม และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตลอดเส้นทาง เป็นต้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนอกเหนือจากการใช้งานจากข้อมูลในปัจจุบันด้วยการพัฒนาระบบการจัดการกองรถบรรทุกสำหรับผู้ประกอบการขนส่งสินค้า ซึ่งระบบที่พัฒนาจะใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ซึ่งผู้ประกอบการขนส่งมีการติดตั้งช่วยดำเนินงานอยู่แล้ว

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาทฤษฎี แนวความคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ GPS สำหรับใช้ในการจัดการกองรถบรรทุกขนส่ง

2) สรุปเปรียบเทียบรูปแบบการใช้งานระบบ GPS สำหรับการจัดการกองรถบรรทุกขนส่งในปัจจุบันทั้งการใช้งานภายในประเทศ และกรณีศึกษาในต่างประเทศ เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบให้เหมาะสมและสอดคล้องความต้องการใช้งานจริงในปัจจุบันและอนาคต

3) พัฒนาระบบการจัดการกองรถบรรทุกขนส่งโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับจากระบบ GPS เน้นพัฒนาระบบในส่วนของการจัดการความล่าช้าในการให้บริการสำหรับจุดงานที่มีทำเลที่ตั้งในเขตเมือง

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาระบบการกองรถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงานและตอบสนองต่อการนำไปใช้งานจริงสำหรับการจัดการรถบรรทุกขาเข้าด้วยการประยุกต์ใช้ระบบ GPS ช่วยในการทำงาน โดยใช้กรณีตัวอย่างบริษัทผู้ประกอบการขนส่งสินค้าภายในประเทศที่มีการรับสินค้าจากจุดงานในพื้นที่เขตเมืองเข้ามายังศูนย์กลางงาน โดยกำหนดให้การดำเนินงานทั้งหมดอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบ GPS ที่ให้ข้อมูลแบบทันเวลาและต่อเนื่อง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงแนวโน้มและทิศทางการใช้งานเทคโนโลยีระบบ GPS ในการจัดการกองรถบรรทุกขนส่งทั้งการใช้งานภายในประเทศ และนวัตกรรมที่เจริญก้าวหน้าจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ

2) เพื่อทราบถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสมของระบบการทำงานที่พัฒนาขึ้นว่าสอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินงานขนส่งสินค้าในลักษณะที่กำหนดขึ้นสำหรับการศึกษาครั้งนี้หรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจหรือผู้ต้องการศึกษาวิจัยต่อในเรื่องดังกล่าว

3) ระบบสนับสนุนการทำงานเพื่อรองรับการใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ช่วยในการจัดการกองรถบรรทุกที่ให้บริการรวบรวมสินค้าจากจุดงานกลับเข้าศูนย์กระจายสินค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบการจัดการกองรถบรรทุกขาเข้าโดยใช้จากข้อมูลระบบ GPS และเพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับลักษณะการดำเนินงานของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกให้มากที่สุด ดังนั้นการทบทวนแนวคิด และผลงานวิจัยที่ผ่านมาจึงมุ่งเน้นศึกษาให้ครอบคลุมการประยุกต์ใช้ระบบ GPS ในการจัดการกองรถขนส่งทั้งในประเทศและกรณีศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งมีทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบ GPS

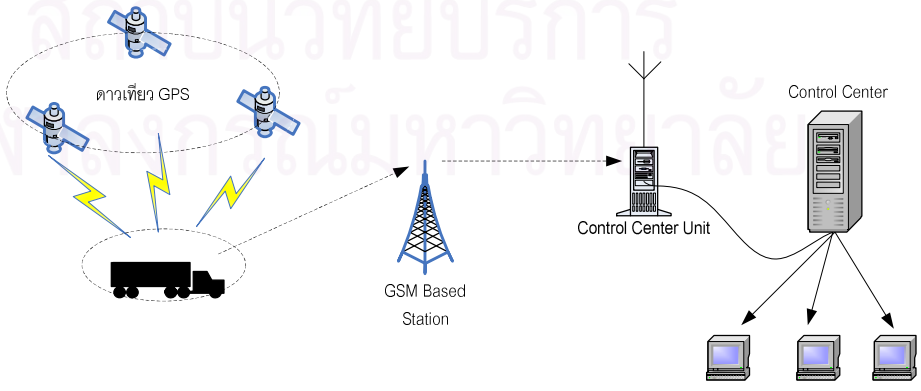
Zito, Este และ Taylor (1995) อธิบายเกี่ยวกับระบบ Global Positioning System (GPS)ว่าเป็นระบบที่สามารถแสดงตำแหน่งที่อยู่ที่แน่นอนของสิ่งที่ต้องการทราบตำแหน่งโดยระบบจะระบุตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการว่าอยู่ที่ใดบนพื้นโลก ค่าที่ได้ออกมาจากระบบ GPS คือ ค่าพิกัด X, Y, Z และ เวลาที่ระบุพิกัด ซึ่งระบบสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องในทุกสภาพอากาศประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง หมุนอยู่รอบโลก ดาวเทียมทั้งหมดจะได้รับการควบคุมดูแลจากสถานีภาคพื้นดินทั่วโลกตลอดเวลา การดำเนินงานของระบบ GPS มีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนในอวกาศ (Space Segment) เครือข่ายของดาวเทียมระบบ GPS ทั้งระบบ ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โคจรรอบโลกที่ระยะ 11,000 ไมล์ อากาศจากพื้นโลกใช้เวลา 12 ชั่วโมง ในการโคจรรอบโลก 1 รอบ ดาวเทียมโคจรรอบโลกแบ่งเป็น 6 ระนาบและทำมุมเอียง 55 องศา
2. ส่วนของการรับสัญญาณ (User Segment) เครื่องรับ GPS จะคำนวณตำแหน่งปัจจุบันอยู่ตลอดเวลาและแสดงตำแหน่งและทิศทางที่ถูกต้องระบบ GPS จะฟังสัญญาณจากดาวเทียม และวัดระยะเวลาจากเครื่องส่งสัญญาณจากดาวเทียมกับเครื่องรับสัญญาณและโดยวิธีการของสามเหลี่ยมหรือตรีโกณระหว่างดาวเทียมหลายดวงที่ได้รับระบบ จากนั้นเครื่องรับของดาวเทียมจะคำนวณตำแหน่งของเครื่องรับ ซึ่งเครื่องรับเองก็ต้องได้รับ

สัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อยสี่ดวง ถึงจะคำนวณตำแหน่งลักษณะของ 3 มิติได้

3. ส่วนควบคุม (Control Segment) ประกอบด้วย 2 ระดับการควบคุม คือ (1) สถานีควบคุมแม่ข่าย (Master Control Station) มีอยู่ 1 สถานีทำหน้าที่รับผิดชอบในการจัดการทั่วไป และบริการสถานีลูกข่ายเป็นศูนย์กลางที่ให้การสนับสนุนการทำงาน เครื่องแม่ข่ายจะคำนวณตำแหน่งและนาฬิกาดูความคลาดเคลื่อนของดาวเทียมแต่ละดวงจากสถานีลูกข่ายภาคพื้น และมีหน้าที่ออกคำสั่งแก้ไขกลับไปยังสถานีลูกข่ายเพื่อส่งไปยังดาวเทียมดวงนั้นๆ และ(2) สถานีควบคุมลูกข่าย (Monitor Stations) สถานีควบคุมลูกข่ายมีอยู่ 4 สถานีจะทำการตรวจสอบความสูง ตำแหน่ง ความเร็ว และวงจรทั่วไปของดาวเทียม สถานีควบคุมในลักษณะนี้สามารถตรวจสอบดาวเทียมได้ครั้งละ 11 ดวง การตรวจสอบจะทำวันละ 2 ครั้ง เมื่อดาวเทียมโคจรรอบโลก

การนำเทคโนโลยีระบบ GPS มาใช้ในการดำเนินงานด้านการจัดการกองรถบรรทุกเพื่อการขนส่งสินค้า มีวัตถุประสงค์หลักในการบอกตำแหน่งยานพาหนะ โดยระบบจะติดตามยานพาหนะอัตโนมัติด้วยดาวเทียม ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกให้เจ้าหน้าที่ที่ศูนย์ควบคุมในการสั่งการติดตามสถานการณ์ต่างๆได้ โดยสามารถทราบตำแหน่งยานพาหนะไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม ส่วนประกอบของระบบดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยระบบสามารถตรวจสอบรายละเอียดของยานพาหนะได้ทุกคัน รวมทั้งสามารถสั่งการให้ยานพาหนะเข้าพบลูกค้าที่อยู่ใกล้ที่สุดหรือกลับมารับสินค้าที่ศูนย์งานได้



รูปที่ 2.1 การทำงานของระบบ GPS ในการติดตามยานพาหนะอัตโนมัติ

ระบบติดตามยานพาหนะอัตโนมัติด้วย GPS มีส่วนประกอบ 2 ส่วนหลักเพื่อให้ระบบสามารถดำเนินการได้คือ

1. อุปกรณ์ติดตั้งประจำยานพาหนะ ประกอบด้วยกล่องบันทึกข้อมูล(Black Box) อุปกรณ์รับสัญญาค่าพิกัดจากดาวเทียม GPS อุปกรณ์บันทึกข้อมูลการเดินทางยานพาหนะ (Data Logger) และอุปกรณ์สื่อสารไร้สายแบบ (GSM Module) พร้อมสายรับสัญญา และอาจมีการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์เสริมจำพวกระบบตรวจจับ (Sensor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริม ใช้เฉพาะกรณี เช่น ตัวตรวจจับการเปิดประตู ตัวตรวจจับการเปิดฝาถังน้ำมัน เป็นต้น

2. ศูนย์ควบคุมยานพาหนะ ภายในศูนย์ควบคุมประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) สำหรับบริหารระบบติดตามและบอกตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ พร้อมข้อมูลแผนที่ดิจิตอลของถนนนอกจากการใช้งานในการติดตามและบอกตำแหน่งยานพาหนะแล้ว ข้อมูลแผนที่ดิจิตอลดังกล่าวยังสามารถใช้เป็นข้อมูลแผนที่พื้นฐาน (Base Map) สำหรับการวิเคราะห์งานในด้านอื่นได้อีกด้วย และอุปกรณ์อีกส่วนที่สำคัญคืออุปกรณ์ควบคุมยานพาหนะ (Control Center Unit) ทำหน้าที่ส่งคำสั่งการและการควบคุมจากศูนย์ควบคุมไปยังยานพาหนะโดยผ่านระบบสื่อสารไร้สายแบบ GSM การสั่งการและการควบคุมสามารถทำการโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

U.S. Department of Transportation (1997) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้แบ่งประเภทของการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการดำเนินงานจัดการกองรถบรรทุกออกเป็น 4 ประเภทหลัก คือ

1. ระบบการจัดเส้นทางและการจัดส่ง (Routing and Dispatching System) เป็นระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวางแผน จัดการและตรวจสอบเส้นทางในการจัดส่งสินค้า การจัดการเที่ยววิ่งเปล่า โดยใช้วิธีการจำลองเส้นทางเพื่อคัดเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งแต่ละเที่ยว

2. คอมพิวเตอร์แบบติดรถ (Onboard Computers: OBCs) ใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบการใช้น้ำมัน การประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานขนส่ง การ

ควบคุมพฤติกรรมพนักงานขับรถ การดูแลการซ่อมบำรุงรักษา และยังสามารถใช้ร่วมกับระบบการจัดการเส้นทางเพื่อใช้คัดเลือกเส้นทางที่เหมาะสมได้อีกด้วย

3. ระบบสื่อสารไร้สายระยะทางไกล (Mobile Communications) ระบบนี้เน้นการสื่อสารผ่านเครื่องมือที่ติดตั้งอยู่ที่ภายในห้องผู้โดยสารโดยสามารถสื่อสารโดยใช้เสียงผ่านโทรศัพท์ และผ่านระบบข้อความอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการสื่อสารระหว่างศูนย์ควบคุมกับพนักงานขับรถเพื่อตรวจสอบสถานะปัจจุบันของรถว่าอยู่ในตำแหน่งใด และมีความต้องการความช่วยเหลือจากศูนย์ควบคุมหรือไม่

4. ระบบการระบุพิกัดตำแหน่งยานพาหนะ (Vehicle Location/Global Positioning Systems) เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของรถบรรทุกในระหว่างการเดินทางโดยการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียวเหนือพื้นโลก ใช้ในการตรวจติดตามรถบรรทุกเพื่อประโยชน์ในหลายๆด้าน เช่น การตรวจสอบกิจกรรมของพนักงานขับรถ การใช้ความเร็ว การขับนอกเส้นทาง และการจอดพักระหว่างทาง เป็นต้น

2.2 การจัดการกองรถบรรทุก

การจัดการกองรถ (Fleet Management) มีเป้าหมายหลักในการจัดการ ติดตาม ตรวจสอบ ควบคุมและวางแผน ซึ่งการจัดการกองรถในแต่ละรูปแบบการขนส่งมีความแตกต่างกันในรายละเอียดการพิจารณาตัดสินใจ แต่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการกองรถขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุก ดังนั้นในการศึกษาทบทวนแนวคิด และผลงานวิจัยต่างๆ จะได้นำเสนอเกี่ยวกับรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวกับการขนส่งโดยรถบรรทุกเป็นหลัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Prakash และ Kulkarni (2003) แบ่งประเภทของการจัดการเที่ยวขนส่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การจัดการกองรถขนส่งสาธารณะและรถบริการ (Public Transport and Utility Fleets) การจัดการกองรถในลักษณะนี้เน้นเพื่อประโยชน์ต่อการบริการประชาชนทั่วไป หรือกลุ่มคนเฉพาะกลุ่มผู้ใช้เป็นหลัก โดยสามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งมวลชนและบริการ

รูปแบบการจัดการ	ตัวอย่างหมวดการขนส่ง
การขนส่งสาธารณะ	รถและเรือโดยสารประจำทาง รถไฟ และระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ
การขนส่งเฉพาะกลุ่มคน	รถรับ – ส่งพนักงานพนักงานบริษัท หน่วยราชการ นักเรียน หรือรถบริการของโรงแรมและสนามบิน เป็นต้น
การขนส่งเหตุการณ์ฉุกเฉิน	รถตำรวจ รถดับเพลิง รถหน่วยบรรเทาทุกข์ และรถพยาบาล เป็นต้น

ที่มา : Prakash และ Kulkarni (2003)

การจัดการกองรถขนสาธารณะและรถบริการจะคำนึงถึงการให้บริการที่ปลอดภัย และเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้เป็นหลัก โดยมีการดำเนินการวางแผนหลายด้าน อาทิเช่น การวางแผนเส้นทาง การจัดตารางเวลา และการจัดจำนวนเที่ยวขนส่ง เป็นต้น ซึ่งการวางแผนเน้นการบริการผู้ใช้เป็นหลักด้วยเหตุนี้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจึงมิใช่เรื่องหลักที่นำมาพิจารณาวางแผนการจัดการเที่ยวขนส่งในรูปแบบนี้

2. การจัดการกองรถเพื่อการพาณิชย์ (Commercial Fleets) การจัดการกองรถในลักษณะนี้เน้นการขนส่งสินค้าในภาคธุรกิจเป็นหลัก การดำเนินงานมีการแข่งขันกันสูงระหว่างผู้ประกอบในแต่ละประเภทธุรกิจ การขนส่งในรูปแบบนี้ เช่น การขนส่งวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต หรือการขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผลิตไปยังโซ่อุปานปลายน้ำ เป็นต้น การจัดการเที่ยวขนส่งในประเภทนี้ต้องมีการวางแผนภายใต้ข้อจำกัดหลายด้าน ทั้งด้านการจำกัดต้นทุน การจำกัดเวลาจัดส่ง จำกัดจำนวนรถที่ใช้ และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

ดังนั้น การจัดการกองรถบรรทุกเพื่อการขนส่งสินค้าจัดอยู่ในประเภทของการจัดการกองรถเพื่อการพาณิชย์ โดยเป้าหมายหลักในการจัดการรถบรรทุกให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุด และมีต้นทุนในการดำเนินการต่ำ การวางแผนในรูปแบบนี้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญต้องผ่านการพิจารณา ตัดสินใจทั้งในระดับบน และระดับล่างของการบริหารอยู่เสมอ

การจัดการกองรถคือการจัดการระบบข้อมูลที่มีแบบแผน มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการการขนส่ง มีเป้าหมายเพื่อ การติดตามตรวจสอบ ควบคุม และบริหารการขนส่งให้ประสิทธิภาพ โดยระบบข้อมูลที่มีแบบแผนจะถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเพื่อสะดวกในการใช้งาน ซึ่งรายละเอียดของขอบเขตการจัดการกองรถถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังแสดงในตารางที่ 2.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของการจัดการกองรถ

ส่วนการจัดการ	รายละเอียด
1. การจัดตารางเวลาการซ่อมบำรุงรักษา	ตรวจสอบอายุการใช้งานของยานพาหนะและการวางแผนการซ่อมบำรุงแบบ Routine และแบบ Periodic ● ประวัติการซ่อมบำรุง ● รายงานการซ่อมบำรุง ● การจัดประชุมวิเคราะห์ด้านค่าใช้จ่าย
2. การควบคุมด้านอะไหล่	ควบคุมการจัดการการจัดเก็บและสำรองอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุง ● ข้อมูลในการให้บริการ ● รายงานสรุปรายการอะไหล่สำรอง ● รายการอะไหล่ที่ต้องจัดซื้อเพิ่มเติม
3. การบริหารจัดงานส่งเสริมการทำงาน	การบริหารเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามข้อกำหนดของทางภาครัฐ ● การจดทะเบียนรถ ● รายงานความต้องการหรือข้อกำหนดของภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ● รายงานการประกันภัยประจำปี
4. การจัดการต้นทุน	การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน ● การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับตัวรถ ● การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพนักงานขับรถ
5. การวิเคราะห์พฤติกรรมพนักงานขับรถ	การวิเคราะห์ข้อมูลจากระบบบันทึกข้อมูลการขับรถเพื่อใช้ประเมินคุณภาพในการขับขี่ ● รายงานการฝ่าฝืนกฎจราจร ● รายงานการขับรถ

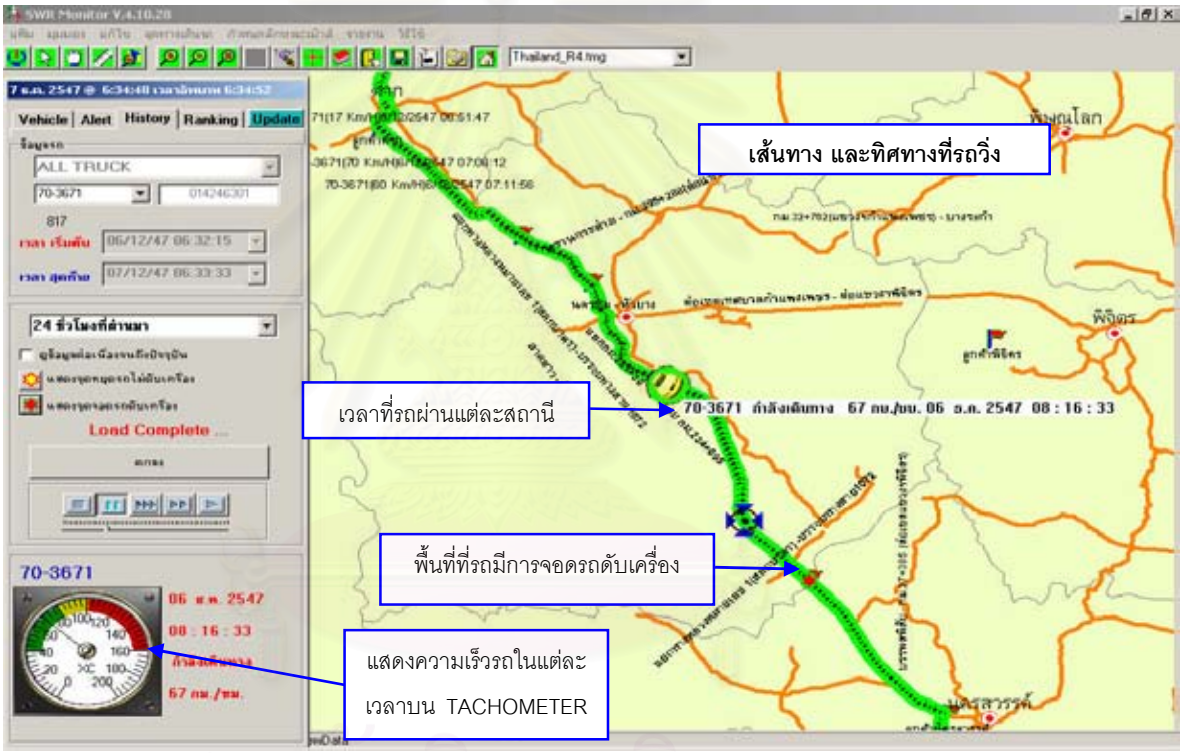
ที่มา : Alan Rushton และคณะ (2000)

2.3 การใช้ระบบ GPS ในการจัดการกองรถบรรทุกในประเทศไทย

การศึกษาทบทวนการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถในประเทศไทยจะศึกษาถึงความสามารถและหน้าที่การใช้งานของอุปกรณ์ GPS ที่มีการใช้ดำเนินงานในปัจจุบัน การทบทวนแนวทางการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถในประเทศไทย สามารถสรุปและจัดหมวดหมู่หลักได้ 3 รูปแบบ ซึ่งในแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การแสดงตำแหน่งยานพาหนะและเส้นทางบนแผนที่

การแสดงตำแหน่งยานพาหนะจะดำเนินการคำนวณตำแหน่งปัจจุบันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อแสดงตำแหน่งและทิศทางของยานพาหนะบนแผนที่ ซึ่งบนแผนที่จะทราบถึงสถานะของยานพาหนะในเวลาปัจจุบัน อาทิเช่น พิกัดตำแหน่งรถที่กำลังวิ่ง ตำแหน่งที่มีการขับรถเร็วเกินพิกัด และตำแหน่งจุดจอดระหว่างทาง เป็นต้น การแสดงตำแหน่งบนแผนที่มีความละเอียดถึง 3 ระดับคือ 1) แผนที่ 1: 4,000 ใช้แสดงตำแหน่งในกรุงเทพปริมณฑล 2) แผนที่ 1:20,000 ใช้แสดงตำแหน่งทุกจังหวัด และ 3) แผนที่ 1:50,000 ใช้แสดงตำแหน่งทั่วประเทศ



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างหน้าจอแสดงตำแหน่งยานพาหนะและเส้นทาง

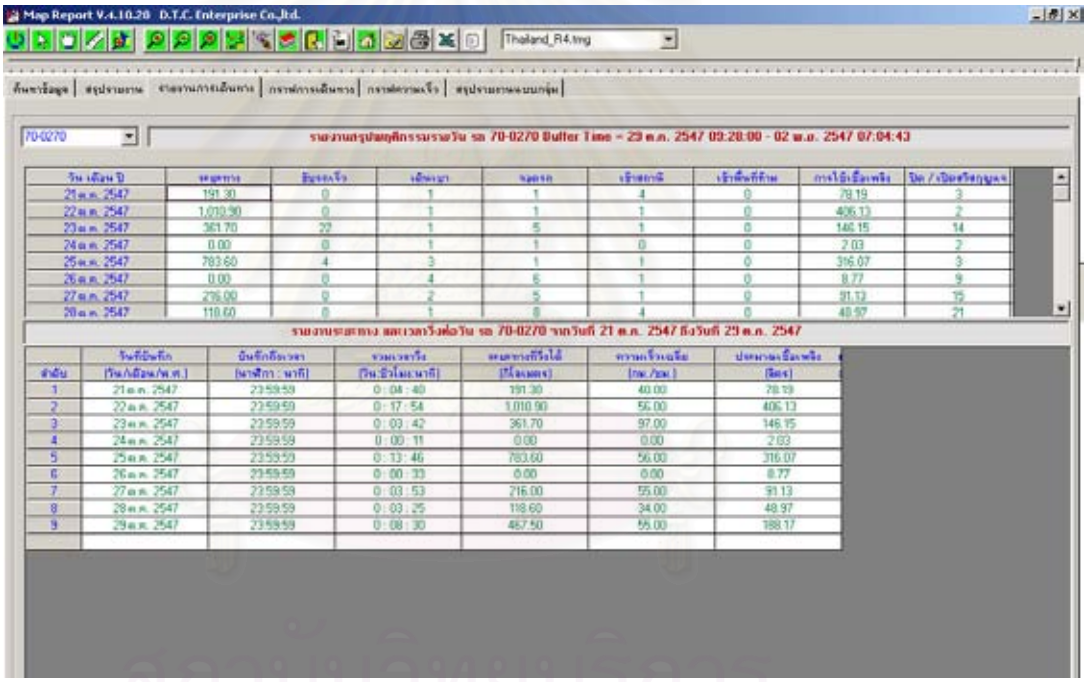
2.3.2 การแสดงผลการใช้ยานพาหนะ

การทำงานจะการนำเสนอข้อมูลจากระบบ GPS ในลักษณะทันทีทันใด (Real-Time) และระบบใกล้เคียงแบบทันทีทันใด (Near-Real-Time) รวมถึงการรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกโดยกล่องบันทึก (Black Box) ที่ติดตั้งอยู่กับตัวรถเพื่อนำเสนอผลการใช้งานรถในด้านต่างๆ ข้อมูลที่บันทึกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ข้อมูลยานพาหนะ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับความเร็วที่ใช้ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ระยะทางที่วิ่ง และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้

2. ข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ เป็นข้อมูลจำนวนครั้งที่รถใช้ความเร็วเกินพิกัด การติดเครื่องทิ้งไว้ การเร่งกะทันหัน การหยุดกะทันหัน เป็นต้น

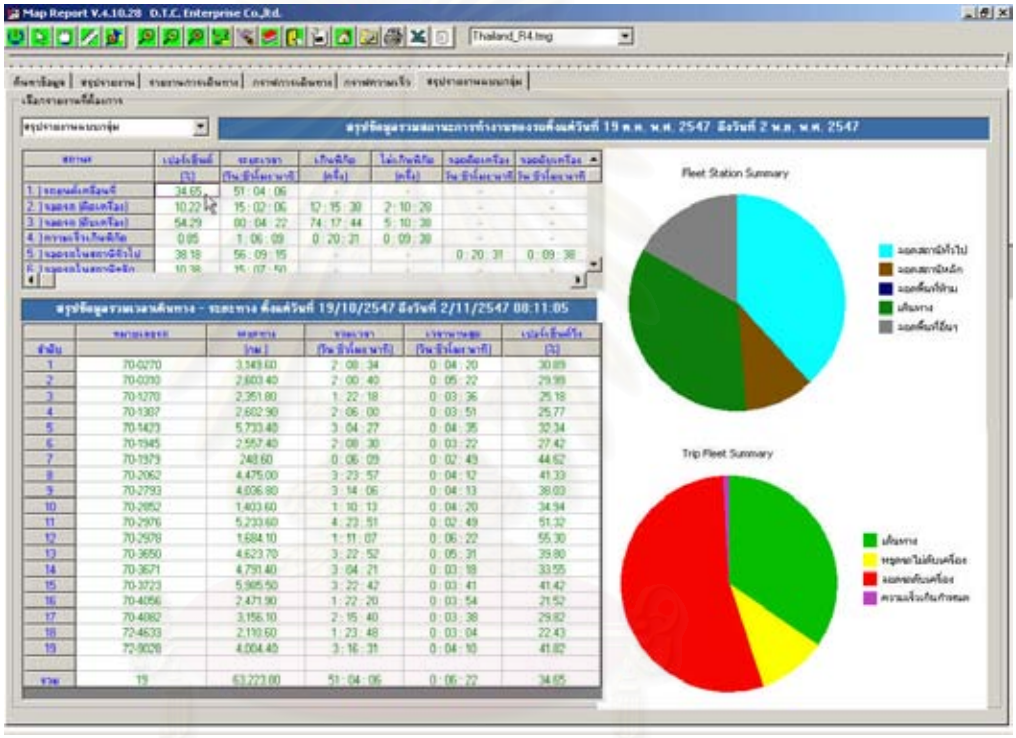
3. ข้อมูลเวลาในการใช้ยานพาหนะ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ เวลาที่เกิดกิจกรรม และระยะเวลารวมการเกิดกิจกรรม ประกอบด้วย เวลาเดินทาง เวลาจอดรถติดเครื่อง เวลาจอดรถดับเครื่อง และเวลาการหยุดรถ



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการใช้ยานพาหนะ

2.3.3 การนำเสนอรายงานสรุปผลและประเมินประสิทธิภาพการทำงาน

ข้อมูล GPS และข้อมูลจากกล่องบันทึกข้อมูลที่บันทึกการดำเนินในแต่ละวันทำการ จะถูกนำมาดำเนินการจัดการสรุปผลและจัดรูปแบบให้อยู่ในรูปรายงานสรุปที่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน หรือใช้อ้างอิงเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการ เช่น การคำนวณค่าแรงพนักงานขับรถ การวางแผนการซ่อมบำรุง และการวางแผนการใช้รถ เป็นต้น รวมถึงการนำเสนอในรูปแบบของการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงาน



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างหน้าจอนำเสนอรายงานสรุปผลและประเมินประสิทธิภาพการทำงาน

จากการศึกษาทบทวนการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถในประเทศไทย พบว่าลักษณะการใช้ข้อมูลเป็นแบบนำเสนอผลที่ได้รับจากระบบโดยตรง ไม่ได้มีการนำข้อมูลมาใช้ในเชิงวิเคราะห์ และอุปกรณ์ในระบบ GPS ซึ่งรวมถึงโปรแกรมที่ใช้รองรับการใช้งานจะมีลักษณะการทำงานที่เป็นระบบปิด หมายถึง ผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าไปแก้ไขหรือปรับปรุงอุปกรณ์ได้โดยตรง ซึ่งหน้าที่การแก้ไขหรือปรับปรุงเป็นของผู้ให้บริการเท่านั้น

2.4 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ในการจัดการกองรถบรรทุก

การทบทวนศึกษางานวิจัยที่มีการประยุกต์ทฤษฎีแนวคิดเพื่อใช้ประกอบการพัฒนาระบบการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถสามารถสรุปได้เป็น 3 แนวคิดหลัก ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่แบบทันเวลา การจัดการกองรถในลักษณะพลวัตแบบทันเวลา และการปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่แบบทันเวลา (Real Time Rescheduling)

การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่การดำเนินการในการจัดตารางเวลาใหม่นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณาปัจจัยแวดล้อมในหลายๆ ส่วน รวมถึงเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ในการจัดตารางเวลาใหม่เพื่อปรับปรุงตารางเวลาดำเนินงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์ทำงานในปัจจุบันให้มากที่สุด

Li, Shyu และ Adiga (1993) ศึกษาวิธีการปรับเปลี่ยนตารางเวลาดำเนินงานการผลิตสำหรับระบบการจัดการตารางการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การจัดตารางการผลิตจะกล่าวถึง ความต้องการในการทำงานเพื่อผลิตสินค้า เครื่องจักรซึ่งใช้ในการทำงาน และเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละการทำงาน การปรับปรุงตารางเวลาการผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากความซับซ้อนของระบบการผลิตสมัยใหม่ และการปฏิบัติงานในสภาวะที่เปลี่ยนแปลงและไม่มีความแน่นอน

Guilherme และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาและสรุปองค์ประกอบของความต้องการและความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนตารางเวลา (Rescheduling Factors) ไว้ดังนี้

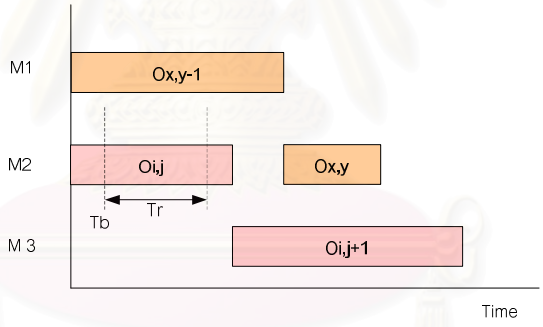
- เครื่องจักรเสีย
- การขัดจังหวะเนื่องจากมีใบสั่งผลิตด่วน
- การขาดแคลนวัตถุดิบ
- การประมาณเวลาการปฏิบัติงานมากหรือน้อยเกินไป
- การยกเลิกคำสั่ง
- การเปลี่ยนกำหนดเวลาเข้าหรือเร็วกว่าเดิม
- สภาวะก่อนหรือหลังตารางในปัจจุบัน

นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่เพื่อให้เป็นตามกลยุทธ์ในการบริหารงาน อาทิเช่น

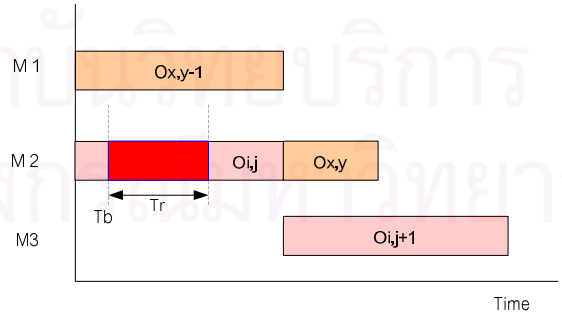
- การทำงานล่วงเวลา
- การรับเหมาช่วง
- การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือสายการผลิต

ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนตารางใหม่ ซึ่งการปรับเปลี่ยนดังกล่าวจะมีผลต่อการทำงานของตารางเดิม โดยผลกระทบสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

- การทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบอิสระ (Independent Affected Operations) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ก)
- การทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบไม่อิสระ (Dependent Affected Operations) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ข)



(ก)



(ข)

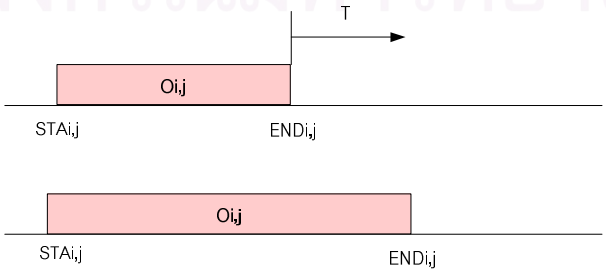
รูปที่ 2.5 (ก) การทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบอิสระ และ (ข) การทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบไม่อิสระ

จากรูปที่ 2.5 แสดงถึงตัวอย่างของการทำงานที่ถูกกระทบกระเทือน 2 แบบ เมื่อเครื่องจักรเครื่องที่ 2 เสียที่เวลา Tb และเสียเวลาเป็นเวลานาน Tr หน่วยเวลา การทำงาน Oi,j นั้นถูกกระทบโดยตรง (การทำงานช้าเป็นเวลา Tr หน่วยเวลา) ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นการทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบอิสระ ส่วนการทำงาน Oi,j+1 คือการทำงานต่อจาก Oi,j บนเครื่องจักรที่ 3 ในขณะที่ Ox,y นั้นเป็นการทำงานต่อไปบนเครื่องจักรที่ 2 หลังจากการทำงาน Oi,j เสร็จสิ้นลง ดังนั้นจึงพิจารณาเป็นการทำงานที่ถูกกระทบเทือนแบบไม่อิสระ

ขณะเดียวกันในบางการทำงานสามารถเป็นได้ทั้งการทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนแบบอิสระและไม่อิสระ และอาจจะขึ้นอยู่กับการทำงานที่ถูกกระทบกระเทือนโดยองค์ประกอบของการปรับเปลี่ยนตารางแบบอื่นๆ ในทางทฤษฎีแต่ละการทำงานที่ถูกกระทบ (Affected Operation) สามารถมีการทำงานที่ไม่เป็นอิสระได้ 2 การทำงาน คือ การเป็นส่วนหนึ่งของลำดับการทำงานในเส้นทางนั้นๆ และเครื่องจักรแต่ละเครื่องนั้นมีการทำงานมากกว่าหนึ่งการทำงาน นอกจากนั้นยังมีข้อยกเว้นอยู่ 3 ประการคือ 1) เมื่อการทำงานนั้นเป็นการงานลำดับสุดท้ายของกระบวนการ 2) เมื่อไม่มีการทำงานเป็นลำดับต่อไปบนเครื่องจักรนั้นๆ และ 3) เป็นการทำงานบนเครื่องจักรนั้นที่มีเวลาว่าง (Idle Time) ของเครื่องจักรที่เพียงพอสำหรับผลกระทบด้านเวลา (Time Effect)

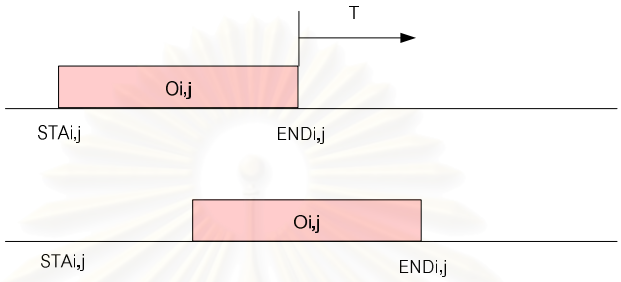
การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่จะนำไปสู่ผลกระทบด้านเวลา (Time Effect) บนการทำงานที่มีผลกระทบกระเทือนแบบอิสระ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. เวลาสิ้นสุดจะช้าหรือเร็วเป็นเวลา T หน่วยเวลา ตัวอย่างเช่น การทำงาน Oi,j จะช้าไป T หน่วยเวลา เนื่องจากองค์ประกอบการปรับปรุงตาราง เวลาสิ้นสุดใหม่ของการทำงาน Oi,j จึงเปลี่ยนเป็น Endi,j ดังรูปที่ 2.6



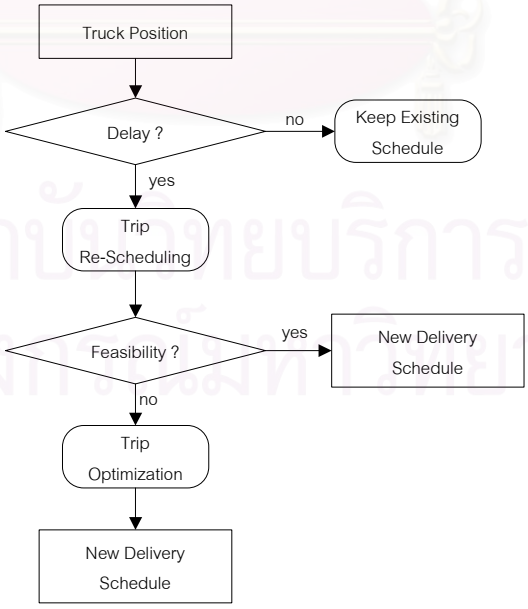
รูปที่ 2.6 ผลกระทบด้านเวลาทำให้เวลาสิ้นสุดช้าหรือเร็ว

2. ทั้งเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดจะช้าหรือเร็วเป็นเวลา T หน่วยเวลา ตัวอย่างเช่น การทำงาน Oi,j จะช้าไป T หน่วยเวลา เนื่องจากองค์ประกอบของการปรับเปลี่ยนตารางใหม่ เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดใหม่ของการทำงาน Oi,j จึงเป็น STARti,j และ ENDI,j ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ผลกระทบด้านเวลาทำให้เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดช้าหรือเร็ว

Giglio และคณะ 2004 ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดแนวทางการจัดเส้นทางแบบพลวัต (Dynamic Routing) สำหรับการจัดการรถบรรทุกแบบแทงค์ในลักษณะแบบทันเวลา โดยใช้เทคนิคการพัฒนาแบบจำลองแบบโปรแกรมจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed-Integer Programming) ซึ่งมีแนวทางการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 2.8

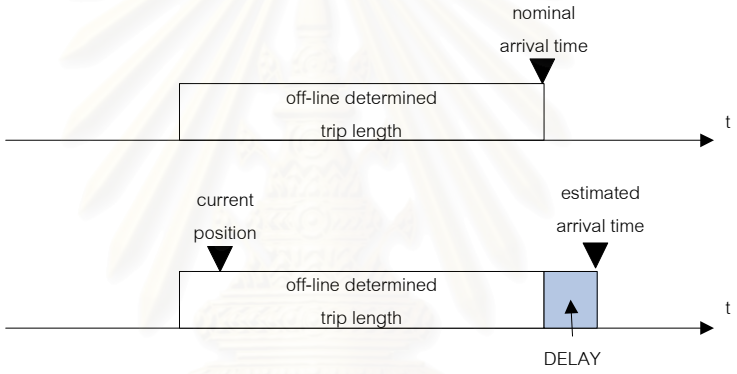


รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการศึกษาการจัดกองรถบรรทุกแบบแทงค์แบบทันเวลา

ที่มา : Giglio และคณะ 2004

การดำเนินการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลา 2) ส่วนการปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่แบบทันเวลา และ 3) การจัดการเที่ยวขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการดำเนินงานในลักษณะทันเวลาต้องใช้ข้อมูลที่ส่งผ่านระบบ GPS ที่ติดตั้งกับรถบรรทุก

การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลา (Real-Time Determination of Delays) การคำนวณความล่าช้าในส่วนนี้ต้องใช้ข้อมูลจากรถบรรทุกอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณเวลาเข้าถึงแบบทันเวลา จากนั้นจึงนำไปลบเวลาดำเนินงานที่อยู่ในแผน ถ้าค่าที่ได้มีมากกว่าศูนย์ แสดงว่าเกิดความล่าช้าขึ้นในการทำงาน การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลาที่แสดงในรูปแบบแผนภูมิแกนต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลา
ที่มา : Davide Giglio และคณะ 2004

แบบจำลองสำหรับการการคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลาแสดงในสมการที่ (2-1)

$$D_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) = E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) - L_{i,\hat{k}_i} > 0 \qquad (2\text{-}1)$$

ให้

$D_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau})$ = เวลาล่าช้าของรถบรรทุกคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau})$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของรถบรรทุกคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$L_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาดำเนินการขนส่งที่วางแผนล่วงหน้าของรถบรรทุกคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$

การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลาที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายเส้นทางจะดำเนินการศึกษาเฉพาะโครงข่ายที่มีสภาพรองรับการเดินทางที่เป็นปกติ คือ ปราศจากการเกิดอุบัติเหตุ ไม่มีการดำเนินงานซ่อมสร้างบนผิวจราจร และไม่มีการเกิดแถวคอยในลักษณะต่างๆ

การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่ (Trip Re-Scheduling) จะดำเนินงานตามข้อมูลส่งเข้าสู่ระบบ ณ เวลาปัจจุบัน $\bar{\tau}$ โดยมีแนวคิดในการปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่แล้วทำให้การดำเนินงานทั้งหมดเป็นตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในสมการที่ (2-2)

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ $$\min\left\{M * S^{\max} + \sum_{i=1}^{M} S_i\right\} \qquad (2\text{-}2)$$

โดยมีข้อจำกัดคือ

$$S^{\max} \geq S_i$$

$$S_i = E_i + \sum_{v \in V} A_{i,v} \bullet L_v$$

$$S_i \leq dd_i$$

สำหรับ $i = 1,....,M$ ถึง

$$\sum_{i=1}^{M} A_{i,v} = 1$$

เมื่อ

$A_{i,v} = 1$ ถ้าช่วงย่อยของการขนส่ง v ถูกจัดสรรให้กับรถบรรทุกที่ i

$A_{i,v} = 0$ ถ้าไม่เป็นเช่นนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ให้

V = ชุดการขนส่งทั้งหมดใน 1 วัน

$v \in V$ = ช่วงย่อยของการขนส่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งชุดการขนส่งทั้งหมดใน 1 วัน

L_v = เวลาดำเนินการขนส่งของช่วงย่อยของการขนส่งที่วางแผนล่วงหน้า

E_i = เวลาเข้าถึงจุดงานของรถบรรทุกคันที่ i

S_i = เวลาสิ้นสุดงานในแต่ละวันของรถบรรทุกคันที่ i

$S_{\max}$ = เวลาสิ้นสุดงานที่ล่าช้าที่สุดในการดำเนินงานรอบวันที่พิจารณา

$A_{i,v}$ = ตัวแปรแบบ Binary Decision Variable

M = ชุดรถขนส่งทั้งกองรถ

วัตถุประสงค์ในการดำเนินการปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่เพื่อให้เกิดเวลาดำเนินการขนส่งที่น้อยที่สุด และรถบรรทุกกลับเข้าศูนย์กลางกระจายสินค้า ในเวลาที่ใกล้เคียงกันที่สุด หลังจากการที่ได้มีการดำเนินงานปรับเปลี่ยนตารางใหม่แล้ว จะทำการตรวจสอบว่าตารางใหม่ที่ได้ทำให้การดำเนินงานขนส่งเกิดประสิทธิภาพสูงสุดหรือไม่ โดยจะตรวจสอบประสิทธิภาพจากเวลาดำเนินงาน เวลาเข้าถึงสถานี และก่อให้เกิดต้นทุนการดำเนินงานที่น้อยที่สุด

2.4.2 การจัดการกองรถในลักษณะพลวัตแบบทันเวลา (Dynamic Real Time Fleet Management)

Vasileios และคณะ (2005) นำเสนองานศึกษาระบบการจัดการกองรถขนส่งแบบพลวัต (Dynamic Real-Time Fleet Management) สำหรับใช้ในการแก้ปัญหาการขนส่งสินค้าในเขตชุมชนเมือง ระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้ข้อมูลซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลการเดินทางที่ถูกส่งมาจากรถบรรทุกขณะกำลังดำเนินงาน โดยการส่งข้อมูลจะดำเนินงานผ่านระบบเทคโนโลยีแบบไร้สาย อาทิเช่น ระบบแสดงตำแหน่งข้อมูลยานพาหนะผ่านดาวเทียม (GPS) หรือระบบสื่อสารแบบเคลื่อนที่ เช่น วิทยุสื่อสารเคลื่อนที่แบบพกพา วัตถุประสงค์หลักของระบบดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เพื่อลดเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานให้ได้มากที่สุด และสามารถให้บริการลูกได้จำนวนมากที่สุด งานวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. รายละเอียดและลักษณะปัญหาของการขนส่งสินค้าในเขตชุมชนเมือง

ลักษณะพื้นฐานของโครงข่ายการขนส่งและกระจายสินค้าประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ศูนย์กระจายสินค้า กองรถขนส่ง จุดส่ง (ลูกค้า) ซึ่งปริมาณสินค้าต้องทราบก่อนล่วงเพื่อให้สามารถจัดรถบรรทุกให้เหมาะสม ลักษณะพื้นฐานของการขนส่งสินค้าในเขตชุมชนเมืองมีดังนี้

- ลักษณะกายภาพของโครงข่ายมีความแน่นอน
- ความสามารถรองรับการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้ามีจำกัด
- ความสามารถในการบรรทุกของรถหรือกองรถมีจำกัด
- ปริมาณสินค้าต่อจุดงานทราบชัดเจน
- การดำเนินงานขนส่งตามคำสั่ง
- ตารางเวลาและกรอบเวลามีความแน่นอน

การดำเนินงานขนส่งในบางโอกาสอาจจะเกิดปัญหาขึ้นระหว่างดำเนินงาน ทำให้การดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ คลาดเคลื่อนไปจากแผนการที่วางล่วงหน้า ซึ่งการดำเนินงานขนส่งสินค้าในเขตชุมชนเมือง จะมีลักษณะเฉพาะตัวสามารถจำแนกและแสดงได้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะปัญหาการขนส่งสินค้าในเขตเมือง

ปัญหาการขนส่งในเขตเมือง	ลักษณะปัญหา	ผลกระทบต่อตารางปฏิบัติการ
1. สภาพจราจรติดขัด เนื่องจาก สภาพอากาศ การก่อสร้างหรือซ่อมแซมเส้นทาง	พลวัต	เวลาเดินทางเพิ่มขึ้น
2. พื้นที่จอดสำหรับขึ้น-ลงสิ้นคาไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม	พลวัต	เวลาบริการ ณ จุดงานเพิ่มขึ้น
3. รถขนส่งเกิดอุบัติเหตุ หรือเสีย	พลวัต	รถขนส่งต้องหยุดดำเนินงานทันที
4. คำสั่งใหม่เพิ่มเติมระหว่างดำเนินงาน	พลวัต	ปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ/ไม่ดำเนินงาน
5. จำนวนคำสั่ง	พลวัต	ปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ/ไม่ดำเนินงาน

ที่มา : Vasileios และคณะ (2005)

ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดสำหรับการขนส่งสินค้าในเขตชุมชนเมืองจะเป็นแบบพลวัต คือ ปัญหาจะเกิดขึ้นได้ตลอดทุกช่วงเวลาที่ดำเนินงานและลักษณะการเกิดไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทำให้การจัดการกับปัญหาในลักษณะนี้จึงต้องเป็นแบบพลวัตตามไปด้วย ผลจากการสำรวจข้อมูลเชิงลึกจากผู้จัดการแผนกโลจิสติกส์ 15 แห่งที่ดำเนินงานอยู่ภายในเขตเมืองของประเทศกรีซในปี ค.ศ. 2003 มีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความต้องการระบบที่จะนำมาช่วยสนับสนุนการดำเนินงานในการจัดการกองรถขนส่ง ผลสำรวจสรุปในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 หน้าที่ของระบบซึ่งเป็นต้องการของผู้ใช้ในแผนกโลจิสติกส์

หน้าที่ของระบบ	ความสามารถของระบบในปัจจุบัน
• การตรวจติดตามรถขนส่งแบบทันเวลา	มี
• การรายงานการประเมินประสิทธิภาพ	มี
• การยืนยันผลการขนส่ง	มี
• การตรวจสอบการดำเนินงานตามกรอบเวลา	ไม่มี
• การจัดการกรณีรถขนส่งเกิดเสีย	ไม่มี
• การจัดการการปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ	ไม่มี

ที่มา : Vasileios และคณะ (2005)

จากการความต้องการด้านต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจเมื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผลจะพบว่า ความต้องการดังกล่าวมีเหตุผลเพื่อการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- สถานการณ์กรณีรถขนส่งล่าช้า กรณีการเกิดความล่าช้าในการดำเนินงานขนส่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ความล่าช้าเนื่องจากการเดินทาง และความล่าช้าเนื่องจากการดำเนินงานที่จุดงาน และเมื่อเกิดสภาพล่าช้าขึ้น ก็จะส่งผลกระทบแบบต่อเนื่องไปยังจุดงานถัดๆ ไปที่เป็นจุดงานที่ยังไม่ได้เข้าดำเนินงาน การแก้ไขในส่วนนี้ คือการปรับเปลี่ยนเส้นทางใหม่ หรือการสลับจุดงานใหม่เพื่อให้เวลาที่ล่าช้าลดลง

- สถานการณ์กรณีรถขนส่งเสีย สถานการณ์ในลักษณะนี้รถขนส่งจะไม่สามารถดำเนินงานได้ต่อตามแผน ซึ่งจะส่งกระทบต่อจุดงานที่ยังไม่ได้เข้าถึงถัดๆ ไป การแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ ได้แก่ การสร้างระบบการแจ้งเตือนมายังศูนย์กลางควบคุมเพื่อเกิดเหตุการณ์รถขนส่งเสียระหว่างดำเนินงาน และจัดการให้รถบรรทุกคันอื่นที่อยู่บริเวณใกล้เคียงเข้ามาช่วยรับภาระงานแทน

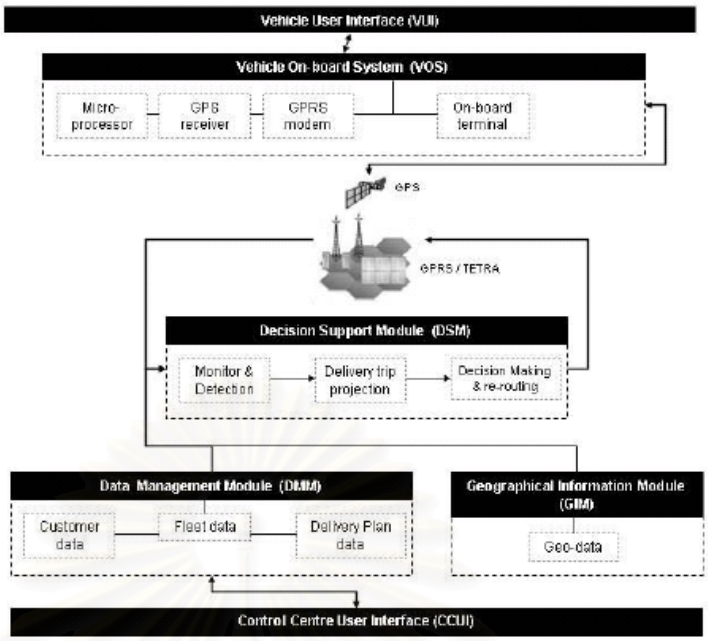
2. ลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งแบบพลวัต

การจัดเส้นทางขนส่งแบบพลวัตจะมีผลกระทบจากหลายๆปัจจัย และการดำเนินงานจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับความทันสมัยและครบถ้วนของข้อมูลที่ใช้สนับสนุนระบบเป็นสำคัญ ข้อมูลที่ได้รับต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของการดำเนินงานตลอดเวลา ปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการจัดเส้นทางขนส่งแบบพลวัต ประกอบด้วย

- เวลาเดินทางและเวลาดำเนินงานที่จุดงาน เนื่องจากสภาพการจราจร หรืออุบัติเหตุ
- คำสั่งใหม่เพิ่มเติม
- จำนวนคำสั่ง
- การเปลี่ยนแปลงของคำสั่งเดิม

3. ส่วนประกอบของระบบ

ส่วนประกอบของระบบมี 3 ส่วน ได้แก่ (1) ศูนย์กลางควบคุม (2) ระบบติดต่อสื่อสาร และ (3) กองรถขนส่ง ส่วนประกอบต่างๆของระบบแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างระบบการจัดการกองรถขนส่งแบบพลวัต

ที่มา : Vasileios และคณะ (2005)

จากโครงสร้างระบบการจัดการทั้งหมดที่แสดงในรูปที่ 2.10 จะสามารถแบ่งส่วนงานย่อยออกเป็นอีก 6 ส่วนงาน ได้แก่

1. ส่วนแสดงรายละเอียดทางกายภาพ (Geographical Information Module: GIM) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบของแผนที่และพิกัดตำแหน่งของรถขนส่ง รวมถึงที่ตั้งของจุดงาน

2. ส่วนสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Module: DSM) ส่วนนี้จะคำนวณและ แนะนำข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้สนับสนุนการตัดสินใจแบบทันเวลา

3. ส่วนการจัดการข้อมูล (Data Management Module: DMM) ประกอบด้วยข้อมูลทั้งแบบคงที่ (Static) และแบบพลวัต (Dynamic) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง จุดงาน กองรถขนส่ง และตารางเวลาดำเนินงาน

4. ส่วนระบบติดต่อสื่อสารหรือช่วยงานที่ติดตั้งบนรถขนส่ง (Vehicle On-board System: VOS) ประกอบด้วยอุปกรณ์สื่อสารเพื่อใช้สื่อสารและรับส่งข้อมูลแบบทันเวลาซึ่งเป็นการติดต่อกันระหว่างพนักงานขับรถขนส่งกับพนักงานควบคุมที่ศูนย์กลางควบคุมงาน

5. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานที่ศูนย์กลางควบคุมงาน (Control Centre User Interface: CCUI) เป็นส่วนที่อนุญาตให้พนักงานที่ทำหน้าที่ในการวางแผนเส้นทางเข้ามาใช้งานปรับปรุงแก้ไขข้อมูล และยังสามารถใช้ติดตามตรวจสอบผลการดำเนินงานของรถขนส่งแบบทันเวลาได้อีกด้วย รวมถึงการติดต่อสื่อสารไปยังพนักงานขับรถขนส่ง

6. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานที่รถขนส่ง (Vehicle User Interface: VUI) ส่วนนี้พนักงานขับรถขนส่งจะใช้รับข้อมูลการดำเนินงานขนส่ง และใช้ติดต่อสื่อสารกับศูนย์กลางควบคุมงาน

4. หน้าที่การทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบหลายส่วน แต่ส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานโดยรวมคือ ส่วนสนับสนุนการตัดสินใจซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักได้แก่ (1) การตรวจสอบ (Monitoring Module) (2) การติดตามและควบคุมการดำเนินงาน (Detection & Projection) และ (3) การปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Decision Making and Rerouting Module) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การตรวจสอบ (Monitoring Module) การตรวจสอบสามารถดำเนินงานได้ตลอดเวลาโดยระบบจะรับข้อมูลเดินทางจากรถขนส่งที่กำลังดำเนินงานอยู่ ทำให้ผู้ใช้งานที่มีหน้าที่ตรวจสอบการทำงานสามารถทราบถึงสถานการณ์ดำเนินงานของรถขนส่งได้ ณ ศูนย์กลางควบคุมงาน ข้อมูลที่ได้รับการส่งข้อมูลจากรถขนส่งได้แก่ ตำแหน่งรถขนส่งบนพื้นโลก ความเร็วการเดินทาง ปริมาณการบรรทุก และทราบถึงผลการดำเนินงานที่คลาดเคลื่อนจากตารางเวลาเริ่มต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การติดตามและควบคุมการดำเนินงาน (Detection & Projection) การดำเนินงานในส่วนนี้จะใช้ข้อมูลแบบทันเวลาจากรถขนส่งที่กำลังดำเนินงาน ข้อมูลที่ได้รับคือเวลาปัจจุบัน และตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่ง โดยระบบจะคำนวณเวลาเดินทางจากตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงานถัดไปที่กำลังจะเข้าดำเนินงาน โดยใช้กรอบเวลา (Time Windows) ของแต่ละจุดงานเป็นตัวควบคุมการดำเนินงาน การประมวลผลแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การประมวลผลระหว่างการเดินทาง (Traveling Mode) (2) การประมวลผลขณะหยุดรถดำเนินงาน ณ จุดงาน (Stop Mode) การประมวลผลจะดำเนินงานตามสมการที่ (2-3)

$$t_c + t_{ck} + \alpha\sigma_{ck} + \sum_{k}^{i-1} t_{kk+1} + \sum_{k}^{i} t_k^s + \left(\sum_{k} \sigma_{kk+1}^2 \sum_{k} \sigma_k^{2^s} \right)^{1/2} * \alpha + Tolerance + t_{l,d} \le t_i^u \forall i \ge k \quad \text{(2-3)}$$

ให้

t_c = เวลาปัจจุบันที่ส่งข้อมูลโดยระบบแบบทันเวลา

t_{ck} = เวลาเดินทางคำนวณจากพิกัดปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k

α = ค่าปรับแก้เนื่องจากระดับความน่าเชื่อถือที่ถูกเลือกโดยผู้ใช้งาน

σ_{ck} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากพิกัดปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k

$\sum_{k}^{i-1} t_{kk+1}$ = ผลรวมเวลาเดินทางในอดีตสำหรับทุกๆจุดงานที่ยังไม่เข้าดำเนินงานหลังจากเข้าดำเนินงานที่จุดงาน k

$\sum_{k}^{i} t_k^s$ = ผลรวมเวลาบริการ ณ จุดงานในอดีตสำหรับทุกๆจุดงานที่ยังไม่เข้าดำเนินงานหลังจากเข้าดำเนินงานที่จุดงาน k

$\sum_{k} \sigma_{kk+1}^2$ = ผลรวมความแปรปรวนของเวลาเดินทางในอดีตสำหรับทุกๆจุดงานที่ยังไม่เข้าดำเนินงานหลังจากเข้าดำเนินงานที่จุดงาน k

$\sum_{k} \sigma_k^{2^s}$ = ผลรวมความแปรปรวนของเวลาบริการ ณ จุดงานในอดีตสำหรับทุกๆจุดงานที่ยังไม่เข้าดำเนินงานหลังจากเข้าดำเนินงานที่จุดงาน k

$t_{l,d}$ = เวลาเดินทางจากจุดงานสุดท้ายไปยังศูนย์กระจายสินค้า

t_i^u = กรอบเวลาท้ายสุดสำหรับทุกๆจุดงาน i

การคำนวณเวลาเดินทางที่คำนวณจากพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (2-4)

$$t_{ck} = \frac{D_{ik} - D_{ic}}{V_m} \quad (2\text{-}4)$$

ให้

t_{ck} = เวลาเดินทางระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k

D_{ik} = ระยะทางระหว่างจุดงาน i ไปยังจุดงาน k

D_{ic} = ระยะทางระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k

V_m = ค่ากลางของความเร็วในการเดินทาง

$D_{ic} = \sum_i d_{jj+1}$ = เมื่อ j คือข้อมูลพิกัดที่บันทึกโดยระบบระหว่าง i และ k

d_{jj+1} = ระยะทางระหว่าง 2 จุดบันทึกซึ่งเป็นจุดที่แสดงตำแหน่งของรถขนส่ง

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-5)

$$\sigma_{ck} = \sqrt{\frac{\sigma_{ik}^2}{\frac{t_{ck}}{t_{ik}}}} \quad (2\text{-}5)$$

ให้

σ_{ck} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากพิกัดปัจจุบันของรถขนส่งไปยังจุดงาน k

t_{ik} = เวลาเดินทางในอดีตระยะทางระหว่างจุดงาน i ไปยังจุดงาน k

σ_{ik} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในอดีตระยะทางระหว่างจุดงาน i ไปยังจุดงาน k

- การช่วยสนับสนุนตัดสินใจและปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Decision Making and Rerouting Module) การศึกษาในครั้งนี้ยังมิได้ทำการศึกษาและพัฒนาในส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทาง แต่มี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอธิบายแนวความคิดในการดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางไว้ว่า หลังการดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางแล้วต้องมีการวัดประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นในด้านค่าใช้จ่ายขนส่งที่เพิ่มขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนเส้นทางจะเกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้และเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานสูงที่สุด

การจัดการกองรถบรรทุกแบบพลวัตจะเกิดประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายส่วน แต่ส่วนสำคัญคือ ความทันสมัยของข้อมูลและระบบการวิเคราะห์คำนวณที่เหมาะสม ผลที่ได้รับจากการประมวลผลที่เหมาะสมร่วมกับข้อมูลที่ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยเหลือหรือสนับสนุนการดำเนินงานการจัดการกองรถบรรทุกแบบพลวัตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 การปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ (Rerouting)

การดำเนินงานขนส่งสินค้าเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการบริหารจัดการ เนื่องจากการบริหารจัดการขนส่งนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน อาทิ เช่น ประเภทสินค้าที่ขนส่ง พื้นที่ในการให้บริการ รูปแบบการให้บริการ ความรู้ความสามารถของบุคลากร เป็นต้น และเหตุการณ์หนึ่งซึ่งเกิดขึ้นบ่อยในการดำเนินงานขนส่งคือ การดำเนินงานที่คลาดเคลื่อนไปจากตารางเวลาเริ่มต้นที่กำหนดไว้ล่วงหน้านั้นเอง ซึ่งสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวมักจะเกิดขึ้นระหว่างการเดินทาง เช่น สภาพจราจรติดขัด เกิดอุบัติเหตุระหว่างดำเนินงาน เส้นทางขนส่งถูกรบกวนจากเหตุไม่ปกติ เป็นต้น ทำให้รถขนส่งไม่สามารถเข้าถึงจุดงานได้ทันตามกำหนดเวลา

การศึกษาครั้งนี้มุ่งการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้รับจากระบบ GPS เพื่อช่วยสนับสนุนการจัดการกองรถบรรทุก เพื่อให้การจัดการกองรถขนส่งเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและการควบคุมจัดการให้การดำเนินงานเป็นไปตามตารางดำเนินงานให้มากที่สุด การดำเนินการดังกล่าวสามารถทำได้โดยการลดเวลาล่าช้า (Delay Time) ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงานให้ได้มากที่สุด จากลักษณะข้อมูลที่ได้รับจากระบบ GPS กับสิ่งที่ต้องควบคุมจัดในการจัดการกองรถขนส่ง การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการลดเวลาล่าช้า และวิธีการที่พิจารณานำมาใช้ประกอบการศึกษาได้แก่ การปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงเส้นทางขนส่ง (Rerouting)

การปรับเปลี่ยนเส้นทางจากตารางเริ่มต้นที่ดำเนินงานไปแล้วเป็นลักษณะการดำเนินงานเชิงการปรับปรุง (Improvement) โดยเริ่มต้นจากการตารางที่สมบูรณ์ซึ่งมีอยู่แล้ว ตารางดังกล่าว อาจจะได้จากการสุ่มหรือกำหนดขึ้นมาเอง จากการนั้นจึงมีความจำเป็นในการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนตำแหน่งของงานจนได้คำตอบที่น่าพอใจ การปรับเปลี่ยนเส้นทางจัดอยู่ในการค้นหาคำตอบแบบเชิงปรับปรุง ซึ่งเป็นค้นหาคำตอบที่จัดอยู่ในประเภทของการค้นหาคำตอบแบบเฉพาะที่ (Local Search) การค้นหาคำตอบในลักษณะนี้ไม่ได้ประกันว่าคำตอบที่ได้จะต้องเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป แต่ในการค้นหาจะพยายามหาคำตอบที่ดีขึ้นกว่าเดิมโดยพิจารณาจากการงานที่อยู่ข้างเคียง กำหนดให้ว่า 2 ตารางใดๆ จะเป็นตารางข้างเคียง (Neighbor) ซึ่งกันและกันก็ต่อเมื่อ สามารถเปลี่ยนตารางหนึ่งไปสู่อีกตารางหนึ่ง (ในทางกลับกัน) ได้โดยใช้วิธีการแบบหนึ่งที่กำหนดให้ ในการวนซ้ำแต่ละครั้ง ขั้นตอนการค้นหาแบบเฉพาะที่จะทำการค้นหาคำตอบจากตารางค้างเคียง หลังจากนั้นก็จะประเมินผลของคำตอบที่ได้จากตารางข้างเคียงเหล่านี้ แล้วเลือกบางคำตอบขึ้นมาโดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อนำมาใช้เป็นตารางเริ่มต้นตัวถัดไปที่จะใช้ในการเคลื่อนที่ต่อไป

การค้นหาคำตอบแบบเฉพาะที่ (Local Search) เป็นลักษณะหนึ่งของเทคนิคฮิวริสติกส์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงเส้นทางด้วยการผ่านกระบวนการค้นหา (Search Mechanism) โดยอาจจำแนกประเภทของการปรับปรุงเส้นทางตามวิธีการเคลื่อนย้ายจุดส่งในเส้นทางได้ 2 แบบดังนี้

- การปรับปรุงลำดับการส่งภายในเส้นทาง (Within-Routes)
- การปรับปรุงด้วยการแลก หรือย้ายจุดส่งระหว่างเส้นทาง (Between-Routes)

การทบทวนครั้งนี้จะทบทวนเฉพาะการปรับปรุงด้วยการแลกหรือย้ายจุดส่งระหว่างเส้นทางเท่านั้น เนื่องจากสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาระบบ เนื่องจากการปรับปรุงลำดับการส่งภายในเส้นทางจะไม่สอดคล้องกับลำดับจุดงานในตารางเริ่มที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

การปรับปรุงเส้นทางด้วยวิธีการค้นหาลำดับและเส้นทางที่เหมาะสม สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1. Local Optimization Heuristic หรือ Local Improvement (LI) ซึ่งเป็นวิธีการอย่างง่ายที่นิยมใช้มากสุด ด้วยการหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการย้ายจุดส่งไปยังตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละรอบ โดยมีขั้นตอนในการปรับปรุงเส้นทางดังนี้

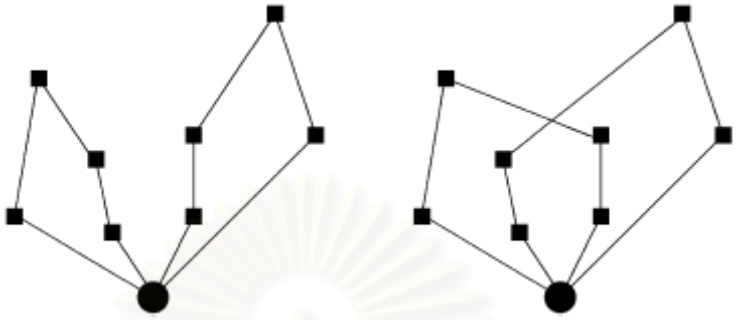
- คอมพิวเตอร์เลือกเส้นทางที่จะปรับปรุงจำนวน 2 เส้นทางโดยเริ่มต้นจากเส้นทางแรกและเปลี่ยนเส้นทางไปจนครบทุกเส้นทาง
- คอมพิวเตอร์เริ่มทดลองแลกจุดส่งจากเส้นทาง ทั้งสองโดยเริ่มต้นจากลำดับการส่งแรกจนถึงลำดับการส่งสุดท้ายและคำนวณหาผลลัพธ์จากการแลกจุดส่ง หลังจากนั้นจึงหาจุดส่งที่ทำให้เกิดเวลาล่าช้าจากตารางเริ่มต้นที่น้อยที่สุด
- คอมพิวเตอร์แลกจุดส่งไปยังจุดส่งใหม่และกลับไปทำขั้นตอนแรกอีกจนครบทุกเส้นทาง

วิธีการนี้มีข้อด้อย เนื่องจากลำดับของเส้นทางใหม่ที่ได้ขึ้นอยู่กับเส้นทางที่เริ่มต้น ดังนั้น หากค่าที่ได้จากการปรับปรุงไม่ดีขึ้นการปรับปรุงก็จะสิ้นสุดทันที

2. Global Optimization Heuristic ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อด้อยของวิธีเดิมด้วยการยอมรับเส้นทางต่างๆ ชั่วคราวก่อน แล้วจึงนำเส้นทางมาปรับปรุงต่อเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีขึ้น แต่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์นานขึ้น ซึ่งวิธีดังกล่าวเรียกว่า Metaheuristics

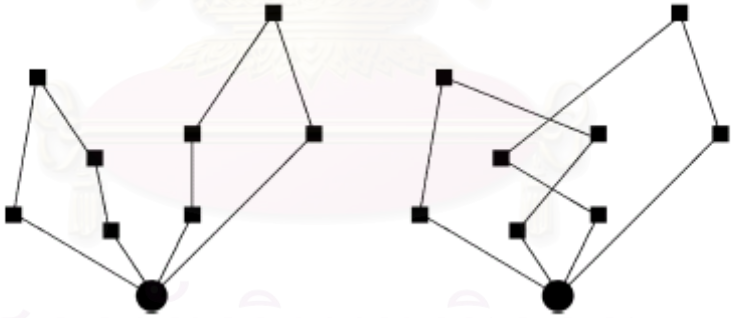
รูปแบบการปรับปรุงเส้นทางทั้งสองประเภทจะใช้วิธีการเคลื่อนย้ายจุดส่งที่เหมือนกัน (Breedam, 2001) ดังนี้

1. String Cross เป็นการปรับปรุงระหว่างเส้นทางด้วยการแลกเปลี่ยนเส้นทางโดยการข้ามทับเส้นทาง (cross) ดังรูปที่ 2.11



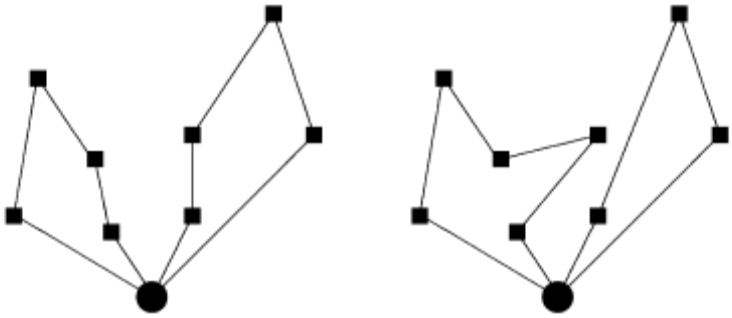
รูปที่ 2.11 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Cross
ที่มา : Breedam (2001)

2. String Exchange เป็นการปรับปรุงระหว่างเส้นทางด้วยการแลกเปลี่ยนจุดส่งระหว่างเส้นทางที่ถูกเลือก ดังรูปที่ 2.12 ซึ่งอาจแลกจุดส่งครั้งละหลายจุดส่งก็ได้



รูปที่ 2.12 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Exchange
ที่มา : Breedam (2001)

3. String Relocation เป็นการปรับปรุงเส้นทางด้วยการย้ายจุดส่งจากเส้นทางหนึ่งไปยังอีกเส้นทาง มีผลทำให้เส้นทางบางเส้นทางมีจำนวนจุดส่งน้อยลงและอาจลดจำนวนเส้นทางลงได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยวิธีนี้สามารถย้ายจุดส่งครั้งละหลายจุดส่งก็ได้



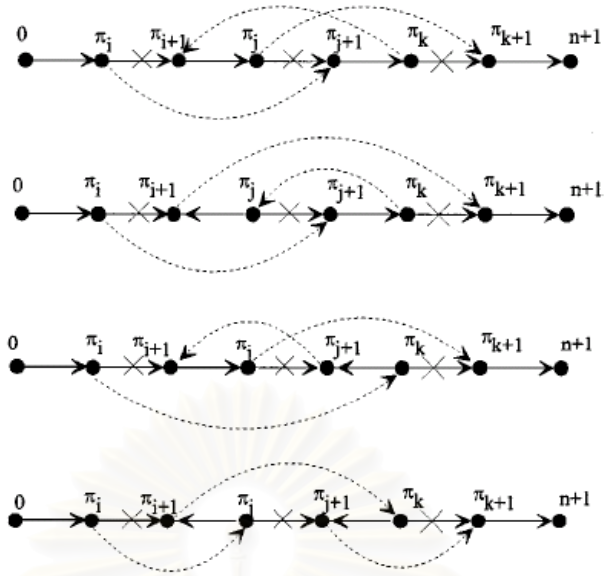
รูปที่ 2.13 การปรับปรุงเส้นทางแบบ String Relocation
ที่มา : Breedam (2001)

4. String Mix เป็นการปรับปรุงที่ผสมผสานวิธีการของ String Exchange และ String Relocation เข้าด้วยกัน เพื่อให้การปรับปรุงเส้นทางมีประสิทธิภาพมากที่สุด ด้วยการลดจุดส่งในเส้นทางพร้อมกับการแลกเปลี่ยนจุดส่งระหว่างเส้นทาง

Cordone และCalvo (2001) นำเสนอวิธีการปรับปรุงเส้นทางด้วยการแลกหรือย้ายจุดส่งระหว่างเส้นทาง แบ่งเป็น 3 ลักษณะได้ดังนี้

- การแลกหรือย้ายจุดส่งแบบ 1 เส้นทางจำนวนแลกเปลี่ยน 3 ครั้ง (Single-route 3-exchanges) ซึ่งจะดำเนินงานสลับลำดับจุดงานกันเองภายในเส้นทางไม่มีการแลกหรือย้ายจุดส่งกันระหว่างเส้นทาง ลักษณะการเคลื่อนย้ายจุดส่งดังแสดงในรูปที่ 2.14

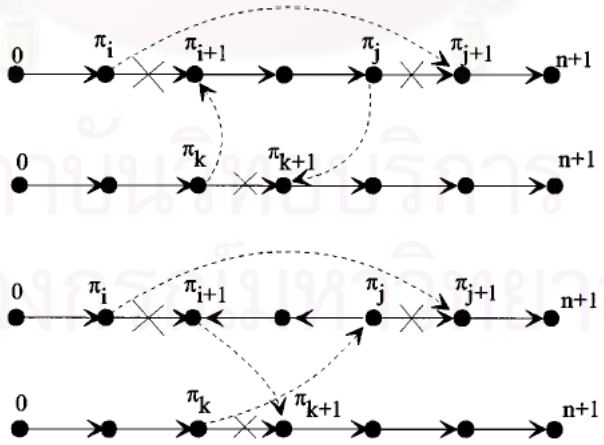
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.14 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Single-Route 3-Exchanges

ที่มา : Cordone และCalvo (2001)

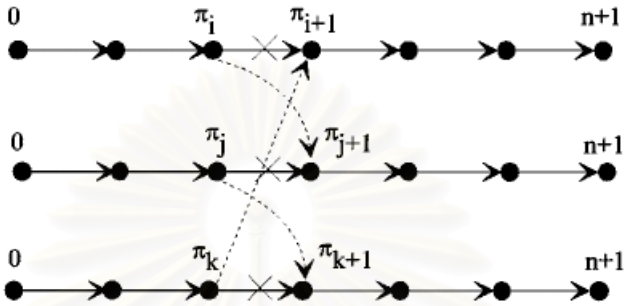
- การแลกหรือย้ายจุดส่งแบบเส้นทางคู่จำนวนแลกเปลี่ยน 3 ครั้ง (Double-route 3-exchanges) ซึ่งจะดำเนินงานแลกหรือย้ายจุดส่งกันระหว่างคู่เส้นทางครั้งละ 2 เส้นทาง ลักษณะการเคลื่อนย้ายจุดส่งดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Double-Route 3-Exchanges

ที่มา : Cordone และCalvo (2001)

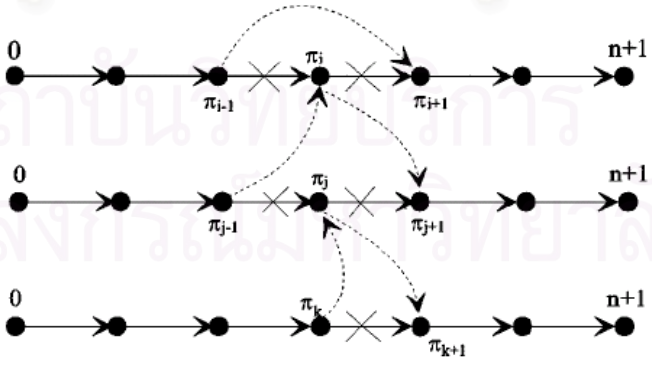
- การแลกหรือย้ายจุดส่งแบบ 3 เส้นทางจำนวนแลกเปลี่ยน 3 ครั้ง (Triple-route 3-exchanges) ซึ่งจะดำเนินงานแลกหรือย้ายจุดส่งกันระหว่าง 3 เส้นทาง ลักษณะการเคลื่อนย้ายจุดส่งดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การปรับปรุงเส้นทางแบบ Triple-Route 3-Exchanges

ที่มา : Cordone และCalvo (2001)

- การแลกหรือย้ายจุดส่งแบบลักษณะพิเศษที่มีจำนวนแลกเปลี่ยน 5 ครั้ง (A special kind of 5-exchange) ซึ่งจะดำเนินงานแลกหรือย้ายจุดส่งกันระหว่างเส้นทางแบบพิเศษ ลักษณะการเคลื่อนย้ายจุดส่งดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การปรับปรุงเส้นทางแบบ A Special Kind of 5-Exchange

ที่มา : Cordone และCalvo (2001)

การพิจารณาเลือกใช้เทคนิควิธีในการปรับเปลี่ยนเส้นทางการขนส่งนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง อาทิเช่น ข้อจำกัดด้านระยะเวลาปรับปรุง ความสอดคล้องกับรูปแบบการให้บริการ เป็นต้น

2.5 สรุปผลการทบทวนศึกษา

จากศึกษาทบทวนการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถขนส่งสามารถสรุปแนวทางเพื่อใช้ประกอบการศึกษาได้ดังนี้

- การใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถภายในประเทศ เป็นการใช้ระบบเพื่อช่วยเสริมการดำเนินในลักษณะของการตรวจติดตามการดำเนินงาน และการควบคุมพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถเป็นหลัก

- ข้อมูลที่ได้รับจากระบบ GPS เป็นข้อมูลแบบทันเวลาจึงเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ตลอดเวลา การดำเนินการดังกล่าว ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตารางเวลาดำเนินงานแบบทันเวลา การคำนวณเวลาล่าช้าแบบทันเวลา การจัดการกองรถบรรทุกขนส่งแบบพลวัต และการปรับเปลี่ยนหรือปรับเส้นทางทางขนส่ง

- การจัดการกองรถขนส่งแบบพลวัตต้องใช้ข้อมูลที่เป็นการรับ-ส่งข้อมูลแบบทันเวลา และข้อมูลต้องมีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพราะข้อมูลที่ทันสมัยอยู่ตลอดเวลาสามารถแสดงถึงสภาพปัจจุบันในการทำงานได้ถูกต้องที่สุด

- การประมวลหรือคำนวณเวลาเดินทาง (Travel Time) หรือเวลาเข้าถึงจุดงาน (Arrival Time) จากข้อมูลตำแหน่งและเวลาปัจจุบันของรถขนส่งสามารถดำเนินงานได้ใน 2 รูปแบบ ได้แก่ การดำเนินงานขณะรถขนส่งอยู่ในเส้นทางระหว่างจุดงาน (Traveling Mode) และการดำเนินงานขณะรถขนส่งหยุดให้บริการที่จุดงาน (Stop Mode)

- การปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่งต้องมีการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเนื่องจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางร่วมกัน

- การปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่งเป็นลักษณะการดำเนินงานเชิงการปรับปรุง (Improvement) ซึ่งมีความสอดคล้องกับวิธีการค้นหาคำตอบแบบเฉพาะที่ (Local Search) เป็นลักษณะหนึ่งของเทคนิคฮิวริสติกส์ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงเส้นทางด้วยการผ่านกระบวนการค้นหา (Search Mechanism)

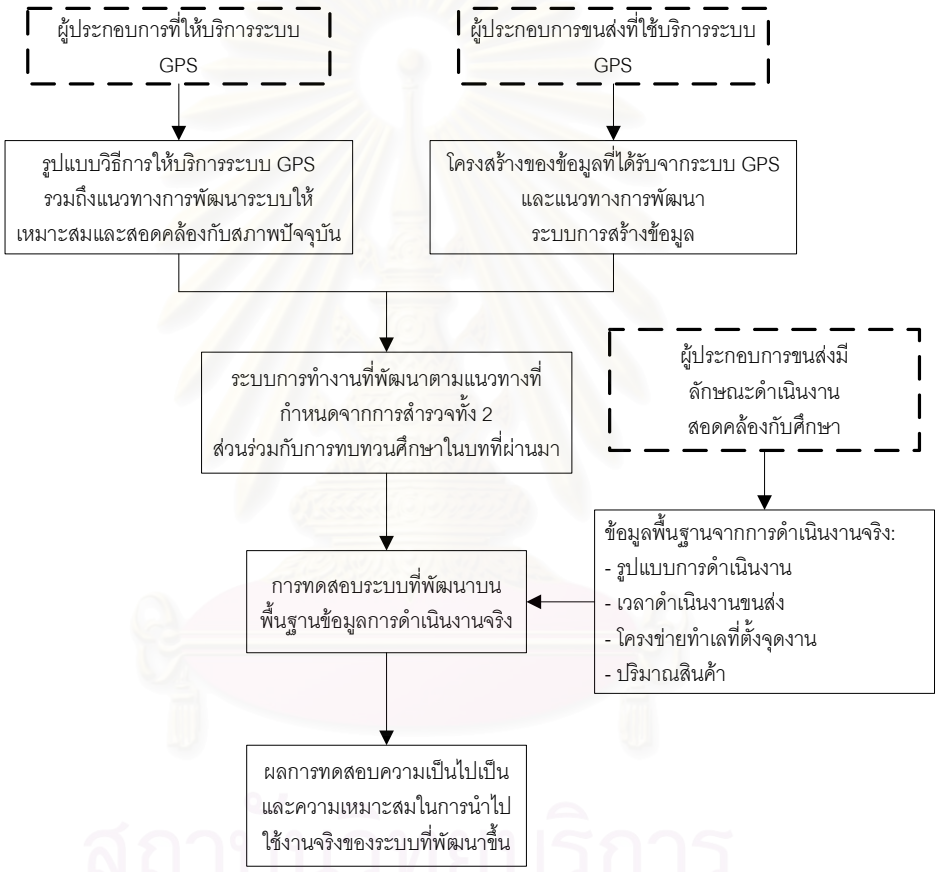
- รูปแบบการปรับปรุงเส้นทางสามารถแบ่งวิธีการเคลื่อนย้ายจุดส่งออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ (1) String Cross (2) String Exchange (3) String Relocation และ (4) String Mix การพิจารณาเลือกใช้รูปแบบการปรับปรุงต้องพิจาณาถึงความสอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินงานขนส่ง และความเหมาะสมกับเวลาในการดำเนินงานปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การสำรวจรวบรวมข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสำรวจรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการพัฒนาระบบ การดำเนินงานสำรวจประกอบด้วย 3 กลุ่มการสำรวจ การสำรวจรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 แหล่งข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์และสอดคล้องซึ่งกันและกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มการสำรวจข้อมูล

การดำเนินการสำรวจมีลำดับขั้นตอนเริ่มจากการสำรวจข้อมูลผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS เป็นอันดับแรก ต่อมาจึงทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS และท้ายสุดเมื่อระบบที่พัฒนาแล้วเสร็จจึงทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์ระบบที่พัฒนาเพื่อนำข้อมูลมาทำการทดสอบระบบเป็นขั้นสุดท้าย ซึ่งรายละเอียดและวัตถุประสงค์ในการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กลุ่มการสำรวจข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการสำรวจ

ลักษณะกลุ่มการสำรวจ	ผู้ประกอบการตัวอย่าง	วัตถุประสงค์ในการสำรวจ
ผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS	บริษัท ดี.ที.ซี เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด	เพื่อให้ทราบรูปแบบวิธีการให้บริการระบบ GPS รวมถึงแนวทางการพัฒนาระบบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความเป็นจริงให้มากที่สุด
ผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS	บริษัท เดลินิวส์ จำกัด	เพื่อให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้างของข้อมูลที่ได้รับจากระบบ GPS และแนวทางการพัฒนาส่วนการสร้างข้อมูล (Data Generated)
ผู้ประกอบการขนส่งมีลักษณะดำเนินงานสอดคล้องกับระบบที่พัฒนา	บริษัท นิ่มซี่เส็งขนส่ง 1988 จำกัด (NIM Express)	เพื่อใช้ข้อมูลการดำเนินงานจริงในการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น

การสำรวจรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มการสำรวจมีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน การนำเสนอมีรายละเอียดเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้

3.1 การสำรวจข้อมูลรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS

การสำรวจรวมข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ในบริษัทผู้ให้บริการระบบ GPS ได้รับความร่วมมือจาก บริษัท ดี.ที.ซี เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่ทำหน้าที่ให้การบริการ และการปรึกษาเกี่ยวกับระบบ GPS ในการติดตามตรวจสอบยานพาหนะเป็นหลัก ซึ่งการสำรวจข้อมูลในส่วนนี้แบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการและส่งเสริมการขาย (Customer Service and Sale Department) มีหน้าที่ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการระบบซึ่งเป็นลูกค้า กับกลุ่มที่ทำหน้าที่พัฒนาระบบเพื่อให้ทราบถึงความต้องการของลูกค้าในการใช้ระบบในด้านต่างๆ และนำความต้องการของลูกค้าไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้สามารถตอบสนองความต้องการในทุกด้านอย่างครบถ้วน

2. เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัยและพัฒนาระบบ (Research and Development Department) มีหน้าที่ในการพัฒนาระบบให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และคิดค้น สร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาระบบให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

การสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มแหล่งข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มมีวัตถุประสงค์ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วัตถุประสงค์ในการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลในเบื้องต้น

แหล่งข้อมูล	วัตถุประสงค์ในการสัมภาษณ์
เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการและ ส่งเสริมการขาย	1. เพื่อให้ทราบความต้องการใช้ระบบ GPS ที่สนับสนุนการดำเนินงานขนส่งของลูกค้าในกลุ่มต่างๆ 2. เพื่อให้ทราบแนวโน้มการให้บริการรูปแบบต่างๆ ที่ทางผู้ประกอบการการให้บริการระบบ GPS นำเสนอต่อลูกค้า
เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัยและพัฒนาระบบ	1. เพื่อให้ทราบขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาระบบ และภาพรวมการดำเนินงานทั้งหมด 2. เพื่อศึกษาและเรียนรู้เทคนิคเชิงลึกในการดำเนินการจัดการข้อมูลที่ได้จากระบบ GPS รวมถึงเทคนิควิธีการในการดึงข้อมูลจากระบบมาใช้งาน

ผลการสำรวจข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบในระยะแรกสรุปได้ดังนี้

- การใช้ระบบ GPS ถูกนำไปใช้งานกับรถบรรทุกขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ (6 ล้อขึ้นไป) เป็นส่วนใหญ่

- ลักษณะการใช้เส้นทางเดินรถของรถบรรทุกที่ติดตั้งระบบ GPS เป็นแบบเส้นทางประจำ (Routine Route) และขนส่งในระยะทางไกล

- การส่งข้อมูลแบบ 2 ทิศทางผ่านระบบ GPS ระหว่างพนักงานขับรถบรรทุกกับศูนย์ควบคุม ในปัจจุบันไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากราคา

ติดตั้งอุปกรณ์มีราคาสูง และบำรุงรักษาค่อนข้างยุ่งยาก การติดต่อจะใช้วิธีการสั่งงานผ่านโทรศัพท์มือถือแทน

- การใช้ประโยชน์จากระบบ GPS เพื่อการใช้งานในการติดตาม ตรวจสอบยานพาหนะเป็นหลัก โดยเฉพาะการตรวจสอบการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และควบคุมพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ

- การนำข้อมูลจากระบบ GPS ไปใช้งานสามารถดำเนินงานได้ 2 วิธี ได้แก่ การนำข้อมูลออกจากระบบฐานข้อมูลที่บริษัทผู้ให้บริการระบบ และการนำข้อมูลออกจากระบบฐานข้อมูลที่บริษัทลูกค้า

จากการสำรวจข้อมูลในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ในการกำหนดแนวการศึกษาพัฒนาระบบ และใช้วางแผนในการดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนต่อไป

3.2 การสำรวจรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสำรวจรวบรวมข้อมูล ผลการสำรวจข้อมูลจะถูกนำไปใช้ประกอบการพัฒนาระบบในส่วนของการพัฒนาส่วนการสร้างข้อมูลจำลอง (Data Generated) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงข้อมูลพื้นฐานของบริษัทผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการ GPS และรูปแบบการใช้งานระบบ GPS เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานในด้านต่างๆ เนื้อหาในส่วนนี้มีดังนี้

- รายละเอียดของผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้ระบบ GPS

บริษัท เดลินิวส์ จำกัด ที่ตั้ง 1/4 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร เป็นผู้ประกอบการหนังสือพิมพ์ที่ดำเนินการผลิตหนังสือพิมพ์ ซึ่งผลิตออกจากแหล่งผลิตแห่งเดียว (Single Depot) ที่ตั้งอยู่ที่กรุงเทพมหานคร แล้วกระจายสินค้าออกสู่ภูมิภาค ด้วยรถบรรทุกขนาด 6 ล้อจากนั้นตัวแทนจำหน่ายในต่างอำเภอหรือร้านค้าส่งขนาดใหญ่

จะเข้ามารับหนังสือพิมพ์ที่จุดงานไปดำเนินการกระจายต่อไปตามร้านค้าปลีก ในขั้นสุดท้ายหนังสือพิมพ์จะถูกส่งไปร้านค้าปลีก หรือบ้านของลูกค้า รวมถึงลูกค้าทั่วไปมาซื้อด้วยตัวเองที่ร้านขายหนังสือหรือร้านขายสินค้าทั่วไป การดำเนินงานขนส่งขั้นตอนเริ่มต้นเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกส่งออกมาจากระบบการผลิต เจ้าหน้าที่จะดำเนินการแบ่งหนังสือพิมพ์ตามสายส่งและจัดหนังสือพิมพ์ขึ้นบนรถขนส่งไปยังจุดงานตามภูมิภาคตามจุดงานในแต่ละสายส่ง การดำเนินงานจะสิ้นสุดลงเมื่อดำเนินการจัดส่งครบทุกจุดงานที่ได้รับมอบหมาย และในปัจจุบันทางผู้ประกอบขนส่งได้ริเริ่มให้มีการดำเนินงานรับสินค้าในเที่ยวกลับ ซึ่งเป็นรูปแบบการบริหารจัดการเที่ยวขนส่งให้เกิดประโยชน์มากขึ้นเพราะโดยปกติแล้วเมื่อรถบรรทุกดำเนินการจัดส่งครบตามจุดงานเรียบร้อยก็จะนำรถเปล่ากลับศูนย์งานที่กรุงเทพมหานคร

- รูปแบบการใช้ประโยชน์จากระบบ GPS

การใช้ประโยชน์จากระบบ GPS สำหรับช่วยสนับสนุนการดำเนินงานส่วนใหญ่จะถูกใช้งานในลักษณะของงานติดตามตรวจสอบการใช้รถขนส่ง เพื่อควบคุมพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ รูปแบบการใช้งานระบบ GPS สามารถสรุปรวบรวมดังแสดงในตารางที่ 3.3

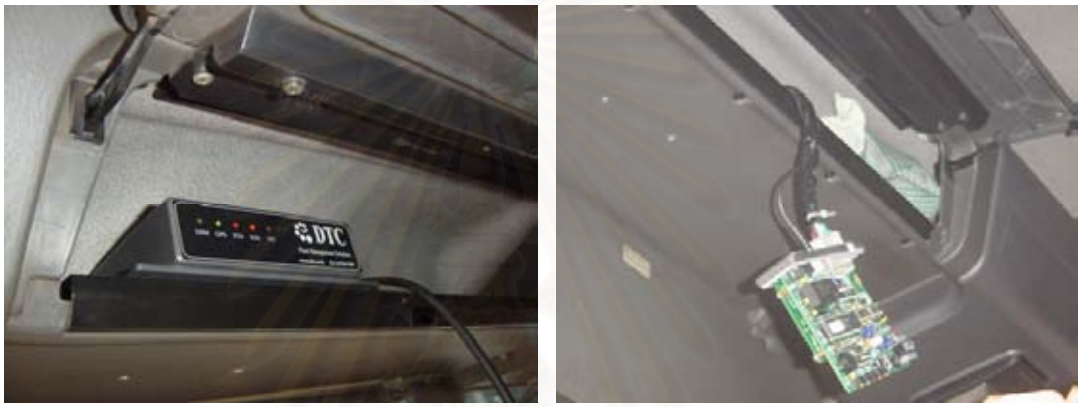
ตารางที่ 3.3 รูปแบบการใช้งานระบบ GPS สำหรับสนับสนุนการดำเนินงาน

รูปแบบการใช้งาน	วัตถุประสงค์การใช้งาน
การติดตามตำแหน่งรถขนส่ง	เพื่อให้ทราบตำแหน่งของรถขนส่งตลอดเวลาที่รถอยู่ในระหว่างการดำเนินงานขนส่ง
การควบคุมความเร็ว	ควบคุมการใช้ความเร็วในการใช้รถขนส่ง ควบคุมการเกิดอุบัติเหตุ และการฝ่าฝืนข้อจำกัดด้านความเร็ว และสามารถควบคุมการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
การควบคุมการออกนอกเส้นทางกำหนด	ควบคุมการให้รถขนส่งให้เส้นทางที่กำหนดไว้ หลีกเลี่ยงการเข้าในพื้นที่ต้องห้าม
การควบคุมจอดรถและแวะพัก	จำกัดเวลาจอดพัก และจุดจอดพักให้เหมาะสม ปลอดภัยกับรถขนส่ง

3.3.2 การศึกษารายละเอียดอุปกรณ์รับ – ส่งข้อมูล และลักษณะข้อมูล

- อุปกรณ์รับ – ส่งข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับ – ส่งข้อมูลที่ติดตั้งที่รถบรรทุกเพื่อใช้ในการรับ – ส่งข้อมูลรวมไปถึงการเก็บบันทึกข้อมูลจากระบบ GPS ประกอบด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูล Black Box ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 V หรือ 24 V ซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องโดยสารพนักงานขับรถในช่องเก็บของด้านบนดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การติดตั้งกล่องดำภายในห้องโดยสารรถขนส่ง

อุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์รับ - ส่งข้อมูลอีกส่วนหนึ่งคืออุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ที่ติดตั้งไว้บนหลังคารถขนส่งและต่อสัญญาณเข้ากับกล่องดำภายในห้องโดยสาร รูปอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์รับ - ส่งข้อมูล GPS บนหลังคารถขนส่ง

การทำงานของตัวกล่องดำจะมีหลอดไฟแสดงผลโดยเมื่อหลอดไฟสีเขียวกระพริบแสดงว่ามีการใช้สัญญาณที่กำหนดให้กล่องดำบันทึก และจะสว่างติดต่อกันในขั้นตอนการเก็บข้อมูล และจะสว่างพร้อมกับหลอดสีแดงในขั้นตอนการลบความจำของกล่องดำ ส่วนหลอดไฟสีแดงจะสว่างติดต่อกันในขั้นตอนการรีโปรแกรม และจะสว่างพร้อมกันกับหลอดสีเขียวในขั้นตอน ลบความจำของกล่องดำอีกเช่นกัน กล่องดำสามารถบักทึกข้อมูลได้ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ลักษณะข้อมูลที่บันทึกในกล่องดำ

พฤติกรรม	รายละเอียดข้อมูลที่เก็บบันทึก
การปิด/เปิด สวิทช์กุญแจ	จำนวนครั้ง ระยะเวลา ช่วงเวลาที่มีการเปิดสวิทช์กุญแจ
การใช้ความเร็วเกินพิกัด	จำนวนครั้ง ระยะเวลา ช่วงเวลา ความเร็วรถสูงสุดที่ใช้ความเร็วเกินพิกัดแต่ละครั้ง และระยะเวลารวมทั้งหมดที่มีการใช้ความเร็วเกินพิกัด
การใช้ความเร็วรอบเกินพิกัด	จำนวนครั้ง ระยะเวลา ช่วงเวลา ความเร็วรถสูงสุดที่ใช้ความเร็วรอบเกินพิกัดแต่ละครั้ง
การใช้อุปกรณ์สัญญาณต่างๆ	การใช้ ไฟเลี้ยว ไฟแสงสว่าง การใช้เบรก การใช้ที่ปัดน้ำฝน รวมถึงอุปกรณ์เสริม เช่น วิทยุสื่อสาร เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
การเบรกและการออกตัวกระชาก (รุนแรง)	จำนวนครั้ง ระยะเวลาและความรุนแรงในการเบรก และการออกตัวรุนแรงในแต่ละครั้ง
ระยะทางที่รถวิ่งในแต่ละวัน	ระยะทางรวมที่ใช้ในแต่ละวัน
การติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้ (จอดไม่ดับเครื่อง)	จำนวนครั้ง ระยะเวลา ช่วงเวลาที่ติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้ (จอดไม่ดับเครื่อง) เป็นระยะเวลานานเกินพิกัดที่ตั้งไว้ และรวมระยะเวลาที่มีการติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้ทั้งหมด
การจอดรถ (ดับเครื่อง)	จำนวนครั้ง ระยะเวลา ช่วงเวลาที่มีการจอดรถโดยไม่มรการใช้งานเกินพิกัด
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	คำนวณความสิ้นเปลืองน้ำมันในการใช้รถในแต่ละวัน และในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง

- ลักษณะข้อมูลที่บันทึกในระบบฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากระบบที่ได้ทำการบันทึกเวลาและพิกัดของรถบรรทุก รวมถึงการคำนวณความเร็วที่เกิดขึ้นในทุกๆ 3 วินาที แต่ระบบ GPS จะดำเนินงานจัดส่งข้อมูลผ่านดาวเทียวเข้ามายังศูนย์ควบคุมในทุกๆ 1 ถึง 2 นาทีซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากระบบนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการพัฒนาโปรแกรมได้ โดยมีตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่ได้จากระบบฐานข้อมูลของระบบในปัจจุบัน

R_status	R_radio	R_lon	R_lat	R_time	R_speed	R_Distance	R_Driver
34	15806469	100.56982	13.85897	1/3/2549 0:33:38	0	5598.9	0
11	15806469	100.5697	13.8593	1/3/2549 0:33:59	56	5598.9	0
30	15806469	100.56973	13.86103	1/3/2549 0:35:42	39	5599.2	0
31	15806469	100.5699	13.86113	1/3/2549 0:37:08	41	5599.2	0

ที่มา : ระบบฐานข้อมูลระบบ GPS ของ ผู้ประกอบการ

ข้อมูลที่ได้รับจากระบบจะถูกเก็บรวมอยู่ในระบบฐานข้อมูล ลักษณะการบันทึกจะบันทึกเพิ่มครั้งละ 1 แถว(Row) ข้อมูลจะถูกส่งจากรถขนส่งเข้าบันทึกในลักษณะไม่เรียงลำดับ ดังนั้นจึงต้องมีการตั้งรหัสของข้อมูลสำหรับใช้จัดการข้อมูลของรถขนส่งแต่ละคัน และใช้รหัสดังกล่าวเพื่อการประเมินผล คำนวณ และแสดงผลสถานะของการดำเนินงาน ข้อมูลที่บันทึกในระบบฐานข้อมูลมีรายละเอียดของข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดข้อมูลดิบ (Raw Data) ที่มีการบันทึกอยู่ในระบบ GPS

รหัสข้อมูล	ความหมายข้อมูล	การใช้งาน
R_status	ข้อมูลแสดงสถานะดำเนินของรถขนส่ง	ระบุสถานะรถขนส่ง
R_radio	ข้อมูลคลื่นสัญญาณวิทยุ	จำแนกรถขนส่ง
R_lon	ข้อมูลพิกัดลองจิจูด	คำนวณระยะทาง และแสดงตำแหน่ง
R_lat	ข้อมูลพิกัดละติจูด	คำนวณระยะทาง และแสดงตำแหน่ง
R_time	ข้อมูลวัน/เดือน/ปี และเวลาที่ส่งข้อมูล	ระบุวัน/เดือน/ปี และเวลาที่ส่งข้อมูล
R_speed	ข้อมูลความเร็วการเดินทาง	แสดงความเร็วการใช้รถ
R_Distance	ข้อมูลระยะทางสะสม (กิโลเมตร)	แสดงระยะทางที่วิ่ง
R_Driver	ข้อมูลพนักงานขับรถ	จำแนกพนักงานขับรถ

ข้อมูลส่วนที่มีรายละเอียดที่สามารถแสดงผลได้มากที่สุดได้แก่ ข้อมูลที่ระบุสถานะของรถขนส่ง เพราะสามารถแสดงให้เห็นถึงการดำเนินงานได้แบบทันเวลาเวลา (Real-Time) และต่อเนื่องตลอดเวลา รายละเอียดข้อมูลสถานการณ์ดำเนินงานแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ความหมายของข้อมูลสถานะดำเนินงานของรถขนส่ง

R_status	ความหมาย	R_status	ความหมาย
30	ปกติ	43	อยู่ในสถานีต้นทาง
31	เริ่มหยุดรถ	44	ออกจากสถานีต้นทาง
32	เลิกหยุดรถ	45	ถึงสถานีปลายทาง
33	เริ่มจอด(Stop)	46	อยู่ในสถานีต้นทาง
34	เริ่มออกรถ(START)	47	ออกจากสถานีปลายทาง
35	ถึงจุดรายงาน	48	กำลังหยุดรถ
36	อยู่ในจุดรายงาน	49	กำลังจอดรถ
37	ออกจากจุดรายงาน	50	วิทยุจะปิดภายในเวลา (นาที)
38	อยู่ในพื้นที่ห้ามเข้า	51	วิทยุปิดแล้ว
39	ตอบตำแหน่งปัจจุบัน	60	ถอดไฟออกจากกล่อง
40	สภาวะเกิดเหตุฉุกเฉิน	70	GPS Lost
41	ขับรถเร็วเกินกำหนด	71	รายงานขับรถเร็วเกินกำหนด
42	ถึงสถานีต้นทาง		

จากการสำรวจข้อมูลในส่วนของผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้งานระบบ GPS สามารถนำไปใช้ประกอบการพัฒนาระบบในส่วนของการสร้างข้อมูลระบบ GPS ได้ ข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างข้อมูล GPS สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 สรุปข้อมูลที่จำเป็นในส่วนของการสร้างข้อมูล GPS จำลอง

รหัสข้อมูล	โครงสร้างข้อมูล
R_status	33 เริ่มจอด(Stop) และ 34 เริ่มออกรถ(START)
R_time	Tracking ส่งข้อมูลครั้งละ 2 นาที
R_speed	สร้างข้อมูลการสุ่มค่า
R_Distance	คำนวณจากความเร็วที่สร้างขึ้น

การสำรวจข้อมูลในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้งานในระบบส่วนการสร้างข้อมูล เนื่องจากข้อมูล GPS ที่ได้จากดำเนินงานจริงไม่สอดคล้องกับระบบที่ออกแบบไว้ ซึ่งมีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ดังนั้นเมื่อ

ระบบสามารถสร้างข้อมูล GPS ได้โดยการกำหนดตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าไปก็จะได้ข้อมูล GPS ตามตัวแปรที่ใส่และได้ข้อมูลที่มีสร้างข้อมูลสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

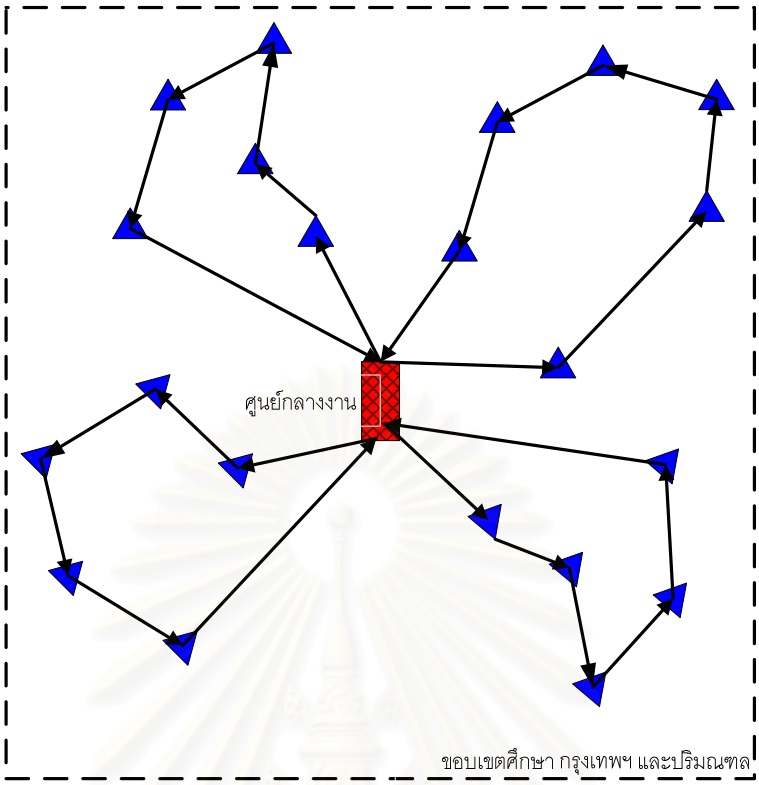
3.3 ผู้ประกอบการขนส่งที่มีรูปแบบการดำเนินงานที่จะได้ประโยชน์จากระบบที่พัฒนา

การสำรวจข้อมูลในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้พิจารณาเลือกผู้ประกอบการขนส่งที่มีรูปแบบการดำเนินงานที่จะใช้ประโยชน์กับระบบที่พัฒนาขึ้นมากที่สุด ผู้ประกอบการดังกล่าวคือบริษัท NIM Express ซึ่งให้บริการรับ - ส่งสินค้าแบบด่วนพิเศษ ซึ่งบริษัทดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท นิ่มซี่เส็งขนส่ง 1988 จำกัด การสำรวจ การดำเนินการสำรวจมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ประกอบการ

การดำเนินการขนส่งของบริษัทจะให้บริการในหลายรูปแบบ อาทิเช่น การขนส่งแบบ Door to Door การขนส่งแบบ DC to Door และการขนส่งแบบ DC to DC แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกเฉพาะแบบ Door to Door โดยเน้นเฉพาะการสำรวจข้อมูลในส่วนงานการบริการรับสินค้าจากลูกค้าเพื่อนำกลับมารวมศูนย์ (Pick – Up Operation) ก่อนจะจัดกลุ่มสินค้าเพื่อนำจัดส่งตามคำสั่ง รูปแบบการดำเนินงานดังกล่าวจะแสดงในรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 รูปแบบการดำเนินงานรับสินค้ากลับจากจุดงานมารวมที่ศูนย์กลางงาน

การสำรวจรวบรวมข้อมูลเลือกเฉพาะจุดงานของลูกค้าที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลเท่านั้น การดำเนินงานรับสินค้าจากลูกค้าจะเริ่มต้นปล่อยรถขนส่งออกจากศูนย์กลางงาน และเมื่อรับสินค้าครบตามคำสั่งครบเรียบร้อยแล้ว รถขนส่งก็จะเดินทางกลับศูนย์งานเพื่อนำสินค้าที่รับมาทั้งหมดมาดำเนินงานจัดการจัดกลุ่มสินค้า เพื่อแยกส่งไปยังปลายทางทั่วประเทศต่อไป ข้อมูลที่ดำเนินงานสำรวจจะถูกนำเข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำการทดสอบผลที่ได้จากระบบ

3.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

การดำเนินการสำรวจรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสำรวจ 2 วิธี ได้แก่ การสัมภาษณ์เจ้าที่เกี่ยวข้องทั้งระดับบริหารและระดับปฏิบัติการ และการสำรวจอีกวิธีคือการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลผู้ประกอบการ ข้อมูลที่ดำเนินการสำรวจในครั้งนี้ ได้แก่ จุดงาน และสายส่ง ระยะทาง เวลาเดินทาง เวลาปล่อยรถออกจากศูนย์กลางงาน

- จุดงาน และสายส่ง

การสำรวจรวบรวมใช้วิธีการสัมภาษณ์ข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการ โดยใช้การลงจุดงานบนแผนที่แบบพกพาตามข้อมูลสายส่งที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แบ่งสายส่งออกเป็น 6 สายส่ง ได้แก่ (1) สายธนบุรี (2) สายสุขุมวิท (3) สายลาดพร้าว/เสรีไทย (4) สายนนทบุรี (5) สายเพลินจิต/สยาม (6) สายสมุทรปราการ/บางพลี ข้อมูลสายส่งแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดสายส่งที่ดำเนินงานในปัจจุบัน

สายส่ง	พื้นที่รับผิดชอบ
ธนบุรี	กรุงเทพมหานคร (เขตธนบุรี เขตภาษีเจริญ)
สุขุมวิท	กรุงเทพมหานคร (เขตดินแดง เขตห้วยขว้าง เขตคลองเตย เขตพระโขนง)
ลาดพร้าว/เสรีไทย	กรุงเทพมหานคร (เขตจตุจักร เขตบางกระปิ เขตบึงกุ่ม)
นนทบุรี	นนทบุรี(อำเภอเมือง อำเภอปากเกร็ด)
เพลินจิต/สยาม	กรุงเทพมหานคร (เขตปทุมวัน เขตบางรัก เขตสาธร เขตดุสิต เขตราชเทวี)
สมุทรปราการ/บางพลี	กรุงเทพมหานคร (เขตพระโขนง เขตประเวศ เขตลาดกระบัง) สมุทรปราการ (อำเภอเมือง อำเภอบางพลี)

การจัดสายส่งสินค้าทั้ง 6 สายส่งมีจุดงานลูกค้า 2 ประเภท คือ ลูกค้าแบบประจำ (ทำสัญญา) และแบบลูกค้าทั่วไป (ไม่ทำสัญญา) สำหรับการสำรวจข้อมูลจะเลือกใช้ข้อมูลเฉพาะลูกค้าประจำเท่านั้นจำนวนจุดงานลูกทั้งสิ้น 25 จุดงาน รายละเอียดลูกค้าที่ดำเนินการสำรวจข้อมูลแสดงในภาคผนวก ก

- ระยะทางระหว่างจุดงาน และเส้นทางโครงข่ายถนน

การแสดงผลที่ตั้งจุดงานลูกค้าและการวัดระยะทางระหว่างจุดงานจะดำเนินงานบนโปรแกรม ArcView GIS 3.3 โครงข่ายเส้นทางสำหรับใช้ในการอ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลโครงข่ายสายทางจากกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ปี พ.ศ. 2547 ประกอบด้วยข้อมูลหลักดังนี้

- ชื่อเส้นทาง
- หมายเลขเส้นทาง
- ตอนควบคุม
- จำนวนช่องจราจร
- ความกว้าง
- ประเภทผิวทาง
- ความยาว (กิโลเมตร)

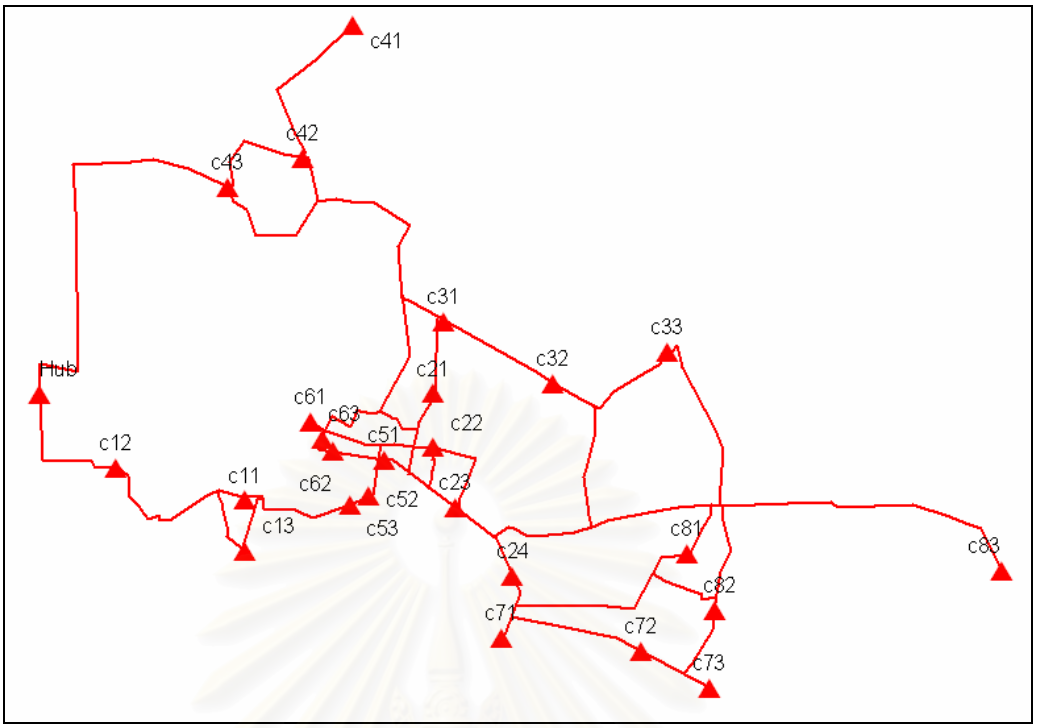
จากข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งจุดงานลูกค้าที่ได้จากการสำรวจบนถนนสันทางต่าง ๆ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาแสดงผล (Display) บนแผนที่พื้นฐาน (Base Map) โครงข่ายเส้นทางที่มีอยู่ ตำแหน่งที่ตั้งจุดงานลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.5 โครงข่ายจุดงานลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

การคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดส่ง 2 จุดซึ่งเป็นระยะทางจริงบนถนน (Exact Distance) โดยวัดเป็นระยะทางจากจุดต้นทางไปตามถนนและทางแยกต่างๆ จนถึงจุดปลายทาง การดำเนินการวัดระยะจากโปรแกรมต้องมีการกำหนดหน่วยของแผนที่ในโปรแกรมโดยจะกำหนดหน่วยแผนที่เป็น กิโลเมตร รูปแบบโครงข่ายถนนสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงในรูปที่ 3.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 โครงข่ายเส้นทางระหว่างจุดงานลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

จากข้อมูลระยะทางที่วัดได้จากโครงข่ายเส้นทางข้อมูลดังกล่าวจะถูกไปสร้างตารางเมตริกซ์ระยะทางซึ่งมีรายละเอียดในภาคผนวก ข ผลสรุประยะทางระหว่างจุดงานพบว่าระยะทางที่มากที่สุดคือ 71 กิโลเมตร น้อยที่สุดคือ 1.4 กิโลเมตร และค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.3 กิโลเมตร จากข้อมูลระยะทางระหว่างจุดงานสามารถแสดงระยะทางโดยเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจุดงานกับศูนย์กลางงานแสดงในตารางที่ 3.10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.10 ระยะทางเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจุดงานของแต่ละรถขนส่งกับศูนย์กลางงาน

รถขนส่ง	สายส่ง	ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร)
T1	ธนบุรี	14.5
T2	สุขุมวิท	32.1
T3	ลาดพร้าว/เสรีไทย	42.8
T4	นนทบุรี	27.8
T5	เพลินจิต/สยาม	25.2
T6	เพลินจิต/สยาม	29.8
T7	สมุทรปราการ/บางพลี	43.2
T8	สมุทรปราการ/บางพลี	51.8

- เวลาดำเนินการขนส่ง

เวลาในการเดินทางสามารถคำนวณได้โดยตรงจากระยะทางและความเร็วในการขนส่ง แต่ในสภาพความเป็นจริง ความเร็วของรถบนถนนจะแปรเปลี่ยนตามเวลาของวัน (Time of Day) และสภาพตำแหน่งที่ตั้ง การศึกษาในครั้งนี้แบ่งเวลาการขนส่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เวลาการเดินทาง (Travel Time) และเวลาการดำเนินงานที่จุดงาน (Service Time) มีรายละเอียดดังนี้

1) เวลาการเดินทาง (Travel Time) ประกอบด้วยเวลาที่รถบรรทุกอยู่ในเส้นทางระหว่างจุดงาน บนถนนสายหลักที่อยู่ในขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ เริ่มต้นรถบรรทุกออกจากจุดงาน (Departure Time) และสิ้นสุดเมื่อรถบรรทุกเข้าจอดที่จุดงาน (Arrival Time) การคำนวณเวลาเดินทางจะคำนวณจากความเร็วการเดินทางร่วมกับเมตริกซ์ระยะทางที่ได้จากการสำรวจข้อมูลในส่วนที่ผ่านมา ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้คำนวณจะอ้างอิงการการสำรวจข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ที่ศูนย์งาน เมตริกซ์เวลาเดินทางแสดงในภาคผนวก ก

2) เวลาการดำเนินงานที่จุดงาน (Service Time) ประกอบด้วย เวลาการรอคอย เวลาขึ้น-ลงสินค้า และเวลาที่ใช้ในการติดต่อเพื่อแจ้งรายการต่าง ๆ เริ่มต้นเมื่อรถบรรทุกเข้าจอดที่จุดงาน (Arrival Time) และสิ้นสุดรถบรรทุกเริ่มเคลื่อนตัวออกจากจุดงาน (Departure Time) จากการสำรวจข้อมูลเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการโดยวิธีการสัมภาษณ์พบว่าใช้เวลาดำเนินงานที่จุดงานประมาณ 5 ถึง 10 นาที

- เวลาเริ่มปล่อยรถออกจากศูนย์กลางงาน

จากการสำรวจข้อมูลเวลาในการปล่อยรถขนส่งจำนวน 8 คัน ออกจากศูนย์กลางงานในช่วงเช้าซึ่งใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลเป็นเวลา 31 วัน ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2549 ใช้เวลาปล่อยรถขนส่งออกจากศูนย์กลางกระจายสินค้าเฉลี่ยคือเวลา 8:50:00 การปล่อยออกจากศูนย์กลางกระจายสินค้าช้าที่สุดคือ 15:49:21 และปล่อยรถขนส่งเร็วที่สุดคือ 5:27:23 การกำหนดลำดับก่อนหลังในการปล่อยรถขนส่งออกจากได้ศูนย์กลางกระจายสินค้า ทางเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ในการปล่อยรถขนส่งไม่ได้มีการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแต่อย่างใด ลำดับการปล่อยรถขนส่งจึงขึ้นอยู่กับความพร้อมของพนักงานขับรถขนส่ง และรถขนส่ง

- ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานขนส่งประกอบด้วยต้นทุน 2 ประเภท ได้แก่ ต้นทุนคงที่ประกอบด้วย ค่าจ้างพนักงานขับรถขนส่งและพนักงานที่ศูนย์กลางงาน ค่าใช้จ่ายสำนักงาน ค่าภาษีป้ายทะเบียน และต้นทุนผันแปรประกอบด้วย ค่าน้ำเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษาเครื่องยนต์ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งของทางบริษัทผู้ให้บริการขนส่งสามารถแบ่งได้ตามประเภทรถขนส่งเป็น 3 ขนาด ได้แก่ (1) รถปิคอัพ 7 บาท/กิโลเมตร (2) รถหกล้อ 15 บาท/กิโลเมตร และ (3) รถสิบล้อ 23 – 25 บาท/กิโลเมตร การคิดคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานขนส่งจะขึ้นอยู่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก

- ปริมาณขนส่ง

การสำรวจข้อมูลปริมาณสินค้าที่รับจากลูกค้าในแต่ละจุดงาน แต่ละจุดงานจะมีปริมาณสินค้าอยู่ที่เฉลี่ย 1 ถึง 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อจุดงาน ความสามารถบรรทุกของรถปิคอัพซึ่งผู้ประกอบการใช้เพื่อการดำเนินงานขนส่งเท่ากับ 5 ลูกบาศก์เมตรต่อคัน สินค้าที่ให้บริการขนส่งส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่มีน้ำหนักไม่มากเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า โทรศัพท์มือถือ เครื่องสำอาง อุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น การบรรทุกสินค้าบนรถขนส่งสำหรับการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาตรสินค้าจะเต็มคันก่อนที่น้ำหนักบรรทุกจะเกินความสามารถบรรทุกของรถขนส่ง

3.4 สรุปการสำรวจและรวบรวมข้อมูล

1. การสำรวจรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS พบว่าระบบ GPS ถูกนำไปใช้กับรถบรรทุกที่มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ และใช้ประโยชน์ในส่วนของการติดตามตรวจสอบ และควบคุมพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถเป็นส่วนใหญ่

2. รูปแบบการใช้ประโยชน์ข้อมูลจากระบบ GPS ของผู้ประกอบการขนส่งที่สำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ การติดตามตำแหน่งรถขนส่ง การควบคุมความเร็ว การควบคุมการออกนอกเส้นทางกำหนด และการควบคุมจอดรถและแวะพัก

3. ลักษณะการบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูล GPS จะทำการบันทึกข้อมูลครั้งละ 1 แถว ระยะห่างประมาณ 1 ถึง 2 นาที และไม่จัดแยกการบันทึกของรถขนส่งแต่ละคัน การบันทึกจึงต้องมีการกำหนดรหัสเฉพาะเพื่อจำแนกสถานการณ์ดำเนินงาน และจำแนกข้อมูลของรถขนส่งแต่ละคัน

4. ระบบการสร้างข้อมูล GPS จำลองจะประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 4 ข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลความเร็วการเดินทาง ข้อมูลระยะทาง ข้อมูลเวลาบันทึกข้อมูล และข้อมูลแสดงสถานะดำเนินงานของรถขนส่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ข้อมูลพื้นฐานของผู้ประกอบการขนส่งที่มีการดำเนินงานสอดคล้องกับระบบที่พัฒนาขึ้น ดำเนินงานขนส่งแบ่งเป็น 6 สายส่ง 25 จุดงานหลัก (ลูกค้าทำสัญญา) มีทำเลที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ใช้รถขนส่งทั้งสิ้น 8 คัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

โครงสร้างกระบวนการทำงาน

จากการทบทวนการใช้ข้อมูล GPS ในประเทศไทยและการทบทวนแนวคิดในการประยุกต์ใช้ข้อมูล GPS ในการดำเนินงานการจัดการกองรถขนส่งจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ รวมถึงการสำรวจรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS และผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS ผลที่ได้จากทุกส่วนที่กล่าวมาจะถูกนำมาใช้รองรับการพัฒนาระบบ การเริ่มต้นพัฒนาระบบต้องมีการกำหนดความสามารถและข้อจำกัดเพื่อใช้สร้างกรอบสำหรับการพัฒนาให้ชัดเจนและมีทิศทางที่แน่นอน ซึ่งจะช่วยให้ขั้นตอนการพัฒนาดำเนินการรวดเร็วและถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในเบื้องต้น ความสามารถและข้อจำกัดของระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย

- ระบบดำเนินการตรวจสอบความล่าช้า และปรับเปลี่ยนเส้นทางเฉพาะในส่วนการดำเนินงานขาเข้า (Inbound) สู่ศูนย์กลางกระจายสินค้า

- ระบบดำเนินการตรวจสอบความล่าช้า และปรับเปลี่ยนเส้นทาง จะดำเนินการในขณะที่รถขนส่งเข้าให้บริการในจุดงาน (Stop Mode) และสามารถดำเนินการดังกล่าวได้ครั้งละ 1 คัน

- การดำเนินงานทั้งหมดสามารถดำเนินงานได้เมื่อรถขนส่งอยู่ในเส้นทางที่มีสภาพการจราจรที่เป็นปกติไม่มีสภาพการจราจรติดขัดเกิดขึ้น

- การปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยระบบที่พัฒนาขึ้น จะสามารถดำเนินการได้บนโครงข่ายการขนส่งที่มีรถขนส่งอยู่ในพื้นที่เดียวกันจำนวนมากพอสำหรับการเข้ามาใช้เหลือรถขนส่งคันที่ล่าช้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการกำหนดความสามารถและข้อจำกัดของระบบการทำงานในข้างต้น การกำหนดดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ออกแบบโปรแกรมให้สอดคล้อง และรองรับการทำงานในทุกๆ ด้าน การพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ได้แบ่งโปรแกรมเป็นส่วน ๆ ดังนี้

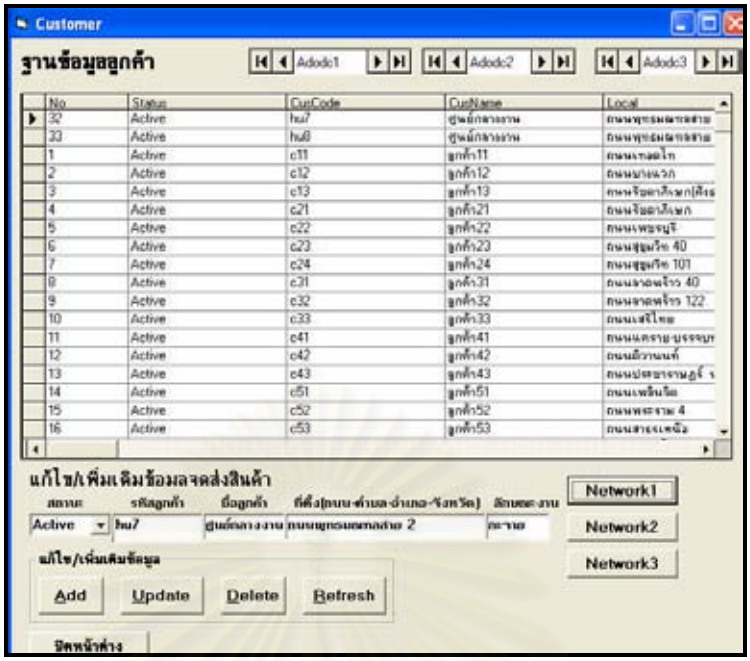
- โครงสร้างระบบฐานข้อมูล
- กระบวนการนำเข้าข้อมูลและกำหนดงานเริ่มต้น
- กระบวนการทำงานของระบบ

4.1 โครงสร้างฐานข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์เท่านั้น โดยออกแบบโครงสร้างและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาจากไมโครซอฟท์แอคเซส เวอร์ชั่น 2003 (Microsoft Access 2003) และไมโครซอฟท์เอ็กเซล เวอร์ชั่น 2003 (Microsoft Excel 2003) การพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลครั้งนี้ได้ดำเนินการโดยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0 ฐานข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยฐานข้อมูลลูกค้า ฐานข้อมูลรถขนส่ง และฐานข้อมูลระยะทางและเวลาเดินทาง แต่ละระบบฐานข้อมูลมีส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ดังต่อไปนี้

4.1.1 ฐานข้อมูลลูกค้า

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลลูกค้าจากบริษัทผู้ประกอบการตัวอย่าง ประกอบด้วยจำนวนลูกค้าทั้งหมด 25 ราย ซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลแบ่งออกเป็น 6 เขตส่ง ซึ่งในการทำงานส่วนนี้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนลูกค้า รวมถึงการปรับเปลี่ยนแก้ไขข้อมูลลูกค้าได้ตามต้องการ ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบด้วย รหัสลูกค้าที่ขั้นต้นด้วย “C” ชื่อลูกค้า และที่ตั้ง การอ้างอิงถึงข้อมูลลูกค้าในฐานข้อมูลจะอ้างอิงโดยใช้รหัสลูกค้าซึ่งจะใช้เป็นรหัสเดียวกันกับฐานข้อมูลอื่น หน้าจอฐานข้อมูลการเก็บข้อมูลลูกค้าแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าจอฐานข้อมูลลูกค้า

4.1.2 ฐานข้อมูลรถขนส่ง

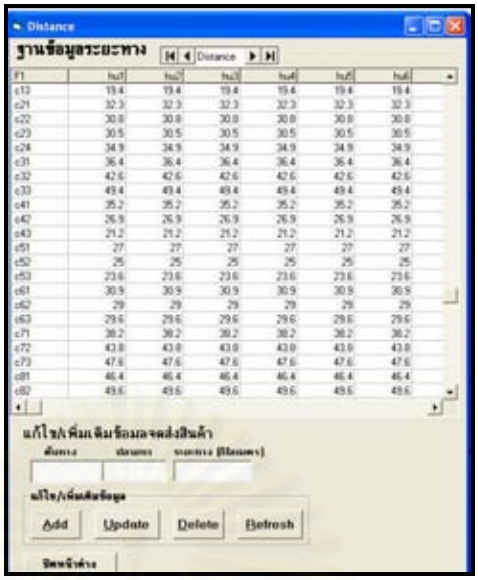
การนำเข้าข้อมูลรถขนส่งจะสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนรถได้ และยังสามารถแก้ไขข้อมูลได้ในฐานข้อมูลส่วนนี้ประกอบด้วย ทะเบียนรถขนส่ง ลำดับรถขนส่ง ประเภทรถขนส่ง และรหัสซิมการ์ด ตัวอย่างหน้าจอฐานข้อมูลแสดงในรูปที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

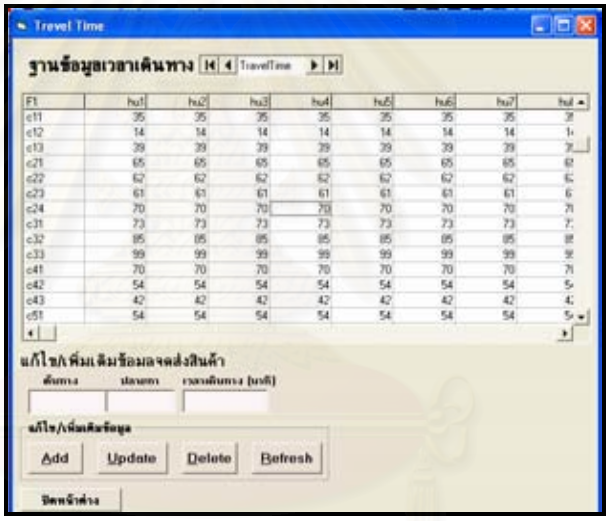
รูปที่ 4.2 หน้าจอฐานรถขนส่ง

4.1.3 ฐานข้อมูลระยะทางและเวลาเดินทาง

ฐานข้อมูลระยะทางระหว่างจุดงานลูกค้า การเก็บข้อมูลระยะทางระหว่างจุดงานได้จากการสำรวจข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลบริษัทผู้ประกอบการขนส่งจากนั้นนำข้อมูลส่วนดังกล่าวมากำหนดจุดลงบนแผนที่โดยการดำเนินงานทั้งหมดจะจัดการบนโปรแกรม ArcView GIS 3.3 และบันทึกข้อมูลในรูปแบบของตารางเมตริกซ์ โดยฐานข้อมูลในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยรหัสลูกค้า ระยะทางระหว่างจุดงาน (กม.) และฐานข้อมูลเวลาเดินทางซึ่งเวลาเดินทางที่ได้คำนวณจากเมตริกซ์ระยะทางกับความเร็วการเดินทางเฉลี่ย การเก็บข้อมูลหรือการสร้างค่าข้อมูลระยะทางแบบเมตริกซ์สามารถเก็บได้ใน 2 รูปแบบ คือ เมตริกซ์แบบครึ่งชุด (Half-Matrix) และเมตริกซ์แบบเต็มชุด (Full Matrix) ซึ่งเมตริกซ์แบบครึ่งชุดเป็นเมตริกซ์ที่กำหนดให้ระยะทางจากจุดตั้งต้น i ใดๆ ไปยังจุดปลาย j ใดๆ มีค่าเท่ากับระยะทางในทิศทางกลับกันคือจากจุดตั้งต้น j ใดๆ ไปยังจุดปลาย i ใดๆ โดยเมตริกซ์แบบครึ่งชุดนี้จะช่วยลดขั้นตอนการคำนวณเส้นทางและการจัดเส้นทางลงครึ่งหนึ่ง หน้าจอฐานข้อมูลเมตริกซ์ระยะทาง และเวลาเดินทางแสดงในรูปที่ 4.3



(ก)



(ข)

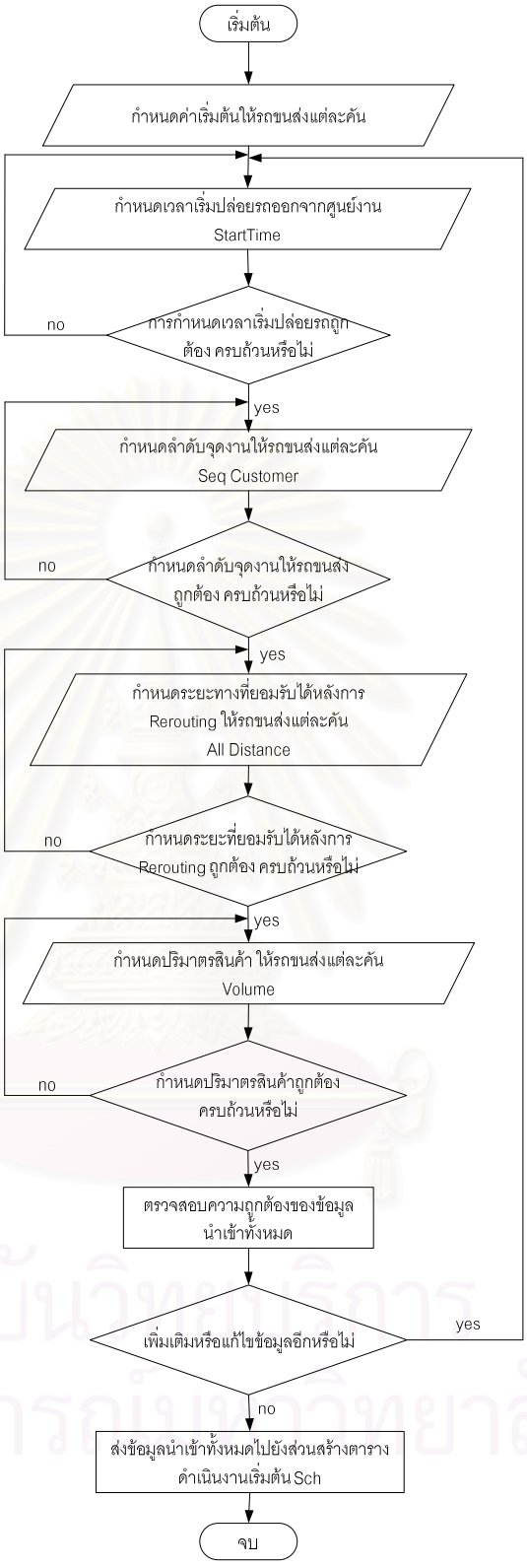
รูปที่ 4.3 (ก) หน้าจอฐานข้อมูลระยะทาง (ข) หน้าจอฐานข้อมูลเวลาเดินทาง

การพัฒนาระบบในครั้งนี้ได้กำหนดให้เมตริกซ์ที่จะใช้วิเคราะห์เป็นเมตริกซ์แบบเต็มชุด เนื่องจากสะดวกในการดึงข้อมูลไปใช้ในการประมวลผลในระบบ และยังสามารถนำไปใช้ในกรณีอื่นๆ ได้ยืดหยุ่นกว่า

4.2 กระบวนนำเข้าข้อมูลและกำหนดงานเริ่มต้น

การดำเนินงานในส่วนนี้เป็นการดำเนินงานที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดข้อมูลนำเข้าในแต่ละครั้งของการประมวลผล โดยโปรแกรมจะนำข้อมูลจากส่วนนี้ไปใช้ในการจัดตารางเวลาดำเนินงานเริ่มต้นของรถขนส่งแต่ละคัน ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น ข้อมูลเวลาการปล่อยรถออกจากศูนย์งาน ลำดับจุดงาน ระยะทางที่เปลี่ยนแปลงหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง และปริมาตรบรรทุก มีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 4.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเริ่มต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การกำหนดข้อมูลเริ่มต้นให้รถขนส่งแต่ละคันสามารถแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลได้ในส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียด ขั้นตอนการดำเนินการ และหน้าจอสำหรับผู้ใช้งานดังนี้

4.2.1 การกำหนดเวลาการปล่อยรถออกจากศูนย์งาน

การกำหนดเวลาปล่อยรถขนส่งแต่ละคันออกจากศูนย์กลางงาน มีผลต่อการดำเนินงานของระบบที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทางระหว่างรถขนส่งคันที่เกิดความล่าช้ากับรถขนส่งที่ทำงานปกติแต่เข้ามาช่วยรับงาน เพราะถ้ากำหนดเวลาปล่อยรถขนส่งห่างกันมาก ทำให้รถขนส่งทำงานในส่วนงานที่รับผิดชอบของแต่ละคันแล้วเสร็จอยู่ในช่วงเวลาที่ห่างกัน ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยระบบที่พัฒนาขึ้นได้ หน้าจอการกำหนดเวลาการปล่อยรถออกจากศูนย์งานแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 หน้าจอการกำหนดเวลาการปล่อยรถออกจากศูนย์งาน

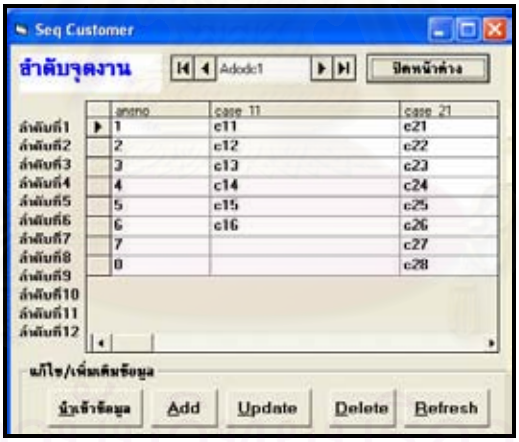
การกำหนดเวลาการปล่อยรถขนส่งออกจากจุดต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ความยากง่ายในการเข้าให้บริการที่จุดงาน ระยะทางขนส่งจากศูนย์งานไปยังจุดงานลูกค้า เวลาในการรอคอยและเวลาดำเนินการที่จุดงาน รวมถึงปัญหาด้านการจราจรในบริเวณโดยรอบจุดงาน เป็นต้น

4.2.2 การกำหนดลำดับจุดงานเริ่มต้น

การกำหนดลำดับจุดงานให้รถขนส่งแต่ละคันเข้าบริการ ณ จุดงานมีรูปแบบการกำหนดลำดับจุดงานอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่

- กำหนดให้รถขนส่งเข้าบริการเรียงลำดับจากจุดไกลศูนย์งานก่อน
- กำหนดให้รถขนส่งเข้าบริการเรียงลำดับจากจุดที่ใกล้ศูนย์งานก่อน
- กำหนดให้รถขนส่งเข้าบริการแบบไม่เรียงลำดับ (เลือกสุ่ม)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้จะทดลองกำหนดลำดับจุดงานในหลายๆ วิธีเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบการกำหนดลำดับจุดงานที่เหมาะสมกับระบบที่พัฒนาขึ้นให้มากที่สุด และศึกษารูปแบบการจัดลำดับจุดงานแบบการจัดลำดับแบบห่วงโซ่ (Chain) ซึ่งการดำเนินงานในจุดก่อนหน้าจะมีผลกระทบต่อการดำเนินงานในจุดถัดไปแบบต่อเนื่อง หน้าจอการกำหนดลำดับจุดงานเริ่มต้นแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอการกำหนดลำดับจุดงานเริ่มต้น

การจัดงานให้รถขนส่งส่วนใหญ่จะพิจารณาจัดงานด้วยปลายข้างใดข้างหนึ่งเท่านั้น โดยมักจะให้จุดงานเข้ามาอยู่ที่ปลายที่อยู่ห่างจากศูนย์งานน้อยที่สุด และให้ปลายที่อยู่ห่างจากศูนย์งานมากที่สุดเป็นลำดับการส่งแรก เนื่องจากรถขนส่งสามารถทำความเร็วในช่วงระยะทางไกลได้ดีกว่าในช่วงสั้น นอกจากนี้พบว่าเหตุที่เลือกเพียงปลายเดียวเนื่องจาก สามารถพัฒนาระบบได้ง่ายโดยเฉพาะในการจัดลำดับให้เริ่มต้นจาก 1, 2, ... ได้

4.2.3 การกำหนดข้อจำกัดหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Rerouting)

การปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยการใช้เทคนิควิธีการแลกเปลี่ยนจุดงานที่ประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาระบบในครั้งนี้ จะมีทั้งผลดีต่อการดำเนินงานคือการลดลงของจำนวนเวลาล่าช้า แต่มีข้อเสียคือหลังจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางเรียบร้อยแล้ว จะทำให้ระยะทางขนส่งเปลี่ยนแปลงไป การปรับเปลี่ยนเส้นทางจะพิจารณาจำกัดอยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ข้อจำกัดระยะทางเพิ่มขึ้นที่ยอมรับได้หลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง และข้อจำกัดความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง ในบางครั้งเมื่อมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางขึ้นอาจทำให้รถขนส่งต้องเพิ่มระยะทางขนส่งมากขึ้นเกินความคุ้มค่าที่จะได้รับจากการลดลงของเวลาล่าช้า ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับต้นทุนค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ต้นทุนดำเนินการขนส่งรถปิคอัพอยู่ที่ 7 บาท/กิโลเมตร

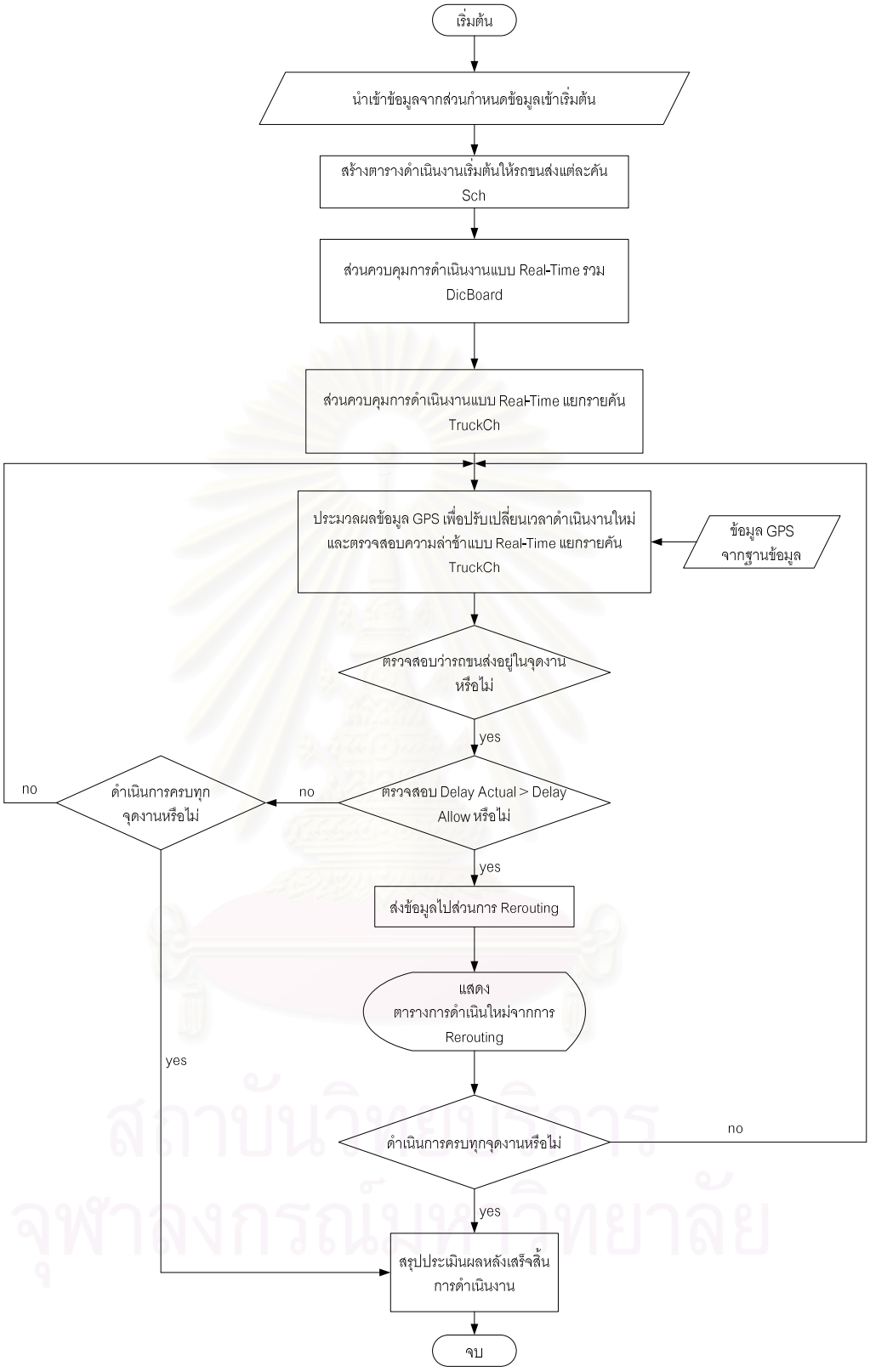
- ความสามารถในการบรรจุของรถขนส่ง การปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยการแลกเปลี่ยนจุดงานต้องมีการตรวจสอบปริมาตรสินค้าที่จะรับขึ้นรถทุกๆ ครั้ง เพราะถ้าปรับเปลี่ยนเส้นทางแล้วทำให้ปริมาตรสินค้าที่จะรับเข้าเกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งคันนั้นๆ การปรับเปลี่ยนเส้นทางก็จะไม่เกิดประโยชน์ รถปิคอัพตู้ทึบสามารถบรรทุกได้ประมาณ 5 ลูกบาศก์เมตร

การตรวจสอบระยะทางที่เพิ่มขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางผู้ใช้งานระบบจะมีหน้าที่ในการตัดสินใจเลือกว่าจะให้มีการปรับเปลี่ยนเส้นทางหรือไม่ แต่การตรวจสอบความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งระบบจะดำเนินการตรวจสอบโดยอัตโนมัติ

4.3 กระบวนการทำงานของระบบ

การดำเนินงานเริ่มจากการจัดตารางเวลาดำเนินงานเริ่มต้นให้แก่รถบรรทุกแต่ละคัน การดำเนินงานจะทำการตรวจสอบความล่าช้าโดยใช้ข้อมูลจากระบบ GPS ที่ส่งข้อมูลแบบทันเวลาจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากกรณีที่รถขนส่งไม่สามารถเข้าถึงจุดงานได้ทันตารางเวลาเริ่มต้น และระบบจะทำการปรับปรุงเส้นทางใหม่โดยการแลกเปลี่ยนจุดงานที่เหลือของคู่รถขนส่งระหว่างรถขนส่งคันที่ทำงานปกติกับรถขนส่งคันที่ทำงานล่าช้า โดยจะทำการค้นหาคำตอบไปจนกว่าจะได้ชุดคำตอบชุดที่ทำให้การดำเนินงานเกิดเวลาล่าช้าน้อยกว่าเวลาล่าช้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีการดำเนินใดๆ เลย ขั้นตอนการทำงานโดยรวมแสดงในรูปที่ 4.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



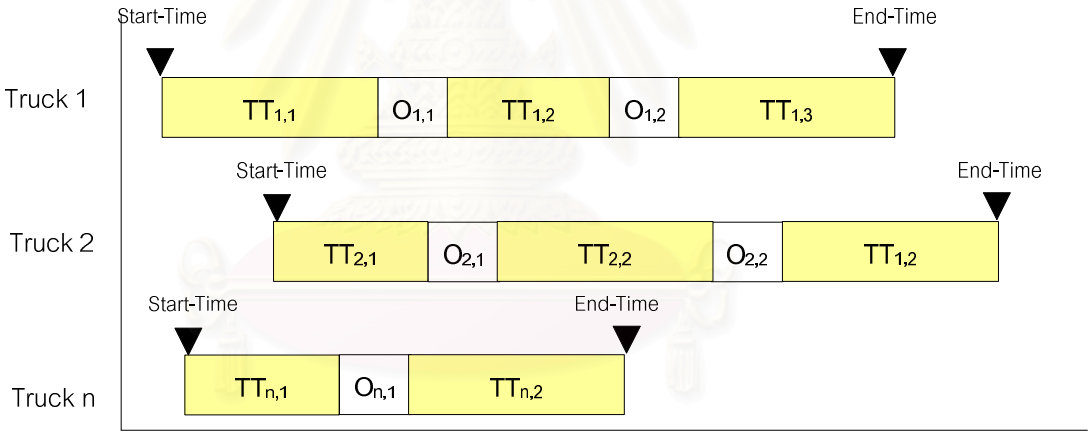
รูปที่ 4.7 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเริ่มต้นหลังจากที่ได้กำหนดค่าเริ่มต้นแล้วในส่วนถัดมา กระบวนการทำงานประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น (2) การสร้างข้อมูล GPS จำลอง 3) การปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้าแบบทันเวลา และ (4) การปรับปรุงเส้นทาง ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น

การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้นเพื่อใช้เป็นตารางควบคุมการดำเนินงานทั้งหมดของรถขนส่งแต่ละคัน ส่วนประกอบของตารางเริ่มต้นจากการคำนวณค่าเริ่มต้นที่กำหนดโดยผู้ใช้งานในส่วนที่ผ่านมาร่วมกับข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล รายละเอียดการคำนวณค่าต่างๆในส่วนนี้ประกอบด้วย การคำนวณหลักๆ 2 ส่วน ได้แก่ เวลาออกจากจุดงาน (Departure Time) เวลาเข้าถึงจุดงาน (Arrival Time) การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้นแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น

การจัดสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้นให้แก่รถขนส่งแต่ละคัน สามารถคำนวณส่วนประกอบของระบบตามสมการที่ (4-1) และ (4-2) ได้ดังนี้

- การคำนวณเวลาออกจากจุดงาน (Departure Time)

$$T^{Dep}_{i,\hat{k}_i} = E_{i,\hat{k}_i} + O_{i,\hat{k}_i}$$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i, \hat{k}_i \in [1, i = 1,...., N_i]) \qquad (4\text{-}1)$$

- การคำนวณเวลาเข้าถึงจุดงานในแผนงาน (Arrival Time)

$$E_{i,\hat{k}_{i+1}} = T^{Dep}_{i,\hat{k}_i} + TT_{i,\hat{k}_{i+1}}$$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i, \hat{k}_i \in [1, i = 1,...., N_i]) \qquad (4\text{-}2)$$

ให้

$T^{Dep}_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาออกจากจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$

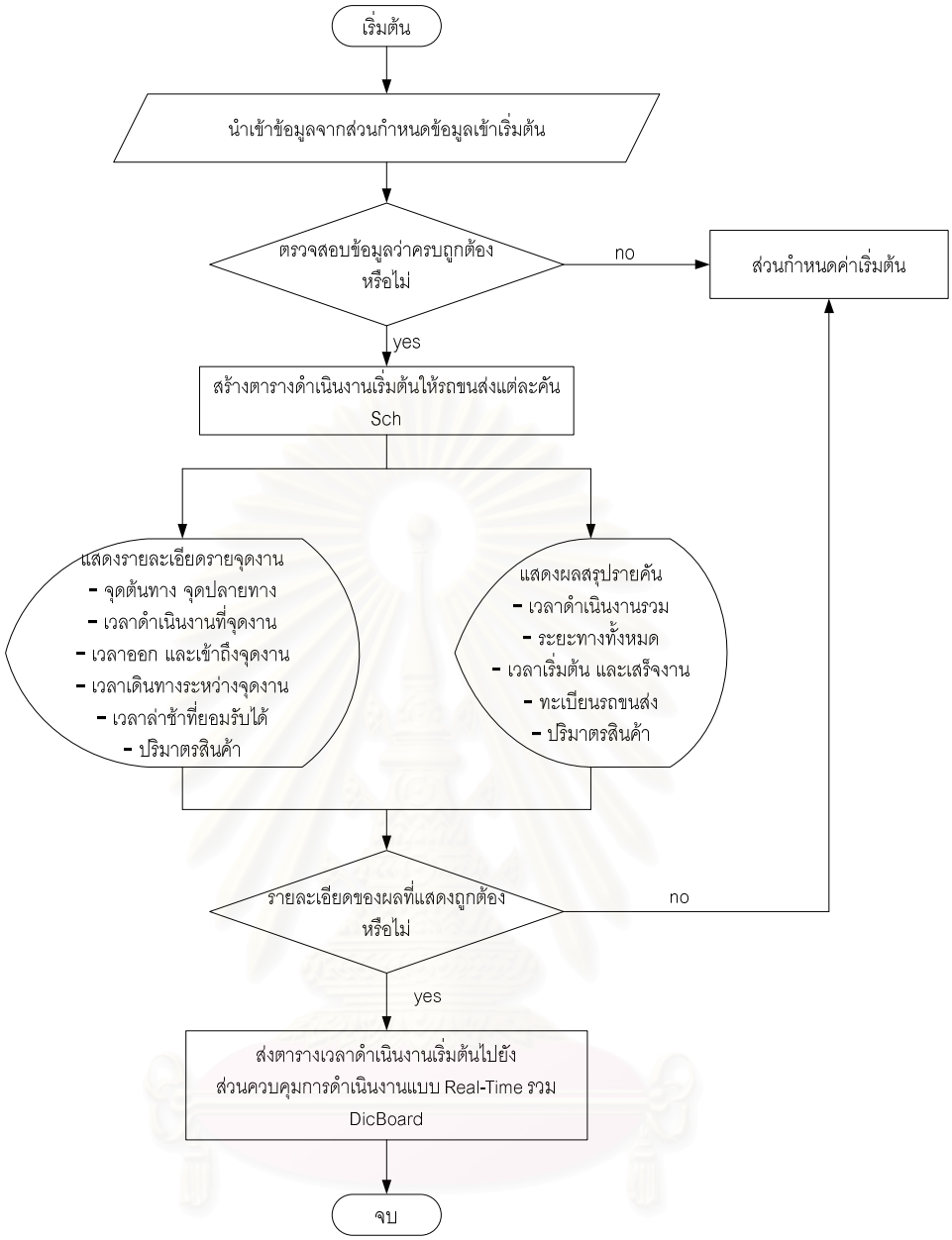
$E_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$

$O_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาให้บริการที่จุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ (นาที)

$TT_{i,\hat{k}_{i+1}}$ = เวลาเดินทางรถขนส่งคันที่ i ณ ไปยังจุดงานที่ $\hat{k}_{i+1}$ (นาที)

N_i = จำนวนจุดงานที่ถูกเลือกจัดสรรงานของรถขนส่งคันที่ i

ขั้นตอนการสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้นแสดงในรูปที่ 4.9

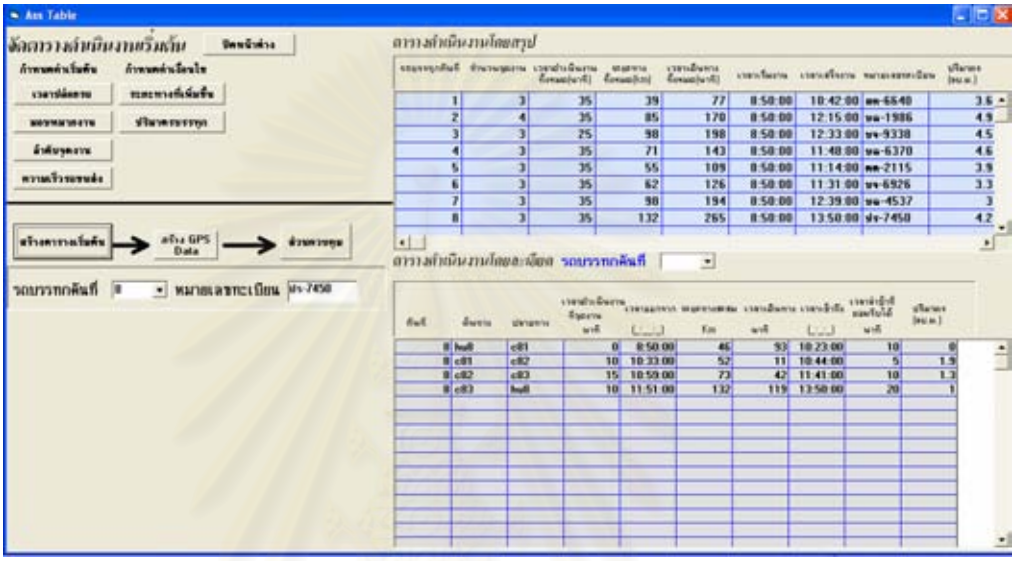


รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น

รายละเอียดต่างๆ ในส่วนการสร้างตารางเริ่มต้นบนหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 4.10 โดยสามารถการแสดงรายละเอียดข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- การแสดงข้อมูลรายละเอียดแยกรายจุดงาน ประกอบด้วยข้อมูล จุดงานต้นทาง จุดงานปลายทาง เวลาดำเนินงานที่จุดงาน เวลาออกจากจุดงาน เวลาเข้าถึงจุดงาน เวลาเดินทางระหว่างจุดงาน เวลาล่าช้าที่ยอมรับได้ ปริมาตรสินค้า

- การแสดงข้อมูลรายละเอียดสรุปแยกรายรถขนส่งแต่ละคัน ประกอบด้วยข้อมูล จำนวนจุดงาน เวลาดำเนินงานที่จุดงานรวม ระยะทางขนส่งรวม เวลาเริ่มงาน (เวลาปล่อยรถ) เวลาสิ้นสุดงาน (รถกลับเข้าศูนย์งาน) หมายเลขทะเบียน ปริมาตรสินค้ารวม



รูปที่ 4.10 หน้าจอการสร้างตารางดำเนินงานเริ่มต้น

การตรวจสอบความถูกต้องของตารางดำเนินงานเริ่มต้นเป็นส่วนที่สำคัญ เพราะตารางดังกล่าวนี้จะถูกนำไปใช้ควบคุมการดำเนินงานรวมทั้งหมด รวมถึงการนำไปประกอบการคำนวณเพื่อการปรับเปลี่ยนตารางและการตรวจสอบความล่าช้า ร่วมกับข้อมูล GPS ที่จะถูกสร้างขึ้นในส่วนการดำเนินงานถัดไป

4.3.2 การสร้างข้อมูล GPS จำลอง

การสร้างข้อมูล GPS จำลองเพื่อใช้ในการทดสอบระบบมีความจำเป็น เนื่องจากระบบที่พัฒนาเพื่อการบริหารจัดการความล่าช้าโดยการปรับเปลี่ยนเส้นทางจะเหมาะสมสำหรับรูปแบบการดำเนินในลักษณะการขนส่งแบบรับสินค้ากลับศูนย์กลางงาน ซึ่งผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้ข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยและทดสอบระบบครั้งนี้ ยังไม่ได้มีการดำเนินการติดตั้งระบบ GPS ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงจำเป็นต้องสำรวจข้อมูลทั้งจากผู้ประกอบการขนส่งที่มีการติดตั้ง

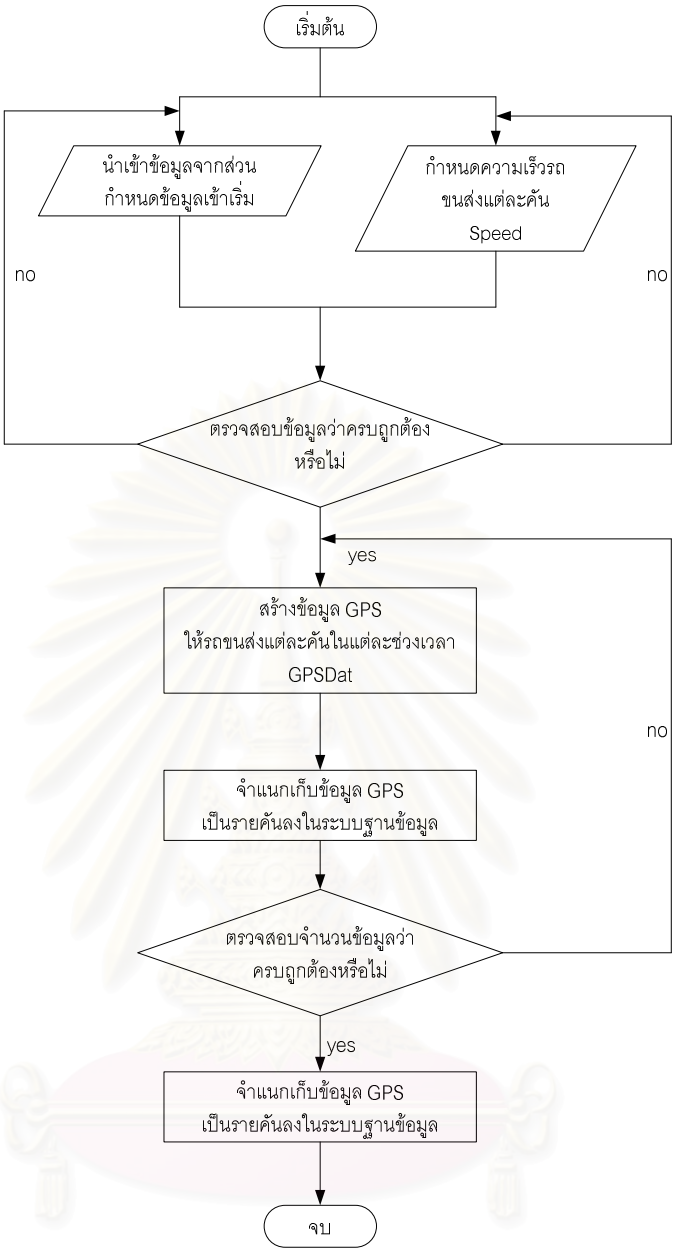
ระบบ GPS สนับสนุนการดำเนินงานเพื่อให้ทราบโครงสร้างของข้อมูลจากระบบและการใช้ประโยชน์ รวมถึงการสำรวจข้อมูลผู้ประกอบการขนส่งที่มีการดำเนินงานสอดคล้องกับระบบที่พัฒนาขึ้น ดังนั้นในส่วนนี้จึงพัฒนาขึ้นเพื่อการสร้างข้อมูล GPS จำลอง และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบเท่านั้น ผู้ใช้งานระบบไม่ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในการเข้ามาใช้งานในส่วนนี้ ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากระบบการสร้างข้อมูล GPS จำลองแสดงนาตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูล GPS จากส่วนการสร้างข้อมูลจำลอง

R_status	R_time	R_speed	R_Distance
30	5:00:00	75	2.5
30	5:02:00	66	4.4
30	5:04:00	68	6.7
30	5:06:00	54	8.5
30	5:08:00	56	9.2
30	5:10:00	68	10.4
30	5:12:00	50	12.2

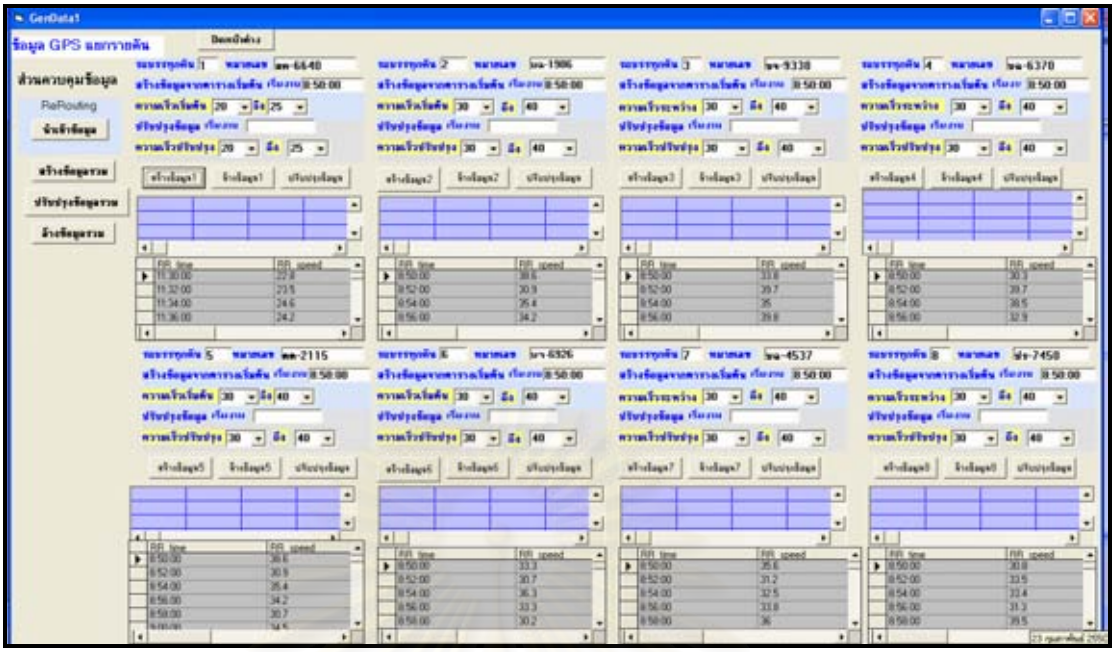
การสร้างข้อมูลจำลองต้องใช้ข้อมูลประกอบการคำนวณดังนี้คือ ความเร็วรถขนส่ง เวลาปล่อยรถออกจากศูนย์กลางงาน และเวลาในการส่งข้อมูล (Tracking) และกำหนดให้ระบบทำการส่งข้อมูลทุกๆ 2 นาที ข้อมูลที่ได้คือระยะทางขนส่งที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ครั้งที่มีการสร้างและส่งข้อมูลโดยคำนวณตามความเร็วรถขนส่งที่สร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จากระบบจะถูกนำไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลแยกรายคัน ขั้นตอนการดำเนินงานสร้างข้อมูล GPS แสดงในรูปที่ 4.11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



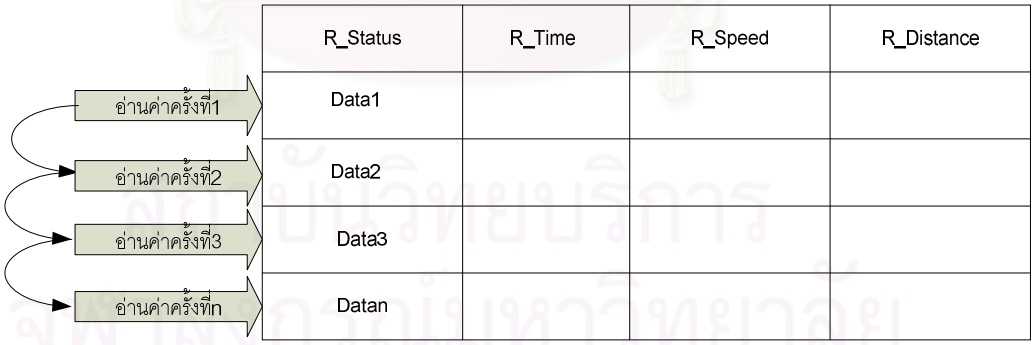
รูปที่ 4.11 แสดงขั้นตอนการสร้างข้อมูล GPS จำลอง

เนื่องจากการสร้างข้อมูล GPS จำลองจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลแยกรายคันลงในระบบฐานข้อมูล และข้อมูลที่สร้างสำหรับรถขนส่งแต่ละคันมีจำนวนมาก ทำให้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก จึงจำเป็นต้องจำกัดจำนวนรถขนส่งในการทดสอบระบบ และจากข้อมูลจริงของผู้ประกอบการขนส่งตัวอย่างในปัจจุบันใช้รถขนส่งจำนวน 8 ถึง 10 คัน ดังนั้นการพัฒนาระบบการสร้างข้อมูลจำลอง จึงกำหนดให้สร้างได้ไม่เกิน 8 คัน หน้าจอส่วนการสร้างข้อมูล GPS จำลองแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าจอการสร้างข้อมูล GPS จำลอง

การเรียกข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูลไปใช้งานนั้นกำหนดให้ระบบทำการอ่านค่าทีละ 1 แถว เพื่อให้ระบบสอดคล้องกับการส่งข้อมูลจริงจากระบบ GPS มากที่สุด ซึ่งระบบ GPS จริงมีการดำเนินงานโดยการส่งข้อมูลเข้าสู่ศูนย์งานครั้งละ 1 ค่าตามความถี่เวลาส่งที่กำหนด รูปแบบการเรียงดึงข้อมูล GPS ไปใช้งานดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 รูปแบบการเรียกข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูล

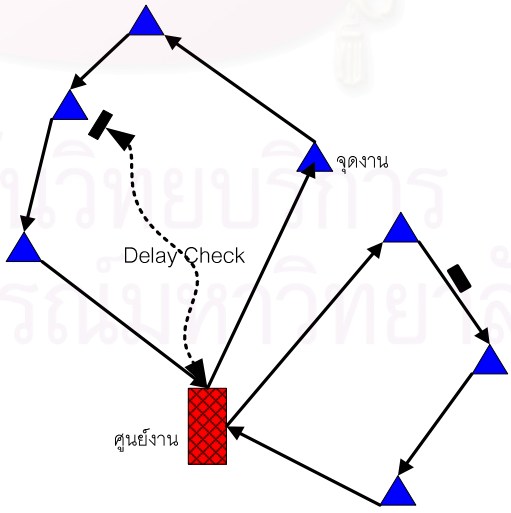
การปรับเปลี่ยนเส้นทางภายหลังจากที่ระบบได้ดำเนินการแลกเปลี่ยนจุดงานเรียบร้อยแล้ว จุดงานต้นทางและจุดงานปลายจะถูกเปลี่ยนแปลง ดังนั้นข้อมูล GPS ที่สร้างไว้ในตอนแรกจึงต้องถูกดำเนินการแก้ไขตามลำดับจุดงานที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งการดำเนินงานจะทำในส่วนนี้ทั้งหมด

หมายถึงระบบส่วนนี้สามารถสร้างข้อมูลขึ้นใหม่ และปรับปรุงข้อมูลได้ตามต้องการ จากข้อมูลจำลองที่สร้างขึ้นในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้งานในส่วนถัดไปคือการปรับเปลี่ยนตาราง และการตรวจสอบความล่าช้าที่เกิดขึ้น

4.3.3 การปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้าแบบทันเวลา

Vasileios และคณะ (2005) ทำการศึกษาและพัฒนาระบบจัดการกองรถแบบพลวัต (Dynamic Fleet) ที่ให้บริการในเขตชุมชนเมือง ได้แบ่งระบบการติดตามตรวจสอบ (Monitoring Module) ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจสอบระหว่างเดินทาง (Traveling Mode) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางที่ใช้และการใช้ความเร็ว และการตรวจสอบในขณะที่รถอยู่ ณ จุดงาน (Stop Mode) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของจุดงานที่เข้าให้บริการ

การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ระบบดำเนินการปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้าแบบทันเวลา ซึ่งจะดำเนินงานเมื่อรถบรรทุกอยู่ในจุดงานใดจุดงานหนึ่ง (Stop Mode) เพราะการดำเนินการในส่วนนี้สะดวกต่อการบริหารจัดการโดยเฉพาะในกรณีที่รถขนส่งต้องการปรับเปลี่ยนเส้นทางสามารถดำเนินงานได้ในช่วงเวลานี้ และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงงานเกิดขึ้นทางศูนย์งานจะดำเนินงานส่งข้อมูลไปยังพนักงานขับรถให้ทราบก่อนนำรถออกจากจุดงาน ตำแหน่งการดำเนินงานแสดงในรูปที่ 4.14



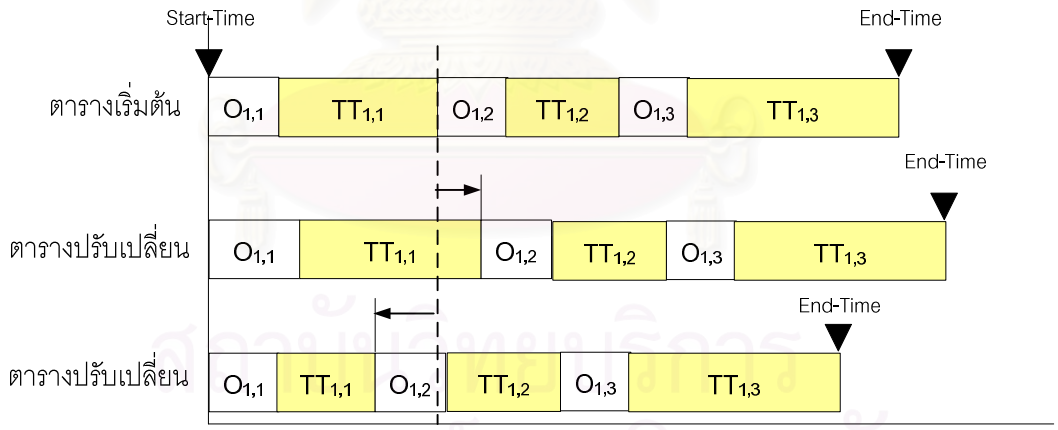
รูปที่ 4.14 ตำแหน่งรถขนส่งในการปรับเปลี่ยนตารางเวลา และการตรวจสอบความล่าช้า

การปรับเปลี่ยนตารางเวลาคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากตารางดำเนินงานเริ่มต้นร่วมกับการดึงข้อมูล GPS ที่ได้จากระบบฐานข้อมูลเพื่อปรับเปลี่ยนตารางเวลาดำเนินงานให้สอดคล้องกับสภาพการดำเนินงานจริง การปรับเปลี่ยนตารางมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อให้ตารางเวลาดำเนินงานมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงมากที่สุด อาทิเช่น การดำเนินงานเกิดความล่าช้า หรือเร็วกว่าตารางเริ่มต้น เป็นต้น

- เพื่อใช้ตารางเวลาที่มีการปรับเปลี่ยนใหม่ในการวางการใช้รถอย่างต่อเนื่องต่อไป อาทิเช่น การวางแผนงานหลังจากดำเนินการขนส่งที่จุดงานสุดท้ายแล้วเสร็จ หรือหลังจากกลับถึงศูนย์งานแล้ว เป็นต้น

การปรับเปลี่ยนตารางเวลาเกิดจากการดำเนินงานที่คลาดเคลื่อนจากตารางเวลาเริ่มต้นซึ่งมีอยู่ 2 แบบเท่านั้นคือ ปรับเปลี่ยนตารางเวลาเนื่องการดำเนินงานล่าช้ากว่าตารางเริ่มต้น และการดำเนินงานเร็วกว่าตารางเริ่มต้น การปรับเปลี่ยนตารางดำเนินงานแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 การปรับเปลี่ยนตารางดำเนินงาน

การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่สามารถคำนวณส่วนประกอบของระบบตามสมการที่ (4-3) และ (4-4) ได้ดังนี้

- การคำนวณเวลาออกจากจุดงานแบบทันเวลา

$$T^{Dep}_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) = E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) + O_{i,\hat{k}_i}$$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i, \hat{k}_i \in [1, i = 1,...., N_i]) \quad (4\text{-}3)$$

- การคำนวณเวลาเข้าถึงจุดงานแบบทันเวลา

$$E_{i,\hat{k}_{i+1}}(\bar{\tau}) = T^{Dep}_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) + TT_{i,\hat{k}_{i+1}}$$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i, \hat{k}_i \in [1, i = 1,...., N_i]) \quad (4\text{-}4)$$

Vasileios และคณะ (2005) นำเสนอวิธีการคำนวณเวลาเดินทางระหว่างจุดงานจะใช้ข้อมูลที่ได้รับจากการส่งข้อมูลผ่านระบบ GPS โดยใช้ข้อมูลในส่วนระยะทางในการเดินทางมาคำนวณเวลาเดินทางที่เป็นสัดส่วนกับระยะทางที่เหลือก่อนถึงจุดงาน ดังแสดงในสมการที่ (4-5)

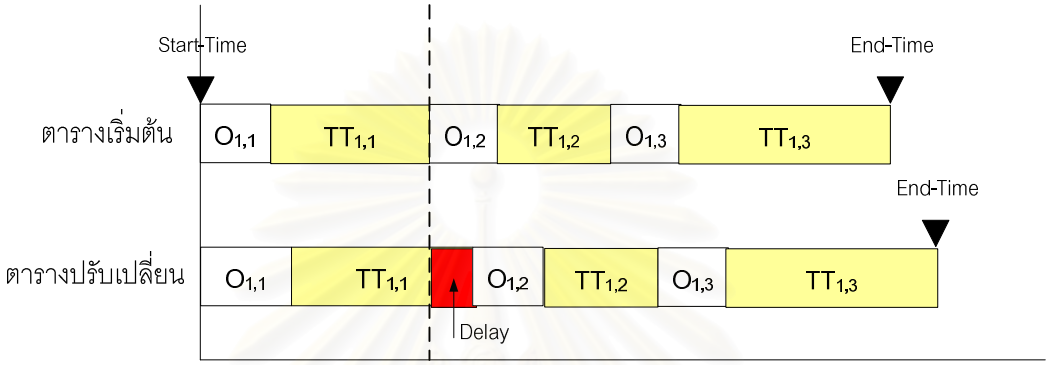
$$TT_{i,\hat{k}_{i+1}}(\bar{\tau}) = \left(\frac{P^{dist}_{i,\hat{k}_{i+1}} - R^{dist}_{i}(\bar{\tau})}{P^{dist}_{i,\hat{k}_{i+1}}} \right) TT_{i,\hat{k}_{i+1}}$$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i, \hat{k}_i \in [1, i = 1,...., N_i]) \quad (4\text{-}5)$$

จากสมการที่ (4-5) เวลาเดินทางระหว่างจุดงานที่คำนวณได้เหมาะสำหรับการตรวจสอบระหว่างเดินทาง (Traveling Mode) ซึ่งค่าที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูล GPS ที่ถูกส่งเข้ามา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การตรวจสอบความล่าช้าจะดำเนินต่อจากการปรับเปลี่ยนตารางโดยระบบจะทำการตรวจสอบตารางดำเนินงานที่ปรับเปลี่ยนใหม่กับตารางดำเนินงานเริ่มต้น การตรวจสอบความล่าช้ามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบทราบว่ารถขนส่งเกิดความล่าช้าจากตารางดำเนินงานเริ่มต้น และเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาความล่าช้าดังกล่าว การตรวจสอบความล่าช้าดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การตรวจสอบความล่าช้า

การตรวจสอบความล่าช้าจะทำการเปรียบเทียบผลต่างของเวลาเข้าถึงจุดงานจริง $E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau})$ จากข้อมูล GPS กับเวลาเข้าถึงจุดงานในตารางเริ่มต้น $E_{i,\hat{k}_i}$ ว่ามีค่ามากกว่าเวลาล่าช้าที่ยอมรับได้ $D^{All}_{i,\hat{k}_i}$ หรือไม่ ตามสมการที่ (4-6) และ (4-7)

กรณีที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเส้นทาง $\left|E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) - E_{i,\hat{k}_i}\right| > D^{All}_{i,\hat{k}_i}$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i,\hat{k}_i \in [1, i = 1,....,N_i]) \quad (7\text{-}1)$$

กรณีที่ยอมรับได้ $\left|E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau}) - E_{i,\hat{k}_i}\right| < D^{All}_{i,\hat{k}_i}$

$$(i = 1,....,M),(\hat{k}_i,\hat{k}_i \in [1, i = 1,....,N_i]) \quad (7\text{-}2)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ให้

$E_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$

$E_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau})$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$D^{All}_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาล่าช้าที่ยอมรับได้ของรถขนส่งคันที่ i จุดงานที่ $\hat{k}_i$

$T^{Dep}_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาออกจากจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$

$T^{Dep}_{i,\hat{k}_i}(\bar{\tau})$ = เวลาออกจากจุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$O_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาให้บริการที่จุดงานของรถขนส่งคันที่ i ณ จุดงานที่ $\hat{k}_i$ (นาที)

$TT_{i,\hat{k}_i}$ = เวลาเดินทางรถขนส่งคันที่ i ณ ไปยังจุดงานที่ $\hat{k}_i$ (นาที)

N_i = จำนวนจุดงานที่ถูกเลือกจัดสรรงานของรถขนส่งคันที่ i

$\bar{\tau}$ = เวลา ณ ปัจจุบัน (จากพิกัดละติจูด ลองติจูด) รถบรรทุกคันที่ $1, i = 1,....,M$

$R^{time}_i(\bar{\tau})$ = เวลาที่ส่งข้อมูลจากระบบ GPS ของรถขนส่งคันที่ i ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

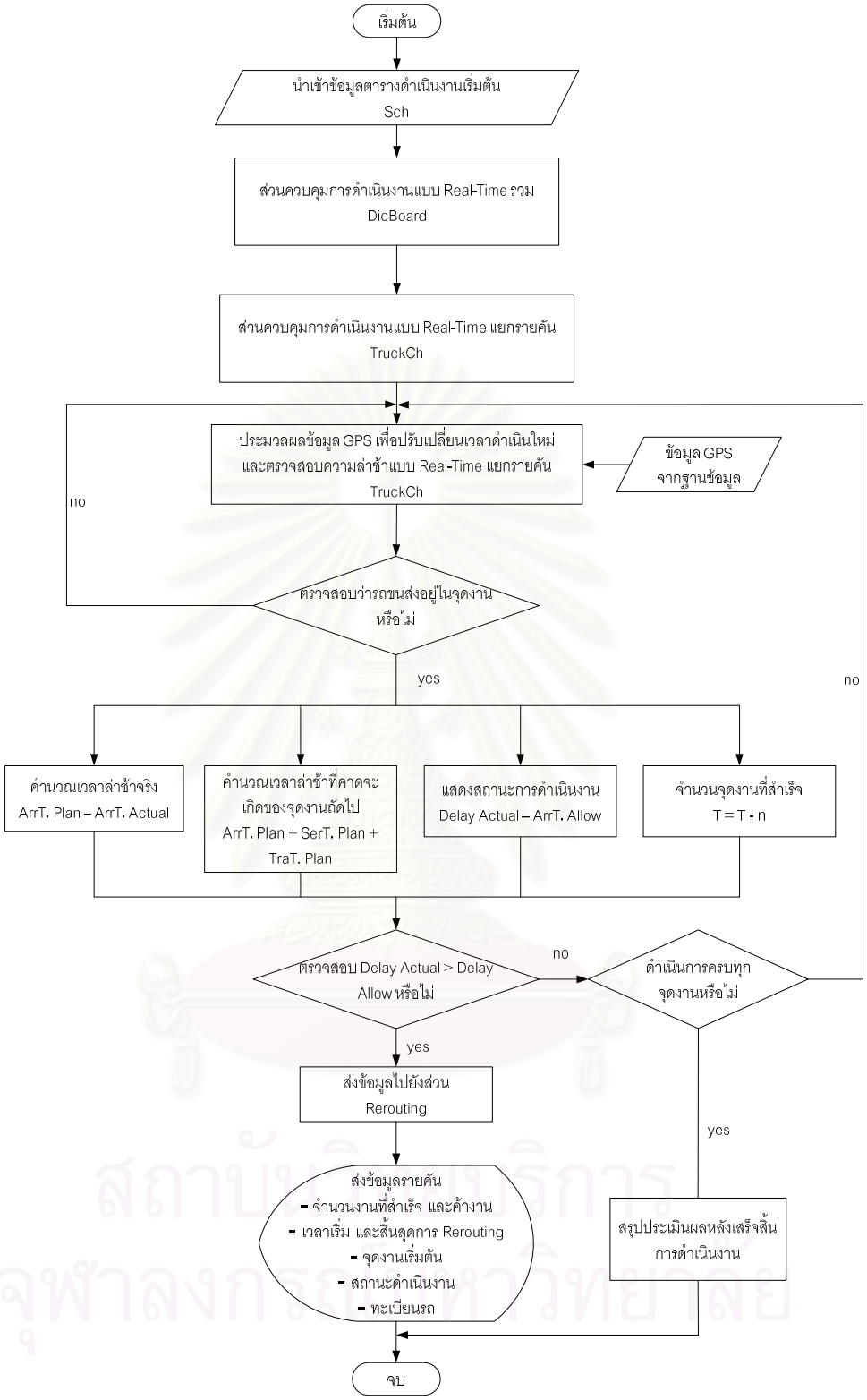
$P^{dist}_{i,\hat{k}_{i+1}}$ = ระยะทางระหว่างจุดงาน ของรถขนส่งคันที่ i ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$R^{dist}_i(\bar{\tau})$ = ระยะทางที่ส่งข้อมูลจากระบบ GPS ของรถขนส่งคันที่ i ณ เวลาปัจจุบัน ที่ $\bar{\tau}$

$T^{E}{}_{i,\hat{k}_{i+1}}(\bar{\tau})$ = จำนวนเวลาก่อนเข้าจุดงานล่วงหน้า ของรถขนส่งคันที่ i ณ เวลาปัจจุบัน $\bar{\tau}$

ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้าแสดงในรูปที่ 4.17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้า

การปรับเปลี่ยนตารางดำเนินงาน และการตรวจสอบความล่าช้าโดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะแยกการควบคุมออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนควบคุมรวม และส่วนควบคุมแยกรายคัน

- ส่วนควบคุมรวมทั้งกองรถขนส่ง (DisBoard) ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของรถขนส่งทั้งหมดโดยรับข้อมูลจากตารางดำเนินเริ่มต้น และข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูลแยกรายคัน ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบด้วย หมายเลขรถขนส่ง จำนวนจุดงานทั้งหมด จำนวนจุดงานที่เข้าบริการเสร็จ เวลาเริ่มงาน เวลาเริ่ม Tracking เวลาปัจจุบัน สถานการณ์ทำงาน และเวลาล่าช้ารวม

- ส่วนควบคุมแยกรายคัน (TruckCh) ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานและส่งข้อมูลไปยังส่วนควบคุมรวม และส่วนการปรับปรุงเส้นทาง (Rerouting) ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบด้วย จุดงานต้นทาง จุดงานปลายทาง เวลาดำเนินงานที่จุดงาน ระยะทางระหว่างจุดงาน เวลาเดินทางระหว่างจุดงาน เวลาเข้าถึงจุดงานจากตารางเริ่มต้น เวลาเข้าถึงจุดงานจริงจาก GPS จำนวนเวลาที่คาดว่าจะล่าช้า เวลาล่าช้าที่ยอมรับได้ เวลาล่าช้าจริง สถานการณ์ทำงาน ปริมาตรสินค้า

การดำเนินงานถ้าเกิดความล่าช้าขึ้น ระบบจะดำเนินการส่งข้อมูลทั้งในส่วนของรถขนส่งคันที่ล่าช้าและรถขนส่งคันที่ทำงานปกติไปยังส่วนปรับปรุงเส้นทาง ซึ่งรายละเอียดการปรับปรุงเส้นทางจะกล่าวถึงในส่วนถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.4 การปรับเปลี่ยนเส้นทาง

การปรับเปลี่ยนเส้นทางจากตารางเริ่มต้นที่ดำเนินงานไปแล้วเป็นลักษณะการดำเนินงานเชิงการปรับปรุง (Improvement) เป็นการค้นหาคำตอบที่จัดอยู่ในประเภทของการค้นหาคำตอบแบบเฉพาะที่ (Local Search) ซึ่งการค้นหาคำตอบในลักษณะนี้ไม่ได้รับประกันว่าคำตอบที่ได้จะต้องเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป แต่ในการค้นหาจะพยายามหาคำตอบที่ดีขึ้นกว่าเดิมโดยพิจารณาจากการงานที่อยู่ข้างเคียง เทคนิควิธีที่เลือกใช้ในครั้งนี้เรียกว่า String Exchange เป็นการปรับปรุงระหว่างเส้นทางด้วยการแลกเปลี่ยนจุดส่งระหว่างรถขนส่งคันที่ล่าช้ากับรถขนส่งคันที่ทำงานปกติ ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

1. ระบบรับข้อมูลจากรถขนส่งทั้งหมดจากนั้นโปรแกรมจะทำการเลือกเส้นทางทั้ง 2 เส้นทางของรถขนส่งคันที่ล่าช้ากับรถขนส่งคันที่ทำงานปกติ และการทดลองปรับปรุงโดยแลกเปลี่ยนจุดงานระหว่างกัน โดยเส้นทางที่เป็นเส้นทางเริ่มต้นของรถคันที่ล่าช้าจะใช้สลับจุดงานแทนด้วย Origin และเส้นทางของคันปกติจะใช้สลับจุดงาน แทนด้วย Destination ตามรูปที่ 4.18

2. คอมพิวเตอร์เริ่มต้นด้วยการย้ายจุดส่งจากเส้นทาง Origin ไปยังเส้นทาง Destination ขณะที่จุดส่งในเส้นทาง Destination ก็จะถูกย้ายมาอยู่ในเส้นทาง Origin เช่นกัน หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นด้วยสมการ (4-8) ตรวจสอบข้อจำกัดเกี่ยวกับความสามารถบรรทุกของรถ และระยะทางที่เพิ่มขึ้นที่ยอมรับได้ หากไม่มีการขัดแย้งกับข้อจำกัด ก็ให้เก็บชุดคำตอบดังกล่าวไว้ใน List บันทึกเวลาล่าช้าที่คำนวณ ลำดับการส่งและจุดงาน

3. ทดลองเปลี่ยนจุดงานของ Origin และ Destination เป็นค่าใหม่และกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 จนครบทุกจุดงาน

4. ตรวจสอบหาการแลกจุดส่งที่ทำให้เกิดเวลาล่าช้าน้อยที่สุด และนำไปใช้เป็นชุดคำตอบสำหรับการดำเนินงานที่ (4-8)

$$D = \left|EO_{O_X O_Y O_Z} - EO_{O_X D_Y O_Z}\right| + \left|ED_{D_X D_Y D_Z} - ED_{D_X O_Y D_Z}\right| \qquad (4\text{-}8)$$

ให้

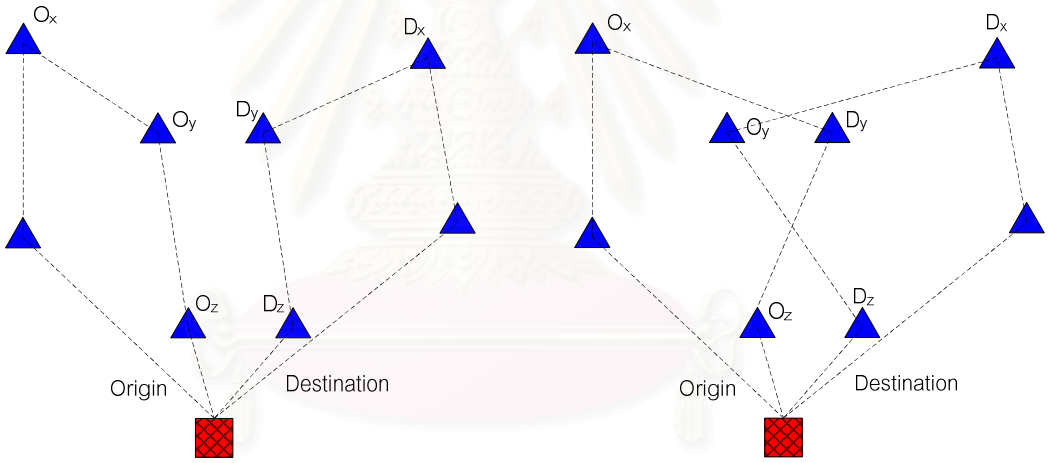
D = เวลาล่าช้าจากการแลกเปลี่ยนจุดงาน

$EO_{O_X O_Y O_Z}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของเส้นทางที่เป็น *origin* เดินทางจาก O_X เข้าจุดงาน O_Y ต่อไปยังจุดงาน O_Z

$EO_{O_X D_Y O_Z}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของเส้นทางที่เป็น *origin* เดินทางจาก O_X เข้าจุดงาน D_Y ต่อไปยังจุดงาน O_Z

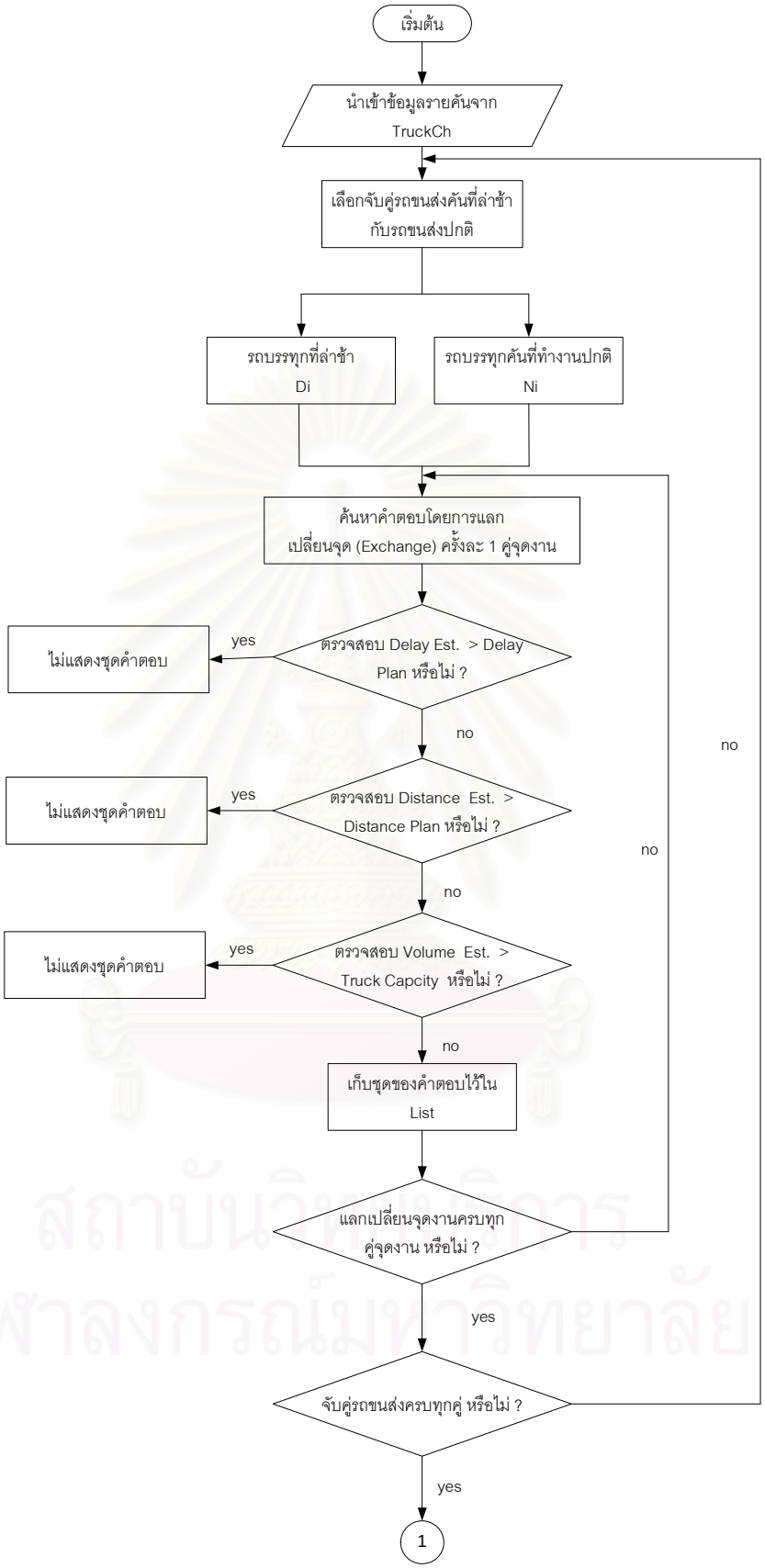
$ED_{D_X D_Y D_Z}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของเส้นทางที่เป็น *destination* เดินทางจาก D_X เข้าจุดงาน D_Y ต่อไปยังจุดงาน D_Z

$ED_{D_X O_Y D_Z}$ = เวลาเข้าถึงจุดงานของเส้นทางที่เป็น *destination* เดินทางจาก D_X เข้าจุดงาน O_Y ต่อไปยังจุดงาน D_Z



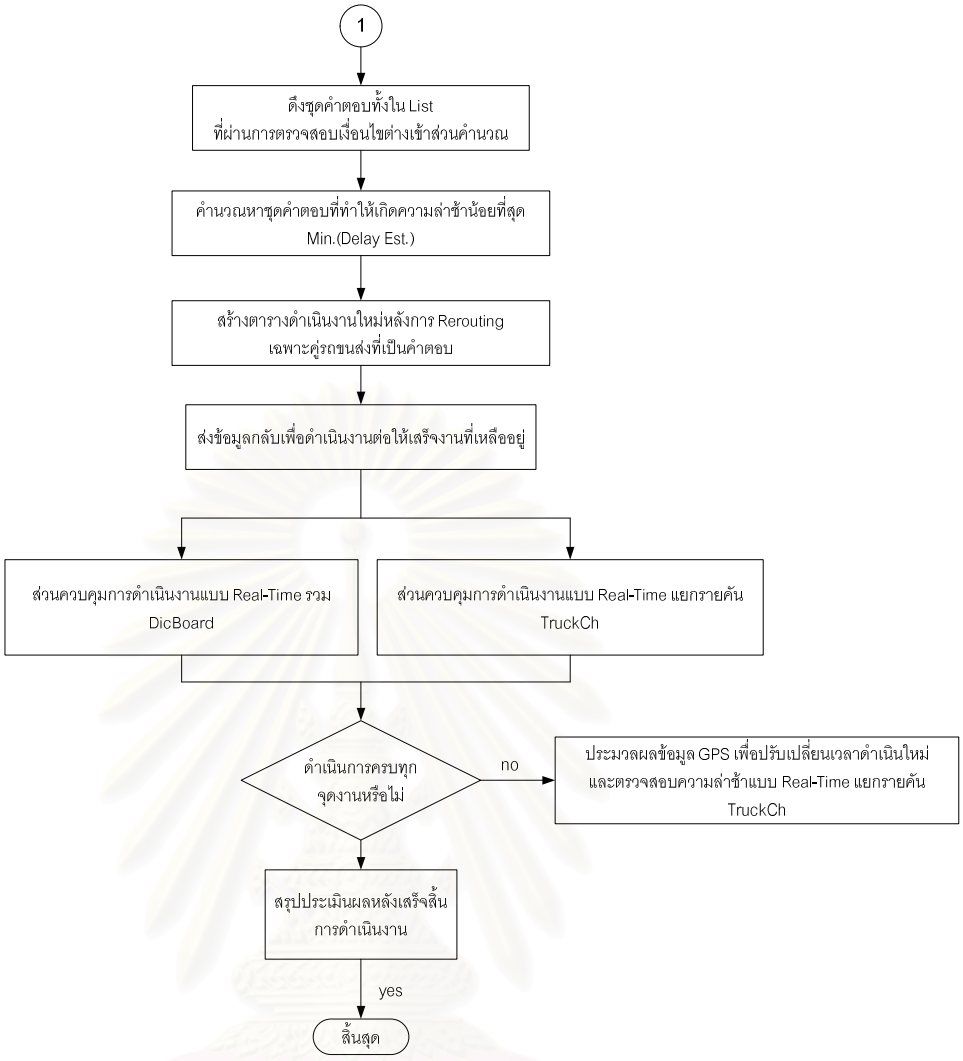
รูปที่ 4.18 การแลกเปลี่ยนจุดส่งของ String Exchange

ขั้นตอนการดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางแสดงในรูปที่ 4.19 และ 4.20



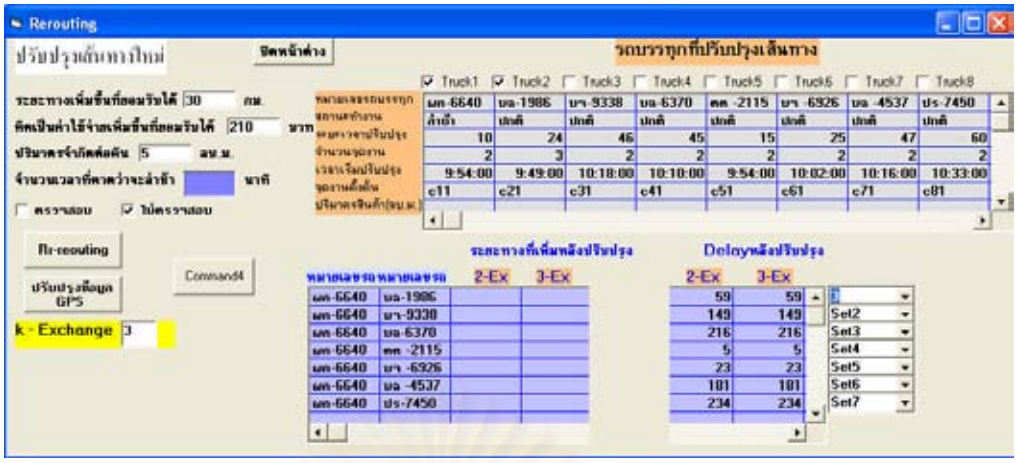
รูปที่ 4.19 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.20 ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (ต่อ)

จากผลการค้นหาคำตอบของระบบโดยการแลกเปลี่ยนจุดงาน ผลดังกล่าวจะใช้เพื่อการดำเนินการต่อโดยการแจ้งข้อมูลไปยังพนักงานขับรถขนส่งคันที่ล่าช้า และรถขนส่งคันที่เข้ามาช่วยแลกเปลี่ยนจุดงาน การดำเนินการทั้งหมดเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบความล่าช้าที่เกิดขึ้น การส่งข้อมูลเพื่อนำไปปรับเปลี่ยนเส้นทาง การค้นหาคำตอบ ไปจนถึงการแจ้งข้อมูลจุดงานที่มีการเปลี่ยนแปลงไปยังพนักงานขับรถ ขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าวต้องจัดการให้แล้วเสร็จก่อนที่รถขนส่งคันที่ล่าช้าจะให้บริการเสร็จ ณ จุดงาน หน้าจอการปรับเปลี่ยนเส้นทางแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 หน้าจอส่วนการปรับเปลี่ยนเส้นทาง

การนำเสนอทั้งหมดที่ผ่านมาเป็นการอธิบายโครงสร้าง ขั้นตอนการดำเนินงาน และหน้าจอโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งาน แต่การนำเสนอในบทถัดไปจะอธิบายถึงรายละเอียดการทดสอบโปรแกรมและการวิเคราะห์ผลจากระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ผล

5.1 การทดสอบส่วนย่อย และการทำงานร่วมกันของโปรมแกรม

การทดสอบส่วนย่อยของโปรแกรมเป็นการทดสอบส่วนย่อย และชุดของหน่วยย่อยต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกัน สำหรับการทดสอบจะทดสอบโมดูลหลักๆ ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นดังนี้

โมดูล Sche ทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากส่วนกำหนดข้อมูลเริ่มต้น และจากระบบฐานข้อมูล เพื่อคำนวณส่วนประกอบของตารางเวลาดำเนินงาน โมดูลนี้จะคำนวณค่าต่างๆ และแสดงผลซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ ตารางดำเนินงานโดยสรุปประกอบด้วยข้อมูลจำนวนจุดงาน เวลาดำเนินงาน เวลาเดินทาง ระยะทาง ปริมาตรสินค้า เวลาเริ่มและสิ้นเสร็จสุดงาน และตารางแสดงข้อมูลโดยละเอียด ประกอบด้วยข้อมูลที่แยกตามรถขนส่ง ประกอบด้วยข้อมูล เวลาดำเนินงานที่จุดงาน เวลาออกจากจุดงาน (Departure time) เวลาเข้าถึงจุดงาน (Arrival time) ระยะทางระหว่างจุดงาน เวลาล่าช้า ปริมาตรบรรทุก ผลที่ได้จากโมดูลในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้งานในโมดูลต่างๆ ต่อไป

โมดูล GPSDat ทำหน้าที่สร้างข้อมูล GPS จำลองเพื่อใช้ในการทดสอบระบบ ซึ่งการสร้างข้อมูล GPS จะใช้ข้อมูลเริ่มต้นจากโมดูล Sche เป็นส่วนประกอบในการสร้างข้อมูล โมดูลนี้จะสร้างความเร็วของรถขนส่งเพื่อคำนวณระยะทางที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง การส่งข้อมูล (Tracking) ระยะทางและเวลาจะมีระยะห่างของเวลาอยู่ครั้งละ 2 นาที

โมดูล DisBoard ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตารางเริ่มต้นของรถขนส่งแต่ละคัน และจัดการลำดับในการเริ่มอ่านข้อมูล GPS เข้าจากระบบฐานข้อมูล และโมดูลนี้ยังทำหน้าที่ในการเชื่อมหรือเป็นโมดูลส่วนกลางสำหรับเชื่อมระหว่างโมดูล Sche โมดูลTruckch โมดูล Rerouting โมดูล GPSDat และแสดงข้อมูลเชิงสรุปของรถขนส่งแต่ละคัน

โมดูล Truckch จะรับข้อมูลจากตารางเริ่มต้น โดยแยกเป็นรายคัน และดึงข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูลมาคำนวณและแสดงผลแบบแยกรายคัน และทำหน้าที่ส่งข้อมูลทั้ง

ข้อมูลในรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งดำเนินงานปกติไปยังและภายใต้รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งที่ล่าช้าไปยังโมดูล Reroute และโมดูล DisBoard

โมดูล Rerouting จะทำหน้าที่จัดการความล่าช้าที่เกิดขึ้น โดยการแลกเปลี่ยนจุดงานระหว่างรถขนส่งคันที่ล่าช้า กับรถขนส่งคันที่ดำเนินงานปกติ ข้อมูลที่ใช้คำนวณมาจากการส่งข้อมูลจากโมดูล Truckch ร่วมกับข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล และมีการตรวจสอบเงื่อนไขระยะทาง ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการแลกเปลี่ยนจุดงาน และปริมาตรสินค้าบนรถขนส่ง

การดำเนินการตรวจสอบโมดูลหลักต่างๆ ของโปรแกรมจะมีรายละเอียดและวิธีการดังแสดงในตารางที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 วิธีการทดสอบความถูกต้องโมดูลหลักของโปรแกรม

โมดูลหลัก	ข้อมูลนำเข้า	วิธีการทดสอบความถูกต้อง
Sche	เวลาเริ่มงาน ลำดับจุดงาน ระยะทางระหว่างจุดงาน เวลาเดินทางระหว่างจุดงาน เวลาดำเนินงานที่จุดงาน ปริมาตรสินค้า	ตรวจสอบความถูกต้องของตารางเริ่มต้น - เวลาดำเนินงานที่จุดงาน - เวลาออกจากจุดงาน (Departure Time) - เวลาเข้าถึงจุดงาน (Arrival Time) - เวลาเริ่มและสิ้นสุดงาน - ผลรวมระยะทาง เวลาเดินทาง
DicBoard	ตารางเริ่มต้น	ตรวจสอบความถูกต้องของตารางเริ่มต้น ตรวจสอบลำดับการเริ่มอ่านข้อมูล GPS จากระบบฐานข้อมูล
GPSDat	ระยะทางระหว่างจุดงาน ลำดับจุดงาน ความเร็วรถขนส่ง	ตรวจสอบความถูกต้องของค่าจากโมดูล - ความเร็วรถขนส่ง (RR_Speed) - ระยะทางสะสม (RR_Distance) - ความต่อเนื่องเวลาส่งข้อมูล (R_Time) - สถานะของรถขนส่ง (Nocheck)
TruckCh	ตารางเริ่มต้น ข้อมูล GPS จากโมดูล GPSDat	ตรวจสอบสถานะรถขนส่ง - เวลาเข้าถึงจุดงานแบบทันเวลา - จำนวนเวลาที่คาดว่าจะล่าช้า - จำนวนเวลาที่ล่าช้าจริง - การส่งข้อมูลสถานะล่าช้า - การส่งข้อมูลสถานะปกติ
Rerouting	ข้อมูลจากโมดูล TruckCh	ตรวจสอบข้อมูลนำเข้า - ข้อมูลรถขนส่งคันที่ล่าช้า - ข้อมูลรถขนส่งคันที่ปกติ ตรวจสอบเงื่อนไขหลังปรับเปลี่ยนเส้นทาง - ระยะทางที่เพิ่มขึ้น - ปริมาตรสินค้าที่เพิ่มขึ้น

จากการทดสอบในส่วนนี้ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของโปรแกรม รวมถึงความถูกต้องของข้อมูลที่ถูกส่งต่อจากโมดูลเริ่มต้นไปยังโมดูลถัดไป และการทดสอบในส่วนนี้ยังช่วยให้ทราบถึงข้อผิดพลาดในรายละเอียดของโปแกรม ทำให้สามารถดำเนินการปรับปรุงแก้ไขได้อย่างมีระบบ

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการทำงาน ผลที่ได้รับจากการประมวลผล และผลกระทบจากระบบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งเพื่อการทดสอบ

การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งสำหรับใช้ในการทดสอบระบบเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นว่าสามารถรองรับการดำเนินงานได้ในระดับได้ วัตถุประสงค์ในการทดสอบมีดังนี้

- เพื่อเปรียบเทียบเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินแบบปกติ (Off-Line) กับแบบใช้ระบบช่วยงานแบบทันเวลา (Real – Time)
- เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนเส้นทาง
- เพื่อทดสอบรูปแบบการจัดการกองรถที่สอดคล้องกับโปรแกรมที่พัฒนา

ผลที่ได้รับการประมวลผลของโปรแกรมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นส่วนที่จะอธิบายได้ว่า โปรแกรมที่ทำการพัฒนามาทั้งหมดในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้ประโยชน์อย่างไรต่อผู้ใช้งาน และลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากโปรแกรม รวมไปถึงแนวทางการประยุกต์ใช้ผลที่ได้รับจากโปรแกรม การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลมีดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>เวลาล่าช้าจากการดำเนินงาน</u> เป็นส่วนหลักสำหรับการพัฒนาระบบในครั้งนี้ เวลาล่าช้าที่เกิดจากการดำเนินงานจะทำการเปรียบเทียบเวลาเข้าถึงจุดงานตามตารางดำเนินงานเริ่มต้นกับเวลาเข้าถึงจุดงานจริง ดังนั้นระบบนี้จึงเหมาะสมกับรูปแบบการขนส่งที่ให้ความสำคัญของเวลาเข้าถึงจุดงานเป็นอย่างมาก

<u>ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงหลังปรับเปลี่ยนเส้นทาง</u> หากมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางขนส่งที่ลดลงจะเกิดผลดีกับการดำเนินงาน แต่ถ้าหลังจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางแล้ว ทำให้ระยะทางขนส่งเพิ่มขึ้นสิ่งที่เพิ่มตามมาคือต้นทุนขนส่งที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นผลที่ได้ใน

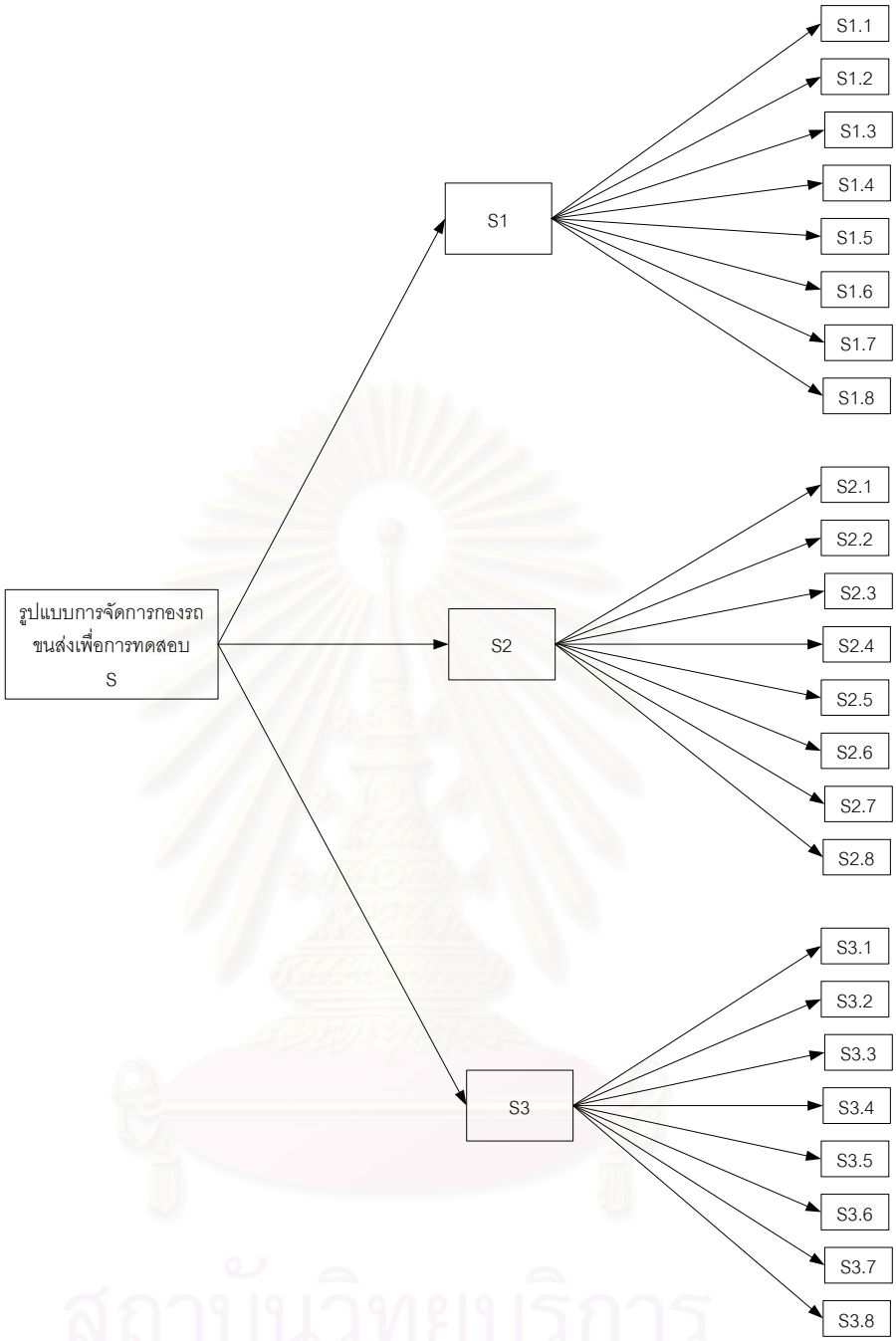
ส่วนนี้จึงเป็นตัวช่วยสนับสนุนการตัดสินใจว่าจะดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางตามผลจากระบบหรือไม่

การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งเพื่อเปรียบเทียบเวลาล่าช้าที่เกิดระหว่างการดำเนินแบบปกติ (Off-Line) กับแบบใช้ระบบช่วยงานแบบทันเวลา (Real – Time) และเพื่อทดสอบรูปแบบการจัดการกองรถที่สอดคล้องกับโปรแกรมที่พัฒนา มีรายละเอียดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งหลักเพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการรถขนส่ง

รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งหลัก	รูปแบบการเข้าบริการ	จำนวนจุดงาน	ระยะทางเพิ่มขึ้นจำกัด(กิโลเมตร)	ความสามารถบรรทุก (ลูกบาศก์)
S1	ไม่จัดรูปแบบ	25	50	5
S2	จุดไกลบริการก่อน	25	50	5
S3	จุดใกล้บริการก่อน	25	50	5

การกำหนดรูปแบบการเข้าบริการแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) รูปแบบ S1 คือกำหนดให้รถขนส่งเข้าให้บริการ ณ จุดงานลูกค้าเรียงลำดับแบบไม่กำหนดลำดับก่อนหลัง รูปแบบ S2 คือกำหนดให้รถขนส่งเข้าให้บริการ ณ จุดงานเรียงลำดับจากจุดงานที่ไกลจากศูนย์กลางกระจายสินค้าก่อน และรูปแบบ S3 คือกำหนดให้รถขนส่งเข้าให้บริการ ณ จุดงานเรียงลำดับจุดงานที่ใกล้ศูนย์กลางกระจายสินค้า การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งหลักทั้ง 3 รูปแบบเป็นการกำหนดเพียงรูปแบบการเข้าบริการ จำนวนจุดงาน ระยะทางขนส่งที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง และความสามารถในการบรรทุกเท่านั้น แต่การทดสอบรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งต้องมีการจำลองให้รถขนส่งเกิดความล่าช้าระหว่างเดินทางเพิ่มเติมด้วย ดังนั้นการกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งในส่วนนี้ต้องจำลองรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยเพิ่มเติมอีกเพื่อให้รถขนส่งเกิดความล่าช้าในการเดินทาง ซึ่งมีรูปแบบการจำลองความล่าช้าเพื่อการทดสอบระบบดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งเพื่อทดสอบระบบ

การกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งให้รถขนส่งเกิดการเดินทางล่าช้ามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบได้เข้าสู่ส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Rerouting) เพื่อจัดการเวลาล่าช้าที่เกิดของรถขนส่งแต่ละคัน การทดสอบระบบกำหนดให้รถขนส่งล่าช้าครั้งละ 1 คันเท่านั้นต่อการปล่อยรถขนส่ง 1 รอบการทำงาน การทดสอบในแต่ละรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยจะกำหนดให้รถขนส่งล่าช้ามีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยเพื่อกำหนดให้รถขนส่งล่าช้า

รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อย	รถขนส่งคันที่ล่าช้า	สายส่ง
S1.1/S2.1/S3.1	T1	ธนบุรี
S1.2/S2.2/S3.2	T2	สุขุมวิท
S1.3/S2.3/S3.3	T3	ลาดพร้าว/เสรีไทย
S1.4/S2.4/S3.4	T4	นนทบุรี
S1.5/S2.5/S3.5	T5	เพลินจิต/สยาม
S1.6/S2.6/S3.6	T6	เพลินจิต/สยาม
S1.7/S2.7/S3.7	T7	สมุทรปราการ/บางพลี
S1.8/S2.8/S3.8	T8	สมุทรปราการ/บางพลี

การทดสอบให้รถขนส่งเกิดความล่าช้าในการเดินทางจะถูกกำหนดในส่วนของการสร้างข้อมูล GPS จำลอง โดยการกำหนดความเร็วรถขนส่งแต่ละคันลงในส่วนนี้ซึ่งความเร็วมาตรฐานในระบบฐานข้อมูลเวลาเดินทางคือ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นการกำหนดให้รถขนส่งล่าช้าจึงดำเนินการกำหนดให้ความเร็วน้อยกว่าความเร็วมาตรฐานในระบบฐานข้อมูล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดความเร็วขนส่งให้เกิดความล่าช้าอยู่ที่ 20-25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และกำหนดความเร็วรถขนส่งคันที่เดินทางปกติอยู่ที่ 30-40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และให้สมมุติให้ความเร็วรถขนส่งอยู่ช่วงที่กำหนดนี้ตลอดการเดินทางไปยังจุดงานลูกค้าในแต่ละเส้นทางการกำหนดความเร็วรถขนส่งเพื่อการทดสอบระบบแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การกำหนดความเร็วรถขนส่งเพื่อการทดสอบระบบ

	ความเร็วทดสอบ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)							
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
S1.1/S2.1/S3.1	20-25	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
S1.2/S2.2/S3.2	30-40	20-25	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
S1.3/S2.3/S3.3	30-40	30-40	20-25	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40
S1.4/S2.4/S3.4	30-40	30-40	30-40	20-25	30-40	30-40	30-40	30-40
S1.5/S2.5/S3.5	30-40	30-40	30-40	30-40	20-25	30-40	30-40	30-40
S1.6/S2.6/S3.6	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	20-25	30-40	30-40
S1.7/S2.7/S3.7	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	20-25	30-40
S1.8/S2.8/S3.8	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	20-25

การกำหนดรูปแบบการเกิดความล่าช้าเพื่อการทดสอบได้ถูกกำหนดรูปแบบการดำเนินงานให้หลากหลายเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบการจัดการจัดการกองรถที่เหมาะสม และสอดคล้องกับระบบที่พัฒนาขึ้นให้มากที่สุด

5.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

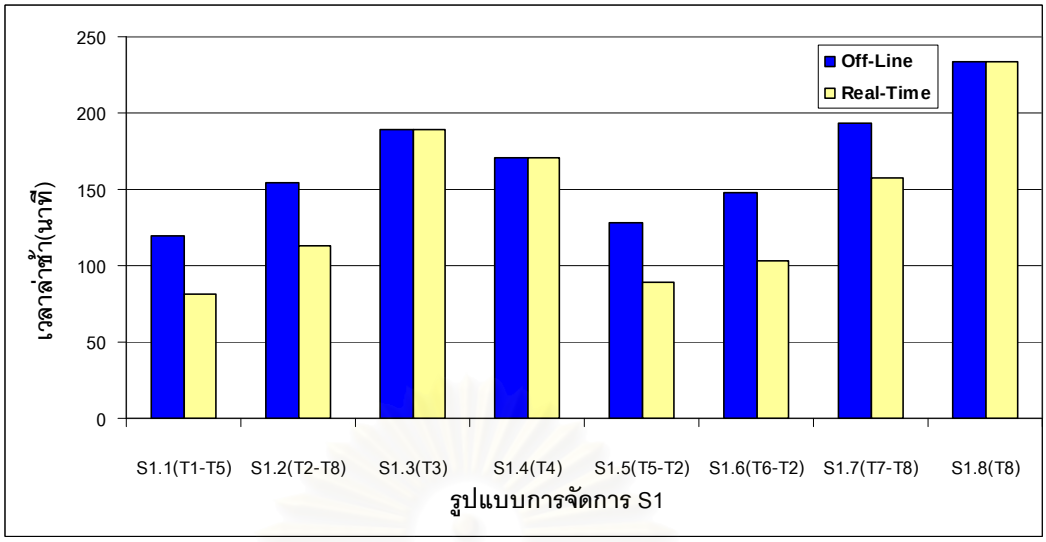
จากการกำหนดรูปแบบการเกิดความล่าช้าเพื่อทดสอบระบบในส่วนที่ผ่านมาข้อมูลต่างๆ ได้ถูกนำเข้าสู่โปรแกรมเพื่อการประมวลผล ซึ่งผลที่ได้ถูกนำมารวบรวมและสรุปให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการทำความเข้าใจ การนำเสนอจะเรียงลำดับตามรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งที่กำหนดไว้ในส่วนที่ผ่านมา ซึ่งทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

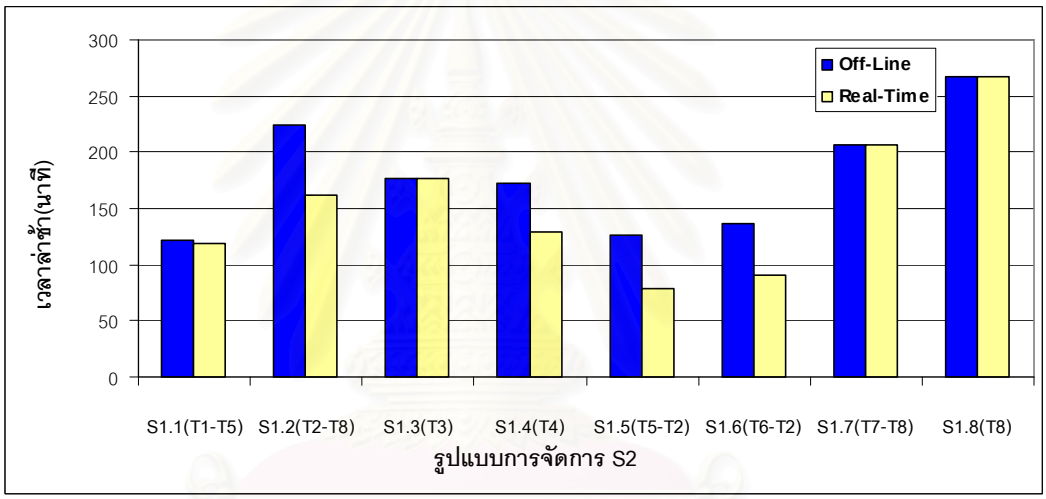
ตารางที่ 5.5 ผลลัพธ์การจัดเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับสถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)

รายละเอียด	รถขนส่งคันที่ล่าช้า	รถขนส่งคันที่ช่วยงาน	เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถ(นาที)		เวลาล่าช้าลดลงร้อยละ
			Off-Line	Real-Time	
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	**รูปแบบการจัดการ S1**				
S1.1	T1 (ธนบุรี)	T5 (เพลินจิต/สยาม)	120	81	32.5
S1.2	T2 (สุขุมวิท)	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	154	113	26.6
S1.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	-	189	189	0.0
S1.4	T4 (นนทบุรี)	-	171	171	0.0
S1.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	T2 (สุขุมวิท)	128	89	30.5
S1.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	T2 (สุขุมวิท)	148	103	30.4
S1.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	194	158	18.6
S1.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	-	234	234	0.0
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	**รูปแบบการจัดการ S2**				
S2.1	T1 (ธนบุรี)	T2 (สุขุมวิท)	122	119	2.5
S2.2	T2 (สุขุมวิท)	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	225	162	28.0
S2.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	-	177	177	0.0
S2.4	T4 (นนทบุรี)	T2 (สุขุมวิท)	173	129	25.4
S2.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	T2 (สุขุมวิท)	126	79	37.3
S2.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	T2 (สุขุมวิท)	136	91	33.1
S2.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	-	206	206	0.0
S2.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	-	267	267	0.0
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	**รูปแบบการจัดการ S3**				
S3.1	T1 (ธนบุรี)	-	91	91	0.0
S3.2	T2 (สุขุมวิท)	-	162	162	0.0
S3.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	-	191	191	0.0
S3.4	T4 (นนทบุรี)	-	138	138	0.0
S3.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	-	119	119	0.0
S3.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	-	144	144	0.0
S3.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	-	192	192	0.0
S3.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	-	234	234	0.0

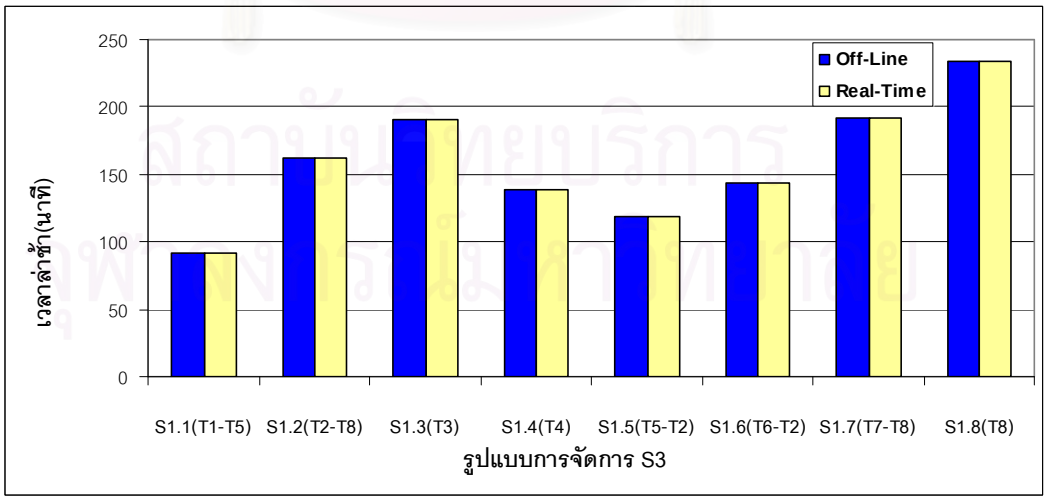
จากตารางที่ 5.5 ผลที่ได้จากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นได้เปรียบเทียบเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time) ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงในรูปที่ 5.2 (ก) (ข) และ (ค)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)

จากผลการทดสอบที่ได้รับจากระบบพบว่า รูปแบบการจัดการกองรถขนส่งที่เกิดการปรับเปลี่ยนเส้นทางได้แก่รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S1 และ S2 ส่วนรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S3 ระบบไม่เกิดความปรับเปลี่ยนเส้นทาง ซึ่งรายละเอียดสรุปตามรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งได้ดังนี้

- **รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง** S1 รถขนส่งคันที่มีการปรับเปลี่ยนเส้นทางทั้งสิ้น 5 คันซึ่งเป็นคันที่ให้บริการในสายส่ง ธนบุรี สุขุมวิท เพลินจิต/สยาม และสมุทรปราการ/บางพลี เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถขนส่งทุกรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยในรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งหลัก S1 เป็น 1,338 นาที หลังจากระบบทำการปรับเปลี่ยนเส้นทางแล้วพบว่าเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถลดลงเหลือ 1,138 นาที ลดลงไป 200 นาที เป็นเวลาล่าช้ารวมที่ลดลงร้อยละ 14.9 ของเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถขนส่ง

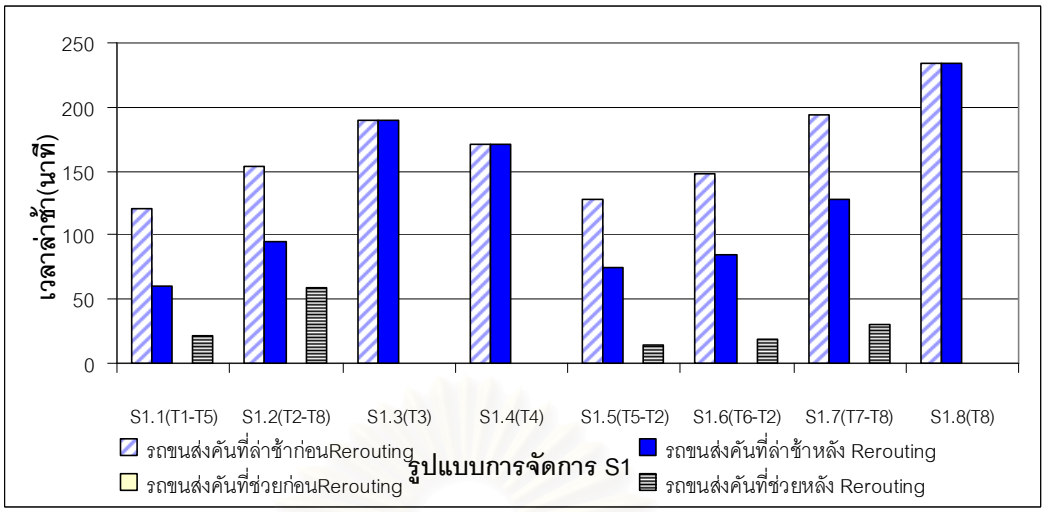
- **รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง** S2 รถขนส่งคันที่มีการปรับเปลี่ยนเส้นทางทั้งสิ้น 5 คันซึ่งเป็นคันที่ให้บริการในสายส่ง ธนบุรี สุขุมวิท เพลินจิต/สยาม ธนบุรี และสมุทรปราการ/บางพลี เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถขนส่งทุกรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยในรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งหลัก S2 เป็น 1,432 นาที หลังจากระบบทำการปรับเปลี่ยนเส้นทางแล้วพบว่าเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถลดลงเหลือ 1,230 นาที ลดลงไป 202 นาที เป็นเวลาล่าช้ารวมที่ลดลงร้อยละ 14.1 ของเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถขนส่ง

- **รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง** S3 ระบบไม่มีการแลกเปลี่ยนจุดงาน เนื่องจากจำนวนจุดงานของรถขนส่งคันที่ดำเนินปกติเหลือจำนวนไม่เพียงพอต่อการแลกเปลี่ยนจุดงานกับรถขนส่งคันที่ล่าช้า และผลการคำนวณแลกเปลี่ยนจุดงานในบางคันรถขนส่งได้ผลเวลาล่าช้าสูงกว่าเวลาล่าช้าที่คาดจะเกิดขึ้น ดังนั้นระบบจึงไม่ดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง

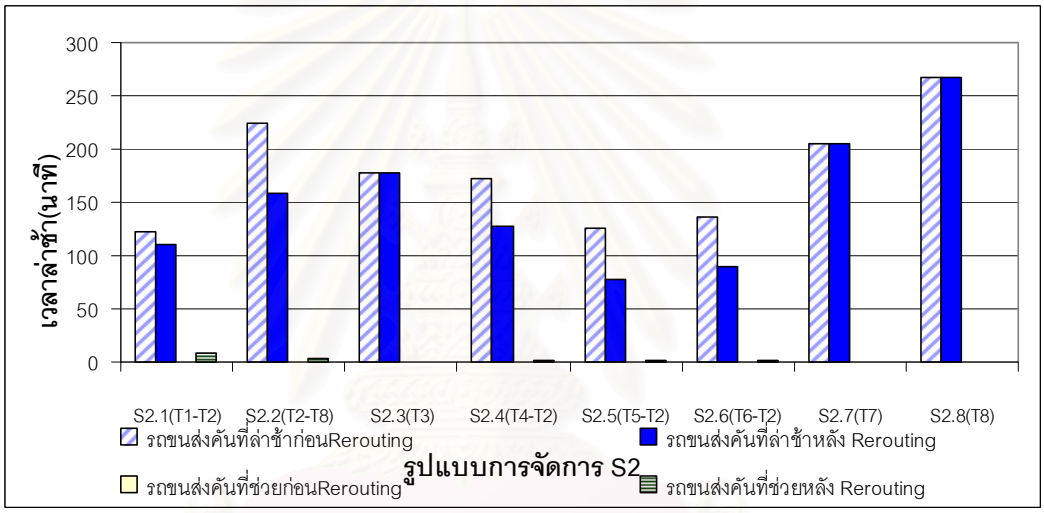
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแลกเปลี่ยนจุดงานเกิดขึ้นกับการทดสอบรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S1 ที่มีการจัดลำดับเข้าบริการที่จุดงานเป็นแบบไม่จัดรูปแบบ (เลือกสุ่ม) S2 ซึ่งมีรูปแบบการจัดลำดับการแบบจุดไกลเข้าบริการ การปรับเปลี่ยนเส้นทางสามารถดำเนินการได้เนื่องจากรถขนส่งคันที่ล่าช้าเข้าบริการจุดแรกและมีการตรวจสอบความล่าช้าเกิดขึ้นและพบความล่าช้า ณ จุดงาน ระบบสามารถดึงข้อมูลจุดงานที่ยังไม่เข้าบริการของรถขนส่งคันอื่นมาดำเนินการประมวลผลได้ เนื่องจากรถขนส่งคันอื่นต้องเข้าให้บริการที่จุดไกลเช่นกัน ดังนั้นการคำนวณจึงยังมีจำนวนจุดงานที่ยังไม่เข้าบริการเหลือมากเพียงพอสำหรับใช้ในการคำนวณแลกเปลี่ยนจุดงานกับรถขนส่งคันที่ล่าช้าได้ แต่รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S3 จัดลำดับจุดงานแบบจุดใกล้เข้าบริการก่อนระบบไม่มีการคำนวณแลกเปลี่ยนจุดงานเกิดขึ้น เนื่องจากจำนวนจุดงานของรถขนส่งคันที่ดำเนินปกติเหลือจำนวนไม่เพียงพอต่อการแลกเปลี่ยนจุดงานกับรถขนส่งคันที่ล่าช้า และผลการวิเคราะห์แลกเปลี่ยนจุดงานในบางคันรถขนส่งได้พบว่าเวลาล่าช้าสูงกว่าเวลาล่าช้าที่คาดจะเกิดขึ้น ดังนั้นระบบจึงไม่ดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง จากการนำเสนอในส่วนที่ผ่านมานั้นเป็นสรุปเปรียบเทียบเวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถขนส่ง แต่การนำเสนอในส่วนถัดเป็นการสรุปเปรียบเทียบเวลาล่าช้าแบบแยกรายคันรถขนส่ง โดยนำเสนอในส่วนของรถขนส่งคันที่ล่าช้า กับรถขนส่งคันที่เข้ามาช่วยงาน ผลดังกล่าวที่ได้แสดงในรูปที่ 5.3 (ก) (ข) และ (ค)

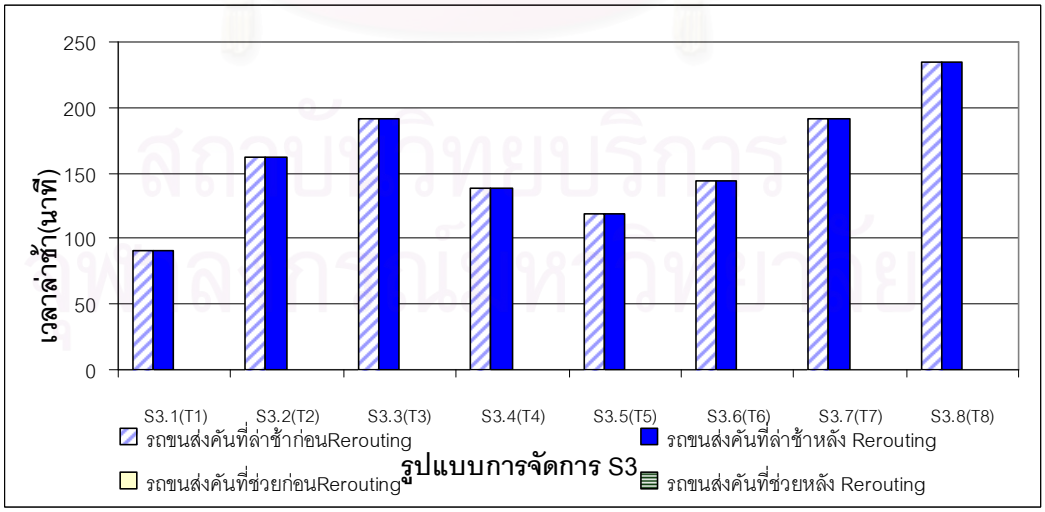
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก)



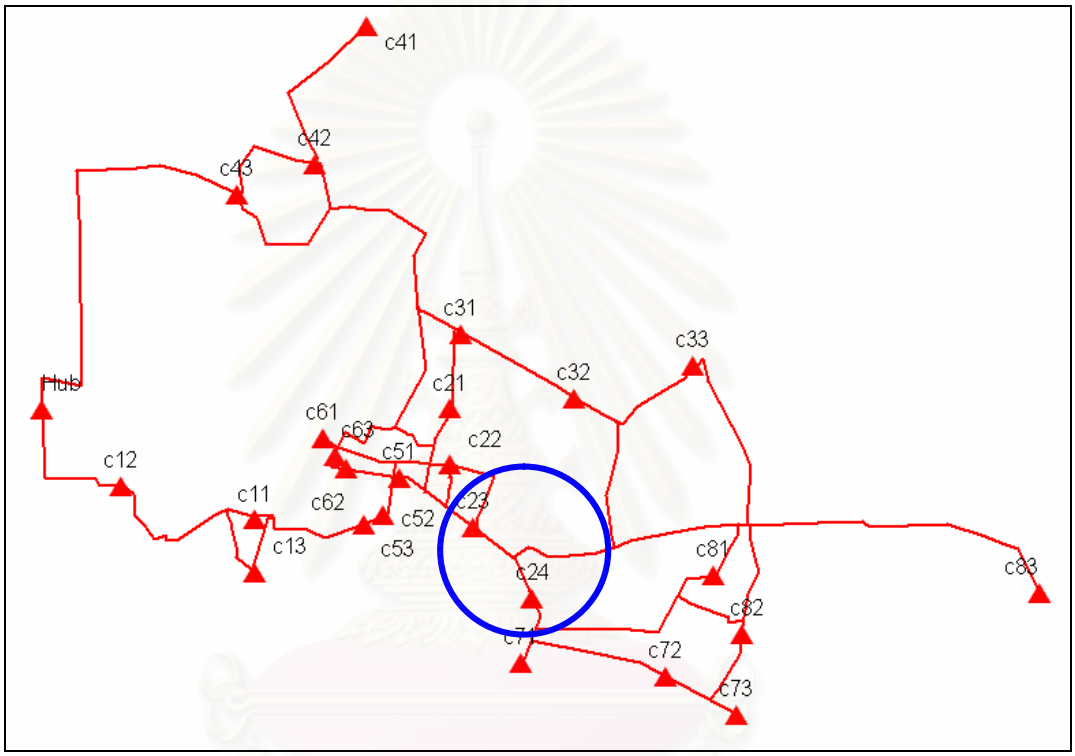
(ข)



(ค)

รูปที่ 5.3 เวลาล่าช้าแยกรายคันรถขนส่งระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินแบบทันเวลา (Real-Time)

จากผลที่ได้รับจากการทดสอบระบบในแต่ละรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งพบว่ารูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S1 และ S2 มีรถขนส่งที่ล่าช้าสามารถใช้ระบบในการปรับเปลี่ยนเส้นทางได้ และรถขนส่งคันที่ถูกเลือกให้เข้ามาช่วยเหลือรถขนส่งคันที่ล่าช้าในการแลกเปลี่ยนจุดงานมากที่สุด ได้รถขนส่งคันที่ให้บริการในเขตสุขุมวิทคือรถคันที่ T2 จุดงานที่ถูกแลกกับรถขนส่งคันที่ล่าช้ามากที่สุดได้แก่จุดงาน C23 และ C24 ซึ่งตำแหน่งในโครงข่ายการศึกษาครั้งนี้ดังแสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ตำแหน่งจุดงานในโครงข่ายที่ถูกเลือกเข้าระบบเพื่อปรับปรุงเส้นทางมากที่สุด

จากการรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งของจุดงานที่ถูกระบบเลือกเพื่อการแลกเปลี่ยนจุดงานให้รถขนส่งคันที่ล่าช้ามากที่สุดมีตำแหน่งอยู่ตรงกลางโครงข่าย ซึ่งระยะทางเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจุดงานในรับผิดชอบของรถขนส่งคันที่ T2 กับศูนย์กลางงานอยู่ที่ 32.1 กิโลเมตร โดยที่ค่าเฉลี่ยระยะทางระหว่างกลุ่มจุดงานในรับผิดชอบกับศูนย์งานของรถขนส่งทั้งหมดอยู่ที่ 33.4 กิโลเมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของรถคันที่ T2 มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยโดยรวม

จากผลสรุปที่ได้สอดคล้องกับหลักการที่ว่า จุดงานที่เหมาะสมสำหรับการแลกเปลี่ยนงานหรือเพื่อการจัดเตรียมสำหรับการช่วยเหลืองานรถขนส่งคันอื่นๆ มากที่สุด ควรเป็น

จุดงานที่กลางโครงข่ายเส้นทางขนส่ง และรถขนส่งทุกๆ คันสามารถผ่านเข้าให้บริการได้สะดวก และมีระยะทางขนส่งที่ไม่ไกลเกินไป ดังนั้นทางบริษัทผู้ประกอบการตัวอย่างควรมีการวิเคราะห์โครงข่ายในภาพรวมเพื่อศึกษาว่าควรมีการดำเนินการเปิดลูกค้าใหม่ หรือทำตลาดเพิ่มเติมให้โครงข่ายขนส่งสมบูรณ์ หรือการเพิ่มจุดงานลูกค้าในส่วนกลางโครงข่ายมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่พัฒนาให้จุดงานมีตำแหน่งที่ตั้งที่สามารถแลกเปลี่ยนจุดงานกันได้มากขึ้น ช่วยให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นตามมาด้วย

จากการปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยการแลกเปลี่ยนจุดงานกันระหว่างรถขนส่งคันที่ล่าช้ากับรถขนส่งคันที่ทำงานปกติ เพื่อให้รถขนส่งคันที่ใกล้จุดงานของคันที่ล่าช้ากว่าเข้าไปรับงานแทนแลกเปลี่ยนกัน ผลกระทบที่ตามมาจากส่วนนี้คือระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปจากตารางดำเนินงานเริ่มต้น การเปรียบเทียบระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงแยกรายคันรถขนส่งระหว่างสถานะแบบปกติ (Off-Line) กับ สถานะดำเนินงานแบบทันเวลา (Real-Time) เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเส้นทาง ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.6

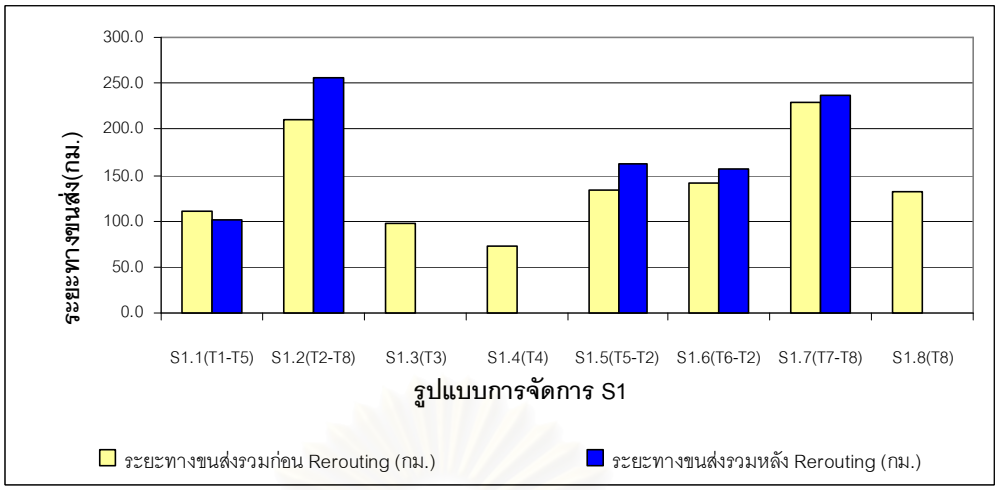
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงแยกรายคันรถขนส่งหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง

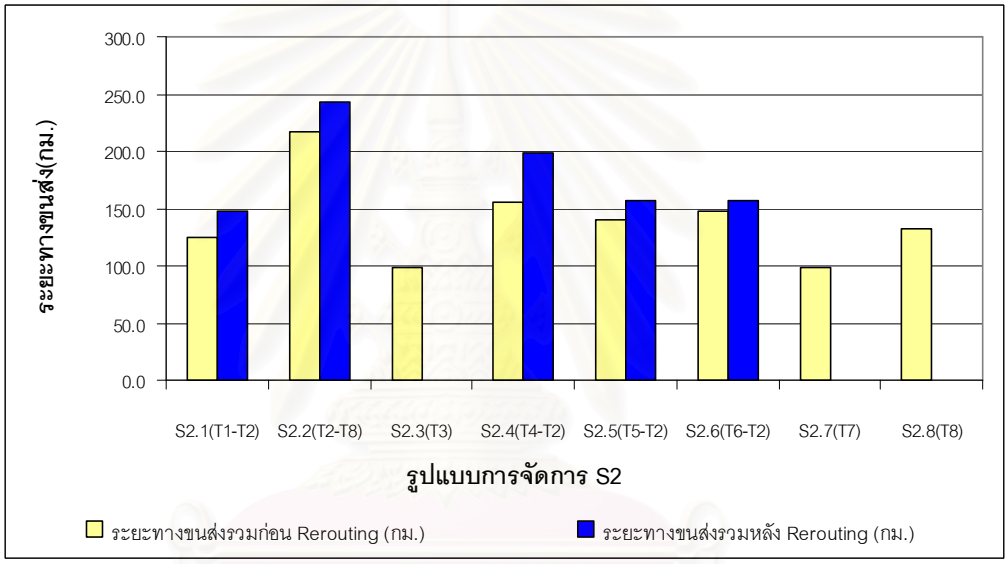
รายละเอียด	รถขนส่งคันที่ล่าช้า	ระยะทางขนส่ง(กม.) ก่อนการ Rerouting	ระยะทางขนส่ง(กม.) หลังการ Rerouting	รถขนส่งคันที่ช่วย	ระยะทางขนส่ง(กม.) ก่อนการ Rerouting	ระยะทางขนส่ง(กม.) หลังการ Rerouting	ระยะทางรวมเปลี่ยนแปลง(กม.)	ระยะทางรวมเปลี่ยนแปลง ร้อยละ(%)
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	รูปแบบการจัดการหลัก S1							
S1.1	T1 (ธนบุรี)	56.0	48.6	T5 (เพลินจิต/สยาม)	55.0	53.0	-9.4	-8.5
S1.2	T2 (สุขุมวิท)	79.0	109.0	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	148.0	46.0	21.8
S1.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	98.0	98.0	-	-	-	0.0	-
S1.4	T4 (นนทบุรี)	72.0	72.0	-	-	-	0.0	-
S1.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	55.0	98.0	T2 (สุขุมวิท)	79.0	63.9	27.9	20.8
S1.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	62.0	78.6	T2 (สุขุมวิท)	79.0	78.1	15.7	11.1
S1.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	98.0	132.2	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	104.9	7.1	3.1
S1.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	132.0	-	-	-	0.0	-
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	รูปแบบการจัดการหลัก S2							
S2.1	T1 (ธนบุรี)	39.0	67.7	T2 (สุขุมวิท)	85.0	80.0	23.7	19.1
S2.2	T2 (สุขุมวิท)	85.0	113.2	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	130.3	26.5	12.2
S2.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	98.0	98.0	-	-	-	0.0	-
S2.4	T4 (นนทบุรี)	71.0	104.5	T2 (สุขุมวิท)	85.0	94.2	42.7	27.4
S2.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	55.0	75.6	T2 (สุขุมวิท)	85.0	81.7	17.3	12.4
S2.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	62.0	71.5	T2 (สุขุมวิท)	85.0	85.9	10.4	7.1
S2.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	98.0	98.0	-	-	-	0.0	-
S2.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	132.0	-	-	-	0.0	-
รูปแบบการจำลองความล่าช้า	รูปแบบการจัดการหลัก S3							
S3.1	T1 (ธนบุรี)	39.0	39.0	-	-	-	0.0	-
S3.2	T2 (สุขุมวิท)	85.0	85.0	-	-	-	0.0	-
S3.3	T3 (ลาดพร้าว/เสรีไทย)	98.0	98.0	-	-	-	0.0	-
S3.4	T4 (นนทบุรี)	71.0	71.0	-	-	-	0.0	-
S3.5	T5 (เพลินจิต/สยาม)	55.0	55.0	-	-	-	0.0	-
S3.6	T6 (เพลินจิต/สยาม)	62.0	62.0	-	-	-	0.0	-
S3.7	T7 (สมุทรปราการ/บางพลี)	98.0	98.0	-	-	-	0.0	-
S3.8	T8 (สมุทรปราการ/บางพลี)	132.0	132.0	-	-	-	0.0	-

จากตารางที่ 5.6 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระบบดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางส่งผลให้ระยะทางขนส่งเปลี่ยนแปลงในลักษณะเพิ่มขึ้นเกือบทุกๆ ครั้งในการแลกเปลี่ยนทุกงาน การเปรียบเทียบระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงรวมกันระหว่างรถขนส่งคันที่ล่าช้ากับรถขนส่งคันที่ดำเนินงานปกติได้แสดงในรูปที่ 5.5 (ก) (ข) และ (ค)

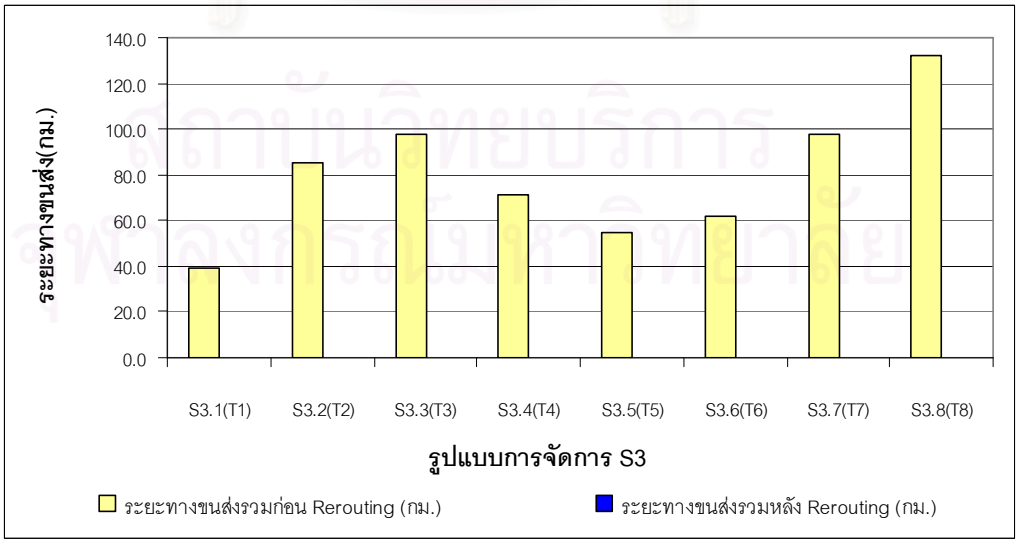
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.5 ระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Rerouting)

จากผลที่ได้รับจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางทำให้ระยะทางขนส่งเพิ่มขึ้นจากเดิมดังนี้ รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S1 มีระยะทางขนส่งรวมทุกรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 87.3 กิโลเมตร รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S2 มีระยะทางขนส่งรวมทุกรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งย่อยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 120.6 กิโลเมตร และรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S3 ระบบไม่มีการประมวลผลเพื่อการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง และจากระยะทางขนส่งที่เพิ่มขึ้นการวิเคราะห์ดังกล่าวยังสามารถวิเคราะห์ด้านของต้นทุนขนส่งที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากระยะทางที่เพิ่มขึ้นได้ จากการสำรวจข้อมูลเจ้าหน้าฝ่ายบริหารศูนย์กลางกระจายสินค้าของบริษัทผู้ประกอบการขนส่งตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีรายละเอียดการคำนวณต้นทุนค่าขนส่งดังแสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 การคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรถปิคอัพ และรถ 4 ล้อกลาง

	หน่วย	ประเภทรถ	
		ปิคอัพ	4 ล้อ กลาง
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	ก.ม./ลิตร	8	8
ราคาน้ำมัน	บาท/ลิตร	24	24
ค่าน้ำมัน	บาท/เที่ยว	3.0	3.0
ค่าบำรุงรักษา ค่ายาง อื่นๆ	บาทต่อก.ม.	1.0	1.0
ต้นทุนผันแปรจากค่าน้ำมัน และค่าบำรุงรักษา	บาท/ก.ม.	4.0	4.0
ต้นทุนคงที่จากค่าบริหารสำนักงาน และค่าแรงงาน	บาท/ก.ม.	3.0	3.0
รวมต้นทุนขนส่งทั้งหมด	บาท/ก.ม.	7.0	7.0

จากการวิเคราะห์ต้นทุนขนส่งต่อระยะทางพบว่าต้นทุนขนส่งทั้งหมดเท่ากับ 7 บาทต่อกิโลเมตร แบ่งเป็นต้นทุนผันแปรจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษาเท่ากับ 4 บาทต่อกิโลเมตร และต้นทุนคงที่จากกค่าบริหารสำนักงาน และค่าแรงงานเท่ากับ 3 บาทต่อกิโลเมตรและจากระยะทางขนส่งที่เปลี่ยนแปลงหลังการปรับเปลี่ยนเส้นทางของรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S1 มีระยะทางเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อคันเท่ากับ 8.73 กิโลเมตรคิดเป็น 61.11 บาทต่อคัน และรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S2 มีระยะทางเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อคันเท่ากับ 12.06 กิโลเมตรคิดเป็น 84.42 บาทต่อคัน และรูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง S3 ไม่มีการรับเปลี่ยนเส้นทาง

การหาเวลาประมวลผล (Run-Time) ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะนำเสนอผลในส่วนของการคำนวณหาชุดคำตอบส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทาง (Rerouting) ซึ่งจากการ

ทดสอบระบบในส่วนที่ผ่านมาข้างต้นนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพของระบบในการทำงาน โดยการนำเข้าข้อมูลจริงของผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วยจุดงานทั้งสิ้น 25 จุดงานและรถขนส่งจำนวน 8 คัน การคำนวณค้นหาชุดคำตอบในส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทางของแต่ละรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งนั้น ใช้เวลาประมวลผลประมาณ 10 วินาที ซึ่งเป็นการคำนวณค้นหาจำนวนชุดคำตอบครั้งละ 66 ชุดคำตอบ และถ้าจำนวนชุดคำตอบในการค้นหามากขึ้น ก็จะใช้เวลาในการคำนวณค้นหาคำตอบมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการเพิ่มจำนวนข้อมูลนำเข้าเพื่อทดสอบหาเวลาประมวลผลคำตอบ เนื่องจากติดข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพราะการสร้างโปรแกรมในส่วนของการปรับเปลี่ยนเส้นทางได้สร้างเชื่อมไว้กับส่วนของการสร้างข้อมูล GPS จำลองซึ่งการสร้างข้อมูลจำลองได้จำกัดจำนวนของรถขนส่ง และจำนวนจุดงานไว้ตามข้อมูลจริงเท่านั้น

จากผลการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นได้ข้อสรุปว่า ระบบมีความสามารถในการลดเวลาล่าช้าที่เกิดในบางรูปแบบการจัดการจัดการกองรถขนส่งเท่านั้น การจัดการกองรถขนส่งที่เหมาะสมทำให้ระบบสามารถลดเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นได้ในระดับหนึ่ง และทำให้ระยะทางขนส่งเพิ่มขึ้นในระดับที่ไม่สูงมาก ดังนั้นการพิจารณาถึงผลที่ได้รับจากระบบนั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นหลัก เพราะระบบจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเท่านั้น ในบางครั้งการทำงานอาจให้ความสำคัญกับเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางตามผลจากระบบ ซึ่งอาจทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มจากการเพิ่มระยะทางขนส่ง หรือบางครั้งไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนงานเนื่องจากเวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นไม่มีผลกระทบการดำเนินงานรวม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการความล่าช้าที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานขนส่งสินค้าโดยใช้ข้อมูลจากระบบ GPS เพื่อช่วยให้รถขนส่งที่เกิดความล่าช้าลดจำนวนเวลาลง และระบบที่พัฒนาขึ้นจะในการให้บริการขนส่งสินค้าในส่วนของการรับสินค้าขาเข้า (Inbound) กลับเข้ามายังศูนย์กลางกระจายสินค้า

6.1 บทสรุป

การทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในที่นี้รวมไปถึงการศึกษาถึงรูปแบบการให้บริการระบบ GPS จากผู้ประกอบการด้านการให้บริการ และการใช้งานระบบ GPS จากผู้ประกอบการขนส่งภายในประเทศ เพื่อให้ทราบถึงความก้าวหน้าและวิวัฒนาการที่ทันสมัยและรูปแบบการให้บริการที่ยังไม่ครอบคุม ในประเทศไทยสามารถสรุปและจัดหมวดหมู่การใช้งานระบบออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) การแสดงตำแหน่งยานพาหนะและเส้นทางบนแผนที่ (2) การแสดงผลการใช้ยานพาหนะ และ (3) การนำเสนอรายงานสรุปผลและประเมินประสิทธิภาพการทำงาน จากการศึกษาทบทวนการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถในประเทศไทย พบว่าลักษณะการใช้ข้อมูลเป็นแบบนำเสนอผลที่ได้รับจากระบบโดยตรง ไม่ได้มีการนำข้อมูลมาใช้ในเชิงวิเคราะห์ และอุปกรณ์ในระบบ GPS ซึ่งรวมถึง โปรแกรมที่ใช้รองรับการใช้งานจะมีลักษณะการทำงานที่เป็นระบบปิดหมายถึงผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าไปแก้ไขหรือปรับปรุงอุปกรณ์ได้โดยตรง ซึ่งหน้าที่การแก้ไขหรือปรับปรุงเป็นของผู้ให้บริการระบบเท่านั้น

การทบทวนศึกษางานวิจัยที่มีการประยุกต์ทฤษฎีแนวคิดเพื่อใช้ประกอบการพัฒนาระบบการใช้ข้อมูล GPS ในการจัดการกองรถสามารถสรุปได้เป็น 3 แนวคิดหลัก ได้แก่ การปรับเปลี่ยนตารางเวลาใหม่แบบทันเวลา การจัดการกองรถในลักษณะพลวัตแบบทันเวลา และการปรับเปลี่ยนเส้นทางเดินรถ ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาระบบครั้งนี้ คือ การค้นหาคำตอบแบบเฉพาะที่ (Local Search) เป็นลักษณะหนึ่งของเทคนิคฮิวริสติกส์ เป็นลักษณะการดำเนินงานเชิงการปรับปรุง (Improvement) โดยเริ่มต้นจาการตารางที่สมบูรณ์ และดำเนินการปรับปรุงให้ดีขึ้น การปรับปรุงด้วยการแลก หรือย้ายจุดส่งระหว่างเส้นทาง (Between-Routes) การปรับปรุงระหว่าง

เส้นทางด้วยการแลกเปลี่ยนจุดส่งระหว่างเส้นทางเรียกว่า String Exchange ซึ่งการพิจารณาเลือกใช้เทคนิควิธีในการปรับเปลี่ยนเส้นทางการขนส่งนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัย ด้านข้อจำกัด ระยะเวลาปรับปรุง และความสอดคล้องกับรูปแบบการให้บริการ

การสำรวจรวบรวมข้อมูลแบ่งกลุ่มการสำรวจออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) ผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS (2) ผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS และ (3) ผู้ประกอบการขนส่งมีลักษณะดำเนินงานสอดคล้องกับขอบเขตการศึกษา การดำเนินการสำรวจจะมีลำดับขั้นตอนเริ่มจากการสำรวจข้อมูลผู้ประกอบการที่ให้บริการระบบ GPS เป็นอันดับแรก ต่อมาจึงทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งที่ใช้บริการระบบ GPS และท้ายสุดเมื่อระบบที่พัฒนาแล้วเสร็จจึงทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งมีลักษณะดำเนินงานสอดคล้องกับระบบที่พัฒนาเพื่อทำการทดสอบระบบเป็นขั้นสุดท้าย การสำรวจข้อมูลสำหรับการศึกษาครั้งนี้พบว่ารูปแบบการใช้ระบบ GPS สำหรับสนับสนุนการขนส่งในปัจจุบันมีข้อจำกัดในด้านการทำวิจัยและพัฒนาระบบ เนื่องจากรูปแบบการใช้งานระบบจำกัดอยู่ที่การใช้งานเชิงติดตามตรวจสอบเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น ดังนั้นการที่จะพัฒนาระบบเพิ่มเติมจึงขาดข้อมูลจริงจากระบบในการวิเคราะห์ การศึกษาครั้งนี้จึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบโปรแกรมในส่วนของการสร้างข้อมูล GPS จำลองขึ้นเพื่อให้ข้อมูลที่ได้สามารถรองรับการศึกษาวิจัยในรูปแบบที่หลากหลายได้ไม่จำกัดต่อไป

การพัฒนาระบบสำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลโดยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่สะดวกในการใช้งานและสามารถพัฒนาการทำงานได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแบ่งส่วนประกอบของระบบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างระบบฐานข้อมูล กระบวนการนำเข้าข้อมูลและกำหนดงานเริ่มต้น และกระบวนการทำงานของระบบ

การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ระบบดำเนินการปรับเปลี่ยนตาราง และตรวจสอบความล่าช้าแบบทันเวลาโดยจะดำเนินงานเมื่อรถบรรทุกอยู่ในจุดงานใดจุดงานหนึ่ง (Stop Mode) เพราะการดำเนินการในส่วนนี้สะดวกต่อการบริหารจัดการโดยเฉพาะในกรณีที่รถขนส่งต้องการปรับเปลี่ยนเส้นทางสามารถดำเนินงานได้ในช่วงเวลานี้ และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงงานทางศูนย์งานจะดำเนินงานส่งข้อมูลไปยังพนักงานขับรถให้ทราบก่อนนำรถออกจากจุดงาน การดำเนินการทั้งหมดเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบความล่าช้าที่เกิดขึ้น การส่งข้อมูลเพื่อนำไปปรับเปลี่ยนเส้นทาง การค้นหาคำตอบ ไปจนถึงการแจ้งข้อมูลจุดงานที่มีการเปลี่ยนแปลงไปยังพนักงานขับรถ ขั้นตอน

การดำเนินการดังกล่าวต้องจัดการให้แล้วเสร็จก่อนที่รถขนส่งคันที่ล่าช้าจะให้บริการเสร็จ ณ จุดงาน

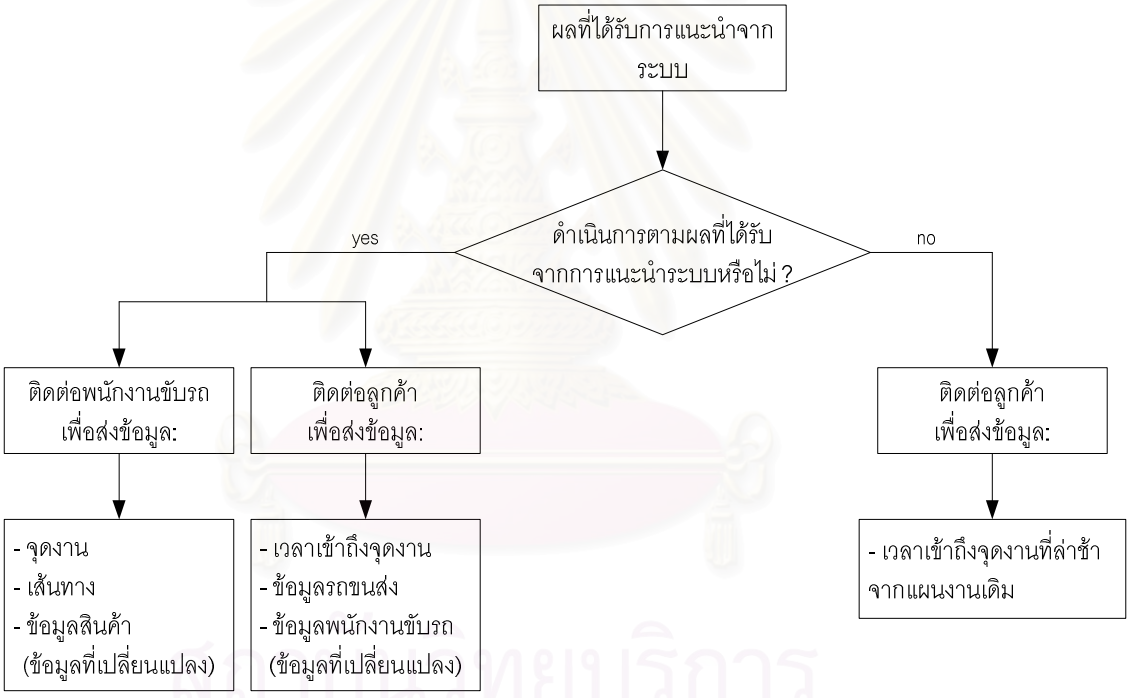
การตรวจสอบและวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ การทดสอบส่วนย่อยและการทำงานร่วมกันของโปรมแกรม และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ การทดสอบส่วนย่อยเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของโมดูลต่างๆ ในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น รวมไปถึงการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งต่อจากส่วนเริ่มต้นไปยังส่วนต่างๆ ของระบบ การทดสอบประสิทธิภาพของระบบกำหนดให้ทดสอบด้วยการกำหนดรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งให้มีความหลากหลายเพื่อให้ทราบว่ารูปแบบการจัดการกองรถขนส่งแบบใดบ้างที่สอดคล้องกับระบบที่พัฒนาขึ้นมากที่สุด ผลสรุปการทดสอบระบบแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สรุปผลการทดสอบระบบ

รูปแบบการจัดการกองรถขนส่ง	เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถก่อนปรับปรุง (นาที)	เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถหลังปรับปรุง (นาที)	เวลาล่าช้ารวมทั้งกองรถลดลง (ร้อยละ)	ระยะทางขนส่งรวมเพิ่มขึ้นหลังปรับปรุง (ร้อยละ)
แบบสุ่ม	1,338	1,138	14.9	7.73
แบบจุดไกลเข้าบริการก่อน	1,432	1,230	14.1	10.84
แบบจุดใกล้เข้าบริการก่อน	ไม่มีการปรับปรุง			

การแลกเปลี่ยนจุดงานจะเกิดขึ้นกับการทดสอบรูปแบบการจัดการกองรถขนส่งที่กำหนดลำดับจุดงานแบบสุ่มและแบบจุดไกลเข้าบริการก่อน ซึ่งระบบสามารถดึงข้อมูลจุดงานที่ยังไม่เข้าบริการของรถขนส่งคันอื่นมาดำเนินการประมวลผลได้ เนื่องจากรถขนส่งคันอื่นต้องเข้าให้บริการที่จุดไกลเช่นกัน ดังนั้นการคำนวณจึงยังมีจำนวนจุดงานที่ยังไม่เข้าบริการเหลือมากเพียงพอสำหรับใช้ในการคำนวณแลกเปลี่ยนจุดงานกับรถขนส่งคันที่ล่าช้าได้ แต่รูปแบบการจัดการกองรถที่กำหนดลำดับจุดงานแบบจุดใกล้เข้าบริการก่อน ไม่มีการแลกเปลี่ยนจุดงานเกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนจุดงานของรถขนส่งคันที่ดำเนินปกติเหลือจำนวนไม่เพียงพอต่อการแลกเปลี่ยนจุดงานกับรถขนส่งคันที่ล่าช้า และผลการคำนวณแลกเปลี่ยนจุดงานในบางคันรถขนส่งได้ผลเวลาล่าช้าสูงกว่าเวลาล่าช้าที่คาดจะเกิดขึ้น ดังนั้นระบบจึงไม่ดำเนินการปรับเปลี่ยนเส้นทางขนส่ง และจากผลที่ได้รับจากการปรับเปลี่ยนเส้นทางทำให้ระยะทางขนส่งเพิ่มขึ้นจากเดิมในระดับหนึ่ง

จากผลแนะนำที่ได้รับจากระบบผู้ใช้งานสามารถนำผลไปใช้งานต่อเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจดำเนินปรับเปลี่ยนงานจากแผนการทำงานเดิม การตัดสินใจดังกล่าวขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ใช้งานเป็นหลัก การตัดสินใจมี 2 แนวทางคือ การตัดสินใจดำเนินการตามคำแนะนำจากระบบซึ่งผู้ใช้งานต้องมีการติดต่อสื่อสารไปยังทั้งพนักงานขับรถขนส่งเพื่อแจ้งข้อมูลจุดงาน เส้นทาง และข้อมูลสินค้าที่เปลี่ยนแปลง รวมถึงต้องแจ้งข้อมูลให้ลูกค้าที่มีการปรับเปลี่ยนงานทราบถึงเวลาเข้าถึงจุดงาน ข้อมูลรถขนส่ง ข้อมูลพนักงานขับอย่างครบถ้วน และการตัดสินใจไม่ดำเนินการตามคำแนะนำจากระบบผู้ใช้งานเพียงติดต่อแจ้งข้อมูลไปยังลูกค้าทราบถึงเวลาเข้าถึงจุดงานที่ล่าช้าไปจากตารางเวลาดำเนินการเดิมเท่านั้น แนวทางการนำผลที่ได้จากระบบไปใช้งานดังแสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แนวทางการใช้ประโยชน์จากผลที่ได้รับการแนะนำจากระบบ

จากการตัดสินใจใช้งานผลที่ได้รับจากระบบผู้ใช้งานระบบมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจดำเนินงานต่อ ดังนั้นการใช้ผลที่ได้รับจากระบบให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องการอบรมและให้ความรู้แก่ผู้ใช้งานที่มีหน้าที่ตัดสินใจดำเนินการต่อในส่วนนี้ โดยเน้นในส่วนของการตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญของลูกค้าแต่ละรายว่าลูกค้ารายใดบ้างที่มีความสำคัญพอที่จะใช้ผลจากระบบเพื่อลด

เวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นแต่สามารถยอมรับในค่าใช้จ่ายการขนส่งที่เพิ่มขึ้นจากระยะทางขนส่งที่เพิ่มขึ้นตามมา จะเห็นได้ว่าการใช้ผลจากระบบในลักษณะนี้เป็นส่วนที่เรียกว่าการสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งความรู้ความสามารถของผู้ใช้งานระบบเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง ดังนั้นการพัฒนาระบบเพื่อช่วยสนับสนุนการดำเนินงานขนส่งในด้านต่างๆ จึงต้องมีการพัฒนาด้านบุคลากรขนส่งไปพร้อมๆ กันเพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นเกิดประโยชน์สูงสุดและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวมได้

6.2 **ข้อเสนอแนะ**

งานวิจัยทางด้านการจัดการกองรถขนส่งโดยใช้ระบบ GPS เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานในอนาคตควรจะพิจารณาในแนวทางต่อไปนี้

1. การพัฒนาระบบควรประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาคำตอบแบบอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบผลของคำตอบที่ได้จากวิธีการต่างๆ เพื่อหาวิธีการที่มีความเหมาะสมกับงานจริงมากที่สุด

2. การพัฒนาระบบในขั้นถัดไปควรพัฒนาให้สามารถรองรับการจัดส่งได้โดยเฉพาะการจัดส่งในรูปแบบที่สามารถเปลี่ยนรถขนส่งเข้าให้บริการแบบทันทีได้ จำพวกการจัดส่งสินค้าประเภทเดียวกันบนรถขนส่ง โดยให้ระบบสามารถแลกเปลี่ยนงานให้รถขนส่งคันทุกๆ ในกองรถสามารถเข้าส่งสินค้าแทนกันได้ และตรวจสอบปริมาณสินค้าบนรถขนส่งว่าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าปลายทางหรือไม่

3. พัฒนาระบบให้สามารถตรวจสอบความล่าช้า และปรับเปลี่ยนเส้นทางได้ขณะที่รถขนส่งอยู่ระหว่างเส้นทางการขนส่ง (Traveling Mode) และสามารถตรวจสอบความล่าช้าของรถขนส่งได้ครั้งละหลายๆคันพร้อมกัน

4. การพัฒนาระบบในขั้นถัดไปควรมีการปรับปรุงระบบให้มีความยืดหยุ่นและสามารถรองรับรูปแบบการดำเนินงานขนส่งในหลายๆ รูปแบบ อาทิเช่น การขนส่งแบบต่อเนื่องและการส่งแบบเที่ยวกลับ เป็นต้น

5. การพัฒนาระบบควรพัฒนาให้ระบบสามารถรองรับปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการขนส่งได้ในหลายๆ รูปแบบ เช่น รองรับการติดขัดของการจราจร รถขนส่งเกิดอุบัติเหตุหรือเสียระหว่างขนส่ง เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ จำลอง ครูอุตสาหะ. Visual basic 6 ฉบับฐานข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ไทยเจริญการพิมพ์, 2542.

เกศินี วิฑูรชาติ. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2542

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. การวิจัยดำเนินงาน เล่ม 1. หนังสือในโครงการส่งเสริมการสร้างตำรา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2541

ภาษาต่างประเทศ

Zito, R. Este, G. and Taylor, M.A.P.1995. Global positioning system in the time domain: how useful a tool for intelligent vehicle-highway system. Transport Research Part C. No.4 : 193-209

Federal Highway Administration. 1997. Commercial vehicle fleet management and information system. U.S. Department of Transportation. Summary of case study interviews.

Prakash, S.S.S. and Kulkarni, M.N. 2003. Fleet management: A GPS-GIS integrated approach.Map India Conference 2003.

Li, R-K., Shyu, Y.-T., and Adiga, S. 1993. Fright A heuristic rescheduling algorithm for computer-based production scheduling systems. International Journal of Production Research . 31: 815-1826.

Davide, G. Massimo, P.and Roberto, S. 2004. A dynamic routing strategy for the real-time management of a fleet of tank trucks. 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics.

Vasileios, Z. George, M. and Ioannis, M. 2005. A dynamic real-time fleet management system for incident handling in city logistics. In the Proceedings of the 61st IEEE Vehicular Technology Conference.

Breedam, A. V.2001. Comparing descent heuristics and metaheuristics for the vehicle routing problem. Computers & Operations Research. 28 (2001) 289}315

Cordone, R. and Calvo, R.W. 2001. A Heuristic for the Vehicle Routing Problem with TimeWindows. Journal of Heuristics. 7: 107–129 (2001)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายละเอียดลูกค้า ระยะทางและเวลาเดินทางระหว่างจุดงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดจุดงานลูกค้า

รหัสลูกค้า	ชื่อลูกค้า	ที่ตั้ง
c11	ลูกค้า11	ถนนเทอดไท
c12	ลูกค้า12	ถนนบางแวก
c13	ลูกค้า13	ถนนรัชดาภิเษก(ฝั่งธนบุรี)
c21	ลูกค้า21	ถนนรัชดาภิเษก
c22	ลูกค้า22	ถนนเพชรบุรี
c23	ลูกค้า23	ถนนสุขุมวิท 40
c24	ลูกค้า24	ถนนสุขุมวิท 101
c31	ลูกค้า31	ถนนลาดพร้าว 40
c32	ลูกค้า32	ถนนลาดพร้าว 122
c33	ลูกค้า33	ถนนเสรีไทย
c41	ลูกค้า41	ถนนแคราย-บรรจบทางหลวง 346
c42	ลูกค้า42	ถนนติวานนท์
c43	ลูกค้า43	ถนนประชาราษฎร์ นนทบุรี
c51	ลูกค้า51	ถนนเพลินจิต
c52	ลูกค้า52	ถนนพระราม 4
c53	ลูกค้า53	ถนนสาธรเหนือ
c61	ลูกค้า61	ถนนพิษณุโลก
c62	ลูกค้า62	ถนนพระราม 1
c63	ลูกค้า63	ถนนพระราม 6
c71	ลูกค้า71	ถนนสุขุมวิท
c72	ลูกค้า72	ถนนบางนา - ตราด
c73	ลูกค้า73	ถนนบางนา - ตราด
c81	ลูกค้า81	ถนนสุขาภิบาล1
c82	ลูกค้า82	ถนนหมายเลข 9 ประเวศ-พระประแดง
c83	ลูกค้า83	ถนนมอเตร์เวย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ระยะทางระหว่างจุดงาน

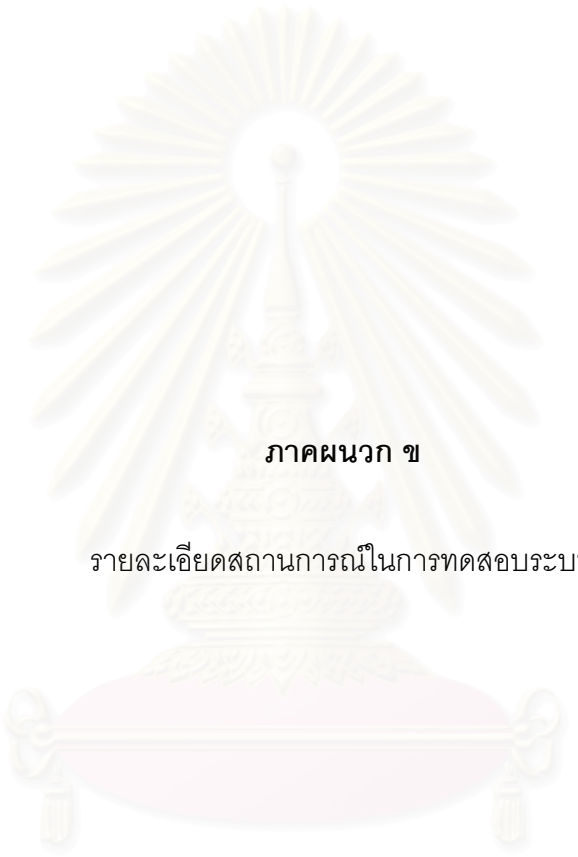
	hu	c11	c12	c13	c21	c22	c23	c24	c31	c32	c33	c41	c42	c43	c51	c52	c53	c61	c62	c63	c71	c72	c73	c81	c82	c83
hu		17.4	6.8	19.4	32.3	30.8	30.5	34.9	36.4	42.6	49.4	35.2	26.9	21.2	27.0	25.0	23.6	30.9	29.0	29.6	38.2	43.8	47.6	46.4	49.6	59.5
c11	17.4		8.8	3.7	15.4	13.3	13.5	18.0	19.5	25.7	32.6	52.4	44.0	38.5	10.1	7.6	6.4	16.5	12.7	14.0	21.2	26.8	30.6	29.5	32.7	39.8
c12	6.8	8.8		10.7	24.2	22.1	22.3	26.8	28.3	34.5	41.4	59.2	50.8	45.3	18.9	16.4	15.2	18.2	15.7	16.9	30.0	35.6	39.4	38.3	41.5	48.8
c13	19.4	3.7	10.7		17.8	14.8	14.2	18.7	21.8	28.0	34.9	54.6	46.3	40.6	9.9	7.4	6.2	20.2	16.4	17.7	22.0	29.7	33.6	33.8	39.5	60.3
c21	32.3	15.4	24.2	17.8		4.2	7.1	11.7	4.0	10.2	6.9	42.2	33.7	28.6	7.9	10.3	11.3	13.2	10.6	11.9	15.0	20.8	24.7	23.0	26.8	41.6
c22	30.8	13.3	22.1	14.8	4.2		3.8	4.5	8.2	14.4	11.1	35.2	26.7	21.6	4.9	5.5	6.5	6.2	5.7	5.8	7.8	13.6	17.5	16.0	19.6	40.4
c23	30.5	13.5	22.3	14.2	7.1	3.8		4.5	11.1	17.3	14.0	38.6	29.9	25.0	4.3	3.1	8.0	9.6	7.0	8.2	7.1	12.9	20.2	15.3	18.9	44.2
c24	34.9	18.0	26.8	18.7	11.7	4.5	4.5		13.6	19.8	16.5	41.1	32.4	27.5	8.8	11.3	12.2	12.7	10.2	11.4	3.3	9.1	16.4	11.5	15.1	30.1
c31	36.4	19.5	28.3	21.8	4.0	8.2	11.1	13.6		6.2	13.1	24.6	13.4	15.6	9.7	12.3	13.2	14.9	12.3	13.6	16.9	22.7	30.0	24.9	28.7	43.7
c32	42.6	25.7	34.5	28.0	10.2	14.4	17.3	19.8	6.2		6.9	30.8	19.6	21.8	15.9	18.5	19.4	21.1	18.5	19.8	23.1	24.2	23.5	15.5	18.2	28.7
c33	49.4	32.6	41.4	34.9	6.9	11.1	14.0	16.5	13.1	6.9		37.8	26.6	28.8	16.7	19.3	20.2	21.9	19.3	20.6	21.1	18.0	22.3	17.8	23.7	25.1
c41	35.2	52.4	59.2	54.6	42.2	35.2	38.6	41.1	24.6	30.8	37.8		8.5	14.0	18.2	36.9	37.8	29.0	31.6	30.3	44.4	50.2	57.5	52.6	56.2	71.2
c42	26.9	44.0	50.8	46.3	33.7	26.7	29.9	32.4	13.4	19.6	26.6	8.5		6.8	23.1	25.7	26.6	20.5	23.1	21.8	35.7	41.5	48.8	43.9	47.5	62.5
c43	21.2	38.5	45.3	40.6	28.6	21.6	25.0	27.5	15.6	21.8	28.8	14.0	6.8		25.3	27.9	28.8	15.4	18.0	16.7	30.8	36.6	43.9	39.0	42.6	57.6
c51	27.0	10.1	18.9	9.9	7.9	4.9	4.3	8.8	9.7	15.9	16.7	18.2	23.1	25.3		2.5	3.4	5.3	2.7	4.0	11.5	17.3	24.6	19.7	23.3	48.6
c52	25.0	7.6	16.4	7.4	10.3	5.5	3.1	11.3	12.3	18.5	19.3	36.9	25.7	27.9	2.5		1.4	7.8	3.7	5.0	10.2	16.0	23.3	18.4	22.0	47.3
c53	23.6	6.4	15.2	6.2	11.3	6.5	8.0	12.2	13.2	19.4	20.2	37.8	26.6	28.8	3.4	1.4		8.7	6.1	7.4	14.9	20.7	28.0	23.1	26.7	52.0
c61	30.9	16.5	18.2	20.2	13.2	6.2	9.6	12.7	14.9	21.1	21.9	29.0	20.5	15.4	5.3	7.8	8.7		2.6	1.3	16.0	21.8	29.1	24.2	27.8	42.8
c62	29.0	12.7	15.7	16.4	10.6	5.7	7.0	10.2	12.3	18.5	19.3	31.6	23.1	18.0	2.7	3.7	6.1	2.6		1.3	13.5	19.3	26.6	21.7	25.3	40.3
c63	29.6	14.0	16.9	17.7	11.9	5.8	8.2	11.4	13.6	19.8	20.6	30.3	21.8	16.7	4.0	5.0	7.4	1.3	1.3		14.7	20.5	27.8	22.9	26.5	41.5
c71	38.2	21.2	30.0	22.0	15.0	7.8	7.1	3.3	16.9	23.1	21.1	44.4	35.7	30.8	11.5	10.2	14.9	16.0	13.5	14.7		7.7	11.6	11.8	13.6	34.5
c72	43.8	26.8	35.6	29.7	20.8	13.6	12.9	9.1	22.7	24.2	18.0	50.2	41.5	36.6	17.3	16.0	20.7	21.8	19.3	20.5	7.7		3.9	11.6	6.0	26.8
c73	47.6	30.6	39.4	33.6	24.7	17.5	20.2	16.4	30.0	23.5	22.3	57.5	48.8	43.9	24.6	23.3	28.0	29.1	26.6	27.8	11.6	3.9		12.0	5.2	26.0
c81	46.4	29.5	38.3	33.8	23.0	16.0	15.3	11.5	24.9	15.5	17.8	52.6	43.9	39.0	19.7	18.4	23.1	24.2	21.7	22.9	11.8	11.6	12.0		5.7	18.6
c82	49.6	32.7	41.5	39.5	26.8	19.6	18.9	15.1	28.7	18.2	23.7	56.2	47.5	42.6	23.3	22.0	26.7	27.8	25.3	26.5	13.6	6.0	5.2	5.7		20.8
c83	59.5	39.8	48.8	60.3	41.6	40.4	44.2	30.1	43.7	28.7	25.1	71.2	62.5	57.6	48.6	47.3	52.0	42.8	40.3	41.5	34.5	26.8	26.0	18.6	20.8	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 เวลาเดินทางระหว่างจุดงาน

	hu	c11	c12	c13	c21	c22	c23	c24	c31	c32	c33	c41	c42	c43	c51	c52	c53	c61	c62	c63	c71	c72	c73	c81	c82	c83
hu		35	60	60	65	62	61	70	73	85	99	70	54	42	54	50	47	62	58	59	76	88	95	93	99	119
c11	35		18	7	31	27	27	36	39	51	65	105	88	77	20	15	13	33	25	28	42	54	61	59	65	80
c12	14	18		21	48	44	45	54	57	69	83	118	102	91	38	33	30	36	31	34	60	71	79	77	83	98
c13	60	7	21		36	30	28	37	44	56	70	109	93	81	20	15	12	40	33	35	44	59	67	68	79	121
c21	65	31	48	36		8	14	23	8	20	14	84	67	57	16	21	23	26	21	24	30	42	49	46	54	83
c22	62	27	44	30	8		8	9	16	29	22	70	53	43	10	11	13	12	11	12	16	27	35	32	39	81
c23	61	27	45	28	14	8		9	22	35	28	77	60	50	9	6	16	19	14	16	14	26	40	31	38	88
c24	70	36	54	37	23	9	9		27	40	33	82	65	55	18	23	24	25	20	23	7	18	33	23	30	60
c31	73	39	57	44	8	16	22	27		12	26	49	27	31	19	25	26	30	25	27	34	45	60	50	57	87
c32	85	51	69	56	20	29	35	40	12		14	62	39	44	32	37	39	42	37	40	46	48	47	31	36	57
c33	99	65	83	70	14	22	28	33	26	14		76	53	58	33	39	40	44	39	41	42	36	45	36	47	50
c41	70	105	118	109	84	70	77	82	49	62	76		17	28	36	74	76	58	63	61	89	100	115	105	112	142
c42	54	88	102	93	67	53	60	65	27	39	53	17		14	46	51	53	41	46	44	71	83	98	88	95	125
c43	42	77	91	81	57	43	50	55	31	44	58	28	14		51	56	58	31	36	33	62	73	88	78	85	115
c51	54	20	38	20	16	10	9	18	19	32	33	36	46	51		5	7	11	5	8	23	35	49	39	47	97
c52	50	15	33	15	21	11	6	23	25	37	39	74	51	56	5		3	16	7	10	20	32	47	37	44	95
c53	47	13	30	12	23	13	16	24	26	39	40	76	53	58	7	3		17	12	15	30	41	56	46	53	104
c61	62	33	36	40	26	12	19	25	30	42	44	58	41	31	11	16	17		5	3	32	44	58	48	56	86
c62	58	25	31	33	21	11	14	20	25	37	39	63	46	36	5	7	12	5		3	27	39	53	43	51	81
c63	59	28	34	35	24	12	16	23	27	40	41	61	44	33	8	10	15	3	3		29	41	56	46	53	83
c71	76	42	60	44	30	16	14	7	34	46	42	89	71	62	23	20	30	32	27	29		15	23	24	27	69
c72	88	54	71	59	42	27	26	18	45	48	36	100	83	73	35	32	41	44	39	41	15		8	23	12	54
c73	95	61	79	67	49	35	40	33	60	47	45	115	98	88	49	47	56	58	53	56	23	8		24	10	52
c81	93	59	77	68	46	32	31	23	50	31	36	105	88	78	39	37	46	48	43	46	24	23	24		11	37
c82	99	65	83	79	54	39	38	30	57	36	47	112	95	85	47	44	53	56	51	53	27	12	10	11		42
c83	119	80	98	121	83	81	88	60	87	57	50	142	125	115	97	95	104	86	81	83	69	54	52	37	42	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

รายละเอียดสถานการณ์ในการทดสอบระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 เวลาปล่อยรถขนส่งออกจากศูนย์กลาง

สถานการณ์ S1,S2 และ S3

รถขนส่งคันที่ล่าช้า	เวลาเริ่มปล่อย
T1	8:50:00
T2	8:50:00
T3	8:50:00
T4	8:50:00
T5	8:50:00
T6	8:50:00
T7	8:50:00
T8	8:50:00

ตารางที่ ข.2 ลำดับจุดงานเริ่มต้นสถานการณ์ S1

รถขนส่ง	ลำดับจุดงาน	จำนวนจุดงาน
T1	hu1→C11→C12→C13→hu1	3
T2	hu2→C21→C22→C23→C24→hu2	4
T3	hu3→C31→C32→C33→hu3	3
T4	hu4→C41→C42→C43→hu4	3
T5	hu5→C51→C52→C53→hu5	3
T6	hu6→C61→C62→C63→hu6	3
T7	hu7→C71→C72→C73→hu7	3
T8	hu8→C81→C82→C83→hu8	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 ลำดับจุดงานเริ่มต้นสถานการณ์ S2

รถขนส่ง	ลำดับจุดงาน	จำนวนจุดงาน
T1	hu1→C13→C11→C12→hu1	3
T2	hu2→C24→C21→C22→C23→hu2	4
T3	hu3→C33→C32→C31→hu3	3
T4	hu4→C41→C42→C43→hu4	3
T5	hu5→C51→C52→C53→hu5	3
T6	hu6→C61→C63→C62→hu6	3
T7	hu7→C73→C72→C71→hu7	3
T8	hu8→C83→C82→C81→hu8	3

ตารางที่ ข.4 ลำดับจุดงานเริ่มต้นสถานการณ์ S3

รถขนส่ง	ลำดับจุดงาน	จำนวนจุดงาน
T1	hu1→C12→C11→C13→hu1	3
T2	hu2→C23→C22→C21→C24→hu2	4
T3	hu3→C31→C32→C33→hu3	3
T4	hu4→C43→C42→C41→hu4	3
T5	hu5→C53→C52→C51→hu5	3
T6	hu6→C62→C63→C61→hu6	3
T7	hu7→C71→C72→C73→hu7	3
T8	hu8→C81→C82→C83→hu8	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิยานิพนธ์

นาย ประพนธ์ ชื่นชม เกิดเมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2545 ต่อมาเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย