การพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

นายจอมพล เพชราวุธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF MODAL CHOICE MODEL FROM INDIRECT TRAVEL SURVEY USING MOBILE DATA

Mr. Jomphol Phetcharavut

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่
โดย	นายจอมพล เพชราวุธ
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สโรช บุญศิริพันธ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จอมพล เพชราวุธ : การพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่. (DEVELOPMENT OF MODAL CHOICE MODEL FROM INDIRECT TRAVEL SURVEY USING MOBILE DATA) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย

การสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนด้วยแบบสอบถามเป็นวิธีการสำรวจข้อมูลปริมาณการเดินทางและพฤติกรรมการเดินทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความละเอียดสูงและสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวต้องใช้ต้นทุนทั้งด้านค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการสำรวจข้อมูลอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่มาใช้เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง โดยมุ่งเน้นไปที่การอธิบายพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง ด้วยการสร้างแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตจากข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ซึ่งผ่านกระบวนการจำแนกรูปแบบและวัตถุประสงค์ของการเดินทางมาแล้ว และสามารถใช้ทดแทนการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางโดยตรงได้ โดยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการประเมินความพึงพอใจแบบเปิดเผยสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลตามวันและช่วงเวลาในการเดินทาง เช่น ระยะทาง ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย วัตถุประสงค์ของการเดินทาง เป็นต้น และผลการศึกษาสามารถแสดงตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางซึ่งแบ่งเป็น 209 พื้นที่ย่อย (ระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑล) ตามรูปแบบการเดินทาง (รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง เรือโดยสาร) ได้ตามวันและช่วงเวลาในการเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370038921 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: Secondary Big Data, Nested Logit Model, Revealed Preference Method, Origin-Destination Matrix, Bangkok Metropolitan Region

Jomphol Phetcharavut : DEVELOPMENT OF MODAL CHOICE MODEL FROM INDIRECT TRAVEL SURVEY USING MOBILE DATA. Advisor: PONGSUN BUNDITSAKULCHAI, Ph.D.

Up to the present time, the household travel survey (HTS) by questionnaires has extensively been used for collecting the traffic volume and travel behavior data, thanks to the extensiveness of collected details and the effectiveness in the modelling application. However, this method of data collection is both costly and time-consuming. Therefore, the purpose of this research is to examine the feasibility of using the secondary big data to analyze the travel behavior. The scope is especially focusing on the mode choice behavior by applying the nested logit model to the mobile signal data retrieved from the Big Data Analytics Project of the Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP). The mobile signal data have been processed to classify the mode-choice and objective of each trip and can hence substitute the direct travel demand survey data. The developed model based on a revealed preference method can explain the degree of significant factors affecting the mode choice behavior of mobile phone users in the Bangkok Metropolitan Region, such as distance, duration, cost and travel purpose, in different the dates and times of travel. Furthermore, the results of the study can be presented by the origin-destination matrix divided into 209 zones (sub-district level in Bangkok and district level in 5 surrounding provinces) and separated by the traveling modes (private car, public bus, mass transit system, suburban train, passenger boat) in different the dates and times of travel.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Civil Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2022	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะความกรุณาของหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนอยากขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้ความรู้ด้านวิชาการ ชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหา และติดตามความคืบหน้าทุกขั้นตอนของการศึกษามาโดยตลอดจนทำให้วิทยานิพยธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สโรช บุญศิริพันธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้เกียรติในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงได้ให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ขอขอบคุณ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านในโครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ที่ให้การสนับสนุน ชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหา และในด้านอื่นๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกคน ที่คอยอบรมสั่งสอน สนับสนุน และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมา

จอมพล เพชราวุธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

1.3 ขอบเขตการวิจัย 5

1.4 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย 6

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) 8

2.2 การสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง 16

2.2.1 ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) 16

2.2.2 รูปแบบของฟังก์ชัน (Functional forms) 19

2.2.3 แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model : NL) 20

2.2.4 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง 23

2.2.5 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของแบบจำลอง 24

2.3 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of Time) 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือก 26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองโลจิต 28
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเดินทางด้วยสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ 32
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 39
3.1 แนวทางการได้มาของข้อมูลในงานวิจัยนี้ 41
3.1.1 ตัวอย่างการพัฒนาแบบจำลองการเดินทางของคนจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ 41
3.1.2 ตัวอย่างการพัฒนาข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง 51
3.2 การกำหนดพื้นที่ศึกษา 57
3.3 รูปแบบของข้อมูลที่นำมาวิจัย 57
3.3.1 ข้อมูลการเดินทางของคนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ 58
3.3.2 ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง 58
3.3.3 ข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง 58
3.3.4 ข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 59
3.4 การสร้างแบบจำลองและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง 61
3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของการศึกษานี้ 64
3.4.2 การคัดเลือกตัวแปรอิสระ 65
3.4.3 การกำหนดโครงสร้างเนสต์ (Nest Structure) 65
3.4.4 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร 66
3.4.5 การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดและการตรวจความถูกต้องของแบบจำลอง 66
3.4.6 การประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง 66
3.4.7 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง 72
บทที่ 4 สร้างแบบจำลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล 74
4.1 ค่าสถิติและข้อมูลทั่วไปของโทรศัพท์เคลื่อนที่ 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง 79
4.3 การแปลผลที่ได้จากแบบจำลอง 88
4.4 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์แบบจำลอง 90
4.4.1 ความสมรูป (Goodness of fit) 90
4.4.2 การทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต 91
4.4.3 ร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้อง 92
4.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง 95
4.5.1 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง 95
4.5.2 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง 96
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 114
5.1 ภาพรวมของการวิจัย 114
5.2 อภิปรายผลการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง 115
5.2.1 แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง 115
5.2.2 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง 116
5.2.3 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง 117
5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ 118
5.3.1 ข้อดีของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ 118
5.3.2 ข้อจำกัดของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ 118
5.3.3 การเปรียบเทียบการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน 121
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต 123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม..... 124
ภาคผนวก ก การแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อยสำหรับงานวิจัยนี้..... 128
ภาคผนวก ข ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางจำแนกตาม 24 กลุ่มพื้นที่ย่อย 136
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง ของวันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ด้วยโปรแกรม R-Studio..... 177
ภาคผนวก ง ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของโครงการ Big Data Analytics..... 195
ประวัติผู้เขียน..... 199

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 แหล่งที่มาข้อมูลในการพัฒนาระบบ 14

ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการสำรวจด้วยวิธี RP กับ SP 28

ตารางที่ 2-3 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนการเดินทางรูปแบบต่าง ๆ จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทาง 29

ตารางที่ 3-1 แสดงลายละเอียดคุณลักษณะข้อมูลที่ได้รับจากผู้ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์ 43

ตารางที่ 3-2 คุณลักษณะข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง 59

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของงานวิจัยนี้ 63

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง 67

ตารางที่ 3-5 การกำหนดขอบเขตล่างและขอบเขตบนของข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจที่เดินทางต่อเดียว 71

ตารางที่ 3-6 การกำหนดขอบเขตล่างและขอบเขตบนของข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจที่เดินทางรวมทุกต่อ 72

ตารางที่ 4-1 ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลการเดินทางจากผลการวิเคราะห์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 78

ตารางที่ 4-2 สัญลักษณ์ชื่อตัวแปร 79

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า 82

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน 83

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น 84

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน 85

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน ... 86

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เร่งด่วนเย็น และนอกเร่งด่วนกลางคืน 87

ตารางที่ 4-9 ค่า McFadden - R^2 ในแต่ละแบบจำลองย่อย 90

ตารางที่ 4-10 ค่าสัมประสิทธิ์และผลการทดสอบสมมุติฐานของ iv ในแต่ละแบบจำลองย่อย 91

ตารางที่ 4-11 ร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องในแต่ละแบบจำลองย่อย 92

ตารางที่ 4-12 ผลการพยากรณ์ถูกต้องของแบบจำลองจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง..... 94

ตารางที่ 4-13 มูลค่าของเวลาในการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา..... 95

ตารางที่ 4-14 การกำหนดกลุ่มพื้นที่ศึกษาย่อย..... 97

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน..... 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 การเชื่อมโยงข้อมูลพิกัดและเวลาของสัญญาณโทรศัพท์ระดับรายบุคคล 3

รูปที่ 2-1 ภาพรวมการไหลของหน้าจอ (Screen Flow) ของเว็ปไซต์ในระบบศูนย์ MNTIC..... 10

รูปที่ 2-2 แผนผังการทำงานของโครงการศูนย์การจราจรอัจฉริยะ (ITS Center)..... 11

รูปที่ 2-3 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยตามช่วงเวลาในตำแหน่งที่เลือก..... 13

รูปที่ 2-4 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงกราฟแสดงปริมาณผู้โดยสารรายสัปดาห์ 15

รูปที่ 2-5 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงความหนาแน่นของผู้โดยสาร ณ ป้าดจอดในลักษณะ Heatmap..... 15

รูปที่ 2-6 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงตารางปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารระหว่างจุดต้นทาง-ปลายทาง 16

รูปที่ 2-7 ตัวอย่างการจัดโครงสร้างเนสต์..... 21

รูปที่ 2-8 โครงสร้างเนสต์ของทางเลือกในการเลือกรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาและบุคลากร . 30

รูปที่ 2-9 แสดงตัวอย่างของการเลือกเส้นทางการเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจาก Google Maps Directions API..... 34

รูปที่ 2-10 แสดงตัวอย่างของการเลือกเส้นทางการเดินทางโดยใช้การขนส่งสาธารณะจาก Google Maps Directions API..... 34

รูปที่ 2-11 แสดงสัดส่วนของการเลือกรูปแบบการเดินทางของตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กับตัวอย่างหลัก (social ties) 35

รูปที่ 2-12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนในแต่ละช่วงระยะทางในการเดินทางของข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน..... 36

รูปที่ 2-13 Scatterplot การไหลของปริมาณจราจรจากข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์มือถือและการนับจำนวนรถบนถนน สำหรับ 4 ประเภทถนนระหว่างเมืองร็อตเตอร์ดัมกับเมืองเฮก..... 37

รูปที่ 3-1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย 40

รูปที่ 3-2 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ที่ได้รับจากผู้ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์ 42

รูปที่ 3-3 การกำหนดลำดับการเดินทางในข้อมูลจากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3-4 แสดงการแยกสถานะหยุดการเคลื่อนที่หรือสถานะที่มีการเคลื่อนที่ 46
รูปที่ 3-5 ขั้นตอนการระบุรูปแบบการเดินทาง 46
รูปที่ 3-6 แสดงการวางซ้อนทับของข้อมูลพิกัดสัญญาณโทรศัพท์มาเชื่อมโยงกับโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะเพื่อระบุรูปแบบการเดินทาง 48
รูปที่ 3-7 โครงข่าย Bayesian network ที่ใช้ในการระบุประเภทกิจกรรม 49
รูปที่ 3-8 แสดงการกำหนดวัตถุประสงค์การเดินทาง ณ จุดหยุดการเดินทาง 51
รูปที่ 3-9 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการลงทะเบียน 53
รูปที่ 3-10 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการเริ่มต้นสำรวจข้อมูล 54
รูปที่ 3-11 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการบันทึกข้อมูลการเดินทาง 55
รูปที่ 3-12 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการตรวจสอบประวัติการเดินทาง 56
รูปที่ 3-13 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 61
รูปที่ 3-14 อัตราค่าโดยสารบุคคลทั่วไปของรถไฟฟ้า MRT สายสีน้ำเงิน 69
รูปที่ 3-15 อัตราค่าโดยสารของรถไฟชานเมืองสายตะวันออก 70
รูปที่ 4-1 สัดส่วนรูปแบบการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ 74
รูปที่ 4-2 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันทำงาน 75
รูปที่ 4-3 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันหยุด 76
รูปที่ 4-4 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันทำงาน 77
รูปที่ 4-5 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันหยุด 77
รูปที่ 4-6 การกำหนดโครงสร้างเนสต์ของงานวิจัยนี้ 81
รูปที่ 4-7 กลุ่มพื้นที่ศึกษาย่อย 98
รูปที่ 4-8 แผนภาพแสดงร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ 99

รูปที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง 101
รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงานจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 102
รูปที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุดจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 102
รูปที่ 4-12 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางเมื่อผู้เดินทางมีจุดต้นทางในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ 103
รูปที่ 4-13 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง 105
รูปที่ 4-14 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงานจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 106
รูปที่ 4-15 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุดจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 106
รูปที่ 4-16 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางตาม 24 พื้นที่ย่อย 107
รูปที่ 4-17 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง 108
รูปที่ 4-18 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงานจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 109
รูปที่ 4-19 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุดจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 109
รูปที่ 4-20 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางตาม 24 พื้นที่ย่อย 110
รูปที่ 4-21 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง 111
รูปที่ 4-22 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงานจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 112

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4-23 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุด จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา 112

รูปที่ 5-1 แสดงตัวอย่างพิกัดของสถานีเสาสัญญาณ (Base station) ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้นเชื่อมต่ออยู่ 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีจำนวนประชากรที่หนาแน่นมากและมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย ส่งผลให้มีความต้องการเดินทางของคนมากขึ้นตามไปด้วย จนก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยผลกระทบที่ตามมาจากปัญหาการจราจรติดขัดไม่เพียงแต่จะสร้างความยากลำบากในการเดินทาง ยังก่อผลกระทบในด้านอื่น ๆ เช่น การสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน การเผาผลาญเชื้อเพลิงอย่างสิ้นเปลือง มลพิษทางอากาศ การสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจ อารมณ์ของผู้เดินทางโดยทั่วไป เป็นต้น (ธนพัฒน์ เกิดผล และ นิเทศ ตินณะกุล, 2561) จากผลกระทบที่กล่าวมาข้างต้นทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจึงหันมาตระหนักถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรอย่างจริงจังในตลอดหลายปีที่ผ่านมา

แต่กระนั้น ปัญหาการจราจรติดขัดในปัจจุบันก็ยังไม่คลี่คลายลงและมีแนวโน้มที่ปัญหาการจราจรติดขัดจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการระบบขนส่งสาธารณะไม่เพียงพอและไม่มีประสิทธิภาพ (ณัฐกริช เปาอินทร์, 2562) ทำให้กลไกในการทำงานของระบบขนส่งในแต่ละรูปแบบการเดินทาง (Mode) ไม่เชื่อมโยงส่งเสริมกัน ด้วยเหตุนี้การรับรู้และการเข้าใจถึงปริมาณผู้ใช้งานและพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการวางแผนงานระดับนโยบายเพื่อจัดการระบบขนส่งขนส่งสาธารณะให้เพียงพอต่อความต้องการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ในด้านการขนส่งวิธีการที่จะทำให้ทราบถึงปริมาณผู้ใช้งานและพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ จะเรียกว่า “แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model)” ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญในการสร้างแบบจำลอง 4 ขั้นตอน (4 Steps Model) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกลไกการเดินทางทั้ง 4 ระบบ ดังนี้ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) และแบบจำลองการแจกแจงการเดินทาง (Trip Assignment Model)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

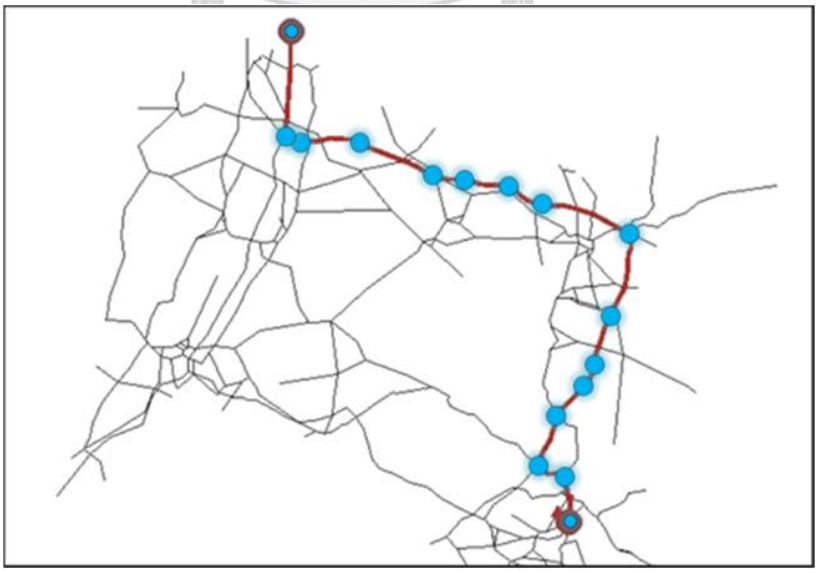
ในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานด้านการเดินทางและข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทางก่อน เช่น จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง รูปแบบการเดินทาง (Mode) วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยในการได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจจำเป็นต้องผ่านกระบวนการสำรวจข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางเบื้องต้นมาก่อนถึงจะสามารถสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางได้ ซึ่งวิธีการสำรวจข้อมูลการเดินทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คือ แบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน (Household Travel Survey: HTS) เป็นการสำรวจข้อมูลตามแหล่งที่อยู่อาศัยในชุมชนต่าง ๆ เพื่อให้ทราบข้อมูลการเดินทางและข้อมูลคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละบุคคลภายในครัวเรือนนั้น ทั้งนี้ในการได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าวจำเป็นต้องใช้งบประมาณและระยะเวลาที่สูงมากในการสำรวจ เนื่องจากจะต้องให้ผู้สำรวจกระจายไปยังพื้นที่ศึกษาและทำการเข้าสัมภาษณ์การเดินทาง โดยการสัมภาษณ์ให้ได้ข้อมูลหนึ่งชุดอาจจะต้องใช้เวลาประมาณ 30 – 45 นาที แต่ข้อมูลที่ได้รับจะมีความละเอียดสูงมาก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559) ทั้งนี้ด้วยข้อกำจัดด้านต้นทุนของแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนที่ใช้ทั้งงบประมาณและระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลสูง จึงมีงานวิจัยต่าง ๆ ออกมามากมายเพื่อปรับเปลี่ยนรู้แบบการสำรวจหรือวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลให้เข้ากับเทคโนโลยีและยุคสมัยในปัจจุบันมากขึ้น เพื่อใช้ทดแทนแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน เช่น การดึงข้อมูลการใช้ระบบขนส่งสาธารณะจากบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือจากฐานข้อมูลของผู้ให้บริการ (Ali et al., 2016) การดึงข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Alexander et al., 2015; Friso et al., 2018; Wismans et al., 2018) และการสำรวจข้อมูลการเดินทางจากระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) (Kurauchi & Schmöcker, 2016)

การดึงข้อมูลการใช้ระบบขนส่งสาธารณะจากบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือจากฐานข้อมูลของผู้ให้บริการ สามารถใช้ได้กับระบบขนส่งสาธารณะที่เก็บข้อมูลการใช้บริการในระดับรายบุคคลได้เท่านั้น โดยจะทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง ดังนี้ จุดต้นทางและปลายทางการเดินทาง เวลาในการเดินทาง และระยะทางในการเดินทางได้อย่างแม่นยำ แต่มีข้อที่ต้องพิจารณา คือ จุดต้นทางและปลายทางการเดินทางระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายบุคคลนั้นเป็นเพียงข้อมูลการเดินทางจากสถานีถึงสถานีเท่านั้น อาจไม่ใช่จุดต้นทางและปลายทางการเดินทางระดับรายบุคคลที่แท้จริง (Ali et al., 2016) เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่สามารถเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้ ส่วนใหญ่เป็นระบบรางทั้งสิ้น เช่น ระบบขนส่งมวลชนแบบรางในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (BTS) รถไฟฟ้ามหานคร (MRT) รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ARL) เป็นต้น ทำให้ผู้เดินทางอาจใช้ระบบรางเพื่อเชื่อมต่อไปยังรูปแบบการเดินทางระบบอื่น ๆ แต่ในอนาคตถ้ามีระบบตั๋วร่วมกับรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ เพิ่มขึ้น ข้อพิจารณานี้ก็จะถูกตัดประเด็นทิ้งไป

การดึงข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นการนำเอาข้อมูลพิกัดของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ และเวลาการตรวจวัดว่าพิกัดดังกล่าวเกิดขึ้น ณ เวลาใด มาเชื่อมโยงกัน ให้สอดคล้องกับโครงข่ายของระบบขนส่งดังแสดงในรูปที่ 1-1 และเมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางเพิ่มเติม จะสามารถทำให้ได้รายละเอียดการเดินทางอื่น ๆ เช่น จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง รูปแบบการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะทางในการเดินทาง และระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น (Wismans et al., 2018) ทั้งนี้อาจมีข้อที่ต้องพิจารณา คือ ข้อมูลเหล่านี้เกิดจากการคาดการณ์ด้วยวิธีการเชิงพื้นที่และเวลาเท่านั้น ซึ่งความถูกต้องของข้อมูลการเดินทางอาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง (Friso et al., 2018)



รูปที่ 1-1 การเชื่อมโยงข้อมูลพิกัดและเวลาของสัญญาณโทรศัพท์ระดับรายบุคคล

ที่มา : ดัดแปลงจาก Friedrich et al. (2010)

การสำรวจข้อมูลการเดินทางจากระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) เป็นการติดตามลักษณะและพฤติกรรมการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจ ซึ่งใช้อุปกรณ์ที่มีระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกช่วยในการบันทึกการเคลื่อนที่ของพิกัด โดยการสำรวจด้วยวิธีนี้จะได้ข้อมูลในการวิเคราะห์การเดินทางที่ละเอียดมาก เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับเป็นข้อมูลเชิงลึกที่ผู้เข้าร่วมการสำรวจได้บันทึกข้อมูลการเดินทางในระหว่างการเดินทางจริงแต่ละครั้ง ร่วมกับข้อมูลจากอุปกรณ์ที่มีระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง เช่น จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง รูปแบบการเดินทาง เส้นทางในการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะทางในการเดินทาง เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และข้อมูลคุณลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมของผู้ร่วมสำรวจ ทั้งนี้มีข้อที่ต้องพิจารณา คือ ต้นทุนในการเก็บข้อมูลอาจค่อนข้างสูง ทำให้ปริมาณตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์อาจจะน้อยตามไปด้วย เนื่องจากในการบันทึกการเดินทางแต่ละครั้งหรือแต่ละตัวอย่างจะต้องใช้ความพยายามและเวลาในการเก็บข้อมูลค่อนข้างสูง (Kritiyutanont et al., 2016) ซึ่งต้องได้รับความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมการสำรวจมากพอสมควร ทั้งนี้ความถูกต้อง (Accuracy) ของผลการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าไม่มีวิธีการสำรวจหรือวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่มีความแม่นยำด้วยต้นทุนที่ไม่สูงเกินไป ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าผลการศึกษาของ “โครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร” ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ซึ่งได้วิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อจำแนกรูปแบบและวัตถุประสงค์ของการเดินทางมาแล้ว มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดแทนการสำรวจพฤติกรรมการเดินทางโดยตรงได้ นอกจากนี้โครงการ Big Data Analytics ยังได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางร่วมกับระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วย ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแอปพลิเคชันดังกล่าวมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับการศึกษานี้ด้วยเช่นกัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่มาพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง เพื่อให้ทราบถึงปริมาณผู้เดินทางและพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ปรับปรุง และพัฒนาระบบขนส่งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

2) เพื่อประมาณการตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาปริมาณผู้ใช้และพฤติกรรมการเลือกใช้บริการระบบขนส่งรูปแบบต่าง ๆ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้วิเคราะห์การเดินทางออกเป็นพื้นที่ย่อย (zone) จำนวน 209 พื้นที่ย่อย ตามระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑล

2) ขอบเขตของรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทางหลักที่นำมาศึกษาในการวิจัยนี้มี 5 รูปแบบการเดินทาง ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร นอกจากนี้การเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักจะเป็นเดินตลอดเส้นทางเท่านั้น

3) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

การวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลการวิเคราะห์การเดินทางจากฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ ภายใต้โครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

1.4 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

1) สามารถทราบข้อดีและข้อจำกัดของการนำฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่มาพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

2) เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่สามารถใช้แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ เพื่อออกแบบนโยบายและหาแนวทางที่จะนำมาประยุกต์ใช้ต่อไป

3) ทราบถึงตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา โดยแบ่งตามพื้นที่ย่อยต่าง ๆ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ หมายถึง ข้อมูลที่มีปริมาณมากหรือข้อมูลจำนวนมากมหาศาลที่ผู้ใช้ไม่ได้เก็บรวบรวมเอง แต่มีผู้อื่นหรือหน่วยงานอื่น ๆ ทำการเก็บรวบรวมไว้แล้ว

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน หมายถึง ขนส่งมวลชนในรูปแบบรถไฟฟ้าระบบรางที่มีเส้นทางเป็นของตนเองและเปิดให้บริการในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลแล้วในปี พ.ศ. 2564

รูปแบบการเดินทางหลัก หมายถึง รูปแบบการเดินทางที่มีระยะทางมากที่สุด ในระหว่างการเดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดหมายปลายทางในการเดินทางของผู้เดินทางแต่ละคน

การเดินทางเพื่อเข้าถึงรูปแบบการเดินทางหลัก หมายถึง การเริ่มต้นเดินทางจากจุดต้นทางในการเดินทางไปยังสถานีขนส่งของรูปแบบการเดินทางหลัก

การเดินทางเพื่อออกจากรูปแบบการเดินทางหลัก หมายถึง การเริ่มต้นเดินทางจากจุดสิ้นสุดการโดยสารของรูปแบบการเดินทางหลักไปยังจุดหมายปลายทางในการเดินทาง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ หมายถึง ข้อมูลการเดินทางต่าง ๆ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพิกัดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics เช่น ระยะทาง ระยะเวลา ค่าใช้จ่ายการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก วัตถุประสงค์ในการเดินทาง เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางในงานวิจัยนี้

แอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง หมายถึง แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่โครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) พัฒนาขึ้นเพื่อสำรวจข้อมูลการเดินทางต่าง ๆ จากผู้เข้าร่วมการสำรวจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง เพื่อเป็นประโยชน์กับการกำหนดแนวทางและวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล เอกสาร และบทความทางวิชาการ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

2.2 การสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

2.3 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of Time)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองโลจิต

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเดินทางด้วยสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.1 ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) หมายถึง ข้อมูลที่มีปริมาณมาก หรือข้อมูลจำนวนมากมหาศาลทุกเรื่อง ทุกแง่มุม ทุกรูปแบบ ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่มีโครงสร้างชัดเจน (Structured Data) เช่น ข้อมูลที่เก็บอยู่ในตารางข้อมูลต่าง ๆ หรืออาจเป็นข้อมูลกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-Structured Data) เช่น ล็อกไฟล์ (Log files) หรือแม้กระทั่งข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Data) เช่น ข้อมูลการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ผ่านสังคมเครือข่าย (Social Network) เช่น Facebook twitter ไฟล์วิดีโอ เป็นต้น ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลภายในองค์กรและภายนอกที่มาจากการติดต่อระหว่างองค์กร หรือจากทุกช่องทางการติดต่อกับลูกค้า แต่ทั้งหมดนี้ก็ยังคงเป็นเพียงข้อมูลดิบที่รอการนำมาประมวลและวิเคราะห์เพื่อนำผลที่ได้มาสร้างมูลค่าทางธุรกิจ ข้อมูลเหล่านี้อาจจะไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่องค์กรสามารถนำไปใช้ได้ทันที แต่อาจมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กรบางอย่างแฝงอยู่ (สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, ม.ป.ป.) โดยทั่วไปแล้วข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะสำคัญดังนี้

1. **ปริมาณ (Volume)** เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้ในปริมาณมาก ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งข้อมูลออนไลน์ (Online) และออฟไลน์ (Offline) ที่จะจัดเก็บในรูปแบบใดหรือประเภทใดก็ได้ โดยในแต่ละวันข้อมูลใหม่จะไหลเข้ามาอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา

2. **ความหลากหลาย (Variety)** เป็นข้อมูลที่มีความหลากหลาย ทั้งในรูปแบบที่เป็นโครงสร้าง กึ่งโครงสร้าง หรือข้อมูลที่ไม่เป็นโครงสร้าง

3. **ความถูกต้อง (Veracity)** เป็นข้อมูลที่ไม่มีความชัดเจน หรือยังไม่ผ่านการดำเนินการใด ๆ ในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร

4. **ความเร็ว (Velocity)** เป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หรือมีการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะต่อเนื่อง (Streaming) ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยมือ (Manual) มีข้อจำกัด

5. **คุณค่า (Value)** เป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง หรือนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ จึงจำเป็นต้องดึงคุณค่าของข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้การวิเคราะห์ที่เหมาะสม

ดังนั้นการนำข้อมูลขนาดใหญ่ไปใช้ต้องอาศัยเทคนิคและเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ซับซ้อน และหลากหลายได้ โดยตัวอย่างการนำข้อมูลขนาดใหญ่รูปแบบต่าง ๆ เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านการขนส่งและจราจรทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ดังนี้

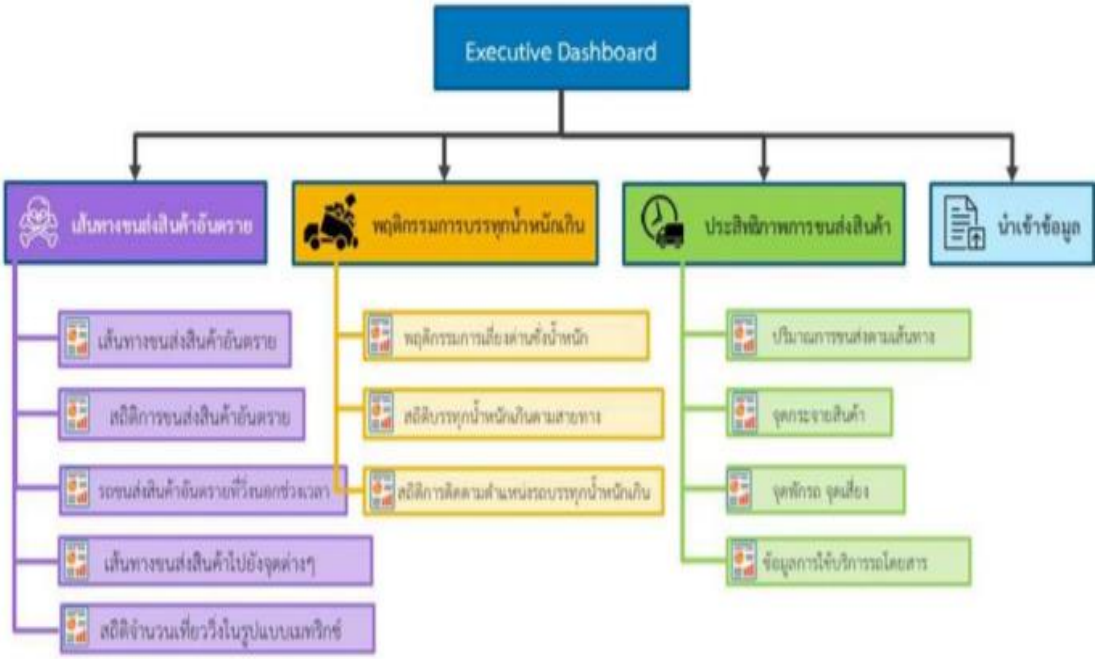
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) ศูนย์บูรณาการการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบแห่งชาติ (National Multimodal Transport Integration Center: NMTIC)

เป็นศูนย์จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลจราจรและขนส่งจากหน่วยงานต่าง ๆ ภายใต้สังกัดกระทรวงคมนาคม โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจะมีช่องทางการแลกเปลี่ยนข้อมูลส่วนขาเข้า (Inbound) และช่องทางการส่งข้อมูลขาออก (Outbound) ซึ่งข้อมูลส่วนขาเข้าที่จัดเก็บในศูนย์ NMTIC จะประกอบด้วยข้อมูลระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) และข้อมูลรถจากกรมขนส่งทางบก ข้อมูลพิกัดหลักกิโลเมตรจากกรมทางหลวง ข้อมูลพิกัดเส้นทางการทางพิเศษจากการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ข้อมูลพิกัดเส้นทางหลวงชนบทจากกรมทางหลวงชนบท และข้อมูล

อื่น ๆ ของระบบ รวมถึงข้อมูลที่วิเคราะห์แล้ว เช่น สถิติจำนวนเที่ยวในรูปแบบเมทริกซ์ จุดกระจายสินค้า การขนส่งสินค้าอันตรายนอกช่วงเวลา เป็นต้น

โดยผลลัพธ์การพัฒนาระบบ MNTIC ประกอบไปด้วย เส้นทางการขนส่งสินค้าอันตราย พฤติกรรมการบรรทุกน้ำหนักเกิน และประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า โดยแสดงภาพรวมการไหลของหน้าจอ (Screen Flow) ดังรูปที่ 2-1 ซึ่งเป็นส่วนของการออกแบบการทำงานของระบบส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน



Chulalongkorn University

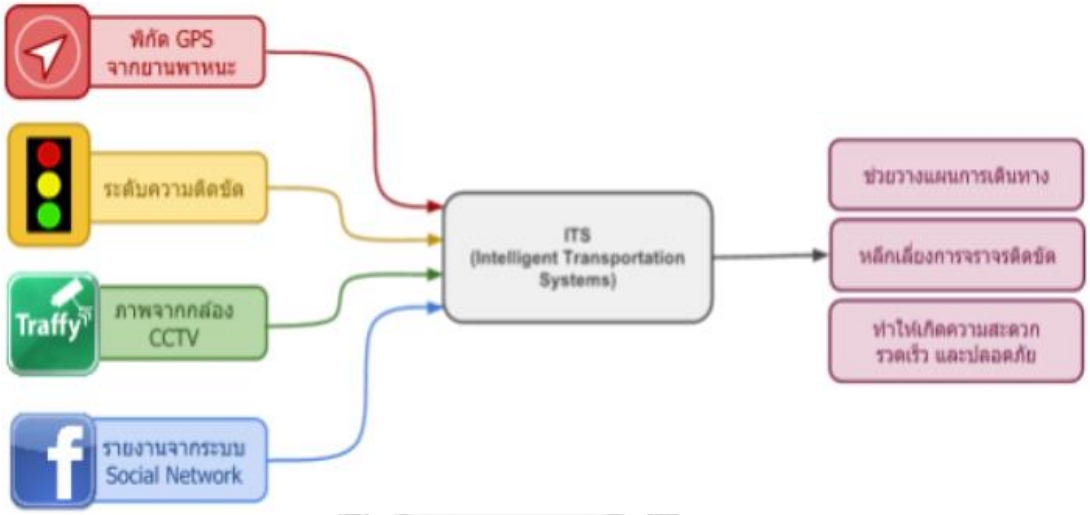
รูปที่ 2-1 ภาพรวมการไหลของหน้าจอ (Screen Flow) ของเว็บไซต์ในระบบศูนย์ MNTIC

ที่มา : สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม (2563)

2) โครงการศูนย์การจราจรอัจฉริยะ (ITS Center)

เป็นโครงการจัดทำแผนแม่บทระบบจราจรอัจฉริยะบนทางพิเศษ ออกแบบและพัฒนาระบบจราจรอัจฉริยะ โดยใช้ข้อมูลระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) เป็นข้อมูลหลัก ประกอบไปด้วย หมายเลขกล่อง พิกัดตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด เวลาที่ส่งข้อมูล และความเร็วหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง รวมไปถึงข้อมูลอื่น ๆ ของระบบเพื่อประกอบการวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลแสดงระดับการจราจรบนท้องถนน ภาพจากกล้องวงจรปิดบันทึกภาพเคลื่อนไหว (Closed-

circuit television : CCTV) และรายงานจากเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) หลังจากนั้นผู้ให้บริการจะนำส่งไปยังศูนย์ข้อมูล เพื่อวิเคราะห์และประมวลข้อมูลต่อไป โดยผลลัพธ์ของระบบที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว เช่น สถิติการวิ่งรถโดยสาร สถิติการวิ่งรถบรรทุก สถิติการกระทำผิดความเร็ว สถิติการกระทำผิดขับติดต่อเกินเวลา สถิติการติดตั้งเครื่องจีพีเอส สถิติการใช้ถนนเส้นต่าง ๆ แบ่งตามจังหวัด และสถิติการประเมินเวลาใช้รถโดยสาร เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปวางแผนการเดินทางให้แก่ประชาชน ในการหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัด และเดินทางสู่จุดหมายได้สะดวกรวดเร็วและปลอดภัยขึ้น



รูปที่ 2-2 แผนผังการทำงานของโครงการศูนย์การจราจรอัจฉริยะ (ITS Center)

ที่มา : วสันต์ ภัทรอธิคม (2562)

3) โครงการใช้ประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อจัดการการดำเนินการขนส่ง (Leveraging Big Data for Managing Transport Operations: LeMO)

เป็นโครงการที่พัฒนาขึ้นโดยองค์กรคอร์เต (CORTE) เพื่อแก้ปัญหาด้านการจราจรขนส่งด้วยข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและความสามารถในการแข่งขันของภาคการขนส่งในยุโรป โดยการดำเนินงานด้านข้อมูลได้ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (Confederation of organisations in road transport enforcement, 2020)

1. มูลทางหลวงอัจฉริยะ (Smart Highways) ปริมาณ 1,000 GB ซึ่งเป็นข้อมูลจราจร, ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data), ข้อมูลจากเซนเซอร์รถยนต์, และข้อมูลจากเครือข่ายสังคมออนไลน์
2. ข้อมูลกองยานพาหนะเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Vehicle Fleets) ปริมาณ 2,500 GB ซึ่งเป็นข้อมูลยานพาหนะ, พิกัดตำแหน่ง, ความเร็ว, การหยุดรถ, เซนเซอร์ตรวจจับน้ำแข็งบนพื้นถนน (black ice sensor), ระดับเชื้อเพลง, สถานะเครื่องยนต์, แรงดันลมยาง, และ อุณหภูมิ
3. ข้อมูลการสัญจรในเมืองหลายรูปแบบ (Multi-Modal Urban Mobility) ปริมาณ 500 GB เป็นข้อมูลทันกาล (Real-time) ที่ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลจากภาคเอกชน มีทั้งข้อมูลรถขนส่งสินค้าและระบบขนส่งสาธารณะ ข้อมูลสัญญาณไฟจราจรและเซ็นเซอร์ ข้อมูลรูปภาพกล้องริมถนน และข้อมูลการใช้งานระบบขนส่งสาธารณะ
4. ข้อมูลห่วงโซ่อุปทานไดนามิก (Dynamic Supply Chains) ปริมาณ 1,500 GB ประกอบไปด้วยข้อมูลสินค้าคงคลัง คำสั่งซื้อที่ได้รับจากผู้ค้าปลีกออนไลน์ การส่งมอบ ข้อมูลการจัดจำหน่ายที่รวบรวมโดยบริษัทให้บริการจัดส่ง และข้อมูลลูกค้า

ผลลัพธ์หลักของโครงการ LeMO คือการพัฒนากรอบการทำงาน (Framework) สำหรับแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพคมนาคมขนส่งในยุโรปด้วยข้อมูลขนาดใหญ่ประกอบไปด้วย (Confederation of organisations in road transport enforcement, 2020)

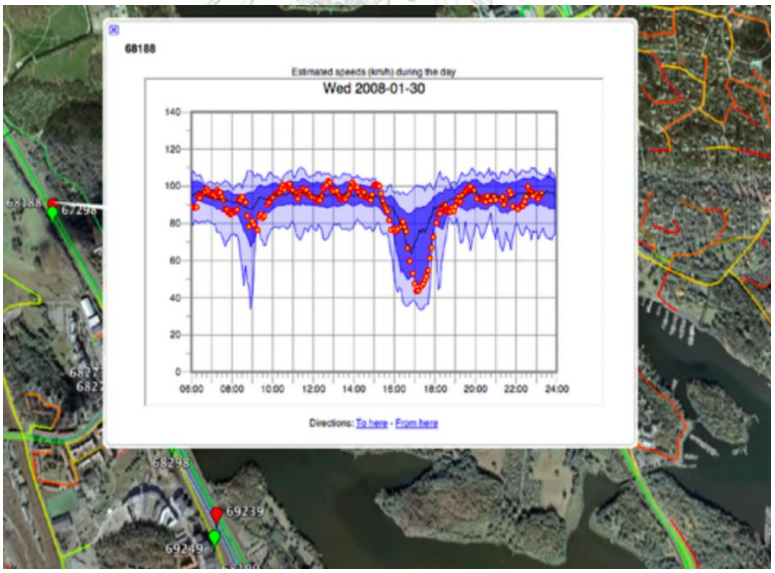
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. พัฒนากลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มงานวิจัยในยุโรป
2. จัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อให้ผู้กำหนดนโยบายและผู้มีอำนาจตัดสินใจในยุโรปสามารถใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่
3. ร่างชุดขั้นตอนสนับสนุนการตัดสินใจให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถการจัดการกับปัญหาอุปสรรคตลอดจนความท้าทายที่จะเกิดขึ้นในการพัฒนาระบบข้อมูลขนาดใหญ่

4. สร้างแนวทางเพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การปฏิบัติงานในกรอบของกฎหมาย และการสำรวจโอกาสต่าง ๆ เช่น การสร้างธุรกิจสำหรับภาคการขนส่งในยุโรปที่มีจำนวนผู้บริโภคเพิ่มขึ้น

4) โครงการพัฒนาระบบวิเคราะห์สำหรับการขนส่งอัจฉริยะ (ITS) ณ เมืองสต็อกโฮล์ม (Stockholm) ประเทศสวีเดน

เป็นโครงการความร่วมมือของบริษัทไอบีเอ็ม (IBM) และเมืองสต็อกโฮล์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการจราจรและลดปัญหาด้านการจราจรติดขัด โครงการนี้อาศัยข้อมูลด้านการจราจรที่ได้รับจากอุปกรณ์จีพีเอส (GPS) บนรถบรรทุกและรถแท็กซี่ จำนวนกว่า 120,000 คัน โดยข้อมูลได้ถูกส่งมาแสดงบนโครงข่ายคมนาคมของเมืองซึ่งประกอบด้วยช่วงถนนย่อยจำนวนกว่า 600,000 ช่วงย่อย (link) ณ ปัจจุบัน (Real-time data) และข้อมูลสภาะจราจรที่บันทึกย้อนหลัง (Historical traffic data) ซึ่งผลลัพธ์ของระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในโครงการ สามารถวิเคราะห์คาดการณ์สภาพจราจร ระยะเวลาเดินทาง และวิเคราะห์หาเส้นทางเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดล่วงหน้าได้



รูปที่ 2-3 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยตามช่วงเวลาในตำแหน่งที่เลือก

ที่มา : (Biem et al., 2010)

5) โครงการพัฒนาระบบรายงานผลเพื่อการบริหารจัดการระบบขนส่งสาธารณะ ณ เมืองกูรีตีบา (Curitiba) ประเทศบราซิล

เป็นโครงการที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) บนรถโดยสารประจำทาง จำนวน 1,290 คัน ซึ่งมีปริมาณผู้โดยสารกว่า 1.5 ล้านคน-เที่ยว ต่อวัน จำนวนเที่ยวรถโดยสารที่ให้บริการกว่า 23,000 เที่ยว ต่อวัน โดยข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการพัฒนาระบบแสดงได้ดังตารางที่ 2-1

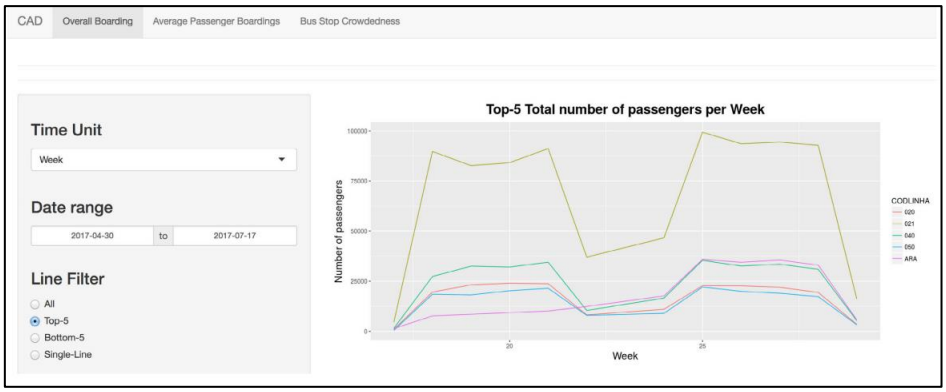
ตารางที่ 2-1 แหล่งที่มาข้อมูลในการพัฒนาระบบ

แหล่งที่มาข้อมูล	**ประเภทข้อมูล**	**รายละเอียดข้อมูล**
ข้อมูลจากบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ (smartcard)	บันทึกในรูป CSV และ JSON	บันทึกรายละเอียดการเดินทาง (ทำเรื่องขอข้อมูล)
ข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารแบบทันกาล (real-time)	บันทึกในรูป CSV	ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกแสดงตำแหน่งรถโดยสารแบบทันกาล (ทำเรื่องขอข้อมูล)
ข้อมูลโครงข่ายถนน	บันทึกในรูป CSV	ข้อมูลสาธารณะ เปิดเผยได้
ข้อมูลเส้นทางเดินรถ	บันทึกในรูป CSV	ข้อมูลสาธารณะ เปิดเผยได้
ข้อมูลป้ายจอด	บันทึกในรูป CSV	ข้อมูลสาธารณะ เปิดเผยได้

ที่มา : รวบรวมข้อมูลจาก Fiore et al. (2019)

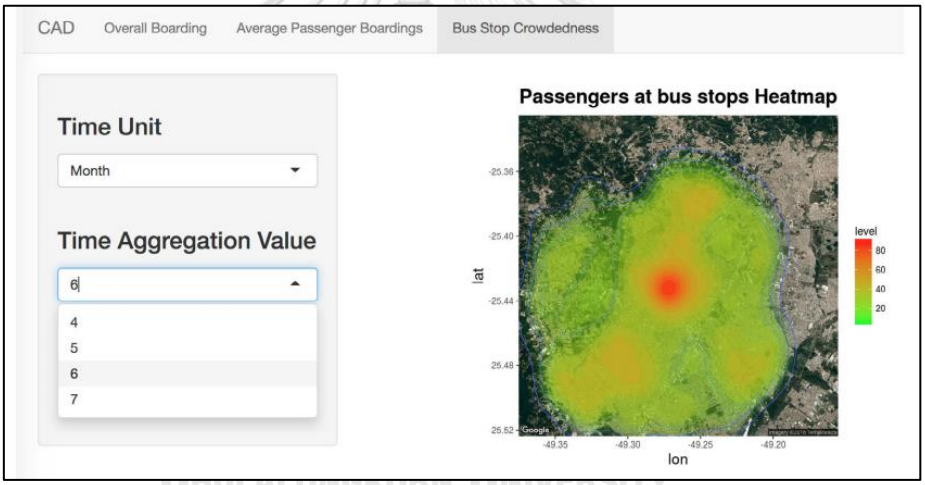
ซึ่งผลลัพธ์ของระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในโครงการ สามารถรายงานการแสดงผลในรูปแผงควบคุม (dashboard) ซึ่งให้รายละเอียดดังต่อไปนี้ รายงานสถิติปริมาณผู้โดยสารรายสัปดาห์ โดยสามารถแบ่งเป็นช่วงเวลา และสามารถกรองข้อมูลที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดได้ รวมถึงการแสดงความหนาแน่นของผู้โดยสารในแผนภาพความร้อน (heatmap) และเมทริกซ์ปริมาณผู้โดยสารตามต้นทางปลายทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



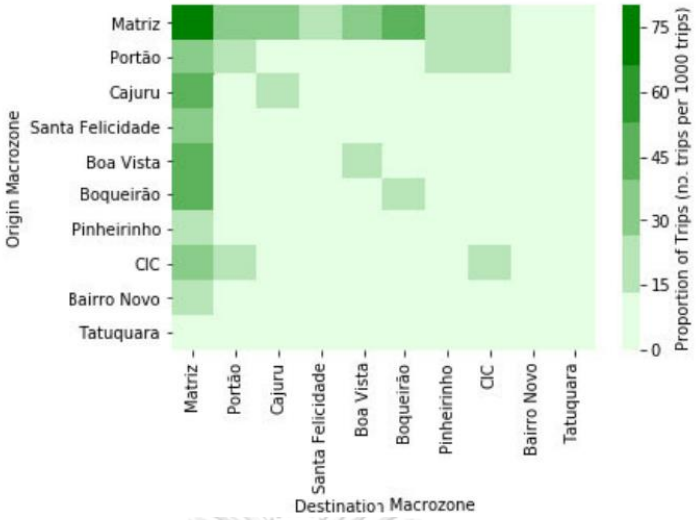
รูปที่ 2-4 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงกราฟแสดงปริมาณผู้โดยสารรายสัปดาห์

ที่มา : Fiore et al. (2019)



รูปที่ 2-5 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงความหนาแน่นของผู้โดยสาร ณ ป้ายจอดในลักษณะ Heatmap

ที่มา : Fiore et al. (2019)



รูปที่ 2-6 ตัวอย่างผลลัพธ์ระบบรายงานในรูปแผงควบคุม (dashboard) แสดงตารางปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารระหว่างจุดต้นทาง-ปลายทาง

ที่มา : Fiore et al. (2019)

จากตัวอย่างการพัฒนาวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลขนาดใหญ่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้งานด้านการขนส่ง แต่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดและแปลงรูปแบบของข้อมูลให้พร้อมก่อนแล้วจึงนำไปวิเคราะห์อย่างเหมาะสม จึงจะสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพ นอกจากนี้ในการนำข้อมูลขนาดใหญ่ไปใช้จริงนั้น ยังจำเป็นต้องมีการรวมข้อมูลจากหลากหลายแหล่งมาประกอบกันเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์และตรวจทานความถูกต้องของข้อมูล เพราะข้อมูลจากแต่ละแหล่งข้อมูลมีรูปแบบ และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 การสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

2.2.1 ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory)

ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) เป็นทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคภายใต้ทรัพยากรหรือรายได้ที่มีอยู่อย่างจำกัด สำหรับผู้บริโภคที่มีพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกอย่างมีเหตุผล (Rational Choice) ซึ่งผู้บริโภคจะเลือกชุดของสินค้าหรือบริการเพื่อให้อรรถประโยชน์รวมสูงสุด (Utility Maximization) (ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์, 2561) เมื่อนำมาประยุกต์กับการเลือกรูปแบบเดินทางของผู้เดินทางแล้วจะเห็นได้ว่า ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือก

รูปแบบการเดินทาง i ก็ต่อเมื่อได้รับอรรถประโยชน์จากรูปแบบการเดินทาง i มากกว่าหรือเท่ากับรูปแบบการเดินทาง j ดังสมการ (2-1) (วาทินี สำราญจิตร์, 2548)

$$U_{in} \geq U_{jn} \, , j \neq i \, , \forall (i,j) \in C_n \tag{2-1}$$

โดยที่

U_{in} คือ อรรถประโยชน์จากรูปแบบการเดินทาง i ของผู้เดินทางคนที่ n

U_{jn} คือ อรรถประโยชน์จากรูปแบบการเดินทาง j ของผู้เดินทางคนที่ n

C_n คือ เซ็ตทางเลือกรูปแบบการเดินทางทั้งหมดของที่ผู้เดินทางคนที่ n

ซึ่งโดยทั่วไปฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทางเป็นค่า ๆ หนึ่งลงในสมการได้เราจะเรียกว่า อรรถประโยชน์ที่มีความแน่นอน (Deterministic Utility) ซึ่งอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า ผู้เดินทางมีพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกอย่างมีเหตุมีผล สามารถบอกความชอบได้อย่างชัดเจน รับรู้ถึงรูปแบบการเดินทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด ประเมินผลกระทบของแต่ละรูปแบบการเดินทางได้ และมีเกณฑ์การตัดสินใจที่แน่นอน โดยผู้เดินทางจะเลือกทางเลือกที่ให้ค่าอรรถประโยชน์สูงสุดเสมอ สามารถเขียนในรูปสมการเส้นตรงได้ดังนี้

$$V_{in} = \sum_{k=1}^{K} \beta_k X_{kin} \tag{2-2}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่

V_{in} คือ อรรถประโยชน์ที่มีความแน่นอนของผู้เดินทางคนที่ n ที่เลือกรูปแบบการเดินทาง i

X_{kin} คือ คุณลักษณะการเดินทางที่ k ของผู้เดินทางคนที่ n ที่เลือกรูปแบบการเดินทาง i

β_k คือ พารามิเตอร์ของคุณลักษณะการเดินทางที่ k

ในทางปฏิบัติการตัดสินใจของผู้เดินทางอาจไม่สมเหตุสมผลเสมอไป เช่น บางคนอาจชอบขับรถยนต์เนื่องจากต้องขนสัมภาระที่มีน้ำหนักมากไปทำงานหรือบางคนอาจไม่ชอบเดินทางโดยขนส่งมวลชนด้วยเหตุผลส่วนตัว ทำให้ผู้เดินทางเหล่านี้อาจเลือกขับรถยนต์ ถึงแม้จะให้อรรถประโยชน์ต่ำ

กว่าขนส่งมวลชน ดังนั้นแล้วทฤษฎีอรรถประโยชน์ที่มีความแน่นอน (Deterministic Utility) ที่ใช้พยากรณ์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางอาจไม่สามารถเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะทั้งหมดของทางเลือกได้ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาทฤษฎีเพื่อให้สอดคล้องกับการตัดสินใจของผู้เดินทางมากขึ้นเรียกว่า ทฤษฎีอรรถประโยชน์สุ่ม (Random Utility)

อรรถประโยชน์สุ่ม (Random Utility) เป็นทฤษฎีที่ถูกพัฒนามาจากทฤษฎีอรรถประโยชน์ที่มีความแน่นอน (Deterministic Utility) เพื่อสะท้อนความสุ่มของอรรถประโยชน์อันเกิดจากรสนิยม (Taste) ของบุคคล และการไม่สามารถควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของทางเลือกได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่รับรู้ได้แน่นอน (Deterministic Term) และส่วนที่รวมความคาดเคลื่อน (Error Term) สามารถเขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \tag{2-3}$$

โดยที่

U_{in} คือ อรรถประโยชน์ของผู้เดินทางคนที่ n ที่เลือกรูปแบบการเดินทาง i

V_{in} คือ อรรถประโยชน์ส่วนที่มีความแน่นอน (Deterministic Utility) ของผู้เดินทางคนที่ n ที่เลือกรูปแบบการเดินทาง i

ε_{in} คือ ค่าคลาดเคลื่อนของอรรถประโยชน์สุ่ม (Error Term) ของผู้เดินทางคนที่ n ที่เลือกรูปแบบการเดินทาง i

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อแทนค่าสมการที่ (2-3) ลงในสมการที่ (2-1) จะทำให้ทราบถึงผลต่างของอรรถประโยชน์ส่วนที่สามารถวัดได้ต้องมีค่ามากกว่าอรรถประโยชน์ส่วนที่รวมความไม่แน่นอนระหว่างรูปแบบการเดินทาง i และ j ดังแสดงในสมการที่ (2-4)

$$V_{in} - V_{jn} \geq \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}\,, \forall (i,j) \in C_n \tag{2-4}$$

แต่เนื่องจากตัวแปร ε_{in} และ ε_{jn} เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม (Random Variable) และไม่สามารถทราบค่าได้แน่นอน ดังนั้นจึงไม่อาจชี้ชัดได้ว่ารูปแบบการเดินทาง i จะให้อรรถประโยชน์มากกว่ารูปแบบการเดินทาง j สำหรับผู้เดินทางที่ n ว่าจะเกิดขึ้นอย่างแน่นอนเมื่อใด ด้วยเหตุนี้จึง

ต้องวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability) แทน กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของการเลือกรูปแบบการเดินทางแบบสุ่มของผู้เดินทางคนที่ n ที่จะเลือกรูปแบบการเดินทาง i จากเซ็ตทางเลือกรูปแบบการเดินทาง C_n ดังแสดงในสมการที่ (2-5)

$$\begin{aligned} P_n(i) &= P\left(U_{in} \geq U_{jn}, \forall (i,j) \in C_n\right) \\ &= P\left(V_{in} - V_{jn} \geq \varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn}, \forall (i,j) \in C_n\right) \\ &= P(\varepsilon_{in} - \varepsilon_{jn} \leq V_{in} - V_{jn}, \forall (i,j) \in C_n) \end{aligned} \quad (2\text{-}5)$$

2.2.2 รูปแบบของฟังก์ชัน (Functional forms)

กำหนดให้ความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางนั้นอยู่ในเงื่อนไขที่ค่าไม่ติดลบ และสามารถรวมเงื่อนไขนั้นเป็นค่า ๆ หนึ่งได้ โดยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางและลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งประเด็นแรกในการเลือกฟังก์ชันความน่าจะเป็นนั้นจะต้องเป็นฟังก์ชันที่มีความเหมาะสมและยืนหยุ่นในการคำนวณ (วีรชัย โสธนนันทน์, 2562)

แบบจำลองที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการสร้างความน่าจะเป็นแบบสุ่ม โดยเฉพาะในกรณีที่มีจำนวนทางเลือกที่ต้องวิเคราะห์หลายทางเลือก คือ แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model) เนื่องจากสามารถทำการวิเคราะห์ได้โดยไม่มีภาระในการคำนวณ (Computational Burden) มากนัก (Koppelman & Bhat, 2006) อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวก็มีคุณสมบัติเฉพาะที่เกิดจากข้อสมมุติเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนของอรรถประโยชน์ที่ผู้เดินทางได้รับจากแต่ละทางเลือกว่าจะต้องมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบกัมเบล (Gumbel หรือ Type I Extreme Value Distribution) ที่เหมือนกันและเป็นอิสระต่อกัน (Independent and Identically Distributed : IID) ทั้งระหว่างทางเลือก (across alternatives) และระหว่างผู้เดินทาง (across individuals) ข้อสมมตินี้ทำให้แบบจำลองโลจิตพหุนามมีคุณสมบัติ Independence of Irrelevant Alternatives (IIA) ซึ่งเป็นคุณสมบัติเกี่ยวกับสัดส่วนความน่าจะเป็นของทางเลือกที่คำนวณได้จากแบบจำลอง โดยสัดส่วนความน่าจะเป็นของทางเลือกที่คำนวณได้จากแบบจำลองโลจิตพหุนามจะมีค่าคงที่เสมอ แม้ว่าจะมีทางเลือกใหม่ให้ผู้เดินทางเลือกเพิ่มขึ้นก็ตาม

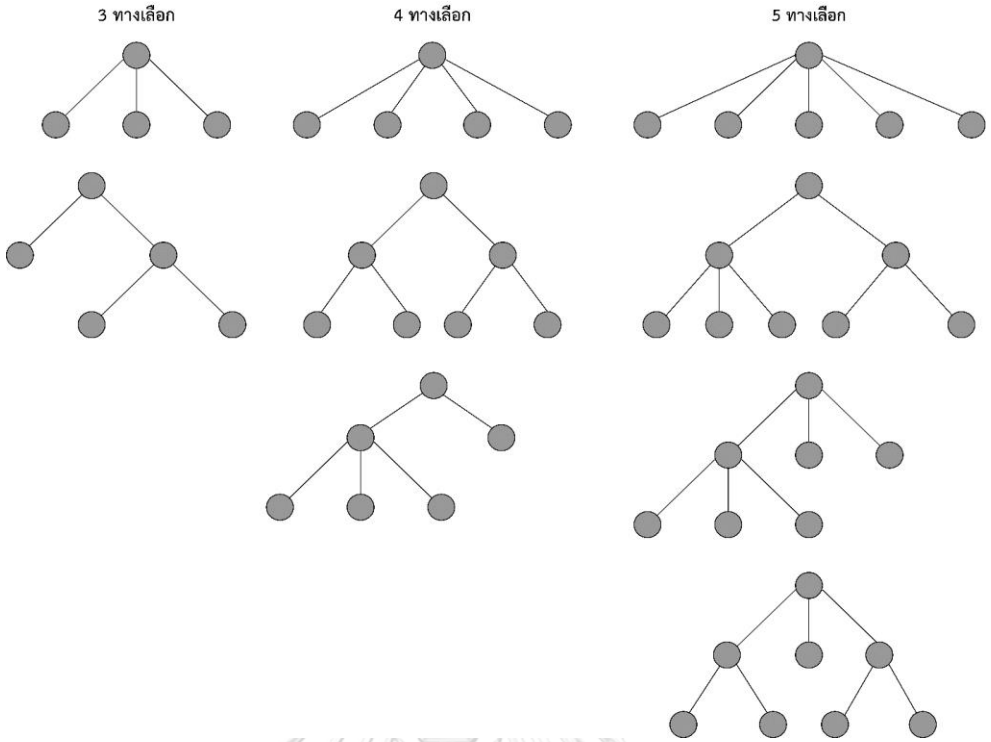
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงทางเลือกบางทางเลือกอาจมีลักษณะคล้ายคลึงกันและหากลักษณะที่คล้ายกันนั้นเป็นลักษณะที่ไม่สามารถวัดค่าได้ ก็จะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนของอรรถประโยชน์ของทางเลือกดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันและเป็นการละเมิดเงื่อนไขคุณสมบัติ IIA ซึ่งทำให้แบบจำลองโลจิตพหุนามนั้นไม่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ทางเลือกการเดินทางที่ละเมิดเงื่อนไขคุณสมบัติดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงได้มีความพยายามที่จะพัฒนาแบบจำลองที่ไม่มีคุณสมบัติ IIA เพื่อที่จะใช้ทดแทนแบบจำลองโลจิตพหุนามในหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองโพรบิตพหุนามทั่วไป (General Multinomial Probit Model) และแบบจำลอง Heteroscedastic Extreme Value (HEV) ซึ่งไม่ใช้ข้อสมมุติการแจกแจงความน่าจะเป็นของค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ทางเลือกแบบ IID แต่แบบจำลองเหล่านี้มีความยุ่งยากในการคำนวณความน่าจะเป็นของทางเลือกซึ่งไม่มีสูตรการคำนวณที่ตายตัวหรือสูตรการคำนวณแบบปิด เช่น ในกรณีของแบบจำลองโพรบิตพหุนามทั่วไปที่มีทางเลือกหลายทางเลือก การหาความน่าจะเป็นจะต้องทำการอินทิเกรตหลายมิติ ด้วยเหตุนี้ทำให้แบบจำลองโพรบิตพหุนามทั่วไปไม่ได้รับความนิยม (ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์, 2561) ดังนั้นแบบจำลองที่ไม่มีคุณสมบัติ IIA ซึ่งได้รับความนิยมในการใช้ทดแทนแบบจำลองโลจิตพหุนาม คือ แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model : NL) เพราะความสะดวกรวดเร็วในการคำนวณ โดยใช้การจำลองโดยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation)

2.2.3 แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model : NL)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตเป็นแบบจำลองที่แบ่งกลุ่มทางเลือกต่าง ๆ ที่ลักษณะคล้ายคลึงกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน เมื่อสมมุติให้เซ็ตของทางเลือก $\mathbf{C}$ ประกอบด้วย J ทางเลือก และสามารถแบ่งเซตทางเลือกเป็น K เซตย่อยที่ไม่ซ้อนทับกันได้ดังนี้ $C_1, C_2, C_3, \dots, C_K$ เราเรียกซับเซตย่อยเหล่านี้ว่าเนสต์ (Nest) ในการกำหนดโครงสร้างเนสต์ (Nest Structure) ของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตนิยมจัดกลุ่มจากทางเลือกที่ผู้วิเคราะห์คิดว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันไว้ภายในเนสต์เดียวกัน แล้วใช้การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติเพื่อช่วยในการตัดสินว่าโครงสร้างเนสต์จะเป็นแบบใดจึงจะมีความเหมาะสมที่สุด (Koppelman & Bhat, 2006) โดยสำหรับกรณีที่มีจำนวนทางเลือกหลายทางเลือกจำนวนโครงสร้างเนสต์ที่สามารถจัดได้ก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วดังแสดงในรูปที่ 2-7



รูปที่ 2-7 ตัวอย่างการจัดโครงสร้างเนสต์

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์ (2561)

ในการสร้างฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมร่วมของค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ในแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต สามารถทำได้โดยการกำหนดให้ $\varepsilon_n = [\varepsilon_{1n}\varepsilon_{2n}\varepsilon_{3n} \dots \varepsilon_{Jn}]$ เป็นเวกเตอร์ค่าคลาดเคลื่อนของอรรถประโยชน์ที่ผู้เดินทาง n จากทางเลือก 1, 2, 3, ..., J และสมมุติให้มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Generalized Extreme Values (GEV) ซึ่งจะได้ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมร่วมของค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ดังสมการที่ (2-6)

$$\mathrm{F}(\varepsilon_{1n}\varepsilon_{2n}\varepsilon_{3n} \dots \varepsilon_{Jn}) = \exp\left[-\sum_{k=1}^{K}\left(\sum_{j\in c_k}\exp(-\frac{\varepsilon_{jn}}{\theta_k})\right)^{\theta_k}\right] \qquad (2\text{-}6)$$

โดยที่ค่าพารามิเตอร์ θ_k นั้นแสดงระดับความสัมพันธ์กันของค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ในเนสต์ k เดียวกัน ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ θ_k เท่ากับ 1 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ของแต่ละทางเลือกในเนสต์ k เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมร่วมในสมการที่ (2-6) จะลดรูปลงเหลือเป็นผลคูณของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมเดี่ยวของค่าคลาดเคลื่อน ซึ่งทำให้ได้การแจกแจงความน่าจะเป็นตามข้อสมมุติของแบบจำลองโลจิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พหุนามนั่นเอง (Koppelman & Bhat, 2006) ทั้งนี้เมื่อค่าพารามิเตอร์ θ_k มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละทางเลือกในเนสต์ k มีความสัมพันธ์กันน้อย แต่หากค่าพารามิเตอร์ θ_k มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละทางเลือกในเนสต์ k มีความสัมพันธ์กันมาก

จากข้อสมมุติเกี่ยวกับการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของค่าคลาดเคลื่อนอรรถประโยชน์ในแต่ละทางเลือก สามารถนำมาเขียนความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือกทางเลือก i ซึ่งอยู่ในเนสต์ k ได้ดังสมการที่ (2-7)

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}/\theta_k}\left(\sum_{j\in c_k} e^{V_{jn}/\theta_k}\right)^{\theta_k - 1}}{\left[\sum_{l=1}^{K}\left(\sum_{j\in c_l} e^{V_{jn}/\theta_l}\right)^{\theta_l}\right]} \quad (2\text{-}7)$$

ความน่าจะเป็นของทางเลือกดังสมการที่ (2-7) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยการแบ่งฟังก์ชันอรรถประโยชน์ส่วนที่เป็นระบบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนหนึ่งขึ้นกับลักษณะเฉพาะของเนสต์เนสต์ (α_{kn}) ซึ่งมีค่าเหมือนกันสำหรับทุกทางเลือกในเนสต์เดียวกัน และอีกส่วนหนึ่งขึ้นกับลักษณะของทางเลือก (W_{in}) ซึ่งอาจมีค่าแตกต่างกันสำหรับแต่ละทางเลือกในเนสต์เดียวกัน ดังแสดงในสมการที่ (2-8)

$$U_{in} = \alpha_{kn} + W_{in} + \varepsilon_{in} \quad (2\text{-}8)$$

ดังนั้นสามารถเขียนความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางคนที่ n เลือกทางเลือก i ซึ่งอยู่ในเนสต์ k ได้ในรูปของความน่าจะเป็นแบบเงื่อนไขดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$P_n(i) = P_n(i|k) \times P_n(k) \quad (2\text{-}9)$$

โดย

$$\mathrm{P}_n(i|k) = \frac{e^{W_{in}/\theta_k}}{\sum_{j\in c_k} e^{W_{jn}/\theta_k}} \quad (2\text{-}10)$$

$$\mathrm{P}_n(k) = \frac{e^{\alpha_{kn}+\theta_k\Gamma_{kn}}}{\sum_{l=1}^{K} e^{\alpha_{ln}+\theta_k\Gamma_{ln}}} \quad (2\text{-}11)$$

โดยที่

$$\Gamma_{kn} = \ln\sum_{j\in c_k} e^{W_{jn}/\theta_k} \quad (2\text{-}12)$$

จะเห็นได้ว่าความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือกทางเลือก i ซึ่งอยู่ในเนสต์ k สามารถแยกพิจารณาได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือความน่าจะเป็นแบบเงื่อนไขที่ผู้เดินทางเลือก

ทางเลือก i เมื่อ k ถูกเลือก ส่วนที่ 2 คือความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางเลือกเนสต์ k จาก K เนสต์ โดยแต่ละเนสต์ k มีฟังก์ชันอรรถประโยชน์ซึ่งประกอบด้วยลักษณะของเนสต์ α_{kn} และ ค่า $\theta_k \Gamma_{kn}$ ซึ่ง Γ_{kn} เป็นค่าลอการิทึมของผลรวมเอกซ์โพเนนเชียลของอรรถประโยชน์ของทุกทางเลือกในเนสต์ k หรือเรียกว่า Logsum (ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์, 2561)

2.2.4 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์แบบจำลองจำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อใช้วิเคราะห์ระดับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง โดยวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน คือ Maximum Likelihood (ML) เนื่องจากเป็นการประมาณค่าที่เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการทราบค่าค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นค่าเฉพาะ ไม่ใช่แบบช่วง (ไชยวิทย์ บุรสมบูรณ์, 2543) ดังแสดงในสมการที่ (2-13)

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^{N} \prod_{i=1}^{J} P_n(i)^{Y_{in}} \qquad (2\text{-}13)$$

โดยที่

$L(\beta)$ คือ Likelihood function

β คือ เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง $(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k)$

N คือ จำนวนของตัวอย่างทั้งหมด

J คือ ทางเลือกการเดินทางที่มีทั้งหมด

$P_n(i)$ คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทางคนที่ n จะเลือกรูปแบบการเดินทาง i

และ Y_{in} มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อผู้เดินทางคนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทาง i

มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อผู้เดินทางคนที่ n เลือกรูปแบบการเดินทาง j

อย่างไรก็ตาม สำหรับแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต จะใช้วิเคราะห์อีกวิธีที่เรียกว่า Maximum Log Likelihood (MLL) แทน เนื่องจากรูปแบบสมการจะสามารถคำนวณได้ง่ายกว่า ซึ่งอธิบายโดยใช้ค่าเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential) ดังแสดงในสมการที่ (2-14)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$LL(\beta) = \sum_{n=1}^{N} \sum_{i=1}^{J} Y_{in} ln(P_n(i)) \quad (2\text{-}14)$$

โดยค่าสัมประสิทธิ์ β_k ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยวิธี Maximum Log Likelihood จะสะท้อนถึงอิทธิพลของปัจจัย k ที่ส่งผลต่ออรรถประโยชน์ของผู้เดินทางสำหรับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยที่ค่าของสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ประมาณได้จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้เดินทางที่ได้รับจากรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ โดยเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์จะแสดงถึงทิศทางของตัวแปรที่มีผลต่อค่าความพึงพอใจ หากเครื่องหมายสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนั้นเป็นบวก แสดงว่าความพึงพอใจจะมากขึ้นถ้าตัวแปรนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าเครื่องหมายเป็นลบ แสดงว่าความพึงพอใจจะลดลงถ้าตัวแปรนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น

2.2.5 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ของแบบจำลอง

เราสามารถตรวจสอบผลการวิเคราะห์แบบจำลองได้หลายวิธี จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองด้วยวิธี Maximum Likelihood ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการประเมินความสมรูป (Goodness of Fit) ของแบบจำลองกับชุดของข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ และประเมินความแม่นยำของแบบจำลองโดยใช้สัดส่วนของการพยากรณ์ผลได้อย่างถูกต้อง

1) ความสมรูป (Goodness of Fit)

ในการพิจารณาว่าสมการจะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลตัวอย่างได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้น มักวัดความสมรูป (Goodness of Fit) ของแบบจำลองกับข้อมูลตัวอย่างซึ่งอ้างอิงจากค่า McFadden - R^2 หรือที่เรียกโดยย่อว่า ρ^2 สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (2\text{-}15)$$

โดยที่ $LL(0)$ เป็นค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ไม่พิจารณาตัวแปรต้นเลย

ซึ่งค่าของ ρ^2 จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าแบบจำลองสามารถแทนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นไม่สามารถแทนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้เลย ทั้งนี้ในการพิจารณาค่า ρ^2 นั้นจากงานวิจัยในอดีตพบว่าถ้ามีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไปจะถือว่ายอมรับได้ (วาทินี สำราญจิตร์, 2548)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) ประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง

ในการพิจารณาว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นมีความถูกต้องมากหรือน้อยเพียงใด มีเกณฑ์ที่ใช้กันทั่วไปคือร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้อง (Percent Correct Prediction หรือบางครั้งเรียกว่า Hit Rate) ซึ่งวัดความถูกต้องของผลการทำนายจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นเทียบกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง

$$\% \, correct = \frac{\sum_{n=1}^{N} c_n}{N} \qquad (2\text{-}16)$$

โดยที่

$c_n = 1$ ถ้าการทำนายจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นตรงกับการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง

$c_n = 0$ ถ้าการทำนายจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นไม่ตรงกับการเลือกรูปแบบการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง

2.3 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of Time)

เนื่องจากอรรถประโยชน์นั้นเป็นเพียงตัวเลขที่ไม่มีหน่วยในการวัดค่าของสัมประสิทธิ์จึงไม่สามารถอธิบายความหมายได้ในตัวมันเอง แต่ถ้าหากนำค่าของสัมประสิทธิ์มาเทียบกันจะทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้เดินทางได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงตัวแปร “เวลาที่ใช้ในการเดินทาง” และ “ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง” ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางจะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of Time) (วีรชัย โสธนนันทน์, 2562)

มูลค่าเวลา แสดงถึง การให้คุณค่าเป็นตัวเงิน (Monetary Value) ของเวลาในการเดินทาง โดยขึ้นกับ รูปแบบการเดินทาง (Mode) ช่วงเวลาในการเดินทาง และปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง ซึ่งส่งผลต่อการให้คุณค่าเป็นตัวเงินที่แตกต่างกัน โดยมูลค่าของเวลาในการเดินทางคำนวณได้จาก อัตราส่วนเพิ่มสุดท้ายของการทดแทนกัน (Marginal Rate of Substitution) ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel Time) และค่าโดยสาร (Travel Cost) ดังแสดงในสมการที่ (2-17) และ (2-18) ตามลำดับ

$$VOT = -\frac{\partial U_n}{\partial T_n} / \frac{\partial U_n}{\partial C_n} = -\beta_t/\beta_c \quad (2\text{-}17)$$

$$U_n = \beta_0 + \beta_c C_n + \beta_T T_n + \beta_O O_n + \varepsilon_n \quad (2\text{-}18)$$

โดยที่

VOT คือ มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of Time)

U_n คือ อรรถประโยชน์ของผู้เดินทางคนที่ n ที่เกิดจากการตัดสินใจเลือกการเดินทางรูปแบบต่าง ๆ

β_0 คือ สัมประสิทธิ์ค่าคงที่

β_t คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงระดับอิทธิพลของ “เวลาที่ใช้ในการเดินทาง” ต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

β_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงระดับอิทธิพลของ “ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง” ต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

β_O คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงระดับอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง

T_n คือ เวลาในการเดินทาง (Travel Time) ของผู้เดินทางคนที่ n

C_n คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) ของผู้เดินทางคนที่ n

O_n คือ ปัจจัยอื่น ๆ (Other factors) ใช้อธิบายลักษณะเฉพาะตัวของผู้เดินทางคนที่ n

ε_n คือ พจน์คลาดเคลื่อนของผู้เดินทางคนที่ n ซึ่งขึ้นกับรูปแบบการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือก

สำหรับวิธีการประเมินความพึงพอใจที่นำไปสู่รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกและการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

1.) Revealed preference approach (RP)

วิธีการประเมินความพึงพอใจแบบเปิดเผย (Revealed preference: RP) เป็นลักษณะการสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบัน เช่น การสำรวจการเลือกใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในการไปทำงาน ซึ่งไม่สามารถควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางได้ โดยค่าตัวแปรต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับทางเลือกเดิม (Hensher, 1994) ได้อธิบายถึงข้อเสียของวิธี RP ว่าต้องใช้งบประมาณสูง และมีความยากในการอธิบายผลกระทบของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้ เช่น ความสะดวก ความสบาย หรือความรู้สึกปลอดภัย เป็นต้น และวิธี RP ยังไม่สามารถใช้กับสถานการณ์ที่มีทางเลือกใหม่ได้

ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์ (2561) ได้อธิบายว่าข้อมูลแบบ RP นั้นมีข้อดีคือข้อมูลค่อนข้างน่าเชื่อถือ เพราะเป็นการสอบถามพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่บ้างบางประการ เช่น ไม่สามารถทดสอบการเปลี่ยนแปลงนโยบายใหม่ ๆ หรือการเกิดรูปแบบการเดินทางรูปแบบใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

2.) Stated preference approach (SP)

วิธีการประเมินความพึงพอใจเชิงกล่าวอ้าง (Stated preference: SP) หรือบางครั้งเรียกว่า Stated Choice แปลตรงตัวว่าข้อมูลที่ผู้เลือกกล่าวว่าเป็นทางเลือกที่พึงพอใจ เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชิงทางเลือก (Choice Experiment) ซึ่งผู้วิเคราะห์สร้างสถานการณ์สมมติ (Hypothetical Scenarios) ขึ้นมา โดยสมมุติค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของทางเลือกในแต่ละทางเลือก แล้วให้ผู้เลือกตัดสินใจว่าจะเลือกรูปแบบการเดินทางใด (ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์, 2561) โดยข้อดีของวิธี SP คือ ข้อมูลประเภทนี้เกิดจากการออกแบบการทดลองจึงสามารถกำหนดค่าของตัวแปรและสถานการณ์ต่าง ๆ ตามที่ผู้วิเคราะห์สนใจได้ แต่การเก็บข้อมูลแบบ SP ก็ยังมีข้อเสียต่าง ๆ เช่น ขาดความสมจริง เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้จากเหตุการณ์สมมติ ผู้เลือกอาจจะไม่เข้าใจกับสถานการณ์อย่างถ่องแท้ รวมถึงต้องตอบคำถามสถานการณ์สมมติเป็นจำนวนมาก เป็นต้น การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างวิธีการสำรวจด้วยวิธี RP และวิธี SP ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการสำรวจด้วยวิธี RP กับ SP

	Revealed Preference	Stated Preference
ลักษณะการพิจารณา	ใช้ศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบัน	ใช้ศึกษาพฤติกรรมของผู้เดินทางที่จะมีต่อทางเลือกในการเดินทางหรือบริการขนส่งใหม่ๆ สถานการณ์ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน
ข้อดี	ได้รับข้อมูลการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง	สามารถกำหนดค่าของตัวแปรและสถานการณ์ต่าง ๆ ตามที่ผู้วิเคราะห์สนใจได้
ข้อเสีย	• ใช้งบประมาณในการสำรวจหรือรวบรวมข้อมูลสูง • มีความยากในการอธิบายผลกระทบของตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้ • ไม่สามารถทดสอบการเปลี่ยนแปลงนโยบายใหม่ ๆ หรือการเกิดรูปแบบการเดินทางใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้	• ได้รับข้อมูลความคิดเห็นหรือการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่สมมติขึ้น ซึ่งไม่สามารถมั่นใจได้ว่าผู้เดินทางจะเลือกเดินทางตามสถานการณ์ที่เลือกไว้เมื่อเกิดสถานการณ์นั้นขึ้นจริงตามที่เคยระบุไว้ในตอนสัมภาษณ์ • ผู้เลือกอาจจะไม่เข้าใจกับสถานการณ์สมมติที่จะต้องตอบคำถามอย่างถ่องแท้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองโลจิต

โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูล ข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDL) สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2558) ได้ทำการปรับปรุงโครงสร้างแบบจำลองทางเลือกการเดินทางในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้ข้อมูลจราจรร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลการสำรวจจากแบบสอบถาม และข้อมูลจากรายงานศึกษาที่ผ่านมาประกอบกัน โดยพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองทางเลือกการเดินทาง ดังนี้ ข้อมูลการเดินทาง (Travel characteristics) อาทิ วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ลักษณะการใช้พื้นที่ที่เกิดการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง และช่วงเวลาของวันที่ทำการเดินทาง

เป็นต้น ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง (Socio-economic characteristics) อาทิ รายได้ จำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลที่มีในครอบครอง เพศ และอายุ เป็นต้น และข้อมูลของรูปแบบ การเดินทาง (Mode characteristics) อาทิ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาที่ใช้ขณะโดยสารบนยานพาหนะ เวลาที่ใช้ในการรอรับบริการ และความสามารถในการเข้าถึงบริการ เป็นต้น สำหรับการศึกษานี้ ได้เลือกใช้แบบจำลอง Multinomial logit ในการวิเคราะห์ทางเลือกการเดินทาง จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางรูปแบบต่าง ๆ โดยผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนการเดินทางรูปแบบต่าง ๆ จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทาง

วัตถุประสงค์การเดินทาง	รูปแบบการเดินทาง							ผลรวม
	PC	MC	BTS&MRT	SRT&SPT	BUS&VAN	VES	TAXI&TUK	
HBW	61.90%	52.90%	39.50%	39.50%	39.50%	39.50%	24.60%	48.80%
HBE	9.60%	12.30%	35.70%	35.70%	35.70%	35.70%	19.10%	22.50%
HBO	19.40%	2.00%	16.50%	16.50%	16.50%	16.50%	47.40%	18.80%
NHB	9.20%	14.80%	8.40%	8.40%	8.40%	8.40%	8.90%	9.80%
ผลรวม	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2558)

การศึกษาของ พงษ์พิษณุ นาคคำ และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน (2563) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ของนักศึกษาและบุคลากรจำนวน 923 ตัวอย่าง ซึ่งการพัฒนาแบบจำลองจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ข้อมูลส่วนแรกจะนำมาพัฒนาสร้างแบบจำลองจำนวน 650 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลทั้งหมด และอีกส่วนหนึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองจำนวน 73 ตัวอย่าง คิดเป็น ร้อยละ 30 ของข้อมูลทั้งหมด

โดยประเภทของข้อมูลที่ศึกษาวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม (Questionnaire) เช่น อายุ เพศ รายได้ ระดับการศึกษา และความพึงพอใจต่อยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง เป็นต้น ข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเลือกรูปแบบการเดินทาง และข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการกำหนดตัวแปร โดยการศึกษานี้ใช้แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested

Logit Model) ในการวิเคราะห์ ซึ่งการจัดโครงสร้างเนสต์ในลำดับชั้นแรกจะแบ่งออกเป็น 2 เนสต์ ได้แก่ การเดินทางที่ไม่ใช่เครื่องยนต์ (Active travel) และ การเดินทางที่ใช่เครื่องยนต์ (Non-active travel) ดังรูปที่ 2-8

รูปที่ 2-8 โครงสร้างเนสต์ของทางเลือกในการเลือกรูปแบบการเดินทางของนักศึกษาและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา

ที่มา : ดัดแปลงจาก พงษ์พิษณุ นาคคำ และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน (2563)

จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองมีค่า McFadden's Pseudo R-squared เท่ากับ 0.807 ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ของชุดพัฒนาแบบจำลองและชุดตรวจสอบแบบจำลองเท่ากับ ร้อยละ 83.23 และ 83.15 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม และสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ไปประยุกต์ใช้ในแบบจำลองได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rahman (2008) ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางในเมืองธากา (Dhaka) ประเทศบังกลาเทศ เพื่อกำหนดอันดับการใช้ประโยชน์ของรูปแบบการเดินทางในเมือง และทดสอบผลของการพัฒนาระบบขนส่งต่อความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางของนักท่องเที่ยวในเมืองธากา โดยใช้แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model) และแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model) ซึ่งรูปแบบการเดินทางที่ถูกพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 6 ทางเลือก คือ รถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถประจำทาง รถแท็กซี่ รถสามล้อ และการเดิน จากการสำรวจประชากรที่เดินทางระหว่างที่พักอาศัยกับทำงาน (home-based work trips) จำนวน 4,903 ครัวเรือนพบว่าปัจจัยที่สำคัญในการเลือกรูปแบบการเดินทาง คือ

เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยค่า ρ^2 ที่ได้จากแบบจำลองแบบจำลองโลจิตพหุนามและเนสเต็ดโลจิต เท่ากับ 0.3719 และ 0.4259 ตามลำดับ

การศึกษาของ Shen et al. (2016) เป็นศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกการเดินทางโดยรถไฟใต้ดินจากการสำรวจการเดินทางในครัวเรือน (Household Travel Survey: HTS) ของผู้อยู่อาศัยในย่านชานเมืองสี่แห่งในเซี่ยงไฮ้ (shanghai) รวมถึงผู้อยู่อาศัยที่อยู่บริเวณใกล้กับสถานีรถไฟใต้ดินอีกจำนวนสามแห่ง โดยใช้แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model) พบว่า รายได้ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล และระยะทางในการเดินทางกับความหนาแน่นของประชากรในที่ทำงาน มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการเลือกรถไฟใต้ดินเป็นรูปแบบการเดินทางการเดินทางหลัก นอกจากนี้ผลการศึกษายังบ่งชี้ว่าแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตมีความเหมาะสมในการคาดการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยมีค่า McFadden's Pseudo R-squared เท่ากับ 0.40 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีเหมาะสมที่จะใช้อธิบายการเดินทางของแต่ละบุคคล

Javanmardi et al. (2015) ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมทางเลือกการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลแบบสำรวจการเดินทางและข้อมูลการเดินทางผู้ใช้ Google Maps API และ RTA Trip Planner ในเมืองชิคาโก โดยใช้แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model) และแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model) เพื่อเปรียบเทียบกัน ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการสร้างแบบจำลอง คือ เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตมีนัยสำคัญและมีค่า θ_k เท่ากับ 0.92 ซึ่งแสดงให้ว่าทางเลือกในเนสต์เดียวกันมีความสัมพันธ์กันเล็กน้อย และมีค่า ρ^2 เท่ากับ 0.667

Li et al. (2002) ทำการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางประจำวันของประชาชนในเมืองฟูกูโอกะ (Fukuoka) โดยใช้แบบจำลองโลจิตทวินาม (Binary Logit Model) ในการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกการเดินทาง ซึ่งพิจารณารูปแบบการเดินทางเพียง 2 รูปแบบ คือ รถยนต์ และรถสาธารณะ โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 1.) ลักษณะการเดินทาง ได้แก่ จำนวนเที่ยวในการเดินทาง ช่วงเวลาที่เดินทางไปถึงที่ทำงาน ช่วงเวลาที่กลับถึงบ้าน และเวลาในการเดินทาง 2.) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง ได้แก่ อาชีพ เพศ อายุ และค่าใช้จ่ายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจอดรถ โดยการศึกษาจะแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองสำหรับผู้ที่เดินทาง 2 เที่ยวต่อวัน และแบบจำลองสำหรับผู้ที่เดินทางมากกว่า 2 เที่ยวต่อวัน จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองสำหรับผู้ที่เดินทาง 2 เที่ยวต่อวันมีค่า ρ^2 เท่ากับ 0.315 และแบบจำลองสำหรับผู้ที่เดินทางมากกว่า 2 เที่ยวต่อวันมีค่า ρ^2 เท่ากับ 0.376

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเดินทางด้วยสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

Holleczek et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองการขนส่งโดยใช้ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ร่วมกับข้อมูลบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Smart card) ณ ประเทศสิงคโปร์ เพื่อประมาณการเดินทางของผู้คนที่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะและรถยนต์ส่วนบุคคลระหว่าง 55 เขตปกครองของประเทศสิงคโปร์

โดยข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นมาจากผู้ให้บริการเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ SingTel จำนวน 3.4 ล้านเลขหมายที่ถูกบันทึกในช่วงกลางเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม 2554 ซึ่งข้อมูลจะถูกวิเคราะห์โดยอัลกอริทึมการตรวจจับการเดินทางเพื่อหาตารางจุดต้นทางและปลายทางการเดินทางในระดับเขต โดยดูจากการกระจุกตัวขอพิกัดของสัญญาณเทียบกับเวลา และหลังจากที่ได้ตารางจุดต้นทางและปลายทางการเดินทางของผู้ให้บริการเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ SingTel แล้วตารางดังกล่าวจะถูกขยายขนาดให้สามารถแสดงการเดินทางของคนทั่วทั้งสิงคโปร์โดยพิจารณาจากส่วนแบ่งการตลาดของผู้ใช้เครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ SingTel ในสิงคโปร์ หลังจากนั้นตารางจุดต้นทางและปลายทางการเดินทางของคนทั่วทั้งสิงคโปร์ที่ได้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการแยกโหมด (การขนส่งสาธารณะและรถยนต์ส่วนบุคคล (รวมแท็กซี่)) จากชุดข้อมูลบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งรวมทั้งรถไฟฟ้าและรถประจำทาง

จากผลการศึกษาพบว่าตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ร่วมกับข้อมูลบัตรโดยสารแบบอิเล็กทรอนิกส์มีความใกล้เคียงกับแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน (HITS) ปี 2008 ในกรณีที่เกิดการเดินทางระหว่างเขต แต่ในกรณีที่เกิดการเดินทางภายเขตนั้นผลที่ได้มีความแตกต่างกับแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนอย่างมาก โดยที่การศึกษานี้พบการเดินทางภายในเขตเพียงร้อยละ 4 ของการเดินทางทั้งหมด ในทางตรงกันข้ามการเดินทางภายในเขตที่ได้จากการสำรวจการเดินทางสัมภาษณ์ในครัวเรือนมีสูงถึงร้อยละ

20 ของการเดินทางทั้งหมด ที่เป็นเช่นนี้เกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ระยะครอบคลุมของเสาสัญญาโทรศัพท์โดยเฉลี่ยประมาณ 2 กม. ทำให้การเดินทางในระยะที่สั้นมาก ๆ ระบบจะไม่สามารถตรวจจับได้ และในกรณีที่เกิดการเดินทาง 2 ครั้งติดกันภายในระยะเวลาที่สั้นเกินไประบบจะไม่สามารถตรวจจับได้

Phithakkitnukoon et al. (2017) ทำการศึกษาวิธีการจำแนกรูปแบบการเดินทางและอิทธิพลทางสังคมที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจากข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ณ ประเทศโปรตุเกส โดยเริ่มแรกจะสุ่มผู้ใช้โทรศัพท์จำนวน 100 เลขหมายแบบไม่สามารถระบุตัวตนได้เป็นข้อมูลตัวอย่างหลัก (ego-subjects) และหลังจากนั้นจะทำการสุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กับตัวอย่างหลัก (social ties) แบบ snowball sampling จากการโทรออกและรับสายอีกจำนวน 5,305 ตัวอย่าง

โดยวิธีการจำแนกรูปแบบการเดินทางนั้นจะใช้ Google Maps Directions API ในการตรวจหาเส้นทางต่าง ๆ ของการเดินทางด้วยการขนส่งสาธารณะและรถยนต์ส่วนบุคคลจากจุดต้นทางไปยังจุดหมายปลายทางดังแสดงในรูปที่ 2-9 และรูปที่ 2-10 หลังจากนั้นจะทำการหาเส้นทางที่สอดคล้องกับพิกัดสัญญาณโทรศัพท์มากที่สุดเพื่อระบุรูปแบบในการเดินทาง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคนที่รู้จักกันจะมีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่คล้าย ๆ กันดังแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ในรูปที่ 2-11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2-9 แสดงตัวอย่างของการเลือกเส้นทางการเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจาก Google Maps Directions API

Phithakkitnukoon et al. (2017)

รูปที่ 2-10 แสดงตัวอย่างของการเลือกเส้นทางการเดินทางโดยใช้การขนส่งสาธารณะจาก Google Maps Directions API

Phithakkitnukoon et al. (2017)

Trial	Average fraction of social ties who commute by driving and transit			
	Driving ego-subjects		Transit ego-subjects	
	Driving ties	Transit ties	Driving ties	Transit ties
1	0.796	0.204	0.771	0.229
2	0.79	0.21	0.758	0.242
3	0.79	0.21	0.754	0.246
4	0.806	0.194	0.737	0.263
5	0.795	0.205	0.769	0.231
6	0.781	0.219	0.774	0.226
7	0.773	0.227	0.811	0.189
8	0.799	0.201	0.761	0.239
9	0.773	0.227	0.763	0.237
10	0.782	0.218	0.777	0.223

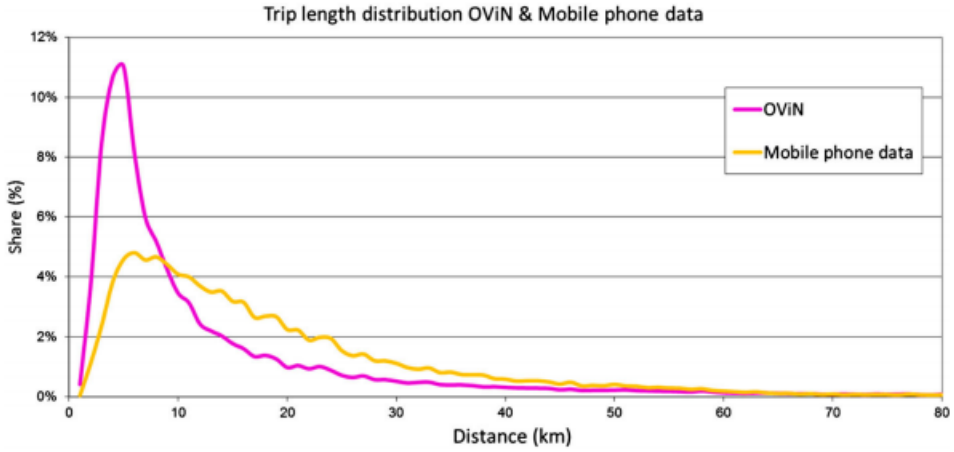
รูปที่ 2-11 แสดงสัดส่วนของการเลือกรูปแบบการเดินทางของตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กับตัวอย่างหลัก (social ties)

ที่มา : Phithakkitnukoon et al. (2017)

Wismans et al. (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการแบบจำลองการขนส่งโดยใช้ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ร่วมกับข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนของชาวดัตช์ (Onderzoek Verplaatsingen in Nederland: OViN) เพื่อสร้างเมทริกซ์จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ณ เมืองร็อตเตอร์ดัม (Rotterdam) ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Nederland) ในวันทำงานของเดือนพฤศจิกายน 2557

จากผลการศึกษาพบว่าต้องใช้แบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนในการปรับปรุงเมทริกซ์จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ของสัญญาณโทรศัพท์มือถือเพื่อให้ลัพธ์ของแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากพบว่ามีความแตกต่างของสัดส่วนการเดินทางในระยะสั้น ซึ่งจากรูปที่ 2-12 พบว่าสัดส่วนเที่ยวการเดินทางในระยะสั้นที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่น้อยกว่าแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนอย่างชัดเจน โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากระยะครอบคลุมของเสาสัญญาโทรศัพท์และเที่ยวกับเดินทางที่ใช้เวลาน้อย (เช่นน้อยกว่า 30 นาที) จะไม่ถูกตรวจจับในการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



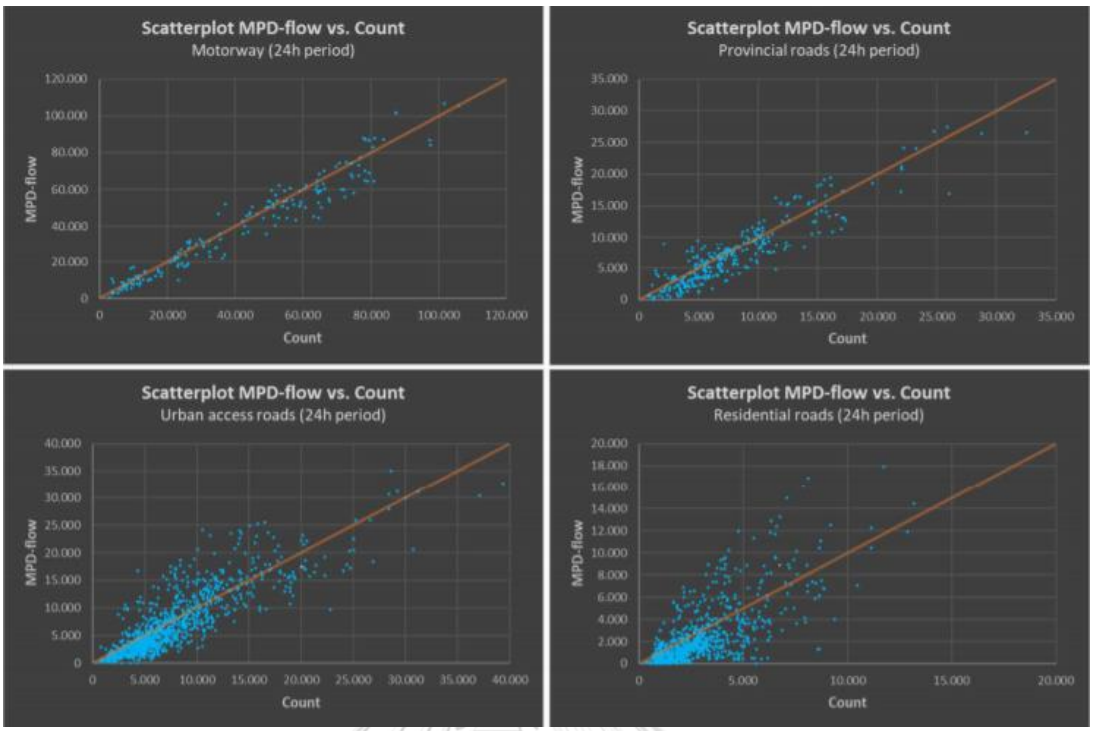
รูปที่ 2-12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนในแต่ละช่วงระยะทางในการเดินทางของข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน

ที่มา : (Wismans et al., 2018)

Friso et al. (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ (MOBILE PHONE DATA: MPD) ในการวิเคราะห์การเดินทางในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Netherlands) ซึ่งมีขนาดตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 30% ของประชากรชาวดัตช์ โดยแบ่งพื้นที่ย่อย (zone) ในการวิเคราะห์จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางในระดับเทศบาล ซึ่งกระบวนการกรองข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ จำกัดเฉพาะข้อมูลผลรวมแต่ละคู่การเดินทาง (OD-pairs) ที่มากกว่า 15 คนขึ้นไปเท่านั้น เนื่องจากปัจจัยด้านความเป็นส่วนตัว จำกัดเฉพาะการเดินทางที่สูงกว่า 8 กิโลเมตรเท่านั้น เนื่องจากความละเอียดของข้อมูลที่ได้รับไม่สูงนักและเพื่อให้สอดคล้องกับพื้นที่ครอบคลุมเสาสัญญาณโทรศัพท์ และจุดหมายปลายทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องเป็นจุดที่สัญญาณโทรศัพท์หยุดเคลื่อนที่มากกว่า 30 นาทีขึ้นไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยการศึกษานี้ได้นำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ปริมาณการจราจรในถนนประเภทต่าง ๆ ของข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เทียบกับการนับจำนวนรถบนถนนระหว่างเมืองร็อตเตอร์ดัม (Rotterdam) กับเมืองเฮก (The Hague) จากรูปที่ 2-13 จะเห็นได้ว่ามอเตอร์เวย์ (Motorway) และถนนระดับจังหวัด (Provincial roads) มีความแปรปรวนน้อยกว่าถนนเข้าเมือง (urban access roads) และถนนเข้าพื้นที่อยู่อาศัย (residential roads) ซึ่งอาจเกิดจากถนนเข้าเมือง (urban access roads) และถนนเข้าพื้นที่อยู่อาศัย (residential roads) มีเที่ยวการเดินทางระยะสั้นในปริมาณที่มาก ทำให้ผลการวิเคราะห์ปริมาณจราจรของข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 2-13 Scatterplot การไหลของปริมาณจราจรจากข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์มือถือและการนับจำนวนรถบนถนน สำหรับ 4 ประเภทถนนระหว่างเมืองร็อตเตอร์ดัมกับเมืองเฮก

ที่มา : (Friso et al., 2018)

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ายังไม่ค่อยมีการศึกษาที่นำผลลัพธ์การวิเคราะห์การเดินทางด้วยสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง และระยะทางในการเดินทาง เป็นต้น มาสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อหาระดับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วนักวางแผนการขนส่งมักมีความจำเป็นต้องศึกษาสิ่งเหล่านี้ด้วยเพื่อที่จะนำผลการศึกษามาวางแผน ออกแบบนโยบาย และหาแนวทางที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการจราจรอย่างถูกต้องและตรงจุดต่อไป ซึ่งจากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนำไปสู่แนวคิดและขั้นตอนวิธีการศึกษาที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้ในด้านการประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ในการศึกษานั้นพบว่านักวิจัยส่วนใหญ่มักจะทำการประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ในการศึกษาที่ได้เทียบกับชุดข้อมูลอ้างอิงที่มีความน่าเชื่อถือรูปแบบอื่น ๆ เนื่องจากปัญหาด้านระยะครอบคลุมของเสาสัญญาและความถี่ในการบันทึกพิกัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ เพื่อให้มั่นใจว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษามีความถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

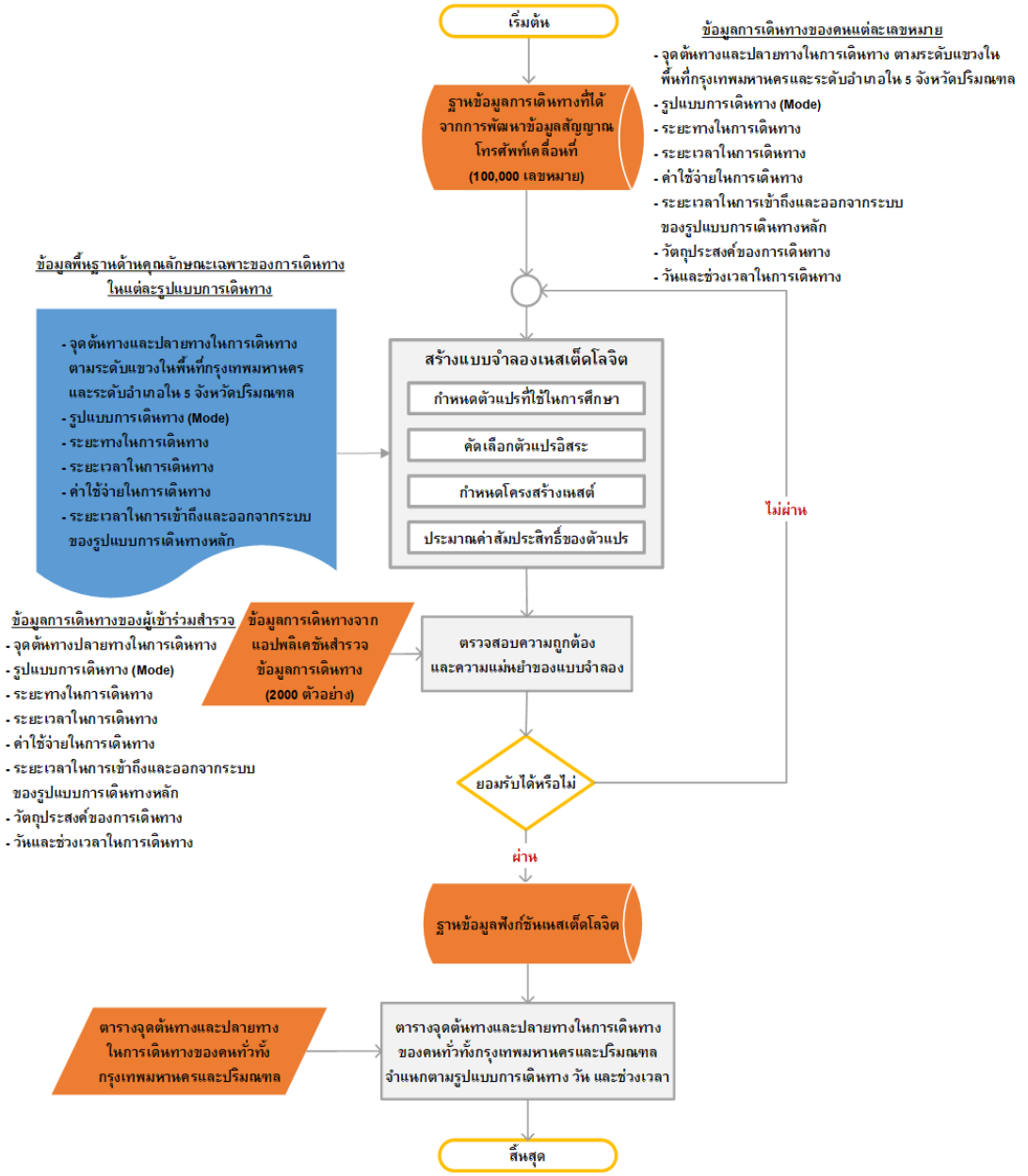
และความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวจะเป็นแนวคิดที่ผู้วิจัยจะนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในลำดับต่อไปจะแสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานของการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของงานวิจัยนี้ตั้งแต่แนวทางการได้มาของข้อมูล การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา การคัดเลือกตัวแปร การกำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง รวมถึงการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ต่อไป โดยรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีลำดับดังแสดงในรูปที่ 3-1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3-1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

3.1 แนวทางการได้มาของข้อมูลในงานวิจัยนี้

สำหรับแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในการศึกษานี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ได้แก่ ฐานข้อมูลการเดินทางที่ได้จากการพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง และข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง มาประกอบกันในแต่ละขั้นตอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางและเพื่อประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ในการศึกษานี้ แต่ในส่วนของการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้นั้นผู้วิจัยได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่พัฒนาขึ้นโดยโครงการศึกษาสำรวจความต้องการการเดินทาง (Travel Demand Survey) และปรับปรุงฐานข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้า เพื่อการวางแผนระบบขนส่งของประเทศ (TDS) ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

ทั้งนี้ผู้วิจัยจะแสดงตัวอย่างการพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางของโครงการ Big Data Analytics เนื่องจากก่อนที่ข้อมูลทั้ง 2 แหล่งนี้จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นในงานวิจัยนี้ได้ต้องผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนพอสมควร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.1 ตัวอย่างการพัฒนาแบบจำลองการเดินทางของคนจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

โดยรายละเอียดของข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ ได้รับจากผู้ให้บริการเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์นั้น จะแสดงตัวอย่างรูปแบบข้อมูลที่ได้รับในรูปที่ 3-2 มีลายละเอียดคุณลักษณะข้อมูลที่ได้รับดังแสดงในตารางที่ 3-1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
No. of Action	msisdn	par_day	par_hour	province_tl	district_th	sub_district_th	latitude	longitude	probability
T00-7D52F1D8	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	0	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	1
T01-B3100141	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	1	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.78028	100.5441	0.466508
T01-EC33B487	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	1	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.78028	100.5441	0.006847
T02-49235407	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	2	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	1
T03-84822142	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	3	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78069	100.5434	0.160441
T03-7D53F1D1	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	3	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	0.839559
T04-49245400	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	4	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	0.770713
T05-49245402	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	5	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	1
T06-49245402	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	6	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	1
T07-D2A36B02	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.802	100.5534	0.028886
T07-4DA57921	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จอมพล	13.80605	100.5562	0.009502
T07-97F1FFB1	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.78028	100.5441	0.131889
T07-BA90E799	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.802	100.5534	0.007982
T07-7E52AFB8	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.77958	100.5446	0.016344
T07-C5F319C0	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.81142	100.5567	0.102623
T07-1C504D55	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.7966	100.5505	0.033067
T07-6BD31E70	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.802	100.5534	0.003801
T07-EE51DDC6	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.8088	100.5574	0.198784
T07-CBD3AF82	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.78028	100.5441	0.13531
T07-61733967	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.79955	100.5515	0.010642
T07-49245409	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	0.011403
T07-36A09DD3	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.79413	100.5498	0.012923
T07-BA955891	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78069	100.5434	0.010642
T07-259133E9	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78164	100.544	0.019384
T07-C6B4DBC0	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จอมพล	13.80253	100.556	0.173318
T07-BB0490B8	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.8021	100.5517	0.053592
T07-4FD233A4	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.81584	100.5597	0.002281
T07-7D51F1D0	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	0.031167
T07-D2B3BB37	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	พญาไท	13.78165	100.5442	0.004561
T07-3CA52358	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	7	กรุงเทพมห	พญาไท	สามเสนใน	13.79474	100.5498	0.0019
T08-39638AE6	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.8128	100.5486	0.112139
T08-D4659059	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.81647	100.5501	0.080925
T08-721289D8	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.8128	100.5486	0.368786
T08-4ED09039	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จตุจักร	13.81393	100.5503	0.05896
T08-F8740A07	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จอมพล	13.80605	100.5562	0.36185
T08-F3011F43	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	8	กรุงเทพมห	จตุจักร	จอมพล	13.81472	100.5619	0.017341
T09-BE05C006	fabb24426cb51983e4c7ed6:	1/3/2021	9	กรุงเทพมห	จตุจักร	จอมพล	13.80605	100.5562	0.052147

รูปที่ 3-2 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ที่ได้รับจากผู้ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3-1 แสดงลายละเอียดคุณลักษณะข้อมูลที่ได้รับจากผู้ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์

ชื่อตัวแปรที่ผู้ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์กำหนดขึ้น	**ละเอียดคุณลักษณะข้อมูลที่ได้รับ**
No. of Action	ลำดับการบันทึกข้อมูล
msisdn	ข้อมูลอัตลักษณ์บ่งชี้วัตถุเพื่อเชื่อมโยงเหตุการณ์ของโทรศัพท์เครื่องนั้น ๆ
Par_day	วันที่บันทึกข้อมูล
Par_hour	ชั่วโมงที่บันทึกข้อมูล
Province_th	จังหวัดที่พิกัดของเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่
District_th	เขตที่พิกัดของเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่
Sub_district_th	แขวงที่พิกัดของเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่
latitude	พิกัดละติจูดของเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่
longitude	พิกัดลองจิจูดของเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้น ๆ เชื่อมต่ออยู่
probability	ความน่าจะเป็นของการแสดงพิกัดสัญญาณโทรศัพท์แสดงถึงระยะเวลาที่ซิมการ์ดนั้นเชื่อมต่ออยู่กับเสาสัญญาณในตำแหน่งนั้น ๆ ในแต่ละชั่วโมง ถ้าความน่าจะเป็นเข้าใกล้ 1 แสดงว่าพิกัดดังกล่าวใช้เวลาอยู่ในตำแหน่งนั้น ๆ นาน

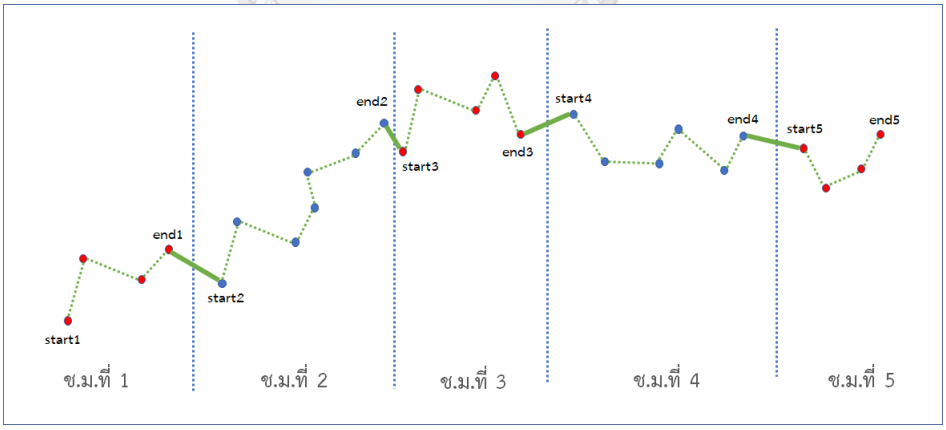
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการพัฒนาแบบจำลองการเดินทางของคนด้วยข้อมูลจากสัญญาณโทรศัพท์ จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจะมีข้อมูลเกี่ยวกับ วันที่ ชั่วโมงที่ พิกัดของเสาสัญญาณ ความน่าจะเป็นที่โทรศัพท์จะเชื่อมต่ออยู่ที่เสาสัญญาณนี้ในช่วง 1 ชั่วโมง (มีค่าเป็น 1 เมื่ออยู่ที่เสาสัญญาณนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง) จังหวัด อำเภอ/เขต ตำบล/แขวง ในการประมวลผลข้อมูลจะมีการดำเนินการตามลำดับ คือ การเรียงลำดับพิกัดต่าง ๆ ในแต่ละชั่วโมงโดย

ใช้การดำเนินการในลักษณะปัญหา travelling sales man problem ซึ่งจะได้ลำดับของการเข้าใช้งานเสาสัญญาณต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงแปลงค่า probability ที่ได้ เป็นค่าเวลาที่เข้าใช้งานเสาสัญญาณนั้น แล้วใช้ค่าเวลาดังกล่าวในการระบุว่าโทรศัพท์เครื่องดังกล่าวมีการเคลื่อนที่หรือหยุดนิ่ง ในกรณีที่มีการเคลื่อนที่จะทำการระบุรูปแบบการเดินทางว่าข้อมูลดังกล่าวมีความน่าจะเป็นที่จะใช้การเดินทางในรูปแบบใด แต่ถ้าในกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่ก็จะทำการระบุว่าการหยุดในพื้นที่นั้นมีการหยุดเพื่อทำกิจกรรมใด สำหรับรายละเอียดของการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- **การเรียงลำดับข้อมูลจุดต่าง ๆ**

จากข้อมูลที่ได้รับจากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นข้อมูลที่ไม่มีการระบุเวลาที่ชัดเจน มีเพียงชั่วโมงที่มีข้อมูลการเข้าใช้งานเสาสัญญาณ และสัดส่วนการใช้งานเสาสัญญาณใน 1 ชั่วโมงนั้นเท่านั้น ทำให้ข้อมูลที่ได้รับไม่มีลำดับลำดับ จึงต้องมีขั้นตอนในการระบุลำดับของการเดินทางจากการนำจุดต่าง ๆ มาเรียงต่อกัน โดยนำข้อมูลที่ได้รับมาแยกเป็นชุดข้อมูลเป็นรายชั่วโมง ซึ่งภายในชั่วโมงนั้น หากมีการเข้าใช้งานเสาสัญญาณมากกว่า 1 เสาสัญญาณ ในชุดข้อมูลจะมีจำนวน record เท่ากับจำนวนเสาสัญญาณที่โทรศัพท์เข้าใช้งานที่เสาสัญญาณนั้น การเรียงลำดับของชุดข้อมูล จึงมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3-3 การกำหนดลำดับการเดินทางในข้อมูลจากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

1) แบ่งชุดข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยชุดข้อมูลแต่ละกลุ่มเป็นชุดข้อมูลของ record ที่อยู่ในชั่วโมงเดียวกัน

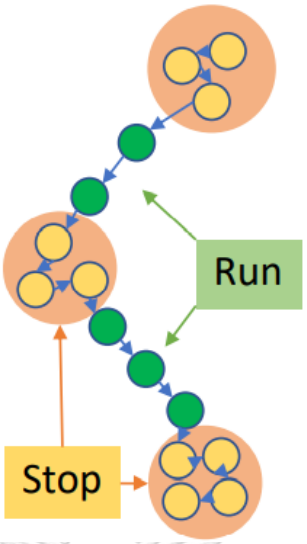
2) ในชุดข้อมูลของชั่วโมงที่ต่อเนื่องกัน จะหาจุด 2 จุดที่ใกล้กันมากที่สุด เป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างชั่วโมง ซึ่งจุดทั้งสองจะได้จุดสิ้นสุดของชั่วโมงก่อนหน้า และจุดเริ่มต้นของชั่วโมงถัดไป
3) สำหรับข้อมูลในแต่ละชั่วโมงจะใช้จุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแต่ละชั่วโมง มาเป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายของแต่ละชั่วโมง แล้วใช้จุดที่เหลือทั้งหมดมาเป็นจุดรอยต่อ และหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest path) จากจุดเริ่มต้นของแต่ละชั่วโมงผ่านจุดต่าง ๆ และไปสิ้นสุดที่จุดสิ้นสุดของแต่ละชั่วโมง

เมื่อนำชุดข้อมูลแต่ละชั่วโมงมาเรียงตามลำดับกันจะได้ลำดับของเสาสัญญาณที่อุปกรณ์มือถือเข้าใช้งานตามลำดับ ซึ่งเมื่อเรียงลำดับข้อมูลได้แล้ว จะสามารถใช้ค่า probability มาคำนวณเพื่อหาว่ามีการเข้าใช้งานเสาสัญญาณต่าง ๆ ที่เวลาใด

- **การระบุจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทาง และจุดหยุดทำกิจกรรม**

ในการวิเคราะห์หาจุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางจากสัญญาณโทรศัพท์ และจุดหยุดทำกิจกรรม สามารถทำได้โดยการประเมินค่าระยะเวลาที่โทรศัพท์เข้าใช้งานเสาสัญญาณนั้น ๆ อย่างต่อเนื่อง โดยในเบื้องต้น จะทำการคำนวณจุดที่เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของพิกัดเสาสัญญาณถ่วงน้ำหนักตามค่าความน่าจะเป็นที่ใช้งานเสาสัญญาณนั้น เป็นจุดอ้างอิง และเมื่อจุดพิกัดเสาสัญญาณใด อยู่ไกลกว่าจุดค่าเฉลี่ยนี้มากกว่า 500 เมตรจะถือว่าจุดเสาสัญญาณนั้นเป็นจุดที่กำลังเคลื่อนที่ และถ้าจุดพิกัดเสาสัญญาณอยู่ใกล้จุดค่าเฉลี่ยนี้จะถือว่าจุดนั้นเป็นจุดที่กำลังหยุดทำกิจกรรม รวมถึงกำหนดให้การเข้าใช้งานที่เสาสัญญาณต้นใดต้นหนึ่งนานเกิน 30 นาที หรือมีการเปลี่ยนไปยังเสาสัญญาณอื่น ๆ และกลับมาใช้เสาสัญญาณต้นเดิม แล้วมีเวลาเข้าใช้งานรวมเกิน 30 นาทีจะถือว่ามีการหยุดการเดินทางในช่วงเวลานั้น ขณะเดียวกันหากมีการเปลี่ยนแปลงเสาสัญญาณอย่างต่อเนื่องไม่มีระยะเวลาที่เข้าใช้งาน ณ เสาสัญญาณต้นใดเป็นเวลานานเกิน 30 นาที จะถือว่าช่วงของเสาสัญญาณทั้งหมดเป็นช่วงของการเดินทาง เสาสัญญาณต้นแรกเป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทางและเสาสัญญาณต้นสุดท้ายคือจุดสิ้นสุดของการเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

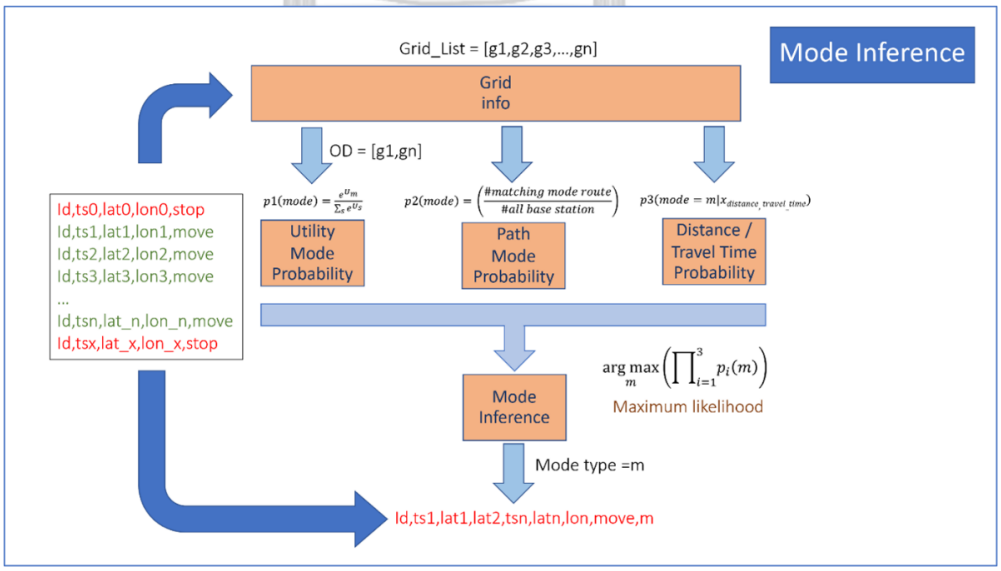


รูปที่ 3-4 แสดงการแยกสถานะหยุดการเคลื่อนที่หรือสถานะที่มีการเคลื่อนที่

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

- **การระบุรูปแบบของการเดินทาง (Mode Inference)**

จากชุดข้อมูลของสัญญาณโทรศัพท์ที่ได้เรียงลำดับและระบุเวลาเข้าใช้งานเสาสัญญาณแล้ว จะนำมาทำการระบุว่าการเดินทางในช่วงดังกล่าวเป็นการเดินทางโดยใช้วิธีการใด โดยวิธีการระบุรูปแบบของการเดินทางมีรายละเอียดดังนี้



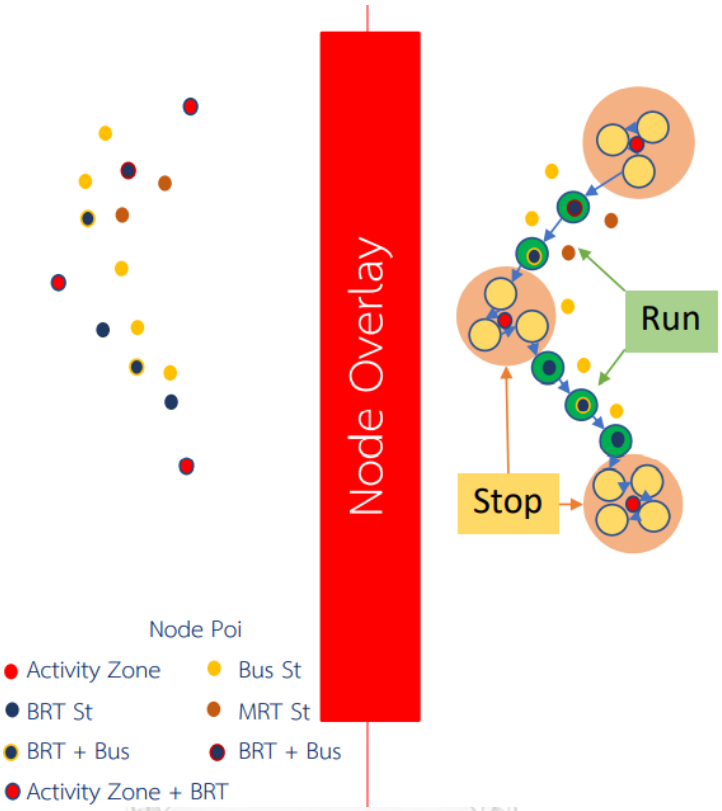
รูปที่ 3-5 ขั้นตอนการระบุรูปแบบการเดินทาง

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

นำพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลแบ่งเป็นช่องตาราง (grid) โดยมีระยะแต่ละช่องประมาณ 300 เมตร แล้วนำรายละเอียดของรูปแบบการเดินทางที่เป็นไปได้ในพื้นที่นั้น ๆ ทั้งหมดใส่ใน grid นั้น ๆ โดยมีการกำหนดความน่าจะเป็นในการใช้งาน เช่น มีความน่าจะเป็นของการใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนบริเวณนี้ที่ 0.8 และมีความน่าจะเป็นที่จะใช้รถโดยสารประจำทาง 0.2 เป็นต้น ซึ่งในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจะมีความน่าจะเป็นที่แตกต่างกัน ถ้าหากบริเวณไหนไม่มีเส้นทางของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนผ่านความน่าจะเป็นในการใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนก็จะเป็น 0 และความน่าจะเป็นในการใช้รูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ก็จะสูงขึ้น ซึ่งหลังจากที่นำรายละเอียดของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ลงในแต่ละ grid แล้ว ก็จะสามารถคำนวณความน่าจะเป็นของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ได้ โดยที่การคำนวณความน่าจะเป็นแบ่งออกเป็น 3 วิธีดังนี้

1) การคำนวนความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากสมการอรรถประโยชน์ (Utility Mode Probability) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทาง (Travel Demand Analysis) โดยเริ่มต้นจากการคำนวณค่าอรรถประโยชน์หรือความพึงพอใจที่ได้รับจากการเลือกการเดินทางในรูปแบบต่าง ๆ โดยค่าอรรถประโยชน์จะสามารถคำนวณได้จากชุดลักษณะของการเดินทางที่มีผลกระทบกับความพึงพอใจในการเดินทาง เช่น ระยะเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ร่วมกับค่าคงที่ของรูปแบบการเดินทาง และค่าสัมประสิทธิ์ของการเดินทาง ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่ได้จากงานวิจัยอื่น ๆ หลังจากคำนวณค่าอรรถประโยชน์ของการเดินทางแต่ละรูปแบบแล้ว จึงทำการคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเลือกรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ จากสมการ
2) การคำนวณความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากเส้นทาง (Path Mode Probability) เป็นการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเดินทางจากข้อมูลเส้นทางทั้งหมด โดยเริ่มต้นจากการนำรายการของพิกัดเสาสัญญาณที่อยู่ในช่วงที่กำหนดมาเทียบว่าใกล้เคียงกับเส้นทางของรูปแบบการเดินทางใดบ้าง จำนวนมากน้อยเพียงใด แล้วทำการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ โดยใช้สัดส่วนจำนวนเสาสัญญาณที่อยู่ใกล้เคียงเส้นทางของรูปแบบการเดินทางนั้น

ๆ (นับเฉพาะเสาสัญญาณที่อยู่ในเส้นทางของรูปแบบการเดินทางที่คำนวณน้อยกว่า 500 เมตร) เทียบกับจำนวนเสาสัญญาณทั้งหมดในช่วงข้อมูล



รูปที่ 3-6 แสดงการวางซ้อนทับของข้อมูลพิกัดสัญญาณโทรศัพท์มาเชื่อมโยงกับโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะเพื่อระบุรูปแบบการเดินทาง

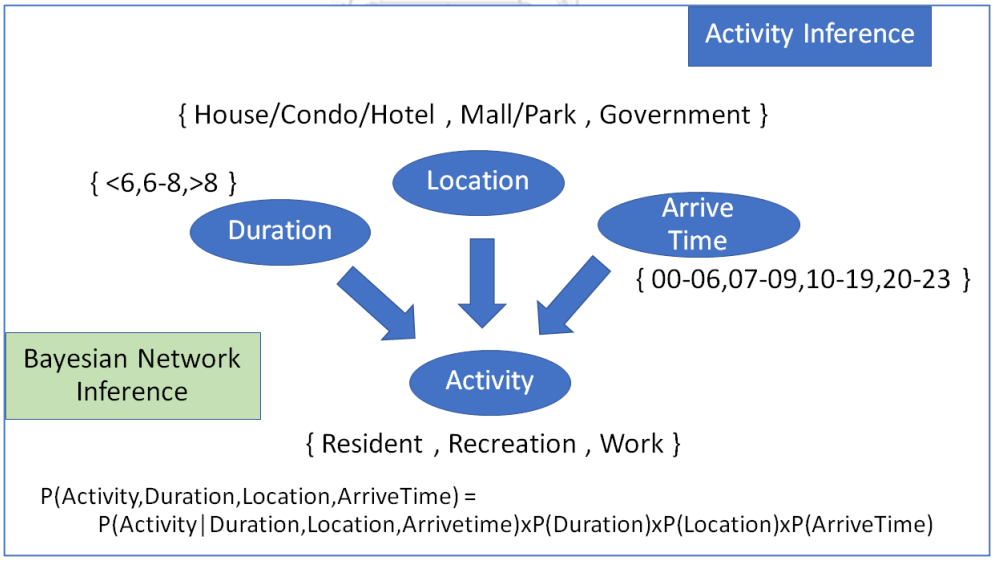
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

3) การคำนวณความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากระยะทางและระยะเวลาในการเดินทาง (Distance/Travel Time Probability) จะใช้ข้อมูล้านระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากข้อมูลหลัก (Master Data) ซึ่งมีการระบุว่าการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ เมื่อเดินทางเป็นระยะทางใด จะใช้เวลาในการเดินทางเท่าไรเป็นข้อมูลอ้างอิง แล้วใช้วิธีการคำนวณโดยใช้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) มาคำนวณว่าจากระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่คนดังกล่าวใช้ จะเหมาะสมกับรูปแบบการเดินทางใด มีค่าความน่าจะเป็นเป็นเท่าไร

ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางจากทั้ง 3 วิธีข้างต้นจะนำไปใช้ในการคำนวณค่า maximum likelihood เพื่อหาผลคูณของความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากทั้ง 3 วิธี ว่ารูปแบบการเดินทางใดมีความน่าจะเป็นสูงสุด

- **การระบุวัตถุประสงค์การเดินทาง**

สำหรับข้อมูลการเข้าถึงเสาสัญญาณของโทรศัพท์หากมีการหยุดอยู่ที่เสาสัญญาณใดมากกว่า 30 นาทีจะหมายถึงการหยุดทำกิจกรรมในพื้นที่นั้น ๆ เช่น การทำงาน การพักผ่อน การจับจ่ายใช้สอย การไปทำธุระอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งในการระบุกิจกรรมที่จุดที่หยุดการเดินทางจะใช้วิธีการอนุมานข่ายงานเบย์ (Bayesian Networks Inference) ซึ่งใช้ทฤษฎีทั้งความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) และข่ายงานเบย์ (Bayesian Networks) โดยกำหนดโครงข่ายที่นำไปสู่ข้อสรุปว่ากิจกรรมที่จุดหยุดดังกล่าวเป็นกิจกรรมอะไร ซึ่งจะพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ จุดหยุดการเดินทาง เวลาที่มาถึง ณ จุดหยุดการเดินทาง และช่วงระยะเวลาทำกิจกรรม ณ จุดหยุดการเดินทาง



รูปที่ 3-7 โครงข่าย Bayesian network ที่ใช้ในการระบุประเภทกิจกรรม

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

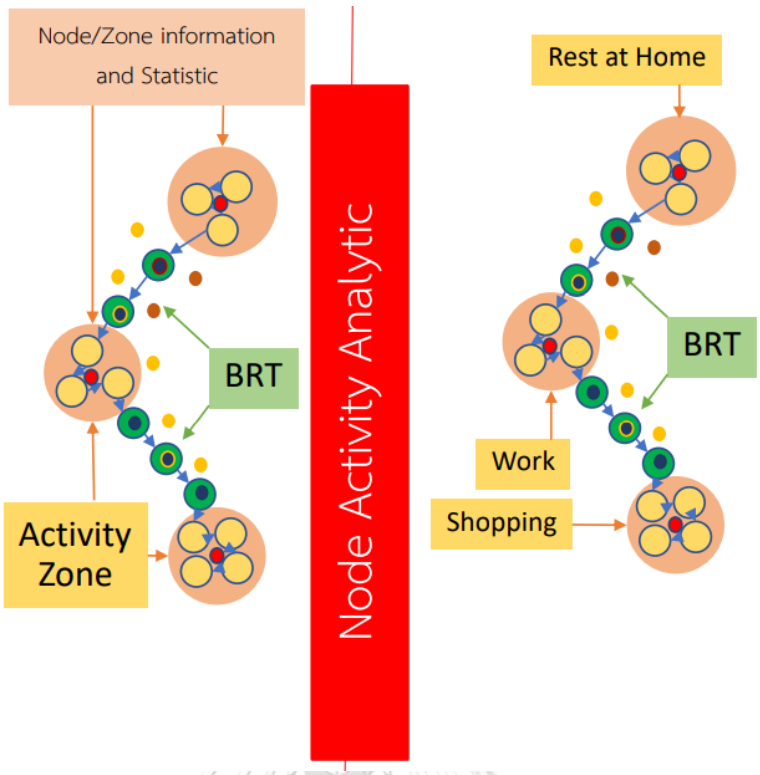
1) **จุดหยุดการเดินทาง** จะพิจารณาจากลักษณะการใช้ที่ดิน ณ บริเวณที่หยุดการเดินทาง เช่น กรณีที่จุดหยุดการเดินทางเป็นห้างสรรพสินค้าก็มีความน่าจะเป็นที่

วัตถุประสงค์การเดินทางของผู้เดินทางคนนั้นจะไปทำงานที่ห้างสรรพสินค้า หรือไปจับจ่ายใช้สอยที่ห้างสรรพสินค้า

2) **เวลาที่มาถึง ณ จุดหยุดการเดินทาง** เมื่อทราบถึงจุดหยุดการเดินทางแล้วสามารถทำนายวัตถุประสงค์การเดินทางหรือประเภทของกิจกรรม ณ จุดหยุดได้ โดยดูจากเวลาที่มาถึงจุดหมายปลายทางการเดินทางหรือจุดหยุดการเดินทาง เช่น กรณีที่ผู้เดินทางมาถึง ณ ห้างสรรพสินค้าก่อนเวลา 10 โมงเช้าก็มีความน่าจะเป็นสูงที่ผู้เดินทางคนนั้นจะเดินทางมาทำงาน ณ ห้างสรรพสินค้า หรือกรณีที่ผู้เดินทางมาถึง ณ ห้างสรรพสินค้าหลังเวลา 10 โมงเช้าก็มีความน่าจะเป็นสูงที่ผู้เดินทางคนนั้นจะเดินทางมาเที่ยวที่ห้างสรรพสินค้า

3) **ช่วงระยะเวลาทำกิจกรรม ณ จุดหยุดการเดินทาง** เมื่อทราบถึงจุดหยุดการเดินทางแล้วสามารถทำนายวัตถุประสงค์การเดินทางหรือประเภทของกิจกรรม ณ จุดหยุดได้ โดยพิจารณาจากช่วงระยะเวลาที่หยุดทำกิจกรรม เช่น กรณีที่ช่วงระยะเวลาที่ผู้เดินทางอยู่ในห้างสรรพสินค้ามากกว่า 8 ชั่วโมงก็มีความน่าจะเป็นสูงที่ผู้เดินทางคนนั้นจะเดินทางมาทำงาน ณ ห้างสรรพสินค้า หรือกรณีที่ช่วงระยะเวลาที่ผู้เดินทางอยู่ในห้างสรรพสินค้าน้อยกว่า 6 ชั่วโมงมีความน่าจะเป็นสูงที่ผู้เดินทางคนนั้นจะเดินทางมาจับจ่ายใช้สอย ณ ห้างสรรพสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3-8 แสดงการกำหนดวัตถุประสงค์การเดินทาง ณ จุดหยุดการเดินทาง

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

3.1.2 ตัวอย่างการพัฒนาข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

แอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางถูกพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ Big Data Analytics เพื่อสำรวจข้อมูลการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจผ่านการกรอกข้อมูลจาก แอปพลิเคชันร่วมกับระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยรายละเอียดของฟังก์ชันการทำงานในแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลเดินทางจะประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้ หน้าต่างการลงทะเบียน หน้าต่างการสำรวจข้อมูล หน้าต่างการบันทึกข้อมูล และหน้าต่างประวัติการเดินทาง

1) **หน้าต่างการลงทะเบียน** เมื่อกดเข้าไปที่แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอเริ่มต้นการใช้งาน ประกอบด้วย ปุ่มลงทะเบียนผู้สำรวจ และปุ่มคำแนะนำการใช้งาน
2) **หน้าต่างการสำรวจข้อมูล** หลังจากที่ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว เมื่อกลับมาที่หน้าจอหลักประกอบด้วย ปุ่มเริ่มการเดินทางใหม่ ปุ่มประวัติการเดินทาง และปุ่มคำแนะนำการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) **หน้าต่างการบันทึกข้อมูล** หลังจากเลือกรูปแบบการเดินทางเรียบร้อยแล้ว ให้เลือกการยืนยันตำแหน่งและเวลาเดินทาง หลังจากนั้นเมื่อมีการกดเพิ่มการเดินทาง เพื่อเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Mode) ไปยังรูปแบบอื่น หรือกดสิ้นสุดการเดินทางระบบก็จะบันทึกข้อมูลให้อัตโนมัติ
4) **หน้าต่างประวัติการเดินทาง** ใช้ตรวจสอบวัตถุประสงค์ของการเดินทาง ช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และรูปแบบการเดินทางบนแผนที่ในแต่ละเที่ยวการเดินทาง

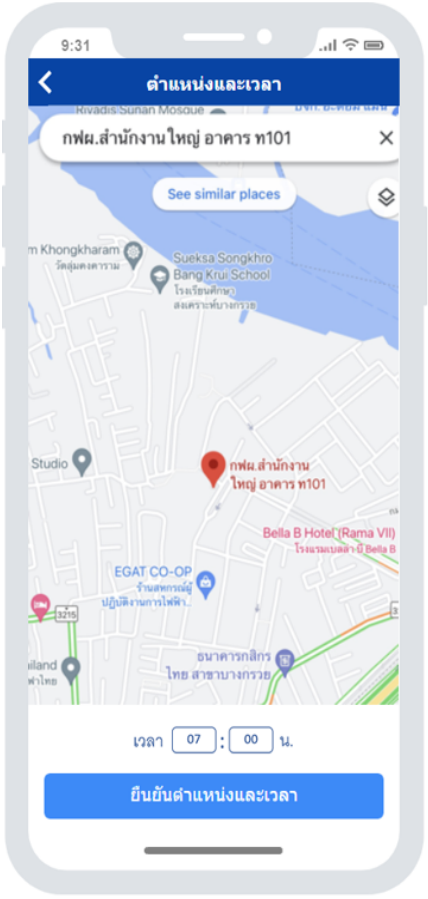
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3-9 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการลงทะเบียน

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

รูปที่ 3-10 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการเริ่มต้นสำรวจข้อมูล

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)



วิธีใช้งาน

1. ตรวจสอบวันที่ต้องการบันทึกการเดินทาง
2. เลือกวัตถุประสงค์การเดินทาง
3. เลือกรูปแบบการเดินทาง
   - เมื่อเลือกรูปแบบการเดินทางระบบจะทำการกำหนดกิพัดและเวลาอัตโนมัติ
4. หากมีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ให้กดที่ปุ่ม "+" เพื่อเพิ่มรูปแบบการเดินทาง
5. หากต้องการตรวจสอบการเดินทางโดยภาพรวมให้กดปุ่ม "ตรวจสอบการเดินทางบนแผนที่"
6. เมื่อเพิ่มรายการเดินทางเรียบร้อยแล้วให้กดที่ปุ่ม "สิ้นสุดการเดินทาง" เพื่อบันทึกข้อมูลในเที่ยวนั้น ๆ

- หากต้องการแก้ไขตำแหน่งและเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด ให้กดปุ่ม "แก้ไข" หากต้อง
- หากต้องการเพิ่มหรือแก้ไขรายละเอียดค่าโดยสาร/ผู้ร่วมเดินทาง (ถ้ามี) ให้กดที่ปุ่ม "ค่าโดยสาร/ผู้ร่วมเดินทาง"
- หากต้องการลบรายการเดินทางให้กดที่สัญลักษณ์ "ถังขยะสีแดง"

รูปที่ 3-11 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการบันทึกข้อมูลการเดินทาง

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

รูปที่ 3-12 แสดงตัวอย่างหน้าต่างการตรวจสอบประวัติการเดินทาง

ที่มา : ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

3.2 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยเลือกพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลซึ่งประกอบไปด้วย จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร เป็นพื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนประชากรที่หนาแน่น มีความเจริญรุ่งเรืองทางเศรษฐกิจสูง และมีการกระจุกตัวของสถานที่สำคัญหลายแห่งภายในประเทศ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดมาตามอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้ปัญหาการจราจรติดขัดในปัจจุบันสามารถบรรเทาลงได้ แต่ต้องเข้าใจถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงก่อน จึงจะสามารถดำเนินการในระดับนโยบายเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดอย่างถูกต้องต่อไปได้ ดังนั้นผลจากงานวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจถึงลักษณะและพฤติกรรมการเดินทาง และเข้าใจกลไกในการทำงานของระบบขนส่งแบบอย่างแท้จริง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพต่อไป

ทั้งนี้การวิเคราะห์การเดินทางรายบุคคลนั้นไม่สมเหตุสมผลในการนำผลการศึกษาไปแก้ไขปัญหาการจราจรเชิงพื้นที่ และเพื่อให้เห็นภาพรวมการเดินทางได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงแบ่งพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้วิเคราะห์การเดินทางออกเป็นพื้นที่ย่อย (zone) จำนวน 209 พื้นที่ย่อย ตามระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑล

3.3 รูปแบบของข้อมูลที่นำมาวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการประเมินความพึงพอใจแบบเปิดเผย (Revealed Preference Method) ซึ่งเป็นการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบัน โดยข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองในงานวิจัยครั้งนี้จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ คือ ข้อมูลการเดินทางของคนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง ข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง และข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.3.1 ข้อมูลการเดินทางของคนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

เป็นข้อมูลการเดินทางของคนจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 100,000 เลขหมาย ที่ถูกบันทึกตลอดระยะเวลา 1 วันในช่วงเดือนเดือนพฤศจิกายน 2563 ซึ่งได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทางมาแล้วจากโครงการ Big Data Analytics โดยรายละเอียดของข้อมูลที่รับได้จะประกอบไปด้วย จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะทางในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก ระยะเวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก และเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก โดยแยกตามประเภทของวัน ได้แก่ วันทำงาน (working day) และวันหยุดสุดสัปดาห์ (holiday) และแยกตามช่วงเวลาในการเดินทาง ได้แก่ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (06.00-10.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนตอนกลางวัน (10.00-16.00 น.) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00-20.00 น.) นอกช่วงเวลาเร่งด่วนตอนกลางคืน (20.00-06.00 น.)

3.3.2 ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง

เป็นการรวบรวมข้อมูลทางอ้อมในกรณีที่ไม่สามารถสอบถามหรือวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกลุ่มตัวอย่างได้ เพื่อไว้เป็นตัวเปรียบเทียบกับการเดินทางจริงที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่าปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางที่ต่างกันของผู้เดินทางแต่ละคน ซึ่งข้อมูลส่วนนี้ได้ถูกรวบรวมและจัดเก็บภายใต้โครงการ Big Data Analytics จากระบบ Google API โดยรายละเอียดของข้อมูลจะประกอบไปด้วยจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทาง วัตถุประสงค์ของการเดินทาง ระยะทางในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก ระยะเวลาในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรูปแบบการเดินทางหลัก และเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก

3.3.3 ข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

ข้อมูลที่นำเข้าในฐานข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางมาจากการบันทึกการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่กรอกข้อมูลการเดินทางผ่านแอปพลิเคชันร่วมกับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การบันทึกการเดินทางจากระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยตัวอย่างได้ถูกเก็บในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2564 ถึงกรกฎาคม 2565 จากโครงการ Big Data Analytics ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือนของผู้ใช้งานแอพพลิเคชัน ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานแอพพลิเคชัน และรายละเอียดการเดินทางส่วนบุคคล โดยรายละเอียดข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 คุณลักษณะข้อมูลการเดินทางของคนจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

ประเภทของข้อมูล	คุณลักษณะของข้อมูลที่ได้รับ
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือน	ที่อยู่ปัจจุบัน
	ลักษณะที่พักอาศัย
	จำนวนผู้ที่พักอาศัยร่วมกัน
	การครอบครองรถยนต์/รถจักรยานยนต์
	ระดับรายได้ของครัวเรือน
ข้อมูลส่วนบุคคล (ผู้ใช้งานแอพพลิเคชัน)	เพศ
	อายุ
	อาชีพ
	รายได้ส่วนบุคคล
การเดินทางส่วนบุคคล (Personal trips)	จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง
	เส้นทางในการเดินทาง
	รูปแบบการเดินทาง (Mode)
	วัตถุประสงค์ของการเดินทาง
	ระยะทางในการเดินทาง
	ระยะเวลาในการเดินทาง
	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง
	วันและช่วงเวลาในการเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

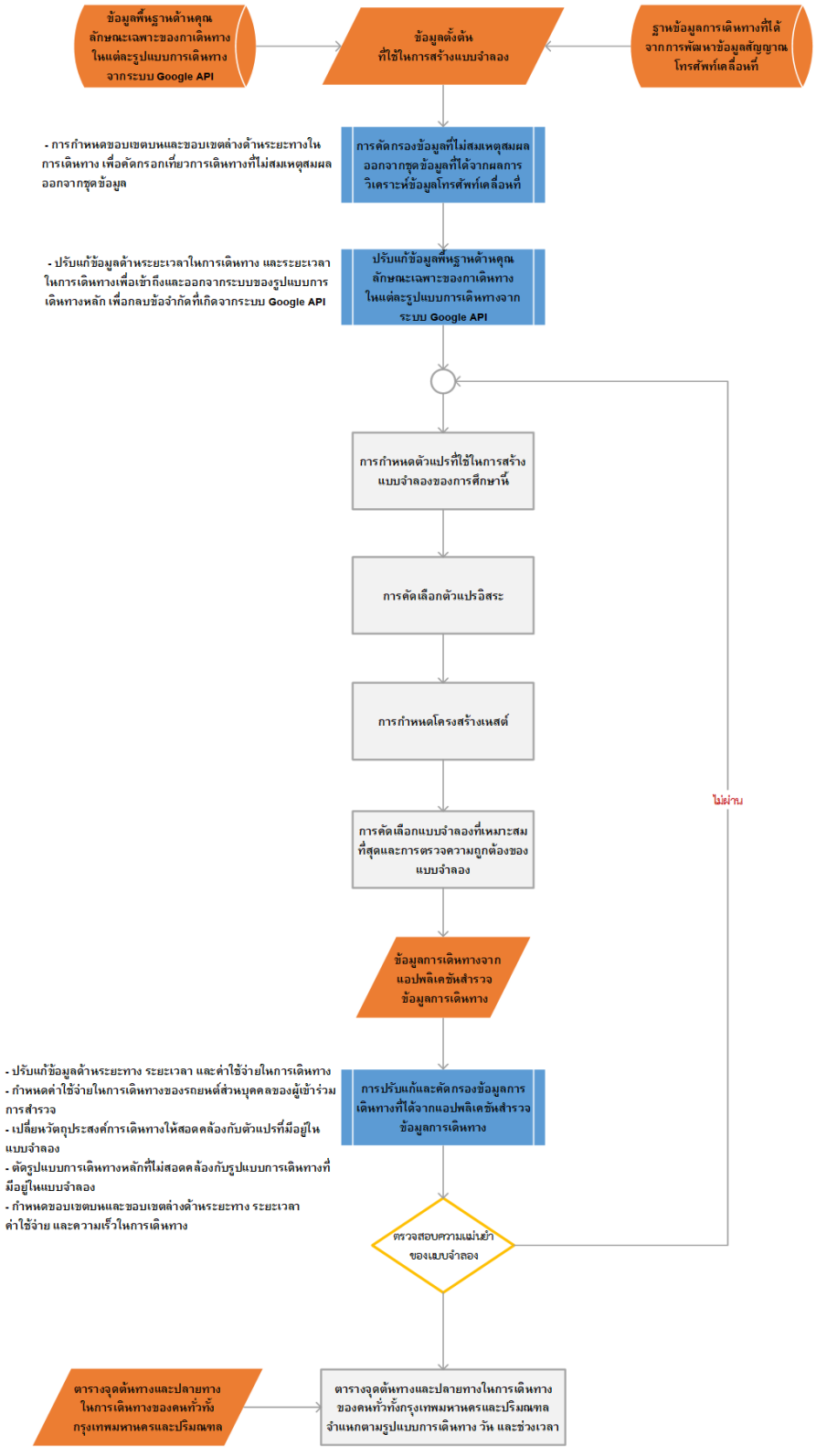
3.3.4 ข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

เป็นข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแบ่งตามพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยแบบจำลองด้านการขนส่งและจราจรระดับ

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (Extended Bangkok Urban Area Model : eBUM) ของโครงการศึกษาสำรวจความต้องการการเดินทาง (Travel Demand Survey) และปรับปรุงฐานข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการ วางแผนระบบขนส่งของประเทศ ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2561) ซึ่งเป็นปริมาณการเดินทางรวมที่ยังไม่ได้แยกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา โดยแบ่งตามระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 การสร้างแบบจำลองและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง



รูปที่ 3-13 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางในศึกษานี้จะใช้ข้อมูลการเดินทางของคนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 100,000 เลขหมายที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทางมาแล้ว ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางจากระบบ Google API ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลทางอ้อมในกรณีที่ไม่สามารถสอบถามหรือวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกลุ่มตัวอย่างได้ เพื่อไว้เป็นตัวเปรียบเทียบกับการเดินทางจริงที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่าปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางที่ต่างกันของผู้เดินทางแต่ละคน โดยตัวอย่างรูปแบบของข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการเชื่อมโยงข้อมูลทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวจะแสดงในตารางที่ 3-3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของงานวิจัยนี้

Case	UID	Day_of_Week	Time_Period	O_gid	D_gid	Travel_Mode	Activity_type	Distance (Meter)	Travel_Time (Minute)	Travel_Cost (Baht)	Access_Distance (Meter)	Access_Time (Minute)	Choice	Source	Actual_dist (Meter)	Actual_time (Minute)
1	CU_29267	WD	MP	103003	102401	PC	rest	32217.00	47.00	96.00	0	0	no	Google API	-	-
1	CU_29267	WD	MP	103003	102401	RRT	rest	22000.00	41.00	57.00	755	9	no	Google API	-	-
1	CU_29267	WD	MP	103003	102401	BUS	rest	23162.00	32.00	25.00	283	3	yes	Analyzed from Mobile Data	20962.46	48.23
1	CU_29267	WD	MP	103003	102401	SRT	rest	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
1	CU_29267	WD	MP	103003	102401	VES	rest	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
2	CU_26901	WD	MP	103303	100703	PC	rest	7740.00	16.00	24.00	0	0	no	Google API	-	-
2	CU_26901	WD	MP	103303	100703	RRT	rest	6000.00	11.00	40.00	1352	16	yes	Analyzed from Mobile Data	7623.55	37.5
2	CU_26901	WD	MP	103303	100703	BUS	rest	5750.00	15.00	12.00	807	9	no	Google API	-	-
2	CU_26901	WD	MP	103303	100703	SRT	rest	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
2	CU_26901	WD	MP	103303	100703	VES	rest	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
3	CU_25855	WD	MP	100402	104101	PC	work	21416.00	41.00	63.00	0	0	yes	Analyzed from Mobile Data	43043.43	98.78
3	CU_25855	WD	MP	100402	104101	RRT	work	22000.00	41.00	57.00	922	11	no	Google API	-	-
3	CU_25855	WD	MP	100402	104101	BUS	work	22099.00	59.00	25.00	923	10	no	Google API	-	-
3	CU_25855	WD	MP	100402	104101	SRT	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
3	CU_25855	WD	MP	100402	104101	VES	work	10727	26	6	1190	13	no	Google API	-	-
4	CU_27080	WD	MP	101406	100402	PC	work	9219	24.0	27	0	0	yes	Analyzed from Mobile Data	7781.08	54.99
4	CU_27080	WD	MP	101406	100402	RRT	work	6000	14	58	1069	13	no	Google API	-	-
4	CU_27080	WD	MP	101406	100402	BUS	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
4	CU_27080	WD	MP	101406	100402	SRT	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
4	CU_27080	WD	MP	101406	100402	VES	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
5	CU_27474	WD	MP	103502	100704	PC	work	11530	22	36	0	0	yes	Analyzed from Mobile Data	10120.09	26.66
5	CU_27474	WD	MP	103502	100704	RRT	work	11000	23	51	1728	20	no	Google API	-	-
5	CU_27474	WD	MP	103502	100704	BUS	work	13553	36	14	126	1	no	Google API	-	-
5	CU_27474	WD	MP	103502	100704	SRT	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-
5	CU_27474	WD	MP	103502	100704	VES	work	999999	999999	999999	999999	999999	no	Google API	-	-

หมายเหตุ : 999999 จะเป็นตัวแทนของข้อมูลคุณลักษณะของการเดินทางต่าง ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางใด ๆ จากพื้นที่ย่อยหนึ่งไปอีกพื้นที่ย่อยหนึ่งได้

ทั้งนี้ก่อนที่จะนำข้อมูลส่วนต่าง ๆ มาสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง จำเป็นต้องมีปรับแก้และคัดกรองข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออกไปก่อน เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสมเหตุสมผลและถูกต้องมากที่สุด

ในส่วนแรกผู้วิจัยได้ทำการคัดกรองข้อมูลการเดินทางของคนจากสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูล โดยการกำหนดขอบเขตบน (Lower bound) ไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางในการเดินทางมากกว่า 75 กิโลเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่ไกลเกินไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเที่ยวการเดินทางที่มีระยะไกลเหล่านั้นเป็นข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ของผู้ประกอบอาชีพด้านการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า เช่น คนขับรถแท็กซี่ พนักงานขับรถส่งสินค้า บุรุษไปรษณีย์ เป็นต้น และกำหนดขอบเขตล่าง (Upper bound) ไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางในการเดินทางน้อยกว่า 0.25 กิโลเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่ใกล้เกินไป

ในส่วนถัดมาผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางจากระบบ Google API โดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์คงที่เพื่อให้ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของ Google API เท่ากับค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา เนื่องจากข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API นั้นไม่ได้คำนึงถึงสถานการณ์ที่การจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน ทำให้ระยะเวลาในการเดินทางส่วนใหญ่ที่ได้จากระบบ Google API จะต่ำกว่าความเป็นจริง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พิจารณาเพิ่มระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถโดยสารประจำทาง 10 นาทีต่อการต่อสายรถโดยสารประจำทาง 1 ครั้ง เนื่องจากระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักของข้อมูลได้จากระบบ Google API มักไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลารอรถโดยสารประจำทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของการศึกษานี้

1) ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ตัวแปรตามในงานวิจัยนี้จะอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ดังนี้ รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) รถโดยสารประจำทาง (BUS) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT) รถไฟชานเมือง (SRT) และเรือโดยสาร (VES)

2) ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

ตัวแปรต้นในงานวิจัยนี้เป็นค่าตัวแปรเชิงปริมาณ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นตัวแปรเกี่ยวกับข้อมูลรูปแบบการเดินทาง (Mode characteristics) คือ ค่าใช้จ่าย ระยะเวลา ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก ส่วนที่ 2 เป็นตัวแปรเกี่ยวกับข้อมูลวัตถุประสงค์ของการเดินทาง ได้แก่ การทำงาน การพักผ่อน และการจับจ่ายใช้สอย

3.4.2 การคัดเลือกตัวแปรอิสระ

ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่เหมาะสมนั้นผู้วิจัยจะใช้วิธีการ Stepwise Method ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการ เนื่องจากสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบการเพิ่มตัวแปร (Forward Selection) และการคัดเลือกตัวแปรแบบการลดตัวแปร (Backward Elimination) โดยจะทำการผสมผสานในการคัดเลือกตัวแปรทั้งสองนี้วิธีไปพร้อม ๆ กัน (Montgomery et al., 2012)

โดยผู้วิจัยจะนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสู่สมการก่อน แล้วทดสอบค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ถ้าพบว่าตัวแปรนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะทำการคัดตัวแปรนั้นออกจากสมการ แต่ถ้าพบว่าตัวแปรนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามลำดับถัดไปเข้าสู่สมการ และทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระตัวใหม่เข้าไปในสมการจะต้องมีการตรวจสอบตัวแปรอิสระที่นำเข้ามาก่อนหน้าทุกตัวว่าสมควรที่จะอยู่ในสมการหรือไม่ หากตรวจสอบแล้วพบว่าตัวแปรอิสระบางตัวที่นำเข้ามาก่อนหน้าไม่สมควรที่จะอยู่ในสมการก็จะถูกกำจัดออกจากสมการทันทีแม้ว่าตัวแปรตัวนั้นจะอยู่ในสมการก่อนหน้านี้แล้วก็ตาม การคัดเลือกตัวแปรจะดำเนินการซ้ำ ๆ ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่สามารถนำตัวแปรอิสระใดเข้าสู่สมการหรือคัดออกจากสมการได้อีก ก็จะถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือกตัวแปร และได้สมการในแบบจำลองที่มีความสมบูรณ์ที่สุด

3.4.3 การกำหนดโครงสร้างเนสต์ (Nest Structure)

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตจะต้องทำการกำหนดโครงสร้างเนสต์ (Nest Structure) เพื่อที่จะกำหนดฟังก์ชันอรรถประโยชน์อย่างเหมาะสม ในทางปฏิบัติแล้วการจัด

โครงสร้างเนสต์จะเลือกจัดกลุ่มทางเลือกที่ผู้วิเคราะห์คิดว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันไว้ภายในเนสต์เดียวกัน แล้วใช้การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติเพื่อช่วยในการตัดสินว่าโครงสร้างเนสต์จะเป็นแบบใดจึงจะมีความเหมาะสมที่สุด (Koppelman & Bhat, 2006)

3.4.4 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร

สำหรับการสร้างแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตจะนำข้อมูลการเดินทางของคนจากสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่และผ่านการคัดกรองแล้ว ไปประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรด้วยวิธี Maximum likelihood ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ โดยมีสมมติฐานว่าผู้เดินทางจะได้รับอรรถประโยชน์ไม่ว่าจะเลือกใช้การเดินทางรูปแบบใดก็ตาม และผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้รับอรรถประโยชน์สูงสุด

3.4.5 การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดและการตรวจความถูกต้องของแบบจำลอง

เมื่อทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์นั้นสามารถอธิบายเชิงเป็นเหตุเป็นผลในเชิงพฤติกรรมและมีระดับนัยสำคัญที่เพียงพอหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความสมรูปของแบบจำลองกับข้อมูลตัวอย่าง และทดสอบสมมุติฐานของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตด้วย โดยวิธีการตรวจสอบมีขั้นตอนดังนี้

1) ตรวจสอบเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ว่าขัดกับหลักความเป็นจริงหรือไม่ทั้งในการค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทาง ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรนั้นก็ควรมีเครื่องหมายลบ
2) ตรวจสอบค่าดรรชนีสัดส่วนของ Likelihood (McFadden - R^2 : ρ^2)
3) การทดสอบสมมุติฐานของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต ว่าสามารถปฏิเสธสมมุติฐานว่างว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ iv = 1 ได้หรือไม่

3.4.6 การประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง

นอกจากนี้ในส่วนของการประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางดังแสดงในตารางที่ 3-4 แทนค่ากลับไปยังสมการอรรถประโยชน์ที่ประมาณค่ามา เพื่อวัดความแม่นยำของแบบจำลองว่าเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้หรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

uid	running_id	travel_type	time_arr	time_depart	lat_o	lon_o	sta_type_o	gid_o	lat_d	lon_d	sta_type_d	gid_d	dist_m	time_m	trans_mode	price	activity_type
106	1	Travel	11/23/2021 9:23	11/23/2021 9:27	13.7458	100.602	-1	103401	13.7443	100.603	-1	103401	178	4	walk	-1	work
106	2	transit	11/23/2021 9:27	11/23/2021 9:28	-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1	-1		-1	transit
106	3	Travel	11/23/2021 9:28	11/23/2021 9:33	13.7442	100.603	ป้ายรถเมล์	103401	13.7566	100.615	ป้ายรถเมล์	100608	1902	5	bus	-1	work
106	4	transit	11/23/2021 9:33	11/23/2021 9:35	-1	-1		-1	-1	-1		-1	-1	-1		-1	transit
106	5	Travel	11/23/2021 9:35	11/23/2021 9:40	13.7579	100.615	-1	100608	13.7666	100.605	-1	104504	1450	5	para	-1	work
106	6	Travel	11/23/2021 15:51	11/23/2021 16:12	13.7672	100.604	-1	104504	13.7498	100.543	-1	103704	6898	21	taxi	115	work
106	7	Travel	11/23/2021 20:39	11/23/2021 20:59	13.767	100.644	ป้ายรถเมล์	100601	13.7456	100.604	ป้ายรถเมล์	103401	4921	20	bus	10	rest
106	1	Travel	11/26/2021 6:50	11/26/2021 6:57	13.7456	100.602	-1	103401	13.7428	100.6	-1	103401	364	7	walk	-1	work
106	2	Travel	11/26/2021 6:57	11/26/2021 7:10	13.7428	100.6	สถานีรถไฟฟ้า	103401	13.7565	100.534	สถานีรถไฟฟ้า	103702	7311	13	rrt	25	work
106	3	Travel	11/26/2021 7:10	11/26/2021 7:32	13.7569	100.534	สถานีรถไฟฟ้า	103702	13.7184	100.515	สถานีรถไฟฟ้า	102802	4728	22	rrt	44	work
106	1	Travel	11/25/2021 19:58	11/25/2021 20:18	13.7667	100.644	ป้ายรถเมล์	100601	13.7465	100.605	ป้ายรถเมล์	100608	4799	20	bus	-1	rest
106	2	Travel	11/25/2021 20:18	11/25/2021 20:23	13.7455	100.604	-1	103401	13.7457	100.602	-1	103401	168	5	walk	-1	rest
106	3	Travel	11/25/2021 16:23	11/25/2021 17:00	13.7477	100.563	สถานีเรือโดยสาร	103901	13.7648	100.644	สถานีเรือโดยสาร	100601	9013	37	ves	16	other
118	1	Travel	12/24/2021 7:00	12/24/2021 7:15	13.7723	100.483	-1	102504	13.7727	100.483	-1	102504	42	15	pc	-1	work
118	1	Travel	12/14/2021 17:36	12/14/2021 17:44	13.7483	100.525	-1	100702	13.7566	100.522	-1	103701	963	8	pc	-1	other
118	2	Travel	12/14/2021 18:13	12/14/2021 18:19	13.7723	100.483	-1	102009	13.7732	100.484	-1	102504	220	6	pc	-1	rest
118	3	Travel	12/14/2021 17:55	12/14/2021 18:10	13.7565	100.516	-1	100803	13.7706	100.484	-1	102009	3811	15	pc	-1	other
118	1	Travel	12/17/2021 19:14	12/17/2021 19:23	13.7379	100.513	-1	101302	13.7553	100.484	-1	102004	3692	9	pc	-1	rest
118	1	Travel	12/15/2021 7:17	12/15/2021 7:30	13.7723	100.482	-1	102009	13.749	100.516	-1	100802	4531	13	pc	-1	other
118	2	Travel	12/15/2021 7:30	12/15/2021 7:44	13.749	100.516	-1	100802	13.7723	100.482	-1	102009	4492	14	pc	-1	rest
118	1	Travel	12/8/2021 12:46	12/8/2021 12:46	13.748	100.507	-1	100804	13.748	100.507	-1	100804	0	0	para	50	rest
118	1	Travel	12/26/2021 19:16	12/26/2021 19:25	13.7517	100.504	-1	100104	13.7576	100.499	-1	100107	847	9	pc	-1	rest
118	2	Travel	12/26/2021 19:10	12/26/2021 19:14	13.7374	100.513	-1	101302	13.7428	100.507	-1	101302	827	4	pc	-1	other
118	1	Travel	12/25/2021 18:21	12/25/2021 18:37	13.75	100.523	-1	100701	13.7724	100.484	-1	102504	4886	16	pc	-1	other
118	1	Travel	1/20/2022 7:46	1/20/2022 8:00	-1	-1	-1	-1	13.7728	100.483	-1	102504	-1	14	pc	-1	rest
118	2	Travel	1/20/2022 7:34	1/20/2022 7:46	13.7726	100.484	-1	102504	13.75	100.517	-1	100803	4347	12	pc	-1	other
118	3	Travel	1/20/2022 20:28	1/20/2022 20:33	13.7737	100.484	-1	102504	13.7741	100.486	-1	102504	160	5	pc	-1	other
118	4	Travel	1/20/2022 20:48	1/20/2022 20:50	13.7733	100.484	-1	102504	13.7736	100.484	-1	102504	84	2	pc	-1	rest

หมายเหตุ : -1 หมายถึง ผู้เข้าร่วมการสำรวจไม่ได้กรอกข้อมูลในช่องว่างที่แสดงในหน้าต่างแอปพลิเคชันสำรวจ

แต่อย่างไรก็ตามก่อนที่จะนำข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจมาพยากรณ์ความถูกต้องของแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องมีการคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจ และปรับแก้รูปแบบของข้อมูลให้สอดคล้องกับข้อมูลการเดินทางจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ก่อน จึงจะสามารถประเมินความแม่นยำของแบบจำลองได้อย่างเหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- นำรูปแบบการเดินทางที่ผู้เข้าร่วมการสำรวจเดินทางด้วยรถแท็กซี่ไปรวมกับรูปแบบการเดินทางที่เป็นรถยนต์ส่วนบุคคล เนื่องจากในแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตที่สร้างขึ้นไม่มีรูปแบบการเดินทางที่เป็นรถแท็กซี่
- นำระยะทางในการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางคูณ $\pi/2$ เนื่องจากระยะทางในการเดินทางที่ได้จากข้อมูลแอพพลิเคชั่นสำรวจเป็นเพียงระยะกระจัดเท่านั้น ทำให้ไม่ได้สะท้อนถึงระยะทางในการเดินทางที่แท้จริง ซึ่ง 2 รูปแบบการเดินทางที่กล่าวมาข้างต้นนี้มักมีเส้นทางในการเดินทางที่คดเคี้ยวไม่เป็นเส้นตรง ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการใช้ ทั้งนี้ตัวคูณดังกล่าวเกิดจากการสมมุติให้ระยะกระจัดเปรียบเสมือนเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม แล้วระยะทางให้การเดินทางจริงเปรียบเสมือนเส้นครึ่งวงกลม ซึ่งการเปลี่ยนจากเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมเป็นเส้นครึ่งวงกลมจึงต้องคูณด้วย $\pi/2$
- ปรับระยะเวลาในการเดินของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่ความเร็วในการเดินไปยังรูปแบบการเดินทางหลักและเดินทางออกจากรูปแบบการเดินทางหลักไม่สมเหตุสมผล โดยเทียบกับความเร็ว 6 กม./ชม. เนื่องจากผู้เข้าร่วมการสำรวจบางท่านไม่ได้กดสิ้นสุดการเดินทางทันทีหลังจากถึงจุดหมายปลายทางในการเดินทาง หรือเมื่อขึ้นโดยสารในรูปแบบการเดินทางหลักแล้วไม่ได้กดเปลี่ยนจากการเดินเป็นรูปแบบการเดินทางหลักทันที ทำให้ความเร็วในการเดินต่ำกว่าหรือสูงกว่าความเป็นจริง
- ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วยบุคคลให้เท่ากับ 3 บาท/กม. เนื่องจากผู้เข้าร่วมการสำรวจมักไม่ทราบค่าใช้จ่ายต่อเที่ยวเมื่อเดินทางด้วยรถยนต์ส่วยบุคคล ซึ่งการกำหนดค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลดังกล่าวจะสอดคล้องกับข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ โครงการ Big Data Analytics พัฒนาขึ้นด้วย

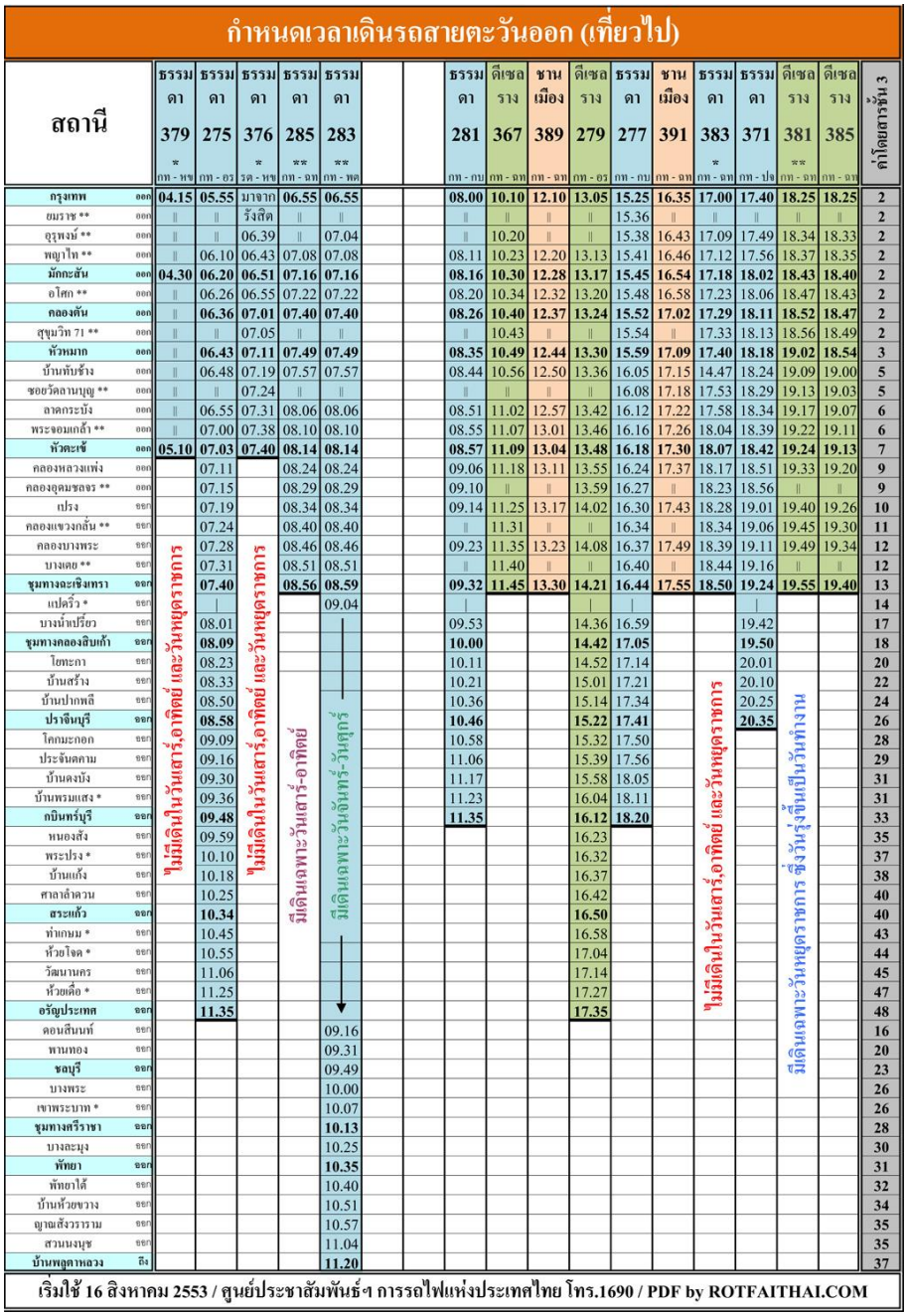
- ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยใช้ระยะทางและจำนวนสถานีเทียบกับค่าโดยสารบุคคลทั่วไปของรถไฟฟ้า MRT สายสีน้ำเงินดังรูปที่ 3-14 ในการปรับแก้

รูปที่ 3-14 อัตราค่าโดยสารบุคคลทั่วไปของรถไฟฟ้า MRT สายสีน้ำเงิน

ที่มา : ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (2565)

- ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟฟ้าชานเมือง โดยใช้ระยะทางและจำนวนสถานีเทียบกับค่าโดยสารของรถไฟชานเมืองสายตะวันออกดังรูปที่ 3-15 ในการปรับแก้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



กำหนดเวลาเดินรถสายตะวันออก (เที่ยวไป)

สถานี		ธรรมดา 379 * กท - หพ	ธรรมดา 275 กท - อว	ธรรมดา 376 * รด - หพ	ธรรมดา 285 ** กท - ฉท	ธรรมดา 283 ** กท - พล			ธรรมดา 281 กท - กบ	ดีเซลราง 367 กท - ฉท	ชานเมือง 389 กท - ฉท	ดีเซลราง 279 กท - อว	ธรรมดา 277 กท - กบ	ชานเมือง 391 กท - ฉท	ธรรมดา 383 * กท - ฉท	ธรรมดา 371 กท - ปจ	ดีเซลราง 381 ** กท - ฉท	ดีเซลราง 385 กท - ฉท	ค่าโดยสารชั้น 3
กรุงเทพ	ออก	04.15	05.55	มาจาก	06.55	06.55			08.00	10.10	12.10	13.05	15.25	16.35	17.00	17.40	18.25	18.25	2
ยมราช **	ออก	‖	‖	รังสิต	‖	‖			‖	‖	‖	‖	15.36	‖	‖	‖	‖	‖	2
อรุพงษ์ **	ออก	‖	‖	06.39	‖	07.04			‖	10.20	‖	‖	15.38	16.43	17.09	17.49	18.34	18.33	2
พญาไท **	ออก	‖	06.10	06.43	07.08	07.08			08.11	10.23	12.20	13.13	15.41	16.46	17.12	17.56	18.37	18.35	2
มักกะสัน	ออก	**04.30**	**06.20**	**06.51**	**07.16**	**07.16**			**08.16**	**10.30**	**12.28**	**13.17**	**15.45**	**16.54**	**17.18**	**18.02**	**18.43**	**18.40**	2
อโศก **	ออก	‖	06.26	06.55	07.22	07.22			08.20	10.34	12.32	13.20	15.48	16.58	17.23	18.06	18.47	18.43	2
คลองตัน	ออก	‖	**06.36**	**07.01**	**07.40**	**07.40**			**08.26**	**10.40**	**12.37**	**13.24**	**15.52**	**17.02**	**17.29**	**18.11**	**18.52**	**18.47**	2
สุขุมวิท 71 **	ออก	‖	‖	07.05	‖	‖			‖	10.43	‖	‖	15.54	‖	17.33	18.13	18.56	18.49	2
หัวหมาก	ออก	‖	**06.43**	**07.11**	**07.49**	**07.49**			**08.35**	**10.49**	**12.44**	**13.30**	**15.59**	**17.09**	**17.40**	**18.18**	**19.02**	**18.54**	3
บ้านทับช้าง	ออก	‖	06.48	07.19	07.57	07.57			08.44	10.56	12.50	13.36	16.05	17.15	14.47	18.24	19.09	19.00	5
ซอยวัดลานบุญ **	ออก	‖	‖	07.24	‖	‖			‖	‖	‖	‖	16.08	17.18	17.53	18.29	19.13	19.03	5
ลาดกระบัง	ออก	‖	06.55	07.31	08.06	08.06			08.51	11.02	12.57	13.42	16.12	17.22	17.58	18.34	19.17	19.07	6
พระจอมเกล้า **	ออก	‖	07.00	07.38	08.10	08.10			08.55	11.07	13.01	13.46	16.16	17.26	18.04	18.39	19.22	19.11	6
หัวตะเข้	ออก	**05.10**	**07.03**	**07.40**	**08.14**	**08.14**			**08.57**	**11.09**	**13.04**	**13.48**	**16.18**	**17.30**	**18.07**	**18.42**	**19.24**	**19.13**	7
คลองหลวงแพ่ง	ออก		07.11		08.24	08.24			09.06	11.18	13.11	13.55	16.24	17.37	18.17	18.51	19.33	19.20	9
คลองอุดมชลจร **	ออก		07.15		08.29	08.29			09.10	‖	‖	13.59	16.27	‖	18.23	18.56	‖	‖	9
เปรง	ออก		07.19		08.34	08.34			09.14	11.25	13.17	14.02	16.30	17.43	18.28	19.01	19.40	19.26	10
คลองแขวงกลั้น **	ออก		07.24		08.40	08.40			‖	11.31	‖	‖	16.34	‖	18.34	19.06	19.45	19.30	11
คลองบางพระ	ออก		07.28		08.46	08.46			09.23	11.35	13.23	14.08	16.37	17.49	18.39	19.11	19.49	19.34	12
บางเตย **	ออก		07.31		08.51	08.51			‖	11.40	‖	‖	16.40	‖	18.44	19.16	‖	‖	12
ชุมทางฉะเชิงเทรา	ออก		**07.40**		**08.56**	**08.59**			**09.32**	**11.45**	**13.30**	**14.21**	**16.44**	**17.55**	**18.50**	**19.24**	**19.55**	**19.40**	13
แปดริ้ว *	ออก		|			09.04			|		|	|			|			14
บางน้ำเปรี้ยว	ออก		08.01						09.53			14.36	16.59			19.42			17
ชุมทางคลองสิบเก้า	ออก		**08.09**						**10.00**			**14.42**	**17.05**			**19.50**			18
ไทยทะกา	ออก		08.23						10.11			14.52	17.14			20.01			20
บ้านสร้าง	ออก		08.33						10.21			15.01	17.21			20.10			22
บ้านปากน้ำ	ออก		08.50						10.36			15.14	17.34			20.25			24
ปราจีนบุรี	ออก		**08.58**						**10.46**			**15.22**	**17.41**			**20.35**			26
โคกมะกอก	ออก		09.09						10.58			15.32	17.50						28
ประจันตคาม	ออก		09.16						11.06			15.39	17.56						29
บ้านดงบัง	ออก		09.30						11.17			15.58	18.05						31
บ้านหรมแสง *	ออก		09.36						11.23			16.04	18.11						31
กบินทร์บุรี	ออก		**09.48**						**11.35**			**16.12**	**18.20**						33
หนองสัง	ออก		09.59									16.23							35
พระปรง *	ออก		10.10									16.32							37
บ้านแก้ง	ออก		10.18									16.37							38
ศาลาลำดวน	ออก		10.25									16.42							40
สระแก้ว	ออก		**10.34**									**16.50**							40
ท่าเกษม *	ออก		10.45									16.58							43
หัวหโจด *	ออก		10.55									17.04							44
วัฒนานคร	ออก		11.06									17.14							45
หัวหเดื่อ *	ออก		11.25									17.27							47
อรัญประเทศ	ออก		**11.35**									**17.35**							48
คอนสินนท์	ออก					09.16													16
พานทอง	ออก					09.31													20
ชลบุรี	ออก					09.49													23
บางพระ	ออก					10.00													26
เขาพระบาท *	ออก					10.07													26
ชุมทางศรีราชา	ออก					**10.13**													28
บางละมุง	ออก					10.25													30
พัทยา	ออก					**10.35**													31
พัทยาใต้	ออก					10.40													32
บ้านห้วยขวาง	ออก					10.51													34
ญาณสังวรราม	ออก					10.57													35
สวนนงนุช	ออก					11.04													35
บ้านพลูตาหลวง	ถึง					**11.20**													37

ไม่มีเดินในวันเสาร์,อาทิตย์ และวันหยุดราชการ

ไม่มีเดินในวันเสาร์,อาทิตย์ และวันหยุดราชการ

มีเดินเฉพาะวันเสาร์-อาทิตย์

มีเดินเฉพาะวันจันทร์-วันศุกร์

ไม่มีเดินในวันเสาร์,อาทิตย์ และวันหยุดราชการ

มีเดินเฉพาะวันหยุดราชการ ซึ่งวันรุ่งขึ้นเป็นวันทำงาน

เริ่มใช้ 16 สิงหาคม 2553 / ศูนย์ประชาสัมพันธ์ฯ การรถไฟแห่งประเทศไทย โทร.1690 / PDF by ROTFAITHAI.COM

รูปที่ 3-15 อัตราค่าโดยสารของรถไฟชานเมืองสายตะวันออก

ที่มา : รถไฟไทยดอทคอม (2553)

- เปลี่ยนวัตถุประสงค์การเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจจากการเดินทางไปทำธุระอื่น ๆ เป็นการเดินทางไปจับจ่ายใช้สอย สำหรับช่วงเวลาที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร shopping ในสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต เนื่องจากระบบการกรอกข้อมูล

วัตถุประสงค์การเดินทางในแอพพลิเคชั่นสำรวจไม่มีวัตถุประสงค์ของการเดินทางที่ไปจับจ่ายใช้สอยให้เลือกในหน้าต่างที่ทำการบันทึกข้อมูลการเดินทาง

- ตัดเที่ยวการเดินทางที่รูปแบบการเดินทางหลักไม่ใช่รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร ออกจากชุดข้อมูล เพื่อให้รูปแบบการเดินทางหลักจากข้อมูลแอปพลิเคชันสำรวจสอดคล้องกับแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตที่สร้างขึ้น
- กำหนดขอบเขตบน (Lower bound) และขอบเขตล่าง (Upper bound) สำหรับการเดินทางต่อเดียวและการเดินทางรวมทุกต่อในแต่ละรูปแบบการเดินทางดังตารางที่ 3-5 และตารางที่ 3-6 เพื่อคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกไปจากชุดข้อมูล

ตารางที่ 3-5 การกำหนดขอบเขตล่างและขอบเขตบนของข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจที่เดินทางต่อเดียว

ประเภทของข้อมูล	รูปแบบการเดินทาง	ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
ระยะทาง (กม.)	รถยนต์ส่วนบุคคล	1	-
	รถโดยสารประจำทาง	0.5	50
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	1	-
	รถไฟชานเมือง	2	-
	เรือโดยสาร	1	-
	เดิน*	-	3
	ระบบขนส่งรอง*	-	15
	รถตู้โดยสาร*	-	15
ระยะเวลา (นาที)	เดิน*	-	30
	ระบบขนส่งรอง*	-	20
	รถตู้โดยสาร*	-	20
ค่าใช้จ่าย (บาท)	รถโดยสารประจำทาง	11	25
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	14	59

ประเภทของข้อมูล	รูปแบบการเดินทาง	ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
ความเร็ว (กม./ชม.)	รถยนต์ส่วนบุคคล	10	120
	รถโดยสารประจำทาง	6	60
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	20	65
	รถไฟชานเมือง	15	60
	เรือโดยสาร	5	30

*รูปแบบการเดินทางที่ใช้เข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก

ตารางที่ 3-6 การกำหนดขอบเขตล่างและขอบเขตบนของข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจที่เดินทางรวมทุกต่อ

ประเภทของข้อมูล	รูปแบบการเดินทาง	ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
ระยะทาง (กม.)	รถโดยสารประจำทาง	1	-
	เรือโดยสาร	-	30
	ทุกรูปแบบการเดินทาง	-	75
ระยะเวลา (นาที)	ทุกรูปแบบการเดินทาง	1	300
ค่าใช้จ่าย (บาท)	ทุกรูปแบบการเดินทาง	1	500
ระยะเวลาในการเข้าถึงและออกจากรูปแบบการเดินทางหลัก (นาที)	ทุกรูปแบบการเดินทาง	-	30
ค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงและออกจากรูปแบบการเดินทางหลัก (บาท)	ทุกรูปแบบการเดินทาง	-	50

3.4.7 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

เมื่อแบบจำลองมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลของโครงการ Travel Demand Survey ซึ่งยังไม่ได้แยกรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา ประกอบกับข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางจากระบบ Google API มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น โดยการแทนค่าข้อมูลการเดินทางต่าง ๆ ลงในสมการ

อรรถประโยชน์ของแต่ละแบบจำลองย่อย เพื่อจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางตามรูปแบบการเดินทาง วัน (วันทำงานและวันหยุด) และช่วงเวลา (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (06:00-10:00 น.), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน (10:00-16:00 น.), ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16:00-20:00 น.), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน (20:00-06:00 น.)) โดยแบ่งตาม 209 พื้นที่ย่อยที่ได้กำหนดไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

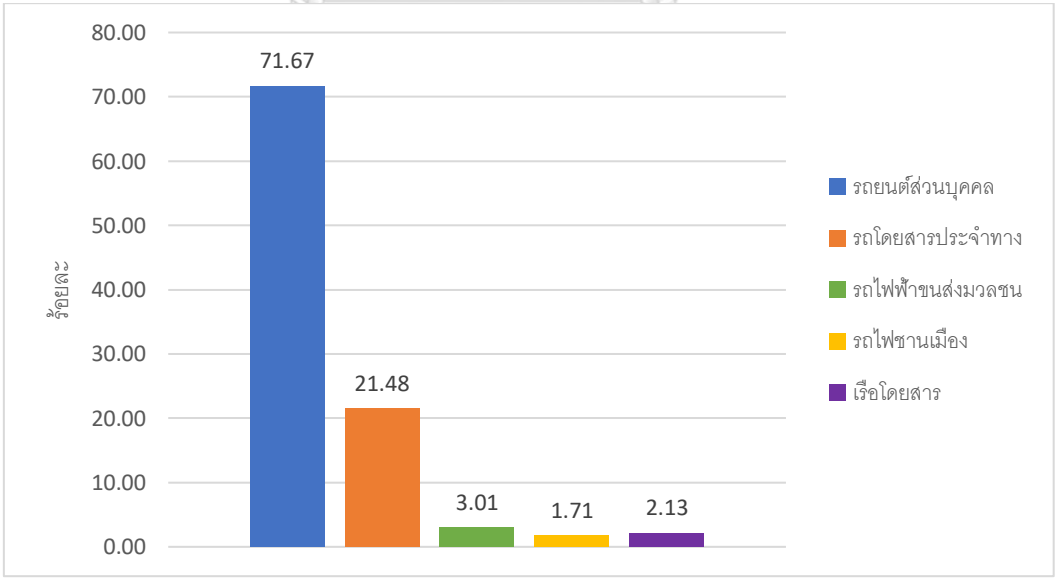
บทที่ 4

สร้างแบบจำลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับใบบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ของโครงการ Big Data Analytics ที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อจำแนกรูปแบบและวัตถุประสงค์ของการเดินทางมาแล้ว

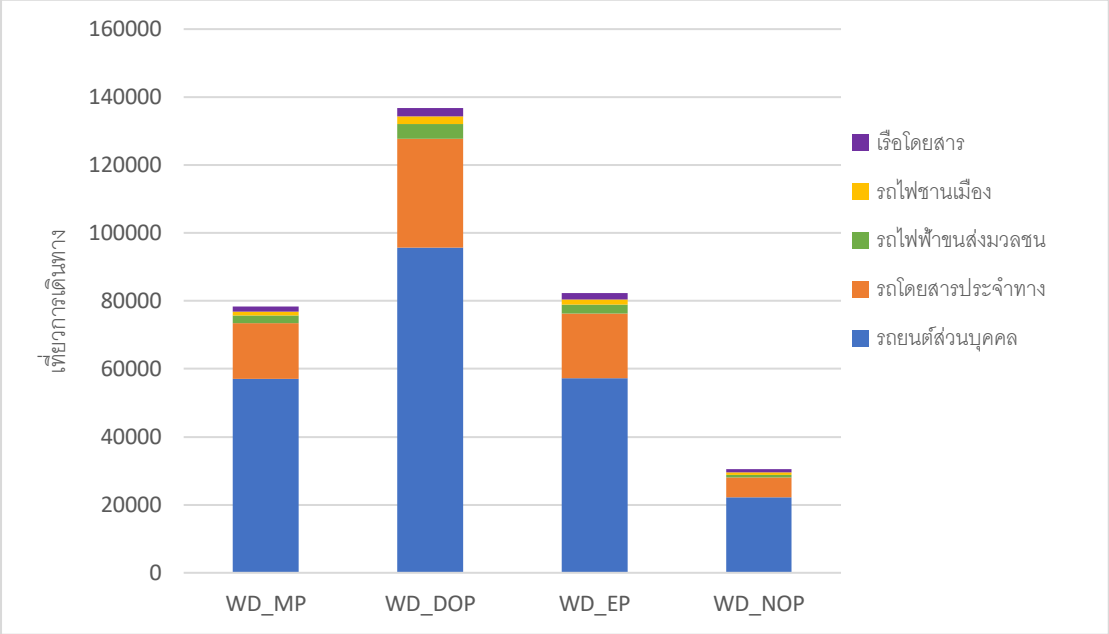
4.1 ค่าสถิติและข้อมูลทั่วไปของโทรศัพท์เคลื่อนที่

หลังจากได้รับข้อมูลการเดินทางที่วิเคราะห์ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่จากโครงการ Big Data Analytics ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการคัดกรองแยกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก จนได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ทั้งหมด 448,208 เที่ยวการเดินทาง ของผู้ที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล (PC) รถโดยสารประจำทาง (BUS) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT) รถไฟชานเมือง (SRT) และเรือโดยสาร (VES) เป็นรูปแบบการเดินทางหลัก และเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนการเดินทางของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ พบว่าผู้เดินทางเลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากที่สุดถึงร้อยละ 71.67 ของเที่ยวการเดินทางทั้งหมด รองลงมาคือรถโดยสารประจำทางคิดเป็นร้อยละ 21.48 ดังแสดงในรูปที่ 4-1



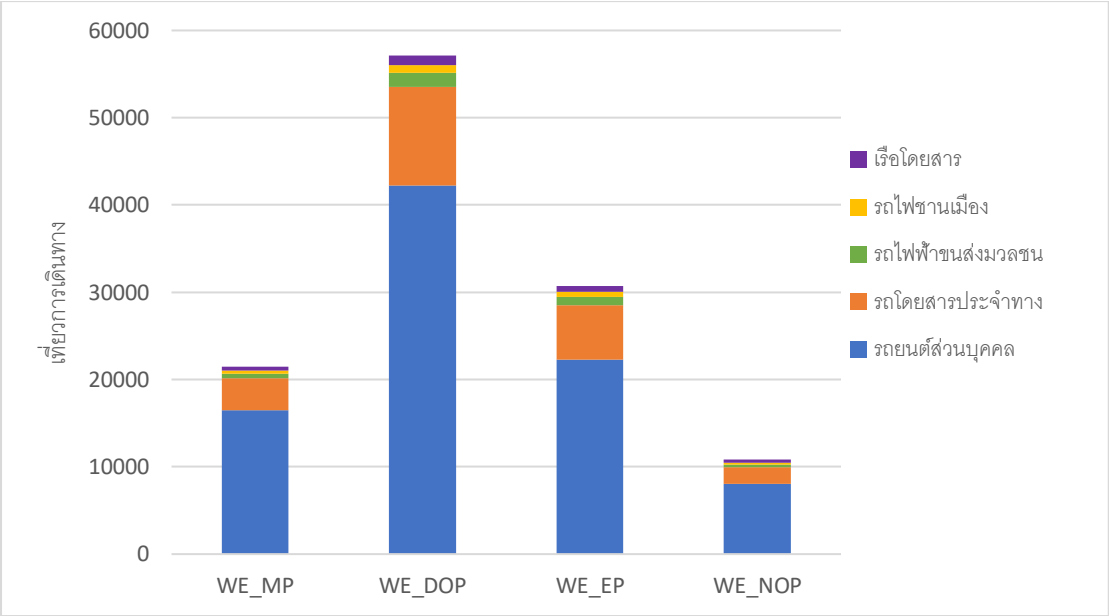
รูปที่ 4-1 สัดส่วนรูปแบบการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทางในแต่ละวัน (วันทำงาน (WD) และวันหยุด (WE)) และช่วงเวลา (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (06:00-10:00 น. : MP), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน (10:00-16:00 น. : DOP), ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16:00-20:00 น. : EP), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน (20:00-06:00 น. : NOP)) พบว่าในวันทำงานมีจำนวนเที่ยวการเดินทางที่มากกว่าวันหยุดอยู่มาก โดยที่ในวันทำงานของช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวันมีจำนวนเที่ยวการเดินทางมากที่สุด รองลงมาคือช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นดังแสดงในรูปที่ 4-2 และรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-2 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันทำงาน

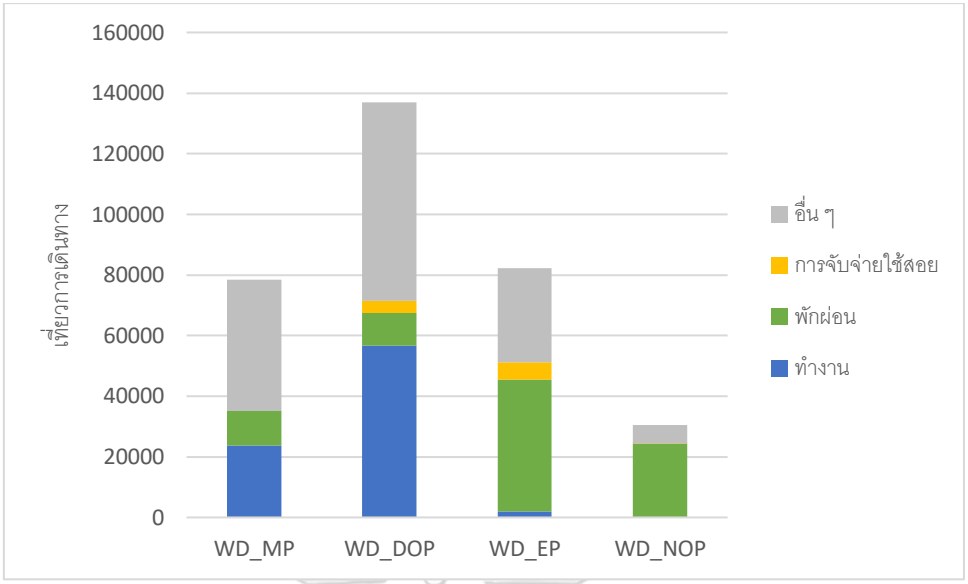
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



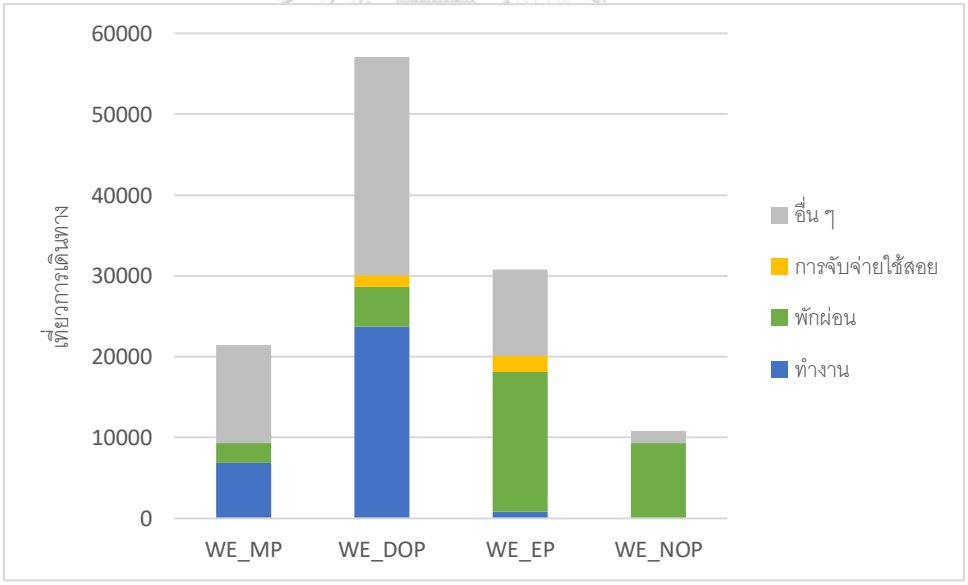
รูปที่ 4-3 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามรูปแบบการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันหยุด

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการเดินทางจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการเดินทาง พบว่าในช่วงเวลาช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวันจะมีสัดส่วนของผู้เดินทางที่มีวัตถุประสงค์การเดินทางเป็นไปการทำงาน และทำธุระอื่น ๆ สูง ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นและช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืนผู้เดินทางมักจะมีวัตถุประสงค์การเดินทางเป็นไปการเป็นการพักผ่อน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์การเดินทางที่ไปจับจ่ายใช้สอย พบว่าในช่วงเวลาช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืนแทบจะไม่มีผู้เดินทางที่มีวัตถุประสงค์การเดินทางที่ไปจับจ่ายใช้สอยเลยทั้งในวันทำงานและวันหยุดแสดงในรูปที่ 4-4 และรูปที่ 4-5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4-4 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันทำงาน



รูปที่ 4-5 ปริมาณการเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่จำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางในแต่ละช่วงเวลาของวันหยุด

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสรุปค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูลการเดินทางของโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 448,208 เที่ยวการเดินทางดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลการเดินทางจากผลการวิเคราะห์โทรศัพท์เคลื่อนที่

ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ข้อมูลคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง			
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล (บาท)	73.40	60.00	53.08
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง (บาท)	18.1	13.00	9.04
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (บาท)	40.7	40.00	17.87
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถไฟชานเมือง (บาท)	2.1	1.00	1.52
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยเรือโดยสาร (บาท)	6.9	3.00	5.40
เวลาในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล (นาที)	65.60	56.60	49.01
เวลาในการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง (นาที)	52.8	44.4	41.01
เวลาในการเดินทางโดยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (นาที)	25.80	18.5	24.65
เวลาในการเดินทางโดยรถไฟชานเมือง (นาที)	13.00	5.50	14.79
เวลาในการเดินทางโดยเรือโดยสาร (นาที)	6.5	4.00	12.70
ระยะทางในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล (กิโลเมตร)	26.2	22.1	18.85
ระยะทางในการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง (กิโลเมตร)	17.6	14.5	12.74
ระยะทางในการเดินทางโดยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (กิโลเมตร)	10.7	8.60	8.12
ระยะทางในการเดินทางโดยรถไฟชานเมือง (กิโลเมตร)	7.7	4.00	7.86
ระยะทางในการเดินทางโดยเรือโดยสาร (กิโลเมตร)	3.4	1.90	5.82
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถยนต์ส่วนบุคคล (นาที)	0	0	0
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถโดยสารประจำทาง (นาที)	8.5	7.00	7.12
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (นาที)	16.8	17.00	6.63
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถไฟชานเมือง (นาที)	23.1	22.00	5.71

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบขององเรือโดยสาร (นาที)	22.1	24.00	3.52
ข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทาง (ลักษณะของการเดินทาง)			
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการทำงาน (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	0.25	0	0.44
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการพักผ่อน (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	0.28	0	0.45
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการจับจ่ายใช้สอย (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	0.03	0	0.17
จุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานคร (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	0.68	1	0.46
จุดปลายทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานคร (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	0.68	1	0.47

4.2 การวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

การศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตในการพยากรณ์ความน่าจะเป็นของการเลือกรูปแบบการเดินทาง และเพื่อให้ทราบถึงระดับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางบนพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ โดยที่กำหนดให้ตัวแปรตามหมายถึงการตัดสินใจเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ ของผู้เดินทาง และตัวแปรต้นหมายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งแสดงลายละเอียดดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สัญลักษณ์ชื่อตัวแปร

ข้อมูล	สัญลักษณ์
ข้อมูลคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง	
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (บาท)	TC
เวลาในการเดินทาง (นาที)	TT
ระยะทางในการเดินทาง (กิโลเมตร)	TD
เวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก (นาที)	AET

ข้อมูล	สัญลักษณ์
ข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทาง (ลักษณะของการเดินทาง)	
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการทำงาน* (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	Work
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการพักผ่อน* (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	Rest
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการจับจ่ายใช้สอย* (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	Shopping
วัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการไปทำธุระอื่น ๆ* (ทางเลือกฐาน)	Other
จุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานคร* (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	O_inBKK
จุดปลายทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานคร* (ใช่ = 1, ไม่ใช่ = 0)	D_inBKK

*คือตัวแปรหุ่น (Dummy Variable)

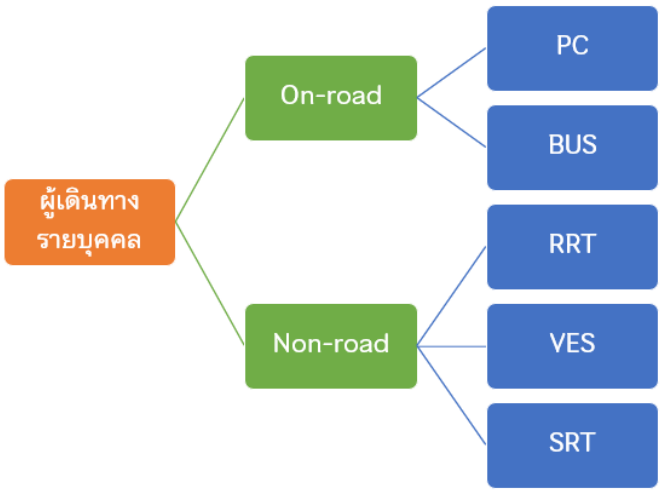
ทั้งนี้ในแต่ละวันและช่วงเวลาผู้เดินทางมีพฤติกรรมการเดินทางที่แต่งต่างกัน เช่น การเร่งรีบไปทำงานให้ช่วงเช้า การไปจับจ่ายใช้สอยในวันหยุด ความแออัดบนท้องถนนในช่วงเวลาเวลาเร่งด่วน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้งสิ้น ทำให้การสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้จะต้องแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นทั้งหมด 8 แบบจำลองย่อย โดยแบ่งตามวัน (วันทำงาน(WD) และวันหยุด (WE)) และช่วงเวลา (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (06:00-10:00 น. : MP), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน (10:00-16:00 น. : DOP), ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16:00-20:00 น. : EP), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน (20:00-06:00 น. : NOP)) โดยที่ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น และช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืนของวันหยุด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบจำลองทั้ง 3 นี้รวมกัน เนื่องจากวันและช่วงเวลาดังกล่าวมีลักษณะของพฤติกรรมการการเดินทางที่คล้ายคลึงกัน และมีเที่ยวการเดินทางที่ได้จากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่น้อยเมื่อเทียบกับวันและช่วงเวลาอื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากที่กำหนดตัวแปรเรียบร้อยแล้วแล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาสร้างแบบจำลองโดยเริ่มต้นจากการกำหนดตัวแปรต้นจำนวน 9 ตัวดังแสดงในตารางที่ 4-2 และตัวแปรตามคือการเลือกรูปแบบการเดินทางรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลอง และพิจารณาความสมเหตุสมผลของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร รวมถึงค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่าตัวแปร O_inBKK และ D_inBKK ไม่ค่อยมีความสมเหตุสมผลของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ผู้วิจัยจึงทำการคัดตัวแปรสองตัวนี้ออกจากแบบจำลองของทุกวันและช่วงเวลาที่ได้ทำการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่สามารถใส่ตัวแปร Work ลงในแบบจำลองของวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน และตัวแปร Shopping ลงใน

แบบจำลองของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืนได้ เนื่องจากวันและช่วงเวลาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแทบจะไม่พบผู้เดินทางที่มีวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการทำงานและจับจ่ายใช้สอยเลยตามลำดับ

สำหรับรูปแบบโครงสร้างเนสต์ของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตสามารถสร้างขึ้นได้หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของทางเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยที่การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 เนสต์ คือ การเดินทางโดยใช้ถนน (On-Road) ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) และรถโดยสารประจำทาง (BUS) และการเดินทางโดยไม่ใช้ถนน (Non-Road) ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT) รถไฟชานเมือง (SRT) และเรือโดยสาร (VES) ดังแสดงในรูปที่ 4-6 ซึ่งการแบ่งโครงสร้างเนสต์ในลักษณะดังกล่าวนี้จะมีความเหมาะสมกับข้อมูลในงานวิจัยนี้มากที่สุด



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4-6 การกำหนดโครงสร้างเนสต์ของงานวิจัยนี้

หลักจากที่คัดเลือกตัวแปรต่าง ๆ และกำหนดโครงสร้างเนสต์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาแยกค่าสัมประสิทธิ์ของกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางให้มีค่าไม่เท่ากันในแต่ละทางเลือก พบว่าเมื่อแยกค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้แตกต่างกันระหว่างทางเลือกแล้วมีความสมเหตุสมผลของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร รวมถึงค่าระดับนัยสำคัญที่ต่ำกว่า 0.05 แต่ตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ (เวลาในการเดินทาง ระยะทางในการเดินทาง และเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก) ไม่สามารถแยกค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรให้มีค่าแตกต่างกันระหว่างทางเลือก เนื่องจากจะทำให้

เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวนั้นหรือตัวแปรตัวอื่นไม่สมเหตุสมผลตามไปด้วย โดยผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4-3 - ตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.613***	0.042	38.070	5.018	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	0.037	0.076	0.484	1.038	0.628
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	0.372***	0.079	4.728	1.451	0.000
(ค่าคงที่)$_{VES}$	2.625***	0.100	26.218	13.805	0.000
TC_{PC}	-0.023***	0.001	-36.013	0.977	0.000
TC_{BUS}	-0.118***	0.002	-41.430	0.889	0.000
TC_{RRT}	-0.033***	0.002	-22.231	0.968	0.000
TC_{SRT}	-0.584***	0.023	-25.126	0.558	0.000
TC_{VES}	-0.222***	0.007	-32.123	0.801	0.000
TT	-0.029***	0.001	-43.686	0.971	0.000
TD	0.162***	0.004	43.587	1.176	0.000
AET	-0.067***	0.002	-34.326	0.935	0.000
$Work_{BUS}$	0.018	0.023	0.747	1.018	0.455
$Work_{RRT}$	-0.276***	0.055	-4.996	0.759	0.000
$Work_{SRT}$	-0.295***	0.0754	-3.910	0.745	0.000
$Work_{VES}$	-1.438***	0.086	-16.787	0.237	0.000
$Rest_{BUS}$	-0.150***	0.033	-4.558	0.861	0.000
$Rest_{RRT}$	0.199**	0.069	2.891	1.220	0.004
$Rest_{SRT}$	0.010	0.092	0.107	1.010	0.915
$Rest_{VES}$	-0.834***	0.092	-9.087	0.434	0.000
iv: On-Road	0.815***	0.020	40.392	2.259	0.000
iv: Non-Road	0.881***	0.041	21.694	2.413	0.000
จำนวนตัวอย่าง	78,387				
LL(b_{MLE})	-28,357				
McFadden R^2	0.549				
% Correct	83.985				

*** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.823***	0.034	53.121	6.190	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	0.105	0.060	1.769	1.111	0.077
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	0.548***	0.064	8.533	1.730	0.000
(ค่าคงที่)$_{VES}$	2.537***	0.075	33.774	12.642	0.000
TC_{PC}	-0.025***	0.001	-48.520	0.975	0.000
TC_{BUS}	-0.137***	0.002	-57.639	0.872	0.000
TC_{RRT}	-0.041***	0.001	-35.263	0.960	0.000
TC_{SRT}	-0.725***	0.020	-35.566	0.484	0.000
TC_{VES}	-0.217***	0.005	-39.891	0.805	0.000
TT	-0.034***	0.001	-61.636	0.967	0.000
TD	0.198***	0.003	61.988	1.219	0.000
AET	-0.065***	0.001	-47.026	0.937	0.000
$Work_{BUS}$	-0.106***	0.017	-6.130	0.899	0.000
$Work_{RRT}$	-0.001	0.039	-0.032	0.999	0.974
$Work_{SRT}$	-0.005	0.051	-0.105	0.995	0.916
$Work_{VES}$	-0.778***	0.056	-13.893	0.459	0.000
$Rest_{BUS}$	-0.01	0.032	-0.316	0.990	0.752
$Rest_{RRT}$	-0.227**	0.070	-3.252	0.797	0.001
$Rest_{SRT}$	-0.439***	0.110	-3.986	0.645	0.000
$Rest_{VES}$	-1.204***	0.129	-9.334	0.300	0.000
$Shopping_{BUS}$	-0.172***	0.046	-3.726	0.842	0.000
$Shopping_{RRT}$	-0.553***	0.113	-4.900	0.575	0.000
$Shopping_{SRT}$	-0.674***	0.182	-3.704	0.510	0.000
$Shopping_{VES}$	-1.619***	0.205	-7.890	0.198	0.000
iv: On-Road	0.817***	0.015	56.336	2.264	0.000
iv: Non-Road	0.906***	0.029	31.608	2.474	0.000
จำนวนตัวอย่าง	136,866				
LL(b_{MLE})	-51,358				
McFadden R^2	0.554				
% Correct	83.701				

**** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.595***	0.041	38.881	4.928	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	0.204**	0.077	2.660	1.226	0.008
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	0.397***	0.079	6.465	1.487	0.000
(ค่าคงที่)$_{VES}$	0.435***	0.067	6.465	1.545	0.000
TC_{PC}	-0.024***	0.001	-39.205	0.976	0.000
TC_{BUS}	-1.116***	0.003	-42.988	0.328	0.000
TC_{RRT}	-0.038***	0.001	-39.205	0.963	0.000
TC_{SRT}	-0.604***	0.024	-25.607	0.547	0.000
TC_{VES}	-0.076***	0.005	-14.767	0.927	0.000
TT	-0.026***	0.001	-43.028	0.974	0.000
TD	0.149***	0.003	43.711	1.161	0.000
AET	-0.063***	0.002	-36.509	0.939	0.000
$Work_{BUS}$	0.016	0.062	0.256	1.016	0.798
$Work_{RRT}$	-0.05	0.133	-0.374	0.951	0.708
$Work_{SRT}$	0.214*	0.153	1.394	1.239	0.016
$Work_{VES}$	-0.119	0.201	-0.592	0.888	0.554
$Rest_{BUS}$	0.046*	0.020	2.299	1.047	0.022
$Rest_{RRT}$	-0.128*	0.053	-2.420	0.880	0.016
$Rest_{SRT}$	-0.011	0.062	-0.183	0.989	0.854
$Rest_{VES}$	-0.370***	0.057	-6.504	0.691	0.000
$Shopping_{BUS}$	-0.012	0.034	-0.370	0.988	0.712
$Shopping_{RRT}$	0.06	0.075	0.789	1.062	0.430
$Shopping_{SRT}$	0.103	0.102	1.010	1.108	0.312
$Shopping_{VES}$	-0.443***	0.119	-3.718	0.642	0.000
iv: On-Road	0.737***	0.018	40.845	2.090	0.000
iv: Non-Road	0.749***	0.035	21.389	2.115	0.000
จำนวนตัวอย่าง	82,271				
LL(b_{MLE})	-33,809				
McFadden R^2	0.522				
% Correct	81.148				

**** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.284***	0.068	18.786	3.611	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	-0.535***	0.139	-3.849	0.586	0.000
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	-0.045	0.128	-0.350	0.956	0.727
(ค่าคงที่)$_{VES}$	2.572***	0.155	16.606	13.092	0.000
TC_{PC}	-0.014***	0.001	-17.578	0.986	0.000
TC_{BUS}	-0.085***	0.004	-20.599	0.919	0.000
TC_{RRT}	-0.018***	0.002	-8.023	0.982	0.000
TC_{SRT}	-0.379***	0.033	-11.524	0.685	0.000
TC_{VES}	-0.257***	0.009	-28.963	0.773	0.000
TT	-0.019***	0.001	-19.708	0.981	0.000
TD	0.075***	0.004	19.636	1.078	0.000
AET	-0.056***	0.003	-18.997	0.946	0.000
$Rest_{BUS}$	0.035	0.032	1.087	1.036	0.277
$Rest_{RRT}$	0.300**	0.103	2.913	1.350	0.004
$Rest_{SRT}$	0.336**	0.103	3.254	1.399	0.001
$Rest_{VES}$	0.243*	0.111	2.195	1.275	0.028
iv: On-Road	0.648	0.033	19.449	1.912	0.000
iv: Non-Road	0.688	0.049	13.984	1.990	0.000
จำนวนตัวอย่าง	78,387				
LL(b_{MLE})	-28,357				
McFadden R^2	0.549				
% Correct	83.985				

**** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.214***	0.051	23.837	3.367	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	-0.16	0.099	-1.608	0.852	0.108
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	0.445***	0.097	4.581	1.560	0.000
(ค่าคงที่)$_{VES}$	2.152***	0.107	20.149	8.602	0.000
TC_{PC}	-0.015***	0.001	-22.51	0.985	0.000
TC_{BUS}	-0.077***	0.003	-25.094	0.926	0.000
TC_{RRT}	-0.029***	0.002	-16.298	0.971	0.000
TC_{SRT}	-0.562***	0.030	-18.91	0.570	0.000
TC_{VES}	-0.193***	0.008	-24.819	0.824	0.000
TT	-0.017***	0.001	-24.799	0.983	0.000
TD	0.091***	0.004	25.093	1.095	0.000
AET	-0.051***	0.002	-22.935	0.950	0.000
$Work_{BUS}$	-0.116***	0.020	-5.79	0.890	0.000
$Work_{RRT}$	0.027	0.065	0.423	1.027	0.673
$Work_{SRT}$	-0.147	0.079	-1.853	0.863	0.064
$Work_{VES}$	-0.838***	0.083	-10.127	0.433	0.000
$Rest_{BUS}$	-0.082*	0.032	-2.56	0.921	0.010
$Rest_{RRT}$	-0.326**	0.108	-3.032	0.722	0.002
$Rest_{SRT}$	-0.656***	0.171	-3.837	0.519	0.000
$Rest_{VES}$	-1.558***	0.188	-8.287	0.211	0.000
$Shopping_{BUS}$	-0.069	0.050	-1.384	0.933	0.166
$Shopping_{RRT}$	-0.506**	0.187	-2.709	0.603	0.007
$Shopping_{SRT}$	-0.576*	0.271	-2.128	0.562	0.033
$Shopping_{VES}$	-1.151***	0.246	-4.686	0.316	0.000
iv: On-Road	0.593***	0.024	24.263	1.809	0.000
iv: Non-Road	0.789***	0.043	18.44	2.201	0.000
จำนวนตัวอย่าง	57,117				
LL(b_{MLE})	-21,386				
McFadden R^2	0.522				
% Correct	82.928				

*** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตของวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า เร่งด่วนเย็น และนอกเร่งด่วนกลางคืน

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	Exp (b)	p-value
(ค่าคงที่)$_{BUS}$	1.106***	0.045	24.433	3.022	0.000
(ค่าคงที่)$_{RRT}$	-0.222*	0.089	-2.501	0.801	0.012
(ค่าคงที่)$_{SRT}$	0.121	0.084	1.437	1.129	0.151
(ค่าคงที่)$_{VES}$	2.487***	0.102	24.400	12.025	0.000
TC_{PC}	-0.014***	0.001	-24.294	0.986	0.000
TC_{BUS}	-0.074***	0.003	-26.622	0.929	0.000
TC_{RRT}	-0.023***	0.002	-15.191	0.977	0.000
TC_{SRT}	-0.447***	0.024	-18.834	0.640	0.000
TC_{VES}	-0.239***	0.007	-33.838	0.787	0.000
TT	-0.015***	0.001	-24.841	0.985	0.000
TD	0.068***	0.003	25.148	1.070	0.000
AET	-0.048***	0.002	-23.674	0.953	0.000
$Work_{BUS}$	0.009	0.027	0.331	1.009	0.741
$Work_{RRT}$	-0.193*	0.087	-2.226	0.824	0.026
$Work_{SRT}$	-0.18	0.111	-1.627	0.835	0.104
$Work_{VES}$	-1.577***	0.142	-11.118	0.207	0.000
$Rest_{BUS}$	-0.018	0.019	-0..927	0.982	0.354
$Rest_{RRT}$	0.074	0.063	1.181	1.077	0.237
$Rest_{SRT}$	-0.021	0.071	-0.302	0.979	0.762
$Rest_{VES}$	-0.387***	0.076	-5.058	0.679	0.000
$Shopping_{BUS}$	-0.061	0.041	-1.476	0.941	0.140
$Shopping_{RRT}$	0.007	0.114	0.061	1.007	0.952
$Shopping_{SRT}$	-0.533**	0.196	-2.726	0.587	0.006
$Shopping_{VES}$	-0.609***	0.180	-3.390	0.544	0.000
iv: On-Road	0.610***	0.025	24.818	1.840	0.000
iv: Non-Road	0.742***	0.038	19.367	2.100	0.000
จำนวนตัวอย่าง	63,015				
$LL(b_{MLE})$	-24,669				
McFadden R^2	0.509				
% Correct	81.585				

*** = ระดับนัยสำคัญ > 0.001, ** = ระดับนัยสำคัญ > 0.01, * = ระดับนัยสำคัญ > 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การแปลผลที่ได้จากแบบจำลอง

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองดังตารางที่ 4-3 ถึง ตารางที่ 4-8 นั้นสามารถแปลผลเพื่อวิเคราะห์ความหมายของเครื่องหมายและชนาดของค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต่าง ๆ ได้ โดยผู้วิจัยจะแบ่งการแปลผลของตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็น 2 กลุ่มได้ดังนี้

1) กลุ่มตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง

สำหรับกลุ่มตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง พบว่าเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางเหมือนกันทุกวันและทุกช่วงเวลา จะแตกต่างกันเพียงแค่ขนาดค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทางที่เกิดจากอิทธิผลของตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางไปในทิศทางเดียวกันทุกวัน และทุกช่วงเวลาได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาผลกระทบของค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง พบว่าหากค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจะทำให้การตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการเดินทางทุกทางเลือกลดลงทั้งหมด โดยที่การตัดสินใจเลือกใช้รถไฟชานเมืองลดลงมากที่สุดรองลงมาเป็นเรือโดยสาร เนื่องจาก 2 รูปแบบการเดินทางนี้มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำ การที่ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้การตัดสินใจเลือกใช้รถไฟชานเมือง และเรือโดยสารลดลงมากกว่ารูปแบบการเดินทางอื่นที่ค่าใช้จ่ายสูงอยู่แล้ว ซึ่งผลการประมาณค่าสมเหตุสมผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในขณะที่ผลกระทบของระยะเวลาในการเดินทางมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการเดินทางทุกทางเลือก ซึ่งหมายความว่าเมื่อระยะในการเดินทางมากขึ้นส่งผลให้การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางของทางเลือกนั้น ๆ ลดลง

ระยะทางในการเดินทางมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 5 ทางเลือก ซึ่งเป็นความสัมพันธ์นี้บ่งบอกถึงพฤติกรรมได้ว่าผู้เดินทางมีความจำเป็นที่จะต้องการเดินทางไปทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งถ้าผู้เดินทางไม่เลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางใด ๆ เลยผู้เดินทางจะต้องเดินเท้าตลอดเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะเดินทางไป ดังนั้นยิ่งระยะทางมาก ๆ ผู้เดินทางจะยิ่งไม่อยากเดินเท้าตลอดเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางเลย ด้วยเหตุนี้

การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 5 ทางเลือกจะเพิ่มขึ้นทั้งหมดเมื่อระยะทางในการเดินทางไกลขึ้น ซึ่งจะไม่เหมือนกับค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการเดินทาง เนื่องจากเป็นคุณสมบัติที่เกิดจากยานพาหนะนั้น ๆ เอง

นอกจากนี้ผลกระทบของระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก พบว่ามีความสัมพันธ์ทิศทางตรงกันข้ามกับการตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการเดินทางของทุกทางเลือก และยังมีผลกระทบที่รุนแรงกว่าระยะเวลาในการเดินทางด้วย เนื่องจากรูปแบบการเดินทางที่ใช้เข้าถึงและออกจากระบบหลักในงานวิจัยนี้เป็นการเดินเท่านั้น ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการเดินเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบหลักเพิ่มขึ้น 1 นาที จะส่งผลต่อการลดลงของอรรถประโยชน์มากกว่าในกรณีที่ระยะเวลาในการเดินทางบนระบบหลักเพิ่มขึ้น 1 นาที

2) กลุ่มตัวแปรวัตถุประสงค์ของการเดินทาง

สำหรับกลุ่มตัวแปรวัตถุประสงค์ของการเดินทาง พบว่าเครื่องหมายและขนาดของค่าสัมประสิทธิ์หน้ากลุ่มตัวแปรวัตถุประสงค์ของการเดินทางแตกต่างกันออกไปในแต่ละวันและช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น

- ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า พบว่าเมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการไปทำงาน ผู้เดินทางมีแนวโน้มในการใช้รถโดยสารประจำทางมากขึ้นสุด และใช้เรือโดยสารลดลงมากที่สุด นอกจากนี้เมื่อวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการพักผ่อน ผู้เดินทางมีแนวโน้มในการใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมากขึ้นที่สุด และใช้เรือโดยสารลดลงมากที่สุด ซึ่งการที่ผู้เดินทางมีแนวโน้มในการใช้เรือโดยสารน้อยลง ไม่ว่าจะมีวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นอะไรก็ตาม อาจเป็นเพราะเรือโดยสารไม่ค่อยสะดวกสบาย และเส้นทางของเรือโดยสารอาจจะไม่ทั่วถึงและอยู่ไกลจากที่บ้านของผู้เดินทางส่วนใหญ่ที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
- สำหรับวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน พบว่าไม่ว่าผู้เดินทางจะมีวัตถุประสงค์ของการเดินทางไปทำอะไรก็ตาม ผู้เดินทางมีแนวโน้มในการใช้เรือโดยสารลดลงมากที่สุด ในทางตรงกันข้ามผู้เดินทางจะแนวโน้มในการเลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และช่วงเวลานี้การจราจรบนถนนไม่ค่อยติดขัด ทำให้การเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมีความรวดเร็ว และสะดวกสบาย

- ในขณะที่วันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน พบว่าถ้าวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการไปทำงานผู้เดินทางมีแนวโน้มในการเลือกใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมากขึ้นที่สุด และมีแนวโน้มที่จะเลือกใช้เรือโดยสารลดลงมากที่สุด แต่ถ้าวัตถุประสงค์ของการเดินทางเป็นการไปพักผ่อนหรือจับจ่ายใช้สอยผู้เดินทางมีแนวโน้มในการเลือกใช้ รถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้นที่สุด และมีแนวโน้มที่จะเลือกใช้เรือโดยสารลดลงมากที่สุด

4.4 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

4.4.1 ความสมรูป (Goodness of fit)

การพิจารณาว่าสมการจะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลตัวอย่างได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นมักวัดความสมรูปของแบบจำลอง ซึ่งอ้างอิงจากค่า McFadden - R^2 จากการวิเคราะห์แบบจำลองในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปค่า McFadden - R^2 ในแต่ละแบบจำลองย่อยแยกตามวันและช่วงเวลาดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ค่า McFadden - R^2 ในแต่ละแบบจำลองย่อย

แบบจำลองย่อย	McFadden - R^2
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	0.549
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	0.554
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	0.522
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	0.517
วันหยุด ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	0.522
วันหยุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า, ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น, ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	0.509

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4-9 พบว่าค่า McFadden - R^2 มากกว่า 0.5 ทุกแบบจำลองย่อย แสดงว่าแบบจำลองสามารถแทนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้มาก ทั้งนี้ วาทินี สำราญจิตร์ (2548) ได้กล่าวว่าถ้าค่า McFadden - R^2 มากว่า 0.2 ขึ้นไปก็ถือว่ายอมรับได้แล้ว เมื่อพิจารณาถึงงานวิจัยในอดีตที่ผ่านๆ มา

4.4.2 การทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต

ในการจะพิจารณาแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตมีความเหมาะสมข้อมูลในงานวิจัยนี้หรือไม่ ต้องพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของ iv และจากการทดสอบสมมุติฐานว่างว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ iv เท่ากับ 1 โดยใช้ตัวสถิติ t ดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ค่าสัมประสิทธิ์และผลการทดสอบสมมุติฐานของ iv ในแต่ละแบบจำลองย่อย

แบบจำลองย่อย	**เนสต์**	**ค่าสัมประสิทธิ์ของ iv**	**การทดสอบสมมุติฐานว่างว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ iv = 1**
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	On-Road	0.815	-9.156
	Non-Road	0.881	-2.928
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	On-Road	0.817	-12.580
	Non-Road	0.906	-3.278
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	On-Road	0.737	-14.599
	Non-Road	0.749	-7.155
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	On-Road	0.648	-10.578
	Non-Road	0.688	-6.344
วันหยุด ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	On-Road	0.593	-16.636
	Non-Road	0.789	-4.921
วันหยุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า, ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น, ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	On-Road	0.610	-15.845
	Non-Road	0.742	-6.722

จากตารางที่ 4-10 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ iv อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ทั้ง 2 เนสต์ทุกแบบจำลองย่อย และจากการทดสอบสมมุติฐานว่างว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ iv เท่ากับ 1 โดยใช้ตัวสถิติ

t พบว่าสามารถปฏิเสธสมมุติฐานว่างได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้ง 2 เนสต์ในทุกแบบจำลองย่อย จากการทดสอบสมมุติฐานข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตมีความเหมาะสมกับข้อมูลในงานวิจัยนี้มากกว่าแบบจำลองโลจิตพหุนาม เนื่องจากรูปแบบการเดินทางที่อยู่ในแต่ละเนสต์เดียวกันมีความสัมพันธ์กันเองภายในเนสต์มากกว่าระหว่างเนสต์

4.4.3 ร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้อง

งานวิจัยนี้จะแบ่งการพยากรณ์ความถูกต้องของแบบจำลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การพยากรณ์ความถูกต้องจากข้อมูลการเดินทางที่ใช้สร้างแบบจำลอง และการพยากรณ์ความถูกต้องจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การพยากรณ์ความถูกต้องจากข้อมูลการเดินทางที่ใช้สร้างแบบจำลอง

หลังจากการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการเดินทางที่ใช้สร้างแบบจำลองมาแทนค่าย้อนกลับเข้าไปในสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบว่าแบบจำลองมีร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้อง (Percent Correct Prediction) มากหรือน้อยเพียงใด ซึ่งผลการทดสอบร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องของแบบจำลองแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องในแต่ละแบบจำลองย่อย

แบบจำลองย่อย	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	83.985
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	83.701
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	81.148
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	80.551
วันหยุด ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	82.928
วันหยุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า, ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น, ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	81.585

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4-11 พบว่าทุกแบบจำลองย่อยมีร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องเกิน 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างดีและมีความสอดคล้องกับข้อมูล และในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้ามีการการพยากรณ์ถูกต้องสูงที่สุดอยู่ที่ 83.985 เปอร์เซ็นต์

2) การพยากรณ์ความถูกต้องจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

เนื่องจากปัญหาด้านระยะครอบคลุมของเสาสัญญาและความถี่ในการบันทึกพิกัดสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จากชุดข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจ เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองมีความถูกต้อง ความแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลังจากปรับแก้และคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการแทนค่าปัจจัยด้านลักษณะของการเดินทางจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจทั้งหมด 10,017 เที่ยวการเดินทาง ลงในสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองย่อยตามวันและช่วงเวลาในการเดินทาง เพื่อวัดความถูกต้องของแบบจำลอง (Percent correctly predicted) โดยผลการทดสอบร้อยละของการพยากรณ์ถูกต้องจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางแสดงในตารางที่ 4-12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-12 ผลการพยากรณ์ถูกต้องของแบบจำลองจากข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

แบบจำลองย่อย		รถยนต์ส่วนบุคคล		รถโดยสารประจำทาง		ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน		รถไฟชานเมือง		เรือโดยสาร		ทั้งหมด	
วัน	ช่วงเวลา	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง	เที่ยวการเดินทาง	ร้อยละการพยากรณ์ถูกต้อง
วันทำงาน	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	2355	96	249.00	71	316	54.75	11	36	40.00	8	2971	88.25
	ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	1166	98	210.00	55	91	81.32	1	100	6.00	17	1474	90.16
	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	1656	89	369.00	69	147	79.59	5	100	44.00	89	2221	85.05
	ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	708	86	40.00	88	77	66.23	4	75	10.00	0	839	83.08
วันหยุด	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	575	97	56.00	75	63	15.87	1	0	3.00	0	698	86.96
	ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	673	96	67.00	78	36	8.33	2	0	0.00	NaN	778	90.49
	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	637	95	79.00	67	22	22.73	0	NaN	1.00	0	739	90.12
	ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	277	86	14.00	71	6	33.33	0	NaN	0.00	NaN	297	83.84
ทั้งหมด		8047	94	1084.00	68	758	57.39	24	54	104.00	41	10017	87.48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

4.5.1 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง

มูลค่าของเวลาในการเดินทาง (Value of travel time) เป็นค่าที่สะท้อนถึงการให้คุณค่าในตัวเงินของเวลาเดินทางที่สามารถประหยัดได้หนึ่งหน่วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สัดส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรระยะเวลาในการเดินทางหารด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสามารถแบ่งมูลค่าเวลาของผู้เดินทางตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลาได้ดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 มูลค่าของเวลาในการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา

วันและช่วงเวลา	รูปแบบการเดินทาง	มูลค่าของเวลาในการเดินทาง
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.261
	รถโดยสารประจำทาง	0.246
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.879
	รถไฟชานเมือง	0.050
	เรือโดยสาร	0.131
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.354
	รถโดยสารประจำทาง	0.248
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.839
	รถไฟชานเมือง	0.047
	เรือโดยสาร	0.156
วันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.094
	รถโดยสารประจำทาง	0.225
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.690
	รถไฟชานเมือง	0.043
	เรือโดยสาร	0.342
วันทำงาน ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.366
	รถโดยสารประจำทาง	0.228
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	1.075
	รถไฟชานเมือง	0.051
	เรือโดยสาร	0.076
วันหยุด	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันและช่วงเวลา	รูปแบบการเดินทาง	มูลค่าของเวลาในการเดินทาง
ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน	รถโดยสารประจำทาง	0.217
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.588
	รถไฟชานเมือง	0.030
	เรือโดยสาร	0.087
วันหยุด ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า, ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น, ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน	รถยนต์ส่วนบุคคล	1.015
	รถโดยสารประจำทาง	0.197
	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.629
	รถไฟชานเมือง	0.032
	เรือโดยสาร	0.061

จากตารางที่ 4-13 แสดงให้เห็นว่าในแต่ละแบบจำลองย่อยมีมูลค่าเวลาของแต่ละรูปแบบการเดินทางไม่แตกต่างกันมากนัก โดยผู้เดินทางที่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีมูลค่าของเวลามากที่สุด รองลงมาเป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในทางตรงกันข้ามผู้เดินทางที่เลือกใช้รถไฟชานเมืองจะมีมูลค่าของเวลาน้อยที่สุด

นอกจากนี้ยังสามารถเทียบสัดส่วนของมูลค่าเวลาในแต่ละรูปแบบการเดินทางได้ เช่น สำหรับวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีมูลค่าของเวลามากกว่าผู้เดินทางที่ใช้รถโดยสารประจำทาง 5.126 เท่า หรือมากกว่า 1.015 บาทต่อนาที ซึ่งสรุปได้ว่าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะยอมเสียเวลาในการเดินทางมากขึ้นเพื่อเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารประจำทางถ้าหากสามารถประหยัดค่าโดยสารได้มากกว่า 1.015 บาทต่อเวลาในการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้นหนึ่งนาที แต่อย่างไรก็ตามมูลค่าของเวลาที่คำนวณได้ยังไม่ค่อยเหมาะสมมากนักเนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่สามารถแยกค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางให้มีค่าแตกต่างกันระหว่างทางเลือกได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5.2 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง

หลังจากที่แบบจำลองมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้แล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้สร้างขึ้น มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง โดยการแทนค่าลักษณะพื้นฐานด้านการเดินทางต่าง ๆ ลงในสมการอรรถประโยชน์ของแต่ละแบบจำลองย่อย เพื่อจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางใน

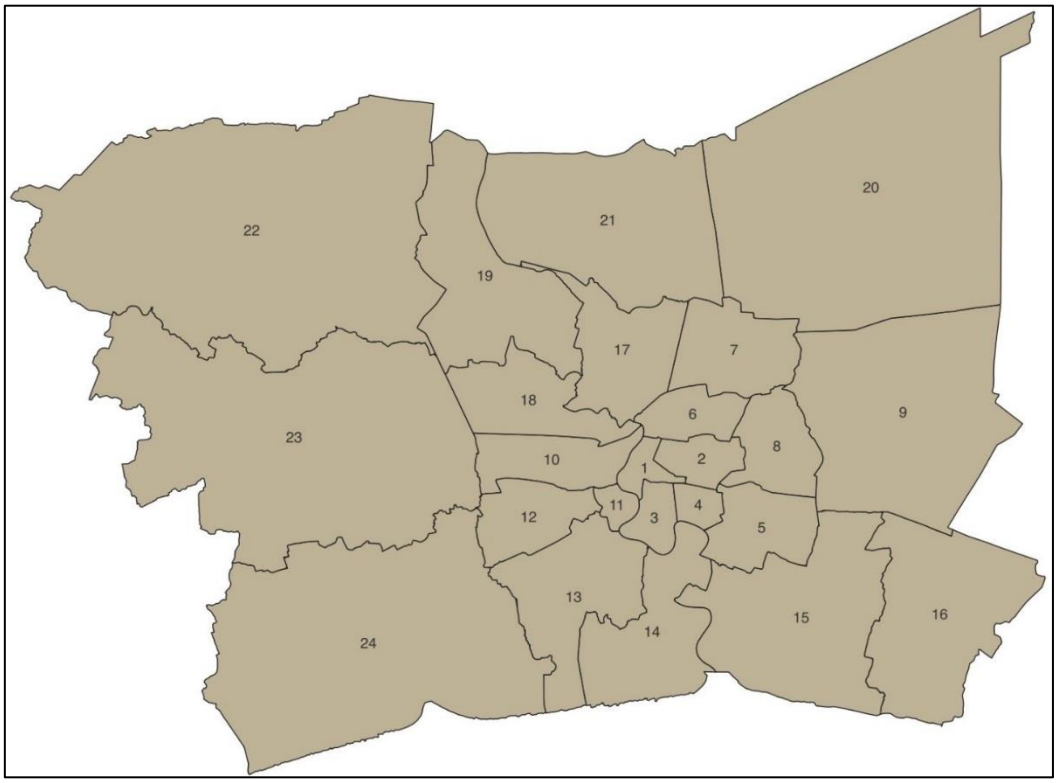
การเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ของโครงการศึกษาสำรวจความต้องการการเดินทาง (Travel Demand Survey) และปรับปรุงฐานข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการ วางแผนระบบขนส่งของประเทศ ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2561) ตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา

สำหรับการศึกษานี้ได้แบ่งการวิเคราะห์จุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางออกเป็นทั้งหมด 209 พื้นที่ย่อย ตามระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑล แต่เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลการศึกษา ผู้วิจัยจึงรวม 209 พื้นที่ย่อยให้เหลือ 24 พื้นที่ย่อยตามกลุ่มต่าง ๆ ดังตารางที่ 4-14 และรูปที่ 4-7

ตารางที่ 4-14 การกำหนดกลุ่มพื้นที่ศึกษาย่อย

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	พื้นที่ศึกษาย่อย
1	กรุงเทพกลาง1	พระนคร-ดุสิต-ป้อมปราบศัตรูพ่าย-สัมพันธวงศ์-ราชเทวี
2	กรุงเทพกลาง2	พญาไท-ห้วยขวาง-ดินแดง-วังทองหลาง
3	กรุงเทพใต้1	บางรัก-ปทุมวัน-ยานนาวา-สาทร-บางคอแหลม
4	กรุงเทพใต้2	คลองเตย-วัฒนา
5	กรุงเทพใต้3	พระโขนง-ประเวศ-สวนหลวง-บางนา
6	กรุงเทพเหนือ1	บางซื่อ-จตุจักร-ลาดพร้าว
7	กรุงเทพเหนือ2	บางเขน-ดอนเมือง-หลักสี่-สายไหม
8	กรุงเทพตะวันออก1	บางกะปิ-บึงกุ่ม-คันนายาว-สะพานสูง
9	กรุงเทพตะวันออก2	หนองจอก-มีนบุรี-ลาดกระบัง-คลองสามวา
10	กรุงธนเหนือ1	ตลิ่งชัน-บางกอกน้อย-บางพลัด-ทวีวัฒนา
11	กรุงธนเหนือ2	ธนบุรี-บางกอกใหญ่-คลองสาน
12	กรุงธนใต้1	ภาษีเจริญ-หนองแขม-บางแค
13	กรุงธนใต้2	บางขุนเทียน-ราษฎร์บูรณะ-จอมทอง-ทุ่งครุ-บางบอน
14	สมุทรปราการ1	พระประแดง-พระสมุทรเจดีย์
15	สมุทรปราการ2	เมืองสมุทรปราการ-บางพลี
16	สมุทรปราการ3	บางบ่อ-บางเสาธง
17	นนทบุรี1	เมืองนนทบุรี-ปากเกร็ด
18	นนทบุรี2	บางกรวย-บางใหญ่
19	นนทบุรี3	บางบัวทอง-ไทรน้อย
20	ปทุมธานี1	คลองหลวง-ธัญบุรี-หนองเสือ-ลำลูกกา

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	พื้นที่ศึกษาย่อย
21	ปทุมธานี2	เมืองปทุมธานี-ลาดหลุมแก้ว-สามโคก
22	นครปฐม1	กำแพงแสน-ดอนตูม-บางเลน
23	นครปฐม2	เมืองนครปฐม-นครชัยศรี-สามพราน-พุทธมณฑล
24	สมุทรสาคร	เมืองสมุทรสาคร-กระทุ่มแบน-บ้านแพ้ว

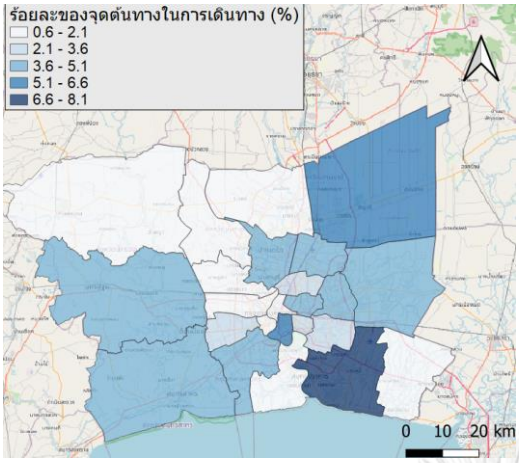


CHULALONGKORN UNIVERSITY

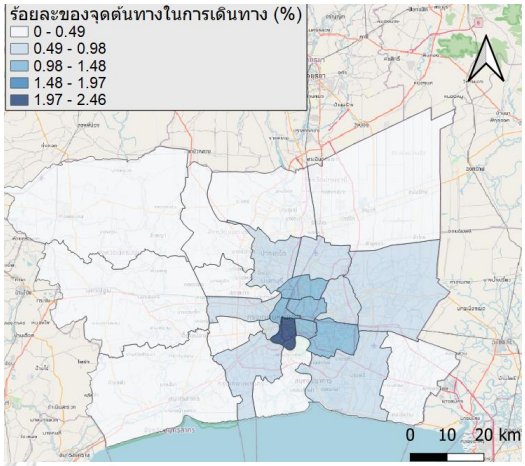
รูปที่ 4-7 กลุ่มพื้นที่ศึกษาย่อย

ในส่วนของการอธิบายและแสดงผลลัพธ์จากการจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลให้เห็นถึงภาพรวมได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลปริมาณการเดินทางจากตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางที่จำแนกตามรูปแบบการเดินทางแล้ว มานำเสนอในรูปแบบของแผนที่ และแสดงผลเป็นร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางโดยแบ่งตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-8

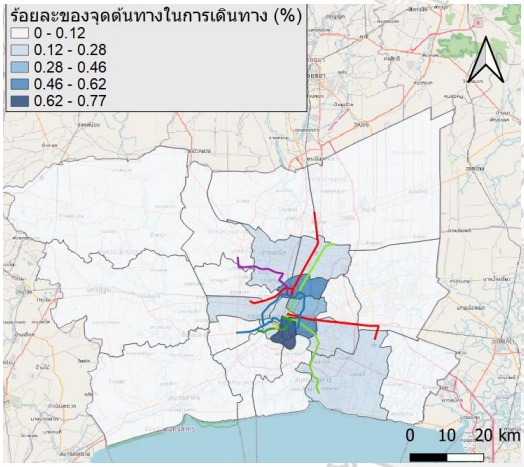
(ก) รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)



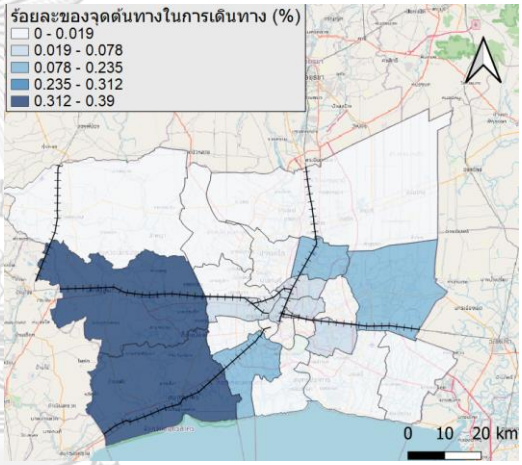
(ข) รถโดยสารประจำทาง (BUS)



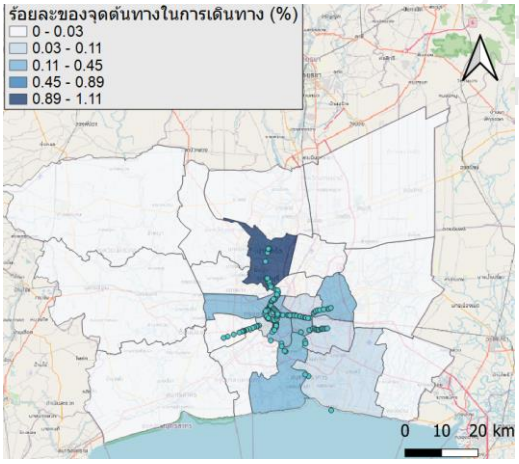
(ค) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT)



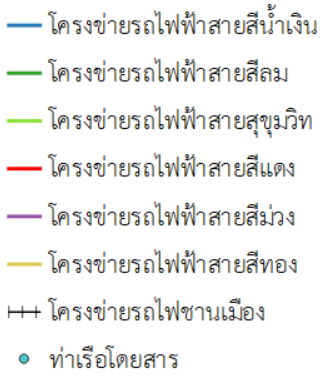
(ง) รถไฟชานเมือง (SRT)



(จ) เรือโดยสาร (VES)



หมายเหตุ



รูปที่ 4-8 แผนภาพแสดงร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ

จากรูปที่ 4-8 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางมากที่สุด โดยที่จะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางในการเดินทางไปยังทุก ๆ กลุ่มพื้นที่ย่อยทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่สำหรับรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร จะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางในการเดินทางไปตามแนวโครงข่ายของแต่ละรูปแบบการเดินทางเท่านั้น ตัวอย่างเช่น

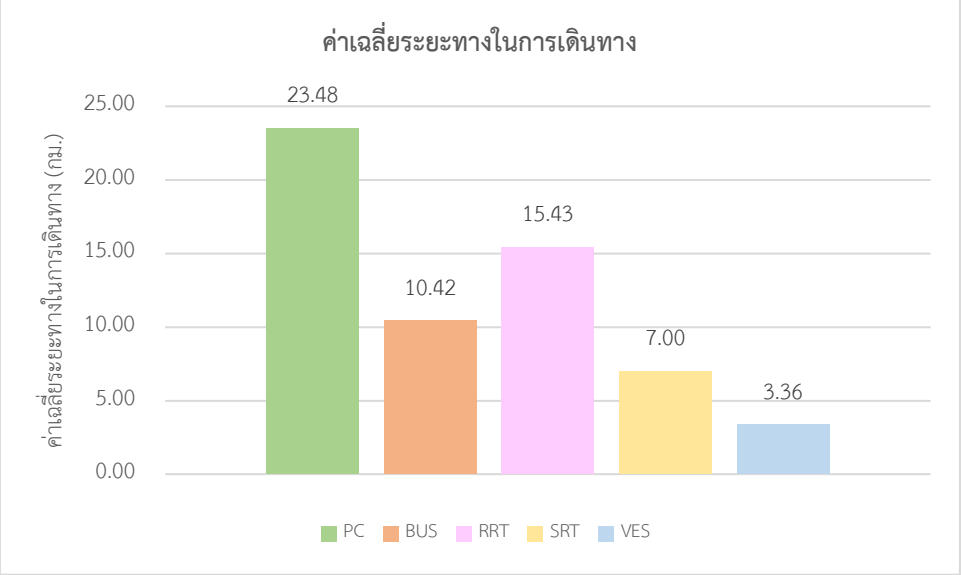
- รถโดยสารประจำทางจะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางในการเดินทางไปแค่บริเวณพื้นที่ ๆ มีการให้บริการของรถโดยสารประจำทางเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากเป็นพื้นที่ ๆ มีผู้คนอาศัยอยู่มาก โดยที่กรุงเทพใต้1 มีร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 2.46 อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเล็งเห็นว่าในปัจจุบันกลุ่มพื้นที่สมุทรปราการ1 และสมุทรปราการ3 เริ่มมีการขยายตัวของที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นควรมีการขยายพื้นที่การให้บริการของรถโดยสารประจำทางให้ครอบคลุมไปยังพื้นที่เหล่านี้ด้วย
- ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีการกระจายตัวของร้อยละจุดต้นทางในการเดินทางไปยังบริเวณพื้นที่ ๆ อยู่ใกล้กับแนวโครงข่ายของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ซึ่งส่วนใหญ่การกระจุกตัวของการเดินทางจะอยู่ในบริเวณพื้นที่กรุงเทพชั้นใน โดยที่กรุงเทพใต้1 มีร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.77 เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนประชากรที่หนาแน่นและมีการให้บริการของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่สำคัญถึง 3 สายได้แก่ รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน รถไฟฟ้าสายสีลม และรถไฟฟ้าสายสุขุมวิท
- เมื่อพิจารณาถึงรถไฟชานเมืองและเรือโดยสารจะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางในการเดินทางไปแค่บริเวณพื้นที่ ๆ มีการให้บริการของแต่ละรูปแบบการเดินทางเช่นกัน โดยที่นครปฐม2 และสมุทรสาคร มีร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางของผู้ที่เดินทางด้วยรถไฟชานเมืองมากที่สุด ในขณะที่นนทบุรี1 มีร้อยละของจุดต้นทางในการเดินทางของผู้ที่เดินทางด้วยเรือโดยสารมากที่สุด

นอกจากนี้จากการจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้สามารถแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้านคุณลักษณะการเดินทางต่าง ๆ ต่อเที่ยวการเดินทางได้ เช่น ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

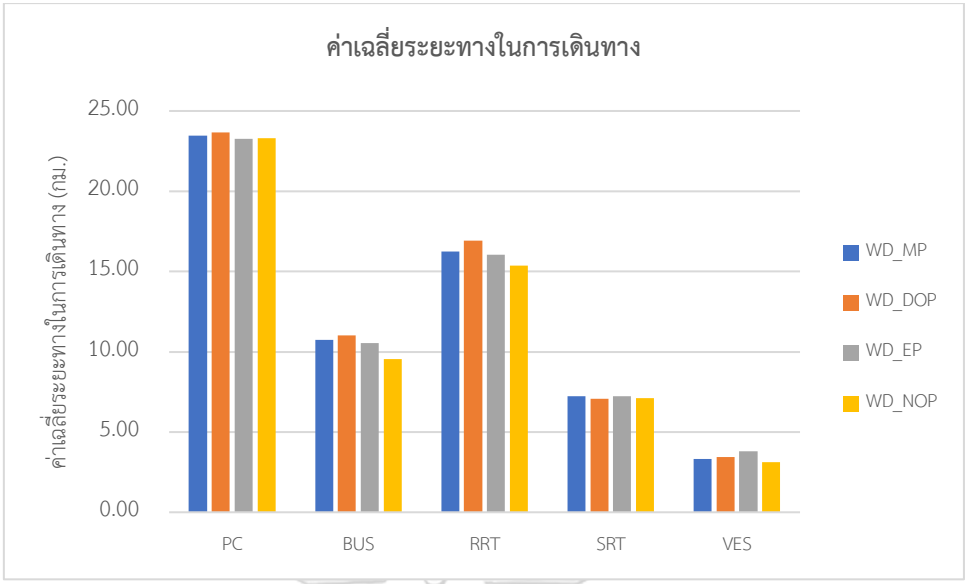
การเดินทาง และความเร็วในการเดินทาง ของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลตามรูปแบบการเดินทางได้ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

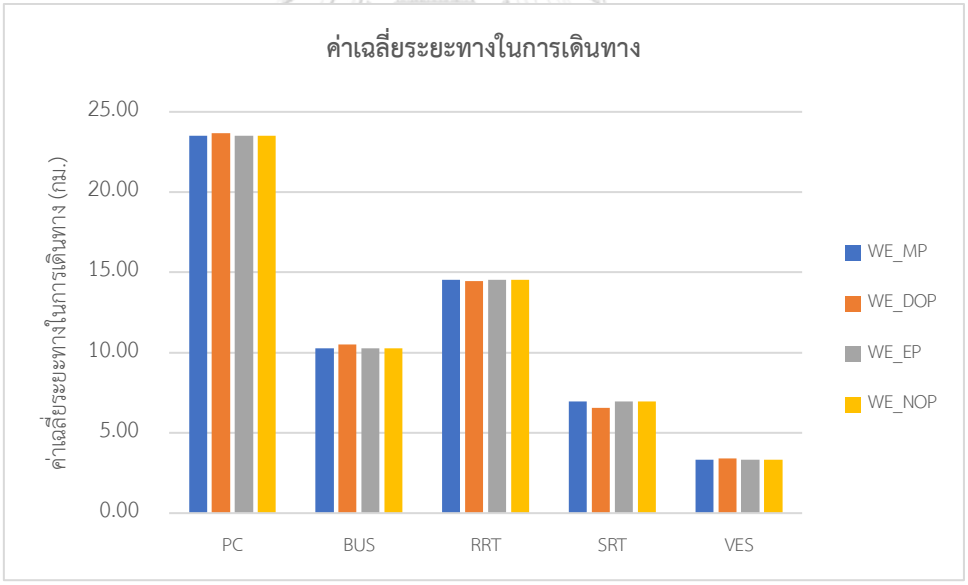


รูปที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง

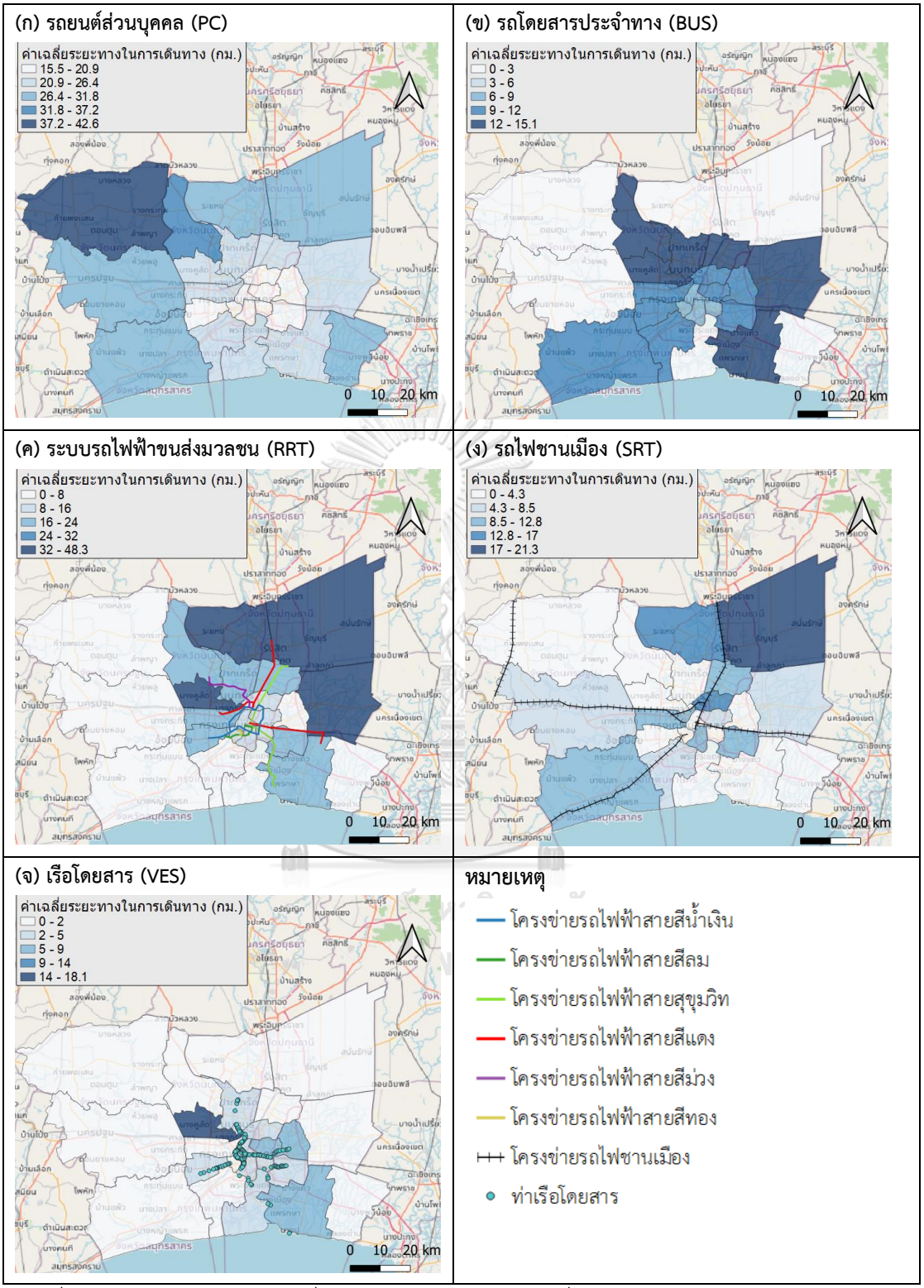
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงาน จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา



รูปที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุด จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา



รูปที่ 4-12 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางเมื่อผู้เดินทางมีจุดต้นทางในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ

จากค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางจำแนกตามรูปแบบการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลดังแสดงในรูปที่ 4-9 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีระยะทางในการเดินทางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 23.48 กิโลเมตร รองลงมาเป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเท่ากับ 14.14 กิโลเมตร และเรือโดยสารมีระยะทางในการเดินทางเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.74 กิโลเมตร ทั้งนี้เมื่อจำแนกค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางตามวันและช่วงเวลาดังแสดงในรูปที่ 4-10 และรูปที่ 4-11 จะเห็นได้ว่าในแต่ละวันและช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางใกล้เคียงกัน

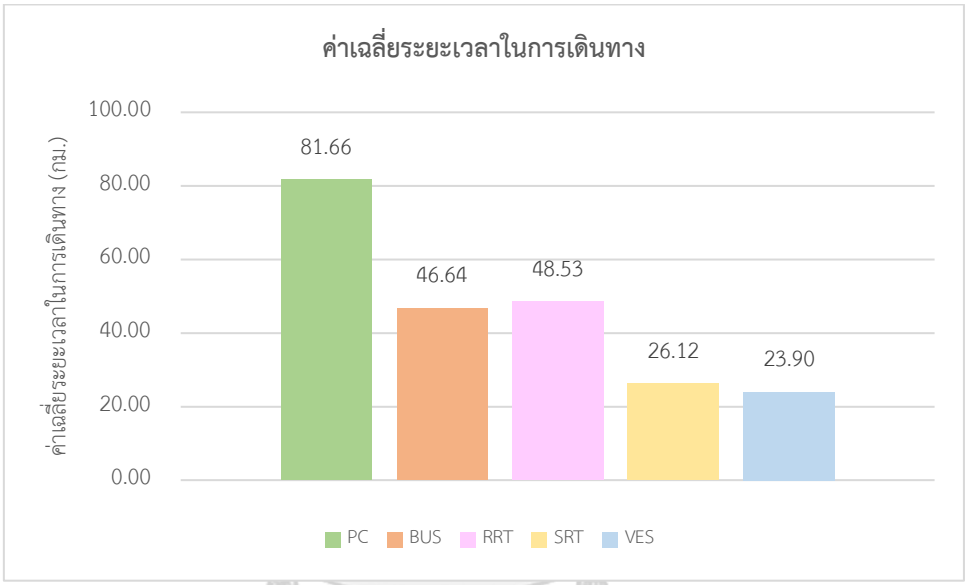
นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-12 พบว่าค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางจะสูงขึ้น เมื่อจุดต้นทางในการเดินทางยิ่งอยู่ห่างไกลจากพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน แต่อย่างไรก็ตามสำหรับรูปแบบการเดินทางที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะซึ่งได้แก่ รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร ค่าเฉลี่ยระยะทางจะมีการกระจายตัวไปตามแนวโครงข่ายของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ เท่านั้น ซึ่งถ้ากลุ่มพื้นที่ย่อยไหนอยู่ห่างไกลจากแนวโครงข่ายของรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ กลุ่มพื้นที่ย่อยนั้นจะมีค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางเป็น 0 เนื่องจากไม่พบผู้เดินทางที่มีจุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในกลุ่มพื้นที่ย่อยนั้นเลย อาจกล่าวได้ว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่จะไม่เลือกรูปแบบการเดินทางที่มีระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักมากเกินไป ตัวอย่างเช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สำหรับผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางจะมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางน้อย เมื่อจุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน และค่าเฉลี่ยระยะทางจะสูงขึ้นเมื่อจุดต้นทางยิ่งอยู่ห่างไกลจากพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน เช่น กรุงเทพเหนือ2 กรุงเทพตะวันออก2 นนทบุรี3 สมุทรปราการ2 แต่สำหรับพื้นที่ ๆ ไม่มีการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง เช่น นครปฐม1 ปทุมธานี2 สมุทรปราการ1 สมุทรปราการ3 จะมีค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางเป็น 0
- ในขณะที่ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางของผู้ที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน พบว่า ค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางจะน้อย เมื่อจุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน และค่าเฉลี่ยระยะทางจะสูงขึ้นเมื่อจุดต้นทางยิ่งอยู่ห่างไกลจากกรุงเทพฯ ชั้นใน เช่น กรุงเทพตะวันออก2 ปทุมธานี1 ปทุมธานี2 แต่สำหรับในพื้นที่ ๆ อยู่ห่างไกลจาก

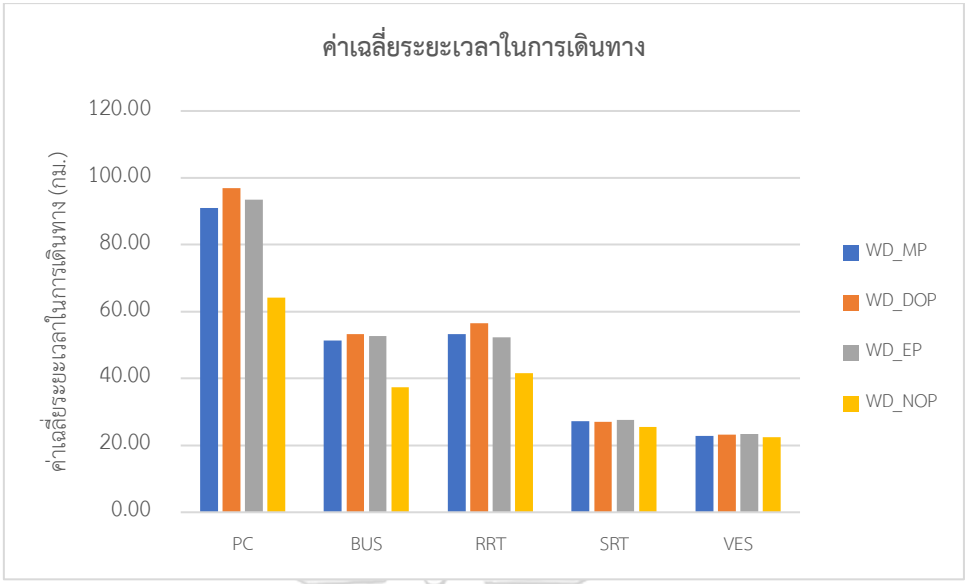
โครงข่ายของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เช่น กรุงธนใต้2 สมุทรปราการ1 สมุทรปราการ3 นครปฐม1 นครปฐม2 สมุทรสาคร จะมีค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางเป็น 0 แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าในบางพื้นที่ ๆ อยู่ใกล้กับโครงข่ายของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เช่น กรุงเทพตะวันออก1 ก็สามารถมีค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางเป็น 0 ได้เช่นกัน เนื่องจากระบบขนส่งรองในพื้นที่ดังกล่าวไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

2) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

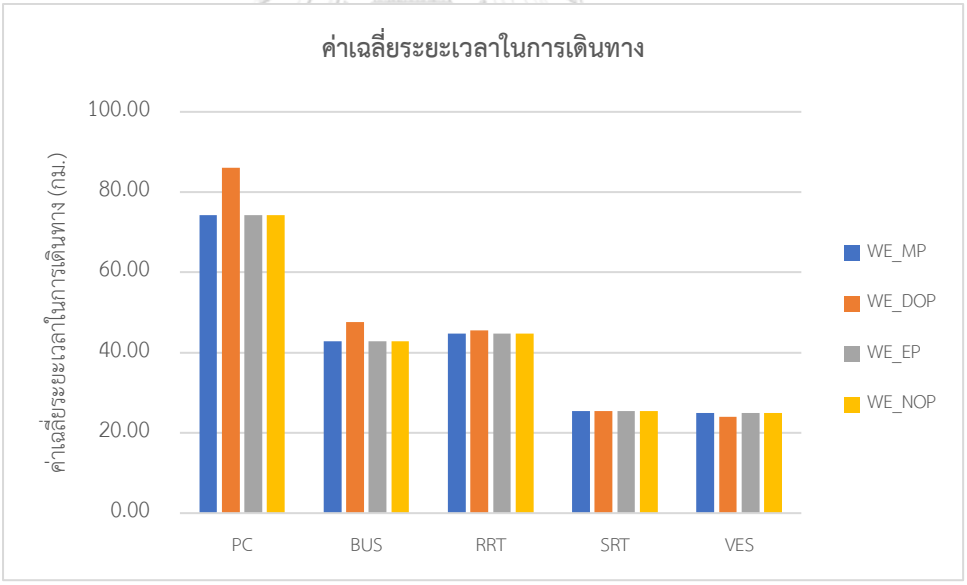


รูปที่ 4-13 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

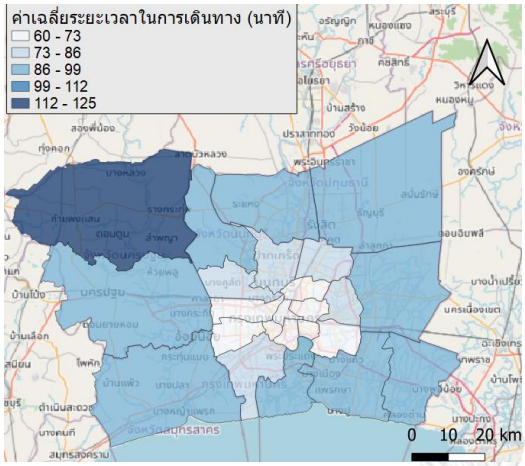


รูปที่ 4-14 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงาน จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา

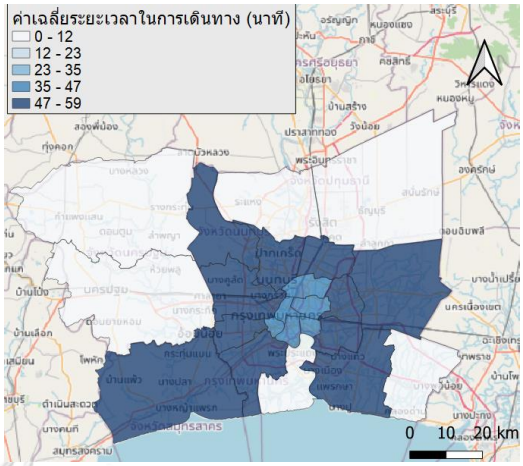


รูปที่ 4-15 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุด จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา

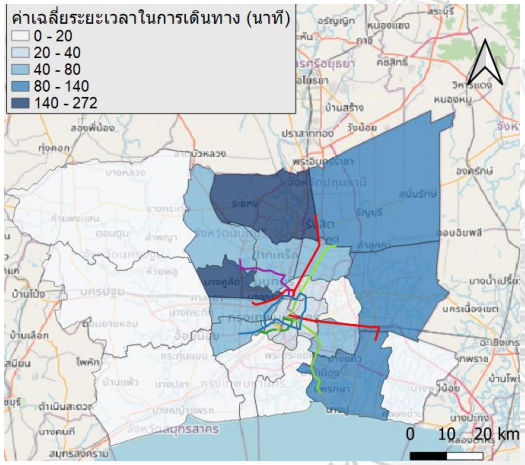
(ก) รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)



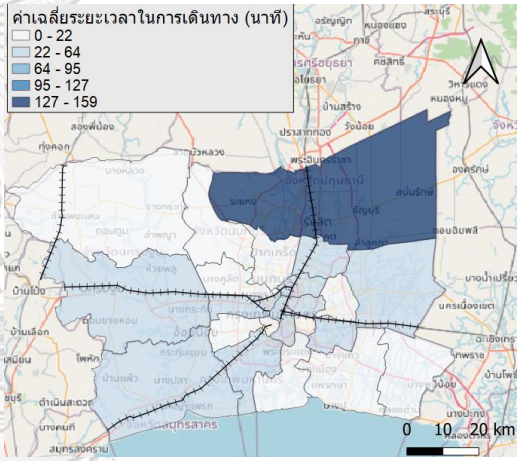
(ข) รถโดยสารประจำทาง (BUS)



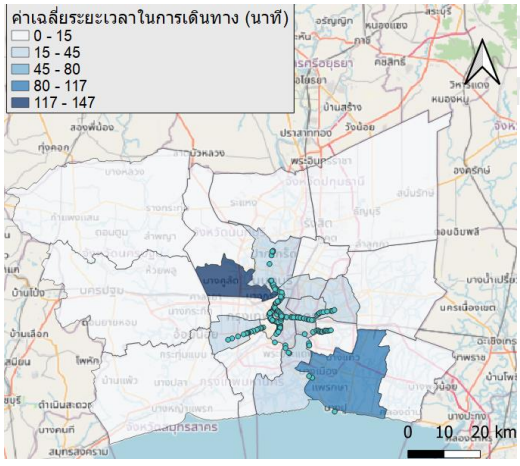
(ค) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT)



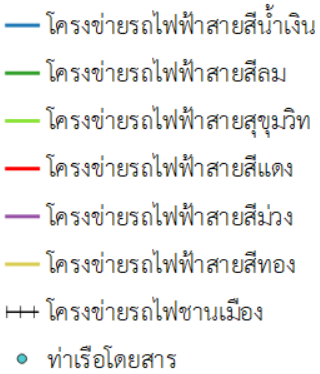
(ง) รถไฟชานเมือง (SRT)



(จ) เรือโดยสาร (VES)



หมายเหตุ

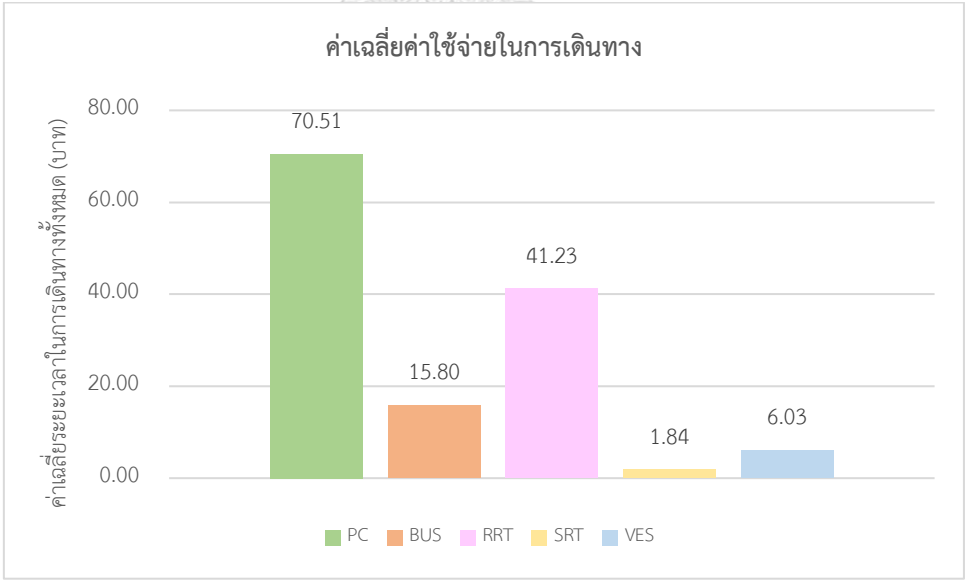


รูปที่ 4-16 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางตาม 24 พื้นที่ย่อย

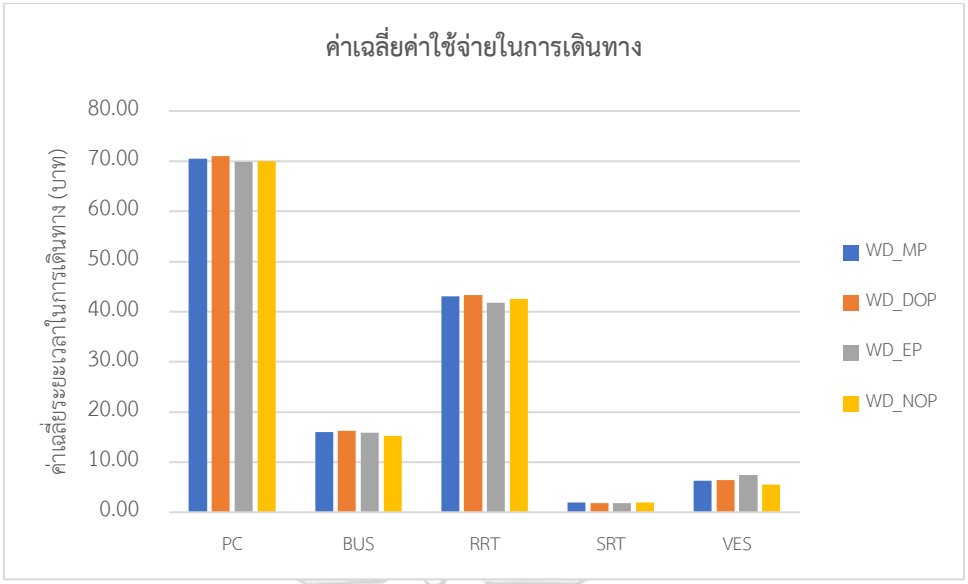
สำหรับค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลดังแสดงในรูปที่ 4-13 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 81.66 นาที รองลงมาเป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเท่ากับ 33.02 นาที และเรือโดยสารมีระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.4 นาที ทั้งนี้เมื่อจำแนกค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการเดินทางตามวันและช่วงเวลาดังแสดงในรูปที่ 4-14 และรูปที่ 4-15 จะเห็นได้ว่าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทาง จะมีระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยต่ำที่สุดในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน เนื่องจากความเบาบางของปริมาณการจราจรในช่วงเวลาดังกล่าว

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-16 พบว่าค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางมีความสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางดังรูปที่ 4-12 เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แล้วระยะเวลาในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทางจะขึ้นอยู่กับระยะทางเป็นหลัก ถ้ากลุ่มพื้นที่ไหนมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางมาก ก็จะส่งผลให้ค่าของเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางมากขึ้นตามไปด้วย

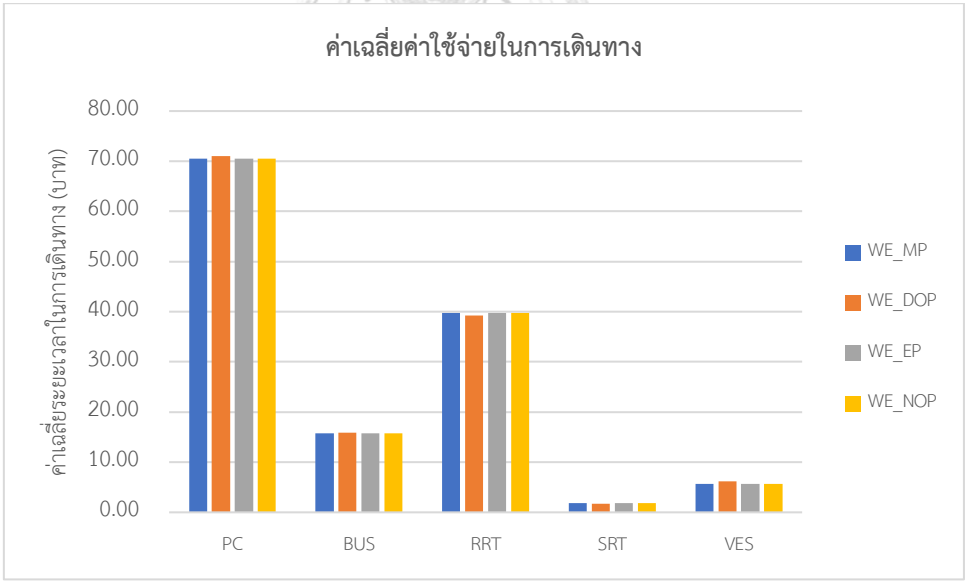
3) ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล



รูปที่ 4-17 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง

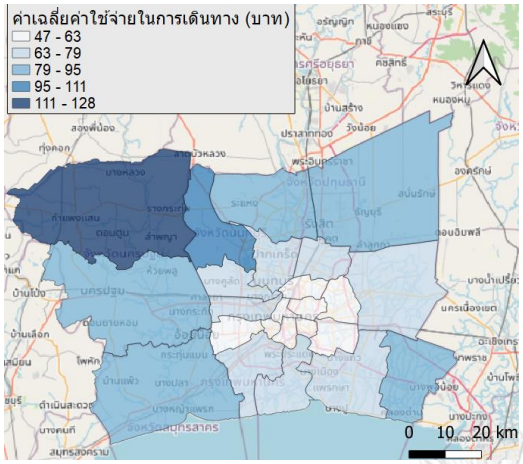


รูปที่ 4-18 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงาน จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา

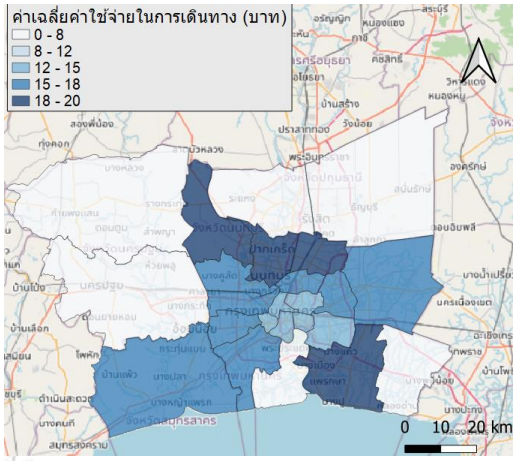


รูปที่ 4-19 ค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุด จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา

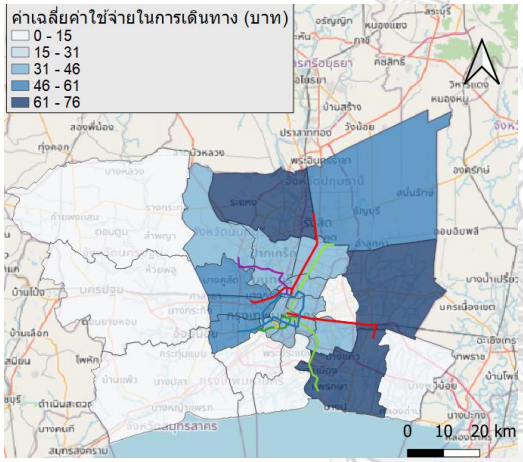
(ก) รถยนต์ส่วนบุคคล (PC)



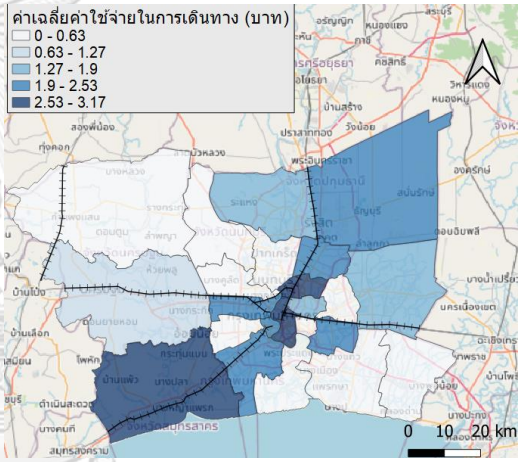
(ข) รถโดยสารประจำทาง (BUS)



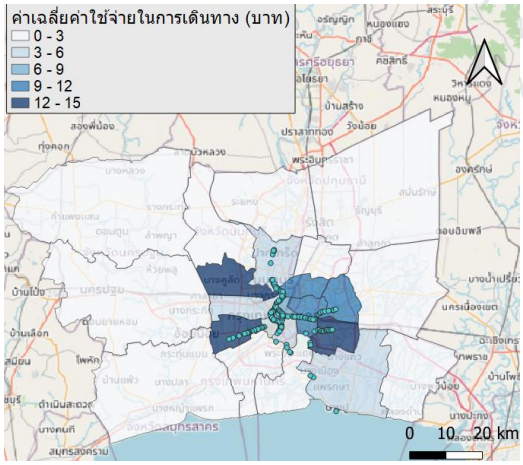
(ค) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT)



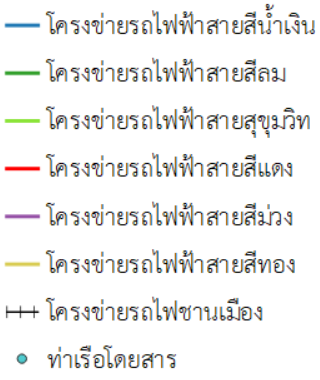
(ง) รถไฟชานเมือง (SRT)



(จ) เรือโดยสาร (VES)



หมายเหตุ

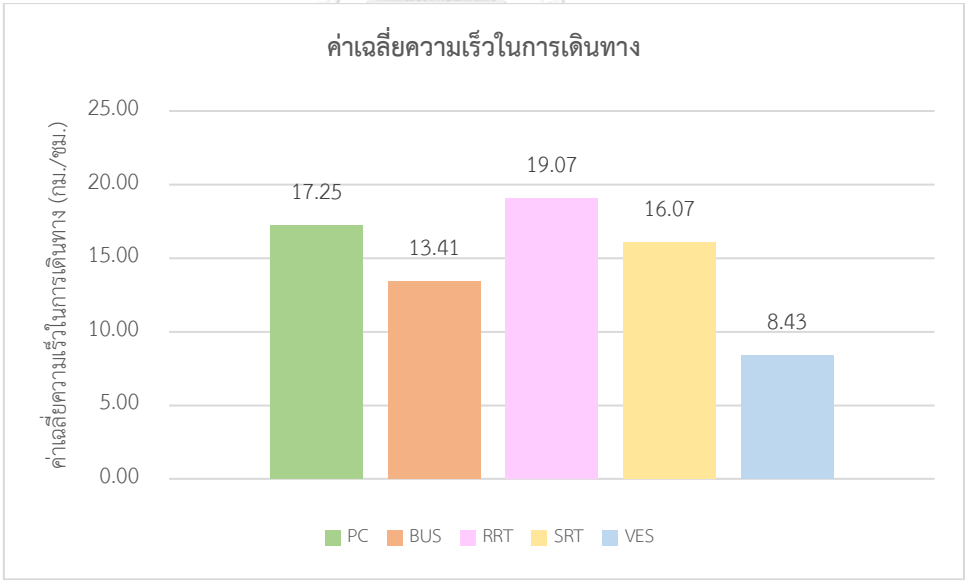


รูปที่ 4-20 แผนภาพแสดงค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการเดินทางตาม 24 พื้นที่ย่อย

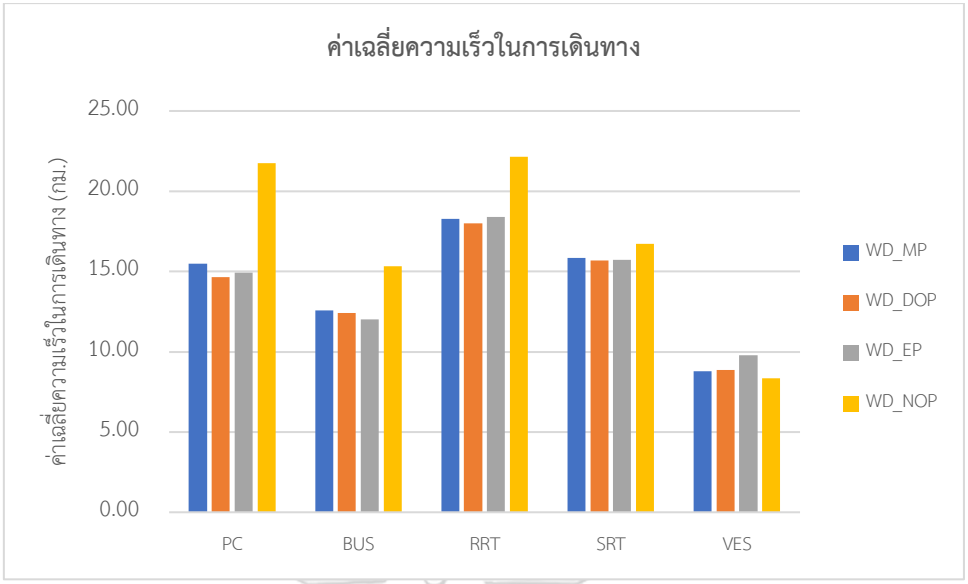
จากค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลดังรูปที่ 4-17 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 70.51 บาท รองลงมาเป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเท่ากับ 43.23 บาท และรถไฟชานเมืองมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.84 บาท ทั้งนี้เมื่อจำแนกค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางตามวัน และช่วงเวลาดังแสดงในรูปที่ 4-18 และรูปที่ 4-19 จะเห็นได้ว่าแต่ละวันและช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางตามกลุ่มพื้นที่ย่อยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-20 พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางมีความสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของระยะทางในการเดินทางดังรูปที่ 4-12 เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แล้วค่าใช้จ่ายในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการเดินทางจะขึ้นอยู่กับระยะทางเป็นหลัก ถ้ากลุ่มพื้นที่ไหนมีค่าเฉลี่ยระยะทางในการเดินทางมาก ก็จะส่งผลให้ค่าของเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากขึ้นตามไปด้วย

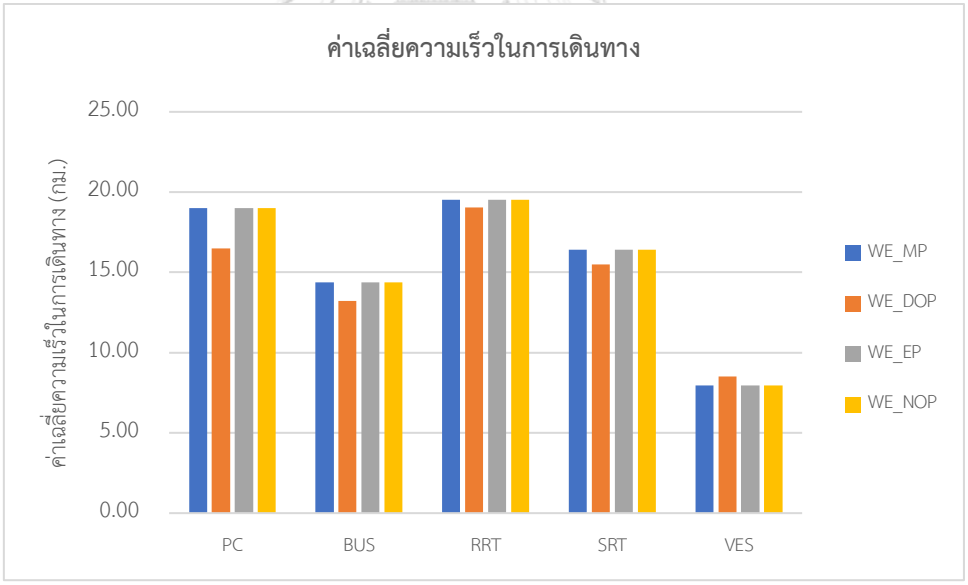
4) ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล



รูปที่ 4-21 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง



รูปที่ 4-22 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันทำงาน จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา



รูปที่ 4-23 ค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันหยุด จำแนกตามรูปแบบการเดินทาง และช่วงเวลา

จากค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางดังรูปที่ 4-21 พบว่าระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางสูงสุดเท่ากับ 19.07 กม./ชม. รองลงมาเป็นรถยนต์ส่วนบุคคลเท่ากับ 17.25 กม./ชม. ในขณะที่เรือโดยสารมีค่าเฉลี่ยความเร็วในการเดินทางต่ำที่สุด ซึ่งจากผลลัพธ์ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเดินทางส่วนใหญ่จะแปรผกผันกับค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เมื่อผู้เดินทางต้องการความรวดเร็วในการเดินทาง ก็จำเป็นต้องยอมเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่สูงขึ้น และเมื่อจำแนกค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเดินทางตามวันและช่วงเวลาดังแสดงในรูปที่ 4-22 และรูปที่ 4-23 จะเห็นได้ว่าในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืนมีค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเดินทางสูงที่สุด เนื่องจากความเบาบางของปริมาณการจราจรในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเดินทางทั้งหมดข้างต้น เป็นความเร็วเฉลี่ยตลอดทั้งเที่ยวการเดินทาง ไม่ใช่ความเร็วในการเดินทางที่อยู่บนยานพาหนะเพียงอย่างเดียว ทำให้ในการตีความหมายจำเป็นต้องคำนึงถึงระยะเวลาและระยะทางในการเข้าถึงรูปแบบการเดินทางหลักด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 ภาพรวมของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) มาพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยใช้แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต (Nested Logit Model) ในกรอบทฤษฎีอรรถประโยชน์แบบสุ่ม (Random utility theory) เพื่อพัฒนาจำลองเชิงพฤติกรรมที่คำนึงถึงความผันแปรในพฤติกรรมการเลือกที่ไม่แน่นอนของคน

การพัฒนาแบบจำลองของงานวิจัยนี้ใช้วิธีการประเมินความพึงพอใจแบบเปิดเผย (Revealed Preference Method) ซึ่งเป็นการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบันจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยที่ตัวแปรต้นอธิบายปัจจัยต่าง ๆ ของผู้เดินทางแต่ละคนที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ ค่าใช้จ่าย ระยะเวลา ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง ตัวแปรตาม หมายถึง การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางหลักทั้ง 5 รูปแบบ ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร

งานวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร และได้กำหนดพื้นที่ศึกษาย่อยตามเขตการปกครอง ในระดับ “แขวง” ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และระดับ “อำเภอ” ใน 5 จังหวัดปริมณฑล

ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง นอกจากจะสามารถศึกษาพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางจากอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ แล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อหามูลค่าของเวลาให้การเดินทาง และประมาณการตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลาได้

5.2 อภิปรายผลการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

5.2.1 แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่) เริ่มต้นจากการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองตามที่ได้อธิบายไว้ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นทั้งหมด 8 แบบจำลองย่อยตามวัน (วันทำงาน, วันหยุด) และช่วงเวลา (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (06:00-10:00 น.), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวันวันทำงาน (10:00-16:00 น.), ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16:00-20:00 น.), ช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน (20:00-06:00 น.)) จากนั้นนำตัวแปรที่กำหนดมาวิเคราะห์ในแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต โดยแบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 เนสต์ คือ การเดินทางโดยใช้ถนน ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล (PC) และรถโดยสารประจำทาง (BUS) และการเดินทางโดยไม่ใช่ถนน ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (RRT) รถไฟชานเมือง (SRT) และเรือโดยสาร (VES)

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลอง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางมีความสอดคล้องกันในทุกแบบจำลองย่อย โดยที่สามารถแยกค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้มีค่าแตกต่างกันตามทางเลือกรูปแบบการเดินทางได้ แต่ตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ได้แก่ ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง รวมถึงระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก ไม่สามารถแยกค่าสัมประสิทธิ์ให้มีค่าให้แตกต่างกันระหว่างทางเลือกได้

สำหรับการพิจารณาผลกระทบของตัวแปรต่าง ๆ ต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง พบว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง และระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก มีความสัมพันธ์ทิศทางตรงกันข้ามกับการตัดสินใจเลือก

รูปแบบการเดินทาง ในขณะที่ระยะทางในการเดินทางมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง นอกจากนี้ในด้านผลกระทบของกลุ่มตัวแปรวัตถุประสงค์ของการเดินทาง พบว่าความสัมพันธ์ที่มีต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางมีความแตกต่างกันในแต่ละแบบจำลองย่อย ซึ่งขึ้นอยู่กับวันและช่วงเวลาของการเดินทาง

ดังนั้นจากที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่ ใหญ่ (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่) ที่มีเที่ยวการเดินทางจำนวนมาก ทำให้สามารถจำแนกแบบจำลองตามประเภทของวัน และช่วงเวลาได้ และจากผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตทำให้สามารถอธิบายถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง ในขณะที่ผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองจากการแทนค่าข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางลงในสมการอรรถประโยชน์ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสูงถึง 84 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นยังมีข้อได้เปรียบต่าง ๆ เมื่อทำการเปรียบกับการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางโดยใช้แบบจำลอง 4 ขั้นตอน (4 Step Model) ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน คือ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถแยกย่อยตามวัน และช่วงเวลาได้ และไม่ต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือนและจำนวนประชากร เพื่อใช้สร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model)

5.2.2 มูลค่าของเวลาในการเดินทาง

จากการหาสัดส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายในแต่ละรูปแบบการเดินทาง ทำให้สามารถหามูลค่าเวลาของในการเดินทางของแต่ละแบบจำลองย่อยได้ เช่น มูลค่าเวลาในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้ามีค่าเท่ากับ 1.261, 0.246, 0.879, 0.050, 0.131 บาทต่อนาทีสำหรับผู้เดินทางที่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสารตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถเทียบสัดส่วนของมูลค่าเวลาในแต่ละรูปแบบการเดินทางได้ เช่น สำหรับวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีมูลค่าของเวลามากกว่าผู้เดินทางที่ใช้รถโดยสารประจำทาง 5.126 เท่า หรือมากกว่า 1.015 บาทต่อนาที

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะยอมเสียเวลาในการเดินทางมากขึ้นเพื่อเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารประจำทางถ้าหากสามารถประหยัดค่าโดยสารได้มากกว่า 1.015 บาทต่อเวลาในการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้นหนึ่งนาที แต่อย่างไรก็ตามมูลค่าของเวลาที่คำนวณได้ยังไม่ค่อยเหมาะสมมากนัก เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่สามารถแยกค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาในการเดินทางให้มีค่าแตกต่างกันระหว่างทางเลือกได้

5.2.3 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง

หลังจากที่แบบจำลองมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้แล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางที่ได้สร้างขึ้น มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง โดยการแทนค่าลักษณะพื้นฐานด้านการเดินทางต่าง ๆ ลงในสมการอรรถประโยชน์ของแต่ละแบบจำลองย่อย เพื่อจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง (Origin-Destination Matrix) ตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา

จากผลการจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทาง พบว่าผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางและปลายในการเดินทางไปยังทุก ๆ พื้นที่ย่อยทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่สำหรับรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ที่เป็นระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร จะมีการกระจายตัวของจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางไปตามแนวโครงข่ายของรูปแบบการเดินทางนั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ผลจากการจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางยังทำให้สามารถแสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลคุณลักษณะการเดินทางต่าง ๆ ได้ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผู้เดินทางที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 23.48 กิโลเมตร และ 81.66 นาทีตามลำดับ ในขณะที่เรือโดยสารมีระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.74 กิโลเมตร และ 4.4 นาทีตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทาง พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 70.51 บาท และรถไฟชานเมืองมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.84 บาท นอกจากนี้ในส่วนของค่าเฉลี่ยระยะทางและระยะเวลาเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก พบว่าเรือโดยสารมีค่าเฉลี่ย

ของระยะทาง และระยะเวลาเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักมากที่สุด เท่ากับ 1.62 กิโลเมตร และ 19.50 นาทีตามลำดับ ในขณะที่รถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าเฉลี่ยของระยะทาง และระยะเวลาเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักเป็น 0 เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แล้วผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลจะมีการเดินทางจากจุดต้นทางไปยังจุดหมายปลายทาง โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเลย

5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

5.3.1 ข้อดีของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยใช้ฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ มีเที่ยวการเดินทางจำนวนมาก ทำให้สามารถจำแนกแบบจำลองตามประเภทของวันและช่วงเวลาได้ และผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตยังแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวแปรด้านคุณลักษณะของการเดินทางต่าง ๆ ได้แก่ ระยะทางในการเดินทาง เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก มีนัยสำคัญทางสถิติสูง ทำให้สามารถนำผลการวิเคราะห์ตัวแปรเหล่านี้ไปตีความหมายและประยุกต์ใช้กับแบบจำลองได้อย่างน่าเชื่อถือ

นอกจากนี้การพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือนและจำนวนประชากร เพื่อใช้สร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) และแบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) เหมือนกับการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางโดยใช้แบบจำลอง 4 ขั้นตอน (4 Step Model) จากการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน

5.3.2 ข้อจำกัดของการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการนำฐานข้อมูลทุติยภูมิขนาดใหญ่จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ มาพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง ทำให้ผู้วิจัยต้องพิจารณาถึง

ข้อจำกัดต่าง ๆ ของแบบจำลองทั้งที่เกิดจากข้อจำกัดของตัวข้อมูลเองและที่เกิดจากข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics ซึ่งใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **ข้อจำกัดของแบบจำลองที่เกิดจากข้อจำกัดของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่**

แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางในงานวิจัยนี้ไม่สามารถอธิบายถึงปัจจัยทางด้านคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมได้ เช่น เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา เป็นต้น เนื่องจากขาดข้อมูลเหล่านี้ในข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

นอกจากนี้พิกัดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ ได้รับจากผู้ให้บริการเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์อาจมีความคาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง เนื่องจากพิกัดที่ได้จะเป็นพิกัดของสถานีเสาสัญญาณ (Base station) ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้นเชื่อมต่ออยู่เท่านั้น มิใช่พิกัดของซิมการ์ดโดยตรง

รูปที่ 5-1 แสดงตัวอย่างพิกัดของสถานีเสาสัญญาณ (Base station) ที่ซิมการ์ด (SIM Card) นั้นเชื่อมต่ออยู่

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2564)

อีกทั้งข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ นำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นในพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้มีเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางไกลอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากโครงการ Big Data Analytics ได้มีการกำหนดเงื่อนไขในการจัดซื้อข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น ข้อมูล 1 ตัวอย่างใน 1 วัน จะต้องมีการบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 150 records/วัน ตำแหน่งของข้อมูล ณ ช่วงเวลา 02:00 นาฬิกา จะต้องกระจายตัวทั่วกรุงเทพและปริมณฑลหรือมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เป็นต้น เพื่อยืนยันว่ามีการเดินทางเกิดขึ้นจริง ไม่ใช่ข้อมูลที่อยู่กับที่ และสามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องคัดกรองเที่ยวการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูล โดยการกำหนดขอบเขตบน (Upper bound) ไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางในการเดินทางมากกว่า 75 กิโลเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่ไกลเกินไป ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเที่ยวการเดินทางที่มีระยะไกลเหล่านั้นเป็นข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์ของผู้ประกอบอาชีพด้านการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า เช่น คนขับรถแท็กซี่ พนักงานขับรถส่งสินค้า บุรุษไปรษณีย์ เป็นต้น และกำหนดขอบเขตล่าง (Lower bound) ไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางในการเดินทางน้อยกว่า 0.25 กิโลเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้มีเที่ยวการเดินทางที่ใกล้เกินไป

- **ข้อจำกัดของแบบจำลองที่เกิดจากข้อจำกัดของระบบ Google API**

ข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง จากระบบ Google API อาจมีความคลาดเคลื่อนด้านระยะเวลาในการเดินทางอยู่บ้าง เนื่องจากทางโครงการ Big Data Analytics ไม่สามารถตั้งเวลาค้นหาข้อมูลการเดินทางจากระบบ Google API แบบ Real-time หรือตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าได้ อีกทั้งระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถโดยสารประจำทางที่ได้จากระบบ Google API มักไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลาในการรอเพื่อขึ้นโดยสาร ณ ป้ายรถโดยสารประจำทาง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการปรับแก้ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API โดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์คงที่เพื่อให้ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API เท่ากับค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา และเพิ่มระยะเวลาในการ

เดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถโดยสารประจำทาง 10 นาทีต่อการต่อสายรถโดยสารประจำทาง 1 ครั้ง นอกจากนี้

- **ข้อจำกัดของแบบจำลองที่เกิดจากข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics**

รูปแบบการเดินทางหลักของแบบจำลองในงานวิจัยนี้มีเพียง 5 รูปแบบการเดินทาง คือ รถยนต์ส่วนบุคคล (รถยนต์ส่วนบุคคล รถแท็กซี่ รถจักรยานยนต์) รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร อีกทั้งงานวิจัยนี้ไม่สามารถพิจารณาเที่ยวการเดินทางแบบต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Trip) ได้ ซึ่งการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักจะเป็นเดินเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาถึงรูปแบบการเดินทางที่ใช้เป็นระบบรอง (Feeder) อื่น ๆ เช่น รถจักรยานยนต์รับจ้าง รถสองแถว e-scooter เป็นต้น เนื่องจากรูปแบบการเดินทางเหล่านี้ไม่ได้มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่จะสามารถระบุตัวตนของรูปแบบการเดินทางได้อย่างแม่นยำ เช่น มีโครงข่ายเส้นทางเป็นของตนเอง มีความเร็วให้การเดินรถคงที่และสม่ำเสมอ เป็นต้น ทำให้กระบวนการจำแนกรูปแบบการเดินทางจากระบบพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics ไม่สามารถจำแนกรูปแบบการเดินทางเหล่านี้ได้

นอกจากนี้วัตถุประสงค์ของการเดินทางของแบบจำลองในงานวิจัยนี้มีเพียง 3 ประเภทของกิจกรรมเท่านั้น คือ การทำงาน การพักผ่อน และการจับจ่ายใช้สอย และจากผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่ากลุ่มตัวแปรเหล่านี้ไม่ค่อยมีนัยสำคัญทางสถิติเท่าที่ควร เนื่องจากกระบวนการจำแนกวัตถุประสงค์ของการเดินทางจากระบบพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics ซึ่งใช้การอนุมานแบบเบย์ (Bayesian) มาทำนายวัตถุประสงค์การเดินทาง โดยพิจารณาตัวแปรทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) จุดหยุดการเดินทาง (2) เวลาที่มาถึง ณ จุดหยุดการเดินทาง (3) ช่วงระยะเวลาทำกิจกรรม ณ จุดหยุดการเดินทาง อาจจะยังไม่ค่อยเหมาะสมมากนักที่นำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเดินทางของข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

5.3.3 การเปรียบเทียบการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางจากการสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อมด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือน

	การพัฒนาแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง	
	การสำรวจข้อมูลการเดินทางทางอ้อม จากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่	**การสำรวจข้อมูล การเดินทางในครัวเรือน**
ข้อดี	• มีจำนวนข้อมูลตัวอย่างในปริมาณมาก ทำให้สามารถจำแนกแบบจำลองตามประเภทของวันและช่วงเวลาได้ • ตัวแปรด้านคุณลักษณะของการเดินทางต่าง ๆ ได้แก่ ระยะทางในการเดินทาง เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก มีนัยสำคัญทางสถิติสูง • ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับครัวเรือนและจำนวนประชากร เพื่อใช้สร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางและแบบจำลองการกระจายการเดินทาง	• มีแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการสร้างแบบจำลองที่ชัดเจน รวมถึงมีโปรแกรมสำเร็จรูปรองรับ เนื่องจากเป็นกรรมวิธีเก่าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอดีต • แบบจำลองสามารถอธิบายถึงปัจจัยทางด้านคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมบางประเภทได้ เช่น การครอบครองรถยนต์ รายได้ เป็นต้น
ข้อจำกัด	• ไม่สามารถอธิบายถึงปัจจัยทางด้านคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมได้ เช่น เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา เป็นต้น • เกิดความคาดเคลื่อนจากการบันทึกพิกัดเนื่องจากพิกัดที่ได้เป็นพิกัดของสถานีเสาสัญญาณ และเกิดความคาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง • เกิดความผิดพลาดในการวัดค่าข้อมูลการเดินทาง ทั้งที่เกิดจากข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่และจากระบบ Google API • เกิดข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics ทำให้ไม่สามารถพิจารณาบางรูปแบบการเดินทางได้ นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกประเภทวัตถุประสงค์การเดินทางได้น้อยและไม่ค่อยมีนัยสำคัญทางสถิติ	• ใช้ต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการเก็บรวมรวบข้อมูลสูง • การแบ่งประเภทของวัตถุประสงค์การเดินทางไม่ค่อยยืดหยุ่น เช่น HBW HBE HBO NHB เป็นต้น • ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าผู้ถูกสำรวจให้ข้อมูลที่ถูกต้องตามความเป็นจริงหรือไม่ • ข้อมูลด้านคุณลักษณะของการเดินทาง เช่น ระยะทางในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น ที่ได้จากผู้ถูกสำรวจอาจไม่เที่ยงตรงนัก และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ยาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ข้อมูลด้านวัตถุประสงค์การเดินทางของแบบจำลองในงานวิจัยนี้มีประเภทของกิจกรรมที่ยังไม่หลากหลายและไม่ค่อยมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกระบวนการจำแนกวัตถุประสงค์ของการเดินทางจากระบบพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ของโครงการ Big Data Analytics อาจจะยังไม่ค่อยเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรจะเอาแบบจำลองหรือวิธีการทำนายวัตถุประสงค์การเดินทางอื่น ๆ มาประกอบการวิเคราะห์ร่วมด้วย เช่น การศึกษาของ Zhu (2022) ได้นำข้อมูลแบบสำรวจข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนมาสร้างแบบจำลองการสุ่มป่าไม้ (Random Forest : RF) และแบบจำลองคอนดิชันนอลแรนดอมฟลดส (Conditional Random Fields : CRFs) เพื่อเปรียบเทียบการทำนายประเภทของกิจกรรมทั้ง 2 แบบจำลอง ว่าแบบจำลองไหนมีความแม่นยำและเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้มากกว่ากัน นอกจากนี้หากการจัดซื้อข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ในครั้งถัดไปสามารถกำหนดเงื่อนไขในการจัดซื้อให้มีการกระจายตัวของข้อมูลตัวอย่างที่มีทั้งระยะใกล้ ระยะกลาง และระยะไกล ได้อย่างเหมาะสม จะทำให้ชุดข้อมูลตัวอย่างเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร และสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

[ภาษาอังกฤษ]

Alexander, L., Jiang, S., Murga, M., & González, M. C. (2015). Origin–destination trips by purpose and time of day inferred from mobile phone data. *Transportation research part c: emerging technologies*, 58, 240-250. https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.02.018

Ali, A., Kim, J., & Lee, S. (2016). Travel behavior analysis using smart card data. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(4), 1532-1539. https://doi.org/10.1007/s12205-015-1694-0

Biem, A., Bouillet, E., Feng, H., Ranganathan, A., Riabov, A., Verscheure, O., Koutsopoulos, H., & Moran, C. (2010). Ibm infosphere streams for scalable, real-time, intelligent transportation services. Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data (pp. 1093-1104). ACM Digital Library home. https://doi.org/10.1145/1807167.1807291

Confederation of organisations in road transport enforcement. (2020). *Leveraging big data for managing transport operations*. https://lemo-h2020.eu/deliverables

Fiore, S., Elia, D., Pires, C. E., Mestre, D. G., Cappiello, C., Vitali, M., Andrade, N., Braz, T., Lezzi, D., & Moraes, R. (2019). An integrated big and fast data analytics platform for smart urban transportation management. *IEEE Access*, 7, 117652-117677. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936941

Friedrich, M., Immisch, K., Jehlicka, P., Otterstätter, T., & Schlaich, J. (2010). Generating origin–destination matrices from mobile phone trajectories. *Journal of the Transportation Research Board*, 2196(1), 93-101. https://doi.org/10.3141/2196-10

Friso, K., HENKEL, J., de Graaf, S., van der Mede, P., Korf, J., AARDOM, N., POSSEL, B., & van der Kooij, J. (2018, December). *The use of mobile phone data in transport planning in the netherlands: experiences and vision* [Paper presentation]. European Transport Conference 2018, Dublin, Ireland.

Hensher, D. A. (1994). Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. *Transportation*, 21(2), 107-133.

Holleczek, T., Yu, L., Lee, J. K., Senn, O., Kloeckl, K., Ratti, C., & Jaillet, P. (2013). Digital breadcrumbs: Detecting urban mobility patterns and transport mode choices from cellphone networks. *arXiv preprint arXiv:*1308.6705.

Javanmardi, M., Langerudi, M. F., Anbarani, R. S., & Mohammadian, A. K. (2015). *Mode Choice Modeling Using Personalized Travel Time and Cost Data*. The Center for Urban Transportation Research (CUTR). https://scholarcommons.usf.edu/cutr_nctr/28

Koppelman, F. S., & Bhat, C. (2006). *A self instructing course in mode choice modeling: multinomial and nested logit models*. U.S. Department of Transportation. Federal Transit Administration. https://trid.trb.org/view.aspx?Id=793000

Kritiyutanont, K., Nagai, M., & Witayangkurn, A. (2016). Transportation Modes Detection in Bangkok Using GPS Logger data and GIS Data. *TNI Journal of Engineering and Technology*, 4(2), 52-60.

Kurauchi, F., & Schmöcker, J.-D. (2016). *Public transport planning with smart card data*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315370408

Li, Q., Ooeda, Y., Matsunaga, C., & Sumi, T. (2002). Identifying the determinants of commuting travel mode choice from daily commutation behavior. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University*, 62(4), 191-206.

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5 th ed.). John Wiley & Sons.

Phithakkitnukoon, S., Sukhvibul, T., Demissie, M., Smoreda, Z., Natwichai, J., & Bento, C. (2017). Inferring social influence in transport mode choice using mobile phone data. *EPJ Data Science*, 6(1), 11. https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-017-0108-6

Rahman, M. S. (2008). Future Mass Rapid Transit in Dhaka City: Options, Issues and Realities. *Jahangirnagar Planning Review*, 6, 69-81.

Shen, Q., Chen, P., & Pan, H. (2016). Factors affecting car ownership and mode choice in rail transit-supported suburbs of a large Chinese city. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 31-44. https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.08.027

Wismans, L. J. J., Friso, K., Rijsdijk, J., de Graaf, S., & Keij, J. (2018). Improving a priori demand estimates transport models using mobile phone data: a Rotterdam-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

region case. *Journal of Urban Technology*, 25(2), 63-83. https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1442075

Zhu, Y. (2022). Inference of activity patterns from urban sensing data using conditional random fields. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 49(2), 549-565.

[ภาษาไทย]

ไชยวิทย์ บุรสมบูรณ์. (2543). แบบจำลองการเลือกการเดินทางในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. Digital Research Information Center (NRCT). https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/102941

ณัฐกริช เปาอินทร์. (2562, 25 กุมภาพันธ์). ทางออกของปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพธุรกิจ. https://www.bangkokbiznews.com/blogs/columnist/121561

ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). (2565, 29 มิถุนายน). รฟม.- *BEM* ร่วมมือลดภาระค่าใช้จ่ายผู้โดยสาร. https://metro.bemplc.co.th/Metro-News-Detail?id=30521

ธนพัฒน์ เกิดผล และ นิเทศ ตินณะกุล. (2561). ทัศนคติของประชาชนที่มีต่อปัญหาการจราจรในจังหวัดปทุมธานีและปริมณฑล. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 10(1), 229-236.

พงษ์พิษณุ นาคคำ และ กิตติชัย ธนทรัพย์สิน. (2563). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา. ใน พัทรพงษ์ อาสนจินดา (บ.ก.), วิศวกรรมโยธากับโครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25 (น. 875-886). Civil Engineering Commission of Thailand (CET). https://conference.thaince.org/index.php/ncce25/issue/view/1

รถไฟไทยดอทคอม. (2553, 16 สิงหาคม). กำหนดเวลาเดินรถสายตะวันออก. http://portal.rotfaithai.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1

วสันต์ ภัทรอธิคม. (2562, 2 มีนาคม). ทีมวิจัยระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ. National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC). https://www.nectec.or.th/research/research-unit/cnwrg-its.html

วาทินี สำราญจิตร์. (2548). การเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางจากกรุงเทพมหานคร ถึงเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/9139

Chulalongkorn University

วีรชัย โสธนนันทน์. (2562). แบบจำลองพฤติกรรมการเลือกใช้ยานพาหนะร่วมกัน: กรณีศึกษาผู้ใช้รถจักรยานยนต์รับจ้างในกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/70266

ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์. (2561). การวิเคราะห์ทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่องสำหรับวิศวกรรมขนส่ง. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2558). โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุง บำรุงรักษาระบบฐานข้อมูล ข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (*TDL*). https://www.otp.go.th/edureport/view?id=31

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจรในเมืองภูมิภาค. http://www.phetchaburi.go.th/traffic/traffic1.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2561). โครงการศึกษาสำรวจความต้องการการเดินทาง (*Travel Demand Survey)* และปรับปรุงฐานข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการวางแผนระบบขนส่งของประเทศ.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2564). โครงการศึกษาการพัฒนานวัตกรรมระบบวิเคราะห์ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (*Big Data Analytics)* เพื่อการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกและการเดินทางของคนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะที่ 1 กรุงเทพมหานคร. http://bigdata-otp.com

สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (ม.ป.ป.). *Big Data?* https://www.ops.go.th/main/index.php/knowledge-base/article-pr/657-big-data

สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม. (2563). โครงการพัฒนาศูนย์บูรณาการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบแห่งชาติ ระยะที่ ๒. https://transcodeglobal.com/nmtic/page6.html

ภาคผนวก ก

การแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อยสำหรับงานวิจัยนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พื้นที่การศึกษาจะแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย (zone) จำนวน 209 พื้นที่ย่อย ตามระดับแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครและระดับอำเภอใน 5 จังหวัดปริมณฑลดังนี้

ตารางที่ ก-1 แสดงพื้นที่ศึกษาย่อยต่าง ๆ สำหรับงานวิจัยนี้

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
1	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หัวหมาก
2	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองจั่น
3	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางไผ่
4	กรุงเทพมหานคร	แขวง	อนุสาวรีย์
5	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ท่าแร้ง
6	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดพระยาไกร
7	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางโคล่
8	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางรัก
9	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สีลม
10	กรุงเทพมหานคร	แขวง	มหาพฤฒาราม
11	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สี่พระยา
12	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สุริยวงศ์
13	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บ้านช่างหล่อ
14	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ศิริราช
15	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดอรุณ
16	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดท่าพระ
17	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางพลัด
18	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางบำหรุ
19	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางยี่ขัน
20	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ดินแดง
21	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วชิรพยาบาล
22	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ดุสิต
23	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ถนนนครไชยศรี
24	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางกะปิ
25	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ห้วยขวาง
26	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สามเสนนอก
27	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทรายกองดินใต้
28	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองต้นไทร
29	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองสาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
30	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางลำภูล่าง
31	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สมเด็จเจ้าพระยา
32	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองเตย
33	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองตัน
34	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พระโขนง
35	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ตลาดบางเขน
36	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองสองต้นนุ่น
37	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองสามประเวศ
38	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลำปลาทิว
39	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จรเข้บัว
40	กรุงเทพมหานคร	แขวง	มีนบุรี
41	กรุงเทพมหานคร	แขวง	แสนแสบ
42	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หนองจอก
43	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คู้ฝั่งเหนือ
44	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลำผักชี
45	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลำต้อยติ่ง
46	กรุงเทพมหานคร	แขวง	กระทุ่มราย
47	กรุงเทพมหานคร	แขวง	รองเมือง
48	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วังใหม่
49	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ปทุมวัน
50	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลุมพินี
51	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พญาไท
52	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองขวาง
53	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางด้วน
54	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางแวก
55	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางจาก
56	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ปากคลองภาษีเจริญ
57	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางจาก
58	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บ้านบาตร
59	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ป้อมปราบ
60	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดโสมนัส
61	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดเทพศิรินทร์
62	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองมหานาค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
63	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หนองบอน
64	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ประเวศ
65	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ดอกไม้
66	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ราษฎร์บูรณะ
67	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ถนนเพชรบุรี
68	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทุ่งพญาไท
69	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ถนนพญาไท
70	กรุงเทพมหานคร	แขวง	มักกะสัน
71	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ยานนาวา
72	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทุ่งวัดดอน
73	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทุ่งมหาเมฆ
74	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองถนน
75	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ออเงิน
76	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ตลาดน้อย
77	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ราษฎร์พัฒนา
78	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางเชือกหนัง
79	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางพรม
80	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางระมาด
81	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ฉิมพลี
82	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ตลิ่งชัน
83	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ตลาดพลู
84	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดกัลยาณ์
85	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หิรัญรูจี
86	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองเตยเหนือ
87	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองตันเหนือ
88	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พระโขนงเหนือ
89	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พระบรมมหาราชวัง
90	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ชนะสงคราม
91	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วังบูรพาภิรมย์
92	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ตลาดยอด
93	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดสามพระยา
94	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บวรนิเวศ
95	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ศาลเจ้าพ่อเสือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
96	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วัดราชบพิธ
97	กรุงเทพมหานคร	แขวง	เสาชิงช้า
98	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บ้านพานถม
99	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางขุนพรหม
100	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สำราญราษฎร์
101	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางขุนเทียน
102	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางค้อ
103	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางโพงพาง
104	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ช่องนนทรี
105	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางมด
106	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทุ่งครุ
107	กรุงเทพมหานคร	แขวง	โคกแฝด
108	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองสิบสอง
109	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทับยาว
110	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ขุมทอง
111	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สี่แยกมหานาค
112	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สวนจิตรลดา
113	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลาดพร้าว
114	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลาดยาว
115	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางคอแหลม
116	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สัมพันธวงศ์
117	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จักรวรรดิ
118	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จตุจักร
119	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จอมพล
120	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จันทรเกษม
121	กรุงเทพมหานคร	แขวง	เสนานิคม
122	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางหว้า
123	กรุงเทพมหานคร	แขวง	อรุณอมรินทร์
124	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางมด
125	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ศาลาธรรมสพน์
126	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หนองแขม
127	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางบอนเหนือ
128	กรุงเทพมหานคร	แขวง	แสมดำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
129	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางนาใต้
130	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ลาดกระบัง
131	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สามวาตะวันตก
132	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สามวาตะวันออก
133	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองสิบ
134	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สายไหม
135	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทุ่งสองห้อง
136	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางอ้อ
137	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทวีวัฒนา
138	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ท่าข้าม
139	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หนองค้างพลู
140	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางขุนนนท์
141	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองชักพระ
142	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คูหาสวรรค์
143	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สนามบิน
144	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สีกัน
145	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ดอนเมือง
146	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางแคเหนือ
147	กรุงเทพมหานคร	แขวง	หลักสอง
148	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางแค
149	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางซื่อ
150	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วงศ์สว่าง
151	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พลับพลา
152	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองเจ้าคุณสิงห์
153	กรุงเทพมหานคร	แขวง	วังทองหลาง
154	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สะพานสอง
155	กรุงเทพมหานคร	แขวง	รามอินทรา
156	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คันนายาว
157	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองกุ่ม
158	กรุงเทพมหานคร	แขวง	นวมินทร์
159	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางขุนศรี
160	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางปะกอก
161	กรุงเทพมหานคร	แขวง	จอมทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
162	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ดาวคะนอง
163	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บุคคโล
164	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางยี่เรือ
165	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สำเหร่
166	กรุงเทพมหานคร	แขวง	นวลจันทร์
167	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สามเสนใน
168	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองบางพราน
169	กรุงเทพมหานคร	แขวง	คลองบางบอน
170	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางบอนใต้
171	กรุงเทพมหานคร	แขวง	รัชดาภิเษก
172	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทับช้าง
173	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พระโขนงใต้
174	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางนาเหนือ
175	กรุงเทพมหานคร	แขวง	อ่อนนุช
176	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สวนหลวง
177	กรุงเทพมหานคร	แขวง	สะพานสูง
178	กรุงเทพมหานคร	แขวง	ทรายกองดิน
179	กรุงเทพมหานคร	แขวง	บางชัน
180	กรุงเทพมหานคร	แขวง	พัฒนาการ
181	สมุทรปราการ	อำเภอ	เมืองสมุทรปราการ
182	สมุทรปราการ	อำเภอ	บางบ่อ
183	สมุทรปราการ	อำเภอ	บางพลี
184	สมุทรปราการ	อำเภอ	พระประแดง
185	สมุทรปราการ	อำเภอ	พระสมุทรเจดีย์
186	สมุทรปราการ	อำเภอ	บางเสาธง
187	นนทบุรี	อำเภอ	เมืองนนทบุรี
188	นนทบุรี	อำเภอ	บางกรวย
189	นนทบุรี	อำเภอ	บางใหญ่
190	นนทบุรี	อำเภอ	บางบัวทอง
191	นนทบุรี	อำเภอ	ไทรน้อย
192	นนทบุรี	อำเภอ	ปากเกร็ด
193	ปทุมธานี	อำเภอ	เมืองปทุมธานี
194	ปทุมธานี	อำเภอ	คลองหลวง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	จังหวัด	ระดับ	พื้นที่ศึกษาย่อย
195	ปทุมธานี	อำเภอ	ธัญบุรี
196	ปทุมธานี	อำเภอ	หนองเสือ
197	ปทุมธานี	อำเภอ	ลาดหลุมแก้ว
198	ปทุมธานี	อำเภอ	ลำลูกกา
199	ปทุมธานี	อำเภอ	สามโคก
200	นครปฐม	อำเภอ	เมืองนครปฐม
201	นครปฐม	อำเภอ	กำแพงแสน
202	นครปฐม	อำเภอ	นครชัยศรี
203	นครปฐม	อำเภอ	ดอนตูม
204	นครปฐม	อำเภอ	บางเลน
205	นครปฐม	อำเภอ	สามพราน
206	นครปฐม	อำเภอ	พุทธมณฑล
207	สมุทรสาคร	อำเภอ	เมืองสมุทรสาคร
208	สมุทรสาคร	อำเภอ	กระทุ่มแบน
209	สมุทรสาคร	อำเภอ	บ้านแพ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางจำแนกตาม 24 กลุ่มพื้นที่ย่อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข-1 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	20752	5317	9945	2278	1565	3178	2276	2345	2352	4554	2127	2492	3684	2311	3407	908	2218	1268	907	1906	819	322	1688	3023
2	กรุงเทพกลาง2	7300	57883	11599	8237	5009	11607	5897	10625	6107	3198	1036	2423	3494	2746	6315	1712	6555	1600	1542	4943	1677	397	2360	3389
3	กรุงเทพใต้1	9180	7426	80600	8551	4937	5974	5410	6650	7440	7111	6875	8721	13390	9263	9787	2734	6191	2416	2361	5740	2276	780	5246	9515
4	กรุงเทพใต้2	3031	7565	12329	35530	6703	2990	2973	4535	4386	2332	1027	2419	3704	3322	4906	1455	2423	818	794	2430	860	239	1791	2864
5	กรุงเทพใต้3	3371	6855	9503	8756	58348	3561	3221	8319	7478	1719	1087	2058	3476	4295	21939	3906	3701	1034	985	3960	1044	105	1741	2984
6	กรุงเทพเหนือ1	3965	11985	7261	3631	2352	35349	8253	5604	4290	2701	776	1786	2624	1633	2801	1201	9175	1950	1384	5808	1883	328	2395	2674
7	กรุงเทพเหนือ2	3610	7869	8836	3933	3036	9970	45948	8207	6089	1935	744	1683	2542	1567	4368	1484	19514	1744	2056	21606	5451	333	2462	2638
8	กรุงเทพตะวันออก1	3567	12501	8673	5476	9125	8117	7871	55306	12924	1654	879	1642	2396	1905	10943	2591	5660	1182	1267	8245	1811	142	1568	2119
9	กรุงเทพตะวันออก2	2854	6901	8253	4628	7451	4981	6588	13983	59258	1532	751	1324	2194	1880	17865	6897	6149	1183	1125	12328	2001	54	1253	1586
10	กรุงธนเหนือ1	6066	2937	8722	2127	1227	2719	1855	1545	1492	20617	3067	5030	4038	1757	2904	756	4043	3600	1554	2420	1165	437	6663	5192
11	กรุงธนเหนือ2	2601	926	7989	890	710	734	636	768	745	2379	13243	2972	4570	2000	1667	473	1272	663	389	801	374	102	1871	2598
12	กรุงธนใต้1	3365	2518	11301	2626	1989	1929	1719	1635	1330	5439	3817	43912	12135	2533	4688	793	3698	2552	1878	2201	1281	475	10976	15517
13	กรุงธนใต้2	5132	4024	17087	3933	3325	2753	2495	2530	2265	4284	5585	12016	69172	8754	10109	1679	4715	2200	1855	2946	1477	335	6429	15748
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	16184	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10644	11748	28260	14480	31161	6755	6388	12588	17016	4265	3082	5274	11476	10700	149248	13673	8112	1990	1468	7657	1836	107	3096	4887
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	2854	6189	7689	2763	2900	10340	17674	4990	5336	4159	1411	3508	4472	2031	4859	1139	42680	4105	5975	10926	7734	1272	4236	4799
18	นนทบุรี2	1696	1572	2988	926	940	1939	1639	1062	1138	3534	721	2320	2103	754	1870	313	5557	15580	3772	2067	1257	684	3706	2877
19	นนทบุรี3	1111	1622	2941	1030	966	1722	2076	1259	1096	1991	461	1948	1849	641	1137	221	5567	4525	13876	3398	3209	1415	3542	2609
20	ปทุมธานี1	2273	5523	7478	3284	4376	6206	19333	7003	10907	2591	949	2229	2932	1824	6898	1466	10666	2064	3477	142662	13877	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2009	5407	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7064	1245	2773	14325	27148	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4713	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	83267	21498
24	สมุทรสาคร	3227	3388	9776	2866	2960	2641	2623	2103	1584	5157	2733	18112	18447	2729	4854	617	4793	2938	2588	2132	1593	1483	23257	101702

ตารางที่ ข-2 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12112	4798	8319	2646	1699	3311	1090	906	258	4073	2453	1118	1848	0	581	0	1394	420	118	0	0	0	0	21
2	กรุงเทพกลาง2	5019	26897	6925	5063	3681	7242	1906	3565	479	1329	777	252	1081	0	608	0	983	138	96	0	0	0	0	12
3	กรุงเทพใต้1	8583	7780	44203	9331	6311	4537	2620	2034	925	4830	6444	2893	5763	0	982	0	1222	271	117	0	0	0	0	107
4	กรุงเทพใต้2	2839	5008	8333	14684	5558	2017	603	1874	336	810	983	313	1241	0	333	0	467	104	81	0	0	0	0	25
5	กรุงเทพใต้3	1696	3116	6120	5742	24266	788	253	4607	1293	313	424	208	880	0	3424	0	203	28	20	0	0	0	0	7
6	กรุงเทพเหนือ1	4417	9091	5667	1986	1403	21057	3833	4000	387	1145	369	143	567	0	513	0	7290	343	378	0	0	0	0	7
7	กรุงเทพเหนือ2	835	1698	1558	668	368	3197	9724	1635	279	207	148	44	199	0	171	0	1542	53	178	0	0	0	0	2
8	กรุงเทพตะวันออก1	1055	3762	2666	2041	4564	2348	1297	18855	2273	257	188	51	408	0	832	0	1081	23	112	0	0	0	0	2
9	กรุงเทพตะวันออก2	530	1088	1374	678	1421	539	187	3355	14923	62	83	36	180	0	1889	0	99	5	13	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	4472	1898	4883	1336	663	1250	220	312	55	7753	1799	1835	999	0	113	0	1485	1649	261	0	0	0	0	341
11	กรุงธนเหนือ2	3360	924	7919	1296	585	362	154	203	53	2109	7863	2053	2873	0	75	0	162	120	21	0	0	0	0	257
12	กรุงธนใต้1	945	346	1585	330	241	128	29	46	22	1650	1408	10932	1607	0	64	0	159	275	65	0	0	0	0	1623
13	กรุงธนใต้2	1598	807	4143	1180	753	420	227	165	62	804	2152	1859	14413	0	175	0	175	154	42	0	0	0	0	144
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1222	1180	3718	1526	6876	553	503	2102	3470	180	238	130	622	0	19757	0	34	9	19	0	0	0	0	4
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1728	1452	1249	502	471	4266	1215	583	87	1531	113	221	106	0	28	0	22632	959	1655	0	0	0	0	16
18	นนทบุรี2	317	208	215	116	114	337	86	39	6	1487	64	312	94	0	12	0	375	2595	684	0	0	0	0	18
19	นนทบุรี3	86	185	107	53	45	173	114	51	6	242	17	43	26	0	2	0	2308	215	8337	0	0	0	0	4
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	41	14	51	12	17	7	6	4	1	202	76	1204	75	0	1	0	6	35	18	0	0	0	0	7007

ตารางที่ ข-3 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	970	819	1340	486	329	537	450	0	23	444	227	166	0	0	1522	0	297	86	108	384	105	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	979	5304	2055	1308	815	2162	1236	0	69	412	215	275	0	0	2985	0	1051	152	293	1101	307	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1112	1910	11815	2063	1300	2039	1938	0	107	1105	1218	736	0	0	8344	0	1340	525	686	2112	434	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	622	1782	3044	6894	1791	1218	1156	0	85	519	291	320	0	0	5962	0	772	192	313	1126	287	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	215	495	648	733	1994	359	451	0	78	166	79	83	0	0	5308	0	340	75	114	794	186	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	619	2450	1940	1104	737	7230	1849	0	57	571	227	191	0	0	2998	0	2319	212	359	1514	454	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	244	571	1092	554	433	960	3423	0	51	97	62	61	0	0	1869	0	502	48	104	1737	477	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	8	18	34	19	35	18	31	0	0	8	5	8	0	0	128	0	24	6	13	60	11	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	494	501	1055	455	247	586	195	0	21	954	275	119	0	0	1081	0	603	125	152	291	109	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	303	315	1402	264	182	310	162	0	16	300	2307	341	0	0	944	0	247	88	99	199	32	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	79	156	320	131	80	91	49	0	10	70	204	654	0	0	525	0	96	64	91	62	17	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	185	95	495	382	805	187	254	0	39	71	20	28	0	0	4549	0	83	14	14	313	101	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	110	316	448	178	293	727	354	0	39	157	55	78	0	0	1727	0	2996	268	454	529	148	0	0	0
18	นนทบุรี2	1	1	3	2	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	14	0	6	0	8	2	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	23	99	95	70	97	121	70	0	20	40	15	60	0	0	359	0	379	476	935	152	62	0	0	0
20	ปทุมธานี1	46	109	241	116	169	134	160	0	30	26	13	7	0	0	733	0	80	8	19	198	126	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-4 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1576	181	48	0	78	78	28	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	20	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	121	1494	55	0	227	76	32	0	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79	22	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	62	92	178	0	18	48	14	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	8	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	41	116	7	0	2010	0	0	0	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	58	117	24	0	0	1891	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	643	184	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	48	105	19	0	0	208	1794	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1421	842	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	54	105	14	0	348	0	0	0	2720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	568	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	2783	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15421	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15373

ตารางที่ ข-5 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดปลายทาง / จุดต้นทาง		1 กรุงเทพกลาง1	2 กรุงเทพกลาง2	3 กรุงเทพใต้1	4 กรุงเทพใต้2	5 กรุงเทพใต้3	6 กรุงเทพเหนือ1	7 กรุงเทพเหนือ2	8 กรุงเทพตะวันออก1	9 กรุงเทพตะวันออก2	10 กรุงธนเหนือ1	11 กรุงธนเหนือ2	12 กรุงธนใต้1	13 กรุงธนใต้2	14 สมุทรปราการ1	15 สมุทรปราการ2	16 สมุทรปราการ3	17 นนทบุรี1	18 นนทบุรี2	19 นนทบุรี3	20 ปทุมธานี1	21 ปทุมธานี2	22 นครปฐม1	23 นครปฐม2	24 สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	4087	144	570	264	8	118	0	72	0	404	160	0	0	0	0	0	758	106	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	144	1643	316	840	315	0	0	1645	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	531	292	12498	836	35	46	0	261	0	116	197	0	0	0	0	0	424	63	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	263	1096	1017	7672	412	0	0	675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	40	713	159	1027	4115	0	0	1035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	69	0	23	0	0	1086	0	0	0	18	10	0	0	0	0	0	359	39	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	60	1368	255	462	487	0	0	6837	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	546	0	144	0	0	47	0	0	0	4632	90	0	0	0	0	0	817	159	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	218	0	251	0	0	18	0	0	0	84	3159	55	0	0	0	0	197	34	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	1713	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1914	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	511	0	306	0	0	349	0	0	0	447	123	0	0	0	0	0	50105	576	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-6 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	19922	4868	9267	2037	1343	2884	2107	2211	2310	4238	1939	2416	3478	2311	3254	908	2059	1239	902	1894	816	322	1688	3027
2	กรุงเทพกลาง2	6646	55286	10634	7594	4413	10775	5537	9994	6034	3047	915	2374	3246	2746	6034	1712	6333	1590	1531	4866	1658	397	2360	3392
3	กรุงเทพใต้1	8597	6817	78812	7973	4325	5569	4955	6398	7309	6779	6474	8620	12966	9263	9244	2734	6018	2393	2394	5677	2280	780	5246	9521
4	กรุงเทพใต้2	2730	7031	11503	34455	6021	2743	2824	4325	4352	2219	911	2373	3518	3322	4459	1455	2291	804	786	2384	850	239	1791	2866
5	กรุงเทพใต้3	3112	6469	8622	8057	55914	3437	3113	7784	7304	1637	992	1994	3263	4295	20971	3906	3628	1024	980	3842	1020	105	1741	2984
6	กรุงเทพเหนือ1	3487	11234	6524	3368	2101	33861	7780	5216	4254	2627	725	1772	2533	1633	2527	1201	8398	1907	1345	5638	1847	328	2395	2676
7	กรุงเทพเหนือ2	3445	7617	8394	3775	2911	9619	45051	8065	6052	1905	719	1673	2489	1567	4120	1484	19312	1736	2028	21253	5239	333	2462	2639
8	กรุงเทพตะวันออก1	3368	12047	8226	5215	8617	7874	7739	53381	12698	1607	844	1637	2304	1905	10756	2591	5429	1180	1241	8245	1811	142	1568	2120
9	กรุงเทพตะวันออก2	2762	6774	7964	4521	7251	4923	6561	13780	58053	1522	725	1315	2145	1880	17459	6897	6131	1182	1120	12309	1998	54	1253	1586
10	กรุงธนเหนือ1	5611	2678	8274	1948	1078	2583	1816	1487	1481	20113	2922	4877	3909	1757	2811	756	3892	3447	1533	2408	1163	437	6639	5165
11	กรุงธนเหนือ2	2314	812	7368	766	615	679	603	737	735	2213	12751	2824	4366	2000	1624	473	1278	649	393	799	382	102	1871	2576
12	กรุงธนใต้1	3235	2423	11122	2558	1900	1911	1712	1626	1322	5246	3675	43051	11927	2533	4608	793	3700	2503	1856	2204	1283	475	10976	15359
13	กรุงธนใต้2	4928	3880	16694	3801	3169	2674	2439	2496	2246	4198	5368	11844	68010	8754	10101	1679	4706	2183	1845	2946	1477	335	6429	15780
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	16517	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10421	11636	27743	14263	30535	6609	6096	12306	16524	4210	3042	5250	11400	10700	146815	13673	8107	1990	1470	7521	1797	107	3096	4887
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	2664	5978	7525	2707	2739	9878	17628	4902	5317	4058	1427	3506	4483	2031	4586	1139	41008	3817	5697	10873	7738	1272	4236	4804
18	นนทบุรี2	1669	1543	2985	914	916	1874	1610	1056	1138	3407	721	2295	2084	754	1858	313	5514	15392	3701	2067	1257	684	3706	2877
19	นนทบุรี3	1101	1577	2939	1020	943	1695	2055	1251	1091	1979	462	1938	1846	641	1099	221	5136	4439	13125	3396	3213	1415	3542	2609
20	ปทุมธานี1	2250	5472	7354	3225	4281	6148	19295	7003	10889	2581	945	2229	2932	1824	6526	1466	10647	2064	3476	142579	13840	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2009	5406	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7064	1245	2773	14325	27143	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4723	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	81987	21498
24	สมุทรสาคร	3220	3388	9765	2865	2956	2641	2622	2103	1584	5115	2726	17985	18723	2729	4854	617	4794	2931	2584	2132	1593	1483	23257	102239

ตารางที่ ข-7 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12757	5237	9021	2883	1910	3585	1241	1026	293	4374	2644	1187	2054	0	635	0	1544	445	130	0	0	0	0	16
2	กรุงเทพกลาง2	5632	29172	7820	5628	4201	8030	2171	4007	525	1469	887	267	1329	0	675	0	1163	144	114	0	0	0	0	9
3	กรุงเทพใต้1	9199	8394	46209	9953	6960	4852	2992	2235	1046	5157	6936	2997	6187	0	961	0	1397	255	120	0	0	0	0	101
4	กรุงเทพใต้2	3138	5482	9137	15653	6183	2216	691	2001	363	885	1104	341	1428	0	317	0	562	108	100	0	0	0	0	23
5	กรุงเทพใต้3	1918	3406	6959	6350	26220	870	287	5127	1421	366	515	262	1093	0	3580	0	236	28	21	0	0	0	0	7
6	กรุงเทพเหนือ1	4885	9824	6349	2200	1601	22249	4193	4388	418	1217	409	144	658	0	579	0	8114	384	440	0	0	0	0	5
7	กรุงเทพเหนือ2	962	1861	1820	735	420	3425	10176	1778	308	228	168	45	252	0	205	0	1741	60	208	0	0	0	0	2
8	กรุงเทพตะวันออก1	1239	4028	3042	2211	5037	2592	1429	20277	2500	303	223	56	500	0	1019	0	1312	25	138	0	0	0	0	2
9	กรุงเทพตะวันออก2	614	1197	1650	781	1578	591	203	3558	15873	68	107	43	229	0	2265	0	109	4	14	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	4914	2140	5337	1479	796	1377	249	370	65	8212	1934	1980	1128	0	134	0	1631	1798	287	0	0	0	0	369
11	กรุงธนเหนือ2	3655	1027	8665	1438	682	396	180	234	62	2279	8335	2193	3085	0	83	0	162	127	21	0	0	0	0	282
12	กรุงธนใต้1	1072	414	1764	386	322	138	32	54	29	1840	1542	11671	1816	0	80	0	155	312	73	0	0	0	0	1781
13	กรุงธนใต้2	1802	951	4536	1312	910	499	283	198	81	890	2373	2032	15221	0	182	0	184	171	51	0	0	0	0	158
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1359	1277	4057	1599	7157	616	675	2385	3941	202	277	148	699	0	20208	0	29	8	18	0	0	0	0	3
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1894	1646	1373	545	587	4654	1242	671	97	1631	101	216	94	0	23	0	24203	1178	1933	0	0	0	0	11
18	นนทบุรี2	344	236	217	128	137	403	116	45	6	1613	64	337	112	0	13	0	416	2783	752	0	0	0	0	18
19	นนทบุรี3	98	227	119	61	55	196	132	59	6	258	18	41	29	0	1	0	2757	218	9104	0	0	0	0	5
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	48	15	61	13	21	7	7	5	1	244	85	1330	73	0	1	0	5	42	22	0	0	0	0	7601

ตารางที่ ข-8 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	970	813	1299	476	336	543	471	0	25	463	221	173	0	0	1622	0	299	88	101	401	108	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	999	5359	2080	1331	853	2195	1325	0	76	424	226	308	0	0	3199	0	1093	157	287	1164	322	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1070	1874	11698	1993	1261	2121	2021	0	114	1108	1129	733	0	0	8908	0	1347	560	651	2180	432	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	615	1793	3015	6952	1805	1266	1217	0	91	558	286	339	0	0	6426	0	809	201	302	1171	297	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	242	547	675	753	2120	401	525	0	91	195	84	94	0	0	6120	0	379	84	118	912	209	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	621	2458	1986	1154	791	7297	1961	0	62	571	236	204	0	0	3207	0	2235	215	337	1607	472	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	282	648	1271	645	506	1062	3679	0	59	106	68	70	0	0	2082	0	506	50	101	1951	558	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	11	23	44	24	43	23	41	0	0	11	7	11	0	0	159	0	32	8	17	79	14	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	511	517	1048	491	263	591	205	0	22	996	283	127	0	0	1153	0	609	134	148	304	112	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	289	326	1280	247	179	328	169	0	17	295	2324	345	0	0	979	0	242	93	94	201	24	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	83	182	320	143	89	99	53	0	11	73	207	667	0	0	589	0	98	77	105	59	15	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	271	109	675	526	1150	270	374	0	61	105	21	34	0	0	6418	0	93	15	13	449	140	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	116	333	489	191	338	766	373	0	47	158	55	85	0	0	2005	0	3222	290	454	582	144	0	0	0
18	นนทบุรี2	1	2	4	2	3	2	1	0	1	2	1	2	0	0	26	0	7	0	10	3	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	21	102	85	72	110	125	73	0	24	36	13	72	0	0	397	0	361	559	919	154	58	0	0	0
20	ปทุมธานี1	68	159	366	175	265	192	198	0	48	35	17	7	0	0	1105	0	100	8	20	278	163	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-9 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดปลายทาง / จุดต้นทาง		1 กรุงเทพกลาง1	2 กรุงเทพกลาง2	3 กรุงเทพใต้1	4 กรุงเทพใต้2	5 กรุงเทพใต้3	6 กรุงเทพเหนือ1	7 กรุงเทพเหนือ2	8 กรุงเทพตะวันออก1	9 กรุงเทพตะวันออก2	10 กรุงธนเหนือ1	11 กรุงธนเหนือ2	12 กรุงธนใต้1	13 กรุงธนใต้2	14 สมุทรปราการ1	15 สมุทรปราการ2	16 สมุทรปราการ3	17 นนทบุรี1	18 นนทบุรี2	19 นนทบุรี3	20 ปทุมธานี1	21 ปทุมธานี2	22 นครปฐม1	23 นครปฐม2	24 สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1791	186	50	0	82	81	25	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	129	1677	63	0	244	87	37	0	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	26	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	64	98	210	0	18	50	14	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	48	130	8	0	2360	0	0	0	247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	62	127	27	0	0	2132	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	720	202	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	49	117	20	0	0	230	1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1559	974	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	59	118	16	0	383	0	0	0	2974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	3137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16700	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14242

ตารางที่ ข-10 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	4058	157	585	277	9	129	0	86	0	399	163	0	0	0	0	0	765	109	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	156	1727	352	896	336	0	0	1834	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	537	316	12364	861	37	52	0	311	0	118	196	0	0	0	0	0	414	66	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	273	1145	1070	7720	455	0	0	758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	44	742	172	1098	4120	0	0	1050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	74	0	28	0	0	1075	0	0	0	20	12	0	0	0	0	0	397	36	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	75	1556	327	553	521	0	0	7340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	541	0	146	0	0	50	0	0	0	4574	91	0	0	0	0	0	817	154	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	224	0	250	0	0	21	0	0	0	84	3130	59	0	0	0	0	195	36	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2027	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	529	0	304	0	0	384	0	0	0	448	119	0	0	0	0	0	49979	623	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-11 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	21674	5220	9882	2262	1531	3088	2246	2344	2352	4526	2096	2470	3653	2311	3304	908	2273	1244	890	1868	811	322	1688	3022
2	กรุงเทพกลาง2	7180	57726	11519	8295	4986	11346	5785	10923	6106	3133	1012	2414	3485	2746	6135	1712	6537	1582	1495	4804	1642	397	2360	3390
3	กรุงเทพใต้1	9076	7285	83061	8360	4832	5871	5344	6647	7442	7050	6758	8659	13283	9263	9627	2734	6266	2394	2274	5575	2234	780	5246	9527
4	กรุงเทพใต้2	2992	7691	12268	37163	6593	2921	2923	4517	4395	2320	1003	2422	3694	3322	4779	1455	2411	803	757	2351	835	239	1791	2867
5	กรุงเทพใต้3	3345	6885	9368	8642	59348	3543	3192	8433	7444	1724	1099	2073	3471	4295	21083	3906	3690	1025	962	3885	1023	105	1741	2986
6	กรุงเทพเหนือ1	3857	11653	7154	3556	2311	34905	8049	5569	4292	2636	765	1773	2611	1633	2650	1201	8948	1941	1332	5529	1827	328	2395	2675
7	กรุงเทพเหนือ2	3582	7785	8786	3871	3010	9788	45412	8166	6096	1928	740	1678	2540	1567	4257	1484	19535	1738	2048	21051	5387	333	2462	2639
8	กรุงเทพตะวันออก1	3561	12659	8627	5458	9137	8090	7861	56617	12911	1658	882	1647	2393	1905	10937	2591	5697	1185	1273	8245	1811	142	1568	2120
9	กรุงเทพตะวันออก2	2852	6893	8289	4646	7457	4988	6608	13927	58948	1534	756	1326	2199	1880	17865	6897	6168	1183	1126	12324	2000	54	1253	1586
10	กรุงธนเหนือ1	6053	2884	8586	2070	1213	2658	1847	1551	1495	21806	3035	4991	4032	1757	2864	756	4113	3516	1520	2385	1148	437	6630	5194
11	กรุงธนเหนือ2	2570	915	7839	854	712	729	633	773	748	2342	13922	2904	4487	2000	1666	473	1309	662	380	784	366	102	1871	2598
12	กรุงธนใต้1	3351	2518	11312	2627	2005	1916	1712	1639	1333	5400	3779	43863	12143	2533	4655	793	3690	2551	1872	2171	1274	475	10976	15483
13	กรุงธนใต้2	5118	4031	17030	3905	3317	2748	2491	2535	2271	4277	5552	12007	68926	8754	10099	1679	4723	2204	1860	2946	1477	335	6429	15727
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	26388	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10558	11703	28046	14372	30518	6691	6272	12559	17049	4251	3085	5278	11458	10700	148421	13673	8073	1983	1457	7472	1788	107	3096	4888
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	2913	6179	7738	2720	2894	10235	17657	5033	5347	4206	1446	3509	4480	2031	4616	1139	59079	4086	5923	10696	7690	1272	4236	4801
18	นนทบุรี2	1694	1577	2989	919	936	1961	1651	1064	1140	3487	722	2324	2115	754	1862	313	5614	15557	3731	2065	1257	684	3706	2881
19	นนทบุรี3	1107	1602	2904	1005	948	1687	2065	1266	1095	1978	457	1941	1853	641	1043	221	5502	4407	13651	3303	3189	1415	3542	2611
20	ปทุมธานี1	2248	5457	7357	3219	4313	6115	19219	7003	10904	2571	941	2220	2932	1824	6605	1466	10601	2054	3457	142606	13805	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2009	5406	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7064	1245	2773	14323	27142	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4680	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	81682	21498
24	สมุทรสาคร	3228	3390	9788	2869	2962	2642	2624	2104	1584	5156	2736	18114	18237	2729	4854	617	4795	2941	2590	2132	1593	1483	23257	100904

ตารางที่ ข-12 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดปลายทาง / จุดต้นทาง		1 กรุงเทพกลาง1	2 กรุงเทพกลาง2	3 กรุงเทพใต้1	4 กรุงเทพใต้2	5 กรุงเทพใต้3	6 กรุงเทพเหนือ1	7 กรุงเทพเหนือ2	8 กรุงเทพตะวันออก1	9 กรุงเทพตะวันออก2	10 กรุงธนเหนือ1	11 กรุงธนเหนือ2	12 กรุงธนใต้1	13 กรุงธนใต้2	14 สมุทรปราการ1	15 สมุทรปราการ2	16 สมุทรปราการ3	17 นนทบุรี1	18 นนทบุรี2	19 นนทบุรี3	20 ปทุมธานี1	21 ปทุมธานี2	22 นครปฐม1	23 นครปฐม2	24 สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12785	4859	8460	2709	1726	3366	1088	895	255	4237	2519	1128	1879	0	624	0	1471	429	117	0	0	0	0	21
2	กรุงเทพกลาง2	5086	26805	6922	5126	3767	7296	1904	3634	474	1357	791	244	1090	0	629	0	895	133	85	0	0	0	0	11
3	กรุงเทพใต้1	8775	7859	46702	9598	6404	4570	2600	1980	922	4884	6536	2906	5870	0	1049	0	1152	269	106	0	0	0	0	95
4	กรุงเทพใต้2	2909	5082	8451	15437	5675	2013	576	1913	326	805	1000	296	1251	0	353	0	426	105	74	0	0	0	0	22
5	กรุงเทพใต้3	1706	3200	6204	5841	24545	771	243	4763	1300	303	414	190	885	0	3783	0	182	27	18	0	0	0	0	5
6	กรุงเทพเหนือ1	4481	9185	5678	1962	1417	21095	3819	4036	384	1138	370	138	580	0	537	0	7251	312	359	0	0	0	0	6
7	กรุงเทพเหนือ2	827	1682	1508	652	361	3190	9645	1677	272	195	147	40	201	0	160	0	1390	45	156	0	0	0	0	2
8	กรุงเทพตะวันออก1	1047	3938	2655	2067	4739	2376	1307	20184	2286	253	185	47	411	0	838	0	1044	20	105	0	0	0	0	2
9	กรุงเทพตะวันออก2	529	1090	1334	658	1393	530	165	3411	15009	58	78	34	175	0	1869	0	77	4	10	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	4648	1920	5001	1366	675	1236	205	306	52	8426	1832	1862	1005	0	118	0	1595	1705	264	0	0	0	0	339
11	กรุงธนเหนือ2	3443	930	8061	1322	588	357	151	198	51	2158	8345	2094	2956	0	77	0	159	116	18	0	0	0	0	256
12	กรุงธนใต้1	949	332	1538	313	222	123	26	41	19	1679	1428	10876	1599	0	61	0	149	271	60	0	0	0	0	1657
13	กรุงธนใต้2	1612	799	4201	1208	761	425	231	159	56	812	2185	1868	14385	0	185	0	167	150	37	0	0	0	0	130
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1263	1186	3809	1515	7142	548	492	2132	3436	175	230	118	640	0	20266	0	26	8	19	0	0	0	0	3
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1770	1395	1224	503	445	4189	1119	540	74	1623	112	202	98	0	23	0	29576	853	1561	0	0	0	0	14
18	นนทบุรี2	319	202	212	122	117	314	74	37	5	1533	62	308	81	0	12	0	314	2618	720	0	0	0	0	14
19	นนทบุรี3	81	170	102	52	41	161	98	44	4	238	15	36	22	0	1	0	2220	212	8269	0	0	0	0	2
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	40	12	39	9	15	6	5	4	0	203	72	1202	62	0	1	0	4	32	16	0	0	0	0	6846

ตารางที่ ข-13 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1072	890	1474	550	339	572	485	0	24	487	243	178	0	0	1582	0	340	92	126	416	116	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	1067	5943	2187	1438	845	2381	1355	0	71	449	225	291	0	0	3144	0	1157	176	351	1230	344	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1218	2013	13249	2284	1308	2111	2025	0	108	1156	1329	784	0	0	8437	0	1450	545	785	2271	476	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	697	1909	3333	7572	1810	1291	1233	0	84	537	297	336	0	0	6070	0	825	206	357	1205	311	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	228	530	681	783	2260	394	490	0	84	171	79	86	0	0	5805	0	371	85	138	869	206	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	661	2691	2039	1204	764	8285	2066	0	58	644	238	210	0	0	3127	0	2593	243	431	1736	516	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	278	665	1191	631	465	1135	3914	0	51	117	68	69	0	0	1990	0	633	63	133	2132	504	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	10	21	38	22	42	20	32	0	0	9	6	9	0	0	148	0	27	7	14	64	12	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	543	531	1119	482	249	662	217	0	21	1242	300	132	0	0	1116	0	701	140	183	327	127	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	324	320	1528	273	177	320	169	0	16	321	2732	373	0	0	943	0	273	91	110	217	40	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	89	171	357	148	84	108	59	0	11	80	225	741	0	0	562	0	113	69	101	91	24	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	230	134	619	501	1183	256	381	0	40	89	24	37	0	0	6486	0	130	22	25	498	150	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	132	384	523	221	325	895	467	0	42	200	68	96	0	0	1974	0	4112	339	600	759	192	0	0	0
18	นนทบุรี2	1	2	5	2	3	3	1	0	0	2	1	2	0	0	22	0	9	0	13	5	1	0	0	0
19	นนทบุรี3	33	134	136	96	118	169	96	0	22	57	21	74	0	0	454	0	532	597	1228	247	82	0	0	0
20	ปทุมธานี1	70	175	362	181	232	225	275	0	33	45	21	16	0	0	1026	0	145	18	39	248	197	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-14 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1749	193	50	0	74	77	26	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	17	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	126	1715	59	0	239	64	27	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	20	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	64	100	224	0	17	47	13	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	8	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	40	121	6	0	2159	0	0	0	235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	58	114	22	0	0	1967	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	700	178	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	50	111	19	0	0	222	1918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1581	880	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	56	108	14	0	363	0	0	0	2944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	685	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	344	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	3056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17005	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16331

ตารางที่ ข-15 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	2218	99	355	153	9	120	0	84	0	224	108	0	0	0	0	0	583	115	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	105	1033	261	589	212	0	0	1277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	334	242	6056	538	40	45	0	317	0	73	112	0	0	0	0	0	309	68	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	157	770	672	4607	386	0	0	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	44	559	177	992	2422	0	0	764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	72	0	22	0	0	363	0	0	0	16	9	0	0	0	0	0	352	48	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	74	1034	313	454	300	0	0	4197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	333	0	99	0	0	45	0	0	0	2364	64	0	0	0	0	0	541	171	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	146	0	135	0	0	18	0	0	0	50	1557	49	0	0	0	0	136	36	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	1731	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	387	0	207	0	0	363	0	0	0	267	76	0	0	0	0	0	25646	630	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-16 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	21670	5992	10829	2670	2045	3669	2764	2653	2473	4977	2355	2622	4049	2311	3994	908	2677	1369	957	1991	851	322	1688	3017
2	กรุงเทพกลาง2	8211	61037	13024	9211	6065	12807	6758	11806	6279	3436	1250	2561	3966	2746	7405	1712	7160	1661	1626	5280	1769	397	2360	3389
3	กรุงเทพใต้1	9845	8430	82644	9427	6173	6761	6896	7232	7786	7665	7378	8931	13996	9263	12392	2734	6846	2615	2488	6197	2346	780	5246	9530
4	กรุงเทพใต้2	3491	8507	13666	37923	7860	3536	3500	4854	4476	2598	1216	2568	4048	3322	6900	1455	2805	889	880	2716	932	239	1791	2869
5	กรุงเทพใต้3	3795	7406	10735	9787	60548	3818	3482	9137	7750	1889	1259	2185	3873	4295	23996	3906	3890	1063	1008	4275	1108	105	1741	2987
6	กรุงเทพเหนือ1	4726	13112	8598	4159	2945	37323	9215	6160	4393	2883	916	1860	2827	1633	3896	1201	10825	2119	1540	6435	2061	328	2395	2673
7	กรุงเทพเหนือ2	3973	8371	9808	4325	3339	10445	46923	8405	6195	2020	808	1719	2655	1567	5217	1484	20041	1777	2136	22466	5921	333	2462	2638
8	กรุงเทพตะวันออก1	3933	13106	9409	5845	9856	8495	8088	57700	13217	1753	949	1659	2582	1905	11329	2591	6138	1191	1331	8245	1811	142	1568	2120
9	กรุงเทพตะวันออก2	3073	7185	8853	4847	7841	5130	6658	14233	60208	1562	803	1347	2306	1880	18766	6897	6211	1187	1139	12363	2006	54	1253	1586
10	กรุงธนเหนือ1	6731	3443	9466	2481	1582	3029	1980	1669	1528	21140	3231	5224	4263	1757	3307	756	4428	3852	1645	2489	1186	437	6747	5269
11	กรุงธนเหนือ2	3028	1173	8891	1098	944	896	738	834	773	2619	13923	3150	4734	2000	1951	473	1351	731	411	832	365	102	1871	2651
12	กรุงธนใต้1	3582	2705	11673	2771	2154	1983	1744	1657	1348	5677	4012	44927	12403	2533	4914	793	3731	2644	1937	2201	1277	475	10976	15704
13	กรุงธนใต้2	5419	4305	17550	4135	3629	2907	2618	2601	2302	4409	5777	12196	69504	8754	10156	1679	4764	2245	1881	2946	1477	335	6429	15694
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	15009	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	11061	12039	29247	14908	31862	7120	6853	13323	18225	4370	3179	5342	11699	10700	149132	13673	8113	1992	1467	7789	1873	107	3096	4889
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	3295	6646	8108	2900	3246	11106	17826	5200	5398	4336	1406	3552	4474	2031	5567	1139	46408	4821	6609	11011	7713	1272	4236	4794
18	นนทบุรี2	1754	1642	3012	953	993	2089	1696	1074	1142	3677	727	2362	2147	754	1882	313	5683	15680	3864	2067	1257	684	3706	2883
19	นนทบุรี3	1149	1729	2961	1055	1017	1796	2133	1289	1109	2048	465	1982	1864	641	1233	221	6506	4681	14732	3393	3189	1415	3542	2613
20	ปทุมธานี1	2294	5567	7593	3338	4469	6254	19338	7003	10928	2597	951	2226	2932	1824	7313	1466	10671	2061	3469	142701	13899	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2009	5406	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7064	1245	2773	14321	27135	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4737	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	85040	21498
24	สมุทรสาคร	3249	3394	9803	2871	2971	2645	2626	2106	1584	5246	2746	18240	18245	2729	4854	617	4796	2959	2600	2132	1593	1483	23257	101980

ตารางที่ ข-17 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12011	4347	7754	2398	1328	3014	733	636	172	3810	2288	1035	1483	0	473	0	1129	377	73	0	0	0	0	26
2	กรุงเทพกลาง2	4388	25363	6061	4609	2982	6533	1439	2973	387	1189	620	217	608	0	475	0	618	112	47	0	0	0	0	12
3	กรุงเทพใต้1	8187	7258	45041	8970	5337	4398	1676	1596	626	4553	6079	2839	5156	0	1102	0	874	265	79	0	0	0	0	93
4	กรุงเทพใต้2	2569	4782	7890	15106	5015	1817	423	1854	276	720	848	259	897	0	394	0	296	87	38	0	0	0	0	20
5	กรุงเทพใต้3	1368	2925	5074	5260	22750	639	173	3987	1103	208	270	108	483	0	3366	0	111	22	12	0	0	0	0	4
6	กรุงเทพเหนือ1	3829	8487	4855	1759	1050	21061	3412	3444	304	1087	295	127	364	0	371	0	6151	223	247	0	0	0	0	8
7	กรุงเทพเหนือ2	565	1401	1000	480	245	3030	9864	1438	197	144	102	31	86	0	70	0	1047	27	99	0	0	0	0	2
8	กรุงเทพตะวันออก1	721	3640	2075	1887	3940	1971	1080	18161	1980	158	118	34	222	0	447	0	603	14	47	0	0	0	0	2
9	กรุงเทพตะวันออก2	333	848	796	467	1128	398	134	3105	14243	36	34	18	68	0	1027	0	49	4	5	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	3987	1526	4378	1134	390	1084	146	188	27	7614	1710	1676	774	0	58	0	1324	1481	189	0	0	0	0	264
11	กรุงธนเหนือ2	3012	763	7136	1117	388	302	98	136	31	1939	7819	1975	2710	0	56	0	145	93	12	0	0	0	0	199
12	กรุงธนใต้1	744	219	1252	218	102	99	18	24	8	1427	1286	10727	1340	0	27	0	142	211	41	0	0	0	0	1436
13	กรุงธนใต้2	1311	525	3681	978	450	266	104	94	25	680	1957	1679	14252	0	128	0	125	109	16	0	0	0	0	106
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	872	879	2840	1199	6438	253	150	1368	2282	100	136	62	399	0	19728	0	19	5	10	0	0	0	0	2
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1371	1020	905	381	219	3704	1073	373	43	1374	115	192	103	0	18	0	21319	508	1015	0	0	0	0	21
18	นนทบุรี2	258	138	190	89	61	186	29	27	3	1343	58	270	49	0	6	0	245	2495	587	0	0	0	0	12
19	นนทบุรี3	40	79	52	26	17	99	57	21	2	173	9	28	11	0	1	0	1320	185	7371	0	0	0	0	1
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	19	8	24	7	5	3	2	2	0	113	58	1075	65	0	0	0	3	14	6	0	0	0	0	6545

ตารางที่ ข-18 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	769	665	1133	399	241	407	321	0	15	315	188	119	0	0	1044	0	239	65	103	288	80	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	764	4347	1634	1027	589	1684	850	0	43	315	157	171	0	0	2028	0	810	118	259	798	225	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	943	1553	9482	1744	1060	1422	1398	0	72	841	1094	580	0	0	5619	0	1056	355	598	1645	365	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	492	1364	2434	5383	1352	872	809	0	55	343	237	225	0	0	3908	0	561	138	270	840	215	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	150	360	544	608	1526	251	269	0	47	102	63	56	0	0	3308	0	243	51	99	479	122	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	479	1944	1435	804	498	5508	1314	0	37	455	167	133	0	0	2046	0	1986	166	335	1111	342	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	157	393	683	350	252	688	2506	0	26	75	45	38	0	0	1121	0	470	42	102	1220	281	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	4	11	18	12	23	9	13	0	0	4	3	4	0	0	89	0	12	3	6	25	6	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	358	366	831	303	165	463	143	0	14	667	208	84	0	0	733	0	459	88	133	223	89	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	258	229	1302	235	145	218	117	0	11	236	1772	265	0	0	679	0	201	60	85	168	41	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	64	96	282	98	54	67	35	0	6	55	162	549	0	0	337	0	79	36	57	62	21	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	118	104	388	280	543	123	141	0	18	45	25	29	0	0	2602	0	98	15	24	181	64	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	98	292	380	162	198	679	345	0	21	151	54	63	0	0	1028	0	2061	225	461	444	169	0	0	0
18	นนทบุรี2	1	2	4	2	2	3	1	0	0	2	1	1	0	0	9	0	9	0	13	3	1	0	0	0
19	นนทบุรี3	31	98	130	72	74	121	71	0	10	51	20	40	0	0	264	0	428	350	1046	156	82	0	0	0
20	ปทุมธานี1	24	65	126	62	77	86	155	0	9	20	11	10	0	0	318	0	75	12	27	142	102	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-19 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1314	164	42	0	63	68	27	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	12	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	107	1361	41	0	191	63	23	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	12	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	53	74	128	0	14	40	12	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	7	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	32	96	5	0	1751	0	0	0	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	52	99	17	0	0	1629	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	419	118	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	42	78	15	0	0	172	1595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1078	569	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	35	68	8	0	263	0	0	0	2450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	2612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	2	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	23	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13647	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	1619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15557

ตารางที่ ข-20 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันทำงานช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	3733	92	464	207	4	66	0	34	0	372	135	0	0	0	0	0	623	70	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	92	1114	189	602	222	0	0	1055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	440	184	11998	639	16	22	0	116	0	103	184	0	0	0	0	0	400	40	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	204	798	734	6368	237	0	0	376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	20	507	78	602	4158	0	0	836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	43	0	9	0	0	1093	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	182	34	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	28	885	111	247	380	0	0	5136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	502	0	129	0	0	25	0	0	0	4569	82	0	0	0	0	0	738	112	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	185	0	234	0	0	8	0	0	0	78	3123	31	0	0	0	0	181	21	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	1009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	438	0	300	0	0	193	0	0	0	434	127	0	0	0	0	0	48625	355	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-21 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	20995	5712	10435	2523	1912	3487	2621	2482	2413	4816	2283	2517	3915	2311	3888	908	2516	1313	923	1982	852	322	1688	2999
2	กรุงเทพกลาง2	7819	58634	12388	8737	5733	12175	6449	11274	6152	3272	1190	2466	3816	2746	7259	1712	6860	1606	1576	5221	1756	397	2360	3375
3	กรุงเทพใต้1	9538	8028	80172	9030	5868	6403	6546	6797	7588	7356	7138	8569	13635	9263	12316	2734	6523	2525	2436	6213	2360	780	5246	9464
4	กรุงเทพใต้2	3316	8067	13023	36174	7499	3358	3357	4614	4372	2488	1160	2474	3924	3322	6770	1455	2680	857	857	2709	937	239	1791	2849
5	กรุงเทพใต้3	3616	7046	10268	9336	57969	3633	3382	8830	7553	1814	1201	2132	3735	4295	22961	3906	3811	1050	996	4252	1111	105	1741	2981
6	กรุงเทพเหนือ1	4484	12453	8134	3901	2766	35424	8732	5909	4280	2717	861	1796	2719	1633	3847	1201	10130	2019	1444	6283	2018	328	2395	2663
7	กรุงเทพเหนือ2	3836	8102	9486	4161	3246	10041	45565	8256	6120	1955	781	1693	2611	1567	5133	1484	19615	1752	2068	22052	5814	333	2462	2635
8	กรุงเทพตะวันออก1	3756	12638	9039	5615	9560	8283	7917	56304	12972	1699	911	1634	2515	1905	11137	2591	5897	1179	1296	8245	1811	142	1568	2117
9	กรุงเทพตะวันออก2	2991	7015	8632	4715	7619	5004	6592	14007	59196	1538	784	1332	2268	1880	18352	6897	6165	1182	1132	12359	2006	54	1253	1585
10	กรุงธนเหนือ1	6501	3266	9081	2353	1491	2849	1911	1603	1507	20537	3117	5062	4142	1757	3299	756	4203	3722	1571	2473	1179	437	6727	5174
11	กรุงธนเหนือ2	2936	1111	8571	1045	889	846	709	790	758	2536	13512	3018	4621	2000	1987	473	1285	701	402	835	365	102	1871	2585
12	กรุงธนใต้1	3479	2615	11357	2680	2102	1927	1724	1638	1340	5520	3882	43824	12216	2533	4892	793	3648	2595	1909	2191	1274	475	10976	15465
13	กรุงธนใต้2	5293	4188	17215	4035	3519	2828	2576	2555	2282	4308	5647	12002	68074	8754	10096	1679	4691	2206	1865	2946	1477	335	6429	15617
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	14437	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10785	11700	28314	14416	30940	6935	6668	12943	17711	4290	3116	5284	11561	10700	142789	13673	8048	1981	1444	7704	1857	107	3096	4886
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	3112	6337	7716	2740	3132	10497	17404	5039	5359	4125	1336	3448	4411	2031	5523	1139	41826	4520	6217	10881	7665	1272	4236	4770
18	นนทบุรี2	1703	1588	2932	919	964	2022	1674	1058	1138	3566	708	2313	2118	754	1870	313	5566	15567	3819	2064	1256	684	3706	2871
19	นนทบุรี3	1111	1650	2885	1018	995	1711	2076	1268	1106	1956	452	1950	1851	641	1220	221	6022	4468	13953	3346	3166	1415	3542	2610
20	ปทุมธานี1	2281	5526	7536	3304	4438	6189	19209	7003	10925	2584	946	2220	2932	1824	7192	1466	10620	2053	3450	142549	13834	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2008	5403	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7063	1245	2773	14312	27097	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4723	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	82668	21498
24	สมุทรสาคร	3232	3384	9778	2863	2963	2640	2622	2103	1584	5196	2718	18043	18179	2729	4853	617	4791	2947	2593	2132	1593	1483	23257	100013

ตารางที่ ข-22 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12080	4477	7903	2458	1448	3127	858	800	235	3925	2336	1132	1616	0	603	0	1247	419	105	0	0	0	0	44
2	กรุงเทพกลาง2	4616	26128	6448	4810	3225	6845	1644	3306	514	1321	675	305	759	0	650	0	856	160	80	0	0	0	0	26
3	กรุงเทพใต้1	8293	7475	45084	9025	5638	4692	2045	2005	828	4821	6201	3171	5517	0	1466	0	1200	360	143	0	0	0	0	159
4	กรุงเทพใต้2	2667	4963	8120	15053	5237	1936	542	2023	382	820	900	346	1021	0	543	0	428	121	67	0	0	0	0	40
5	กรุงเทพใต้3	1518	3189	5465	5514	23505	802	256	4271	1269	282	330	162	622	0	3806	0	184	35	24	0	0	0	0	10
6	กรุงเทพเหนือ1	3995	8801	5214	1946	1238	21165	3646	3696	419	1173	346	182	472	0	473	0	6473	296	316	0	0	0	0	17
7	กรุงเทพเหนือ2	669	1558	1249	588	328	3189	10124	1587	273	194	126	53	130	0	125	0	1356	43	148	0	0	0	0	6
8	กรุงเทพตะวันออก1	888	3904	2411	2047	4175	2183	1252	18569	2225	212	156	59	289	0	638	0	844	25	82	0	0	0	0	4
9	กรุงเทพตะวันออก2	415	1014	1014	597	1318	523	198	3331	14736	59	53	33	106	0	1409	0	94	9	12	0	0	0	0	1
10	กรุงธนเหนือ1	4165	1670	4692	1244	491	1177	202	254	49	7857	1791	1827	895	0	102	0	1465	1578	249	0	0	0	0	360
11	กรุงธนเหนือ2	3073	826	7298	1164	460	351	132	181	46	1996	7864	2055	2822	0	91	0	199	120	22	0	0	0	0	266
12	กรุงธนใต้1	834	298	1519	295	154	143	33	43	17	1573	1371	11440	1526	0	52	0	211	257	63	0	0	0	0	1675
13	กรุงธนใต้2	1437	642	4016	1078	559	345	146	140	45	781	2086	1873	14938	0	188	0	199	148	31	0	0	0	0	159
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1105	1168	3611	1535	6898	384	268	1748	2793	167	192	111	538	0	20389	0	45	12	25	0	0	0	0	5
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1479	1257	1207	512	327	4021	1375	533	81	1485	161	282	166	0	43	0	21290	637	1235	0	0	0	0	45
18	นนทบุรี2	309	189	267	121	88	251	49	44	7	1453	76	319	78	0	13	0	349	2607	614	0	0	0	0	24
19	นนทบุรี3	71	136	98	48	34	145	91	42	5	248	17	53	24	0	3	0	1637	245	7595	0	0	0	0	3
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	36	19	49	15	13	8	6	5	1	163	88	1272	107	0	2	0	8	26	13	0	0	0	0	7378

ตารางที่ ข-23 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดปลายทาง / จุดต้นทาง		1 กรุงเทพกลาง1	2 กรุงเทพกลาง2	3 กรุงเทพใต้1	4 กรุงเทพใต้2	5 กรุงเทพใต้3	6 กรุงเทพเหนือ1	7 กรุงเทพเหนือ2	8 กรุงเทพตะวันออก1	9 กรุงเทพตะวันออก2	10 กรุงธนเหนือ1	11 กรุงธนเหนือ2	12 กรุงธนใต้1	13 กรุงธนใต้2	14 สมุทรปราการ1	15 สมุทรปราการ2	16 สมุทรปราการ3	17 นนทบุรี1	18 นนทบุรี2	19 นนทบุรี3	20 ปทุมธานี1	21 ปทุมธานี2	22 นครปฐม1	23 นครปฐม2	24 สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	939	784	1333	464	251	451	337	0	16	347	207	128	0	0	1019	0	245	65	105	294	80	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	895	5469	1841	1199	619	1984	946	0	43	347	162	177	0	0	1999	0	873	125	275	854	234	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1100	1704	11580	2012	1057	1480	1380	0	70	879	1209	609	0	0	5331	0	1036	343	585	1627	350	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	554	1520	2773	6510	1423	930	833	0	53	353	241	232	0	0	3889	0	555	135	265	847	210	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	171	409	608	727	2006	273	287	0	54	102	60	56	0	0	3904	0	248	51	99	502	119	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	531	2270	1532	875	488	6904	1547	0	35	530	171	142	0	0	1993	0	2304	183	362	1246	382	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	188	499	756	405	263	906	3311	0	26	90	47	42	0	0	1150	0	588	50	122	1528	329	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	6	14	21	14	32	11	15	0	0	5	3	4	0	0	121	0	13	3	7	29	6	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	401	399	899	322	155	546	157	0	13	836	240	96	0	0	697	0	527	97	146	238	96	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	283	228	1454	241	128	218	111	0	10	261	2108	304	0	0	608	0	205	59	84	165	41	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	77	107	331	113	54	78	40	0	6	66	196	719	0	0	334	0	93	40	62	72	24	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	161	154	549	436	1004	177	209	0	22	60	32	37	0	0	5226	0	136	20	32	266	80	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	117	363	437	192	205	926	464	0	21	207	66	76	0	0	1048	0	3390	306	632	574	217	0	0	0
18	นนทบุรี2	2	4	8	3	3	6	2	0	0	4	1	2	0	0	13	0	20	0	30	6	2	0	0	0
19	นนทบุรี3	38	120	160	87	79	161	93	0	10	69	25	49	0	0	275	0	595	503	1601	204	105	0	0	0
20	ปทุมธานี1	37	106	184	96	107	150	282	0	12	33	16	16	0	0	438	0	127	19	46	238	164	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-24 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1558	175	46	0	64	76	28	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	123	1675	50	0	210	83	31	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	16	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	58	80	148	0	15	44	12	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	38	116	6	0	2282	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	61	118	22	0	0	1925	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	436	121	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	44	85	15	0	0	199	1888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1184	628	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	34	69	7	0	286	0	0	0	2969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	3356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	6	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	61	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16019	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16691

ตารางที่ ข-25 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	3925	113	505	230	5	81	0	42	0	386	140	0	0	0	0	0	659	84	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	108	1315	222	702	261	0	0	1255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	480	212	12310	713	23	25	0	143	0	106	187	0	0	0	0	0	418	48	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	219	901	807	7042	306	0	0	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	22	534	89	681	4972	0	0	860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	58	0	12	0	0	1197	0	0	0	14	5	0	0	0	0	0	236	45	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	37	1089	145	317	442	0	0	6126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	511	0	131	0	0	29	0	0	0	4621	83	0	0	0	0	0	753	136	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	191	0	240	0	0	10	0	0	0	79	3115	43	0	0	0	0	188	25	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7062	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	495	0	331	0	0	238	0	0	0	478	139	0	0	0	0	0	51906	444	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-26 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	20070	5337	9832	2325	1726	3222	2460	2367	2388	4518	2101	2461	3736	2311	3858	908	2361	1281	929	2005	860	322	1688	3010
2	กรุงเทพกลาง2	7442	56895	11854	8330	5372	11751	6249	10797	6142	3222	1122	2469	3653	2746	7276	1712	6803	1621	1602	5261	1772	397	2360	3383
3	กรุงเทพใต้1	8948	7439	78234	8406	5292	6084	6117	6581	7495	7041	6727	8520	13250	9263	12291	2734	6470	2539	2516	6321	2410	780	5246	9480
4	กรุงเทพใต้2	3094	7663	12439	35286	7020	3213	3269	4464	4377	2432	1086	2469	3796	3322	6719	1455	2634	867	877	2726	952	239	1791	2855
5	กรุงเทพใต้3	3474	6861	9762	8842	56706	3613	3370	8444	7482	1785	1150	2106	3606	4295	22993	3906	3819	1058	1015	4256	1123	105	1741	2982
6	กรุงเทพเหนือ1	4088	11917	7610	3768	2608	34189	8440	5585	4273	2677	830	1806	2662	1633	3774	1201	9445	1982	1431	6326	2029	328	2395	2669
7	กรุงเทพเหนือ2	3731	7961	9269	4084	3194	9863	45069	8168	6100	1942	766	1695	2581	1567	5044	1484	19514	1751	2060	22101	5731	333	2462	2636
8	กรุงเทพตะวันออก1	3628	12332	8751	5427	9192	8125	7839	54889	12854	1670	891	1637	2455	1905	11058	2591	5754	1179	1281	8245	1811	142	1568	2119
9	กรุงเทพตะวันออก2	2916	6927	8414	4640	7475	4966	6585	13834	58180	1534	768	1328	2232	1880	18134	6897	6159	1184	1132	12358	2007	54	1253	1585
10	กรุงธนเหนือ1	6161	3087	8774	2243	1386	2762	1895	1566	1502	20237	3024	4971	4059	1757	3291	756	4115	3614	1570	2487	1188	437	6744	5166
11	กรุงธนเหนือ2	2645	1017	7987	940	808	808	692	769	753	2376	13075	2897	4457	2000	2007	473	1304	689	411	850	376	102	1871	2578
12	กรุงธนใต้1	3408	2577	11293	2657	2062	1934	1729	1636	1337	5437	3799	43223	12124	2533	4902	793	3673	2576	1908	2208	1280	475	10976	15429
13	กรุงธนใต้2	5167	4092	17003	3961	3419	2788	2543	2539	2274	4268	5533	11932	67224	8754	10098	1679	4697	2196	1861	2946	1477	335	6429	15690
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	16310	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10692	11663	28122	14363	30665	6866	6592	12689	17216	4284	3093	5278	11499	10700	143893	13673	8089	1988	1459	7738	1873	107	3096	4886
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	2955	6217	7699	2744	3069	10209	17454	4985	5353	4089	1371	3467	4435	2031	5615	1139	42118	4258	6066	10967	7694	1272	4236	4785
18	นนทบุรี2	1689	1572	2949	920	953	1968	1658	1059	1138	3485	711	2299	2108	754	1874	313	5526	15441	3777	2065	1257	684	3706	2872
19	นนทบุรี3	1113	1647	2925	1036	1005	1721	2075	1263	1106	1965	458	1957	1850	641	1281	221	5759	4504	13427	3393	3185	1415	3542	2610
20	ปทุมธานี1	2284	5538	7555	3313	4444	6207	19271	7003	10924	2590	951	2226	2932	1824	7224	1466	10646	2060	3465	142565	13865	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2009	5403	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7063	1245	2773	14317	27101	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4753	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	81147	21498
24	สมุทรสาคร	3231	3387	9779	2865	2963	2641	2623	2103	1584	5179	2725	18027	18515	2729	4853	617	4792	2944	2591	2132	1593	1483	23257	100158

ตารางที่ ข-27 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12745	4856	8541	2665	1634	3375	1022	893	260	4228	2525	1190	1795	0	645	0	1378	432	116	0	0	0	0	33
2	กรุงเทพกลาง2	4997	27638	7024	5178	3561	7334	1842	3539	517	1386	751	298	922	0	716	0	962	157	93	0	0	0	0	19
3	กรุงเทพใต้1	8910	8113	47804	9707	6287	5021	2492	2144	921	5170	6717	3255	5903	0	1513	0	1327	339	143	0	0	0	0	143
4	กรุงเทพใต้2	2895	5300	8721	15758	5678	2099	624	2029	376	871	992	354	1149	0	530	0	494	118	80	0	0	0	0	34
5	กรุงเทพใต้3	1654	3309	5996	5851	24693	840	268	4609	1327	313	388	191	750	0	3816	0	200	32	24	0	0	0	0	9
6	กรุงเทพเหนือ1	4391	9422	5786	2107	1406	22203	3925	4019	425	1227	379	175	530	0	551	0	7219	339	371	0	0	0	0	12
7	กรุงเทพเหนือ2	778	1705	1470	666	376	3362	10371	1674	291	212	145	51	160	0	181	0	1513	51	171	0	0	0	0	4
8	กรุงเทพตะวันออก1	997	3996	2621	2120	4520	2341	1330	19427	2344	240	176	56	349	0	717	0	987	25	98	0	0	0	0	3
9	กรุงเทพตะวันออก2	491	1100	1234	673	1437	562	204	3504	15343	64	69	36	142	0	1645	0	100	7	13	0	0	0	0	1
10	กรุงธนเหนือ1	4511	1861	5043	1352	599	1273	222	291	53	8229	1890	1918	978	0	113	0	1567	1652	267	0	0	0	0	367
11	กรุงธนเหนือ2	3375	926	8018	1293	552	386	153	202	51	2166	8392	2170	2989	0	103	0	196	126	24	0	0	0	0	278
12	กรุงธนใต้1	910	334	1615	324	198	141	32	45	19	1660	1440	11665	1618	0	59	0	196	274	65	0	0	0	0	1711
13	กรุงธนใต้2	1563	738	4228	1152	660	385	179	155	53	821	2201	1944	15326	0	185	0	192	158	36	0	0	0	0	159
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1216	1244	3888	1636	7218	478	364	2002	3288	181	224	126	600	0	21370	0	42	11	23	0	0	0	0	5
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1637	1420	1290	535	410	4332	1377	587	88	1565	145	271	143	0	44	0	23399	816	1472	0	0	0	0	30
18	นนทบุรี2	324	206	251	120	101	306	67	42	6	1534	73	333	88	0	12	0	394	2734	663	0	0	0	0	23
19	นนทบุรี3	80	162	104	51	39	163	106	47	6	256	18	49	25	0	3	0	2004	240	8329	0	0	0	0	4
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	37	16	48	13	14	7	6	4	1	179	85	1289	96	0	1	0	7	29	14	0	0	0	0	7543

ตารางที่ ข-28 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	912	741	1253	434	238	428	335	0	16	345	193	125	0	0	1007	0	226	61	88	283	73	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	857	5231	1735	1140	589	1901	942	0	44	332	155	182	0	0	1915	0	824	113	237	819	218	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1032	1596	11208	1872	966	1450	1360	0	70	844	1102	575	0	0	5309	0	965	336	505	1530	302	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	526	1469	2638	6350	1346	912	839	0	53	358	223	230	0	0	3953	0	534	129	231	830	195	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	160	380	539	665	1933	255	287	0	53	100	53	52	0	0	3862	0	224	45	80	498	107	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	503	2167	1471	847	479	6752	1544	0	36	510	163	140	0	0	1988	0	2142	170	320	1206	366	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	186	485	751	405	267	889	3248	0	28	85	43	41	0	0	1182	0	531	44	106	1429	329	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	6	13	20	13	30	10	16	0	0	5	3	4	0	0	104	0	13	3	6	31	5	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	396	388	855	323	153	524	152	0	14	862	233	95	0	0	695	0	507	94	131	224	87	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	262	222	1316	217	117	214	108	0	10	250	2081	290	0	0	576	0	187	58	74	150	30	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	71	108	298	106	51	73	37	0	6	63	185	664	0	0	317	0	83	41	61	55	18	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	143	115	464	389	959	152	189	0	21	51	23	28	0	0	5557	0	98	14	20	232	64	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	102	320	385	164	185	824	412	0	20	184	55	69	0	0	954	0	3279	274	547	488	188	0	0	0
18	นนทบุรี2	1	3	6	3	2	4	2	0	0	3	1	2	0	0	10	0	15	0	23	4	1	0	0	0
19	นนทบุรี3	28	97	113	67	63	132	79	0	10	53	18	45	0	0	214	0	491	472	1392	156	86	0	0	0
20	ปทุมธานี1	34	94	165	87	102	133	220	0	13	26	11	10	0	0	407	0	100	13	31	232	135	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-29 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1884	194	53	0	73	86	28	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	11	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	138	1950	58	0	228	100	37	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	17	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	66	90	190	0	16	51	13	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	5	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	43	128	7	0	2737	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	68	136	27	0	0	2332	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	433	126	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	42	92	15	0	0	220	2201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1235	710	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	33	73	7	0	313	0	0	0	3378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	448	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	3819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	4	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	57	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17541	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1318	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16380

ตารางที่ ข-30 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางวัน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	3886	134	543	250	9	113	0	63	0	382	147	0	0	0	0	0	702	106	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	128	1506	279	800	298	0	0	1499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	512	262	11857	796	39	38	0	219	0	107	189	0	0	0	0	0	414	61	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	241	1019	925	7386	420	0	0	592	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	33	615	133	900	4664	0	0	908	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	79	0	20	0	0	1137	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0	338	52	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	56	1303	223	432	463	0	0	6682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	510	0	133	0	0	43	0	0	0	4417	84	0	0	0	0	0	760	173	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	201	0	241	0	0	15	0	0	0	79	2988	64	0	0	0	0	190	32	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4648	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	509	0	318	0	0	317	0	0	0	458	129	0	0	0	0	0	49616	559	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-31 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	20995	5712	10435	2523	1912	3487	2621	2482	2413	4816	2283	2517	3915	2311	3888	908	2516	1313	923	1982	852	322	1688	2999
2	กรุงเทพกลาง2	7819	58634	12388	8737	5733	12175	6449	11274	6152	3272	1190	2466	3816	2746	7259	1712	6860	1606	1576	5221	1756	397	2360	3375
3	กรุงเทพใต้1	9538	8028	80172	9030	5868	6403	6546	6797	7588	7356	7138	8569	13635	9263	12316	2734	6523	2525	2436	6213	2360	780	5246	9464
4	กรุงเทพใต้2	3316	8067	13023	36174	7499	3358	3357	4614	4372	2488	1160	2474	3924	3322	6770	1455	2680	857	857	2709	937	239	1791	2849
5	กรุงเทพใต้3	3616	7046	10268	9336	57969	3633	3382	8830	7553	1814	1201	2132	3735	4295	22961	3906	3811	1050	996	4252	1111	105	1741	2981
6	กรุงเทพเหนือ1	4484	12453	8134	3901	2766	35424	8732	5909	4280	2717	861	1796	2719	1633	3847	1201	10130	2019	1444	6283	2018	328	2395	2663
7	กรุงเทพเหนือ2	3836	8102	9486	4161	3246	10041	45565	8256	6120	1955	781	1693	2611	1567	5133	1484	19615	1752	2068	22052	5814	333	2462	2635
8	กรุงเทพตะวันออก1	3756	12638	9039	5615	9560	8283	7917	56304	12972	1699	911	1634	2515	1905	11137	2591	5897	1179	1296	8245	1811	142	1568	2117
9	กรุงเทพตะวันออก2	2991	7015	8632	4715	7619	5004	6592	14007	59196	1538	784	1332	2268	1880	18352	6897	6165	1182	1132	12359	2006	54	1253	1585
10	กรุงธนเหนือ1	6501	3266	9081	2353	1491	2849	1911	1603	1507	20537	3117	5062	4142	1757	3299	756	4203	3722	1571	2473	1179	437	6727	5174
11	กรุงธนเหนือ2	2936	1111	8571	1045	889	846	709	790	758	2536	13512	3018	4621	2000	1987	473	1285	701	402	835	365	102	1871	2585
12	กรุงธนใต้1	3479	2615	11357	2680	2102	1927	1724	1638	1340	5520	3882	43824	12216	2533	4892	793	3648	2595	1909	2191	1274	475	10976	15465
13	กรุงธนใต้2	5293	4188	17215	4035	3519	2828	2576	2555	2282	4308	5647	12002	68074	8754	10096	1679	4691	2206	1865	2946	1477	335	6429	15617
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	14437	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10785	11700	28314	14416	30940	6935	6668	12943	17711	4290	3116	5284	11561	10700	142789	13673	8048	1981	1444	7704	1857	107	3096	4886
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	3112	6337	7716	2740	3132	10497	17404	5039	5359	4125	1336	3448	4411	2031	5523	1139	41826	4520	6217	10881	7665	1272	4236	4770
18	นนทบุรี2	1703	1588	2932	919	964	2022	1674	1058	1138	3566	708	2313	2118	754	1870	313	5566	15567	3819	2064	1256	684	3706	2871
19	นนทบุรี3	1111	1650	2885	1018	995	1711	2076	1268	1106	1956	452	1950	1851	641	1220	221	6022	4468	13953	3346	3166	1415	3542	2610
20	ปทุมธานี1	2281	5526	7536	3304	4438	6189	19209	7003	10925	2584	946	2220	2932	1824	7192	1466	10620	2053	3450	142549	13834	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2008	5403	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7063	1245	2773	14312	27097	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4723	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	82668	21498
24	สมุทรสาคร	3232	3384	9778	2863	2963	2640	2622	2103	1584	5196	2718	18043	18179	2729	4853	617	4791	2947	2593	2132	1593	1483	23257	100013

ตารางที่ ข-32 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12080	4477	7903	2458	1448	3127	858	800	235	3925	2336	1132	1616	0	603	0	1247	419	105	0	0	0	0	44
2	กรุงเทพกลาง2	4616	26128	6448	4810	3225	6845	1644	3306	514	1321	675	305	759	0	650	0	856	160	80	0	0	0	0	26
3	กรุงเทพใต้1	8293	7475	45084	9025	5638	4692	2045	2005	828	4821	6201	3171	5517	0	1466	0	1200	360	143	0	0	0	0	159
4	กรุงเทพใต้2	2667	4963	8120	15053	5237	1936	542	2023	382	820	900	346	1021	0	543	0	428	121	67	0	0	0	0	40
5	กรุงเทพใต้3	1518	3189	5465	5514	23505	802	256	4271	1269	282	330	162	622	0	3806	0	184	35	24	0	0	0	0	10
6	กรุงเทพเหนือ1	3995	8801	5214	1946	1238	21165	3646	3696	419	1173	346	182	472	0	473	0	6473	296	316	0	0	0	0	17
7	กรุงเทพเหนือ2	669	1558	1249	588	328	3189	10124	1587	273	194	126	53	130	0	125	0	1356	43	148	0	0	0	0	6
8	กรุงเทพตะวันออก1	888	3904	2411	2047	4175	2183	1252	18569	2225	212	156	59	289	0	638	0	844	25	82	0	0	0	0	4
9	กรุงเทพตะวันออก2	415	1014	1014	597	1318	523	198	3331	14736	59	53	33	106	0	1409	0	94	9	12	0	0	0	0	1
10	กรุงธนเหนือ1	4165	1670	4692	1244	491	1177	202	254	49	7857	1791	1827	895	0	102	0	1465	1578	249	0	0	0	0	360
11	กรุงธนเหนือ2	3073	826	7298	1164	460	351	132	181	46	1996	7864	2055	2822	0	91	0	199	120	22	0	0	0	0	266
12	กรุงธนใต้1	834	298	1519	295	154	143	33	43	17	1573	1371	11440	1526	0	52	0	211	257	63	0	0	0	0	1675
13	กรุงธนใต้2	1437	642	4016	1078	559	345	146	140	45	781	2086	1873	14938	0	188	0	199	148	31	0	0	0	0	159
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1105	1168	3611	1535	6898	384	268	1748	2793	167	192	111	538	0	20389	0	45	12	25	0	0	0	0	5
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1479	1257	1207	512	327	4021	1375	533	81	1485	161	282	166	0	43	0	21290	637	1235	0	0	0	0	45
18	นนทบุรี2	309	189	267	121	88	251	49	44	7	1453	76	319	78	0	13	0	349	2607	614	0	0	0	0	24
19	นนทบุรี3	71	136	98	48	34	145	91	42	5	248	17	53	24	0	3	0	1637	245	7595	0	0	0	0	3
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	36	19	49	15	13	8	6	5	1	163	88	1272	107	0	2	0	8	26	13	0	0	0	0	7378

ตารางที่ ข-33 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	939	784	1333	464	251	451	337	0	16	347	207	128	0	0	1019	0	245	65	105	294	80	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	895	5469	1841	1199	619	1984	946	0	43	347	162	177	0	0	1999	0	873	125	275	854	234	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1100	1704	11580	2012	1057	1480	1380	0	70	879	1209	609	0	0	5331	0	1036	343	585	1627	350	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	554	1520	2773	6510	1423	930	833	0	53	353	241	232	0	0	3889	0	555	135	265	847	210	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	171	409	608	727	2006	273	287	0	54	102	60	56	0	0	3904	0	248	51	99	502	119	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	531	2270	1532	875	488	6904	1547	0	35	530	171	142	0	0	1993	0	2304	183	362	1246	382	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	188	499	756	405	263	906	3311	0	26	90	47	42	0	0	1150	0	588	50	122	1528	329	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	6	14	21	14	32	11	15	0	0	5	3	4	0	0	121	0	13	3	7	29	6	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	401	399	899	322	155	546	157	0	13	836	240	96	0	0	697	0	527	97	146	238	96	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	283	228	1454	241	128	218	111	0	10	261	2108	304	0	0	608	0	205	59	84	165	41	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	77	107	331	113	54	78	40	0	6	66	196	719	0	0	334	0	93	40	62	72	24	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	161	154	549	436	1004	177	209	0	22	60	32	37	0	0	5226	0	136	20	32	266	80	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	117	363	437	192	205	926	464	0	21	207	66	76	0	0	1048	0	3390	306	632	574	217	0	0	0
18	นนทบุรี2	2	4	8	3	3	6	2	0	0	4	1	2	0	0	13	0	20	0	30	6	2	0	0	0
19	นนทบุรี3	38	120	160	87	79	161	93	0	10	69	25	49	0	0	275	0	595	503	1601	204	105	0	0	0
20	ปทุมธานี1	37	106	184	96	107	150	282	0	12	33	16	16	0	0	438	0	127	19	46	238	164	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-34 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดปลายทาง / จุดต้นทาง		1 กรุงเทพกลาง1	2 กรุงเทพกลาง2	3 กรุงเทพใต้1	4 กรุงเทพใต้2	5 กรุงเทพใต้3	6 กรุงเทพเหนือ1	7 กรุงเทพเหนือ2	8 กรุงเทพตะวันออก1	9 กรุงเทพตะวันออก2	10 กรุงธนเหนือ1	11 กรุงธนเหนือ2	12 กรุงธนใต้1	13 กรุงธนใต้2	14 สมุทรปราการ1	15 สมุทรปราการ2	16 สมุทรปราการ3	17 นนทบุรี1	18 นนทบุรี2	19 นนทบุรี3	20 ปทุมธานี1	21 ปทุมธานี2	22 นครปฐม1	23 นครปฐม2	24 สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1558	175	46	0	64	76	28	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	123	1675	50	0	210	83	31	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	16	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	58	80	148	0	15	44	12	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	38	116	6	0	2282	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	61	118	22	0	0	1925	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	436	121	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	44	85	15	0	0	199	1888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1184	628	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	34	69	7	0	286	0	0	0	2969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	3356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	6	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	61	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16019	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16691

ตารางที่ ข-35 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันหยุดช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	3925	113	505	230	5	81	0	42	0	386	140	0	0	0	0	0	659	84	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	108	1315	222	702	261	0	0	1255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	480	212	12310	713	23	25	0	143	0	106	187	0	0	0	0	0	418	48	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	219	901	807	7042	306	0	0	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	22	534	89	681	4972	0	0	860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	58	0	12	0	0	1197	0	0	0	14	5	0	0	0	0	0	236	45	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	37	1089	145	317	442	0	0	6126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	511	0	131	0	0	29	0	0	0	4621	83	0	0	0	0	0	753	136	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	191	0	240	0	0	10	0	0	0	79	3115	43	0	0	0	0	188	25	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7062	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	495	0	331	0	0	238	0	0	0	478	139	0	0	0	0	0	51906	444	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-36 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	20995	5712	10435	2523	1912	3487	2621	2482	2413	4816	2283	2517	3915	2311	3888	908	2516	1313	923	1982	852	322	1688	2999
2	กรุงเทพกลาง2	7819	58634	12388	8737	5733	12175	6449	11274	6152	3272	1190	2466	3816	2746	7259	1712	6860	1606	1576	5221	1756	397	2360	3375
3	กรุงเทพใต้1	9538	8028	80172	9030	5868	6403	6546	6797	7588	7356	7138	8569	13635	9263	12316	2734	6523	2525	2436	6213	2360	780	5246	9464
4	กรุงเทพใต้2	3316	8067	13023	36174	7499	3358	3357	4614	4372	2488	1160	2474	3924	3322	6770	1455	2680	857	857	2709	937	239	1791	2849
5	กรุงเทพใต้3	3616	7046	10268	9336	57969	3633	3382	8830	7553	1814	1201	2132	3735	4295	22961	3906	3811	1050	996	4252	1111	105	1741	2981
6	กรุงเทพเหนือ1	4484	12453	8134	3901	2766	35424	8732	5909	4280	2717	861	1796	2719	1633	3847	1201	10130	2019	1444	6283	2018	328	2395	2663
7	กรุงเทพเหนือ2	3836	8102	9486	4161	3246	10041	45565	8256	6120	1955	781	1693	2611	1567	5133	1484	19615	1752	2068	22052	5814	333	2462	2635
8	กรุงเทพตะวันออก1	3756	12638	9039	5615	9560	8283	7917	56304	12972	1699	911	1634	2515	1905	11137	2591	5897	1179	1296	8245	1811	142	1568	2117
9	กรุงเทพตะวันออก2	2991	7015	8632	4715	7619	5004	6592	14007	59196	1538	784	1332	2268	1880	18352	6897	6165	1182	1132	12359	2006	54	1253	1585
10	กรุงธนเหนือ1	6501	3266	9081	2353	1491	2849	1911	1603	1507	20537	3117	5062	4142	1757	3299	756	4203	3722	1571	2473	1179	437	6727	5174
11	กรุงธนเหนือ2	2936	1111	8571	1045	889	846	709	790	758	2536	13512	3018	4621	2000	1987	473	1285	701	402	835	365	102	1871	2585
12	กรุงธนใต้1	3479	2615	11357	2680	2102	1927	1724	1638	1340	5520	3882	43824	12216	2533	4892	793	3648	2595	1909	2191	1274	475	10976	15465
13	กรุงธนใต้2	5293	4188	17215	4035	3519	2828	2576	2555	2282	4308	5647	12002	68074	8754	10096	1679	4691	2206	1865	2946	1477	335	6429	15617
14	สมุทรปราการ1	4286	3588	14245	4643	4649	2080	1726	2079	1853	2013	2603	2802	10356	14437	8623	1111	2722	836	647	1863	695	79	1914	2848
15	สมุทรปราการ2	10785	11700	28314	14416	30940	6935	6668	12943	17711	4290	3116	5284	11561	10700	142789	13673	8048	1981	1444	7704	1857	107	3096	4886
16	สมุทรปราการ3	918	1624	2679	1391	3744	1157	1449	2344	6481	741	453	786	1659	1045	12007	23179	1134	313	221	1453	262	23	347	616
17	นนทบุรี1	3112	6337	7716	2740	3132	10497	17404	5039	5359	4125	1336	3448	4411	2031	5523	1139	41826	4520	6217	10881	7665	1272	4236	4770
18	นนทบุรี2	1703	1588	2932	919	964	2022	1674	1058	1138	3566	708	2313	2118	754	1870	313	5566	15567	3819	2064	1256	684	3706	2871
19	นนทบุรี3	1111	1650	2885	1018	995	1711	2076	1268	1106	1956	452	1950	1851	641	1220	221	6022	4468	13953	3346	3166	1415	3542	2610
20	ปทุมธานี1	2281	5526	7536	3304	4438	6189	19209	7003	10925	2584	946	2220	2932	1824	7192	1466	10620	2053	3450	142549	13834	673	1798	2135
21	ปทุมธานี2	948	1860	2670	1092	1185	2008	5403	1608	1903	1173	380	1248	1460	663	1838	263	7063	1245	2773	14312	27097	884	1510	1595
22	นครปฐม1	322	397	780	239	105	328	333	142	54	436	102	471	335	79	107	23	1268	686	1428	671	942	6759	11154	1486
23	นครปฐม2	1594	2231	5019	1748	1727	2167	2421	1552	1243	4723	1219	8298	5966	1881	3089	347	4178	3445	3140	1793	1508	10266	82668	21498
24	สมุทรสาคร	3232	3384	9778	2863	2963	2640	2622	2103	1584	5196	2718	18043	18179	2729	4853	617	4791	2947	2593	2132	1593	1483	23257	100013

ตารางที่ ข-37 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถโดยสารประจำทาง ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	12080	4477	7903	2458	1448	3127	858	800	235	3925	2336	1132	1616	0	603	0	1247	419	105	0	0	0	0	44
2	กรุงเทพกลาง2	4616	26128	6448	4810	3225	6845	1644	3306	514	1321	675	305	759	0	650	0	856	160	80	0	0	0	0	26
3	กรุงเทพใต้1	8293	7475	45084	9025	5638	4692	2045	2005	828	4821	6201	3171	5517	0	1466	0	1200	360	143	0	0	0	0	159
4	กรุงเทพใต้2	2667	4963	8120	15053	5237	1936	542	2023	382	820	900	346	1021	0	543	0	428	121	67	0	0	0	0	40
5	กรุงเทพใต้3	1518	3189	5465	5514	23505	802	256	4271	1269	282	330	162	622	0	3806	0	184	35	24	0	0	0	0	10
6	กรุงเทพเหนือ1	3995	8801	5214	1946	1238	21165	3646	3696	419	1173	346	182	472	0	473	0	6473	296	316	0	0	0	0	17
7	กรุงเทพเหนือ2	669	1558	1249	588	328	3189	10124	1587	273	194	126	53	130	0	125	0	1356	43	148	0	0	0	0	6
8	กรุงเทพตะวันออก1	888	3904	2411	2047	4175	2183	1252	18569	2225	212	156	59	289	0	638	0	844	25	82	0	0	0	0	4
9	กรุงเทพตะวันออก2	415	1014	1014	597	1318	523	198	3331	14736	59	53	33	106	0	1409	0	94	9	12	0	0	0	0	1
10	กรุงธนเหนือ1	4165	1670	4692	1244	491	1177	202	254	49	7857	1791	1827	895	0	102	0	1465	1578	249	0	0	0	0	360
11	กรุงธนเหนือ2	3073	826	7298	1164	460	351	132	181	46	1996	7864	2055	2822	0	91	0	199	120	22	0	0	0	0	266
12	กรุงธนใต้1	834	298	1519	295	154	143	33	43	17	1573	1371	11440	1526	0	52	0	211	257	63	0	0	0	0	1675
13	กรุงธนใต้2	1437	642	4016	1078	559	345	146	140	45	781	2086	1873	14938	0	188	0	199	148	31	0	0	0	0	159
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	1105	1168	3611	1535	6898	384	268	1748	2793	167	192	111	538	0	20389	0	45	12	25	0	0	0	0	5
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	1479	1257	1207	512	327	4021	1375	533	81	1485	161	282	166	0	43	0	21290	637	1235	0	0	0	0	45
18	นนทบุรี2	309	189	267	121	88	251	49	44	7	1453	76	319	78	0	13	0	349	2607	614	0	0	0	0	24
19	นนทบุรี3	71	136	98	48	34	145	91	42	5	248	17	53	24	0	3	0	1637	245	7595	0	0	0	0	3
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	36	19	49	15	13	8	6	5	1	163	88	1272	107	0	2	0	8	26	13	0	0	0	0	7378

ตารางที่ ข-38 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	939	784	1333	464	251	451	337	0	16	347	207	128	0	0	1019	0	245	65	105	294	80	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	895	5469	1841	1199	619	1984	946	0	43	347	162	177	0	0	1999	0	873	125	275	854	234	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	1100	1704	11580	2012	1057	1480	1380	0	70	879	1209	609	0	0	5331	0	1036	343	585	1627	350	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	554	1520	2773	6510	1423	930	833	0	53	353	241	232	0	0	3889	0	555	135	265	847	210	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	171	409	608	727	2006	273	287	0	54	102	60	56	0	0	3904	0	248	51	99	502	119	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	531	2270	1532	875	488	6904	1547	0	35	530	171	142	0	0	1993	0	2304	183	362	1246	382	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	188	499	756	405	263	906	3311	0	26	90	47	42	0	0	1150	0	588	50	122	1528	329	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	6	14	21	14	32	11	15	0	0	5	3	4	0	0	121	0	13	3	7	29	6	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	401	399	899	322	155	546	157	0	13	836	240	96	0	0	697	0	527	97	146	238	96	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	283	228	1454	241	128	218	111	0	10	261	2108	304	0	0	608	0	205	59	84	165	41	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	77	107	331	113	54	78	40	0	6	66	196	719	0	0	334	0	93	40	62	72	24	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	161	154	549	436	1004	177	209	0	22	60	32	37	0	0	5226	0	136	20	32	266	80	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	117	363	437	192	205	926	464	0	21	207	66	76	0	0	1048	0	3390	306	632	574	217	0	0	0
18	นนทบุรี2	2	4	8	3	3	6	2	0	0	4	1	2	0	0	13	0	20	0	30	6	2	0	0	0
19	นนทบุรี3	38	120	160	87	79	161	93	0	10	69	25	49	0	0	275	0	595	503	1601	204	105	0	0	0
20	ปทุมธานี1	37	106	184	96	107	150	282	0	12	33	16	16	0	0	438	0	127	19	46	238	164	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข-39 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้รถไฟชานเมือง ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	1558	175	46	0	64	76	28	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	123	1675	50	0	210	83	31	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	16	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	58	80	148	0	15	44	12	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	7	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	38	116	6	0	2282	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	61	118	22	0	0	1925	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	436	121	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	44	85	15	0	0	199	1888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1184	628	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	34	69	7	0	286	0	0	0	2969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247	0
11	กรุงธนเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	3356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	6	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	61	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16019	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16691

ตารางที่ ข-40 ตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของผู้ใช้เรือโดยสาร ในวันหยุดช่วงเวลานอกเร่งด่วนกลางคืน

จุดต้นทาง \ จุดปลายทาง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		กรุงเทพกลาง1	กรุงเทพกลาง2	กรุงเทพใต้1	กรุงเทพใต้2	กรุงเทพใต้3	กรุงเทพเหนือ1	กรุงเทพเหนือ2	กรุงเทพตะวันออก1	กรุงเทพตะวันออก2	กรุงธนเหนือ1	กรุงธนเหนือ2	กรุงธนใต้1	กรุงธนใต้2	สมุทรปราการ1	สมุทรปราการ2	สมุทรปราการ3	นนทบุรี1	นนทบุรี2	นนทบุรี3	ปทุมธานี1	ปทุมธานี2	นครปฐม1	นครปฐม2	สมุทรสาคร
1	กรุงเทพกลาง1	3925	113	505	230	5	81	0	42	0	386	140	0	0	0	0	0	659	84	0	0	0	0	0	0
2	กรุงเทพกลาง2	108	1315	222	702	261	0	0	1255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	กรุงเทพใต้1	480	212	12310	713	23	25	0	143	0	106	187	0	0	0	0	0	418	48	0	0	0	0	0	0
4	กรุงเทพใต้2	219	901	807	7042	306	0	0	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	กรุงเทพใต้3	22	534	89	681	4972	0	0	860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	กรุงเทพเหนือ1	58	0	12	0	0	1197	0	0	0	14	5	0	0	0	0	0	236	45	0	0	0	0	0	0
7	กรุงเทพเหนือ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	กรุงเทพตะวันออก1	37	1089	145	317	442	0	0	6126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	กรุงเทพตะวันออก2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	กรุงธนเหนือ1	511	0	131	0	0	29	0	0	0	4621	83	0	0	0	0	0	753	136	0	0	0	0	0	0
11	กรุงธนเหนือ2	191	0	240	0	0	10	0	0	0	79	3115	43	0	0	0	0	188	25	0	0	0	0	0	0
12	กรุงธนใต้1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	กรุงธนใต้2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	สมุทรปราการ1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	สมุทรปราการ2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7062	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	สมุทรปราการ3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	นนทบุรี1	495	0	331	0	0	238	0	0	0	478	139	0	0	0	0	0	51906	444	0	0	0	0	0	0
18	นนทบุรี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	นนทบุรี3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ปทุมธานี1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	ปทุมธานี2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	นครปฐม1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	นครปฐม2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	สมุทรสาคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง ของวันทำงาน ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ด้วยโปรแกรม R-Studio

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
###### คัดกรองข้อมูลที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์โทรศัพท์ของโครงการ Big Data Analytics #######

# นำเข้าข้อมูลดั้งต้นที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของวันทำงานช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า
WD_MP <- read_csv("data/WD_MP(Jul31).csv")


# เปลี่ยนค่าของตัวแปร Choice = yes เป็น 1 และ Choice = no เป็น 0 เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับข้อมูล
# และให้สอดคล้องกับการกำหนดค่าของตัวแปรที่เอาไปใช้ในฟังก์ชัน mlogit.data เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองนสเต็ดโลจิตต่อไปงเนสเต็ดโลจิตต่อไป
WD_MP$Choice <- ifelse(WD_MP$Choice == "yes",1,0)


# คัดกรองข้อมูลที่เป็น NA หรือข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออกจากชุดข้อมูล เช่น ข้อมูลบางตัวอย่างไม่มีการบันทึกพิกัดแขวง/อำเภอของจุดหมายปลายทาง
# ทำให้ข้อมูลตัวอย่างไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ในแบบจำลองได้
WD_MP <- na.omit(WD_MP)


# TR คือรูปแบบการเดินทางมีระยะทางในการเดินทางมากกว่า 75 กิโลเมตร
# นำรูปแบบการเดินทางที่อาจเป็นของผู้ประกอบอาชีพด้านการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า (TR) ออกจากชุดข้อมูล
WD_MP <- WD_MP[WD_MP$Travel_Mode != "TR",]


# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 40,000 เมตร (40 กม.) สำหรับผู้ที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
WD_MP$check1 <- ifelse(WD_MP$Actual_dist > 40000 & WD_MP$Travel_Mode == "RRT" & WD_MP$Choice == 1,10,0)
WD_MP <- WD_MP[WD_MP$check1 == 0,]
WD_MP$check1 <- NULL


# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 50,000 เมตร (50 กม.) สำหรับผู้ที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
WD_MP$check2 <- ifelse(WD_MP$Actual_dist > 50000 & WD_MP$Travel_Mode == "BUS" & WD_MP$Choice == 1,10,0)
WD_MP <- WD_MP[WD_MP$check2 == 0,]
WD_MP$check2 <- NULL

# เนื่องจากระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นเที่ยวการเดินทางรวมไม่ได้แยกระยะทาง
# และระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก

# ผู้วิจัยจึงต้องเอาระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก
# จากระบบ Google API ลบกับระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางรวมจากเที่ยวการเดินทางจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่
# เพื่อให้สามารถพิจารณาตัวแปรด้านระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักได้
# และกำหนดขอบเขตล่างของระยะทางเท่ากับ 250 เมตร และระยะเวลาเท่ากับ 1 นาที
WD_MP$Distance <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Actual_dist-WD_MP$Access_Distance > 250
                         ,WD_MP$Actual_dist-WD_MP$Access_Distance,WD_MP$Distance)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Actual_time-WD_MP$Access_Time > 1
                            ,WD_MP$Actual_time-WD_MP$Access_Time,WD_MP$Travel_Time)
```

รูปที่ ค-1 การคัดกรองข้อมูลที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์โทรศัพท์ของโครงการ Big Data Analytics

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
# ปรับแก้ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API โดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์คงที่
# เพื่อให้ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API เท่ากับค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการเดินทาง
# จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง
Travel_Time_PC1 <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Travel_Mode == "PC",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_PC1,na.rm = T)
Travel_Time_PC0 <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                          & WD_MP$Travel_Mode == "PC",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_PC0,na.rm = T)
ProportionPC10 <- mean(Travel_Time_PC1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_PC0,na.rm = T)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                            & WD_MP$Travel_Mode == "PC",WD_MP$Travel_Time*
                              mean(Travel_Time_PC1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_PC0,na.rm = T)
                            ,WD_MP$Travel_Time)

Travel_Time_RRT1 <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Travel_Mode == "RRT",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_RRT1,na.rm = T)
Travel_Time_RRT0 <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                           & WD_MP$Travel_Mode == "RRT",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_RRT0,na.rm = T)
ProportionRRT10 <- mean(Travel_Time_RRT1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_RRT0,na.rm = T)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999 &
                              WD_MP$Travel_Mode == "RRT",WD_MP$Travel_Time*
                              mean(Travel_Time_RRT1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_RRT0,na.rm = T)
                            ,WD_MP$Travel_Time)

Travel_Time_BUS1 <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Travel_Mode == "BUS",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_BUS1,na.rm = T)
Travel_Time_BUS0 <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                           & WD_MP$Travel_Mode == "BUS",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_BUS0,na.rm = T)
ProportionBUS10 <- mean(Travel_Time_BUS1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_BUS0,na.rm = T)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                            & WD_MP$Travel_Mode == "BUS",WD_MP$Travel_Time*
                              mean(Travel_Time_BUS1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_BUS0,na.rm = T)
                            ,WD_MP$Travel_Time)

Travel_Time_SRT1 <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Travel_Mode == "SRT",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_SRT1,na.rm = T)
Travel_Time_SRT0 <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                           & WD_MP$Travel_Mode == "SRT",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_SRT0,na.rm = T)
ProportionSRT10 <- mean(Travel_Time_SRT1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_SRT0,na.rm = T)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                            & WD_MP$Travel_Mode == "SRT",WD_MP$Travel_Time*
                              mean(Travel_Time_SRT1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_SRT0,na.rm = T)
                            ,WD_MP$Travel_Time)

Travel_Time_VES1 <- ifelse(WD_MP$Choice == 1 & WD_MP$Travel_Mode == "VES",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_VES1,na.rm = T)
Travel_Time_VES0 <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                           & WD_MP$Travel_Mode == "VES",WD_MP$Travel_Time,NA)
mean(Travel_Time_VES0,na.rm = T)
ProportionVES10 <- mean(Travel_Time_VES1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_VES0,na.rm = T)
WD_MP$Travel_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Travel_Time != 999999
                            & WD_MP$Travel_Mode == "VES",WD_MP$Travel_Time*
                              mean(Travel_Time_VES1,na.rm = T)/mean(Travel_Time_VES0,na.rm = T)
                            ,WD_MP$Travel_Time)

# เพิ่มระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถโดยสารประจำทาง 10 นาทีต่อการต่อสายรถโดยสารประจำทาง 1 ครั้ง
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance <= 16, WD_MP$Access_Time + 10, WD_MP$Access_Time)
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance > 16 & WD_MP$Distance <= 32 , WD_MP$Access_Time + 20
                            , WD_MP$Access_Time)
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance > 32 & WD_MP$Distance <= 48 , WD_MP$Access_Time + 30
                            , WD_MP$Access_Time)
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance > 48 & WD_MP$Distance <= 64 , WD_MP$Access_Time + 40
                            , WD_MP$Access_Time)
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance > 64 & WD_MP$Distance <= 80 , WD_MP$Access_Time + 50
                            , WD_MP$Access_Time)
WD_MP$Access_Time <- ifelse(WD_MP$Choice == 0 & WD_MP$Access_Time != 999999 & WD_MP$Mode == "bus"
                            & WD_MP$Distance > 80 , WD_MP$Access_Time + 60, WD_MP$Access_Time)
```

รูปที่ ค-2 ปรับแก้ข้อมูลการเดินทางที่ได้จากระบบ Google API

```
######## เตรียมข้อมูลและกำหนดตัวแปรหุ่นต่าง ๆ ให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยฟังก์ชัน mlogit.data ##########

# เปลี่ยนระยะทางในการเดินทางและระยะทางในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลักเป็นหน่วย กม.
# เพื่อลดทอนจำนวนทศนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ที่จะคำนวณจากแบบจำลองไม่ให้ต่ำเกินไป
WD_MP$Distance <- WD_MP$Distance/1000
WD_MP$Access_Distance <- WD_MP$Access_Distance/1000


# กำหนดตัวแปรหุ่นด้านวัตถุประสงค์ของการเดินทาง
WD_MP$work <- ifelse(WD_MP$Activity_type == "work",1,0)
WD_MP$rest <- ifelse(WD_MP$Activity_type == "rest",1,0)
WD_MP$shopping <- ifelse(WD_MP$Activity_type == "shopping",1,0)


# กำหนดตัวแปรหุ่นว่าจุดต้นทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานครหรือไม่
WD_MP$O_inBkk <- ifelse(WD_MP$Ogid != 1101 & WD_MP$Ogid != 1102 & WD_MP$Ogid != 1103
                        & WD_MP$Ogid != 1104 & WD_MP$Ogid != 1105 & WD_MP$Ogid != 1106
                        & WD_MP$Ogid != 1201 & WD_MP$Ogid != 1202 & WD_MP$Ogid != 1203
                        & WD_MP$Ogid != 1204 & WD_MP$Ogid != 1205 & WD_MP$Ogid != 1206
                        & WD_MP$Ogid != 1301 & WD_MP$Ogid != 1302 & WD_MP$Ogid != 1303
                        & WD_MP$Ogid != 1304 & WD_MP$Ogid != 1305 & WD_MP$Ogid != 1306
                        & WD_MP$Ogid != 1307 & WD_MP$Ogid != 7301 & WD_MP$Ogid != 7302
                        & WD_MP$Ogid != 7303 & WD_MP$Ogid != 7304 & WD_MP$Ogid != 7305
                        & WD_MP$Ogid != 7306 & WD_MP$Ogid != 7307 & WD_MP$Ogid != 7401
                        & WD_MP$Ogid != 7402 & WD_MP$Ogid != 7403,1,0)
# กำหนดตัวแปรหุ่นว่าจุดปลายทางในการเดินทางอยู่ในกรุงเทพมหานครหรือไม่
WD_MP$D_inBkk <- ifelse(WD_MP$Dgid != 1101 & WD_MP$Dgid != 1102 & WD_MP$Dgid != 1103
                        & WD_MP$Dgid != 1104 & WD_MP$Dgid != 1105 & WD_MP$Dgid != 1106
                        & WD_MP$Dgid != 1201 & WD_MP$Dgid != 1202 & WD_MP$Dgid != 1203
                        & WD_MP$Dgid != 1204 & WD_MP$Dgid != 1205 & WD_MP$Dgid != 1206
                        & WD_MP$Dgid != 1301 & WD_MP$Dgid != 1302 & WD_MP$Dgid != 1303
                        & WD_MP$Dgid != 1304 & WD_MP$Dgid != 1305 & WD_MP$Dgid != 1306
                        & WD_MP$Dgid != 1307 & WD_MP$Dgid != 7301 & WD_MP$Dgid != 7302
                        & WD_MP$Dgid != 7303 & WD_MP$Dgid != 7304 & WD_MP$Dgid != 7305
                        & WD_MP$Dgid != 7306 & WD_MP$Dgid != 7307 & WD_MP$Dgid != 7401
                        & WD_MP$Dgid != 7402 & WD_MP$Dgid != 7403,1,0)


# นำชุดข้อมูลเข้าฟังชั่นฟังก์ชั่น mlogit.data เพื่อให้พร้อมสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิต
set_WD_MP <- mlogit.data(WD_MP,choice = "Choice",shape = "long",alt.var = "Travel_Mode"
                         ,chid.var = "case", alt.levels = c("PC","RRT","BUS","SRT","VES"))
```

รูปที่ ค-3 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของการศึกษานี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
##################################### คัดเลือกตัวแปร ######################################

modelMNL1 <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Cost + Travel_Time
                    | work + rest + shopping  + O_inBkk + D_inBkk | 0, data = set_WD_MP
                    , reflevel = "PC", singular.ok = TRUE)

Error in solve.default(H, g[!fixed]) :
  system is computationally singular: reciprocal condition number = 1.66687e-18

# จากผล error ของการวิเคราะห์ modelMNL1 นั้นผู้วิจัยพบว่าแบบจำลองไม่สามารถใส่ตัวแปร shopping ลงในแบบจำลองได้
# เนื่องจากชุดข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ๆ ได้รับมานั้นมีเที่ยวการเดินทางที่มีวัตถุประสงค์ของการเดินทางไปจับจ่ายใช้สอยน้อยมาก
# ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องตัดตัวแปร shopping ออกจากแบบจำลอง
modelMNL2 <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Cost + Travel_Time
                    | work + rest + O_inBkk + D_inBkk | 0, data = set_WD_MP
                    , reflevel = "PC", singular.ok = TRUE)
summary(modelMNL2)

Coefficients :
                   Estimate  Std. Error  z-value  Pr(>|z|)
(Intercept):RRT  3.08056599  0.36024618   8.5513 < 2.2e-16 ***
(Intercept):BUS  0.67662803  0.04240780  15.9553 < 2.2e-16 ***
(Intercept):SRT  1.13996492  0.08838522  12.8977 < 2.2e-16 ***
(Intercept):VES  2.32929327  0.06438225  36.1791 < 2.2e-16 ***
Access_Time     -0.08347211  0.00165913 -50.3108 < 2.2e-16 ***
Distance         0.13881385  0.00170139  81.5885 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost     -0.00148912  0.00042070  -3.5396 0.0004007 ***
Travel_Time     -0.02923928  0.00038495 -75.9570 < 2.2e-16 ***
work:RRT        -0.25764047  0.05530896  -4.6582 3.190e-06 ***
work:BUS        -0.00551914  0.02852998  -0.1935 0.8466061
work:SRT        -0.36666246  0.08002657  -4.5818 4.611e-06 ***
work:VES        -0.21783517  0.09830928  -2.2158 0.0267042 *
rest:RRT         0.31232589  0.06643217   4.7014 2.584e-06 ***
rest:BUS        -0.19814386  0.03713646  -5.3356 9.525e-08 ***
rest:SRT        -0.02368464  0.09229369  -0.2566 0.7974702
rest:VES         0.09004394  0.09629427   0.9351 0.3497412
O_inBkk:RRT     -1.62436487  0.18342393  -8.8558 < 2.2e-16 ***
O_inBkk:BUS      0.15509427  0.03235817   4.7930 1.643e-06 ***
O_inBkk:SRT      0.06537439  0.09012731   0.7254 0.4682336
O_inBkk:VES     -0.80985202  0.08875413  -9.1247 < 2.2e-16 ***
D_inBkk:RRT     -1.83053923  0.30587472  -5.9846 2.169e-09 ***
D_inBkk:BUS     -0.29032416  0.03764878  -7.7114 1.243e-14 ***
D_inBkk:SRT     -1.06506988  0.09631252 -11.0585 < 2.2e-16 ***
D_inBkk:VES     -1.55491051  0.09341088 -16.6459 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -30599
McFadden R^2:  0.513
Likelihood ratio test : chisq = 64466 (p.value = < 2.22e-16)

# จากผลของการวิเคราะห์ modelMNL2 แสดงให้เห็นว่าตัวแปร O_inBkk และ D_inBkk ไม่มีความสมเหตุสมผล
# ของเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรผู้วิจัยจึงได้ตัด 2 ตัวแปรนี้ออกจากแบบจำลอง
```

รูปที่ ค-4 การคัดเลือกตัวแปรอิสระ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
################### การจัดโครงสร้างเนสต์รูปแบบต่าง ๆ และเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ###################

# โครงสร้างเนสต์รูปแบบแรกผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 เนสต์ คือ เนสต์การขนส่งส่วนบุคคล
# และเนสต์การขนส่งสาธารณะ ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง เรือโดยสาร
nest <- list(Private = c("PC"), Pubilic = c("BUS","RRT","SRT","VES"))
modelPrivate_Pubilic1 <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Time
                                + Travel_Cost | work + rest | 0, data = set_WD_MP
                                , reflevel = "PC", nests = nest, n.nest.el = T)

Error in solve.default(crossprod(attr(x, "gradi")[, !fixed])) :
  system is computationally singular: reciprocal condition number = 3.16408e-37

# จากผล error ของการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตแบบ Private และ Pubilic นั้น
# ผู้วิจัยพบว่าเกิดจากระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรถยนต์ส่วนบุคคลเป็น 0 ทั้งหมด
# ทำให้ไม่สามารถจัดให้รถยนต์ส่วนบุคคลอยู่ในเนสต์แบบเดี่ยว ๆ ได้

# โครงสร้างเนสต์รูปแบบถัดมาผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 เนสต์
# คือ เนสต์การเดินทางที่ต้องมีการเชื่อมต่อสายบ่อย ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
# และเนสต์การเดินทางที่ไม่ค่อยมีการเชื่อมต่อสาย ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟชานเมือง เรือโดยสาร
nest <- list(Connection = c("BUS","RRT"), UnConnection = c("PC","SRT","VES"))
modelConnection_UnConnection <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Time
                                       + Travel_Cost| work + rest | 0, data = set_WD_MP
                                       , reflevel = "PC", nests = nest, n.nest.el = T)
summary(modelConnection_UnConnection)

Coefficients :
                    Estimate  Std. Error  z-value  Pr(>|z|)
(Intercept):RRT -0.44330271  0.05248086  -8.4469 < 2.2e-16 ***
(Intercept):BUS  0.50275571  0.02726071  18.4425 < 2.2e-16 ***
(Intercept):SRT  0.06964385  0.07373917   0.9445  0.344934
(Intercept):VES  0.95957325  0.05868241  16.3520 < 2.2e-16 ***
Access_Time     -0.07938447  0.00166775 -47.5998 < 2.2e-16 ***
Distance         0.13761391  0.00184128  74.7383 < 2.2e-16 ***
Travel_Time     -0.02938166  0.00038154 -77.0079 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost     -0.00290868  0.00039957  -7.2795 3.351e-13 ***
work:RRT        -0.32414314  0.05676640  -5.7101 1.129e-08 ***
work:BUS        -0.06998704  0.02719665  -2.5734  0.010071 *
work:SRT        -0.60797996  0.08188021  -7.4252 1.126e-13 ***
work:VES        -1.28221244  0.10060365 -12.7452 < 2.2e-16 ***
rest:RRT         0.29472648  0.07142274   4.1265 3.683e-05 ***
rest:BUS        -0.26298727  0.03838516  -6.8513 7.319e-12 ***
rest:SRT        -0.16916411  0.10057668  -1.6819  0.092580 .
rest:VES        -0.29902246  0.09820666  -3.0448  0.002328 **
iv:Connection    1.09707532  0.02838907  38.6443 < 2.2e-16 ***
iv:UnConnection  1.09889494  0.03720290  29.5379 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Log-Likelihood: -31206
McFadden R^2:  0.50334
Likelihood ratio test : chisq = 63252 (p.value = < 2.22e-16)
# ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตพบว่าค่าสัมประสิทธิของ iv หรือโครงสร้างเนสต์ มากกว่า 1 ทั้ง 2 เนสต์
# แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเดินทางที่อยู่ระหว่างเนสต์มีความมีความสัมพันธ์กันมากกว่ารูปแบบการเดินทางที่อยู่ในเนสต์เดียวกันเอง
# ทำให้การจัดโครงสร้างเนสต์รูปแบบนี้ไม่เหมาะสม
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ค-5 การกำหนดโครงสร้างเนสต์

```
# ถัดมาผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 เนสต์
# คือ เนสต์การเดินทางโดยใช้ถนน ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทาง
# และเนสต์การเดินทางโดยไม่ใช่ถนน ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟชานเมือง และเรือโดยสาร
nest <- list(Road = c("PC","BUS"), NonRoad = c("RRT","SRT","VES"))

modelRoad_NonRoad1 <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Cost + Travel_Time
                             | work + rest | 0, data = set_WD_MP
                             , reflevel = "PC", nests = nest, n.nest.el = T)
summary(modelRoad_NonRoad1)

Coefficients :
                    Estimate  Std. Error  z-value  Pr(>|z|)
(Intercept):RRT -0.49227356  0.04688196 -10.5003 < 2.2e-16 ***
(Intercept):BUS  0.44990755  0.02335760  19.2617 < 2.2e-16 ***
(Intercept):SRT  0.15680267  0.06103501   2.5691  0.010197 *
(Intercept):VES  0.70474900  0.06077302  11.5964 < 2.2e-16 ***
Access_Time     -0.06691126  0.00197239 -33.9240 < 2.2e-16 ***
Distance         0.11419036  0.00290755  39.2738 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost     -0.00153866  0.00034010  -4.5242 6.063e-06 ***
Travel_Time     -0.02421497  0.00060721 -39.8792 < 2.2e-16 ***
work:RRT        -0.32218423  0.05160781  -6.2429 4.294e-10 ***
work:BUS        -0.04965832  0.02224674  -2.2322  0.025604 *
work:SRT        -0.61977126  0.06619530  -9.3628 < 2.2e-16 ***
work:VES        -1.06591920  0.07987993 -13.3440 < 2.2e-16 ***
rest:RRT         0.25250913  0.06449727   3.9150 9.039e-05 ***
rest:BUS        -0.20583212  0.03179060  -6.4746 9.505e-11 ***
rest:SRT        -0.17618136  0.08083614  -2.1795  0.029295 *
rest:VES        -0.22866432  0.08452661  -2.7052  0.006826 **
iv:Road          0.81759524  0.02217323  36.8731 < 2.2e-16 ***
iv:NonRoad       0.63565663  0.03317758  19.1592 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Log-Likelihood: -31147
McFadden R^2:  0.50428
Likelihood ratio test : chisq = 63369 (p.value = < 2.22e-16)

# ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเนสเต็ดโลจิตพบว่าค่าสัมประสิทธิของ iv หรือโครงสร้างเนสต์ มากกว่า 1 ทั้ง 2 เนสต์
# และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีความสมเหตุสมผล
# ดังนั้นผู้วิจัยจึงเก็บแบบจำลองดังกล่าวไว้พิจารณาเพื่อเปรียบเทียบกับค่า McFadden R^2 ของแบบจำลองที่เหมาะสมอื่น ๆ
```

รูปที่ ค-6 การกำหนดโครงสร้างเนสต์ (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
modelRoad_NonRoad2 <- mlogit(Choice ~ Access_Time + Distance + Travel_Time
                             | work + rest | Travel_Cost, data = set_WD_MP
                             , reflevel = "PC", nests = nest, n.nest.el = T)
summary(modelRoad_NonRoad2)

Coefficients :
                  Estimate  Std. Error  z-value  Pr(>|z|)
(Intercept):RRT  0.03696195  0.07633745   0.4842  0.628250
(Intercept):BUS  1.61330122  0.04237747  38.0698 < 2.2e-16 ***
(Intercept):SRT  0.37202709  0.07868712   4.7279 2.268e-06 ***
(Intercept):VES  2.62597482  0.10015947  26.2179 < 2.2e-16 ***
Access_Time     -0.06666964  0.00194225 -34.3260 < 2.2e-16 ***
Distance         0.16168793  0.00370959  43.5865 < 2.2e-16 ***
Travel_Time     -0.02889762  0.00066149 -43.6859 < 2.2e-16 ***
work:RRT        -0.27604067  0.05525775  -4.9955 5.868e-07 ***
work:BUS         0.01750817  0.02342389   0.7474  0.454792
work:SRT        -0.29470936  0.07537057  -3.9101 9.224e-05 ***
work:VES        -1.43804678  0.08566429 -16.7870 < 2.2e-16 ***
rest:RRT         0.19946883  0.06899089   2.8912  0.003837 **
rest:BUS        -0.15027811  0.03296704  -4.5584 5.154e-06 ***
rest:SRT         0.00978898  0.09166030   0.1068  0.914951
rest:VES        -0.83430896  0.09181838  -9.0865 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost:PC  -0.02274545  0.00063158 -36.0134 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost:RRT -0.03339558  0.00150224 -22.2305 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost:BUS -0.11756447  0.00283770 -41.4295 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost:SRT -0.58406131  0.02324517 -25.1261 < 2.2e-16 ***
Travel_Cost:VES -0.22188685  0.00690740 -32.1231 < 2.2e-16 ***
iv:Road          0.81520374  0.02018238  40.3919 < 2.2e-16 ***
iv:NonRoad       0.88106855  0.04061419  21.6936 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -28357
McFadden R^2:  0.54869
Likelihood ratio test : chisq = 68950 (p.value = < 2.22e-16)

# จากผลการวิเคราะห์แบบจำลอง modelRoad_NonRoad2 พบว่าค่าสัมประสิทธิของ iv หรือโครงสร้างเนสต์
# อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ทั้ง 2 เนสต์ และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีความสมเหตุสมผล รวมทั้งมีค่า McFadden R^2 สูงที่สุด
# ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับงานวิจัยนี้

######################## การทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองเนสเด็ดโลจิต ############################

test_coffiv_Road <- (modelRoad_NonRoad2$coefficients["iv:Road"]-1)
                    /sqrt(vcov(modelRoad_NonRoad2)["iv:Road","iv:Road"])
test_coffiv_Road

   iv:Road
-9.156315

test_coffiv_NonRoad <- (modelRoad_NonRoad2$coefficients["iv:NonRoad"]-1)
                       /sqrt(vcov(modelRoad_NonRoad2)["iv:NonRoad","iv:NonRoad"])
test_coffiv_NonRoad

iv:NonRoad
 -2.928322

# จากผลทดสอบสมมติฐานของแบบจำลองเนสเด็ดโลจิตพบว่าสามารถปฏิเสธสมมุติฐานว่างได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ทั้ง 2 เนสต์
# ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเนสเด็ดโลจิต มีความเหมาะสมกับข้อมูลในงานวิจัยนี้มากกว่าแบบจำลองแบบจำลองโลจิตพหุนาม
# เนื่องจากรูปแบบการเดินทางที่อยู่ในแต่ละเนสต์มีความสัมพันธ์กันเองภายในเนสต์มากกว่าระหว่างเนสต์
```

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ค-7 การคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดและการตรวจความถูกต้องของแบบจำลอง

```r
##### ปรับแก้และคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจ ######
# นำเข้าข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจ
Application_data <- read_csv("Verify/DIRECT_STAT_SURVEYAPP_01Nov2021_09May2022-20220915.csv")

# รูปแบบการเดินทางที่ผู้เข้าร่วมการสำรวจเดินทางด้วยรถแท็กซี่ไปรวมกับรูปแบบการเดินทางที่เป็นรถยนต์ส่วนบุคคล
# เนื่องจากในแบบจำลองเนสเต็ดโลจิตที่สร้างขึ้นไม่มีรูปแบบการเดินทางที่เป็นรถแท็กซี่
Application_data$trans_mode <- ifelse(Application_data$trans_mode == "taxi"
                                      ,"pc",Application_data$trans_mode)

# นำระยะทางในการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางคูณ 1.571 (π/2)
# เนื่องจากระยะทางในการเดินทางที่ได้จากข้อมูลแอพพลิเคชันสำรวจเป็นเพียงระยะกระจัดเท่านั้น
# ทำให้ไม่ได้สะท้อนถึงระยะทางในการเดินทางที่แท้จริง
Application_data$dist_Km <- ifelse(Application_data$trans_mode == "pc"
                                   ,Application_data$dist_Km*1.571,Application_data$dist_Km)
Application_data$dist_Km <- ifelse(Application_data$trans_mode == "bus"
                                   ,Application_data$dist_Km*1.571,Application_data$dist_Km)


# ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
# โดยใช้ระยะทางและจำนวนสถานีเทียบกับค่าโดยสารบุคคลทั่วไปของรถไฟฟ้า MRT สายสีน้ำเงิน
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km >= 1 & Application_data$dist_Km <= 2
                                 & Application_data$price > 19 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,19,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 2 & Application_data$dist_Km <= 3
                                 & Application_data$price > 21 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,21,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 3 & Application_data$dist_Km <= 4
                                 & Application_data$price > 23 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,23,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 4 & Application_data$dist_Km <= 5
                                 & Application_data$price > 25 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,25,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 5 & Application_data$dist_Km <= 6
                                 & Application_data$price > 28 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,28,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 6 & Application_data$dist_Km <= 7
                                 & Application_data$price > 30 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,30,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 7 & Application_data$dist_Km <= 8
                                 & Application_data$price > 32 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,32,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 8 & Application_data$dist_Km <= 9
                                 & Application_data$price > 35 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,35,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 9 & Application_data$dist_Km <= 10
                                 & Application_data$price > 37 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,37,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 10 & Application_data$dist_Km <= 11
                                 & Application_data$price > 39 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,39,Application_data$price)
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > 11 & Application_data$dist_Km <= 12
                                 & Application_data$price > 42 & Application_data$trans_mode == "rrt"
                                 ,42,Application_data$price)

# ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟฟ้าชานเมือง
# โดยใช้ระยะทางและจำนวนสถานีเทียบกับค่าโดยสารของรถไฟชานเมืองสายตะวันออก
Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km <= 10 & Application_data$trans_mode == "srt"
                                 ,2,Application_data$price)
n <- 10
i <- 3
View(Application_data)
while(n <= 75){
  Application_data$price <- ifelse(Application_data$dist_Km > n & Application_data$dist_Km <= n + 4
                                   & Application_data$price > i & Application_data$trans_mode == "srt"
                                   ,i,Application_data$price)
  n <- n + 4
  i <- i + 1
}

# ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้เข้าร่วมการสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วยบุคคลให้เท่ากับ 3 บาท/กม.
Application_data$price <- ifelse(Application_data$trans_mode == "pc", Application_data$dist_Km*3
                                 , Application_data$price)
n <- 0
i <- 3
View(Application_data)
while(n <= 700){
  Application_data$price <- ifelse(Application_data$trans_mode == "pc" & n < Application_data$price
                                   & Application_data$price <= i, i, Application_data$price)
  n <- n + 3
  i <- i + 3
}
```

รูปที่ ค-8 การปรับแก้ข้อมูลการเดินทางที่ได้จากแอปพลิเคชันสำรวจ

```
### กำหนดขอบเขตล่างด้านระยะทางในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 1 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล
Application_data$filter_pc_dis <- "a"
Application_data$filter_pc_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km < 1 & Application_data$trans_mode
                                         == "pc","delete",Application_data$filter_pc_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_pc_dis != "delete",]
Application_data$filter_pc_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 1 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
Application_data$filter_rrt_dis <- "a"
Application_data$filter_rrt_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km < 1 & Application_data$trans_mode
                                         == "rrt","delete",Application_data$filter_rrt_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_rrt_dis != "delete",]
Application_data$filter_rrt_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 0.5 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_dis <- "a"
Application_data$filter_bus_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km < 0.5 & Application_data$trans_mode
                                         == "bus","delete",Application_data$filter_bus_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_dis != "delete",]
Application_data$filter_bus_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 2 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟชานเมือง
Application_data$filter_srt_dis <- "a"
Application_data$filter_srt_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km < 2 & Application_data$trans_mode
                                         == "srt","delete",Application_data$filter_srt_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_srt_dis != "delete",]
Application_data$filter_srt_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 1 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยเรือโดยสาร
Application_data$filter_ves_dis <- "a"
Application_data$filter_ves_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km < 1 & Application_data$trans_mode
                                         == "ves","delete",Application_data$filter_ves_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_ves_dis != "delete",]
Application_data$filter_ves_dis <- NULL

### กำหนดขอบเขตบนด้านระยะทางในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 50 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_dis <- "a"
Application_data$filter_bus_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km > 50 & Application_data$trans_mode
                                         == "bus","delete",Application_data$filter_bus_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_dis != "delete",]
Application_data$filter_bus_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 3 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินเท้า
Application_data$filter_walk_dis <- "a"
Application_data$filter_walk_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km > 3 & Application_data$trans_mode
                                         == "walk","delete",Application_data$filter_walk_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_walk_dis != "delete",]
Application_data$filter_walk_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 15 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบขนส่งรอง
Application_data$filter_para_dis <- "a"
Application_data$filter_para_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km > 15 & Application_data$trans_mode
                                         == "para","delete",Application_data$filter_para_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_para_dis != "delete",]
Application_data$filter_para_dis <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 15 กม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถตู้โดยสาร
Application_data$filter_van_time <- "a"
Application_data$filter_van_time <- ifelse(Application_data$dist_Km > 15 & Application_data$trans_mode
                                         == "van","delete",Application_data$filter_van_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_van_time != "delete",]
Application_data$filter_van_time <- NULL

### กำหนดขอบเขตล่างด้านความเร็วในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 10 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล
Application_data$filter_pc_time <- "a"
Application_data$filter_pc_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) <= 10
                                         & Application_data$trans_mode == "pc","delete"
                                         ,Application_data$filter_pc_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_pc_time != "delete",]
Application_data$filter_pc_time <- NULL
```

รูปที่ ค-9 การคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

```
# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 20 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
Application_data$filter_rrt_time <- "a"
Application_data$filter_rrt_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) <= 20
                                           & Application_data$trans_mode == "rrt","delete"
                                           ,Application_data$filter_rrt_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_rrt_time != "delete",]
Application_data$filter_rrt_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 6 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_time <- "a"
Application_data$filter_bus_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) <= 6
                                           & Application_data$trans_mode == "bus","delete"
                                           ,Application_data$filter_bus_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_time != "delete",]
Application_data$filter_bus_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 15 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟชานเมือง
Application_data$filter_srt_time <- "a"
Application_data$filter_srt_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) <= 15
                                           & Application_data$trans_mode == "srt","delete"
                                           ,Application_data$filter_srt_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_srt_time != "delete",]
Application_data$filter_srt_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 5 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยเรือโดยสาร
Application_data$filter_ves_time <- "a"
Application_data$filter_ves_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) <= 5
                                           & Application_data$trans_mode == "ves","delete"
                                           ,Application_data$filter_ves_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_ves_time != "delete",]
Application_data$filter_ves_time <- NULL

### กำหนดขอบเขตบนด้านความเร็วในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 120 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล
Application_data$filter_pc_time <- "a"
Application_data$filter_pc_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 120
                                          & Application_data$trans_mode == "pc","delete"
                                          ,Application_data$filter_pc_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_pc_time != "delete",]
Application_data$filter_pc_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 65 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
Application_data$filter_rrt_time <- "a"
Application_data$filter_rrt_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 65
                                           & Application_data$trans_mode == "rrt","delete"
                                           ,Application_data$filter_rrt_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_rrt_time != "delete",]
Application_data$filter_rrt_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 60 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_time <- "a"
Application_data$filter_bus_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 60
                                           & Application_data$trans_mode == "bus","delete"
                                           ,Application_data$filter_bus_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_time != "delete",]
Application_data$filter_bus_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 65 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถไฟชานเมือง
Application_data$filter_srt_time <- "a"
Application_data$filter_srt_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 65
                                           & Application_data$trans_mode == "srt","delete"
                                           ,Application_data$filter_srt_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_srt_time != "delete",]
Application_data$filter_srt_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 30 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยเรือโดยสาร
Application_data$filter_ves_time <- "a"
Application_data$filter_ves_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 30
                                           & Application_data$trans_mode == "ves","delete"
                                           ,Application_data$filter_ves_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_ves_time != "delete",]
Application_data$filter_ves_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 10 กม./ชม. สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินเท้า
Application_data$filter_walk_time <- "a"
Application_data$filter_walk_time <- ifelse((Application_data$dist_Km*60/Application_data$time_m) > 10
                                            & Application_data$trans_mode == "walk","delete"
                                            ,Application_data$filter_walk_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_walk_time != "delete",]
Application_data$filter_walk_time <- NULL
```

รูปที่ ค-10 การคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง (ต่อ)

```
### กำหนดขอบเขตบนด้านระยะเวลาในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 30 นาที สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินเท้า
Application_data$filter_walk_time <- "a"
Application_data$filter_walk_time <- ifelse(Application_data$time_m > 30 & Application_data$trans_mode
                                            == "walk","delete",Application_data$filter_walk_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_walk_time != "delete",]
Application_data$filter_walk_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 20 นาที สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบขนส่งรอง
Application_data$filter_para_time <- "a"
Application_data$filter_para_time <- ifelse(Application_data$time_m > 20 & Application_data$trans_mode
                                            == "para","delete",Application_data$filter_para_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_para_time != "delete",]
Application_data$filter_para_time <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 20 นาที สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยรถตู้โดยสาร
Application_data$filter_van_time <- "a"
Application_data$filter_van_time <- ifelse(Application_data$time_m > 20 & Application_data$trans_mode
                                           == "van","delete",Application_data$filter_van_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_van_time != "delete",]
Application_data$filter_van_time <- NULL


### กำหนดขอบเขตล่างด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 14 บาท สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
Application_data$filter_rrt_cost <- "a"
Application_data$filter_rrt_cost <- ifelse(Application_data$price < 14 & Application_data$trans_mode
                                           == "rrt","delete",Application_data$filter_rrt_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_rrt_cost != "delete",]
Application_data$filter_rrt_cost <- NULL

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 11 บาท สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_cost <- "a"
Application_data$filter_bus_cost <- ifelse(Application_data$price < 11 & Application_data$trans_mode
                                           == "bus","delete",Application_data$filter_bus_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_cost != "delete",]
Application_data$filter_bus_cost <- NULL

### กำหนดขอบเขตบนด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางต่อเดียว)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 59 บาท สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
Application_data$filter_rrt_cost <- "a"
Application_data$filter_rrt_cost <- ifelse(Application_data$price > 59 & Application_data$trans_mode
                                           == "rrt","delete",Application_data$filter_rrt_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_rrt_cost != "delete",]
Application_data$filter_rrt_cost <- NULL

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 25 บาท สำหรับผู้เข้าร่วมสำรวจที่เดินทางด้วยระบบรถโดยสารประจำทาง
Application_data$filter_bus_cost <- "a"
Application_data$filter_bus_cost <- ifelse(Application_data$price > 25 & Application_data$trans_mode
                                           == "bus","delete",Application_data$filter_bus_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_bus_cost != "delete",]
Application_data$filter_bus_cost <- NULL
# running_id แสดงถึงลำดับของการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทาง
# เช่น ถ้าเดินทางออกจากบ้านไปที่ป้ายรถประจำทาง running_id จะเท่ากับ 1 เมื่อขึ้นโดยสารบนรถประจำทางแล้ว running_id จะเท่ากับ 2
# กำหนด running_id ใหม่เป็น running_id2 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ถูกตัดไป
# โดยถ้าระยะเวลารอเกินกว่า 30 นาทีจะขึ้นเป็นเที่ยวการเดินทางใหม่
Application_data$running_id2 <- 0
Application_data$running_id2[1] <- 1
n <- 2
j <- 0
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$running_id2[n] <-ifelse(Application_data$uid[n] == Application_data$uid[n-1]
                                  & Application_data$Time_arr[n] < Application_data$Time_depart[n-1]+30
                                  & Application_data$Time_arr[n] >= Application_data$Time_depart[n-1]
                                  , Application_data$running_id2[n-1]+1, 1)

  n <- n + 1
}
```

รูปที่ ค-11 การคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง (ต่อ)

```
# กำหนด case สำหรับการเดินทางในแต่ละเที่ยวการเดินทาง เพื่อความสะดวกให้การวิเคราะห์การการเดินทางแยกในแต่ละเที่ยว
Application_data$case <- 0
n <- 2
j <- 1
Application_data$case[1] <- j
while(n <= nrow(Application_data)){
  j <- ifelse(Application_data$running_id2[n] <= Application_data$running_id2[n-1],j + 1,j)
  Application_data$case[n] <- j
  n <- n + 1
}
n <- 1
View(Application_data)


# กำหนดรูปแบบการเดินทางหลัก โดยรูปแบบการเดินทางหลักจะมีระยะทางในการเดินทางมากที่สุดในแต่ละ case
# และเปลี่ยนชื่อตัวแปร dist_Km ของรูปแบบการเดินทางเป็น Distance
Application_data$Distance <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= max(Application_data$case)){
  Application_data$Distance <- ifelse(Application_data$case == n,
                                      max(Application_data[Application_data$case == n, "dist_Km"])
                                      ,Application_data$Distance)
  n <- n + 1
}

# เปลี่ยนชื่อตัวแปร trans_mode ของรูปแบบการเดินทางหลักเป็น Travel_Mode
Application_data$Travel_Mode <- "a"
Application_data$Travel_Mode <- ifelse(Application_data$Distance == Application_data$dist_Km
                                      ,Application_data$trans_mode,Application_data$Travel_Mode)

# เปลี่ยนชื่อตัวแปร time_m ของรูปแบบการเดินทางหลักเป็น Travel_Time
Application_data$Travel_Time <- 0
Application_data$Travel_Time <- ifelse(Application_data$Distance == Application_data$dist_Km
                                      ,Application_data$time_m,Application_data$Travel_Time)

# เปลี่ยนชื่อตัวแปร price ของรูปแบบการเดินทางหลักเป็น Travel_Cost
Application_data$Travel_Cost <- 0
Application_data$Travel_Cost <- ifelse(Application_data$Distance == Application_data$dist_Km
                                      ,Application_data$price,Application_data$Travel_Cost)


# เปลี่ยนชื่อตัวแปร dist_Km สำหรับรูปแบบการเดินทางที่ไม่ใช่รูปแบบการเดินทางหลักเป็น Access_Distance
Application_data$Access_Distance <- 0
Application_data$Access_Distance <- ifelse(Application_data$Travel_Mode == "a"
                                          ,Application_data$dist_Km,Application_data$Access_Distance)

# เปลี่ยนชื่อตัวแปร time_m สำหรับรูปแบบการเดินทางที่ไม่ใช่รูปแบบการเดินทางหลักเป็น Access_Time
Application_data$Access_Time <- 0
Application_data$Access_Time <- ifelse(Application_data$Travel_Mode == "a"
                                      ,Application_data$time_m, Application_data$Access_Time)


# เปลี่ยนชื่อตัวแปร price สำหรับรูปแบบการเดินทางที่ไม่ใช่รูปแบบการเดินทางหลักเป็น Access_Cost
Application_data$Access_Cost <- 0
Application_data$Access_Cost <- ifelse(Application_data$Travel_Mode == "a"
                                      ,Application_data$price,Application_data$Access_Cost)
CHULALONGKORN UNIVERSITY
# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 75 กม. สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_dis <- "a"
Application_data$filter_dis <- ifelse(Application_data$dist_Km > 75 ,"delete"
                                      ,Application_data$filter_dis)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_dis != "delete",]
Application_data$filter_dis <- NULL

### กำหนดขอบเขตล่างด้านระยะเวลาในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 1 นาที สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_time <- "a"
Application_data$filter_time <- ifelse(Application_data$time_m < 1 ,"delete"
                                      ,Application_data$filter_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$time_m != "delete",]
Application_data$filter_time <- NULL
```

รูปที่ ค-12 การคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง (ต่อ)

```
### กำหนดขอบเขตบนด้านระยะเวลาในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 300 นาที สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_time <- "a"
Application_data$filter_time <- ifelse(Application_data$time_m > 300 ,"delete"
                                       ,Application_data$filter_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$time_m != "delete",]
Application_data$filter_time <- NULL


### กำหนดขอบเขตล่างด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตล่างเท่ากับ 1 บาท สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_cost <- "a"
Application_data$filter_cost <- ifelse(Application_data$price < 1 ,"delete"
                                       ,Application_data$filter_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$price != "delete",]
Application_data$filter_cost <- NULL


### กำหนดขอบเขตบนด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 500 บาท สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_cost <- "a"
Application_data$filter_cost <- ifelse(Application_data$price > 500 ,"delete"
                                       ,Application_data$filter_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$price != "delete",]
Application_data$filter_cost <- NULL

### กำหนดขอบเขตบนด้านระยะเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 30 นาที สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_Access_time <- "a"
Application_data$filter_Access_time <- ifelse(Application_data$Access_Time > 30 ,"delete"
                                              ,Application_data$filter_Access_time)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_Access_time != "delete",]
Application_data$filter_Access_time <- NULL


### กำหนดขอบเขตบนด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อเข้าถึงและออกจากระบบของรูปแบบการเดินทางหลัก (สำหรับการเดินทางรวมทุกต่อ)

# กำหนดขอบเขตบนเท่ากับ 50 บาท สำหรับทุกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$filter_Access_cost <- "a"
Application_data$filter_Access_cost <- ifelse(Application_data$Access_Cost > 50 ,"delete"
                                              ,Application_data$filter_Access_cost)
Application_data <- Application_data[Application_data$filter_Access_cost != "delete",]
Application_data$filter_Access_cost <- NULL

# หลังจากปรับแก้และคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจแล้ว
# ผู้วิจัยได้นำเอาชุดข้อมูลการเดินทางของแอปพลิเคชันสำรวจ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลการเดินทางจากระบบ Google API
# นอกจากนี้ยังได้กำหนดตัวแปรหุ่น และเปลี่ยนชื่อตัวแปรต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับตัวแปรในแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต
# เพื่อเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับแทนค่าข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจ
# กลับยังสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้น และตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ต่อไป
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ค-13 การคัดกรองข้อมูลการเดินทางที่ไม่สมเหตุสมผลออกจากชุดข้อมูลของแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง (ต่อ)

```
# ในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น ผู้วิจัยได้ทำการแทนค่าข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจ
# กลับยังสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความถูกต้องของแบบจำลองซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

# หาค่าอรรถประโยชน์ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง
Application_data$V <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$V[n] <- 0+(0*(Application_data$Access_Distance[n]))
                  +(-0.066*Application_data$Access_Time[n])+(-0.022*Application_data$Travel_Cost[n])
                  +(0.161*(Application_data$Distance[n]))+(0*(Application_data$Total_Distance[n]))
                  +(-0.028*(Application_data$Travel_Time[n]))+(0*(Application_data$work[n]))
                  +(0*(Application_data$rest[n]))+(0*(Application_data$shopping[n]))
  Application_data$V[n+1] <- 0.036+(0*(Application_data$Access_Distance[n+1]))
                  +(-0.066*Application_data$Access_Time[n+1])+(-0.033*Application_data$Travel_Cost[n+1])
                  +(0.161*(Application_data$Distance[n+1]))+(0*(Application_data$Total_Distance[n+1]))
                  +(-0.028*(Application_data$Travel_Time[n+1]))+(-0.276*(Application_data$work[n+1]))
                  +(0.199*(Application_data$rest[n+1]))+(0*(Application_data$shopping[n+1]))
  Application_data$V[n+2] <- 1.613+(0*(Application_data$Access_Distance[n+2]))
                  +(-0.066*Application_data$Access_Time[n+2])+(-0.117*Application_data$Travel_Cost[n+2])
                  +(0.161*(Application_data$Distance[n+2]))+(0*(Application_data$Total_Distance[n+2]))
                  +(-0.028*(Application_data$Travel_Time[n+2]))+(0.017*(Application_data$work[n+2]))
                  +(-0.150*(Application_data$rest[n+2]))+(0*(Application_data$shopping[n+2]))
  Application_data$V[n+3] <- 0.372+(0*(Application_data$Access_Distance[n+3]))
                  +(-0.066*Application_data$Access_Time[n+3])+(-0.584*Application_data$Travel_Cost[n+3])
                  +(0.161*(Application_data$Distance[n+3]))+(0*(Application_data$Total_Distance[n+3]))
                  +(-0.028*(Application_data$Travel_Time[n+3]))+(-0.294*(Application_data$work[n+3]))
                  +(0.009*(Application_data$rest[n+3]))+(0*(Application_data$shopping[n+3]))
  Application_data$V[n+4] <- 2.625+(0*(Application_data$Access_Distance[n+4]))
                  +(-0.066*Application_data$Access_Time[n+4])+(-0.221*Application_data$Travel_Cost[n+4])
                  +(0.161*(Application_data$Distance[n+4]))+(0*(Application_data$Total_Distance[n+4]))
                  +(-0.028*(Application_data$Travel_Time[n+4]))+(-1.438*(Application_data$work[n+4]))
                  +(-0.834*(Application_data$rest[n+4]))+(0*(Application_data$shopping[n+4]))
  n <- n+5
}

# หาค่า iv หรือ Logsum ของเนสต์แต่ละเนสต์
Application_data$iv <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$iv[n] <- log(exp(Application_data$V[n]/0.8152)+exp(Application_data$V[n+2]/0.815))
  Application_data$iv[n+1] <- log(exp(Application_data$V[n+1]/0.881)+exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                              +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))
  Application_data$iv[n+2] <- log(exp(Application_data$V[n]/0.815)+exp(Application_data$V[n+2]/0.815))
  Application_data$iv[n+3] <- log(exp(Application_data$V[n+1]/0.881)+exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                              +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))
  Application_data$iv[n+4] <- log(exp(Application_data$V[n+1]/0.881)+exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                              +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))
  n <- n+5
}
# หาค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละเนสต์
Application_data$V_Nest <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$V_Nest[n] <- (0.815*Application_data$iv[n])+(0*Application_data$O_inBkk[n])
                             +(0*Application_data$D_inBkk[n])
  Application_data$V_Nest[n+1] <- (0.881*Application_data$iv[n+1])+(0*Application_data$O_inBkk[n+1])
                               +(0*Application_data$D_inBkk[n+1])
  Application_data$V_Nest[n+2] <- (0.815*Application_data$iv[n+2])+(0*Application_data$O_inBkk[n+2])
                               +(0*Application_data$D_inBkk[n+2])
  Application_data$V_Nest[n+3] <- (0.881*Application_data$iv[n+3])+(0*Application_data$O_inBkk[n+3])
                               +(0*Application_data$D_inBkk[n+3])
  Application_data$V_Nest[n+4] <- (0.881*Application_data$iv[n+4])+(0*Application_data$O_inBkk[n+4])
                               +(0*Application_data$D_inBkk[n+4])
  n <- n+5
}
```

รูปที่ ค-14 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง

```
# หาความน่าจะเป็นของเนสต์แต่ละเนสต์
Application_data$Prop_Nest <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$Prop_Nest[n] <- exp(Application_data$V_Nest[n])/(exp(Application_data$V_Nest[n])
                                                                    +exp(Application_data$V_Nest[n+1]))
  Application_data$Prop_Nest[n+1] <- exp(Application_data$V_Nest[n+1])/(exp(Application_data$V_Nest[n])
                                                                        +exp(Application_data$V_Nest[n+1]))
  Application_data$Prop_Nest[n+2] <- exp(Application_data$V_Nest[n+2])/(exp(Application_data$V_Nest[n])
                                                                        +exp(Application_data$V_Nest[n+1]))
  Application_data$Prop_Nest[n+3] <- exp(Application_data$V_Nest[n+3])/(exp(Application_data$V_Nest[n])
                                                                        +exp(Application_data$V_Nest[n+1]))
  Application_data$Prop_Nest[n+4] <- exp(Application_data$V_Nest[n+4])/(exp(Application_data$V_Nest[n])
                                                                        +exp(Application_data$V_Nest[n+1]))
  n <- n+5
}

# หาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข เช่นถ้าเลือกเนสต์การเดินทางโดยใช้ถนนแล้ว ความน่าจะเป็นที่จะเลือกรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นเท่าไหร่
Application_data$Prop_Conditional <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$Prop_Conditional[n] <- exp(Application_data$V[n]/0.815)/
                                         (exp(Application_data$V[n]/0.815)
                                          +exp(Application_data$V[n+2]/0.815))
  Application_data$Prop_Conditional[n+1] <- exp(Application_data$V[n+1]/0.881)/
                                           (exp(Application_data$V[n+1]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))
  Application_data$Prop_Conditional[n+2] <- exp(Application_data$V[n+2]/0.815)/
                                           (exp(Application_data$V[n]/0.815)
                                            +exp(Application_data$V[n+2]/0.815))
  Application_data$Prop_Conditional[n+3] <- exp(Application_data$V[n+3]/0.881)/
                                           (exp(Application_data$V[n+1]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))
  Application_data$Prop_Conditional[n+4] <- exp(Application_data$V[n+4]/0.881)/
                                           (exp(Application_data$V[n+1]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+3]/0.881)
                                            +exp(Application_data$V[n+4]/0.881))

  n <- n+5
}

# หาความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง
Application_data$prop <- 0
View(Application_data)
n <- 1
while(n <= nrow(Application_data)){
  Application_data$prop[n] <- (Application_data$Prop_Conditional[n])
                              *(Application_data$Prop_Nest[n])
  Application_data$prop[n+1] <- (Application_data$Prop_Conditional[n+1])
                                *(Application_data$Prop_Nest[n+1])
  Application_data$prop[n+2] <- (Application_data$Prop_Conditional[n+2])
                                *(Application_data$Prop_Nest[n+2])
  Application_data$prop[n+3] <- (Application_data$Prop_Conditional[n+3])
                                *(Application_data$Prop_Nest[n+3])
  Application_data$prop[n+4] <- (Application_data$Prop_Conditional[n+4])
                                *(Application_data$Prop_Nest[n+4])
  n <- n+5
}
Application_data$prop <- ifelse(Application_data$prop == "NaN",0,Application_data$prop)
Application_data <- Application_data[!is.na(Application_data$prop),]
Application_data <- Application_data[!is.na(Application_data$Prop_Nest),]

# หาร้อยละความถูกต้องของแบบจำลอง
Application_data$predict <- 0
Application_data$correct <- 0
i <- 1
j <- 5
while(i < nrow(WD_MP_final)){
  Application_data$predict[i:j] <- ifelse(Application_data$prop[i:j] ==
                                          max(Application_data$prop[i:j]),1,0)
  Application_data$correct[i:j] <- ifelse(Application_data$Choice[i:j] ==
                                          Application_data$predict[i:j]
                                   & Application_data$Choice[i:j] == 1,1,0)
  i <- i + 5
  j <- j + 5
}
percent_predict <- sum(Application_data$correct)*100/(nrow(Application_data)/5)

[1] 88.25311
```

รูปที่ ค-15 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทาง (ต่อ)

```
################ การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา ####################

# ในส่วนของการจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของโครงการ Travel Demand Survey นั้น
# ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทาง ในแต่ละรูปแบบการเดินทางจาก Google API
# ซึ่งเป็นตัวแทนของการเดินทางระหว่างคู่โซนต่าง ๆ มาแทนค่ากลับยังสมการอรรถประโยชน์ของแบบจำลองที่สร้างขึ้น
# เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง
# หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของโครงการ Travel Demand Survey
# มาคูณกับค่าความน่าจะเป็นที่ลดทอนในแต่ละวันและช่วงเวลาแล้ว เพื่อจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางตามรูปแบบการเดินทาง วันและช่วงเวลา

# หาค่าอรรถประโยชน์ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง
WD_MP_final$V <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$V[n] <- 0+(0*(WD_MP_final$Access_Distance[n]))+(-0.066*WD_MP_final$Access_Time[n])
                      +(-0.022*WD_MP_final$Travel_Cost[n])+(0.161*(WD_MP_final$Distance[n]))
                      +(0*(WD_MP_final$Total_Distance[n]))+(-0.028*(WD_MP_final$Travel_Time[n]))
                      +(0*(WD_MP_final$work[n]))+(0*(WD_MP_final$rest[n]))+(0*(WD_MP_final$shopping[n]))
  WD_MP_final$V[n+1] <- 0.036+(0*(WD_MP_final$Access_Distance[n+1]))+(-0.066*WD_MP_final$Access_Time[n+1])
                      +(-0.033*WD_MP_final$Travel_Cost[n+1])+(0.161*(WD_MP_final$Distance[n+1]))
                      +(0*(WD_MP_final$Total_Distance[n+1]))+(-0.028*(WD_MP_final$Travel_Time[n+1]))
                      +(-0.276*(WD_MP_final$work[n+1]))+(0.199*(WD_MP_final$rest[n+1]))
                      +(0*(WD_MP_final$shopping[n+1]))
  WD_MP_final$V[n+2] <- 1.613+(0*(WD_MP_final$Access_Distance[n+2]))+(-0.066*WD_MP_final$Access_Time[n+2])
                      +(-0.117*WD_MP_final$Travel_Cost[n+2])+(0.161*(WD_MP_final$Distance[n+2]))
                      +(0*(WD_MP_final$Total_Distance[n+2]))+(-0.028*(WD_MP_final$Travel_Time[n+2]))
                      +(0.017*(WD_MP_final$work[n+2]))+(-0.150*(WD_MP_final$rest[n+2]))
                      +(0*(WD_MP_final$shopping[n+2]))
  WD_MP_final$V[n+3] <- 0.372+(0*(WD_MP_final$Access_Distance[n+3]))+(-0.066*WD_MP_final$Access_Time[n+3])
                      +(-0.584*WD_MP_final$Travel_Cost[n+3])+(0.161*(WD_MP_final$Distance[n+3]))
                      +(0*(WD_MP_final$Total_Distance[n+3]))+(-0.028*(WD_MP_final$Travel_Time[n+3]))
                      +(-0.294*(WD_MP_final$work[n+3]))+(0.009*(WD_MP_final$rest[n+3]))
                      +(0*(WD_MP_final$shopping[n+3]))
  WD_MP_final$V[n+4] <- 2.625+(0*(WD_MP_final$Access_Distance[n+4]))+(-0.066*WD_MP_final$Access_Time[n+4])
                      +(-0.221*WD_MP_final$Travel_Cost[n+4])+(0.161*(WD_MP_final$Distance[n+4]))
                      +(0*(WD_MP_final$Total_Distance[n+4]))+(-0.028*(WD_MP_final$Travel_Time[n+4]))
                      +(-1.438*(WD_MP_final$work[n+4]))+(-0.834*(WD_MP_final$rest[n+4]))
                      +(0*(WD_MP_final$shopping[n+4]))
  n <- n+5
}

# หาค่า iv หรือ Logsum ของเนสต์แต่ละเนสต์
WD_MP_final$iv <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$iv[n] <- log(exp(WD_MP_final$V[n]/0.8152)+exp(WD_MP_final$V[n+2]/0.815))
  WD_MP_final$iv[n+1] <- log(exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
                         +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  WD_MP_final$iv[n+2] <- log(exp(WD_MP_final$V[n]/0.815)+exp(WD_MP_final$V[n+2]/0.815))
  WD_MP_final$iv[n+3] <- log(exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
                         +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  WD_MP_final$iv[n+4] <- log(exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
                         +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  n <- n+5
}
# หาค่าอรรถประโยชน์ของแต่ละเนสต์
WD_MP_final$V_Nest <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$V_Nest[n] <- (0.815*WD_MP_final$iv[n])+(0*WD_MP_final$O_inBkk[n])
  +(0*WD_MP_final$D_inBkk[n])
  WD_MP_final$V_Nest[n+1] <- (0.881*WD_MP_final$iv[n+1])+(0*WD_MP_final$O_inBkk[n+1])
  +(0*WD_MP_final$D_inBkk[n+1])
  WD_MP_final$V_Nest[n+2] <- (0.815*WD_MP_final$iv[n+2])+(0*WD_MP_final$O_inBkk[n+2])
  +(0*WD_MP_final$D_inBkk[n+2])
  WD_MP_final$V_Nest[n+3] <- (0.881*WD_MP_final$iv[n+3])+(0*WD_MP_final$O_inBkk[n+3])
  +(0*WD_MP_final$D_inBkk[n+3])
  WD_MP_final$V_Nest[n+4] <- (0.881*WD_MP_final$iv[n+4])+(0*WD_MP_final$O_inBkk[n+4])
  +(0*WD_MP_final$D_inBkk[n+4])
  n <- n+5
}
```

รูปที่ ค-16 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา

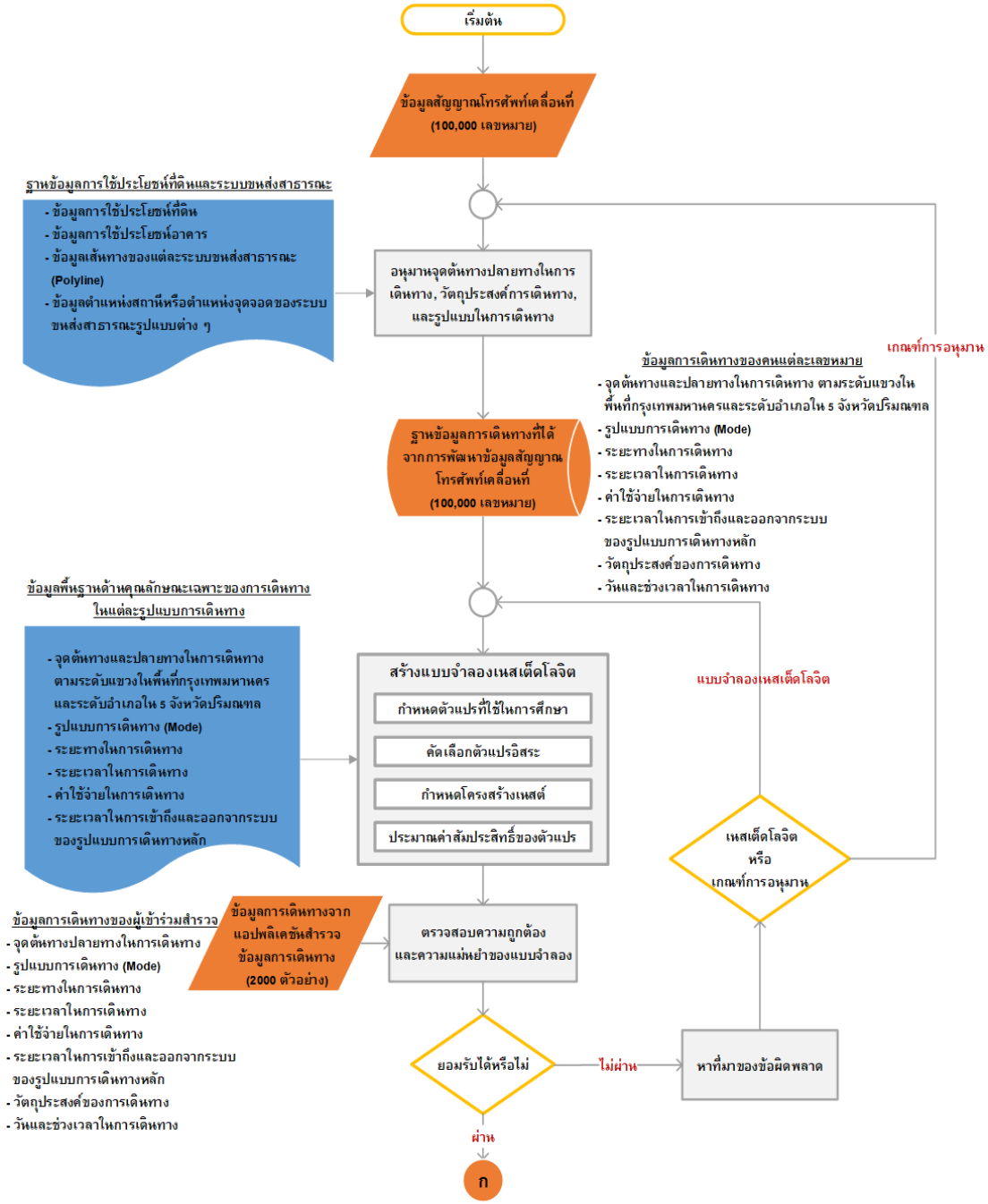
```
# หาความน่าจะเป็นในการเลือกเนสต์แต่ละเนสต์
WD_MP_final$Prop_Nest <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$Prop_Nest[n] <- exp(WD_MP_final$V_Nest[n])/(exp(WD_MP_final$V_Nest[n])
                                                          +exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1]))
  WD_MP_final$Prop_Nest[n+1] <- exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1])/(exp(WD_MP_final$V_Nest[n])
                                                              +exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1]))
  WD_MP_final$Prop_Nest[n+2] <- exp(WD_MP_final$V_Nest[n+2])/(exp(WD_MP_final$V_Nest[n])
                                                              +exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1]))
  WD_MP_final$Prop_Nest[n+3] <- exp(WD_MP_final$V_Nest[n+3])/(exp(WD_MP_final$V_Nest[n])
                                                              +exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1]))
  WD_MP_final$Prop_Nest[n+4] <- exp(WD_MP_final$V_Nest[n+4])/(exp(WD_MP_final$V_Nest[n])
                                                              +exp(WD_MP_final$V_Nest[n+1]))
  n <- n+5
}

# หาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข เช่นถ้าเลือกเนสต์การเดินทางโดยใช้ถนนแล้ว ความน่าจะเป็นที่จะเลือกรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นเท่าไหร่
WD_MP_final$Prop_Conditional <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$Prop_Conditional[n] <- exp(WD_MP_final$V[n]/0.815)/
    (exp(WD_MP_final$V[n]/0.815)+exp(WD_MP_final$V[n+2]/0.815))
  WD_MP_final$Prop_Conditional[n+1] <- exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)/
    (exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
     +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  WD_MP_final$Prop_Conditional[n+2] <- exp(WD_MP_final$V[n+2]/0.815)/
    (exp(WD_MP_final$V[n]/0.815)+exp(WD_MP_final$V[n+2]/0.815))
  WD_MP_final$Prop_Conditional[n+3] <- exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)/
    (exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
     +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  WD_MP_final$Prop_Conditional[n+4] <- exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881)/
    (exp(WD_MP_final$V[n+1]/0.881)+exp(WD_MP_final$V[n+3]/0.881)
     +exp(WD_MP_final$V[n+4]/0.881))
  n <- n+5
}

# หาความน่าจะเป็นในการเลือกรูปแบบการเดินทาง
WD_MP_final$prop <- 0
View(WD_MP_final)
n <- 1
while(n <= nrow(WD_MP_final)){
  WD_MP_final$prop[n] <- (WD_MP_final$Prop_Conditional[n])*(WD_MP_final$Prop_Nest[n])
  WD_MP_final$prop[n+1] <- (WD_MP_final$Prop_Conditional[n+1])*(WD_MP_final$Prop_Nest[n+1])
  WD_MP_final$prop[n+2] <- (WD_MP_final$Prop_Conditional[n+2])*(WD_MP_final$Prop_Nest[n+2])
  WD_MP_final$prop[n+3] <- (WD_MP_final$Prop_Conditional[n+3])*(WD_MP_final$Prop_Nest[n+3])
  WD_MP_final$prop[n+4] <- (WD_MP_final$Prop_Conditional[n+4])*(WD_MP_final$Prop_Nest[n+4])
  n <- n+5
}
WD_MP_final$prop <- ifelse(WD_MP_final$prop == "NaN",0,WD_MP_final$prop)

# หาจำนวนเที่ยวการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทางวันและช่วงเวลา
# โดยการนำข้อมูลตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของโครงการ Travel Demand Survey
# คูณกับค่าความน่าจะเป็นที่ลดทอนในแต่ละวันและช่วงเวลาแล้ว
WD_MP_final$propDivide8 <- 0
WD_MP_final$propDivide8 <- WD_MP_final$prop/8
WD_MP_final$eBum_OD <- eBum_Data$eBum_OD
WD_MP_final$Trip <- (WD_MP_final$propDivide8)*(WD_MP_final$eBum_OD)
```

รูปที่ ค-17 การจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางตามรูปแบบการเดินทาง วัน และช่วงเวลา (ต่อ)

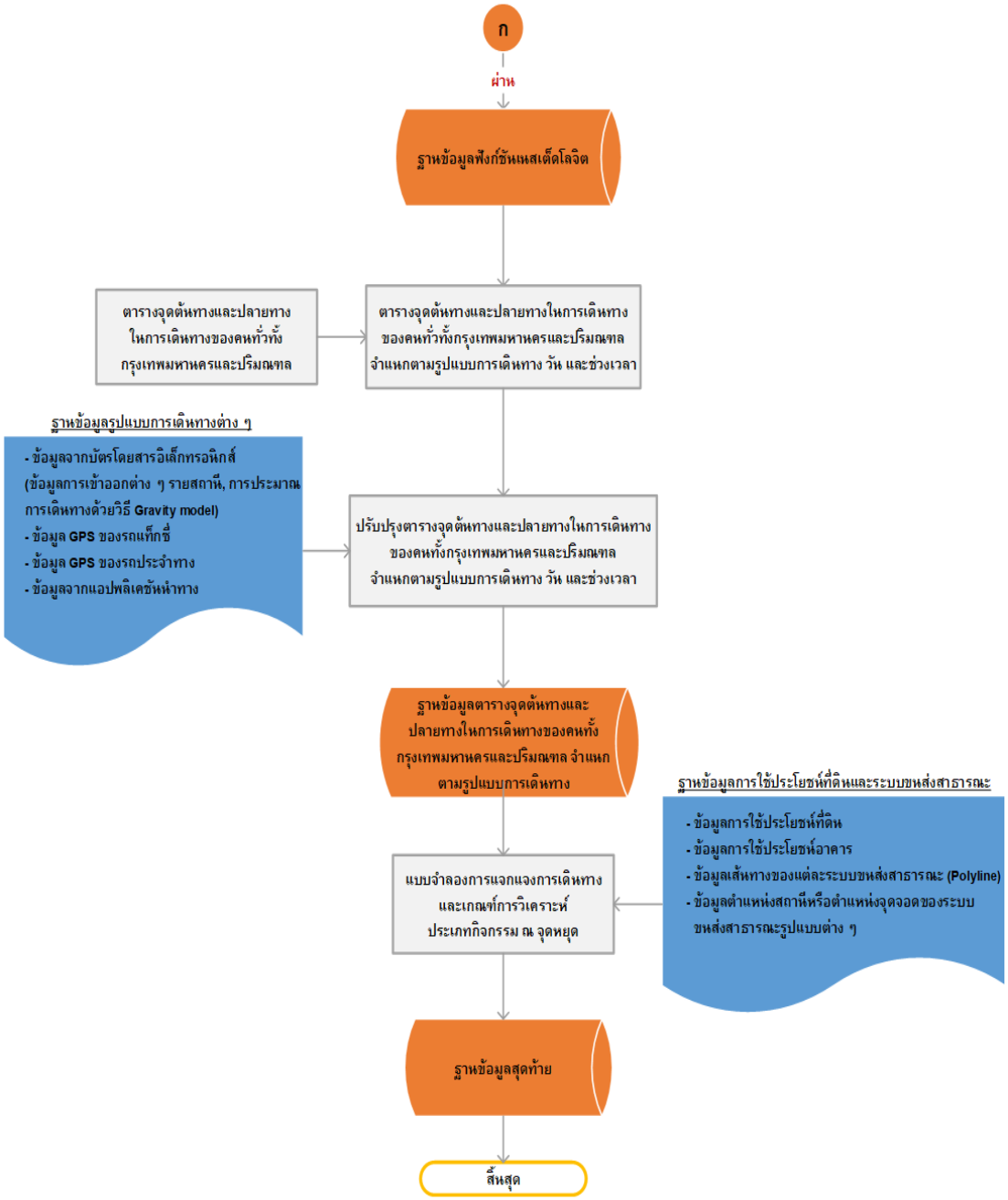
ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของโครงการ Big Data Analytics

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ง-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของโครงการ Big Data Analytics



รูปที่ ง-2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของโครงการ Big Data Analytics (ต่อ)

สำหรับการดำเนินงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางและประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ได้ ซึ่งเป็นส่วนย่อยของโครงการ Big Data Analytics โดยที่งานวิจัยนี้จะเริ่มตั้งแต่การนำฐานข้อมูลการเดินทางที่ได้จากการพัฒนาข้อมูลสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 100,000 เลขหมายมาพัฒนาร่วมกับข้อมูลพื้นฐานด้านคุณลักษณะเฉพาะของการเดินทางในแต่ละรูปแบบการเดินทาง เพื่อสร้างแบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยแบบจำลองเนสเต็ดโลจิต

หลังจากนั้นจะนำข้อมูลการเดินทางจากแอปพลิเคชันสำรวจข้อมูลการเดินทางจำนวน 2000 ตัวอย่าง มาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ถ้าความถูกต้องของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ก็จะย้อนกลับไปปรับปรุงแบบจำลองใหม่ตั้งแต่การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา แต่ถ้าความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ก็จะนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ โดยให้แบบจำลองจำแนกตารางจุดต้นทางและปลายทางในการเดินทางของคนทั่วทั้งกรุงเทพมหานครและปริมณฑลตามรูปแบบการเดินทางต่าง ๆ และหลังจากนั้นโครงการดังกล่าวก็จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปปรับปรุงด้วยชุดข้อมูลอื่น ๆ อีกครั้ง เพื่อสร้างแบบจำลองการแจกแจงการเดินทางและวิเคราะห์ประเภทของกิจกรรม ณ จุดหยุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จอมพล เพชราวุธ
วัน เดือน ปี เกิด	1 มิถุนายน 2541
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	25 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางบำหรุ เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University