ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา | วิศวกรรมโยธา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การประมาณเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

Travel Time Estimation Using GPS for Kanchanapisek (Bangplee - Suksawat) Expressway

นามผู้วิจัย นายเชาวฤทธิ์ บุญช่วย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์สโรช บุญศิริพันธ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ชวเลข วณิชเวทิน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ยอดสุดใจ, D.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประมาณเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

Travel Time Estimation Using GPS for Kanchanapisek (Bangplee - Suksawat) Expressway

โดย

นายเชาวฤทธิ์ บุญช่วย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เชาวฤทธิ์ บุญช่วย 2557: การประมาณเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์สโรช บุญศิริพันธ์, Ph.D
137 หน้า

ระยะเวลาในการเดินทางถือว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการขับขี่และระบบการตัดสินใจในการวางแผนการเดินทาง การหาระยะเวลาเดินทางที่นิยมใช้กันทั่วไปจะใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ประเภท Fixed-Point Sensor ในการประมาณระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งอุปกรณ์ประเภท Fixed-Point Sensor จำเป็นต้องใช่ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดูแลรักษาที่ค่อนข้างสูง ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการสื่อสารมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการนำเทคโนโลยีการสื่อสารเหล่านี้มาใช้การขนส่งโดยเฉพาะการขนส่งเชิงพาณิชย์ ซึ่ง (Global Positioning System, GPS) ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่ง ที่บอกตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา (GPS Probe Data) ตลอดเส้นทางการเดินทาง และนิยมใช้โดยเฉพาะการขนส่งเชิงพาณิชย์ เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูล GPS จากรถขนส่งเชิงพาณิชย์มาพัฒนาในการประมาณระยะเวลาเดินทาง และวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ปริมาณข้อมูล คุณภาพข้อมูล การเป็นตัวแทนของประชากร ความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทาง โดยได้ตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณระยะเวลาเดินทางจากระยะเวลาเดินทางจริงที่ได้จากระบบเก็บค่าผ่านทางแบบใช้บัตร (Manual Toll Collection System, MTC) บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) จากงานวิจัยพบว่า ในสภาพจราจรติดขัด ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) สูงกว่าช่วงปกติ ซึ่งหมายถึงการประมาณระยะเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS จะมีความแม่นยำลดลงในช่วงสภาพจราจรติดขัด และปริมาณเที่ยวการเดินทางจะมีผลต่อการประมาณระยะเวลาเดินทาง โดยพบว่าการเพิ่มขึ้นของเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS จะทำให้ MAPE ลดลง หรือค่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้มีความถูกต้องเพิ่มขึ้น ในเรื่องความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทาง พบว่า ค่า Buffer Time Index และ ค่า Travel Time Index ของระยะเวลาข้อมูล GPS มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่า Buffer Time Index และ ค่า Travel Time Index ของระยะเวลาที่ได้จากระบบ MTC โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเวลาเร่งด่วน และลดลงในช่วงเวลาปกติ

_____ _____ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chaovarid Boonchui 2014: Travel Time Estimation Using GPS for Kanchanapisek (Bangplee - Suksawat) Expressway. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Mr. Saroch Boonsiripant, Ph.D. 137 pages.

Travel Time is one of the most important factors for the trip planning. Fixed-point traffic sensor is widely used to collect traffic data required to estimate travel time. However, installation and maintenance costs of such sensors are high. Currently, communication technology is developing rapidly and is suitable for transportation applications. Global Positioning System (GPS) is useful to evaluate travel time, especially for freight transportation. This research obtained GPS data from the instrumented trucks to estimate travel time. GPS data analyses such as data availability, quality, and travel time reliability were conducted in this study. The results from this method was validated with the actual travel time derived from the Manual Toll Collection System (MTC) data of Kanchanapisek (Bangplee - Suksawat) expressway. The results of this research showed that travel time estimation from GPS data yielded Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of less than 10% during uncongested traffic condition. It was also found that the increase in number of trips and penetration rate of trucks improves the accuracy of the estimation. In addition, Buffer Time Index (BI) and Travel Time Index (TI) derived from the GPS data showed that BI And TI of Kanchanapisek expressway is high during AM peak and PM peak. The BI and TI estimated from the MTC data also represented a similar trend.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. สโรช บุญศิริพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ รศ.ดร. ชวเลข วณิชเวทิน ที่ให้ความดูแลเอาใจใส่ ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดการศึกษาวิจัย และช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

งานวิจัยในครั้งนี้ ได้รับความเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ จากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่ง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมขนส่งที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ในงานวิจัยนี้ขอขอบคุณมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทยหรือ (iTIC) โดย ดร.วุฒิชัย อัมพรอร่ามเวทย์ ผู้อนุเคราะห์ข้อมูล GPS ขอบคุณการทางพิเศษแห่งประเทศไทยผู้อนุเคราะห์ข้อมูลของระบบเก็บค่าผ่านทางแบบใช้บัตร (Manual Toll Collection System, MTC) และขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ได้มอบทุนในการวิจัย ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประโยชน์อันใดอันจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดาและคณาจารย์ ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนและให้คำแนะนำต่างๆ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

เชาวฤทธิ์ บุญช่วย

กรกฎาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)
สารบัญตาราง (2)
สารบัญภาพ (3)
คำนำ 1
วัตถุประสงค์ 6
การตรวจสอบเอกสาร 7
อุปกรณ์และวิธีการ 24
อุปกรณ์ 24
วิธีการ 24
ผลและวิจารณ์ 76
สรุปและข้อเสนอแนะ 100
สรุป 100
ข้อเสนอแนะ 103
เอกสารและสิ่งอ้างอิง 104
ภาคผนวก 107
ภาคผนวก ก จำนวนจุดข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 108
ภาคผนวก ข จำนวนรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 111
ภาคผนวก ค จำนวนเที่ยวการเดินทาง GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 114
ภาคผนวก ง สัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 117
ภาคผนวก จ ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 120
ภาคผนวก ฉ ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 123
ภาคผนวก ช ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 126
ภาคผนวก ซ เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555 129
ภาคผนวช ฌ Buffer Time Index และ Travel Time Index เดือนกันยายน 2555 132
ประวัติการศึกษาและการทำงาน 137

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รถจดทะเบียนสะสม ปี พ.ศ. 2550-2555	2
2	ความเร็วรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักในกรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2550 – 2554 (ช่วงเร่งด่วน: 06.00-09:00 น. ขาเข้าเมือง)	2
3	ความเร็วรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักในกรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2550 – 2554 (ช่วงเร่งด่วน: 16.00-19:00 น. ขาเข้าเมือง	3
4	สรุปการตรวจสอบเอกสาร	12
5	Time Gap ระบุเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่	37
6	Time Gap ระบุเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์	38
7	แสดงชื่อย่อยและชื่อด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก	50
8	การจับคู่ข้อมูลด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก Eastbound	50
9	การจับคู่ข้อมูลด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก Westbound	51
10	แสดงการจับคู่ระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก	51
11	แสดงข้อมูลระยะเวลาระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก	52
12	ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออกเดือนสิงหาคม 2555	96
13	ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตกเดือนสิงหาคม 2555	98

ตารางผนวกที่

ฌ1	ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออกเดือนกันยายน 2555	133
ฌ2	ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออกเดือนกันยายน 2555	135

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)	6
2	วงโคจรของดาวเทียม 24 ดวง รอบโลก	15
3	แสดงดาวเทียม 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก	16
4	แสดงการเก็บรวบข้อมูล GPS	17
5	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับระยะทาง จากข้อมูล GPS บนช่วงถนน	18
6	แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในการประมาณระยะเวลาการเดิน	25
7	ข้อมูล GPS ในรูปแบบ Text file	26
8	แสดงการ Import ข้อมูล GPS เข้ามาในซอฟแวร์ Navicat Premium	26
9	ข้อมูล GPS ของทั่วประเทศ	27
10	ขอบเขตการกรองเบื้องต้นด้วยพิกัด P1 และ P2	27
11	การกรองข้อมูล GPS โดยใช้ซอฟแวร์ Navicat Premium	28
12	ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่ และรถบรรทุกหลังการกรองด้วยพิกัด P1 และ P2 (ข้อมูลเดือน กรกฎาคม 2555)	28
13	แสดงจุดอ้างอิงบน Center line ทุก ๆ 200 เมตร จากด่านบางขุนเทียนถึงด่านบางแก้ว	29
14	แสดงภาพขยายจุดอ้างอิงบน Center line ทุก ๆ 200 เมตร	29
15	จุดอ้างอิงที่สร้างกรอบในการเก็บข้อมูล GPS	30
16	การใช้ซอฟแวร์ Navicat ในการคำนวณและเก็บข้อมูล	30
17	แสดงคำสั่งในการเอาเฉพาะค่าที่มีใน Column Latitude และ Longitude	31
18	แสดงค่าที่ซ้ำกันของจุดอ้างอิงสองจุด	31
19	ข้อมูลที่ซ้ำกันในกรอบอ้างอิง X_1 และกรอบอ้างอิง X	32
20	การนำข้อมูลที่ซ้ำกันออกมาเพียงค่าเดียว	32
21	การกรองข้อมูลของทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)	33
22	แสดงเที่ยวการเดินทางของรถยนต์ 1 เที่ยวการเดินทาง	34
23	แสดงการเรียงข้อมูลยานพาหนะประเภทเดียวกัน วันเดียวกัน และเวลาจากเที่ยงคืนไปเที่ยงคืน ของอีกวัน	34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	การนำข้อมูลเวลาเดินทางมาลบกัน	35
25	ฮิสโตแกรมความถี่ในการรับส่งข้อมูล	36
26	ฮิสโตแกรมความถี่ในการรับส่งข้อมูลของรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์	37
27	การระบุเที่ยวการเดินทาง	38
28	จำนวนเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2555	39
29	จำนวนเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2555	40
30	แสดงการแบ่งทิศทาง	41
31	แสดงตัวอย่างอัลกอริทึมในคำนวณการแบ่งทิศทาง	42
32	แสดงการแบ่งทิศทางของข้อมูล GPS โดยสีแดงแสดงทิศทางไปทิศตะวันออก สีเขียวแสดงทิศทางไปทิศตะวันตก	42
33	แสดงภาพขยายของการแบ่งทิศทาง	43
34	การแบ่ง Segment บนทางพิเศษ	44
35	ค่าการกระจัดระหว่างด่านบางขุนเทียนไปยัง จุดเริ่มต้น และจุดปลายของ Segment	45
36	แนวความคิดในการคำนวณข้อมูล GPS ในแต่ละ Segment	46
37	แนวความคิดในการคำนวณหาจำนวน Segment ระหว่างความเร็วของ GPS	46
38	แนวความคิดในการคำนวณจำนวน Segment ระหว่าง Segment ที่เก็บข้อมูล	47
39	แนวความคิดคำนวณความเร็ว GPS ในแต่ละ Trip ว่าควรเพิ่มหรือลดความเร็ว	48
40	แนวความคิดคำนวณความเร็ว GPS ในแต่ละ Segment	48
41	แนวความคิดคำนวณระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment	49
42	แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	55
43	แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	58
44	แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	63
46	แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	66
47	แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	69
48	Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	71
49	Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	72
50	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	74
51	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	75
52	การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	78
53	การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	80
54	ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

55 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 86

56 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนสิงหาคม 2555 89

57 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนสิงหาคม 2555 92

58 การกระจายของของความเร็ว GPS ของรถบรรทุกในเดือนสิงหาคม 2555 ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 94

59 แสดงข้อมูลความหนาแน่นของระยะเวลาเดินทางของระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลในเดือนสิงหาคม 2555 ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไทล์ 95

ภาพผนวกที่

ก1 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 109

ก2 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 110

ข1 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 112

ข2 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 113

ค1 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 115

ค2 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 116

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ง1 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 118

ง2 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 119

จ1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 121

จ2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 122

ฉ1 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 124

ฉ2 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ช1 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 127

ช2 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 128

ช1 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 130

ช2 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555 131

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประมาณเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

Travel Time Estimation Using GPS for Kanchanapisek (Bangplee – Suksawat) Expressway

คำนำ

ข้อมูลระยะเวลาการเดินทางถือว่าเป็นข้อมูลหนึ่งที่มีความสำคัญมากสำหรับการพัฒนาระบบจราจรที่มีประสิทธิภาพ ระยะเวลาการเดินทางจะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้ขับขี่ และระบบการตัดสินใจในการวางแผนการเดินทาง หรือทำให้ผู้ขับขี่ประมาณเวลาการเดินทาง และเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งความสามารถในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง จะช่วยให้หน่วยงานที่ดูแลหรือควบคุมสภาพจราจร สามารถที่จัดการหรือควบคุมระดับการให้บริการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ

ทางพิเศษหรือทางด่วน (Expressway) เป็นถนนพิเศษที่ต้องเสียค่าบริการในการเดินทาง สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยการดูแลของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เนื่องจากทางพิเศษเป็นทางที่มีเส้นทางที่ต้องเสียค่าบริการในการเดินทาง ดังนั้นเพื่อเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้เดินทางที่จะตัดสินใจใช้ทางพิเศษ จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาการประมาณระยะเวลาการเดินทางเพื่อประโยชน์แก่ผู้ที่จะมาใช้บริการ และลดปัญหาการติดขัดบนทางพิเศษ

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาการประมาณระยะเวลาการเดินทาง บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) โดยการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ Global Positioning System (GPS) ที่ติดตั้งตามยานพาหนะเชิงพาณิชย์ ของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) เพื่อนำมาประมาณหาระยะเวลาการเดินทาง โดยวิเคราะห์จากตำแหน่ง และความเร็ว เพื่อรายงานต่อผู้มาใช้บริการทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้

การติดขัดของจราจร (Traffic Congestion) เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และเป็นปัญหาที่เป็นอย่างเรื้อรังในกรุงเทพฯ และปริมณฑลมานาน จากปัจจุบันมีจำนวนรถที่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี จากสถิติการจดทะเบียนรถในปี 2550 -2555 ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 รถจดทะเบียนสะสม ปี พ.ศ. 2550-2555

หน่วย : คัน

ปี	กรุงเทพมหานคร	ภูมิภาค	ทั่วประเทศ	ร้อยละ(เพิ่ม,ลด)
2550	5,715,078	19,903,369	25,618,447	3.3
2551	5,914,696	20,505,657	26,420,353	3.1
2552	6,103,719	21,080,858	27,184,577	2.9
2553	6,444,631	22,040,198	28,484,829	4.8
2554	6,849,213	23,345,724	30,194,937	6
2555 (มิ.ย.)	7,128,650	24,129,059	31,257,709	6.7

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร (2555)

ตารางที่ 1 มีรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพ ฯ มากกว่า 7 ล้านคัน แต่ถนนในกรุงเทพ ฯ สามารถรองรับได้เพียง 1.6 ล้านคันเท่านั้น ซึ่งมากกว่า 4.4 เท่าของความจุถนนที่จะรับได้ ส่งผลให้ผู้ใช้ถนนใช้อัตราความเร็วเฉลี่ยในถนนสายหลักของกรุงเทพ ฯ ช่วงเวลาเร่งด่วนในช่วงเช้าได้เพียง (ขาเข้าเมือง) 19.02 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงเวลาเร่งด่วนในช่วงเย็น (ขาออกเมือง) 23.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีแนวโน้มที่จะช้าลงทุกปีอย่างน้อย 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ครอบครัวข่าว, 2555) ดังตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3 แสดงความเร็วของรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักของกรุงเทพฯในปี 2550 -2554 ในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้า (ขาเข้าเมือง) และ ช่วงเย็น (ขาออกเมือง)

ตารางที่ 2 ความเร็วรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักในกรุงเทพฯ ปี พ.ศ. 2550 – 2554 (ช่วงเร่งด่วน : 06.00 -09.00 น. ขาเข้าเมือง)

กลุ่ม	เส้นทาง	ระยะทาง	ความเร็วเฉลี่ย (ก.ม./ช.ม.)				
		(ก.ม.)	ก.ค. 50	ก.ค. 51	ก.ค. 52	ก.ค. 53	ก.ค. 54
1N	ถ.พหลโยธิน - ถ.พญาไท	17.25	16.5	19.2	14.8	16.7	18.1
2N	ถ.วิภาวดีรังสิต	14.315	29.2	30.9	38	35.6	39.7
3N	ถ.ประชาชื่น - ถ.พระราม 5	15.59	21.2	21.5	21.5	18.9	17.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

กลุ่ม	เส้นทาง	ระยะทาง	ความเร็วเฉลี่ย (ก.ม./ช.ม.)				
		(ก.ม.)	ก.ค. 50	ก.ค. 51	ก.ค. 52	ก.ค. 53	ก.ค. 54
4E	ถ.รามคำแหง-ถ.พระราม 9	12.695	18.3	14.1	12.9	12.8	16.1
5E	ถ.ศรีนครินทร์ - ถ.เพชรบุรี	13.13	15.5	17.9	19.4	16.8	20.3
6E	ถ.พระราม 4	8.89	17.6	16.1	18.6	16.7	16.6
7E	ถ.สุขุมวิท - ถ.พระราม 1	14.07	15	14.5	15.1	14.2	17.4
8E	ถ.ลาดพร้าว	11	16.6	14.1	16.6	12.8	13.5
9W	ถ.สิรินธร - ถ.ราชวิถี	16.23	24.2	19.8	19.4	22.3	24.5
10W	ถ.บรมราชชนนี - ถ.ราชดำเนินกลาง	6.84	15.2	18	16.7	19.1	15
11W	ถ.เพชรเกษม - ถ.จรัญสนิทวงศ์	16.19	28.7	28.2	25.1	21.7	12.4
12S	ถ.ตากสิน - ถ.พระราม 2	5.02	15.7	21.4	14.2	14.4	13.4
13S	ถ.สาทร - ถ.กรุงธนบุรี	5.87	13.7	13.3	14.6	16.8	12.8
14S	ถ.มไหสวรรค์ - ถ.เจริญกรุง	5.38	8.2	12.3	17	15.1	12
	ถ.รัชดาภิเษก วงแหวนชั้นใน	44.1	28.5	30.1	29.1	30.3	27.8
	เฉลี่ย		18.9	19.4	19.4	18.9	18.5

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร (2555)

ตารางที่ 3 ความเร็วรถยนต์ส่วนบุคคลบนถนนสายหลักในกรุงเทพฯ ปี 2550 – 2554 (ช่วงเร่งด่วน : 16.00 -19.00 น. ขาออกเมือง)

กลุ่ม	เส้นทาง	ระยะทาง	ความเร็วเฉลี่ย (ก.ม./ช.ม.)				
		(ก.ม.)	ก.ค. 50	ก.ค. 51	ก.ค. 52	ก.ค. 53	ก.ค. 54
1N	ถ.พหลโยธิน - ถ.พญาไท	17.25	17.9	12.8	15.6	16.5	13
2N	ถ.วิภาวดีรังสิต	14.315	53.7	43.7	42.8	46.5	35.3
3N	ถ.ประชาชื่น - ถ.พระราม 5	15.59	18.9	19.9	20.3	19.1	20.5
4E	ถ.รามคำแหง-ถ.พระราม 9	12.695	25.1	22	18.7	20.6	19.8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กลุ่ม	เส้นทาง	ระยะทาง	ความเร็วเฉลี่ย (ก.ม./ช.ม.)				
		(ก.ม.)	ก.ค. 50	ก.ค. 51	ก.ค. 52	ก.ค. 53	ก.ค. 54
5E	ถ.ศรีนครินทร์ - ถ.เพชรบุรี	13.13	27.3	28.4	27.3	28.5	28.4
6E	ถ.พระราม 4	8.89	19.4	15.9	14.1	13.6	14.8
7E	ถ.สุขุมวิท - ถ.พระราม 1	14.07	17.5	20.5	21.2	17.4	18.7
8E	ถ.ลาดพร้าว	11	18	13.9	14.9	16.8	15.6
9W	ถ.สิรินธร - ถ.ราชวิถี	16.23	41.2	35.2	35.4	29.8	30.5
10W	ถ.บรมราชชนนี - ถ.ราชดำเนินกลาง	6.84	19.1	22	21.2	23.1	18.3
11W	ถ.เพชรเกษม - ถ.จรัญสนิทวงศ์	16.19	25.1	24	21.9	22.3	18.8
12S	ถ.ตากสิน - ถ.พระราม 2	5.02	36.9	31	35.1	26.9	30.6
13S	ถ.สาทร - ถ.กรุงธนบุรี	5.87	24.2	21.1	26.2	26.6	28.5
14S	ถ.มไหสวรรค์ - ถ.เจริญกรุง	5.38	14.9	11.7	10.6	10.7	11.5
	ถ.รัชดาภิเษก วงแหวนชั้นใน	44.1	30.1	28.5	32.7	30.6	31.7
	เฉลี่ย		26	23.4	23.9	23.3	22.4

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งจราจร (2555)

ดังนั้น การจัดการจราจรให้มีประสิทธิภาพจะช่วยลดและบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ปัจจุบันรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เริ่มนำระบบการจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation Systems, ITS) มาใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยระบบสารสนเทศสำหรับผู้ขับขี่แบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information Systems, ATIS) และระบบจัดการการจราจรแบบก้าวหน้า (Advanced Traffic Management, ATMS) เช่น ระบบรายงานสภาพจราจรผ่านทางเว็บไซต์ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ศูนย์ปฏิบัติการข้อมูลจราจรอัจฉริยะของกองบังคับการตำรวจจราจร ระบบป้ายจราจรอัจฉริยะและสัญญาณไฟจราจรคนข้ามถนนอัจฉริยะของกรุงเทพ ฯ เป็นต้น ซึ่งทั้งสองระบบต้องการข้อมูลสภาพจราจร (Traffic Conditions) ขณะนั้นอย่างถูกต้องและแม่นยำที่สุด เช่น ระยะเวลาการเดินทาง ซึ่งระยะเวลาการเดินทางถือว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญแก่ผู้ขับขี่ยวดยานพาหนะ โดยสามารถรายงานได้เป็นสองลักษณะ 1) สำหรับผู้ที่กำลังจะออกเดินทาง หากทราบระยะเวลาการเดินทาง หรือสภาพจราจรขณะนั้นก็สามารถตัดสินใจเลือกเส้นทางสั้นที่สุด หรือระยะเวลาการเดินทางน้อยที่สุดตามความเหมาะสม เพื่อที่จะวางแผนการเดินทางนั้นได้ โดยผู้ขับขี่สามารถรับข้อมูลการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ได้จากข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต ทางวิทยุ ทางโทรทัศน์ เป็นต้น และ 2) สำหรับผู้ที่เดินทางอยู่บนถนน ระยะเวลาการเดินทางและสภาพจราจร สามารถทราบข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือจากผู้ที่บริการข้อมูลจราจร (Mobile Phone Service) หรือผู้ขับขี่สามารถทราบข้อมูลจากป้ายอิเลกทรอนิกส์ (Changeable Message Signs) เพื่อให้ผู้ขับขี่ยวดยานจะสามารถเลือกใช้เส้นทางเพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัดได้

ระยะเวลาการเดินทางนั้นถือเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องมีความแม่นยำเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด หากข้อมูลที่นำมาใช้ขาดความแม่นยำ ผู้ขับขี่อาจจะขาดความเชื่อมั่นในข้อมูลนั้นได้ ในการเก็บข้อมูลตัวแปรทางจราจร เช่น ระยะเวลาการเดินทาง ความเร็ว อัตราการไหลของสภาพจราจร นั้นมีเครื่องมือที่ทันสมัยหลายชนิดที่นำมาใช้ เช่น Electronic Distance – Measuring Instrument (DMIs), Video License Plate Matching, Cellular Phone Tracking, Automated Vehicle Identification (AVI), Automatic Vehicle Location (AVL) ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายทั้งค่าอุปกรณ์และค่าบำรุงรักษาที่ค่อนข้างสูง (Turner 1996) ดังนั้นในการได้ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางที่มีความถูกต้องและแม่นยำจึงมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง

ในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา ภาคเอกชนในประเทศไทย ได้หันมาใช้ระบบการติดตามยานพาหนะทั้งในรถแท็กซี่และรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ เพื่อตรวจสอบการเดินทางและระยะเวลาในการเดินทาง โดยการติดตั้งระบบ Global Positioning System (GPS) ในรถแท็กซี่และรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ที่มากกว่า 10,000 คัน และได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยข้อดีของ GPS คือสามารถทราบค่าตัวแปรทางการจราจรตลอดเส้นทาง สามารถบอกค่า วัน เวลา ความเร็ว ตำแหน่ง ทิศทางและข้อมูลของรถ หรือประเภทของรถที่ได้ทำการติดตั้ง ในทศวรรษที่ผ่านมาการพัฒนาการด้านเทคโนโลยี และการสื่อสารที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและมากขึ้น ทำให้มีการแข่งขันในด้านเทคโนโลยีด้านการสื่อสาร ส่งผลให้ค่าใช้จ่าย อุปกรณ์ เครื่องมือ มีราคาที่ถูกยิ่งขึ้น ประชาชนจำนวนมากจึงหันมาใช้เทคโนโลยีเหล่านี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกันอย่างแพร่หลาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า เราสามารถนำข้อมูล GPS ที่ติดตั้งในรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์เหล่านี้ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงได้เกิดงานวิจัยฉบับนี้ขึ้นมา เพื่อทำการประมาณระยะเวลาการเดินทาง บนทางพิเศษ เพื่อให้ได้ข้อมูลระยะเวลาการเดินทาง แล้วสามารถรายงานระยะเวลาการเดินทาง บนทางพิเศษแก่ผู้ที่มาใช้บริการของการทางพิเศษเพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจในการเดินทางบนทางพิเศษในอนาคตได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาขั้นตอนคัดกรองข้อมูล GPS เพื่อใช้ในการประมาณระยะเวลาเดินทาง

2. เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยี Global Positioning System (GPS) มาประมาณระยะเวลาเดินทาง และเปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลระยะเวลาเดินทางจริง โดยในที่นี้ใช้ข้อมูลจากระบบเก็บเงิน Manual Toll Collection (MTC) บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

3. เพื่อพัฒนาการคำนวณค่า Buffer Time Index และค่า Travel Time Index จากข้อมูล GPS

ขอบเขตของการศึกษา

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาและทำการวิจัยครั้งนี้เป็นทางพิเศษในเขตกรุงเทพมหานครฯและปริมณฑล โดยทำการศึกษาเฉพาะทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) เป็นทางยกระดับ 6 ช่องจราจร มีทางแยกระดับ 5 แห่ง มีแนวสายทางเชื่อมกับทางหลวงวงแหวนกาญจนาภิเษก ด้านใต้ ช่วงถนนพระรามที่ 2 - ถนนสุขสวัสดิ์ เริ่มจากถนนสุขสวัสดิ์ บริเวณพระประแดง ข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาไปทางตะวันออก ผ่านถนนสุขุมวิท ถนนศรีนครินทร์ และถนนเทพารักษ์ไปบรรจบกับทางหลวงหมายเลข 34 (บางนา – บางประกง) บริเวณบางพลี รวมระยะทาง 37 กิโลเมตร



ภาพที่ 1 ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

ที่มา: การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ในบทนี้จะทำการตรวจสอบเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจะแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยอุปกรณ์ GPS และ การตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เทคโนโลยีของ GPS และ หลักการทำงาน
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง

การประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยอุปกรณ์ GPS และ การตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยอุปกรณ์ GPS ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำในการบอกตำแหน่ง จึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำอุปกรณ์ GPS มาใช้ในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง ในส่วนนี้จะเป็นการตรวจสอบเอกสารในงานวิจัยที่ได้นำอุปกรณ์ GPS มาใช้ในงานวิจัย

1. การใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS ประมาณสภาวะการจราจร

ธีระศร (2548) ได้ทำการศึกษาโดยนำเอาพิกัดตำแหน่งของรถแท็กซี่ที่วิ่งอยู่บนโครงข่ายถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร มาเป็นตัวแทนของกระแสการจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการประมาณเวลาในการเดินทางของกระแสจราจรบนโครงข่ายที่ทำการศึกษา โดยนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจร Micro Simulation ที่จะนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเดินทางเฉลี่ยของกระแสจราจรกับความเร็วเฉลี่ยของรถแท็กซี่ ณ จุดต่างๆบนช่วงถนน แล้วจึงตรวจสอบความถูกต้องของเวลาการเดินทางที่ประมาณได้จากรถทดสอบ (รถแท็กซี่ที่สุ่มขึ้นมาจากกระแสจราจร) โดยทำการศึกษาบนถนนรัชดาภิเษก ช่วงระหว่างทางแยกห้วยขวาง และแยกสุทธิสาร ระยะทาง 1.25 กิโลเมตร ผลที่ได้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเดินทางของกระแสจราจรและความเร็วเฉลี่ยของรถแท็กซี่ มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน โดยค่าคลาดเคลื่อนที่ประมาณจากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะลดต่ำลงเมื่อเพิ่มจำนวนรถแท็กซี่ขึ้น ซึ่งหากใช้รถแท็กซี่อย่างน้อย 3 คัน ประมาณเวลาในการเดินทางของกระแสจราจร จะพบว่าค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าไม่เกินร้อยละ 10

นาเซส (2551) ได้เสนอวิธีการประมาณสภาวะการจราจรบนถนนที่สนใจในกรุงเทพฯ คือเส้นทางสุขุมวิท สีลม และ พระราม4 โดยใช้ข้อมูล GPS ที่ได้ติดตั้งบนรถแท็กซี่ประมาณ 3,000 – 4,000 คัน เพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นตัวอย่างในการทดสอบโดยงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการประมาณสภาวะการจราจรจากข้อมูล GPS ที่ติดตั้งในรถยนต์โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนค่าของ Fuzzy Logic และ Adaptive Neuro – Fuzzy ซึ่งกระบวนการนี้ มีประสิทธิภาพโดยการใช้ข้อมูลความคิดเห็นของอาสาสมัคร ซึ่งบอกถึงระดับความหนาแน่นของการจราจรได้สามระดับจากข้อมูล GPS ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอการเปรียบเทียบของสองวิธีการ ในการประมาณสภาวะการจราจรโดยใช้ข้อมูลจากกลุ่ม GPS ที่ติดตั้งในรถ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีการส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางรับข้อมูล โดยวิธีการแรกคือวิธีการเชิงความเร็ว มีการประมาณโดยใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยจาก GPS ที่ติดตั้งอยู่ในรถ บอกถึงสภาวะการจราจรในขณะนั้น ส่วนวิธีการที่สองเป็นการนำเอาความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากจุดต่อจุดของรถแต่ละคัน มาบอกถึงสภาวะการจราจรในขณะนั้น และส่วนสุดท้ายที่เรียกว่า Cell – Base Traffic Estimation ที่ทำนายความหนาแน่นของการจราจรบนสะพานข้ามแม่น้ำไปยังฝั่งพระนคร โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นสี่เหลี่ยมเท่า ๆ กัน ที่เรียกว่าเซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะมีการเก็บข้อมูลเวลาการเดินทางในการข้ามเซลล์ โดยค่าเวลาเดินทางจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Real Time ตามสภาวะข้อมูลการจราจร จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการนำข้อมูล GPS ที่ติดตั้งในรถ มาทำการวิเคราะห์สภาพจราจร แต่ยังมีปัญหาในเรื่องความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่มีจำนวนน้อยและมีการส่งข้อมูลที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งได้นำมาทดลองผ่านโปรแกรมจำลองสภาวะจราจรผลที่ได้สามารถประมาณค่าความเร็วได้ใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับข้อมูลจราจรจริงซึ่งมีจำนวนน้อย และในการใช้วิธีการ Cell – Base Traffic Estimation มาประยุกต์ใช้ในการรายงานสภาวะการจราจรจริงได้เนื่องจากผลการทดลองมีทิศทางที่ดีแต่ก็ยังพบข้อผิดพลาดหลายอย่าง ถ้ามีการพัฒนาและลดข้อผิดพลาดก็อาจจะได้ผลและการประมาณใกล้เคียงกับค่าสภาวะการจราจรจริงมากยิ่งขึ้น

Quiroga and Bullock (1998) ได้อธิบายขั้นตอนการศึกษาระยะเวลาการเดินทางโดยนำเทคโนโลยีระบบบอกตำแหน่งบนผิวโลก และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GPS และ GIS มาประยุกต์ใช้ ในขั้นตอนการศึกษาจะเริ่มสร้างแผนที่ดิจิตอล และกำหนดจุดสำรวจบริเวณที่อัตราการไหลของสภาพจราจรที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งทำการแบ่งทุก 1 ไมล์ โดยการกำหนดรหัสหมายเลขของถนนให้กับช่วงถนนที่ทำการแบ่ง แล้วนำความยาวของช่วงถนนหารด้วยผลต่างของเวลาเข้าและออกที่ได้จากการประมาณจาก GPS ที่ได้เก็บข้อมูลที่รวบรวมเวลา ตำแหน่ง และความเร็ว และจะทำการส่งข้อมูลทุก ๆ 1 วินาที เพื่อคำนวณความเร็วในช่วงถนน และใช้ข้อมูลจาก GIS ในการจัดระบบข้อมูลเพื่อแสดงแถบสี ในการรายงานระยะเวลาการเดินทาง โดยได้ทำการศึกษาในรัฐ Louisiana ในเมือง Baton Rouge , Shreveport และ New Orleans ซึ่งมีช่วงระยะเวลาการเดินทางมากกว่า 180,000 ช่วง ได้ทำการบันทึกข้อมูลในระหว่างปี 1995 ถึง 1996 จากข้อมูล GPS เกือบ 3 ล้านข้อมูลที่มีระยะทางถึง 30,000 ไมล์ บนเครือข่ายถนนในเมือง 300 ไมล์

Tam and Lam (2007) ได้เสนอระบบการให้ข้อมูลการเดินทางกับผู้เดินทางแบบ Real -Time ซึ่งจะรายงานระยะเวลาการเดินทาง และปริมาณการจราจร บนเครือข่ายถนนใน Hong Kong ซึ่งได้เสนอวิธีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และแบบจำลองในการรายงานระยะเวลาการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลจาก GPS และข้อมูลจากระบบ Auto Vehicle Identification (AVI) ซึ่งข้อมูล AVI จะได้จากระบบเก็บเงินแบบ Auto Toll System ซึ่งเป็นระบบเก็บเงินอัตโนมัติ ที่มีลักษณะสถานีเป็นอุโมงค์เก็บเงิน ในการประมาณระยะเวลาการเดินทางจะใช้ข้อมูลแบบ Real – Time ของระบบ AVI เป็นข้อมูลหลัก ร่วมกับข้อมูล GPS และใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ในการประมาณระยะเวลาเดินทาง ทุก ๆ 5 นาที ซึ่งได้ทำการจากอุโมงค์เก็บเงิน Lion Rock Tunnel ถึง อุโมงค์เก็บเงิน Cross Harbour Tunnel รวมระยะทาง 5.01 กิโลเมตร โดยแบ่งช่วงเวลาการศึกษาเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้า ช่วงระหว่างชั่วโมงเร่งด่วน และช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเย็น จากการศึกษาพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2.5 วินาที ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การนำข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS เช่น การนำเอาพิกัดตำแหน่งของรถแท็กซี่ มาเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการประมาณเวลาในการเดินทางของกระแสจราจร การประยุกต์ใช้กับโปรแกรมการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจร Micro Simulation (VISSIM) หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS การใช้ข้อมูล GPS กับการใช้ตรรกะการปรับเปลี่ยนค่าของ Fuzzy Logic และ Adaptive Neuro – Fuzzy เพื่อประมาณสภาวะการจราจรที่บอกถึงระดับความหนาแน่นของถนน และประยุกต์ร่วมกันของระบบ AVI กับ GPS ในการรายงานสภาพจราจร พบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS มาวิเคราะห์เพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องและ ความแม่นยำ ในการประมาณสภาวะการจราจรและสภาพการจรได้

2. การแบ่งช่วงถนนในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง

นาเซส (2551) ได้ทำนายความหนาแน่นของการจราจรบนสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาไปยังฝั่งพระนครทุกแห่ง โดยใช้สะพานตากสิน ทำนายความหนาแน่นด้วยวิธี Cell – Based Traffic Estimation ซึ่งวิธีการนี้คือการสร้างแผนที่เซลล์ที่มีขนาดพื้นที่ 500 x 500 ตารางเมตร ซึ่งมีจำนวนเซลล์ทั้งหมด 3478 เซลล์ (47x74 เซลล์) และแต่ละเซลล์มีการเก็บข้อมูลการเดินทางในการข้ามเซลล์ โดยค่าเวลาจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบ Real Time จากผลการทำนายความหนาแน่นยังไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ได้จริง ซึ่งต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการปรับปรุงการคาดการณ์เลือกเส้นทางของรถแต่ละคัน จำนวนข้อมูลและขนาดของเซลล์แผนที่ ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวจะต้องมีการทดลองเพิ่ม คาดว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้นได้

Quiroga and Bullock (1998) ได้ใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS และ GIS ในการวิเคราะห์ใช้วิธีการและหลักการคือ การแบ่งช่วงความยาวช่วงถนน (Segment Lengths) , การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Rate) , การวัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Tendency) การวิเคราะห์ช่วงความยาวช่วงถนน จะทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทุกช่วงความกว้างถนนทุก ๆ 0.2 – 0.5 ไมล์ (322 – 805 เมตร) ส่วนข้อมูล GPS ควรทำการวิเคราะห์ข้อมูล GPS ที่มีค่าน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาในการเดินทางผ่านช่วงถนน และจะแสดงค่าระหว่างอัตราส่วนของตัวอย่างและช่วงความเร็วที่เชื่อถือได้ในช่วงเวลา 1 - 2 วินาที เพื่อจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อย แล้วใช้การวัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลางในการเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยเรขาคณิต และค่าความเร็วเฉลี่ยฮาโมนิค พบว่า ถ้าความยาวของช่วงถนนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของช่วงถนนที่มีความแปรปรวนของสภาพจราจร ความแปรปรวนจะปรากฏให้เห็นในกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทาง โดยปกติค่าความยาวของช่วงถนนที่พิจารณาจะไม่เกิน 0.5 ไมล์ (805 เมตร) ความถี่ในการเก็บข้อมูลก็เช่นเดียวกัน โดยปกติความถี่น้อยที่สุดที่ใช้ควรมีค่าน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาการเดินทางผ่านช่วงถนน ผลจากการศึกษาได้ข้อสรุปว่าในการคำนวณโดยการใช้ความเร็วจาก GPS และการคำนวณช่วงความเร็วโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้คำนวณหาระยะเวลาการเดินทางคือข้อมูลที่ได้จาก GPS เนื่องจากได้เก็บข้อมูลไว้มากและทำเก็บเป็นระยะเวลา 3 ปี

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา ในการแบ่งช่วงถนนในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง Quiroga และ Bullock (1998) ได้แบ่งช่วงถนนทุก ๆ ช่วง ทุก ๆ 0.2 – 0.5 ไมล์ (322 – 805 เมตร) และ นาเซส พัชณีย์ (2551) ได้ใช้วิธี Cell – Base Traffic Estimation ที่สร้างแผนที่เซลล์ที่มีขนาดพื้นที่ 500 x 500 ตารางเมตร พบว่าความยาวช่วงถนนที่พิจารณา ไม่ควรเกิน 0.5 ไมล์ (805 เมตร) เพราะถ้าช่วงถนนที่ยาวเกินไป อาจจะมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงถนน ทำให้การประมาณระยะเวลาเดินทางเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง ควรจะพิจารณาความยาวช่วงถนนที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

3. การใช้ความเร็วจากอุปกรณ์ GPS ประมาณระยะเวลาการเดินทาง

Glen M. et al. (1999) ได้ใช้ข้อมูล GPS ในการคำนวณหาความเร็ว และระยะเวลาการเดินทาง เพื่อวิเคราะห์สภาพการจราจรที่ติดขัดของโครงข่ายถนนในเมือง ได้ศึกษาบนถนนชนบทในเมือง Mallala ทางตอนเหนือของเมือง Adelaide ของประเทศ Australia ในส่วนที่หนึ่งคำนวณหาความเร็วจากตำแหน่งข้อมูลและเวลาของข้อมูล GPS โดยการแบ่งระยะทางและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลาในการหาความเร็ว ในส่วนที่สองคำนวณหาความเร็วโดยใช้ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยจาก GPS หรือวิธี Doppler – Derived Speed ซึ่งช่วงเวลาที่ใช้ทำการคำนวณต้องมีระยะเวลาที่น้อยกว่าช่วงระยะเวลาที่ได้จากข้อมูล แล้วนำทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่ได้จากระบบ Australian Road Research Board Travel Time Data Acquisition System (TTDAS) ในการเปรียบเทียบค่าความเร็วพบว่าความเร็วที่ได้จากข้อมูล GPS มีความถูกต้องและแม่นยำที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์การติดขัดของสภาพจราจรและระยะเวลาการเดินทางได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Li Jie et al. (2011) ได้ทำการศึกษาประมาณระยะเวลาการเดินทางบนเครือข่ายถนนในเมือง Changsha ในมณฑล Hunan ประเทศจีน ทำการประมาณระยะเวลาการเดินทาง โดยใช้ข้อมูล GPS, Video และ Bluetooth จากรถแท็กซี่และรถประเภทอื่น จำนวน 6,000 คัน ทำการเปรียบเทียบข้อมูล GPS ที่ความถี่ 0.033 Hz ที่ได้ติดตั้งในรถแท็กซี่ และ GPS ที่ความถี่ 3 Hz จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข้อมูลที่ได้จากโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีความถูกต้องและละเอียดกว่าข้อมูลที่ได้จากรถแท็กซี่เพราะความถี่ในการส่งข้อมูลซึ่งรถแท็กซี่จะทำส่งข้อมูลทุก 30 วินาที และได้กล่าวว่าในความเร็วที่ได้จากการคำนวณจาก GPS มีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณตำแหน่งสองตำแหน่งของ GPS เพราะในเวลา 30 วินาทีจะมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งและความเร็วที่มาก ดังนั้นการคำนวณความเร็วจากข้อมูล GPS ที่มีความถี่ต่ำจะมีความมคลาดเคลื่อนที่มาก และได้ทำการตรวจสอบข้อมูลโดยใช้ Video เพื่อนำมาใช้ในการนับปริมาณจราจรเข้าและออกของถนนสองสายทางถนนตะวันออกและสะพานข้ามแม่น้ำ Xiangjiang และวิเคราะห์ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยของถนนโดยวิธีการนับสะสม (Edie, 1965) ส่วนข้อมูลจาก Bluetooth ที่ได้ติดตั้งบนถนน Shaoshan ในเมือง Changsha มีรัศมีของการเก็บข้อมูล 100 เมตร ได้เก็บข้อมูลจาก Bluetooth ทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงและข้อมูลจาก GPS ทุกสองชั่วโมง พบว่าข้อมูลที่ได้จาก Bluetooth จะมีค่าที่ผิดปกติ เนื่องจากไม่สามารถแยกข้อมูลจากรถแท็กซี่ ผู้เดินทางเท้า หรือจากผู้ขี่รถจักยาน จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้อมูลผิดปกติ ผลจากการศึกษานี้พบว่าการเก็บข้อมูลจากรถแท็กซี่และรถประเภทอื่น 6,000 คัน ข้อมูลที่ได้จาก GPS เป็นข้อมูลที่นำมาใช้ประมาณระยะเวลาการเดินทางได้ค่อนข้างง่ายและถูกต้อง และยังได้นำมาประยุกต์กับข้อมูลที่ได้จาก Video และ Bluetooth เพื่อวิเคราะห์ระยะเวลาเดินทางอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการเชื่อมโยงเครือข่ายของถนนในเมือง Changsha ได้

จากการศึกษางานวิจัย การนำความเร็วจากอุปกรณ์ GPS มาใช้ในการประมาณสภาพการจราจรในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง Glen M. et al. (1999) พบว่าความเร็วที่ได้จากข้อมูล GPS มีความถูกต้องกว่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณตำแหน่งและเวลาจากข้อมูล GPS หรือ จากการคำนวณด้วยวิธี Doppler – derived speed ที่ใช้ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยจาก GPS นอกจากนี้ Li Jie et al.(2011) ได้กล่าวว่าในความเร็วที่ได้จากการคำนวณจาก GPS มีความถูกต้องและแม่นยำกว่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณ GPS จากสองตำแหน่ง เพราะในเวลา 30 วินาทีจะมีการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งและความเร็วที่มาก ดังนั้นจึงมีข้อสรุปได้ว่าการนำข้อมูลความเร็วจากอุปกรณ์ GPS มาใช้ในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง มีความถูกต้องและแม่นยำพอที่จะนำมาประมาณระยะเวลาการเดินทาง แต่ก็ต้องคำนึงถึงความถี่ในการรับส่งข้อมูลด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สรุปการตรวจสอบเอกสาร

GPS เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำในการบอกตำแหน่งบนโลก จึงได้มีงานวิจัยจำนวนมากมาใช้อุปกรณ์ GPS ในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง และได้มีการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ Video, Bluetooth หรือใช้กับซอฟแวร์ เช่น Micro Simulation, GIS เพื่อใช้ในงานจราจรในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง และรายงานสภาพจราจร โดยใช้วิธีการ เช่น การใช้ตรรกะ Fuzzy Logic การใช้ความสัมพันธ์เชิงความเร็ว การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือการประยุกต์ร่วมกันของระบบ AVI กับ GPS ในการรายงานสภาพจราจร แต่ยังมีปัญหา เช่น จำนวนข้อมูลที่มีจำนวนน้อยเกินไปทำให้การวิเคราะห์ที่ได้มีความถูกต้องไม่เพียงพอ ความถี่ในการส่งข้อมูลจึงมีผลต่อความคลาดเคลื่อนในแบบจำลอง ดังนั้นในงานวิจัยที่ผ่านมาจะเป็นส่วนที่ชี้ปัญหาที่พบในงานวิจัยและบ่งบอกถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะมีประโยชน์ในงานวิจัยนี้ต่อไป

ตารางที่ 4 สรุปการตรวจสอบเอกสาร

Author	Country	Data Sources	Method	Objective
ธีระศร พิรยมานนท์ (2548)	Bangkok	GPS	Microsimulation	ตรวจสอบความถูกต้องของเวลาการเดินทางที่ประมาณได้จากรถทดสอบ
นาเซส พัชณีย์ (2551)	Bangkok	GPS	Fuzzy Logic Adaptive Neuro - Fuzzy Cell - Base Traffic Estimation	ประมาณสภาวะการจราจรขในถนนสายหลักในกรุงฯและสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา และพัฒนาแบบจำลอง
Quiroga และ Bullock (1998)	Baton Rouge Shreveport New Orleans	GPS และ GIS	ใช้ข้อมูลความเร็วและตำแหน่งของ GPS ประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยวิธีเชิงความเร็วแล้วใช้ข้อมูล GIS เพื่อแสดงแถบสีในการรายงานระยะเวลาการเดินทาง	ศึกษาระยะเวลาการเดินทางในเขตเมืองเพื่อรายงานสภาพจราจร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Author	Country	Data Sources	Method	Objective
Quiroga และ Bullock (1998)	Baton Rouge Shreveport New Orleans	GPS และ GIS	ใช้ข้อมูลความเร็วและตำแหน่งของ GPS ประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยวิธีเชิงความเร็วแล้วใช้ข้อมูล GIS เพื่อแสดงแถบสีในการรายงานระยะเวลาการเดินทาง	ศึกษาระยะเวลาการเดินทางในเขตเมืองเพื่อรายงานสภาพจราจร
Glen M. และคณะ (1999)	Adelaide	GPS	นำข้อมูล GPS มาหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลาในการหาความเร็ว แล้วใช้ความเร็วเฉลี่ยของข้อมูล GPS ด้วยวิธี Droppler - Derived เพื่อเปรียบเทียบกับระบบ Australian Road Research Board Travel Time Data Acquisition System ในการวิเคราะห์การติดขัดของสภาพจราจรและระยะเวลาการเดินทาง	วิเคราะห์สภาพจราจรที่ติดขัดของโครงข่ายถนนในเมือง
Tam, M.L. และ Lam, W.H.M (2007)	Hong Kong	GPS และ AVI	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	ประมาณระยะเวลาการเดินทางของเครือข่ายถนนในเมือง
Li Jie และคณะ (2011)	Hunan	GPS Video และ Bluetooth	การเปรียบเทียบข้อมูล GPS ที่ความถี่ต่างๆ และใช้ Video และ Bluetooth ช่วยในการตรวจสอบ	ทำการศึกษาประมาณระยะเวลาการเดินทางเครือข่ายถนนในเมือง

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของกับระบบ GPS พบว่าได้มีการประยุกต์กับซอฟแวร์หรือ อุปกรณ์การสื่อสารต่าง ที่มีระบบการทำงานที่ต่างกันดังนั้นจึงจะมองข้ามไม่ได้เลยว่าการทำงานของระบบ GPS จะมีการทำงานกันอย่างไร เพื่อนำไปประยุกต์กับระบบต่างๆได้อย่างเหมาะสม ซึ่งในส่วนนี้จะอธิบายว่า GPS มีหลักการทำงานอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคโนโลยีของ GPS และ หลักการทำงาน

Global Positioning System คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกประกอบด้วย 3 ส่วน (Pace et al., 1995)

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียม 3 ค่าย

ประเทศสหรัฐอเมริกา มีเครือข่ายดาวเทียม ชื่อ Navigation Satellite Timing & Ranging (NAVSTAR) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวง เป็นดาวเทียมสำรอง บริหารงานโดย Department of Defenses

ทวีปยุโรป มีเครือข่ายดาวเทียม ชื่อ Galileo มี 27 ดวง บริหารงานโดย European Satellite Agency (ESA) เปิดใช้งานในปี 2008

ประเทศรัสเซีย มีเครือข่ายดาวเทียม ชื่อ Global Navigation Satellite (GLONASS) บริหารโดย Russia Military Space Force

2. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศสหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก
3. ผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ระบบบอกตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ทำงานโดยการคำนวณพิกัดจากดาวเทียม 24 ดวง แบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร ที่โคจรอยู่รอบโลกด้วยรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.83 กิโลเมตร หรือ 12,600 ไมล์ และเอียงทำมุม 55 องศา กับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง ทำให้สามารถบอกตำแหน่งได้ทุกตำแหน่งบนโลกตลอด 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

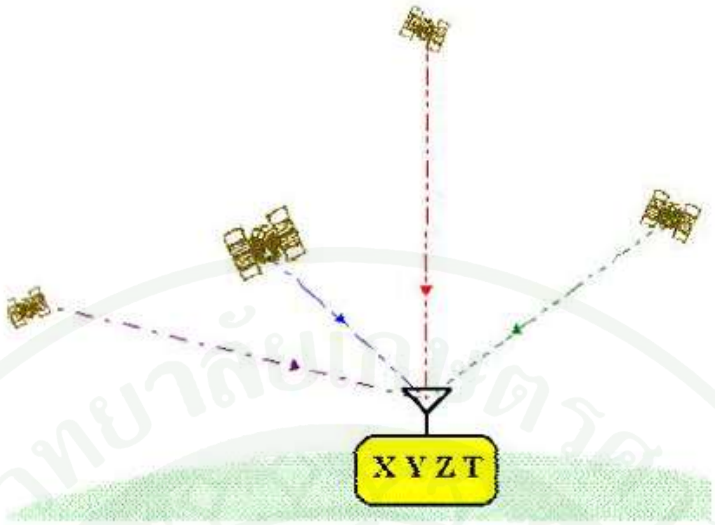


ภาพที่ 2 วงโคจรของดาวเทียม 24 ดวง รอบโลก

ที่มา: (Pace et al., 1995)

ในการทำงานของ GPS ระบบสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวงที่ได้ระบุตำแหน่งของตัวรับสัญญาณกับสัญญาณดังกล่าว ในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 ดวง กับเครื่องรับสัญญาณ จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้หากพื้นโลกอยู่ในแนวราบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อให้ได้ตำแหน่งถูกต้องมากขึ้น (Pace et al., 1995)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



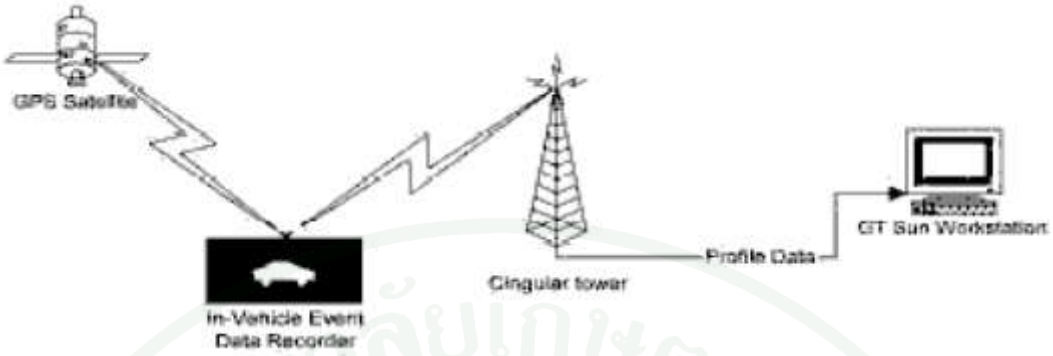
ภาพที่ 3 แสดงดาวเทียม 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก

ที่มา: (Pace et al., 1995)

การวัดระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับสัญญาณทำได้โดยคำนวณค่าความเร็วคูณกับช่วงเวลา โดยวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุส่งจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณ GPS คูณด้วยความเร็วของคลื่นวิทยุจะเท่ากับระยะทางที่เครื่องรับ อยู่ห่างจากดาวเทียม โดยเวลาที่วัดได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียมที่ความแม่นยำสูงมีความละเอียดถึงนาโนวินาที และมีการสอบทวนเสมอ ๆ กับสถานีภาคพื้นดิน

องค์ประกอบสุดท้ายก็คือตำแหน่งดาวเทียมแต่ละดวงในขณะที่ส่งสัญญาณมาว่าอยู่ที่ (Almanac) มายังเครื่องรับ GPS โดยวงโคจรของดาวเทียมได้ถูกกำหนดได้ล่วงหน้าแล้วเมื่อถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ สถานีควบคุมจะคอยตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา ดังภาพที่ 4 (Pace et al., 1995)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 แสดงการเก็บรวบข้อมูล GPS

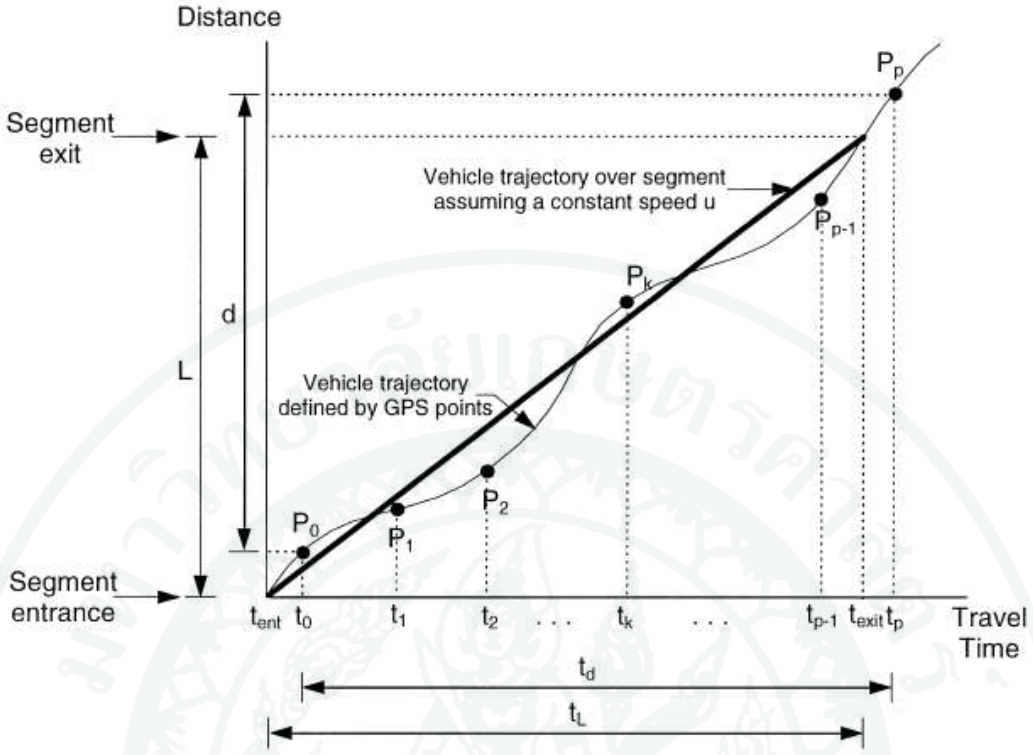
ที่มา: (Pace et al, 1995)

ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง กล่าวคือถ้าระยะระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันมากย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยิ่งมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศที่ประกอบด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบ กับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่นการบดบังจากกระจก ละอองน้ำ ใบไม้ และการบดบังของตึกสูง จะมีผลต่อความถูกต้องแม่ยำ เนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมมีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณคลาดเคลื่อนไป และสุดท้ายก็คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณว่าความไวในการรับสัญญาณและความเร็วในการประมวลผล (Pace et al., 1995)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง

จากการตรวจสอบเอกสารข้างต้น การประมาณระยะเวลาเดินทางด้วยข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS จะต้องแบ่ง segment แล้วนำข้อมูล GPS ใน Segment คือ เวลาและระยะทาง ประมาณระยะเวลาการเดินทาง ด้วยวิธีการเชิงความเร็ว ตามแบบจำลองตามภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับระยะทาง จากข้อมูล GPS บนช่วงถนน

ที่มา: (Quiroga and Bullock,1998)

ในการปรับแก้ความเร็วเฉลี่ยจะใช้สมการ

$$u \approx \frac{L}{t_{exit}-t_{ent}} = \frac{L}{t_L} \quad (1)$$

เมื่อ

u = ความเร็วเฉลี่ยในช่วง segment

L = ความยาวของ segment

t_{exit} = เวลาเดินทางออกของพิกัด GPS ใน segment

t_{ent} = เวลาเดินทางเข้าของพิกัด GPS ใน segment

t_L = เวลาในการเดินทาง

t_L คือ เวลาในการเดินทาง ใช้ทฤษฎีการกระจายค่าความคลาดเคลื่อนของ (Gans, 1992) ซึ่งสามารถแสดงค่า ε_u โดยสมการ (Quiroga, 1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$\varepsilon_u \approx \frac{\sqrt{2}\varepsilon}{t_{exit}-t_{ent}} = \frac{\sqrt{2}\varepsilon}{t_L} \quad (2)$$

เมื่อ

ε_u = ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความเร็วของ GPS

ε_u เป็นฟังก์ชันความถูกต้องของตำแหน่งในแต่ละจุดของ GPS และในแต่ละส่วนของระยะเวลาการเดินทาง และให้ขอบเขตสำหรับ ε_u เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจาก t_{exit} และ t_{ent} โดยให้เป็นอิสระต่อกัน ในทางปฏิบัติค่า ε_u อาจจะมีค่าต่ำ เนื่องจาก t_{exit} และ t_{ent} มีลักษณะเดียวกันและมีจำนวนมาก

ในการใช้ความเร็วจาก GPS ในการคำนวณระยะทางที่ขับรถ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถคำนวณความเร็วใน Segment เป็นระยะทางรวม d ที่ครอบคลุมรถจาก t_0 ถึง t_p

$$d = \int_{t_0}^{t_p} v dt \approx v_0\left(\frac{t_1-t_0}{2}\right) + \left[\sum_{k=1}^{p-1} v_k\left(\frac{t_{k+1}-t_{k-1}}{2}\right)\right] + v_p\left(\frac{t_p-t_{p-1}}{2}\right) \quad (3)$$

เมื่อ

d = ระยะทางรวมของ GPS

t_0 = เวลาเดินทางเข้า segment ของพิกัด GPS

t_p = เวลาเดินทางออก segment ของพิกัด GPS

t_k = เวลาเดินทางใน segment ของพิกัด GPS

v_k = ความเร็วของ GPS ที่ k ใดๆ

v_p = ความเร็วของ GPS ที่ ทางออก segment

จากสมมติฐานของกฎสี่เหลี่ยมคางหมูในแต่ละช่วงเวลา v ไม่คงที่ การประมาณค่าด้วยกฎของสี่เหลี่ยมคางหมูจึงเหมาะสมกับข้อมูล GPS

ค่าเฉลี่ยความเร็วที่เกี่ยวข้องกับระยะทาง

$$u_d = \frac{d}{t_d} = \frac{d}{t_p-t_0} \quad (4)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ

u_d = ความเร็วเฉลี่ยของ GPS

t_d = เวลาในการเดินทางของ GPS

โดยปกติเราจะรู้ค่า L ถ้ารู้ตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของ GPS ค่า d และ L จะมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งค่า u หาได้ดังสมการที่

$$u \approx \frac{1}{t_p - t_0}\left\{v_0\left(\frac{t_1 - t_0}{2}\right) + \left[\sum_{k=1}^{p-1} v_k\left(\frac{t_{k+1} - t_{k-1}}{2}\right)\right] + v_p\left(\frac{t_p - t_{p-1}}{2}\right)\right\} \quad (5)$$

ดังนั้นระยะเวลาเดินทางใน segment หาได้ดังนี้

$$t_L \approx \frac{L}{u} \quad (6)$$

ในการศึกษาจะไม่สนใจเพียงแค่ค่าในการคำนวณความเร็วในแต่ละคัน แต่จะศึกษาการคำนวณค่าความเร็วของกลุ่มตัวอย่างเพื่ออธิบายในส่วนที่แตกต่างซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง หากมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างทางแยก ทางลาด หรือตามเส้นทางบนส่วนที่มีการบันทึกข้อมูลมากกว่าส่วนอื่น ๆ ดังนั้นขั้นตอนการคำนวณค่าความเร็วที่เป็นตัวแทนจะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมกลุ่มข้อมูลในกลุ่มรถแต่ละประเภท

ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการเดินทางต่อ segment คือ

$$\overline{t_i} = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} t_{L_i} = \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} \frac{L_i}{u_{ij}} = L_i \frac{1}{m_i}\sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{u_{ij}} \quad (7)$$

เมื่อ L_i คือส่วนความยาวของแต่ละ segment และ u_{ij} เป็นความเร็วที่บันทึกใน segment i

L_T คือ ระยะทางรวม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$L_T = \sum_{i=1}^{n} L_i \quad (8)$$

ระยะเวลาเดินทางรวม

$$t_{T_L} = \sum_{i=1}^{n} \left[L_i \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{u_{ij}} \right] \quad (9)$$

ความเร็วเฉลี่ยที่มากกว่า L_T เป็นดังสมการ

$$\bar{u}_L = \frac{L_T}{t_{T_L}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \left[\frac{L_i}{L_T} \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{u_{ij}} \right]} \quad (10)$$

สมการนี้แสดงถึงค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักฮาโมนิคที่มีการถ่วงน้ำหนักเป็นอัตราส่วนของช่วงความยาวในแต่ละส่วนของช่วงความยาว ค่าเฉลี่ยฮาโมนิคเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดค่าเป็นผลให้มีความเร็วต่ำ ทำให้ค่าห่างจากแนวโน้มที่เกิดขึ้นเป็นผลให้ค่าผิดเพี้ยนไป แต่วัตถุประสงค์ของสมการนี้คือการได้ความมั่นใจในการประมาณแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลางและเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการกำหนดความเร็วฮาโมนิค

วิธีการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

การทดสอบความแม่นยำของระยะเวลาเดินทางที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีด้วยกันหลายวิธี โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกมา 2 วิธีคือ

1. ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE)
2. เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Mean Absolute Error (MAE)

MAE เป็นการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสมบูรณ์ระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริงมีหน่วยเป็นนาที หาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่าแบบจำลองสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง โดย MAE มีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Xiao, 2011)

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|TT_M - TT_A| \quad (11)$$

เมื่อ

i = ข้อมูลตัวอย่างที่ i ; 1, 2, ..., N

N = จำนวนตัวอย่างข้อมูล

TT_M = ระยะเวลาการเดินทางจากแบบจำลอง (นาที)

TT_A = ระยะเวลาการเดินทางจริง (นาที)

2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสมบูรณ์ระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริงมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาก MAPE มีค่าน้อย แสดงว่าแบบจำลองสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง โดย MAPE มีสูตรการคำนวณดังนี้ (Xiao, 2011)

$$MAPE = 100\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{|TT_M - TT_A|}{TT_A} \quad (12)$$

เมื่อ

i = ข้อมูลตัวอย่างที่ i ; 1, 2, ..., N

N = จำนวนตัวอย่างข้อมูล

TT_M = ระยะเวลาการเดินทางจากแบบจำลอง (นาที)

TT_A = ระยะเวลาการเดินทางจริง (นาที)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีวัดความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทาง

ในงานวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาค่าความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทางที่ได้จากการประมาณระยะเวลาเดินทาง งานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกมา 2 วิธีคือ

1. Buffer Time Index (BI)
2. Travel Time Index (TI)

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Buffer Time Index (BI)

BI เป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งที่ใช้วัดความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทาง หาก BI มีค่าสูงหรือต่ำ แสดงว่าในช่วงสภาพจราจรติดขัดสุดๆ เช่น ฝนตก หรือ รถชน ใช้เวลาสูงหรือต่ำเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ของระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย มีสูตรการคำนวณดังนี้ (National Cooperative Highway Research Program, 2006)

$$BI = \frac{95^{th} Percentile\ Travel\ Time - Average\ Travel\ Time}{Average\ Travel\ Time} \quad (13)$$

2. Travel Time Index (TI)

TI เป็นตัวชี้วัดอีกตัวหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีประโยชน์ กับหน่วยงานที่ดูแลและควบคุมสภาพจราจร โดยจะนำไปใช้ในการวัดการติดขัดของถนน หากค่า TI มีค่าสูงหรือต่ำ แสดงว่าโดยเฉลี่ยเดินทางใช้เวลาเป็นสูงหรือต่ำเป็นกี่เท่า ของระยะเวลาเดินทางในช่วงการจราจรแบบ Free-Flow เช่น ตอนกลางคืน วันเสาร์หรือวันอาทิตย์ มีสูตรการคำนวณดังนี้ (National Cooperative Highway Research Program, 2006)

$$TI = \frac{Average\ Travel\ Time}{Free-Flow\ Travel\ Time} \quad (14)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

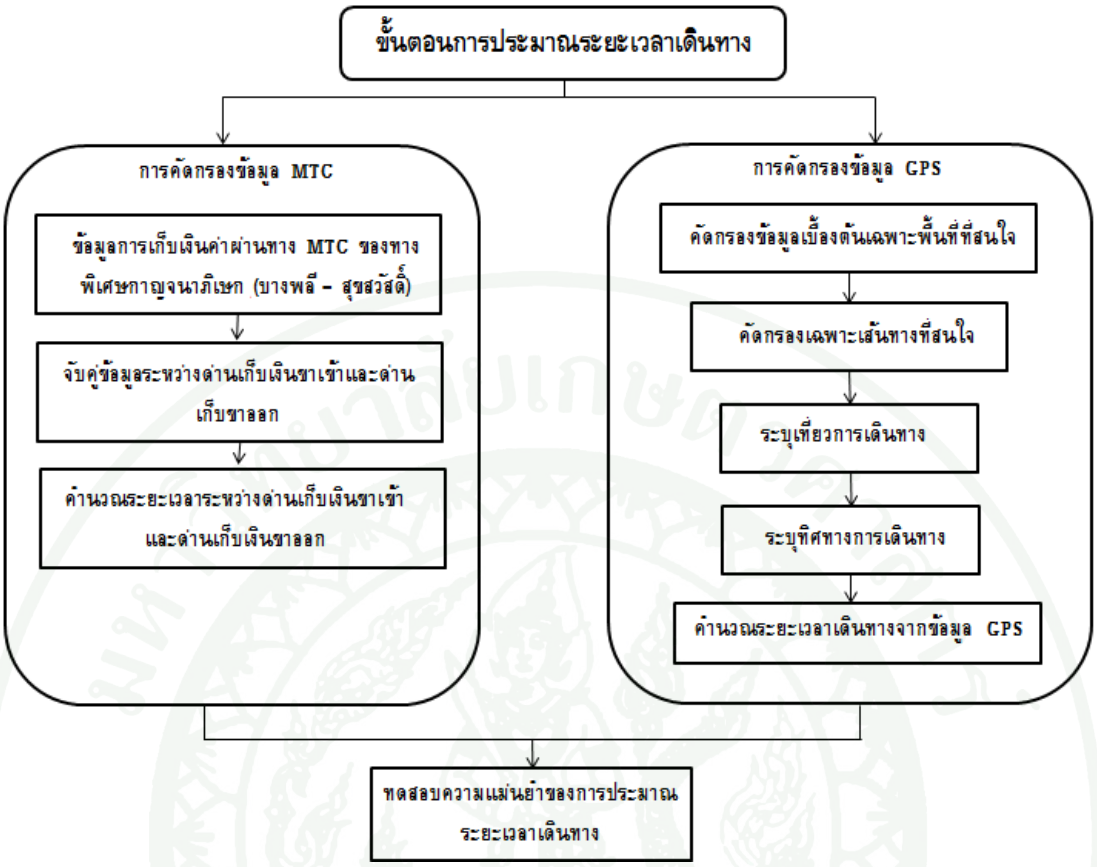
1. โปรแกรม Navicat Premium
2. โปรแกรม Microsoft Excel 2010
3. โปรแกรม Google Earth
4. โปรแกรม R

วิธีการ

ในบทนี้จะอธิบายการวิธีการ การคัดกรองข้อมูลของ GPS ทั่วประเทศ และการกรองข้อมูลบนทางพิเศษ การแบ่งทิศทางของข้อมูล GPS และคำนวณระยะเวลาการเดินทางระหว่างด่านถึงด่านของข้อมูล MTC โดยแบ่งเป็นสองส่วนคือ 1.การวิเคราะห์ข้อมูล GPS และ 2.การวิเคราะห์ข้อมูล MTC

ในการสร้างแบบจำลองประมาณระยะเวลาการเดินทาง ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรต้น (X) และตัวแปรตาม (Y) ของข้อมูล GPS และ MTC เพื่อสร้างแบบจำลองในการประมาณระยะเวลา โดยแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองภาพที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



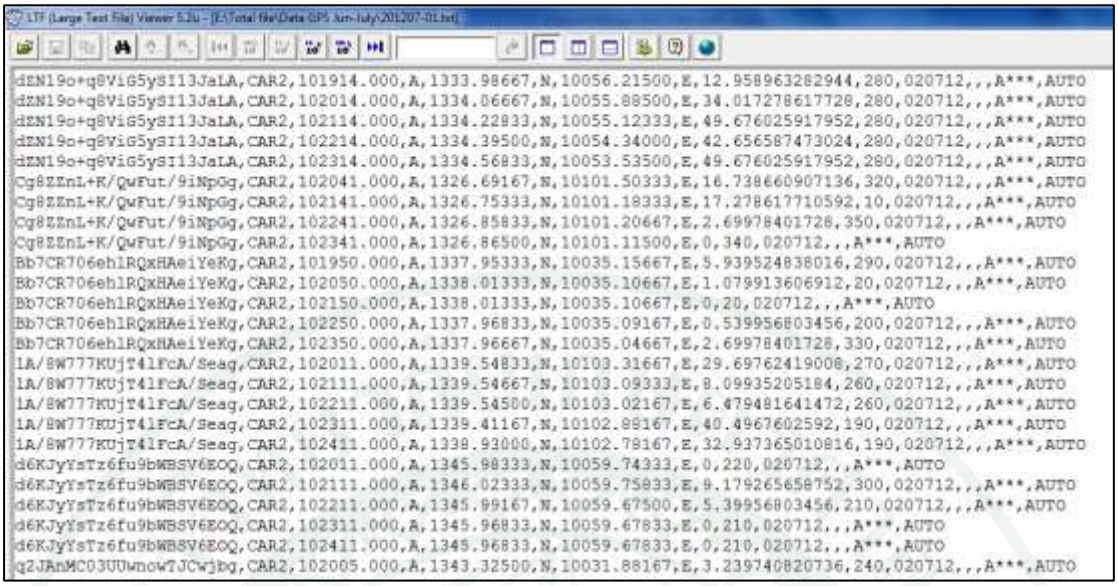
ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการประมาณระยะเวลาการเดินทาง

การคัดกรองข้อมูล GPS

1. คัดกรองข้อมูลเบื้องต้นเฉพาะพื้นที่ที่สนใจ

ข้อมูล GPS ที่นำมาวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลการเดินทางของรถแท็กซี่และการขนส่งของรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ ซึ่งได้ความอนุเคราะห์จากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) ที่ได้ทำการติดตั้งในรถแท็กซี่และรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ โดยมีข้อมูลเป็น Text file ดังภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



```
dZN19o+q8ViG5ySI13JaLA,CAR2,101914.000,A,1333.98667,N,10056.21500,E,12.958963282944,280,020712,,,A***,AUTO
dZN19o+q8ViG5ySI13JaLA,CAR2,102014.000,A,1334.06667,N,10055.88500,E,34.017278617728,280,020712,,,A***,AUTO
dZN19o+q8ViG5ySI13JaLA,CAR2,102114.000,A,1334.22833,N,10055.12333,E,49.676025917952,280,020712,,,A***,AUTO
dZN19o+q8ViG5ySI13JaLA,CAR2,102214.000,A,1334.39500,N,10054.34000,E,42.656587473024,280,020712,,,A***,AUTO
dZN19o+q8ViG5ySI13JaLA,CAR2,102314.000,A,1334.56833,N,10053.53500,E,49.676025917952,280,020712,,,A***,AUTO
Cg8ZEnL+K/QwFut/9iNpGg,CAR2,102041.000,A,1326.69167,N,10101.50333,E,16.738660907136,320,020712,,,A***,AUTO
Cg8ZEnL+K/QwFut/9iNpGg,CAR2,102141.000,A,1326.75333,N,10101.18333,E,17.278617710592,10,020712,,,A***,AUTO
Cg8ZEnL+K/QwFut/9iNpGg,CAR2,102241.000,A,1326.85833,N,10101.20667,E,2.69978401728,350,020712,,,A***,AUTO
Cg8ZEnL+K/QwFut/9iNpGg,CAR2,102341.000,A,1326.86500,N,10101.11500,E,0,340,020712,,,A***,AUTO
Bb7CR706ehlRQxHAeiYeKg,CAR2,101950.000,A,1337.95333,N,10035.15667,E,5.939524838016,290,020712,,,A***,AUTO
Bb7CR706ehlRQxHAeiYeKg,CAR2,102050.000,A,1338.01333,N,10035.10667,E,1.079913606912,20,020712,,,A***,AUTO
Bb7CR706ehlRQxHAeiYeKg,CAR2,102150.000,A,1338.01333,N,10035.10667,E,0,20,020712,,,A***,AUTO
Bb7CR706ehlRQxHAeiYeKg,CAR2,102250.000,A,1337.96833,N,10035.09167,E,0.539956803456,200,020712,,,A***,AUTO
Bb7CR706ehlRQxHAeiYeKg,CAR2,102350.000,A,1337.96667,N,10035.04667,E,2.69978401728,330,020712,,,A***,AUTO
lA/8W777KUjT4lFcA/Seag,CAR2,102011.000,A,1339.54833,N,10103.31667,E,29.69762419008,270,020712,,,A***,AUTO
lA/8W777KUjT4lFcA/Seag,CAR2,102111.000,A,1339.54667,N,10103.09333,E,8.09935205184,260,020712,,,A***,AUTO
lA/8W777KUjT4lFcA/Seag,CAR2,102211.000,A,1339.54500,N,10103.02167,E,6.479481641472,260,020712,,,A***,AUTO
lA/8W777KUjT4lFcA/Seag,CAR2,102311.000,A,1339.41167,N,10102.88167,E,40.4967602592,190,020712,,,A***,AUTO
lA/8W777KUjT4lFcA/Seag,CAR2,102411.000,A,1338.93000,N,10102.78167,E,32.937365010816,190,020712,,,A***,AUTO
d6KJyYsTz6fu9bWBSV6EOQ,CAR2,102011.000,A,1345.98333,N,10059.74333,E,0,220,020712,,,A***,AUTO
d6KJyYsTz6fu9bWBSV6EOQ,CAR2,102111.000,A,1346.02333,N,10059.75833,E,9.179265658752,300,020712,,,A***,AUTO
d6KJyYsTz6fu9bWBSV6EOQ,CAR2,102211.000,A,1345.99167,N,10059.67500,E,5.39956803456,210,020712,,,A***,AUTO
d6KJyYsTz6fu9bWBSV6EOQ,CAR2,102311.000,A,1345.96833,N,10059.67833,E,0,210,020712,,,A***,AUTO
d6KJyYsTz6fu9bWBSV6EOQ,CAR2,102411.000,A,1345.96833,N,10059.67833,E,0,210,020712,,,A***,AUTO
q2JAnMC03UUwnoWTJCWjbg,CAR2,102005.000,A,1343.32500,N,10031.88167,E,3.239740820736,240,020712,,,A***,AUTO
```

ภาพที่ 7 ข้อมูล GPS ในรูปแบบ Text file

ในการกรองข้อมูลจะใช้ซอฟแวร์ที่ชื่อ Navicat Premium ซึ่งซอฟแวร์นี้เป็นซอฟแวร์ที่เหมาะกับฐานข้อมูลที่มีจำนวนมาก โดยจะทำการ Import ข้อมูล GPS ในรูปแบบ Text file เข้าไปในซอฟแวร์ Navicat Premium ดังภาพที่ 8

DRIVER ID	TYPE ID	TIME	STATUS	LAT	NORTH	LONG	EAST	SPEED	HEAD	DATH
nRF2Us7u0JH5VhzlbQeOQ	CAR6	000003.000	A	1326.83500	N	10101.27667	E	0	260	010612
SFIO4aTfyRkf2mGoUM4FCv	CAR6	000002.000	A	1335.98000	N	10101.11000	E	29.69762419008	20	010612
SyO+iT4RiMLdhEqtiNi5jA	TRUCK4	000022.000	A	1338.47452	N	10041.82126	E	23.758099552064	285	010612
CWAeYrHPUB7CEQmjWzN	TRUCK4	000002.000	A	1337.62462	N	10035.70420	E	29.69762419008	120	010612
OvkaE2c5lzhd1BbFibN2IA	TRUCK4	000034.000	A	1338.70540	N	10041.46516	E	16.738660907136	105	010612
USgqkohkAr6zNUQcCzmQ	TRUCK4	000030.000	A	1551.24198	N	10405.70648	E	32.937365010816	135	010612
gFpNaj3QcXcBrkcDEqt3Cw	TRUCK4	000040.000	A	1439.68238	N	10123.99826	E	26.9978401728	255	010612
FgvOB4mBKH4nGLlnV2Cm	TRUCK4	000010.000	A	1634.50498	N	10249.29522	E	34.557235421184	165	010612
xMjzMtDCn9GGoPwfpxbVg	TRUCK4	000014.000	A	1640.51974	N	10246.16592	E	0	285	010612
qrjvak4gqsCoXanNOlf1ng	TRUCK5	000012.000	A	728.55395	N	10004.34555	E	37.257019438464	11	010612
EdvpHw9wFfRjojb7tVNagA	TRUCK5	000018.000	A	750.75827	N	9935.38788	E	29.157667386624	13	010612
LMbue9F3EPA3uvZ1FA8i6Q	TRUCK5	000011.000	A	1247.10028	N	10109.59885	E	24.29805615552	21	010612
neKVyGG6t7B1QFPrm9dmK	TRUCK5	000036.000	A	1251.74612	N	10104.87976	E	31.317494600448	7	010612
FJL4BPZnxpuurT4tLwxvoQ	TRUCK5	000043.000	A	1327.72749	N	10059.73999	E	42.116630669568	20	010612

ภาพที่ 8 แสดงการ Import ข้อมูล GPS เข้ามาในซอฟแวร์ Navicat Premium

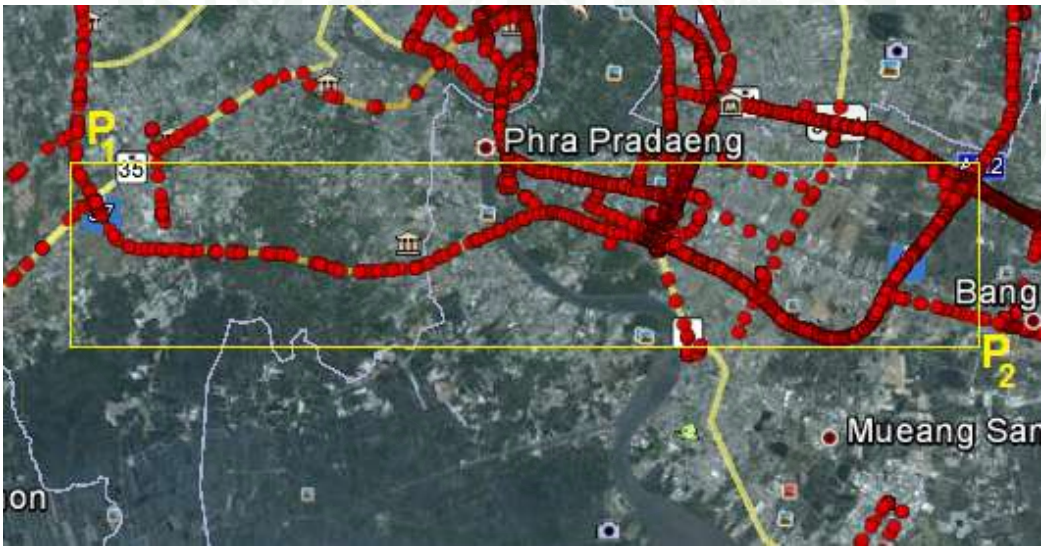
โดยข้อมูลที่ได้มานี้ เป็นข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ ที่มีการเดินทางมาจากทั่วประเทศ ดังภาพที่ 9 ซึ่งมีจำนวนข้อมูลจำนวน 15,969,838 records (ข้อมูลเดือน กรกฎาคม 2555) หากทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประมวลผลจะใช้เวลานาน จึงได้กำหนดขอบเขตบริเวณการศึกษาไว้คร่าวๆ ด้วยพิกัด P_1 และ P_2 ดังภาพที่ 10



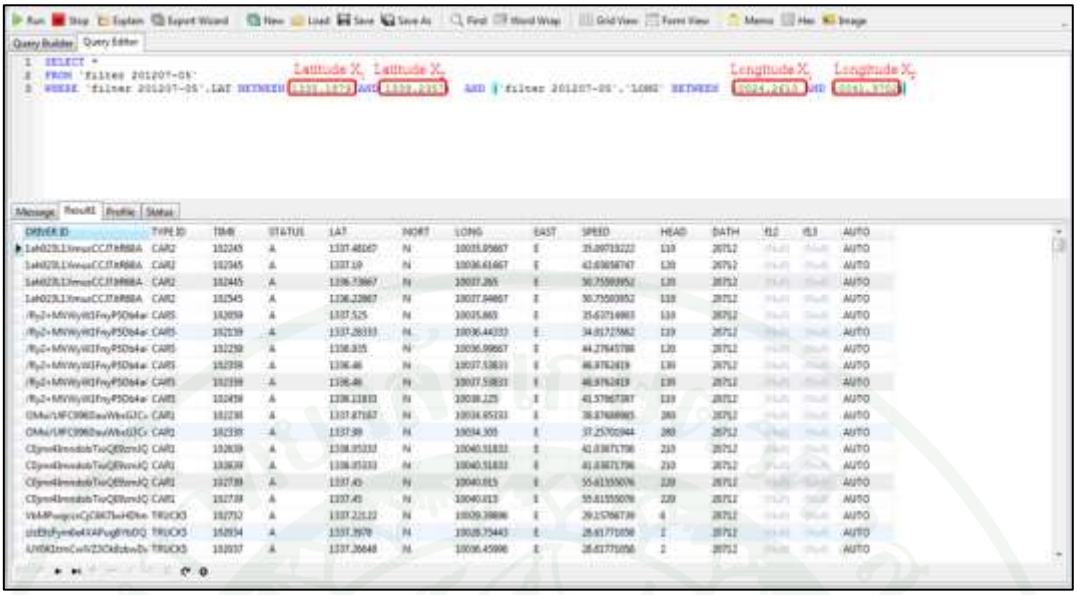
ภาพที่ 9 ข้อมูล GPS ของทั่วประเทศ



ภาพที่ 10 ขอบเขตการกรองเบื้องต้นด้วยพิกัด P_1 และ P_2

โดยพิกัด P_1 มีค่า Latitude 13°38'15.93"N และค่า Longitude 100°24'47.37"E และ P_2 มีค่า Latitude 13°38'21.46"N และค่า Longitude 100°40'44.67"E เมื่อนำไปใช้ในซอฟแวร์ Navicat Premium จะสามารถเขียนชุดคำสั่งได้ดังภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 การกรองข้อมูล GPS โดยใช้ซอฟแวร์ Navicat Premium

หลังจากกรองข้อมูลเบื้องต้นแล้ว จะได้ข้อมูล GPS เหลืออยู่ 1,133,000 records (คิดเป็น 7 % ของข้อมูลทั้งหมด) ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่ และรถบรรทุกหลังการกรองด้วยพิกัด P_1 และ P_2 (ข้อมูลเดือนกรกฎาคม 2555

2. คัดกรองข้อมูลเฉพาะเส้นทางที่สนใจ

จากนั้นเมื่อกรองข้อมูลระหว่างพิกัด P_1 และ P_2 ได้แล้ว จะต้องทำการกรองข้อมูลที่อยู่ในทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ซึ่งเป็นเส้นทางที่ทำการวิจัย โดยทำการอ้างอิงจุด Center line ของทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิเศษทุกๆ 200 เมตร จากด่านบางขุนเทียนถึงด่านบางแก้ว เพื่อสร้างกรอบอ้างอิงในการเก็บข้อมูล GPS โดยตรวจสอบได้จาก Google Earth ดังภาพที่ 13



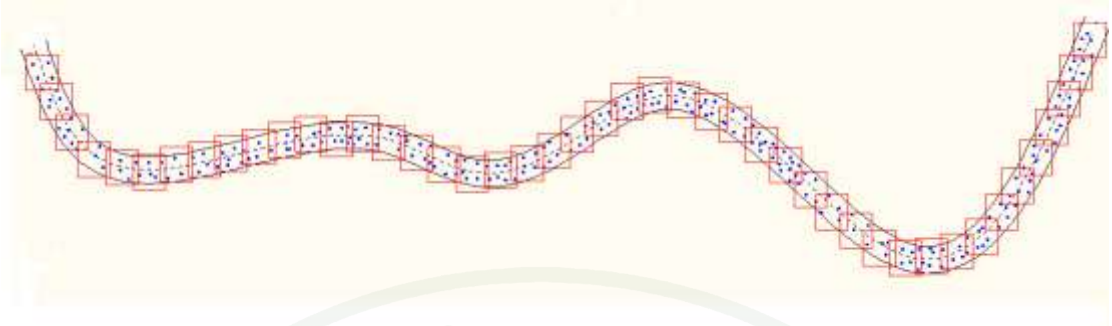
ภาพที่ 13 แสดงจุดอ้างอิงบน Center line ทุก ๆ 200 เมตร จากด่านบานขุนเทียนถึงด่านบางแก้ว



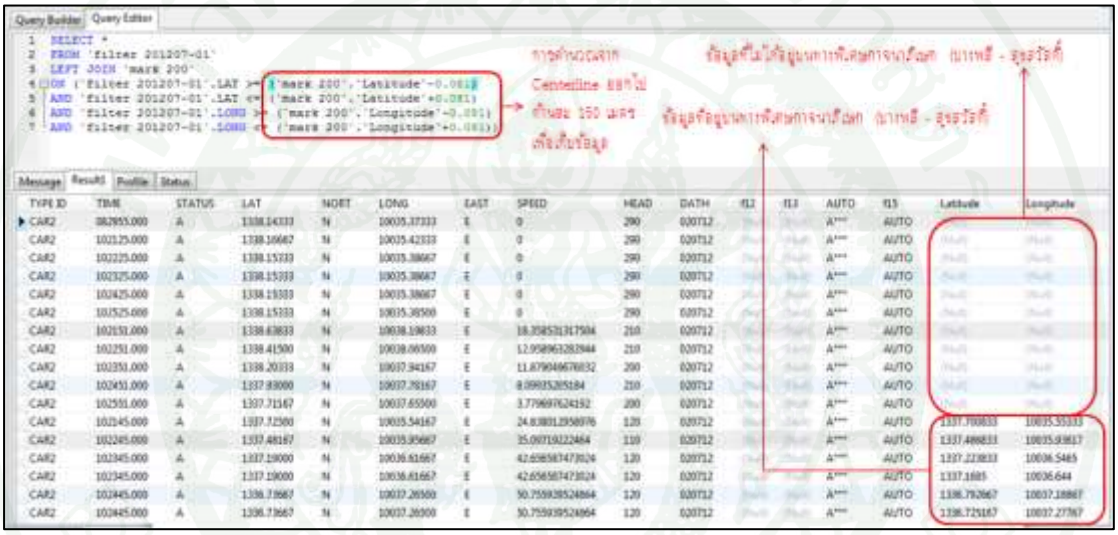
ภาพที่ 14 แสดงภาพขยายจุดอ้างอิงบน Center Line ทุก ๆ 200 เมตร

จากตำแหน่งจุดอ้างอิงทำการคำนวณเพื่อสร้างกรอบอ้างอิงดังภาพที่ 15 โดยให้มีระยะออกมาจากจุดศูนย์กลางออกไปด้านละ 150 เมตร (1 ลิปดา เท่ากับ 1,853.25 เมตร) เพื่อเก็บข้อมูลของตำแหน่ง GPS ที่ผ่านกรอบอ้างอิง โดยจะใช้ซอฟแวร์ Navicat ในการคำนวณและเก็บค่าข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



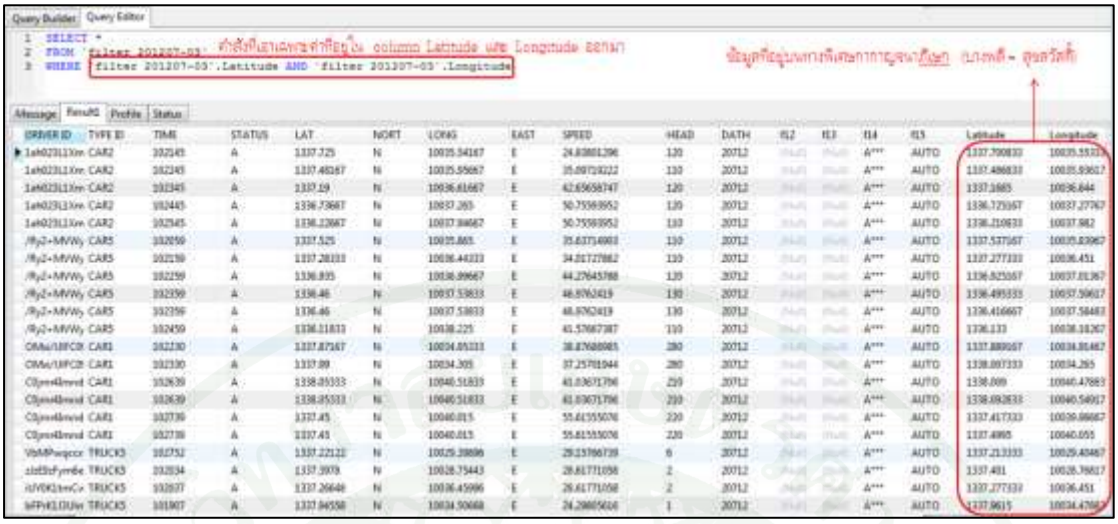
ภาพที่ 15 จุดอ้างอิงที่สร้างกรอบในการเก็บข้อมูล GPS



ภาพที่ 16 การใช้ซอฟแวร์ Navicat ในการคำนวณและเก็บข้อมูล

จากภาพที่ 16 เห็นได้ว่ากรอบอ้างอิงจะทำการเก็บข้อมูลที่อยู่บนทางพิเศษ โดยจะทำการแสดงค่าใน Colum Latitude และ Longitude ดังนั้นจึงต้องทำการนำข้อมูลที่ไม่ได้อยู่บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ออก โดยใช้ซอฟแวร์ Navicat แสดงข้อมูลทั้งหมดที่มีค่าใน Column Latitude และ Longitude ก็จะได้ข้อมูลที่อยู่บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ตามภาพที่ 17 แสดงคำสั่งในการเอาเฉพาะค่าที่มีใน Column Latitude และ Longitude

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 แสดงคำสั่งในการเอาเฉพาะค่าที่มีใน Column Latitude และ Longitude

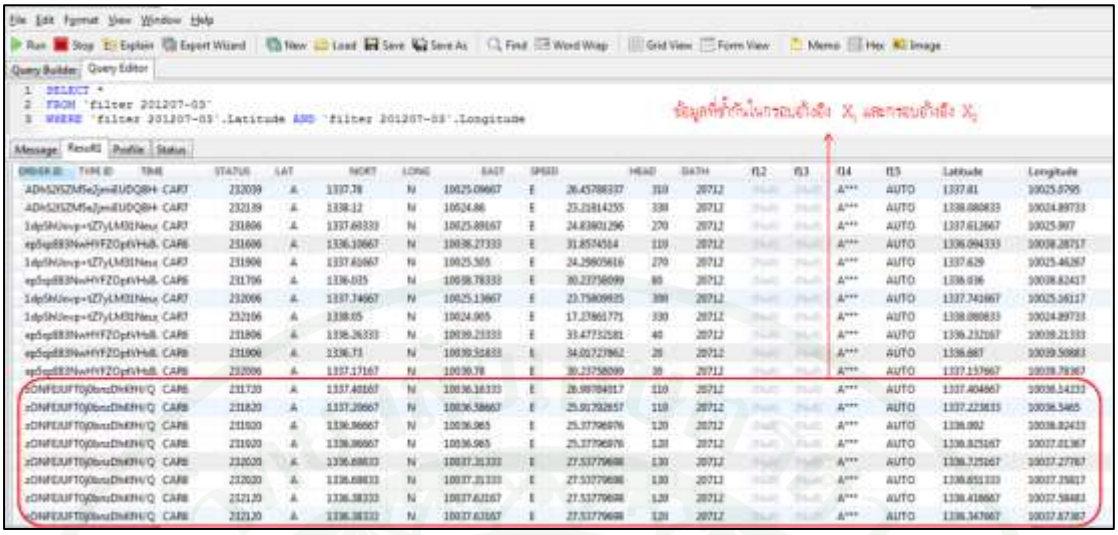
ในส่วนที่มีการซ้อนในกรอบอ้างอิง X_1 และกรอบอ้างอิง X_2 ค่า GPS จะแสดงค่า GPS ซ้ำมาสองค่า คือในกรอบอ้างอิง X_1 และกรอบอ้างอิง X_2 ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แสดงค่าที่ซ้ำกันของจุดอ้างอิงสองจุด

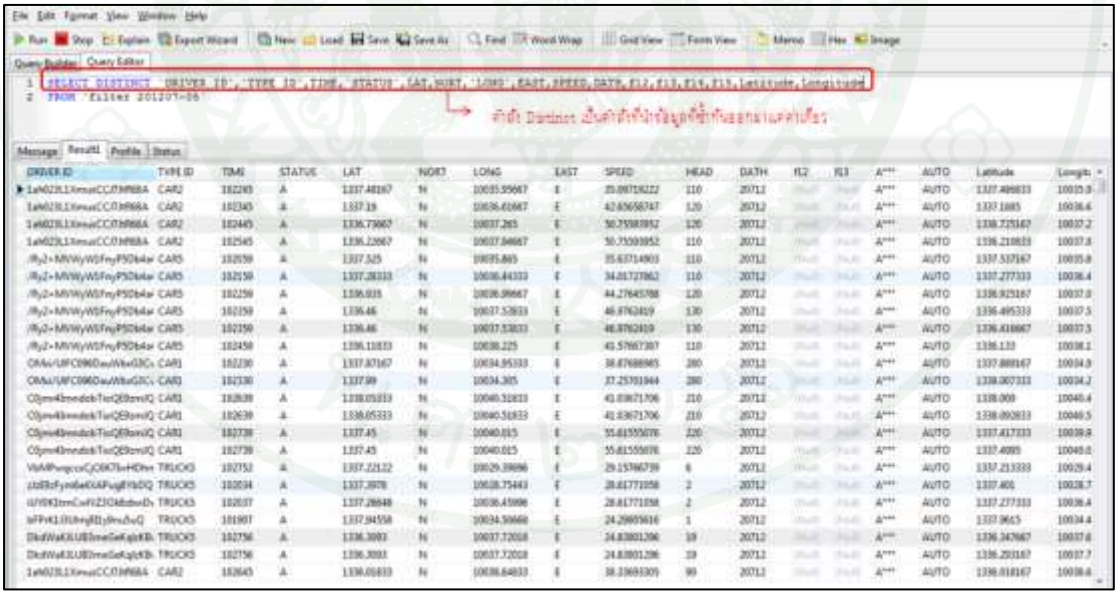
ซึ่งข้อมูลที่ซ้ำกันในกรอบอ้างอิง X_1 และ กรอบอ้างอิง X_2 ข้อมูลจะแสดงในซอฟแวร์ Navicat Premium ดังภาพที่ 19 โดยมีข้อมูล 578,729 records (ข้อมูลเดือน กรกฎาคม 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 ข้อมูลที่ซ้ำกันในกรอบอ้างอิง X_1 และกรอบอ้างอิง X

จากนั้นก็จะเอาข้อมูลที่ซ้ำกัน ออกมาเพียงค่าเดียว โดยใช้คำสั่งในซอฟแวร์ Navicat Premium ดังภาพที่ 20 ซึ่งจะมีข้อมูล 577,982 records



ภาพที่ 20 การนำข้อมูลที่ซ้ำกันออกมาเพียงค่าเดียว

เมื่อกรองข้อมูลโดยใช้จุดอ้างอิงที่อ้างอิงในทางพิเศษทุก ๆ 200 เมตร ได้ข้อมูล GPS บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ดังภาพที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 การกรองข้อมูลของทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์)

3. การระบุเที่ยวการเดินทาง

ข้อมูลที่กรองได้ในขั้นตอนคัดกรองข้อมูลเฉพาะเส้นทางที่สนใจ ยังไม่สามารถใช้ประมาณระยะเวลาการเดินทางได้เนื่องจากไม่ได้ระบุ ประเภทยานพาหนะ เวลาในการเดินทาง วันที่ในการเดินทาง ดังนั้น จึงต้องระบุเที่ยวการเดินทาง เพื่อต้องการรู้ว่ายานพาหนะมีการเดินทางบนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) กี่เที่ยวการเดินทาง เพราะในวันเดียวกันยานพาหนะอาจจะมีการเดินทางได้หลายเที่ยวการเดินทาง อาจจะขึ้นด่านเก็บเงินหรือออกจากด่านเก็บเงินคนละด่านในวันเดียวกัน และเพื่อที่จะต้องตัดข้อมูลของยานพาหนะที่ได้เดินทางลงจากทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) แล้วกลับขึ้นมาใหม่ จึงต้องมีการระบุเที่ยวการเดินทาง ดังภาพที่ 22 ซึ่งโดยปกติข้อมูล GPS จะมีการส่งความถี่ทุก ๆ 1 นาที และอาจจะมีการส่งความถี่ที่ 2 นาที หรือ 3 นาที เนื่องจากการส่งข้อมูลอาจจะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาพอากาศที่มีท้องฟ้าปิด หรือ จากอุปกรณ์ GPS เอง เพราะถ้าข้อมูลไม่ได้ส่งในระยะเวลาที่นานกว่าปกติ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในหลายกรณี เช่น มีการดับเครื่องยนต์ ยานพาหนะวิ่งออกนอกเส้นทาง

ในการระบุเที่ยวการเดินทาง จะต้องทำการเรียงข้อมูลของยานพาหนะที่เป็นคันเดียวกัน ประเภทเดียวกัน วันเดียวกัน และเวลาที่เรียงเริ่มจากเที่ยงคืนไปเที่ยงคืนของอีกวัน โดยจะใช้ซอฟแวร์ Navicat ในการจัดเรียงข้อมูล ดังภาพที่ 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 แสดงเที่ยวการเดินทางของรถยนต์ 1 เที่ยวการเดินทาง

File Edit Format View Window Help

Run Stop Explain Export Wizard New Load Save Save As Find Word Wrap Grid View Form View Memo Hex Image

Query Builder | Query Editor

```
1  SELECT *
2  FROM 'filter_201207-05'
3  ORDER BY 'DRIVER ID',TIME,DATH
```

→ คำสั่งในการเรียงข้อมูลยานพาหนะประเภทเดียวกัน วันเดียวกัน และเวลาเรียงจากเที่ยงคืนไปอีกวัน

Message | Result1 | Profile | Status

DRIVER ID	TYPE ID	TIME	STATUS	LAT	NORT	LONG	EAST	SPEED	HEAD	DATH	f12	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170507	A	1336.27	N	10039.24167	E	30.7775378	40	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170607	A	1336.71167	N	10039.51	E	31.3174946	20	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170707	A	1337.14833	N	10039.765	E	30.7775378	30	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170807	A	1337.54333	N	10040.08167	E	30.7775378	30	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170807	A	1337.54333	N	10040.08167	E	30.7775378	30	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	170907	A	1337.94333	N	10040.415	E	31.3174946	30	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	171007	A	1338.32667	N	10040.715	E	29.15766739	30	290712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	1730	A	1337.95667	N	10032.225	E	21.59827214	240	220712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	1830	A	1337.76833	N	10031.78	E	37.25701944	240	220712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185142	A	1337.815	N	10035.34833	E	23.75809935	200	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185242	A	1337.80667	N	10035.22	E	21.59827214	310	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185342	A	1337.85833	N	10034.98667	E	16.1987041	290	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185442	A	1337.93167	N	10034.62	E	26.45788337	270	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185542	A	1338.03	N	10034.18	E	26.99784017	290	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185642	A	1338.19333	N	10033.74	E	28.07775378	290	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185742	A	1338.32333	N	10033.28833	E	28.07775378	270	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	185942	A	1338.16333	N	10032.68833	E	15.6587473	240	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	190042	A	1338.055	N	10032.44667	E	15.6587473	240	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	190142	A	1337.92667	N	10032.15167	E	26.45788337	240	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	190242	A	1337.70333	N	10031.615	E	43.19654428	240	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	190342	A	1337.37333	N	10030.955	E	38.87688985	240	190712	(Null)	13
4IFIUA//R782c7qt8J8e3A	CAR7	190442	A	1337.265	N	10030.46167	E	25.91792657	260	190712	(Null)	13

ภาพที่ 23 แสดงการเรียงข้อมูลยานพาหนะประเภทเดียวกัน วันเดียวกัน และเวลาจากเที่ยงคืนไปเที่ยงคืนของอีกวัน

ในการตัดเที่ยวการเดินทางนั้น จะนำข้อมูลเวลาของการเดินทางมาลบกัน จะทำให้ได้ความต่างของเวลา ดังภาพที่ 24

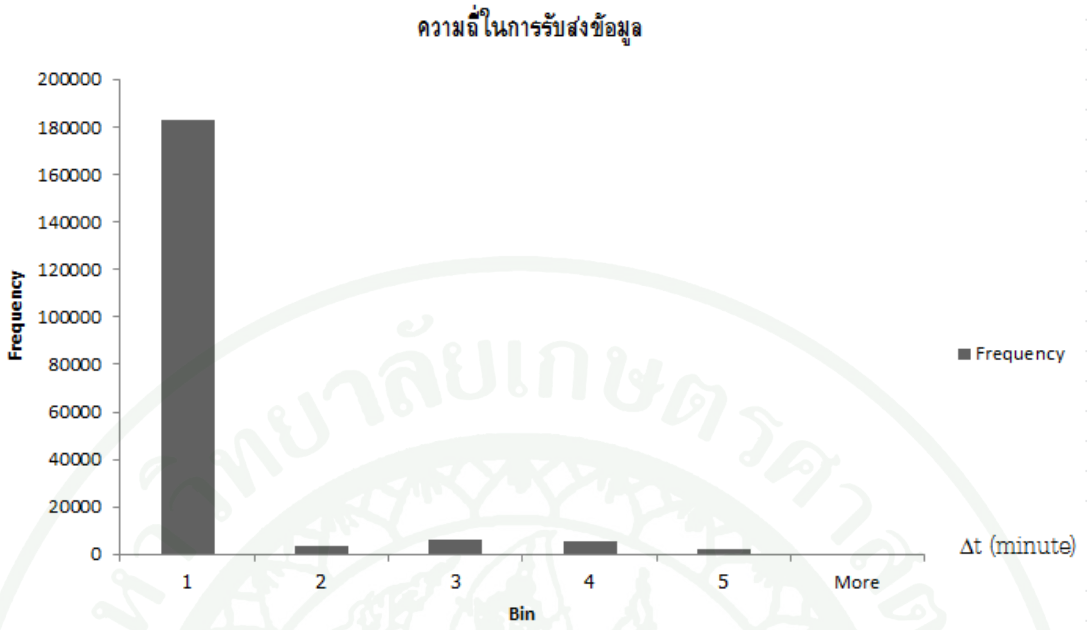
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DRIVER IC	TYPE ID	DATH						TIME	DURATION
232m4CSM	CAR1	10/07/12	41844	041844	4	18	44	04:18:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	41944	041944	4	19	44	04:19:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42044	042044	4	20	44	04:20:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42144	042144	4	21	44	04:21:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42244	042244	4	22	44	04:22:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42344	042344	4	23	44	04:23:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42444	042444	4	24	44	04:24:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42544	042544	4	25	44	04:25:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42644	042644	4	26	44	04:26:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42744	042744	4	27	44	04:27:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42844	042844	4	28	44	04:28:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	42944	042944	4	29	44	04:29:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43044	043044	4	30	44	04:30:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43144	043144	4	31	44	04:31:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43244	043244	4	32	44	04:32:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43344	043344	4	33	44	04:33:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43444	043444	4	34	44	04:34:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43544	043544	4	35	44	04:35:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43644	043644	4	36	44	04:36:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43744	043744	4	37	44	04:37:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43844	043844	4	38	44	04:38:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	43944	043944	4	39	44	04:39:44	00:01:00
232m4CSM	CAR1	10/07/12	44044	044044	4	40	44	04:40:44	00:06:00

ภาพที่ 24 การนำข้อมูลเวลาเดินทางมาลบกัน

เมื่อนำข้อมูลเวลาการเดินทางมาลบกัน ก็จะได้ความต่างของช่วงเวลาซึ่งความต่างของช่วงเวลานี้คือความถี่ในการส่งข้อมูลแต่ละตำแหน่งของยานพาหนะที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ GPS และจากภาพที่ 24

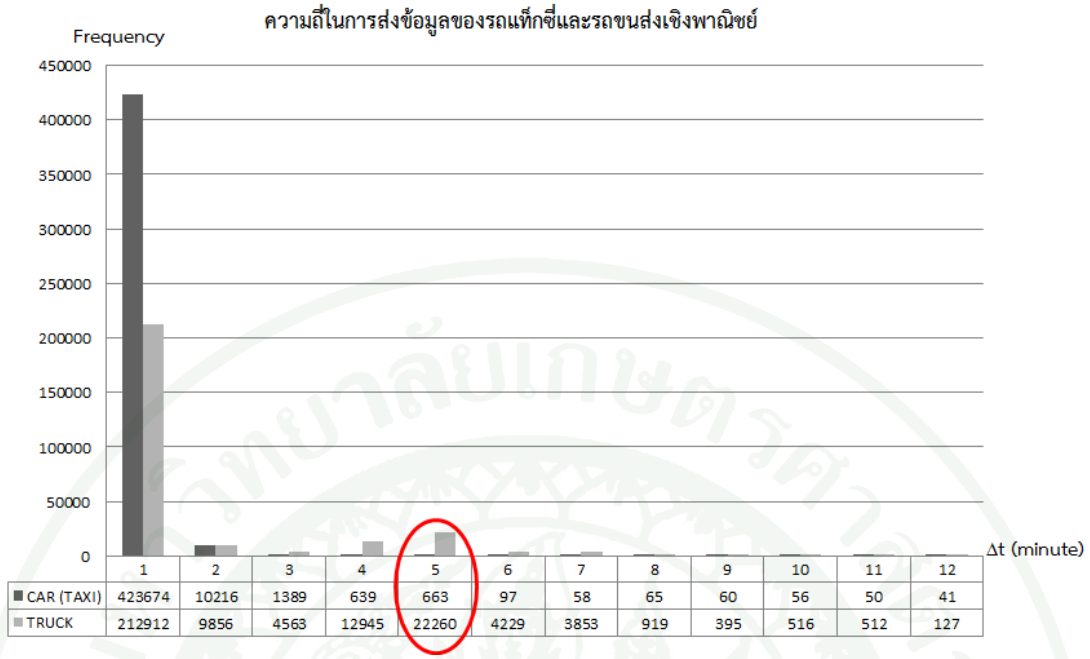
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 ฮิสโตแกรมความถี่ในการรับส่งข้อมูล

จากภาพที่ 25 ความถี่ทุก ๆ 1 นาที มีการรับส่งข้อมูลที่มากที่สุด รองลงมาคือความถี่ที่ 3 นาที แต่เมื่อลองแยกประเภทของยานพาหนะ โดยแยกระหว่างรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์ พบว่าความถี่ในการส่งข้อมูลระหว่างรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนดังภาพที่ 26 ซึ่งจะเห็นว่าความถี่ที่ 5 นาที รถแท็กซี่จะมีจำนวนความถี่ในการส่งข้อมูลน้อยกว่ารถขนส่งเชิงพาณิชย์มาก เป็นเพราะการตั้งค่าของเครื่องรับสัญญาณที่มีการตั้งค่าในการรับสัญญาณที่ต่างกัน ดังนั้นในการระบุเที่ยวการเดินทางของแยกประเภทในการระบุเที่ยวการเดินทางระหว่างรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 ฮิสโตแกรมความถี่ในการรับส่งข้อมูลของรถแท็กซี่และรถขนส่งเชิงพาณิชย์

เมื่อแยกประเภทเพื่อระบุเที่ยวการเดินทางพบว่าความถี่ในการส่งข้อมูลของรถแท็กซี่ควรระบุเที่ยวในการเดินทางที่ 1 นาที และระบุเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ที่ 5 นาที ดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ตารางที่ 5 Time Gap ระบุเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่

Vehicle	Frequency (min)	Time Gap (min) ที่ใช้ระบุเที่ยวการเดินทาง
CAR1	1	1
CAR2	1	
CAR3	1	
CAR4	1	
CAR5	1	
CAR6	1	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 Time Gap ระบุเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์

Vehicle	Frequency (min)	Time Gap (min) ที่ใช้ระบุเที่ยวการเดินทาง
TRUCK0	5	5
TRUCK1	5	
TRUCK2	5	
TRUCK3	5	
TRUCK4	5	
TRUCK5	5	
CAR7	1	

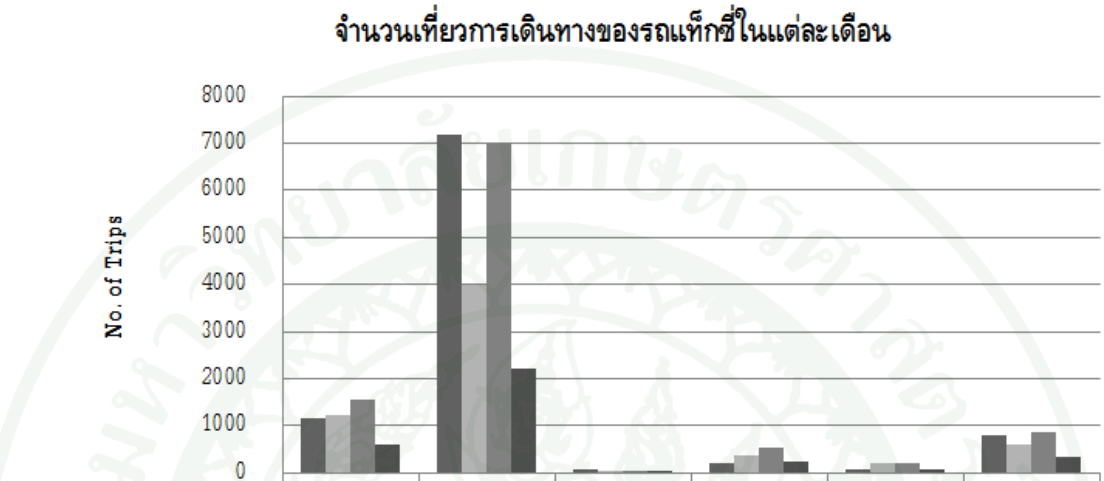
ซึ่งแสดงการระบุเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่ที่ความถี่ 1 นาที และรถขนส่งเชิงพาณิชย์ที่ความถี่ 5 นาที ดังภาพที่ 27

DRIVER ID	TYPE ID	DATH				TIME	DURATION	TRIP
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	41844 041844	4	18	44 04:18:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	41944 041944	4	19	44 04:19:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42044 042044	4	20	44 04:20:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42144 042144	4	21	44 04:21:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42244 042244	4	22	44 04:22:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42344 042344	4	23	44 04:23:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42444 042444	4	24	44 04:24:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42544 042544	4	25	44 04:25:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42644 042644	4	26	44 04:26:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42744 042744	4	27	44 04:27:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42844 042844	4	28	44 04:28:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	42944 042944	4	29	44 04:29:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43044 043044	4	30	44 04:30:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43144 043144	4	31	44 04:31:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43244 043244	4	32	44 04:32:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43344 043344	4	33	44 04:33:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43444 043444	4	34	44 04:34:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43544 043544	4	35	44 04:35:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43644 043644	4	36	44 04:36:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43744 043744	4	37	44 04:37:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43844 043844	4	38	44 04:38:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	43944 043944	4	39	44 04:39:44	00:01:00	
232m4CSM'	CAR1	10/07/12	44044 044044	4	40	44 04:40:44	00:06:00	Trip

ภาพที่ 27 การระบุเที่ยวการเดินทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 28 แสดงเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2555 พบว่า CAR2 มีเที่ยวการเดินทางที่มากที่สุด และ CAR3 มีเที่ยวการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งเที่ยวการเดินทางจะมีแนวโน้มมากขึ้นหรือน้อยลง ขึ้นอยู่กับจำนวน Vehicle และ จำนวน Records

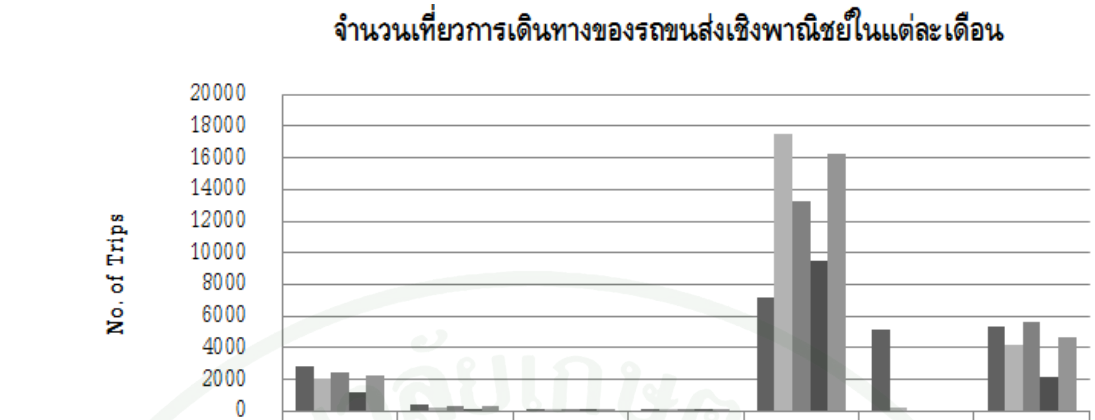


	CAR1	CAR2	CAR3	CAR4	CAR5	CAR6
No. of Trips May 2012	1155	7180	70	193	67	807
No. of Trips Jun 2012	1225	3995	37	369	196	593
No. of Trips Jul 2012	1542	6997	6	529	188	859
No. of Trips Aug 2012	613	2209	4	222	72	345

ภาพที่ 28 จำนวนเที่ยวการเดินทางของรถแท็กซี่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2555

จากภาพที่ 29 แสดงเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ในแต่ละเดือน พบว่า TRUCK5 มีเที่ยวการเดินทางที่มากที่สุด และ TRUCK3 มีเที่ยวการเดินทางที่น้อยที่สุด และจากเที่ยวการเดินทางของ TRUCK5 ที่มีเที่ยวการเดินทางมากกว่า TRUCK ประเภทอื่นเป็นเท่าตัว เนื่องจากข้อมูลที่มีจำนวน Vehicles และ จำนวน Records ที่มากข้อมูลประเภทอื่นเป็นเท่าตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



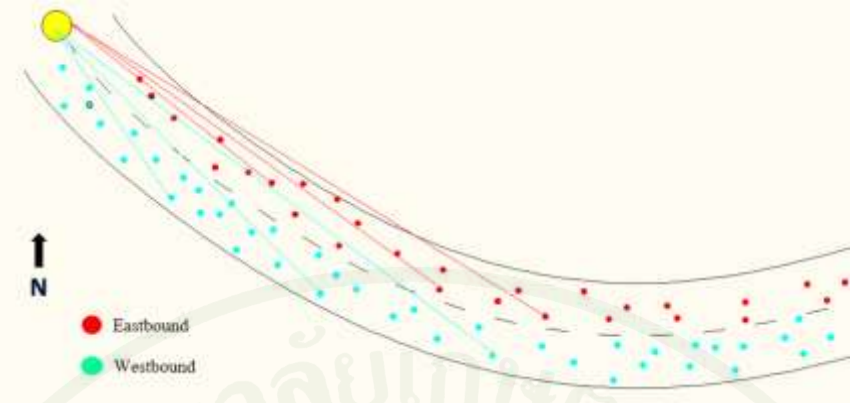
	TRUCK0	TRUCK1	TRUCK2	TRUCK3	TRUCK4	TRUCK5	CAR7
No. of Trips May 2012	2876	387	112	67	7208	5170	5380
No. of Trips Jun 2012	2034	266	92	64	17524	230	4210
No. of Trips Jul 2012	2409	281	99	80	13302		5667
No. of Trips Aug 2012	1202	168	66	29	9520		2148
No. of Trips Oct 2012	2279	346	99	80	16218		4653

ภาพที่ 29 จำนวนเที่ยวการเดินทางของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2555

4. ระบุทิศทางในการเดินทาง

ในการประมาณระยะเวลาการเดินทาง จะต้องแยกทิศทางการเดินทางของยานพาหนะโดยทำการแยกทิศทางยานพาหนะที่เดินทางจากด่านบางขุนเทียนไปด่านบางแก้ว (Eastbound) และจากด่านบางแก้วไปยังด่านบางขุนเทียน (Westbound) ซึ่งทำการแยกโดยใช้ตำแหน่งของด่านบางขุนเทียนเป็นจุดอ้างอิง โดยค่าการกระจัดที่คำนวณได้จากค่า Latitude และ Longitude ของ GPS ที่มีค่าการกระจัดที่เพิ่มมากขึ้น จะมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก ส่วนค่าที่มีการกระจัดน้อยลงจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 แสดงการแบ่งทิศทาง

ซึ่งในขั้นตอนการแบ่งทิศทางนั้น จะใช้อัลกอริทึมในการคำนวณระยะการกระจัดของตำแหน่ง GPS แต่ละตำแหน่งเพื่อแบ่งทิศทางของยานพาหนะ โดยขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมเป็นดังนี้

1. แปลงหน่วยวันและเวลาให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน แล้วนำค่ามารวมกันเก็บไว้ในตัวแปร dt1
2. เก็บข้อมูลระยะทางและความเร็ว เก็บไว้ในตัวแปร dis1 และ ตัวแปร speed1 ตามลำดับ
3. ทำการวนลูปเพื่อเก็บตัวแปรข้อมูล dt2 dis2 และ speed2 เพื่อเปรียบเทียบว่า ถ้าวันและเวลา มีค่าต่างกัน ค่าความเร็วมีค่าต่างกัน แล้วถ้าระยะทาง dis2 มากกว่า dis1 ยานพาหนะมีทิศทางการเดินทางไปทางทิศตะวันออก (Eastbound) แต่ถ้า dis2 น้อยกว่า dis1 แสดงว่า ยานพาหนะมีทิศทางไปทางทิศตะวันตก (Westbound) แต่ถ้าข้อมูลที่มีวันและเวลาที่ต่างกัน แต่ค่าความเร็วและค่าระยะทาง ไม่มีค่าต่างกัน แสดงว่าข้อมูลของยานพาหนะนั้น มีการจอด หรือ หยุดนิ่ง ก็ให้ทำการแสดงค่าทิศทางของตัวแปรเดิม

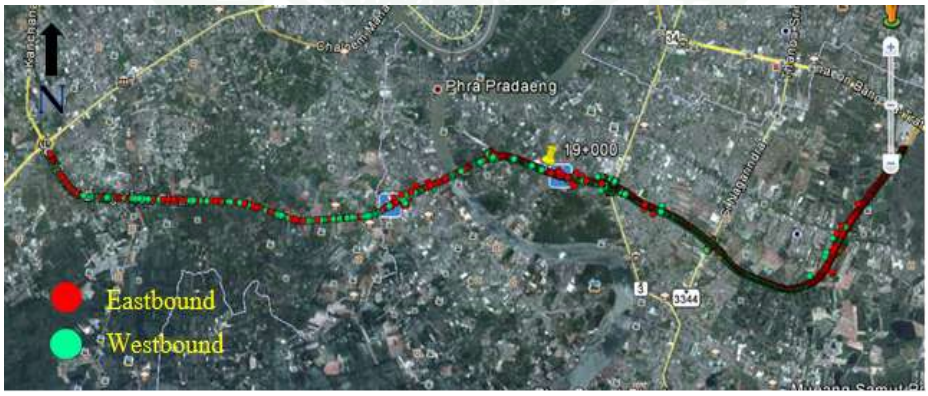
   อัลกอริทึมแสดงไว้ในภาพที่ 31 โดยแสดงการแบ่งทิศทางของข้อมูล GPS โดยสีแดงแสดงทิศทางไปทิศตะวันออก สีเขียวแสดงทิศทางไปทิศตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
kk = kk + 1
        If kk = 1 Then
            d1 = CDate(rng.Rows.Cells(cnt, 3).Value)
            t1 = CDate(rng.Rows.Cells(cnt, 13).Value)
            dt1 = d1 + t1
            dis1 = CDbl(rng.Rows.Cells(cnt, 17).Value)
            speed1 = CDbl(rng.Rows.Cells(cnt, 10).Value

        End If
        If kk > 1 Then
            If kk > 2 Then
                d1 = d2
                t1 = t2
                dt1 = d1 + t1
                dis1 = dis2
                speed1 = speed2
            End If
            d2 = CDate(rng.Rows.Cells(cnt, 3).Value)
            t2 = CDate(rng.Rows.Cells(cnt, 13).Value)
            dt2 = d2 + t2
            dis2 = CDbl(rng.Rows.Cells(cnt, 17).Value)
            speed2 = CDbl(rng.Rows.Cells(cnt, 10).Value)
            If DateDiff("n", dt1, dt2) = 1 Then
                If speed1 <> 0 And speed2 <> 0 Then
                   If dis2 > dis1 Then
                        way = "EB"
                   ElseIf dis2 < dis1 Then
                        way = "WB"
```

ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างอัลกอริทึมในคำนวณการแบ่งทิศทาง



ภาพที่ 32 แสดงการแบ่งทิศทางของข้อมูล GPS โดยสีแดงแสดงทิศทางไปทิศตะวันออก สีเขียวแสดงทิศทางไปทิศตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 แสดงภาพขยายของการแบ่งทิศทาง

5. การคำนวณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS

5.1 การแบ่ง Segment บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) ทุกๆ 100 เมตร

การแบ่ง Segment บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สวัสดิ์) จะแบ่งเพื่อใช้ในการคำนวณตำแหน่งข้อมูล GPS แต่ละจุดว่าอยู่ในตำแหน่งและหลักกิโลเมตรที่เท่าไร โดยการแบ่ง Segment บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) นี้จะแบ่งทุกๆ 100 เมตร ซึ่งจะทำการระบุพิกัด Latitude และ Longitude ที่ใช้ใน Segment ในโปรแกรม Google Earth จากภาพที่ 34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 การแบ่ง Segment บนทางพิเศษ

เมื่อแบ่ง Segment แล้ว ขั้นตอนต่อไป จะเป็นการระบุจุดเริ่มต้น และจุดปลายของ Segment อยู่ที่หลักกิโลเมตรที่เท่าใด และห่างจากด่านบางขุนเทียนกี่เมตร ซึ่งหาได้โดยการคำนวณระยะทางจากด่านบางขุนเทียน Latitude 13°38'30.41"N และ Longitude 100°24'39.71"E ไปยังจุด GPS ที่สนใจ โดยใช้สมการดังต่อไปนี้ ซึ่งใช้ค่าในจากภาพที่ 35 (สโรช, 2553)

$$d = \text{acos}(sin(Lat_{KBT})\sin(Lat_i) + \cos(Lon_i)\cos(Lon_i - Lon_{KBT})) \times R \quad (15)$$

d = Displacement ระยะกระจัด

Lat_{KBT} = ค่า Latitude ของตำแหน่งบางขุนเทียน 13°38'30.41"N

Lat_i = ค่า Latitude ของจุด i ที่เราสนใจ

Lon_{KBT} = ค่า Longitude ของตำแหน่งบางขุนเทียน 100°24'39.71"E

Lon_i = ค่า Longitude ของจุด i ที่เราสนใจ

R = รัศมีโลก 6,371 กิโลเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Segment ID	Kilometer		Displacement 1 (m)	Displacement 2 (m)
1	0+ -500	0+ -400	0	100.18
2	0+ -400	0+ -300	100.18	200.59
3	0+ -300	0+ -200	200.59	400.08
4	0+ -200	0+ -100	301.43	500.79
5	0+ -100	0+000	400.08	600.72
6	0+000	0+100	500.79	702.11
7	0+100	0+200	600.72	801.07
8	0+200	0+300	702.11	901.87
9	0+300	0+400	801.07	1001.68
10	0+400	0+500	901.87	1102.03
11	0+500	0+600	1001.68	1204.49
12	0+600	0+700	1102.03	1302.4
13	0+700	0+800	1204.49	1402.2
14	0+800	0+900	1302.4	1500.62
15	0+900	1+000	1402.2	1596.82
16	1+000	1+100	1500.62	1783.42
17	1+100	1+200	1596.82	1692.75
18	1+200	1+300	1692.75	1783.42
19	1+300	1+400	1783.42	1872.38
20	1+400	1+500	1872.38	1956.9

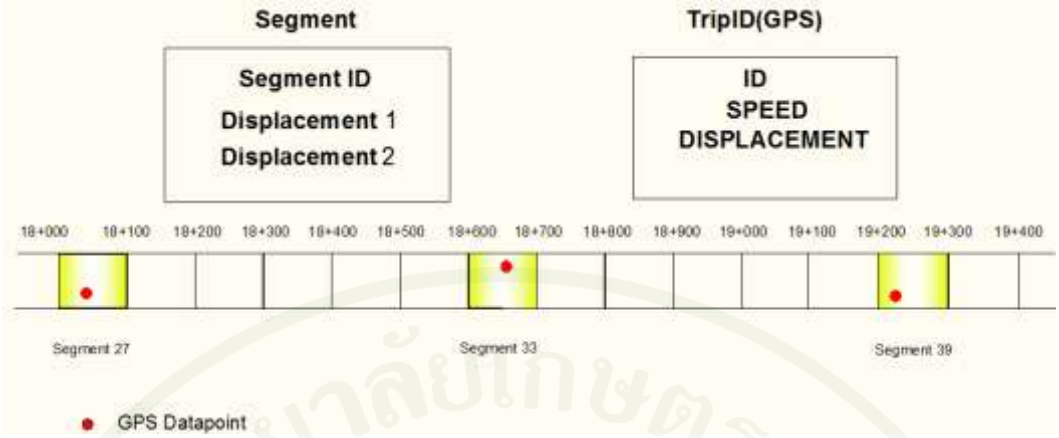
ภาพที่ 35 ค่าการกระจัดระหว่างด่านบางขุนเทียนไปยัง จุดเริ่มต้น และจุดปลายของ Segment

*** หมายเหตุ Displacement 1 เป็นระยะกระจัดจากด่านบางขุนเทียนถึงจุดเริ่มต้นของ Segment และ Displacement 2 เป็นระยะกระจัดจากด่านบางขุนเทียนถึงจุดปลายของ Segment

5.2 การคำนวณระยะการกระจัดของรถในแต่ละจุด

ในขั้นตอนนี้ เป็นการคำนวณระยะการกระจัดข้อมูล GPS ในแต่ละจุดและหาว่าจุดดังกล่าว อยู่ใน Segment ที่เท่าไรบนทางพิเศษ โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบว่า ระยะการกระจัดของจุดดังกล่าวอยู่ใน Segment ใด ซึ่งจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของ Segment หาได้จากขั้นตอนการแบ่ง Segment บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก จากภาพที่ 36

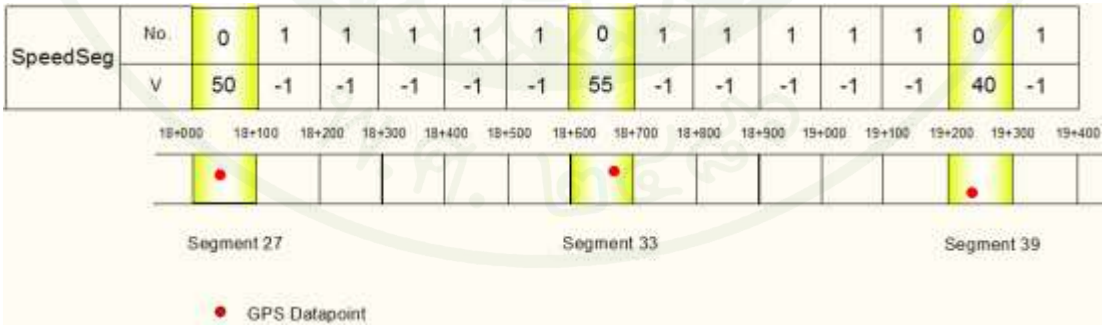
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 แนวความคิดในการคำนวณข้อมูล GPS ในแต่ละ Segment

5.3 คำนวณหาจำนวน Segment ระหว่างความเร็วของ GPS ในแต่ละตำแหน่ง

เนื่องจากข้อมูล GPS ในแต่ละ Trip จะมีข้อมูล GPS ที่ส่งมาตามความถี่ในการส่งข้อมูลของ GPS ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาระยะห่างแต่ละตำแหน่งของข้อมูล GPS ที่ได้ส่งมา ว่ามีระยะห่างเท่าไร ซึ่งในที่นี้ จะคำนวณว่าตำแหน่งของข้อมูล GPS ในแต่ละตำแหน่งอยู่ใน Segment ที่เท่าไรบนทางพิเศษ และคำนวณจำนวน Segment ระหว่าง Segment ที่มีข้อมูล GPS 2 จุด จากภาพที่ 37 เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณว่าควรจะลดหรือเพิ่มความเร็วในแต่ละ Segment ในขั้นตอนการคำนวณความเร็วของ GPS ในแต่ละ Segment



ภาพที่ 37 แนวความคิดในการคำนวณหาจำนวน Segment ระหว่างความเร็วของ GPS

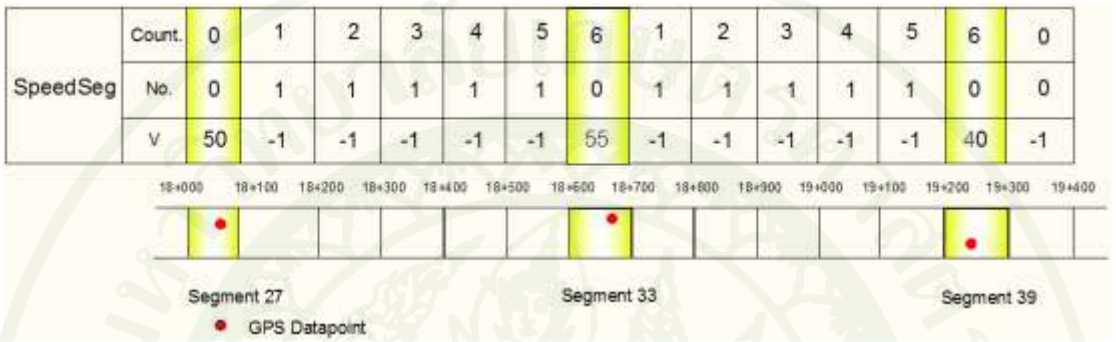
V = ความเร็วของ GPS (Kilometer / Hour)

No. = ตัวแปรนับจำนวน Segment

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Count. = ตัวแปรนับจำนวน Segment สะสม

ซึ่งค่าในแต่ละ Segment ที่ไม่มีข้อมูลความเร็วในแถว V จะให้ -1 โดย No. ที่เก็บค่า 1 จะนำไปนับจำนวน Segment แบบสะสม โดยสร้างตัวแปรชื่อ Count. เพื่อนับค่าผลรวมระหว่าง Segment ที่เก็บค่าข้อมูลความเร็วของ GPS จากแถว No. จากภาพที่ 38



ภาพที่ 38 แนวความคิดในการคำนวณจำนวน Segment ระหว่าง Segment ที่เก็บข้อมูล

Segment ที่อยู่ระหว่าง Segment ที่มีความเร็วหัวและท้าย จะถูกนำมาหาความเร็วแบบเทียบบัญญัติไตรยางค์ ส่วน Segment ที่ไม่มีความเร็วหัวและท้าย จะไม่ถูกนำมาคำนวณความเร็ว

5.4 คำนวณความเร็วของ GPS ในแต่ละ Segment

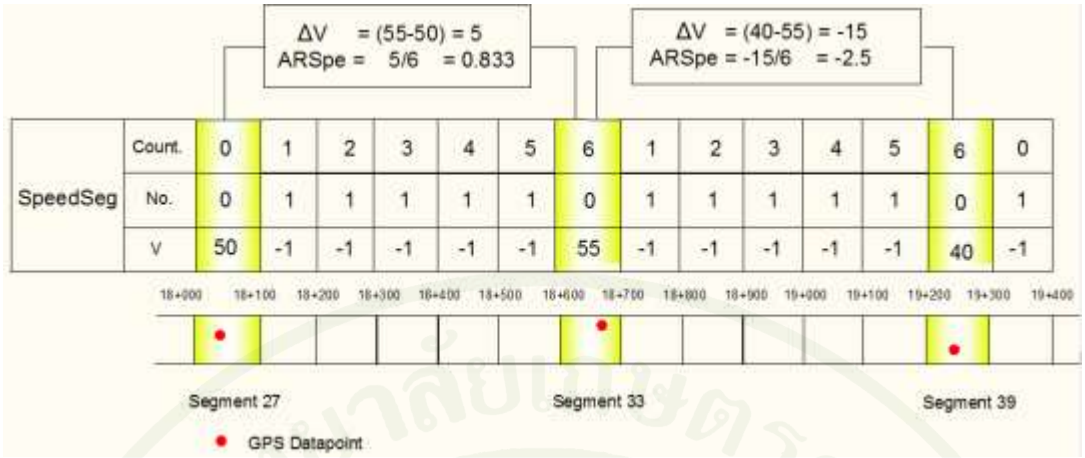
ความเร็วของ GPS ในแต่ละ Trip นั้น จะมีความเร็วตามตำแหน่งที่ได้คำนวณตามตำแหน่งที่ได้จากขั้นตอนการคำนวณระยะการกระจัดของรถในแต่ละจุด ซึ่งความเร็วในแต่ละตำแหน่งนั้นจะมีความเร็วที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะคำนวณ GPS ว่าควรเพิ่มหรือลดความเร็วจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งต่อไป โดยใช้จำนวน Segment ระหว่างที่เก็บข้อมูลความเร็วของ GPS และช่วงระหว่างข้อมูล GPS ในแต่ละ Segment ที่นำมาคำนวณระยะเวลาเดินทางในการคำนวณความเร็วแต่ละ Segment มาคำนวณว่าควรลดหรือเพิ่มความเร็วในแต่ละ Segment

ΔV = ความต่างระหว่างความเร็วของ GPS ตำแหน่งเริ่มต้น และตำแหน่งถัดไป (km/hr)

ARSpe = ค่าความเร็วที่ควรเพิ่มหรือค่าความเร็วที่ลด

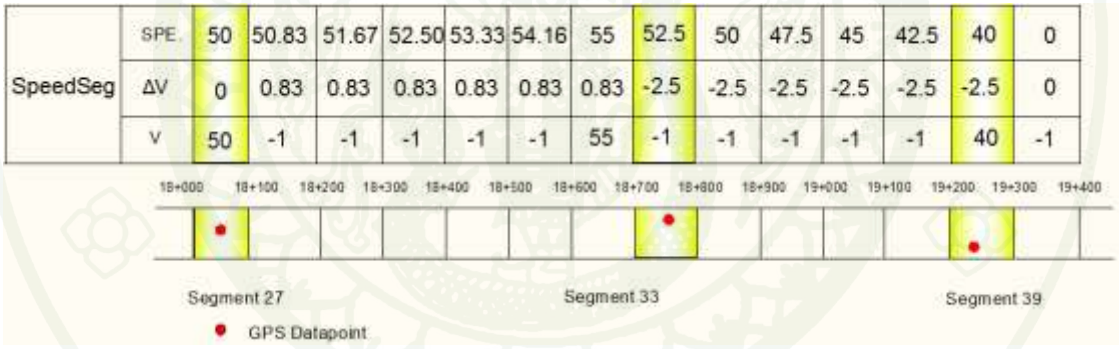
SPE = ค่าความเร็วเมื่อทำการเพิ่มหรือลดความเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 แนวความคิดคำนวณความเร็ว GPS ในแต่ละ Trip ว่าควรเพิ่มหรือลดความเร็ว

เมื่อคำนวณค่าความเร็วในแต่ละ Segment จะนำค่าความเร็วในแต่ละ Segment เพื่อหาค่าระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment จากภาพที่ 40



ภาพที่ 40 แนวความคิดคำนวณความเร็ว GPS ในแต่ละ Segment

5.5 คำนวณหาระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment

ขั้นตอนต่อไป จะคำนวณระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment โดยใช้ความเร็วในขั้นตอนคำนวณความเร็วของ GPS ในแต่ละ Segment มาคำนวณระยะเวลาเดินทางตามสมการข้างล่าง

$$TT_{Segment} = \frac{S_{Segment}}{V_{GPS}} \quad (16)$$

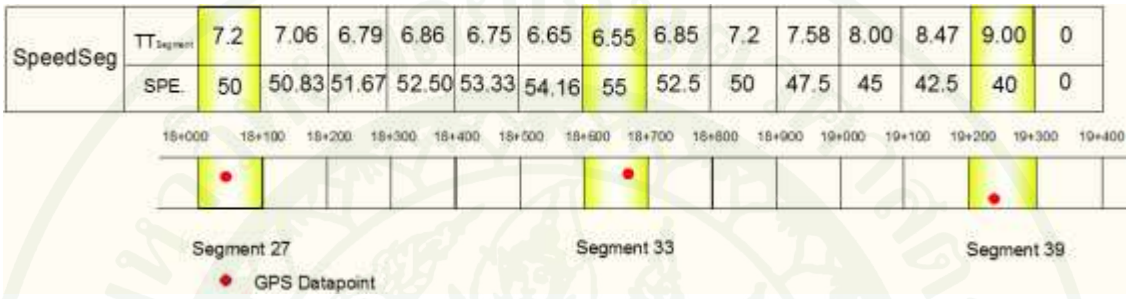
$TT_{Segment}$ = ระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment (Minute)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$S_{Segment}$ = ระยะทางในแต่ละ Segment (Meter)

V_{GPS} = ความเร็วของ GPS ในแต่ละ Segment (Meter / Minute)

จากความเร็วในขั้นตอนคำนวณหาระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment จะนำมาคำนวณระยะเวลาเดินทาง



ภาพที่ 41 แนวความคิดคำนวณระยะเวลาเดินทางในแต่ละ Segment

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคัดกรองข้อมูล MTC

1. การจับคู่ข้อมูล

การจับคู่ข้อมูล คือ การจับคู่ข้อมูลระหว่างเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก โดยจะแบ่งเป็นสองทิศทางคือ Eastbound และ Westbound โดยชื่อย่อของด่านเก็บเงินแต่ละด่านได้แสดงในตารางที่ 7 ซึ่งคู่ของด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงชื่อย่อยและชื่อด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก

Abbreviation	Description (Entry)	Exit	Description (Exit)
11,12	Bangkhuntien (Entry)	KBT2_X1, KBT2_X2, KBT2_X3	Bangkhuntien(Exit)
21	Bangkru (Entry)	KBK2_X2, KBK3_X3	Bangkru (Exit)
31,32	Paknam (Entry)	KPN2_X4, KPN3_X1, KPN3_X2, KPN3_X3	Paknam (Exit)
41,42	Bangmueng (Entry)	KBM2_X3, KBM3_X1, KBM4_X2	Bangmueng (Exit)
51,52	Thepharak (Entry)	KTP2_X1, KTP3_X2	Thepharak (Exit)
61	Bangkaew (Entry)	KBW2_X1, KBW2_X2, KBW3_X3	Bangkaew (Exit)

ตารางที่ 8 การจับคู่ข้อมูลด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก Eastbound

Entry / Exit	KBK	KPN	KBM	KTP	KBW
11,12					
21					
31,32					
41,42					
51,52					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 การจับคู่ข้อมูลด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก Westbound

Entry / Exit	KTP	KBM	KPN	KBK	KBT
61					
51,52					
41,42					
31,32					
21					

และเมื่อจับคู่ระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก จะได้ข้อมูลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการจับคู่ระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก

Exit Plaza	Exit Date/Time	Entry Plaza	Entry Date/Time	AVC Class
KPN2_X4	17-06-12 17:42	61	17-06-12 17:31	1
KPN2_X4	17-06-12 17:42	61	17-06-12 17:30	1
KPN2_X4	17-06-12 17:43	61	17-06-12 17:30	1
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:32	1
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:30	1
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:31	1
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-127:32	1

2. การหาระยะเวลาการเดินทางระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก

ในการคำนวณหาระยะเวลาระหว่างเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก จะคำนวณจาก Exit Date/Time(2) ลบด้วยด้วย Entry Date/Time(4) จะได้เป็นระยะเวลาการเดินทางระหว่างเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก โดยมีรูปแบบสมการ (6) = (2) – (4) ซึ่งได้แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงข้อมูลระยะเวลาระหว่างด่านเก็บเงินขาเข้าและด่านเก็บเงินขาออก

(1) Exit Plaza	(2) Exit Date/Time	(3) Entry Plaza	(4) Entry Date/Time	(5) AVC Class	(6) Travel Time (min)
KPN2_X4	17-06-12 17:42	61	17-06-12 17:31	1	10:59
KPN2_X4	17-06-12 17:42	61	17-06-12 17:30	1	11:34
KPN2_X4	17-06-12 17:43	61	17-06-12 17:30	1	13:27
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:32	1	11:36
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:30	1	14:23
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:31	1	12:53
KPN2_X4	17-06-12 17:44	61	17-06-12 17:32	1	12:34
KPN2_X4	17-06-12 17:45	61	17-06-12 17:34	1	11:32
KPN2_X4	17-06-12 17:45	61	17-06-12 17:34	1	11:50
KPN2_X4	17-06-12 17:46	61	17-06-12 17:34	1	11:34
KPN2_X4	17-06-12 17:46	61	17-06-12 17:33	1	13:13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำข้อมูลมารวบรวม สรุป และนำเสนอเป็นตารางหรือกราฟ เพื่อง่ายต่อการอธิบายและทำความเข้าใจ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เบื้องต้น ได้แก่ จำนวนจุดข้อมูลของข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน, จำนวนรถที่ติดตั้งอุปกณ์ GPS ในแต่ละคู่ด่าน, จำนวนเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน และ สัดส่วนของประชากร (Penetration Rate, PR) และความเร็วเฉลี่ย โดยจะนำข้อมูลเดือนสิงหาคม 2555 มาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จำนวนจุดข้อมูลของ GPS

จำนวนจุดข้อมูลของ GPS เป็นจำนวนจุดข้อมูลของรถที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ที่มาใช้ทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) ภาพที่ 42 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 โดยจำนวนจุดข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่แสดงด้วยเส้นประยาว จำนวนจุดข้อมูล GPS ของรถบรรทุกแสดงด้วยเส้นประสั้น และจำนวนจุดข้อมูล GPS ของรถทั้งสองประเภทแสดงด้วยเส้นทึบ เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ ภาพที่ 42 (a) พบว่า มีจำนวนจุดข้อมูลของรถทั้งสองประเภท 20 จุดต่อชั่วโมง โดยมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน 05:00-09:00 น. ที่ 57 จุดต่อชั่วโมง และมีค่าต่ำสุดในช่วงกลางคืน 22:00-04:00 น. ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้จะสามารถทำความเข้าใจได้ดีขึ้นหากพิจารณาข้อมูลแยกตามประเภทของรถ สำหรับรถแท็กซี่พบว่ามีจำนวนจุดข้อมูล GPS ที่ค่อนข้างต่ำกว่าข้อมูลทั้งหมด โดยข้อมูลส่วนใหญ่จะถูกบันทึกในช่วงกลางวันตั้งแต่ 05:00- 09:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 45 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-9 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกพบว่ามีจำนวนจุดข้อมูลที่มากกว่ารถแท็กซี่ พบว่ามีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 10-26 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นในช่วงเย็นและในช่วงกลางคืน 19:00-21:00 น. และ 03:00-07:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ภาพที่ 42 (b) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่น้อยกว่าคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 05:00-09:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 26 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-9 จุดต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

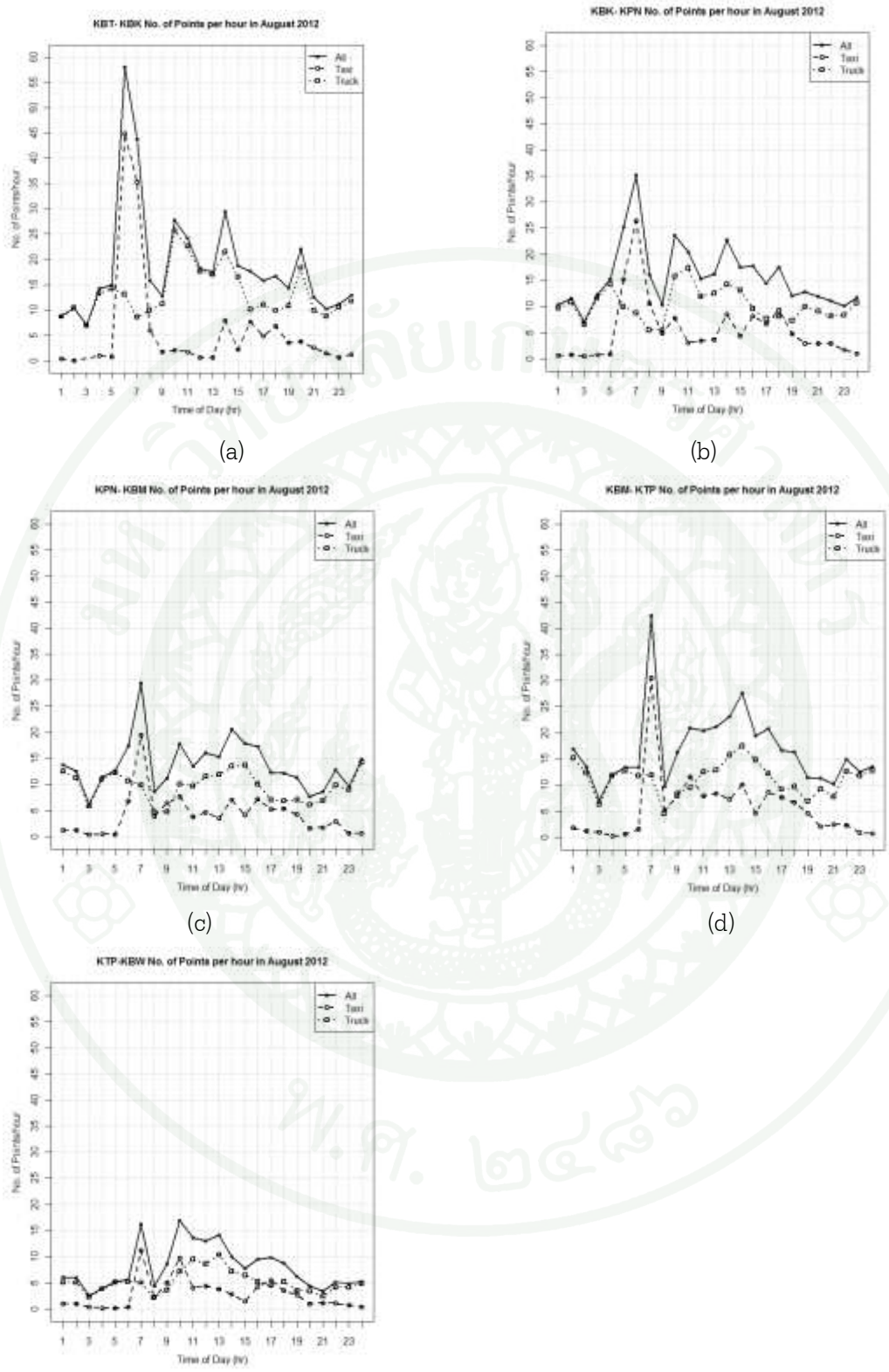
ชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 5-17 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ภาพที่ 42 (c) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสองคู่ด่านที่พิจารณาข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่ใกล้เคียงกับคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 05:00- 09:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 20 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่าข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-8 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 6-14 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นช่วงเย็นและในช่วงเวลากลางคืน 21:00-01:00 และ 03:00-07:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ภาพที่ 42 (d) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสามคู่ด่านที่พิจารณาข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่ใกล้เคียงกับคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ และด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 06:00- 09:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 31 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-12 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 7-17 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นช่วงเวลากลางคืน 21:00-01:00 และ 03:00-07:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางแก้ว ภาพที่ 42 (e) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสี่คู่ด่านที่พิจารณาข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่น้อยกว่าสี่คู่ด่านที่พิจารณาข้างต้น โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 06:00- 08:00 น. และในช่วง 09:00- 10:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูล 11 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-5 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 5-11 จุดต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(a) (b)

(c) (d)

(e)

ภาพที่ 42 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในทิศทางมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตก เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ภาพที่ 43 (a) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 10:00- 16:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูล 7 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-6 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 3-11 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาในช่วงเย็น 20:00-22:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ภาพที่ 43 (b) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่มากกว่าคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 08:00- 20:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 16 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-3 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 4-27 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะในช่วงเวลากลางคืน 20:00-22:00

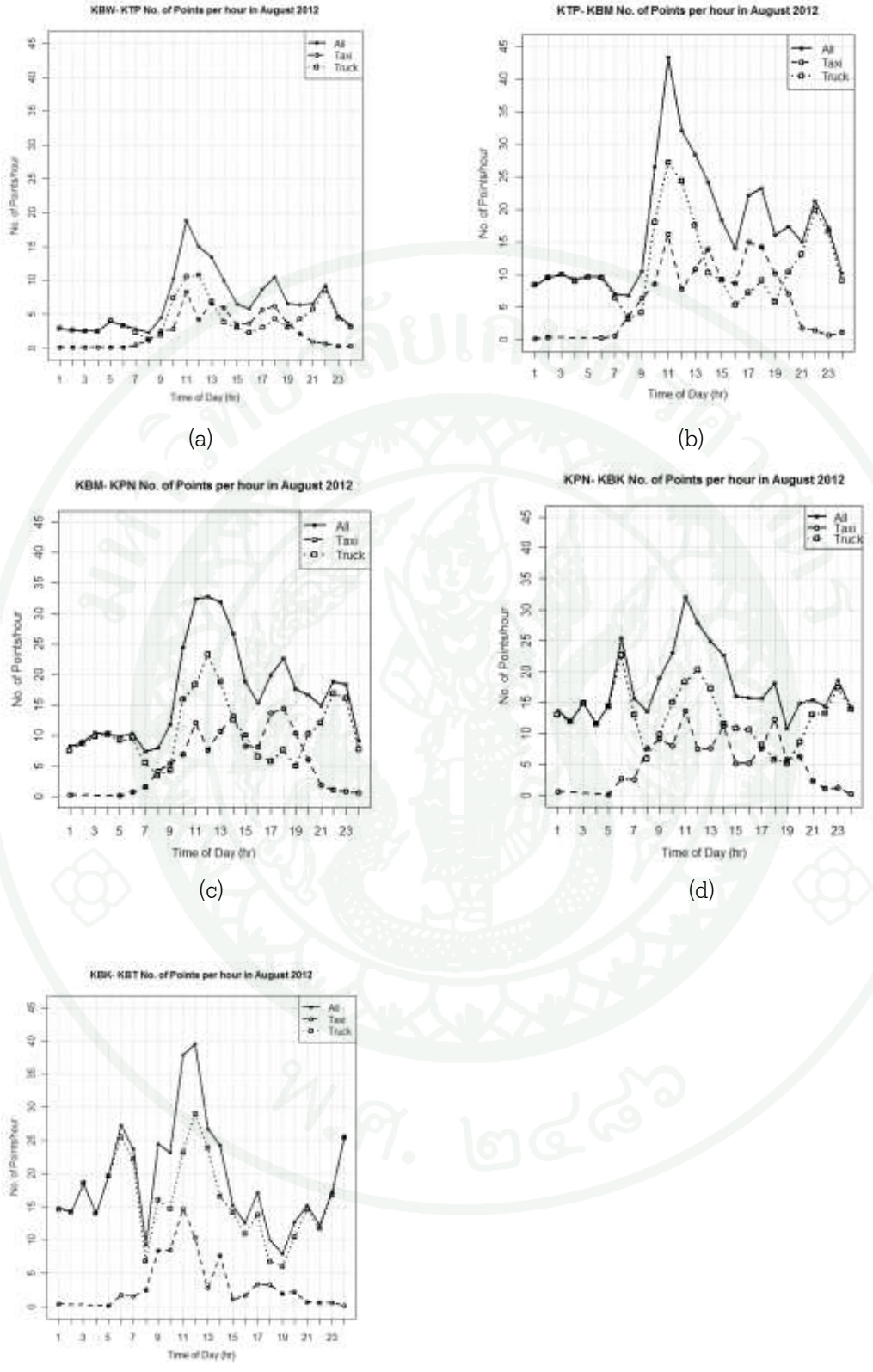
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ภาพที่ 43 (c) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสองคู่ด่านที่พิจารณาแล้วข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่ใกล้เคียงกับคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 08:00- 21:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 15 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-3 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 09:00-15:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 5-23 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นในช่วงเวลากลางคืน 20:00-22:00

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ภาพที่ 43 (d) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสามคู่คู่ด่านที่พิจารณาแล้วข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่ใกล้เคียงกับคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง และคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 07:00- 21:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 14 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-2 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 05:00-07:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 12-23 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นช่วงเย็นและในช่วงเวลากลางวัน 09:00-14:00 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน ภาพที่ 43 (e) พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่น้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เช่นเดียวกับสามคู่ด่านที่พิจารณาแล้วข้างต้น และมีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่และรถบรรทุกที่ใกล้เคียงกับคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง และคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ โดยจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนมากในช่วง 07:00- 21:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลมากถึง 14 จุดต่อชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาอื่นพบว่า ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลน้อยมาก โดยมีจำนวนจุดข้อมูลในช่วง 0-2 จุดต่อชั่วโมงเท่านั้น สำหรับรถบรรทุกมีจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุดในช่วง 04:00-07:00 น. มีจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุกในช่วง 12-23 จุดต่อชั่วโมง รองลงมาจะเป็นช่วงเย็นและในช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์จำนวนจุดข้อมูลในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลมากในช่วงเวลา 05:00-09:00 น. ในทุกคู่ด่าน และในช่วงเวลา 07:00 น. จะเป็นช่วงเวลาที่มีการบันทึกจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุด ซึ่งเวลาช่วงนี้เป็นช่วงเวลาเร่งด่วนจึงทำให้มีการเดินทางของรถแท็กซี่มากในช่วงเวลานี้ สำหรับรถบรรทุก พบว่ามีจำนวนจุดข้อมูลมากถึงสองช่วงเวลาในทุกคู่ด่าน คือในช่วงเวลากลางวัน ตั้งแต่เวลา 09:00-15:00 น. และในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งมีจำนวนจุดข้อมูลมากด้วยกันถึงสองช่วงเวลา คือ 21:00-01:00 น. และ 03:00-07:00 น.

เมื่อมาพิจารณาในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่มีจำนวนจุดข้อมูลมากในช่วงเวลากลางวันจนถึงช่วงเวลากลางคืนในช่วงเวลา 07:00-21:00 น. ในทุกคู่ด่าน และในช่วงเวลา 11:00 น. จะเป็นช่วงเวลาที่มีการบันทึกจำนวนจุดข้อมูลมากที่สุด ซึ่งเวลาช่วงนี้เป็นช่วงเวลาเร่งด่วนจึงทำให้มีการเดินทางของรถแท็กซี่มากในช่วงเวลานี้ สำหรับรถบรรทุก พบว่ามีจำนวนจุดข้อมูลมากถึงสองช่วงเวลาในทุกคู่ด่าน คือในช่วงเวลากลางวัน 09:00-17:00 น. และในช่วงเวลากลางคืน คือ 20:00-22:00 และ 04:00-07:00 น.

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองทิศทาง พบว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่จะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนจุดข้อมูลของรถบรรทุก เพราะว่าทางพิเศษกาญจนาภิเษกเป็นส่วนหนึ่งของวงแหวนรอบนอก ซึ่งเป็นทางเลี่ยงเมืองสำหรับรถบรรทุกที่ต้องการผ่านกรุงเทพฯ ทำให้มีรถบรรทุกวิ่งจำนวนมากตลอดทั้งวัน ยกเว้นช่วงเวลา 07:00-09:00 น. และเวลา 16:00-20:00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ทางพิเศษสายอื่น ไม่อนุญาตให้รถบรรทุกวิ่ง ดังนั้น ผู้ประกอบการรถบรรทุกจึงพยายามจัดตารางขนส่งสินค้าหลีกเลี่ยงช่วงเวลาดังกล่าวส่งผลให้จำนวนข้อมูล GPS ในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณน้อยลงด้วย

2. จำนวนรถที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในแต่ละคู่ด่าน

หากต้องการนำข้อมูล GPS มาใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดต่างๆ ทางการจราจร เช่น ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย หรือความเร็วเฉลี่ยนั้น นอกจากปริมาณข้อมูลแล้ว เราควรจะคำนึงถึงการกระจายตัวของตัวอย่างข้อมูลด้วยว่าข้อมูล GPS ที่ได้ เกิดขึ้นจากรถยนต์เพียงคันเดียว หรือมีรถยนต์กลุ่มตัวอย่างหลายคัน ดังภาพที่ 44 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 จำนวนรถยนต์ของข้อมูล GPS ของรถทั้งหมด รถแท็กซี่ และรถบรรทุก จากรถแท็กซี่ 95 คัน และรถบรรทุก 358 คัน เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางขุนเทียน มุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 44 (a) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 0.31 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือในช่วงเวลากลางวัน 09:00-15:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.35-4.74 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.04-2.70 คันต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 44 (b) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 1.27 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-15:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.07-5.13 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.13-3.61 คันต่อชั่วโมง

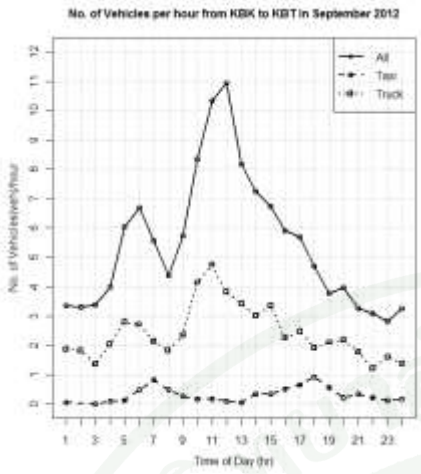
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ดังภาพที่ 44 (c) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 0.82 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.43-4.09 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 23:00-02:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.26-2.43 คันต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 44 (d) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 0.87 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.78-3.35 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.17-2.35 คันต่อชั่วโมง

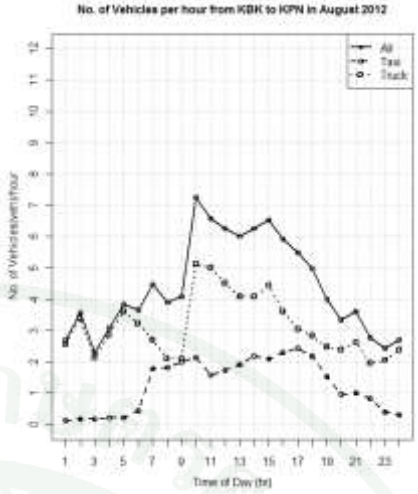
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางแก้ว ดังภาพที่ 44 (e) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 0.70 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-20:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.30-2.39 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.00-1.78 คันต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาจำนวนรถที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในทิศทางที่มุ่งหน้าไปทางทิศตะวันออก พบว่าปริมาณรถแท็กซี่มีปริมาณเฉลี่ยไม่ถึง 1 คันต่อชั่วโมง ตลอดทั้งวันในทุกคู่ด่าน แต่พบว่าปริมาณรถบรรทุกมีปริมาณมากด้วยกันถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน ในช่วงเวลา 09:00-15:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 1-3 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน ในช่วงเวลากลางคืน 03:00-07:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 1-2 คันต่อชั่วโมง โดยมีปริมาณรถบรรทุกมากในคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ และด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง

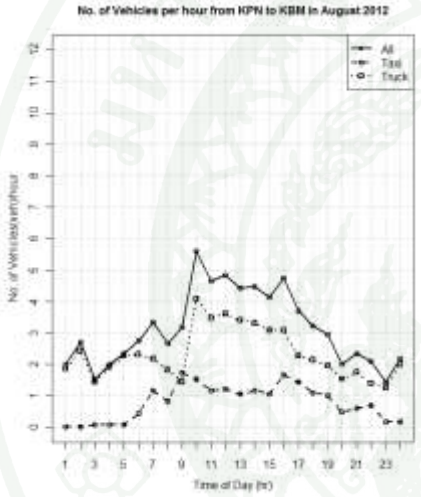
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



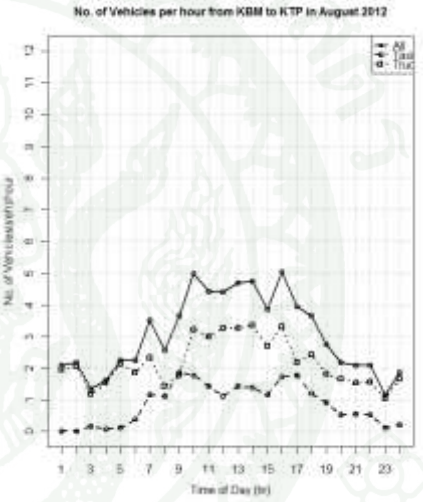
(a)



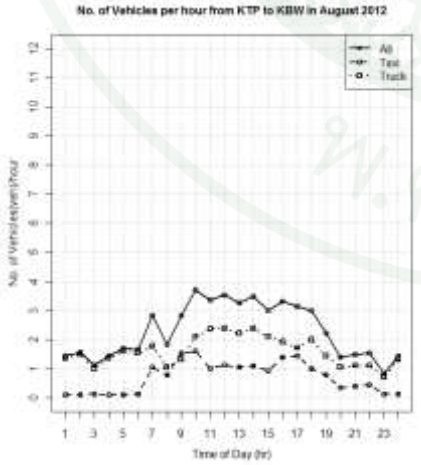
(b)



(d)



(e)



(d)

ภาพที่ 44 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 45 (a) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 1.07 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.09-3.35 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 0.96-1.57 คันต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ดังภาพที่ 45 (b) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 1.10 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.48-4.70 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.74-2.35 คันต่อชั่วโมง

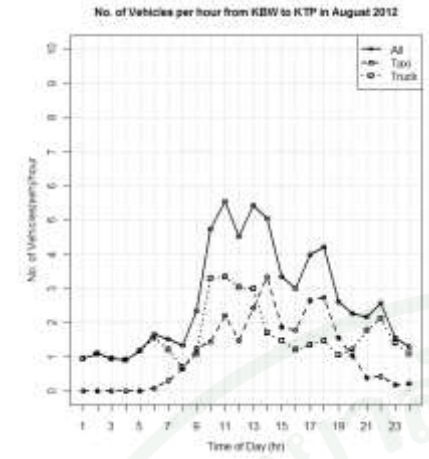
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 45 (c) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 1.33 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.61-5.35 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 04:00-08:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.09-2.91 คันต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ ดังภาพที่ 45 (d) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 1.78 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-19:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.13-6.52 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 3.13-4.65 คันต่อชั่วโมง

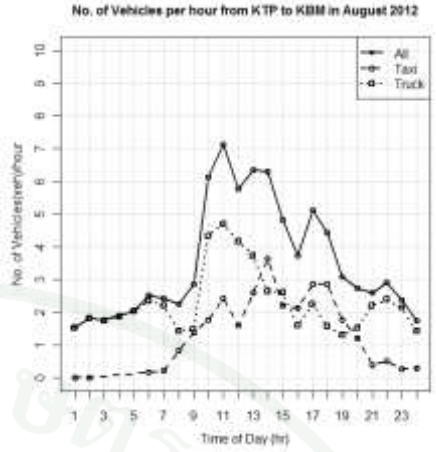
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านบางขุนเทียน ดังภาพที่ 45 (e) พบว่ารถแท็กซี่มีจำนวนรถเฉลี่ยตลอดทั้งวันที่ 0.37 คันต่อชั่วโมง ในขณะที่รถบรรทุกจะมีจำนวนที่มากถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน 09:00-16:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 1.87-5.22 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีจำนวนรถบรรทุก 2.30-4.09 คันต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาจำนวนรถที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในทิศทางที่มุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตก พบว่าปริมาณรถแท็กซี่มีปริมาณเฉลี่ย 1 คันต่อชั่วโมง ตลอดทั้งวันในทุกคู่ด่าน แต่พบว่าปริมาณรถบรรทุกมีปริมาณมากด้วยกันถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน ในช่วงเวลา 09:00-16:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 1-5 คันต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน ในช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 2-4 คันต่อชั่วโมง โดยมีปริมาณรถบรรทุกมากในคู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ และด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน

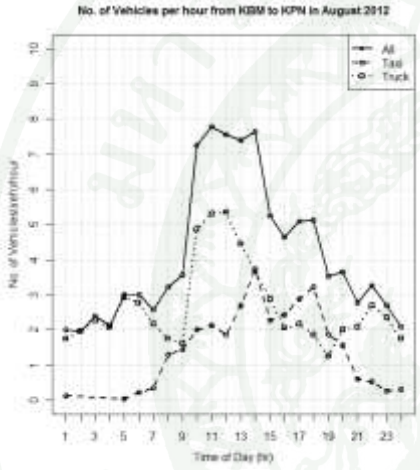
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



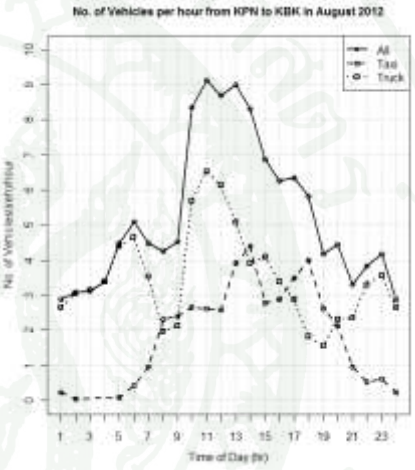
(a)



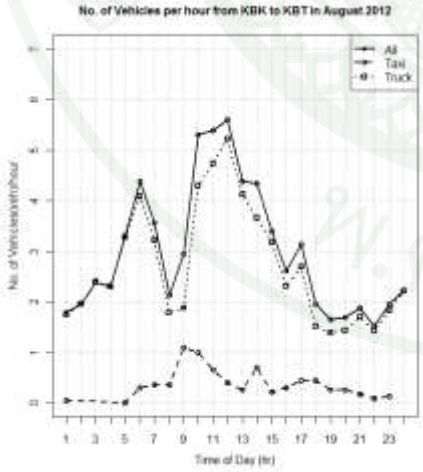
(b)



(c)



(d)



(e)

ภาพที่ 45 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตกในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. จำนวนเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน

เนื่องจากรถขนส่งเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่จะมีเส้นทางวิ่งเป็นประจำ ซึ่งในหนึ่งวันอาจจะมีการเดินทางบนเส้นทางเดียวกันมากกว่าหนึ่งเที่ยว ดังนั้นในหัวข้อนี้จะเป็นการพิจารณาจำนวนเที่ยวการเดินทางในแต่ละชั่วโมง ดังภาพที่ 46 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 แสดงจำนวนเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ของรถทั้งหมด รถแท็กซี่ และรถบรรทุก เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ ดังภาพที่ 46 (a) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 0.7 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-16:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 3-10 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงกลางคืน 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 3-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 46 (b) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.73 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-20:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงกลางคืน 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 4-10 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ดังภาพที่ 46 (c) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.21 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-17:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงกลางคืน 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 2-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

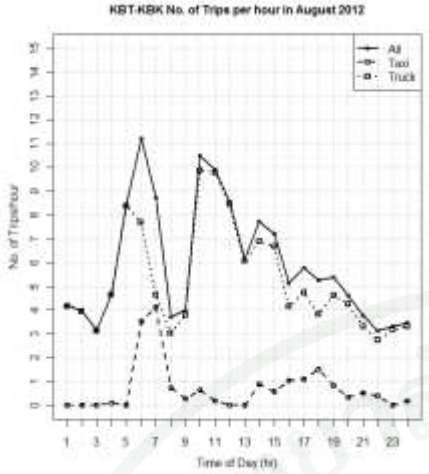
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมืองน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 46 (d) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.29 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 08:00-17:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงกลางคืน 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 1-4 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางแก้ว ดังภาพที่ 46 (e) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.04 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 08:00-17:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 1-4 เที่ยวการเดินทาต่อชั่วโมง และช่วงกลางคืน 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 1-3 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

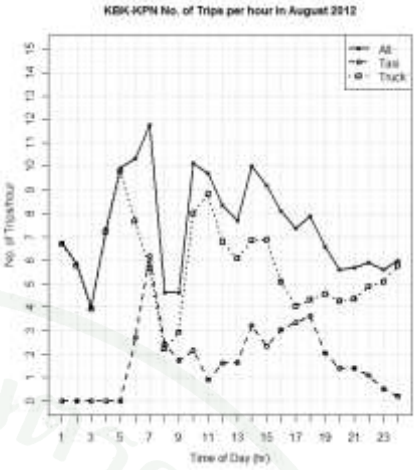
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาจำนวนเที่ยวการเดินทางในทิศทางมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันออก พบว่าปริมาณรถแท็กซี่มีเที่ยวเฉลี่ย 1 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ตลอดทั้งวันในทุกคู่ด่าน แต่พบว่าปริมาณรถบรรทุกมีปริมาณมากด้วยกันถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน ในช่วงเวลา 09:00-17:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 2-6 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน ในช่วงเวลากลางคืน 03:00-08:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 3-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง โดยมีเที่ยวการเดินทางของรถบรรทุกมากในคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ และด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ปริมารถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ที่มีปริมาณรถบรรทุกที่มากในช่วงเวลา และในคู่ด่านดังที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่ามีผู้ประกอบการขนส่งเชิงพาณิชย์ ใช้ทางพิเศษสายนี้เป็นประจำในคู่ด่านที่กล่าวมาข้างต้น

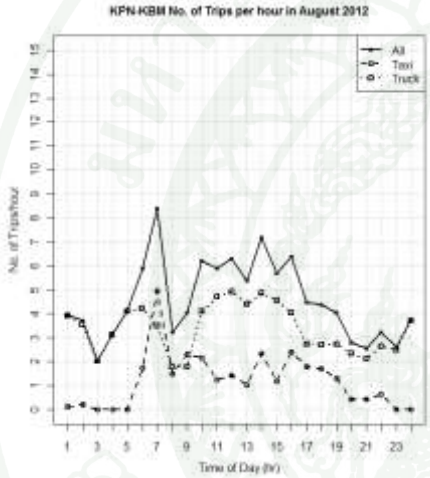
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



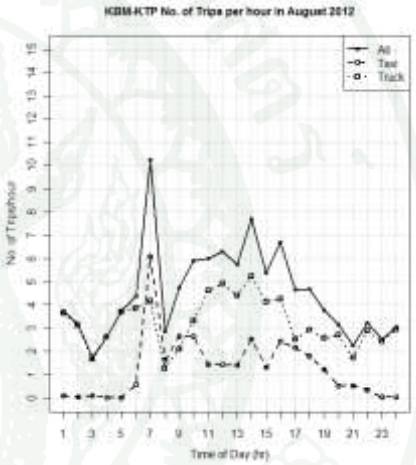
(a)



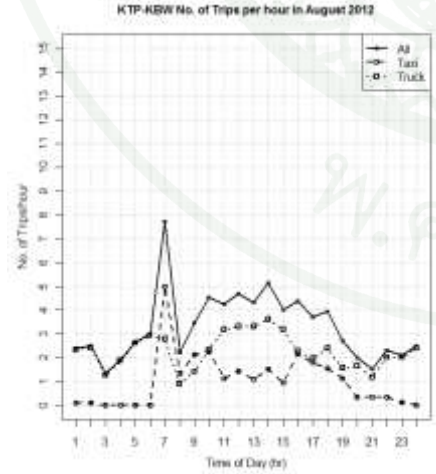
(b)



(c)



(d)



(e)

ภาพที่ 46 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 47 (a) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.34 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-16:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 1-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงตอนเย็น 19:00-22:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 2-6 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ดังภาพที่ 47 (b) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.75 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-16:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 1-7 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงตอนเย็น 19:00-23:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 2-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางเมือง มุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 47 (c) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 1.90 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-17:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงตอนเย็น 19:00-24:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 2-5 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ ดังภาพที่ 47 (d) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 2.57 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-20:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-10 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงตอนเย็น 03:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 3-9 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

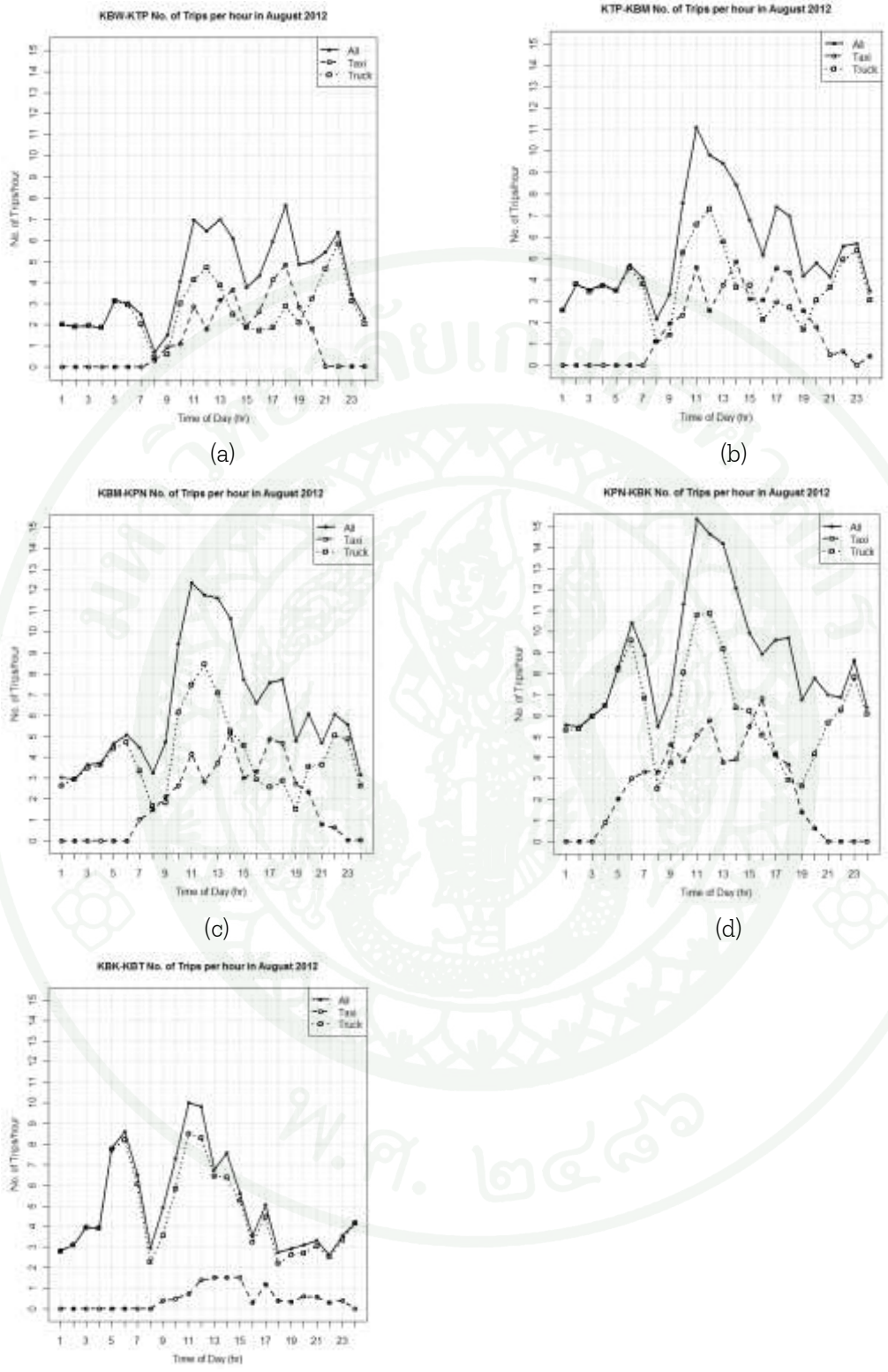
เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุหน้าไปยังด่านบางขุนเทียน ดังภาพที่ 47 (e) พบว่ามีปริมาณเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยตลอดทั้งวันของรถแท็กซี่ประมาณ 0.6 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ในขณะรถบรรทุกจะมีจำนวนเที่ยวการเดินทางสูงใน 2 ช่วงกลางวัน คือ 09:00-16:00 น. มีปริมาณเที่ยวการเดินทาง 2-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงตอนเย็น 04:00-08:00 น. มีเที่ยวการเดินทางเฉลี่ย 4-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง

เมื่อพิจารณาจำนวนเที่ยวการเดินทางในทิศทางมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตก พบว่าปริมาณรถแท็กซี่มีเที่ยวเฉลี่ย 1 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ตลอดทั้งวันในทุกคู่ด่าน แต่พบว่าปริมาณรถบรรทุกมีปริมาณมากด้วยกันถึง 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลากลางวัน ในช่วงเวลา 09:00-16:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 1-7 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืน ในช่วงเวลากลางคืน 04:00-08:00 น. มีปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ย 2-6 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง โดยมีเที่ยวการเดินทางของรถบรรทุกมากในคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน และด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านบางปากน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์ปริมารถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ที่มีปริมาณรถบรรทุกที่มากในช่วงเวลา และในคู่ด่านดังที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่ามีผู้ประกอบการขนส่งเชิงพาณิชย์ ใช้ทางพิเศษสายนี้เป็นประจำในคู่ด่านที่กล่าวมาข้างต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สัดส่วนตัวอย่างต่อประชากร (Penetration Rate,PR)

ในหัวข้อนี้จะศึกษาสัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรของข้อมูลของรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ GPS โดยได้วิเคราะห์สัดส่วนของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ต่อปริมาณรถทั้งหมดที่วิ่งบนทางพิเศษ ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลจำนวนรถจากระบบเก็บค่าผ่านทาง จากสมการ

$$PR = \frac{N_{trips}}{N_{Total}} \tag{17}$$

PR = สัดส่วนของรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ต่อรถยนต์ทั้งหมด

N_{trips} = ปริมาณเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS

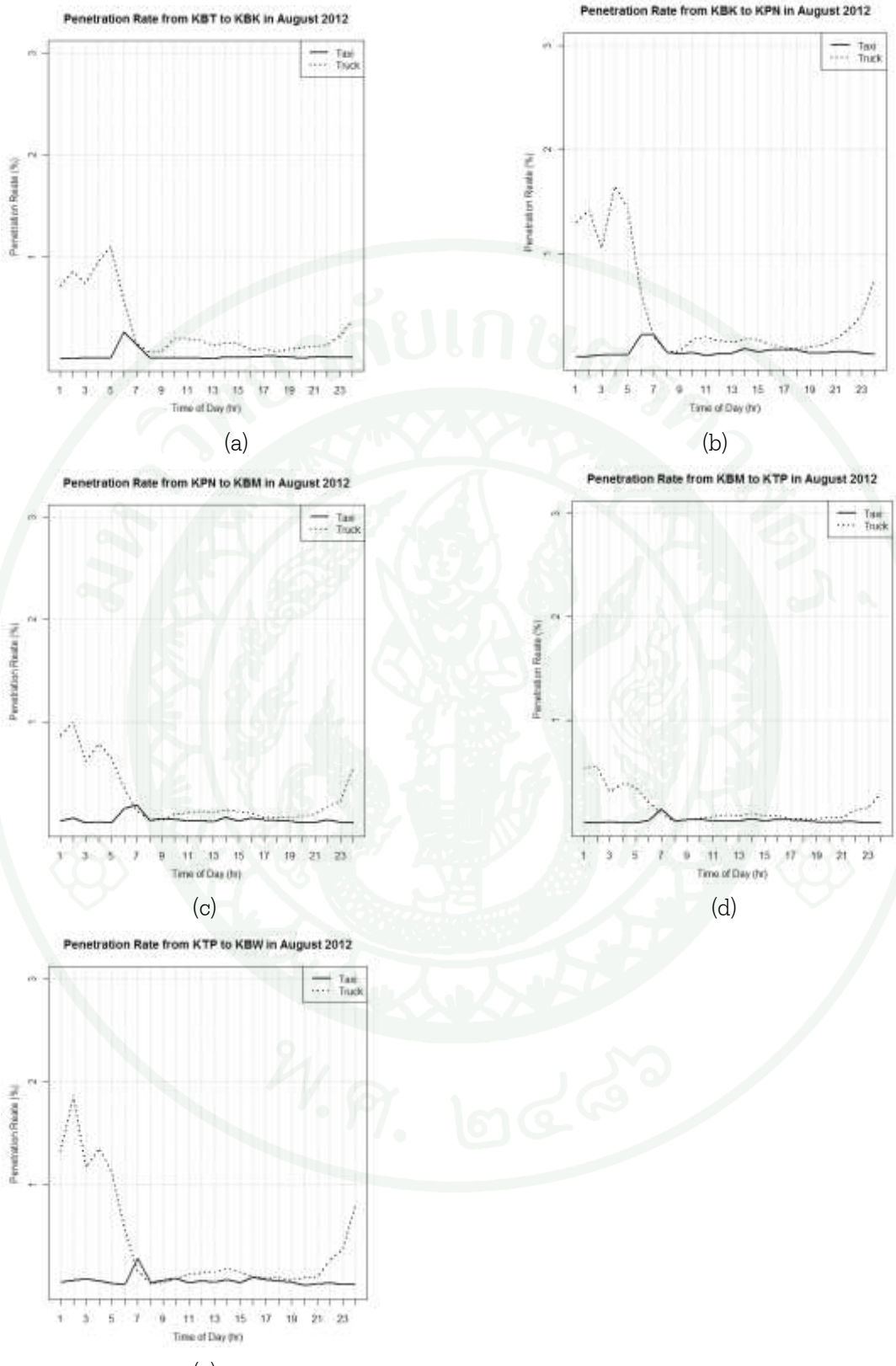
N_{Total} = ปริมาณรถยนต์จากระบบ MTC และ ETC

โดยงานวิจัยที่ผ่านมา National Cooperative Highway Research Program (2006) ได้ศึกษาค่า Penetration Rate ที่ยอมรับได้อยู่ที่ 5% ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะศึกษาหาค่าว่า Penetration Rate ของข้อมูล GPS กับระบบ MTC และ ETC เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิศวกรรมจราจรได้หรือไม่ ดังภาพที่ 48 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถ

ทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 จะเห็นได้ว่าค่า Penetration Rate ของรถแท็กซี่มีค่าต่ำกว่า 0.5% ตลอดทั้งวัน ในทุกคู่ด่าน ส่วนรถบรรทุกนั้นในช่วงเวลากลางวันจะมีค่า Penetration Rate ประมาณ 0.3% ของรถทั้งหมด ในทุกคู่ด่าน ในช่วงเวลากลางคืน พบว่าค่า Penetration Rate ของรถบรรทุก จะมีค่าสูงถึง 1% เช่นในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ หรือในคู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ

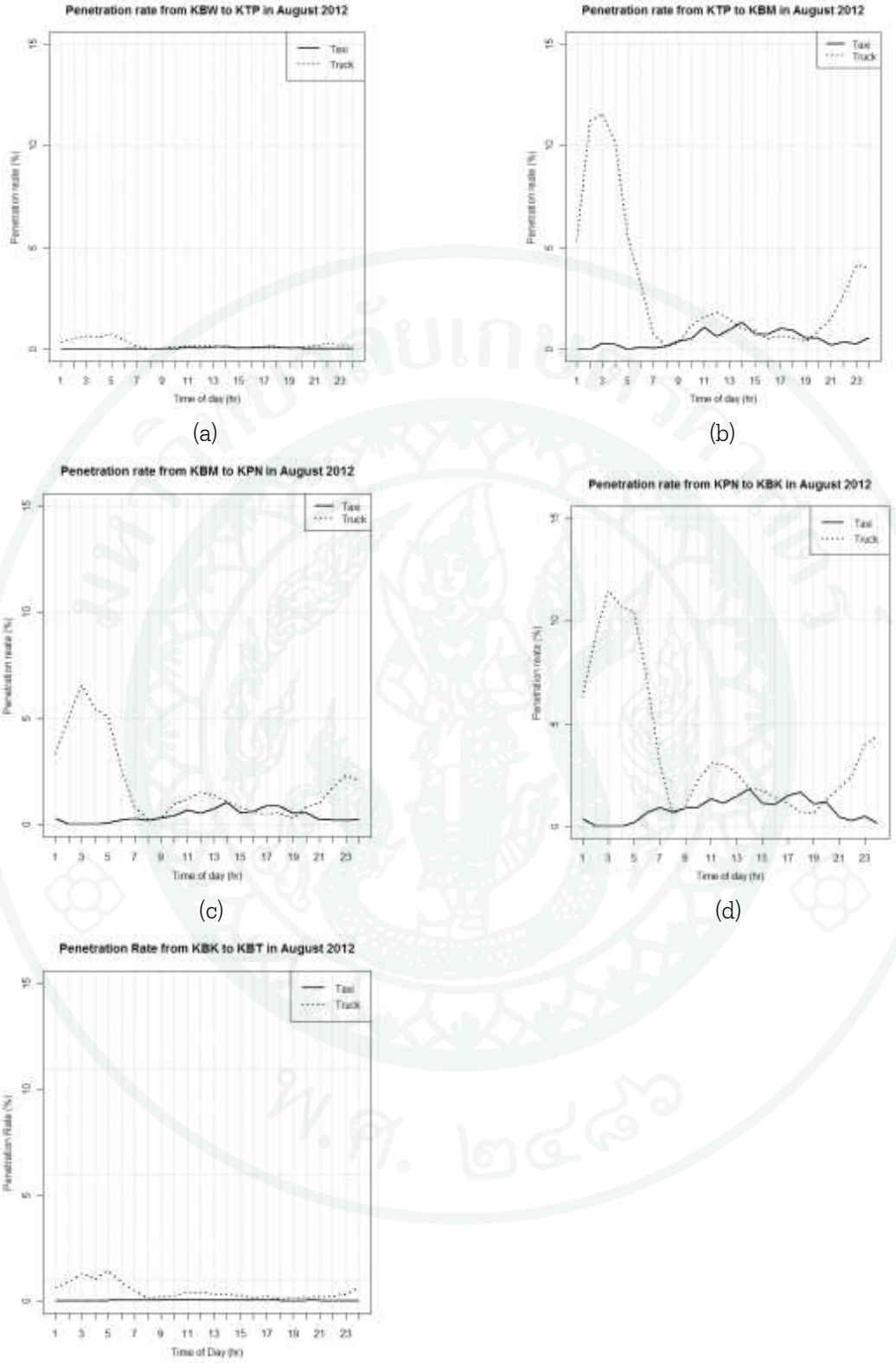
ในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ดังภาพที่ 49 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 จะเห็นได้ว่าค่า Penetration Rate ของรถแท็กซี่มีค่าต่ำกว่า 0.5% ตลอดทั้งวัน ในคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ และในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านบางขุนเทียน ในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง คู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ และคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุจะมีค่า Penetration Rate ของรถแท็กซี่ประมาณ 1-2% ส่วนรถบรรทุกนั้น ในคู่ด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ และคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านบางขุนเทียนจะมีค่า Penetration Rate ที่ค่อนข้างน้อย ส่วนคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง คู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ และคู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ พบว่ามีค่า Penetration Rate ของรถบรรทุก ในช่วงเวลากลางวันประมาณ 2-3% ส่วนในช่วงเวลากลางคืนพบว่ามีค่า Penetration Rate ของรถบรรทุก สูงถึง 5-13%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 49 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

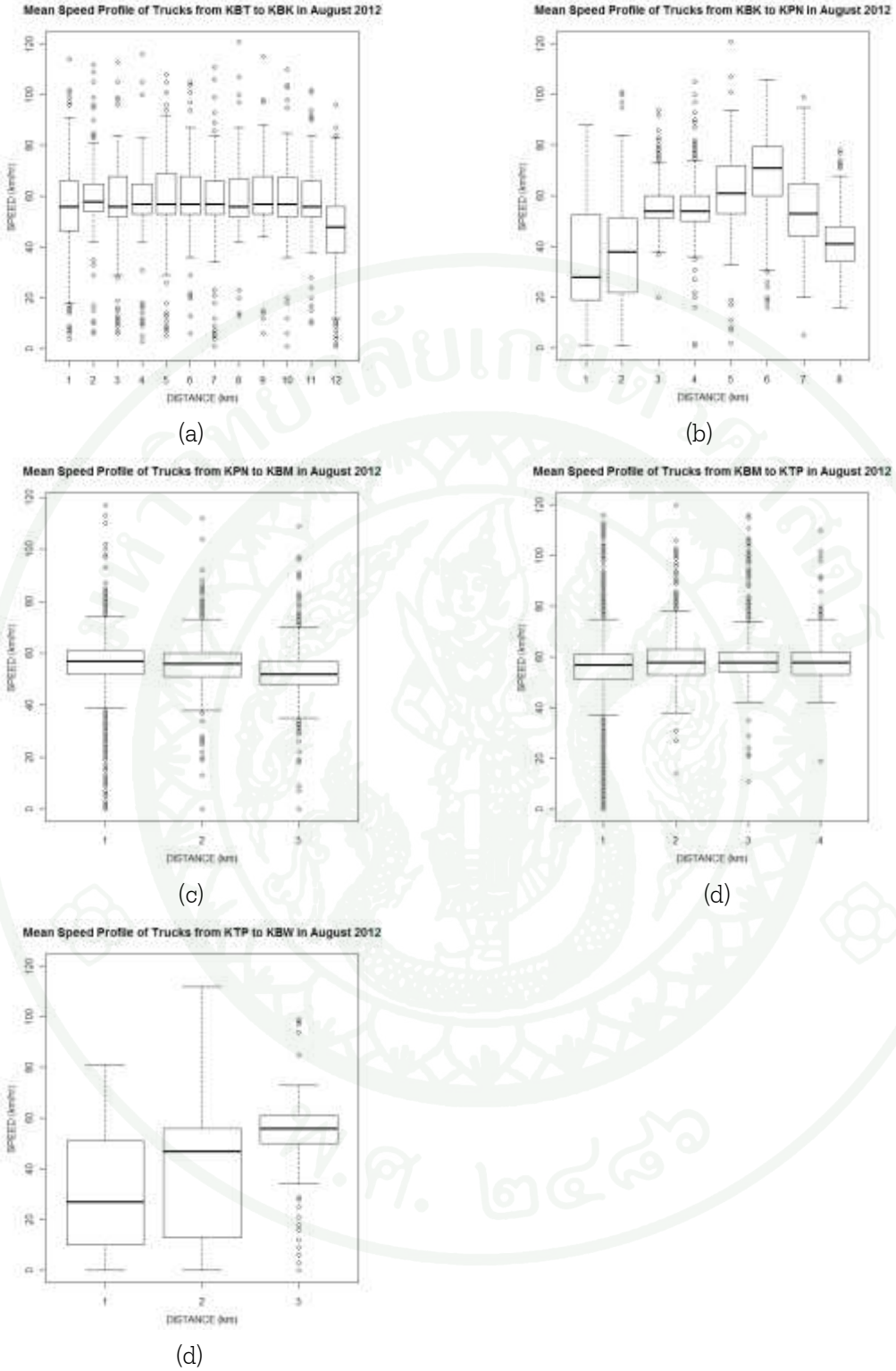
จากการวิเคราะห์สัดส่วนของประชากร ของรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS จะเห็นได้ว่าข้อมูล GPS ที่ได้จากรถแท็กซี่นั้น อาจไม่เพียงพอที่จะเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดของรถยนต์ได้ ซึ่งของมูล GPS ของรถบรรทุก อาจจะสามารถนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพทางพิเศษได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะทำการวัดประสิทธิภาพบนทางพิเศษ เช่น ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน โดยนำข้อมูล GPS ของรถบรรทุกมาใช้ในวัดประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบกับระบบเก็บค่าผ่านทางของทางพิเศษ

5. ความเร็วเฉลี่ย

ตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญในการวัดประสิทธิภาพของถนนได้แก่ ความเร็วเฉลี่ย ซึ่งจะวิเคราะห์เฉพาะข้อมูล GPS ของรถบรรทุก ดังภาพที่ 50 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุกในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 โดยได้เฉลี่ยความเร็วทุก 1 กิโลเมตร พบว่ามีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 58 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในแต่ละคู่ด่าน โดยคู่ด่านที่มีความเร็วต่ำกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เช่น ในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ และคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว เป็นเพราะเกิดการติดขัดบริเวณหน้าด่าน

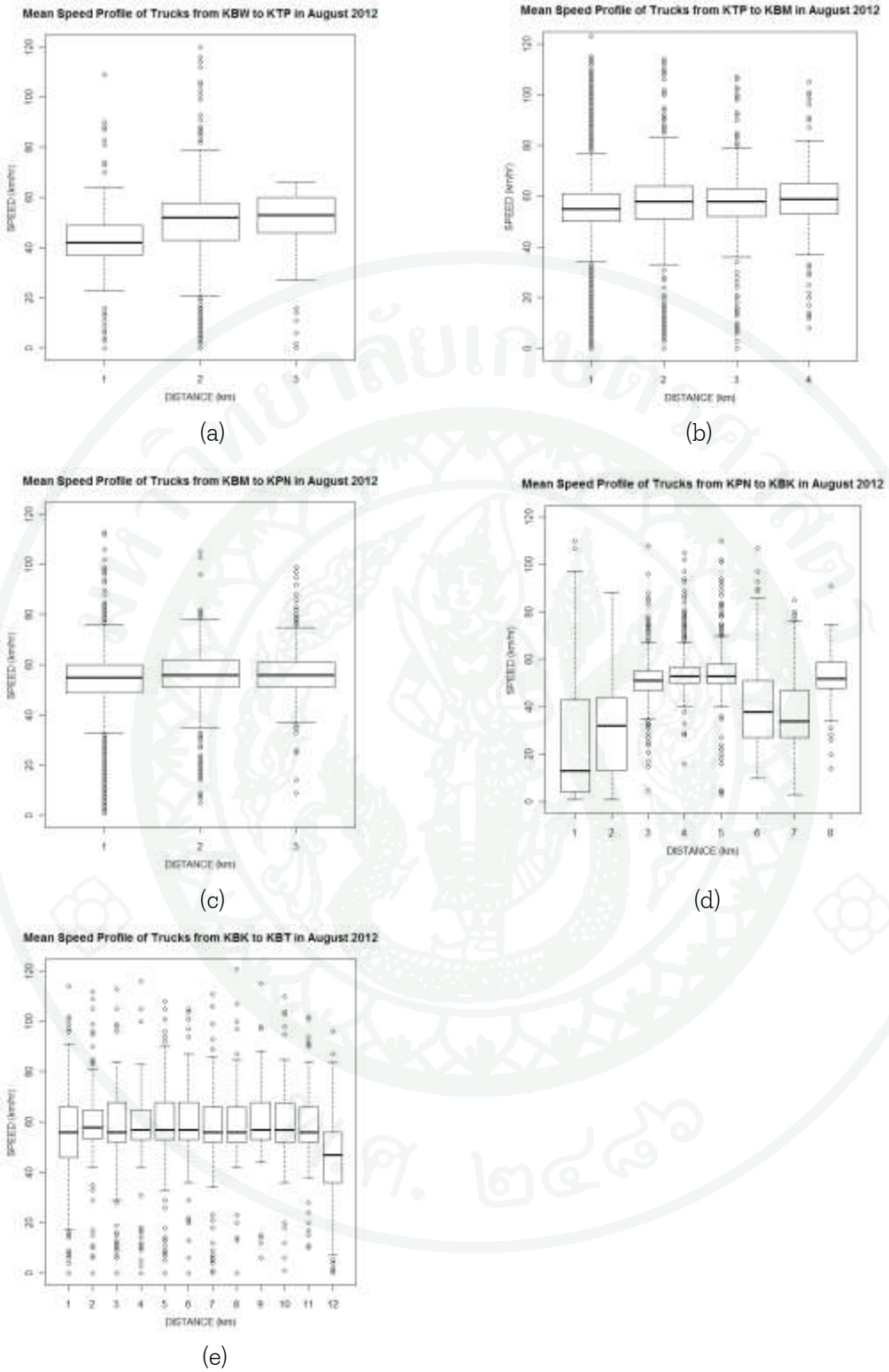
เมื่อพิจารณาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ดังภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุกในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 พบว่ามีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 58 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เช่นเดียวกับทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก และคู่ด่านที่เกิดการติดบริเวณหน้าด่าน ได้แก่ คู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางครุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 50 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากแบบจำลองการประมาณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS และได้วัดค่าความผิดพลาดของระยะเวลาเดินทางได้จากระบบจริง กับระยะเวลาเดินทางที่ได้จากข้อมูล GPS และในส่วนสุดท้ายได้วิเคราะห์ระดับความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS และจากระบบจริง โดยหาค่า Buffer Time Index และค่า Travel Time Index ดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย

จากขั้นตอน 5.5 การคำนวณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS ในหัวข้อนี้ได้แสดงผลของระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย ซึ่งถือเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวัดประสิทธิภาพบนทางพิเศษ โดยงานวิจัยนี้ได้คำนวณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูลความเร็วที่ได้จากอุปกรณ์ GPS ดังได้กล่าวในขั้นตอนการคำนวณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS โดยระยะเวลาเดินทางที่ได้จากข้อมูล GPS นี้ จะนำไปเปรียบกับระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC โดยจะคิดเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งมีปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลมากในทางพิเศษสายนี้ ดังภาพที่ 52 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจาก ระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 โดยระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยระบบจริงของรถบรรทุกแสดงด้วยเส้นประยาว ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยระบบจริงของรถยนต์ส่วนบุคคลแสดงด้วยเส้นประสั้น และระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยข้อมูล GPS ของรถบรรทุกแสดงด้วยเส้นทึบ เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางขุนเทียน มุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 52 (a) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล ตลอด 24 ชั่วโมง และจะสูงระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถรถบรรทุกในช่วง 09:00-21:00 น. แนวโน้มของระยะเวลาเดินทางจะสูงขึ้นในช่วงเวลา 08:00-13:00 น. และช่วง 22:00-24:00 น.

เมื่อพิจารณาในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปยังด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 52 (b) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะใกล้เคียงกับระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล และจะต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถรถบรรทุก ตลอด 24 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณาด่านบางปากน้ำมุ่งหน้าไปยังด่านบางเมือง ดังภาพที่ 52 (c) พบว่าระยะเวลาเดินทางประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะใกล้เคียงกับระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล และจะต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถรถบรรทุก ตลอด 24 ชั่วโมง โดยในช่วงเวลา 17:00-21:00 น. เป็นช่วง Peak Hour จึงทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวระยะเวลาเดินทางของรถยนต์

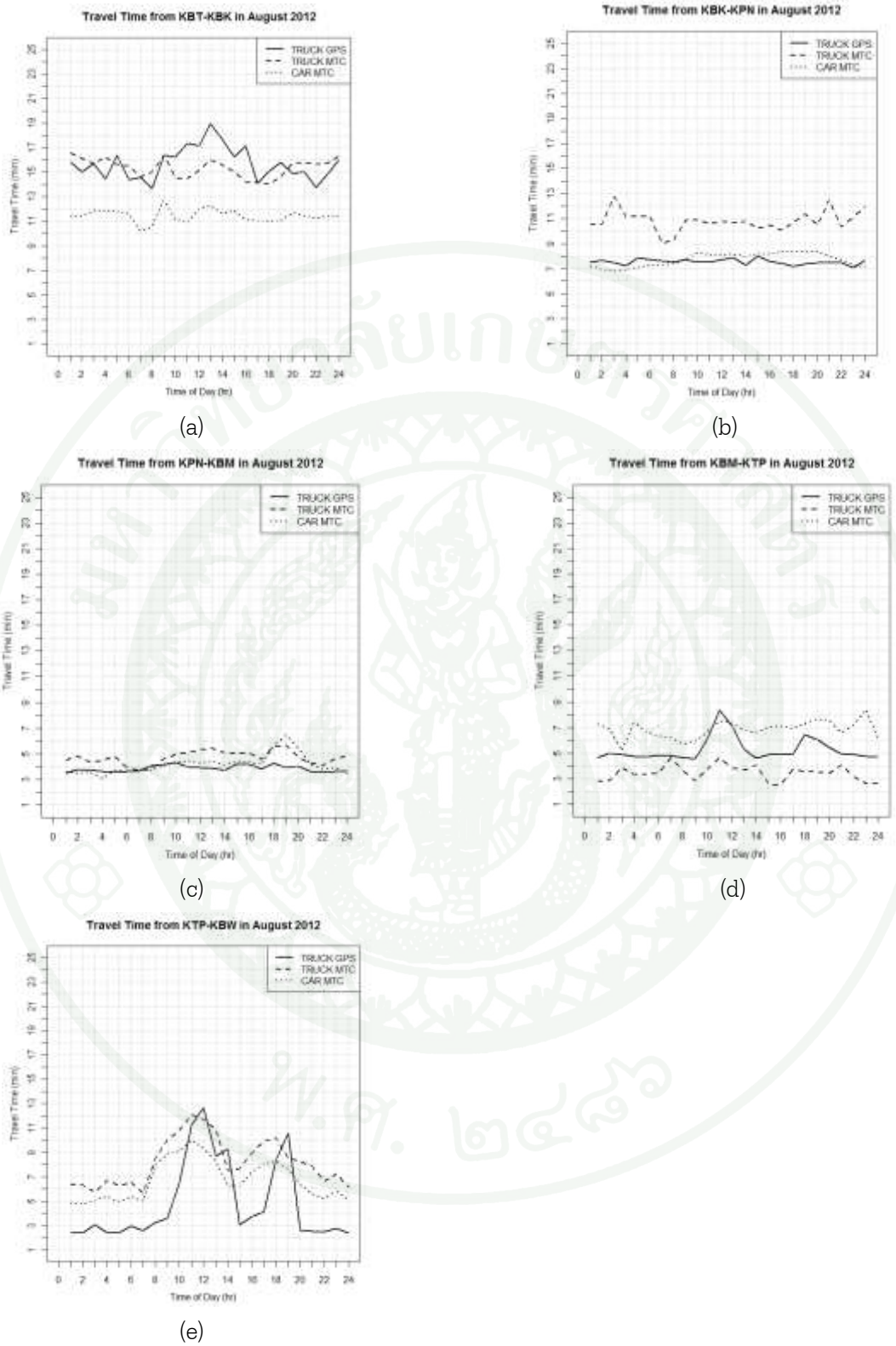
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนบุคคลและรถบรรทุกของระบบ MTC มีระยะเวลาเดินทางที่มากกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากข้อมูล GPS

เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปยังด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 52 (d) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถบรรทุกตลอด 24 ชั่วโมง และต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล

เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปยังด่านบางแก้ว ดังภาพที่ 52 (e) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก ในช่วงเวลา 07:00-11:00 น. และช่วงเวลา 16:00-18:00 น. เป็นช่วง Peak Hour จึงทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวระยะเวลาเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกของระบบ MTC และจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก มีระยะเวลาเดินทางที่เพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มของระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS มีทิศทางไปในทิศทางเดียวกับระบบ MTC ซึ่งจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ย ที่มีความเร็วเฉลี่ยในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว มีความเร็วเฉลี่ย 22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 52 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ดังภาพที่ 53 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตกในแต่ละคู่ด่าน เมื่อพิจารณาด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 53 (a) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก ตลอด 24 ชั่วโมง โดยระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS จะมีแนวโน้มสูงในช่วงเวลา 07:00-14:00 น. และช่วงเวลา 18:00-21:00 น.

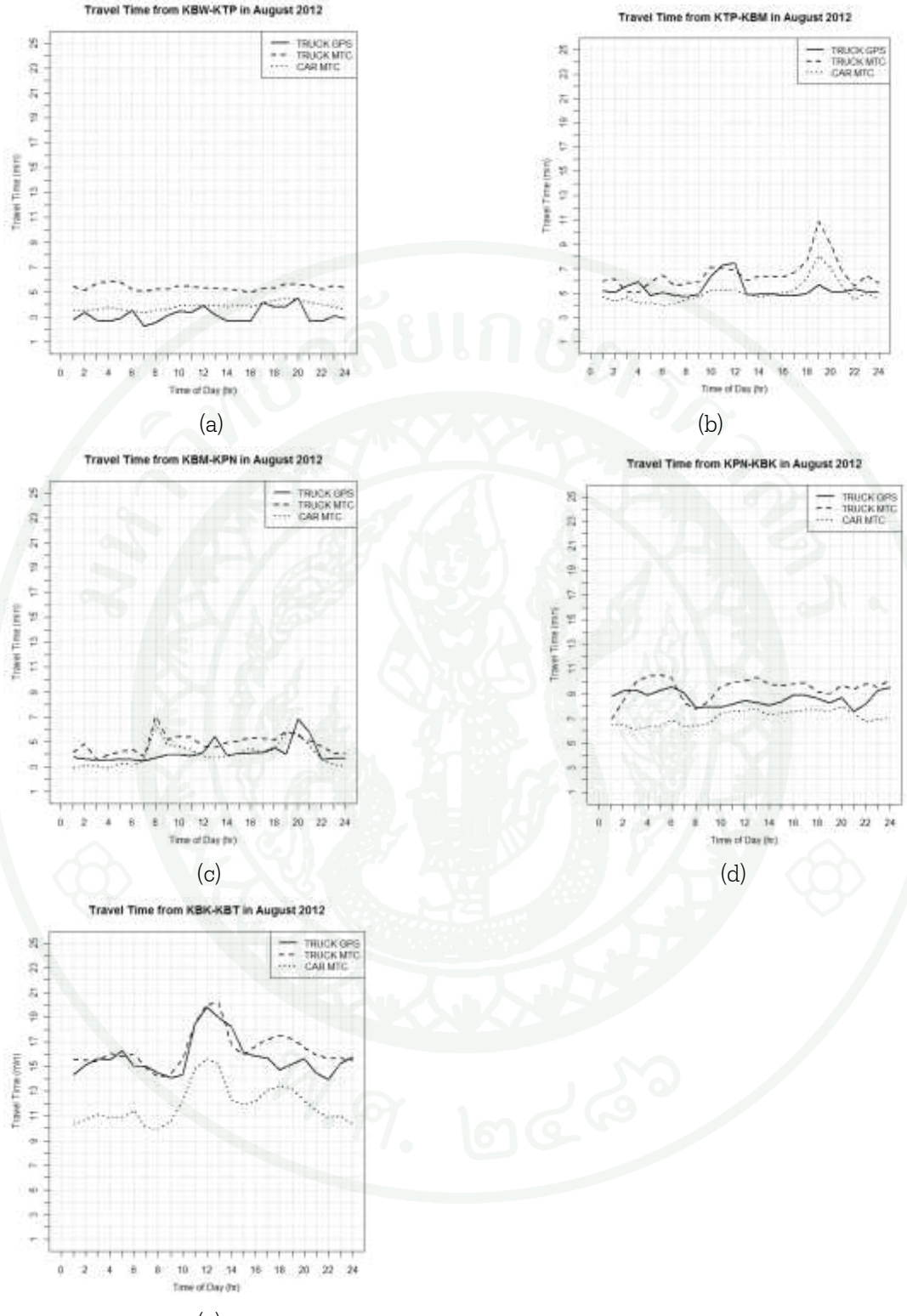
เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ดังภาพที่ 53 (b) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล ในช่วงเวลา 01:00-13:00 น. และช่วงเวลา 22:00-24:00 น. และต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถบรรทุก ยกเว้นช่วงเวลา 11:00-12:00 น. และช่วงเวลา 03:00-04:00 น. ในช่วงเวลา 09:00-13:00 น. และช่วงเวลา 18:00-22:00 น.. เป็นช่วง Peak Hour จึงทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวระยะเวลาเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกของระบบ MTC และจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก มีระยะเวลาเดินทางที่เพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มของระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS มีทิศทางไปในทางเดียวกับระยะเวลาเดินทางของระบบ MTC

เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 53 (c) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล ในช่วงเวลา 01:00-07:00 น. ช่วงเวลา 12:00-14:00 น. และช่วงเวลา 20:00-22:00 น. และต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถบรรทุก ยกเว้นช่วงเวลา 12:00-14:00 น. และช่วงเวลา 20:00-22:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 53 (d) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล ตลอด 24 ชั่วโมง และต่ำกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถบรรทุก ยกเว้นช่วงเวลา 05:00-08:00 น. โดยแนวโน้มของระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS มีทิศทางไปในทางเดียวกับระยะเวลาเดินทางของระบบ MTC

เมื่อพิจารณาด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน ดังภาพที่ 53 (e) พบว่าระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก จะสูงกว่าระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล ตลอด 24 ชั่วโมง และมีระยะเวลาเดินทางที่ใกล้เคียงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก ยกเว้นช่วงเวลา 15:00-24:00 น. โดยแนวโน้มของระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS มีทิศทางไปในทางเดียวกับระยะเวลาเดินทางของระบบ MTC

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 53 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. Mean Absolute Error (MAE)

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้วัดความแม่นยำในการประมาณระยะเวลาเดินทาง โดยใช้ค่า MAE เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS และค่าจริงจากระบบ MTC หากค่า MAE น้อยแสดงว่าสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง จากภาพที่ 54 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 โดยค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลแสดงด้วยเส้นทึบ ส่วนค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุกแสดงด้วยเส้นประยาว เมื่อพิจารณาด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 54 (a) พบว่าค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 2.5-6.5 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-3 นาที โดยจะมีแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล สูงขึ้นในช่วง 09:00-16:00 น. และลดลงในช่วง 16:00-17:00 น. เช่นเดียวกับค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE สูงขึ้นในช่วง 09:00-16:00 น. และลดลงในช่วง 16:00-17:00 น. เช่นกัน

เมื่อพิจารณาด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 54 (b) พบว่าค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-1 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 1-5 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล.สูงขึ้นในช่วงเวลา 15:00-18:00 น. และลดลงในช่วง 18:00-22:00 น. และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE ลดลงในช่วง 03:00-07:00 น. และสูงขึ้นใน 2 ช่วงเวลา คือ 08:00-14:00 น. และช่วงเวลา 15:00-24:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ดังภาพที่ 54 (c) พบว่าค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-3 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-2 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล.สูงขึ้นในช่วงเวลา 17:00-19:00 น. น. และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

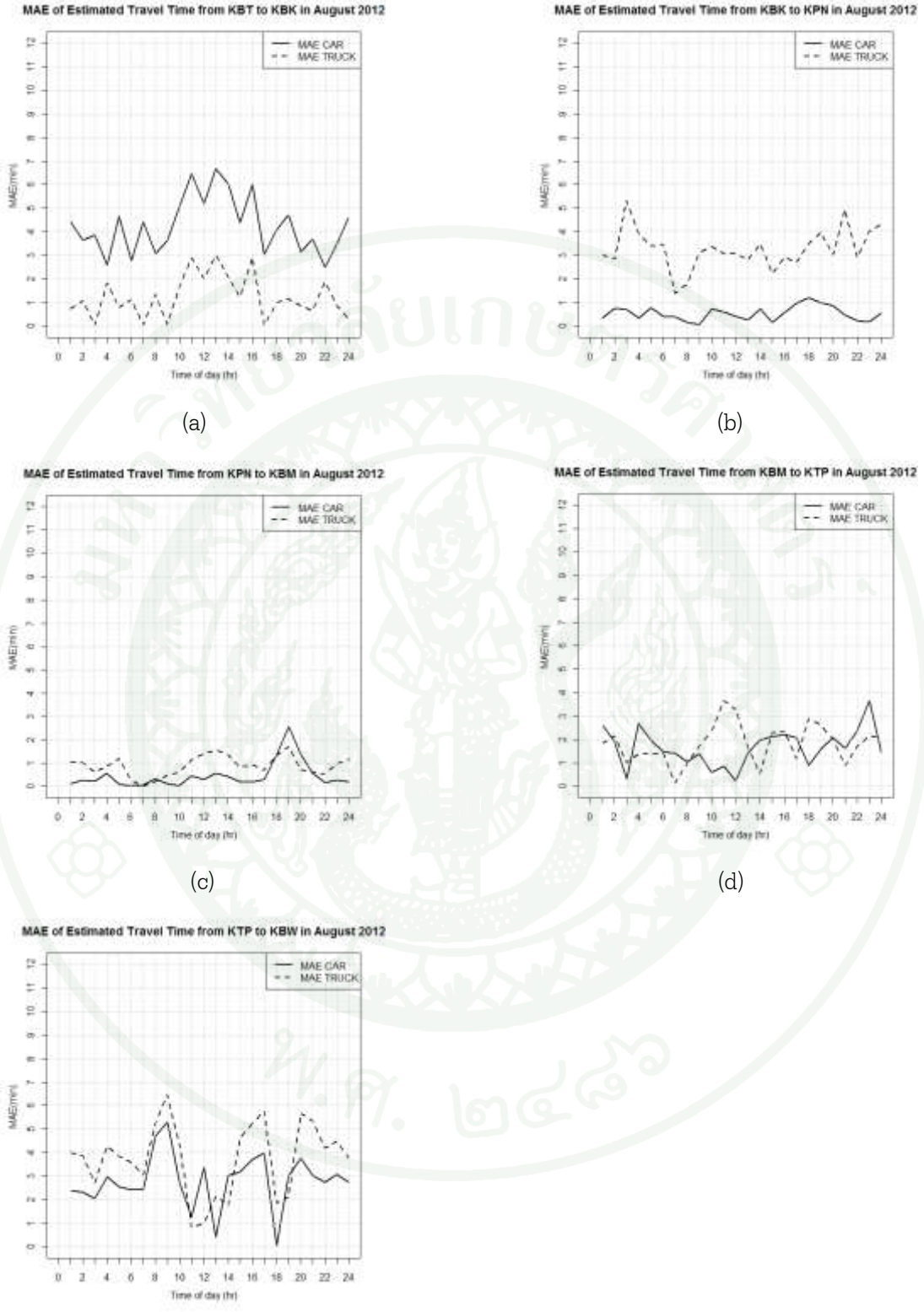
ลดลงในช่วง 19:00-22:00 น. และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE สูงขึ้นในช่วงเวลา คือ 07:00-13:00 น.และลดลงในช่วง 13:00-17:00 น และเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 17:00-19:00 น. และลดลงในช่วง 19:00-22:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองน้ำมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 54 (d) พบว่าค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-4 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-4 นาที เช่นกัน โดยแนวโน้มค่า MAE โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะลดลงในช่วงเวลา 04:00-12:00 น. และเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 12:00-24:00 น. และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE สูงขึ้นในช่วงเวลา คือ 07:00-11:00 น. และลดลงในช่วง 11:00-14:00 น. เพิ่มในช่วงเวลา 14:00-16:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 16:00-17:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว ดังภาพที่ 54 (e) พบว่าค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-5 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 1-6 นาที โดยแนวโน้มค่า MAE โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 07:00-09:00 น. ลดลงในช่วงเวลา 09:00-10:00 น. เพิ่มอีกในช่วง 13:00-17:00 น ลดลงในช่วงเวลา 17:00-18:00 น. และเพิ่มอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-20:00 น. เช่นเดียวกับค่า ค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก เช่นกัน

จากการวิเคราะห์ค่า MAE ในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก พบว่าค่า MAE จะมีผลกับ 2 ปัจจัยคือ ค่า Penetration Rate ดังภาพที่ 48 ค่า Penetration Rate ของรถบรรทุก จะมีค่าสูงในช่วงเวลา 01:00-07:00 น. ซึ่งเมื่อมาพิจารณาค่า MAE ในทุกคู่ด่านระหว่างของมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก จะมีค่าที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ ส่วนปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาเดินทาง จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาเดินทางเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ค่า MAE ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่า Penetration Rate และ ระยะเวลาเดินทาง มีผลต่อความถูกต้องของแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 54 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ดังภาพที่ 55 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 เมื่อพิจารณาด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 55 (a) พบว่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-2 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 1-3 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล และแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุกจะมีทิศทางไปในทางเดียวกันกับค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล

เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ดังภาพที่ 55 (b) พบว่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-5 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-2 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 09:00-12:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. และสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลา 16:00-19:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 19:00-21:00 น. และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE สูงขึ้นในช่วงเวลา 11:00-19:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 19:00-22:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 55 (c) พบว่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-3 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-3 นาที เช่นกัน โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 07:00-08:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 08:00-12:00 น. และสูงอีกในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 13:00-14:00 น. และสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-19:00 น. และลดลงอีกครั้งในช่วงเวลา 19:00-22:00 น. และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAE ไปในทิศทางเดียวกันกับค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล

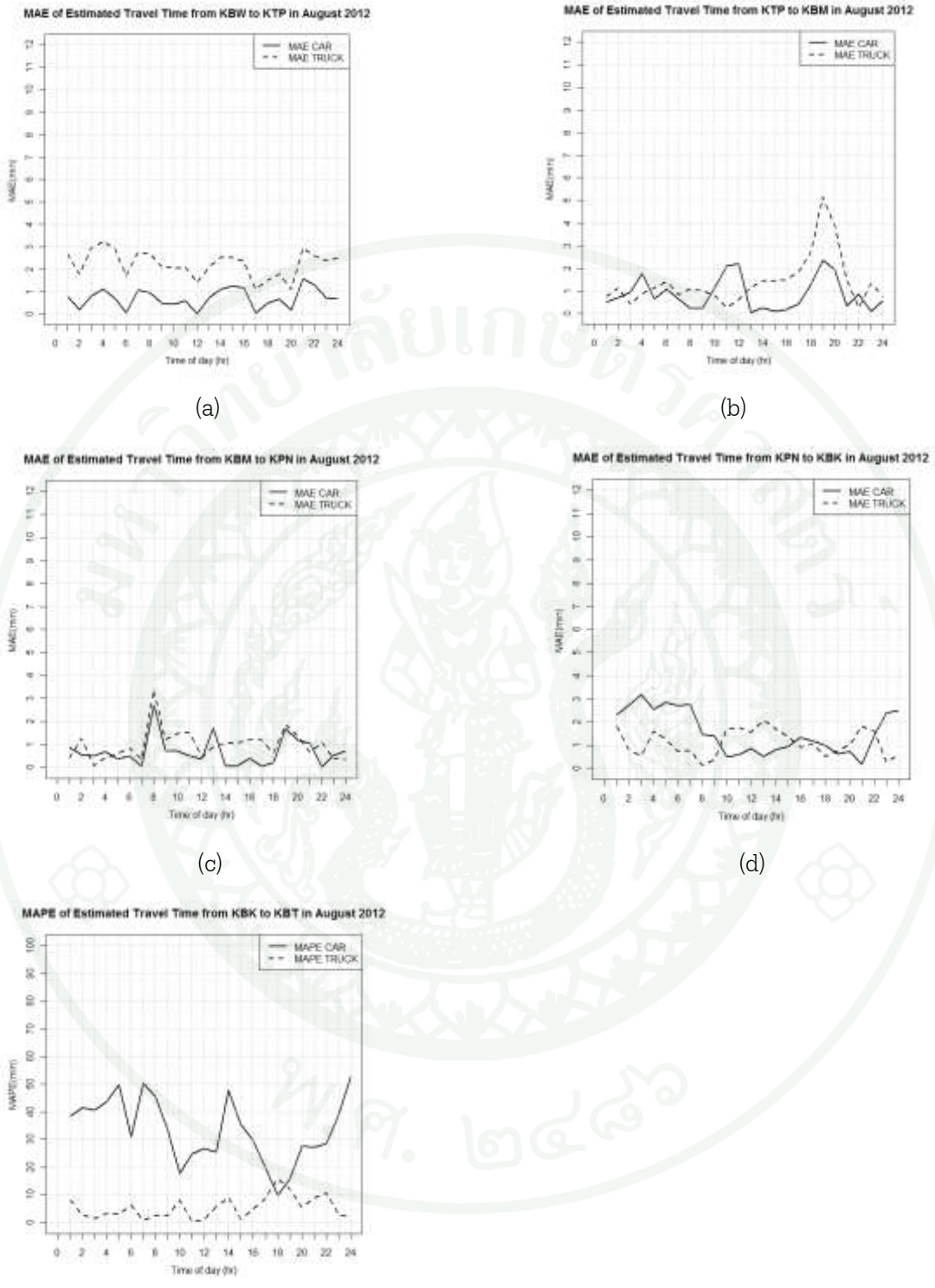
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาด่านปากน้ำมุ่งหน้าด่านบางครุ ดังภาพที่ 55 (d) พบว่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 0-3 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-2 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะลดลงในช่วงเวลา 04:00-08:00 น. และสูงขึ้นในช่วงเวลา 08:00-13:00 น. และสูงอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-21:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 22:00-23:00 น. และแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก ลดลงในช่วงเวลา 03:00-10:00 น. และสูงขึ้นในช่วงเวลา 21:00-03:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน ดังภาพที่ 55 (e) พบว่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAE 1-6 นาที และค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0-3 นาที โดยแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล สูงขึ้นในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 14:00-18:00 น. และเพิ่มอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-05:00 น. และลดลงอีกครั้งในช่วงเวลา 07:00-10:00 น. และแนวโน้มของค่า MAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก สูงขึ้นในช่วงเวลา 15:00-18:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 18:00-24:00 น.

จากการวิเคราะห์ค่า MAE ในฝั่งมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก พบว่าค่า MAE จะมีผลกับ 2 ปัจจัยคือ ค่า Penetration Rate ดังภาพที่ 49 ค่า Penetration Rate ของรถบรรทุก จะมีค่าสูงในช่วงเวลา 01:00-07:00 น. ซึ่งเมื่อมาพิจารณาค่า MAE ในทุกคู่ด่านระหว่างของมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก จะมีค่าที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ ส่วนปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาเดินทาง จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาเดินทางเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ค่า MAE ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่า Penetration Rate และ ระยะเวลาเดินทาง มีผลต่อความถูกต้องในการประมาณระยะเวลาเดินทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 55 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

ในหัวข้อนี้ ได้วัดความผิดพลาดของแบบจำลอง โดยใช้ค่า MAPE เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS และค่าจริงจากระบบ MTC หากค่า MAPE น้อย แสดงว่าสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง ดังภาพที่ 56 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 โดยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลแสดงด้วยเส้นทึบ ส่วนค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุกแสดงด้วยเส้นประยาว เมื่อพิจารณาด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 56 (a) พบว่าค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 20%-60% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุกและค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-20% โดยจะมีแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลสูงขึ้นในช่วง 09:00-16:00 น. และลดลงในช่วง 16:00-17:00 น. เช่นเดียวกับค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAPE สูงขึ้นในช่วง 09:00-13:00 น. และลดลงในช่วง 16:00-17:00 น. เช่นกัน

เมื่อพิจารณาด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 56 (b) พบว่าค่า MPAE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-10% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 15%-40% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล.สูงขึ้นในช่วงเวลา 15:00-18:00 น. และลดลงในช่วง 18:00-22:00 น. และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAPE ลดลงในช่วง 03:00-07:00 น. และสูงขึ้นใน 2 ช่วงเวลา คือ 08:00-14:00 น. และช่วงเวลา 15:00-24:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ดังภาพที่ 56 (c) พบว่าค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-40% นาที และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-20% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล.สูงขึ้นในช่วงเวลา 17:00-

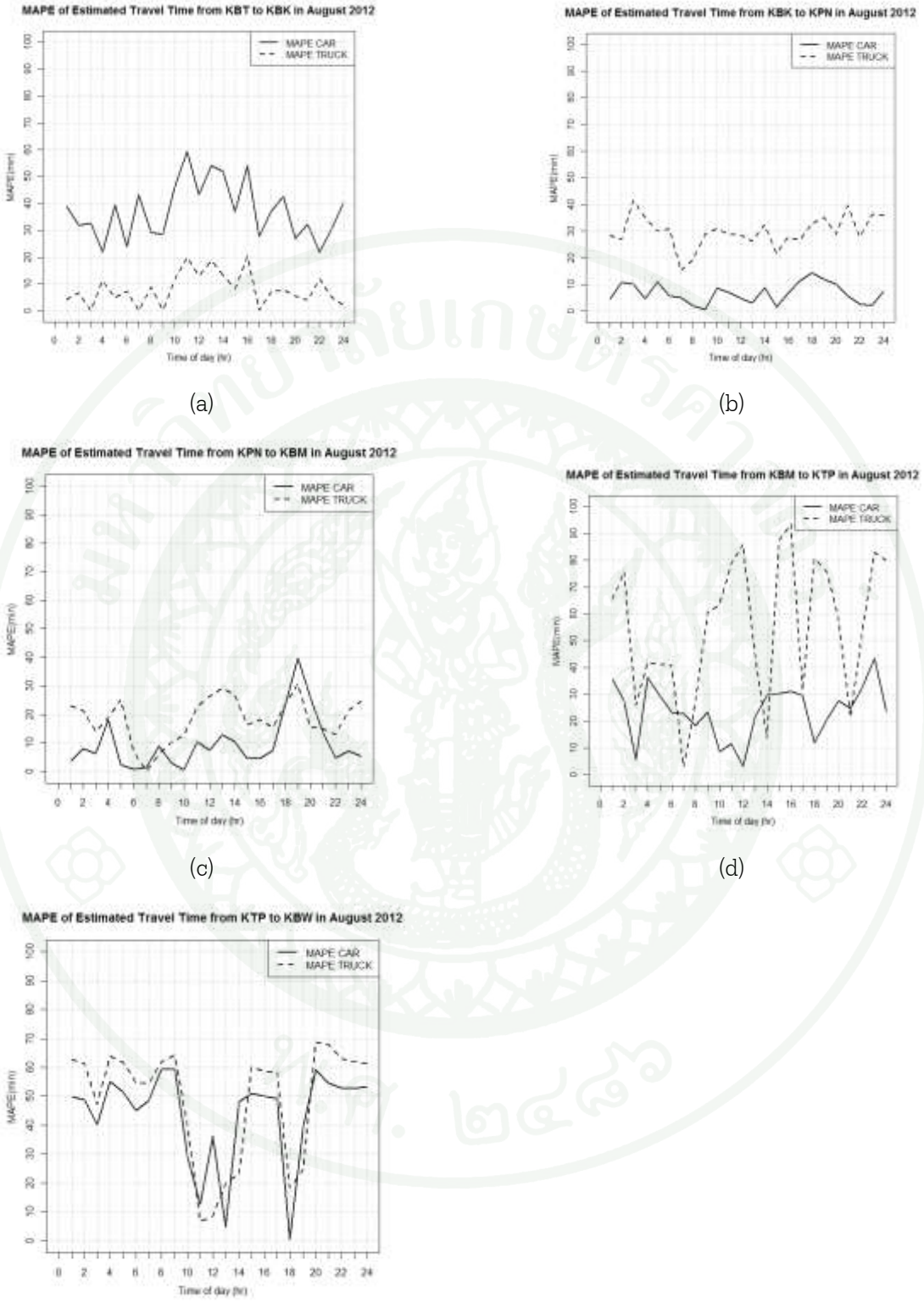
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

19:00 น. น. และลดลงในช่วง 19:00-22:00 น. และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAPE สูงขึ้นในช่วงเวลา คือ 07:00-13:00 น.และลดลงในช่วง 13:00-17:00 น และเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 17:00-19:00 น. และลดลงในช่วง 19:00-22:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองน้ำมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 56 (d) พบว่าค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-40% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-90% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะลดลงในช่วงเวลา 04:00-12:00 น. และเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 12:00-24:00 น. และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAPE สูงขึ้นในช่วงเวลา คือ 07:00-12:00 น. และลดลงในช่วง 12:00-14:00 น. เพิ่มในช่วงเวลา 14:00-16:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 16:00-17:00 น. เพิ่มในช่วงเวลา 17:00-18:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 18:00-21:00 น. จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 12:00-21:00 น. มีความแปรปรวนของค่า MAPE ที่ค่อนมาก เมื่อพิจารณาเที่ยวการเดินทาง ดังภาพที่ 46 (d) พบว่าเที่ยวการเดินทางมีแนวโน้มลดลงในช่วงเวลา 14:00-21:00 น. ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเที่ยวการเดินทางมีผลต่อความถูกต้องของการประมาณระยะเวลาเดินทาง

เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว ดังภาพที่ 56 (e) พบว่าค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-60% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 10%-70% โดยมีแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 03:00-09:00 น. ลดลงในช่วงเวลา 09:00-11:00 น. เพิ่มอีกในช่วง 13:00-18:00 น ลดลงในช่วงเวลา 17:00-18:00 น. และเพิ่มอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-20:00 น. เช่นเดียวกับค่า ค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก เช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 56 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนสิงหาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ดังภาพที่ 57 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนสิงหาคม 2555 เมื่อพิจารณาด่านบางแก้วมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ดังภาพที่ 57 (a) พบว่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTPC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-40% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 20%-50% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก จะมีทิศทางของค่า MAPE ไปในทางเดียวกัน

เมื่อพิจารณาด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ดังภาพที่ 57 (b) พบว่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-40% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-50% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 09:00-12:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. และสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลา 16:00-19:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 19:00-21:00 น. และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก มีแนวโน้มของค่า MAPE สูงขึ้นในช่วงเวลา 11:00-19:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 19:00-22:00 น.

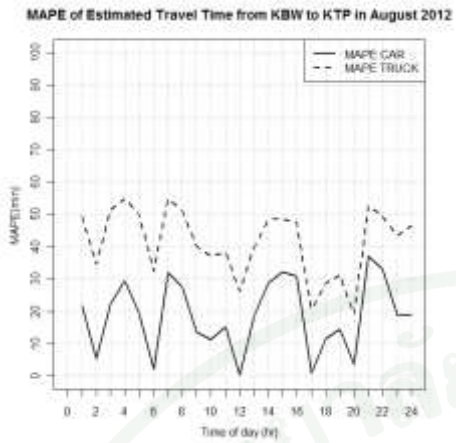
เมื่อพิจารณาด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านปากน้ำ ดังภาพที่ 57 (c) พบว่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-45% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAE 0%-45% เช่นกัน โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะสูงขึ้นในช่วงเวลา 07:00-08:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 08:00-12:00 น. และสูงอีกในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 13:00-14:00 น. และสูงขึ้นอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-19:00 น. และลดลงอีกครั้งในช่วงเวลา 19:00-22:00 น. และแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุกจะมีแนวโน้มของค่า MAPE ไปในทิศทางเดียวกันกับค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

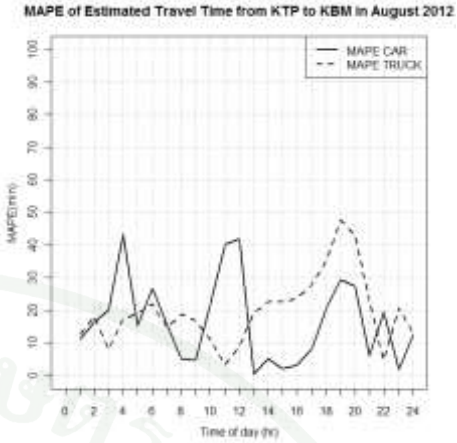
เมื่อพิจารณาด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ดังภาพที่ 57 (d) พบว่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 0%-50% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-30% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล จะลดลงในช่วงเวลา 04:00-08:00 น. และสูงขึ้นในช่วงเวลา 08:00-13:00 น. และสูงอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-21:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 22:00-23:00 น. และแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก ลดลงในช่วงเวลา 03:00-10:00 น. และสูงขึ้นในช่วงเวลา 21:00-03:00 น.

เมื่อพิจารณาด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน ดังภาพที่ 57 (e) พบว่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่า MAPE 10%-60% และค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์บรรทุกมีค่า MAPE 0%-3% โดยแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล สูงขึ้นในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 14:00-18:00 น. และเพิ่มอีกครั้งในช่วงเวลา 18:00-05:00 น. และลดลงอีกครั้งในช่วงเวลา 07:00-10:00 น. และแนวโน้มของค่า MAPE ระหว่างค่าที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และค่าจริงจากระบบ MTC ของรถบรรทุก สูงขึ้นในช่วงเวลา 15:00-18:00 น. และลดลงในช่วงเวลา 18:00-24:00 น.

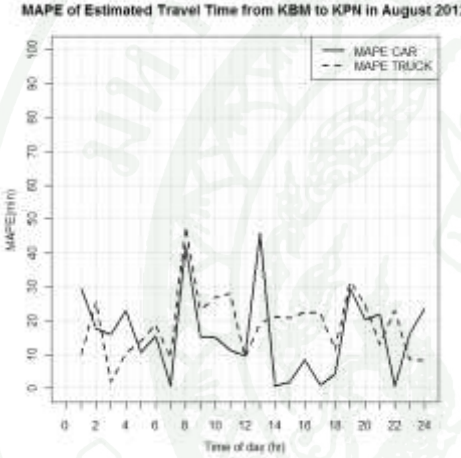
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



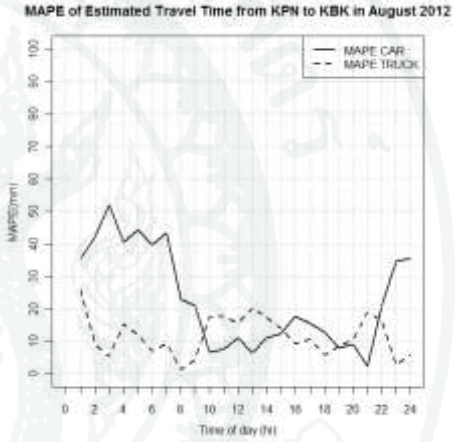
(a)



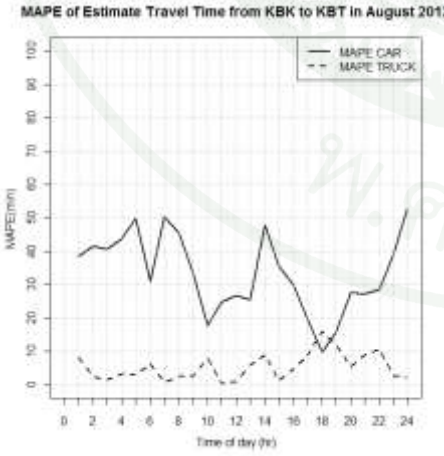
(b)



(c)



(d)



(e)

ภาพที่ 57 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนสิงหาคม 2555

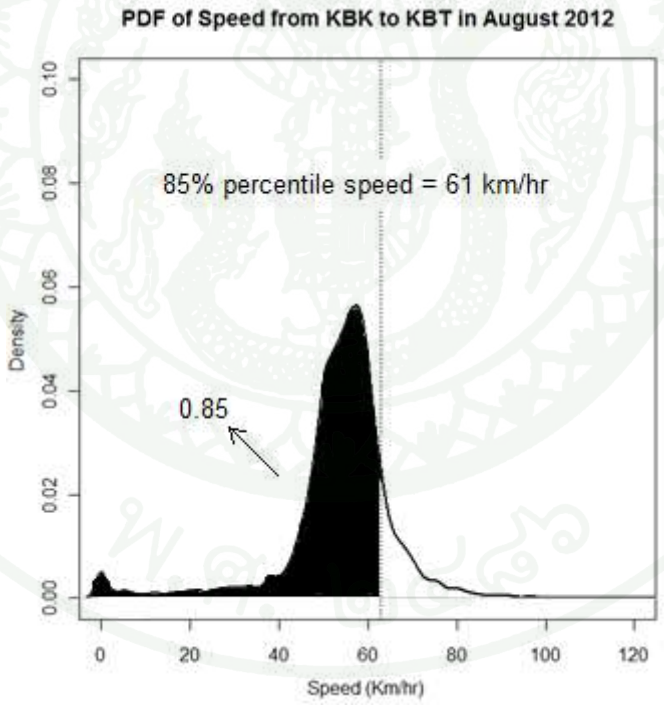
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ค่า MAE และค่า MAPE พบว่าปริมาณเที่ยวการเดินทางจะมีผลต่อค่า MAE และ MAPE โดยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบจริงของรถบรรทุก พบว่าการเพิ่มขึ้นของเที่ยวการเดินทางจะทำให้ค่า MAE และ MAPE มีค่าลดลง ในช่วงเวลา 01:00-07:00 น. ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า Penetration Rate ที่มีค่ามากในช่วงเวลานี้ แต่ในช่วงเวลา 09:00-11:00 น. พบว่าค่า MAE และ MAPE มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากในช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาเร่งด่วน ปริมาณของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกของระบบ MTC เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ค่า MAE และ MAPE มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาณเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS กับค่า MAE และ MAPE เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล พบว่า การเพิ่มขึ้นของเที่ยวการเดินทาง จะทำให้ค่า MAE และ MAPE มีค่าลดลง เนื่องจากเมื่อเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ของรถบรรทุกเพิ่มขึ้น แต่เที่ยวการเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลของระบบ MTC มีค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะช่วงเวลา 01:00-07:00 น. จึงทำให้ค่า MAE และ MAPE มีค่าลดลงด้วย แต่ในช่วงเวลา 09:00-11:00 น. พบว่าเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS เพิ่ม แต่ค่า MAE และ MAPE มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องในช่วงเวลานี้เป็นช่วงเวลาเร่งด่วน ทำให้ปริมาณข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลของระบบ MTC มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ค่า MAE และ MAPE มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ในคู่ด่านที่มีการติดขัดของสภาพจราจร เช่นในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว หรือในคู่ด่านบางครุมุ่งหน้าไปด่านบางขุนเทียน พบว่าปริมาณเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ของรถบรรทุกเพิ่มขึ้น แต่ค่า ค่า MAE และ MAPE เมื่อเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลแลรถบรรทุกของระบบ MTC มีค่าลดลง ในช่วงเวลา 09:00-11:00 น. เนื่องจากช่วงเวลานี้มีการติดขัดบริเวณหน้าด่านทำให้ระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS เพิ่มขึ้นเช่นกัน เป็นผลทำให้ค่า MAE และ MAPE ลดลงเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

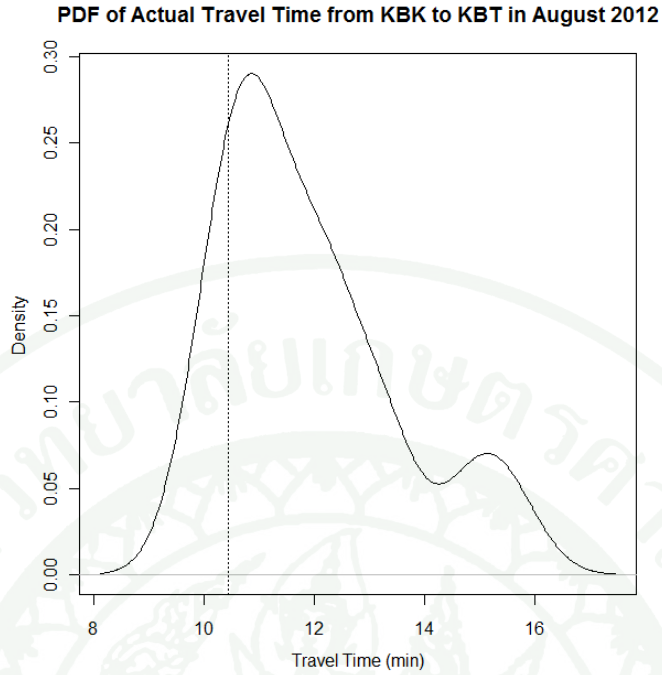
4. Buffer Time Index (BI) และ Travel Time Index (TI)

Buffer Time Index เป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่ใช้วัดความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทาง ดังสมการที่ (13) โดยค่า Buffer Time Index ที่มีค่าต่ำนั้นแสดงว่าผู้ใช้เส้นทางสายนี้ จะใช้เวลาเดินทางใกล้เคียงกับระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย และตัวชี้วัดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับผู้ดูแล หรือควบคุมระดับการให้บริการ คือ Travel Time Index ดังสมการที่ (14) ซึ่งได้พัฒนาวิธีการคำนวณค่า Travel Time Index ของข้อมูล GPS โดยนำข้อมูลความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ มาใช้หาค่า Free - Flow Travel Time หารด้วยระยะทางในแต่ละคู่ด่าน และในการหาค่า Travel Time Index ของข้อมูล MTC ใช้ค่าระยะเวลาเดินทางที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไทล์มาใช้หาค่า Free – Flow Travel Time ดังภาพที่ 58 และ ภาพที่ 59 โดยค่า Travel Time Index ที่มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าค่าเฉลี่ยระยะเวลาเดินทางมีค่ามากกว่าระยะเวลาเดินทางในช่วง Free – Flow Travel Time ซึ่งหมายความว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้ที่ใช้เส้นทางนี้จะใช้เวลาเดินทางมากกว่าปกติ



ภาพที่ 58 การกระจายของของความเร็ว GPS ของรถบรรทุกในเดือนสิงหาคม 2555 ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 59 แสดงข้อมูลความหนาแน่นของระยะเวลาเดินทางของระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลในเดือนสิงหาคม 2555 ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไทล์

จากตารางที่ 12 และตารางที่ 13 พบว่าแนวโน้มค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของระบบ MTC มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของข้อมูล GPS จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย หรือ ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของระบบ MTC มีค่าลดลง ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของข้อมูล GPS จะมีค่าลดลงเช่นกัน เช่น ในคู่ด่านที่มีการติดขัดของสภาพจราจร ในด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว ในช่วงเวลา 06:00-12:00 น. (AM Peak) ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของข้อมูล GPS มีค่าถึง 76.98% และ 1.06 ตามลำดับ ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของระบบ MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก มีค่า 26.95% และ 1.47 สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล และค่า 31.87% และ 1.42 สำหับรถบรรทุก โดยเฉพาะเมื่อเปรียบกับระบบ MTC ของรถบรรทุก พบว่า ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ของข้อมูล GPS และจากระบบ MTC มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล GPS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออกเดือนสิงหาคม 2555

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBT-KBK	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	10.99	1.35	11.37	1.07	7.37	1.04
	Midday (12:00-16:00 น.)	7.23	1.54	2.65	1.01	3.11	1.02
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	9.16	1.36	0.56	1	2.24	1.01
	OFF Peak	6.79	1.33	2.54	1.01	3.24	1.02
KBK-KPN	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	1.53	0.95	6.93	1.05	7.78	1.12
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	3.67	0.96	0.75	1.01	1.55	1.02
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	2.37	0.95	0.73	1.01	5.54	1.04
	OFF Peak	3.68	0.96	11.72	1.06	12.31	1.07
KPN-KBM	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	4.33	1.22	9.57	1.08	16.78	1.15
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	2.73	1.23	4.33	1.03	3.69	1.03
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	5.55	1.19	21.37	1.19	8.18	1.09
	OFF Peak	5.42	1.22	12.56	1.05	5.61	1.06

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBM-KTP	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	40.37	1.15	14.13	1.09	22.01	1.16
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	24.7	1.14	5.29	1.04	13.68	1.15
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	14.68	1.16	4.74	1.03	11.5	1.13
	OFF Peak	7.64	1.02	15.46	1.1	24.07	1.2
KTP-KBW	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	76.98	1.06	26.95	1.47	31.87	1.42
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	44.24	1.79	21.48	1.2	22.41	1.24
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	53.41	1.42	5.16	1.04	8.18	1.08
	OFF Peak	14.58	0.54	15.7	1.09	19.78	1.09

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตกเดือนสิงหาคม 2555

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBW-KTP	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	15.32	0.72	8.72	1.06	4.02	1.02
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	22.27	0.74	0.88	1.01	1.24	1.01
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	13.92	0.86	7.57	1.06	5.62	1.04
	OFF Peak	32.4	0.72	13.89	1.07	5.67	1.04
KTP-KBM	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	28.2	1.18	13.28	1.13	12.77	1.1
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	28.13	1.19	6.19	1.04	6.35	1.04
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	10.09	1.09	27.05	1.2	31.83	1,22
	OFF Peak	10.31	1.12	31.11	1.15	28.94	1.17
KBM-KPN	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	5.55	1	34.44	1.32	27.5	1.22
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	19.26	1.16	5.44	1.03	6.05	1.05
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	6.5	1.11	18.36	1.1	7.39	1.04
	OFF Peak	52.53	1.1	48.61	1.2	20.39	1.11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KPN-KBK	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	12.07	0.98	9.71	1.07	12.77	1.11
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	1.91	0.96	3.22	1.03	3.53	1.03
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	2.49	1	0.61	1	4.5	1.04
	OFF Peak	6.34	1.03	13.83	1.07	10.67	1.08
KBK-KBT	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	15.38	1.27	22.93	1.15	14.49	1.09
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	7.72	1.55	13.19	1.14	10.66	1.12
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	3.01	1.3	3.13	1.03	1.89	1.01
	OFF Peak	5.7	1.28	8.18	1.05	3.53	1.02

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาวิธีการประมาณระยะเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS ของรถขนส่งเชิงพาณิชย์ บนทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ คัดกรองข้อมูลเบื้องต้นเฉพาะพื้นที่ที่สนใจ คัดกรองข้อมูลเฉพาะเส้นทางที่สนใจ แยกข้อมูลเที่ยวการเดินทาง แยกทิศทางการเดินทาง และคำนวณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS ในการประมาณระยะเวลาเดินทางได้ใช้ความเร็วของข้อมูล GPS มาใช้ในการประมาณระยะเวลาเดินทาง และได้ใช้ข้อมูลจากระบบเก็บค่าผ่านทางแบบใช้บัตรมาตรวจสอบความถูกต้องในการประมาณระยะเวลาเดินทาง

ในงานวิจัยนี้พบว่า การส่งข้อมูลของรถแท็กซี่จะส่งข้อมูลทุกๆ 1 นาที และของรถบรรทุกมีการส่งข้อมูลทุกๆ 5 นาที โดยได้ทำการแยกข้อมูลเวลาระหว่าง 2 จุดข้อมูล ห่างกันมากกว่า 1 นาที ของรถแท็กซี่และของรถบรรทุกที่ 5 นาที และได้หาจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ในแต่ละคู่ด่าน จำนวนรถที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในแต่ละคู่ด่าน และจำนวนเที่ยวการเดินทางของข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 2 ทิศทาง พบว่า มีจำนวนจุดข้อมูลของรถแท็กซี่ 0-5 จุดข้อมูลต่อชั่วโมง มีจำนวนรถแท็กซี่ 1 คันต่อชั่วโมง และมีจำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยของรถแท็กซี่ 1 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมงซึ่งค่อนข้างน้อย สำหรับจำนวนข้อมูลของรถบรรทุกมีจำนวนจุด 10-20 จุดข้อมูลต่อชั่วโมง มีจำนวนรถบรรทุก 2-5 คันต่อชั่วโมง และจำนวนเที่ยวการเดินทางเฉลี่ยของรถบรรทุก 3-8 เที่ยวการเดินทางต่อชั่วโมง ซึ่งมีเที่ยวการเดินทางมากตลอดทั้งวัน เนื่องจากทางพิเศษสายนี้เป็นทางเลี่ยงเมืองสำหรับรถบรรทุกที่ต้องการผ่านกรุงเทพฯ ทำให้มีรถบรรทุกวิ่งจำนวนมากตลอดทั้งวัน

ในเรื่องสัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรของรถแท็กซี่ต่อปริมาณรถทั้งหมดมีค่อนข้างต่ำ ส่วนข้อมูลสัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรของรถบรรทุกนั้นมีค่อนข้างสูง ซึ่งสามารถจะนำมาเป็นตัวแทนของประชากรของรถยนต์ทั้งหมดได้โดยเฉพาะช่วงเวลากลางคืน โดยพบว่าในบางคู่ด่าน เช่น ในด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางเมือง หรือด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางครุ มีสัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรต่อประชากรของรถบรรทุก 5-10% และได้ศึกษาการวัดประสิทธิภาพของทางพิเศษโดยได้หาความเร็วเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน พบว่าในบางคู่ด่านเมื่อเกิดการติดขัดความเร็วของข้อมูล GPS จะลดต่ำลง

ในการศึกษาการประมาณระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS พบว่าในสภาพจราจรติดขัดการประมาณระยะเวลาเดินทางมีความแม่นยำน้อย ค่า MAPE สูงขึ้น และปริมาณเที่ยวการเดินทางจะมีผลต่อการประมาณระยะเวลาเดินทาง โดยพบว่าการเพิ่มขึ้นของเที่ยวการเดินทางจะทำให้การประมาณระยะเวลาเดินทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น ค่า MAPE ลดลง โดยค่าสัดส่วนตัวอย่างประชากรของรถบรรทุกที่สูงจะทำให้ ค่า MAPE ลดลง โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน

โดยพบว่าลักษณะทางกายภาพของทางพิเศษและความเร็วจะมีผลในการประมาณระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS ในคู่ด่านที่มีระยะทางไกล เช่น คู่ด่านบางขุนเทียนมุ่งหน้าไปด่านบางครุ ที่มีระยะทาง 13.5 กิโลเมตร ระยะเวลาที่ประมาณได้จะมีความแม่นยำที่ค่อนข้างสูง มีค่า MAPE เฉลี่ย 20% ในคู่ด่านที่มีระยะทางใกล้ เช่น คู่ด่านบางเมืองมุ่งไปด่านเทพารักษ์ ที่มีระยะทาง 5.1 กิโลเมตร ระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จะมีความแม่นยำที่ค่อนข้างต่ำ มีค่า MAPE เฉลี่ย 50% ลักษณะทางพิเศษที่มีลักษณะเป็นทางตรง เช่น คู่ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง ระยะเวลาที่ประมาณได้จะมีความแม่นยำที่ค่อนข้างสูง มีค่า MAPE เฉลี่ย 15% ในลักษณะทางพิเศษที่มีลักษณะทางเป็นทางโค้ง เช่น คู่ด่านบางเมืองมุ่งหน้าไปด่านเทพารักษ์ ระยะเวลาที่ประมาณได้มีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ มีค่า MAPE เฉลี่ย 50% และในคู่ด่านที่มีความเร็วคงที่ เช่น ด่านปากน้ำมุ่งหน้าไปด่านบางเมือง พบว่าระยะเวลาที่ประมาณได้จะมีความแม่นยำค่อนข้างสูง มีค่า MAPE เฉลี่ย 15% ในคู่ด่านที่มีความเร็วไม่คงที่ เช่น ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว ระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้มีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ มีค่า MAPE เฉลี่ย 40%

ส่วนสุดท้ายได้วิเคราะห์หาค่า Buffer Time Index และค่า Travel Time Index ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งในการวัดความน่าเชื่อถือของระยะเวลาเดินทาง ซึ่งได้พัฒนาวิธีการคำนวณค่า Travel Time Index ของข้อมูล GPS โดยนำข้อมูลความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ หารด้วยระยะทางในแต่ละคู่ด่าน มาใช้หาค่า Free - Flow Travel Time และหาค่า Travel Time Index ของข้อมูล MTC โดยใช้ค่าระยะเวลาเดินทางที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไทล์ มาใช้หาค่า Free – Flow Travel Time โดยพบว่าแนวโน้มค่า Buffer Time Index ของระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS มีค่าไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาเดินทางที่ได้จากระบบ MTC เช่น ในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วน 06:00-12:00 น. (AM Peak) ค่า Buffer Time Index ของข้อมูล GPS มีค่า 76.98% ส่วนค่า Buffer Time Index ของข้อมูล MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก มีค่า 26.95% และ 31.87% ตามลำดับ ในช่วงเวลา 20:00-24:00 น. และ 01:00-06:00 น. (OFF Peak) ค่า Buffer Time Index ของข้อมูล GPS มีค่า 14.58% ส่วนค่า Buffer Time Index ของข้อมูล MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก มีค่า 15.70% และ 19.78% ตามลำดับ และค่า Travel Time Index ของระยะเวลาเดินทางที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS กับค่า Travel Time Index ของระยะเวลาเดินทางที่จากระบบ MTC มีค่าไปในทิศทางเดียวเช่นกัน เช่น ในคู่ด่านเทพารักษ์มุ่งหน้าไปด่านบางแก้ว ในช่วงเวลาเร่งด่วน 06:00-12:00 น. (AM Peak) ค่า Travel Time Index ของข้อมูล GPS มีค่า 1.06 ส่วนค่า Travel Time Index ของข้อมูล MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุก มีค่า 1.47 แล 1.42 ตามลำดับ ในช่วงเวลา 20:00-24:00 น. และ 01:00-06:00 น. (OFF Peak) ค่า Travel Time

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Index ของข้อมูล GPS มีค่า 0.54 ส่วนค่า Travel Time Index ของข้อมูล MTC ของรถยนต์ส่วนบุคคล และรถบรรทุก มีค่า 1.09 ซึ่งแสดงให้ถึงความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทางของข้อมูล GPS

งานวิจัยนี้ได้ประมาณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS พบว่าข้อมูล GPS มีค่อนข้างน้อยไม่เพียงพอสำหรับนำมาใช้การประมาณระยะเวลาแบบ Real Time แต่สามารถนำมาใช้วัดประสิทธิภาพบนทางพิเศษได้ โดยควรใช้ข้อมูล GPS 2-3 เดือน มาใช้วัดประสิทธิภาพเพื่อความแม่นยำในการวัดประสิทธิภาพบนทางพิเศษ ในการประมาณระยะเวลาเดินทางจากข้อมูล GPS แบบ Real Time ควรใช้ Sensor ที่ติดตั้งบนทางพิเศษ เช่น ระบบตรวจนับยานพาหนะและความเร็ว (Video Image Processing System, VIPS) มาใช้ประมาณระยะเวลาเดินทางแบบ Real Time ร่วมกับข้อมูล GPS โดยข้อมูลระยะเวลาที่ประมาณได้แบบ Real Time นี้ การทางพิเศษสามารถนำไปใช้ในการรายงานให้แก่ผู้ใช้ทาง ซึ่งจะมีประโยชน์ในการตัดสินใจเลือกใช้ทางพิเศษ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ได้ประมาณระยะเวลาเดินทางบนทางพิเศษ ซึ่งปริมาณข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่มีปริมาณที่ค่อนข้างน้อย ถ้าเป็นถนนระดับดิน ข้อมูล GPS ของรถแท็กซี่จะมีปริมาณข้อมูลที่สูงกว่านี้ ซึ่งจะทำให้การประมาณระยะเวลาเดินทางบนถนนระดับดินมีความแม่นยำมากกว่านี้

งานวิจัยนี้ ได้ประมาณระยะเวลาเดินทางเฉพาะ Main Line แต่ไม่ได้ประมาณระยะเวลาเดินทางที่ Ramp บริเวณด่านทางออก โดยการติดขัดจากการเก็บค่าผ่านทางบริเวณด่านทางออกของข้อมูล GPS ไม่ได้นำมาใช้ในการประมาณระยะเวลาเดินทางซึ่งจะส่งผลต่อความแม่นยำในการประมาณระยะเวลาเดินทาง

ความถี่ในการส่งข้อมูลของ GPS ในงานวิจัยนี้มีความถี่ของรถแท็กซี่ทุกๆ 1 นาที และความถี่ของรถบรรทุกทุกๆ 5 นาที ถ้าความถี่ในการส่งข้อมูลที่ละเอียดกว่านี้ จะมีผลต่อความถูกต้องในการประมาณระยะเวลาเดินทาง ซึ่งจะทำให้การประมาณระยะเวลาเดินทางมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ปริมาณข้อมูลของรถขนส่งเชิงพาณิชย์มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณจราจรจริง เป็นผลทำให้ค่าที่ได้จากการประมาณระยะเวลาเดินทางมีความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้น ควรใช้ข้อมูล GPS 1-3 เดือน ในการประมาณระยะเวลาเดินทาง

ระยะเวลาที่ได้จากข้อมูล MTC บางช่วงเวลา เช่น ตอนกลางคืน จะมีระยะเวลาเดินทางระหว่างด่านเก็บผ่านทางที่ใช้ระยะเวลาเดินทางที่นานกว่าปกติ เนื่องจากได้มีการบันทึกบัตรเก็บค่าผ่านทางไว้ก่อน ดังนั้นจึงต้องทำการกรองข้อมูลระยะเวลาเดินที่นานกว่าปกติออก เพื่อความถูกต้องในการคำนวณระยะเวลาเดินทาง

การประมาณระยะเวลาเดินทางด้วยข้อมูล GPS ในทางพิเศษที่ไม่มีระบบ MTC ในการตรวจสอบความคลาดเคลื่อน ควรใช้วิธีบันทึกแผ่นป้ายทะเบียนหรือใช้รถทดสอบวิ่งไปตามกระแสจราจร เพื่อเก็บข้อมูลระยะเวลาเดินทางจริง มาใช้ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่ประมาณได้จากข้อมูล GPS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย. 2555. **โครงการทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี – สุขสวัสดิ์).** แหล่งที่มา: http://www.exat.co.th/projects/6/0/3432/, 1 กันยายน 2555

เชาวฤทธิ์ บุญช่วย, สโรช บุญศิริพันธ์, **การนำข้อมูล GPS จากรถขนส่งเชิงพาณิชย์มาใช้วัดประสิทธิภาพบนทางพิเศษ,** PROCEEDINGS OF ATRANS Symposium:Young Researcher's Forum, Imperial Queen's Park, Bangkok, 2013 , หน้า 244-254.

เชาวฤทธิ์ บุญช่วย, สโรช บุญศิริพันธ์, ชวเลข วณิชเวทิน, **การวัดค่าความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทางบนทางพิเศษด้วยข้อมูล GPS จากรถบรรทุก,** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด, ขอนแก่น, 2557, หน้า 2116-2125.

ธีระศร พิริยมานันท์. 2548. **การประมาณเวลาการเดินทางของกระแสจราจรโดยใช้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งแท็กซี่**. วิทยานิพน์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

นาเซส พัชณีย์. 2550. **การประมาณสภาพจราจรด้วยข้อมูล GPS ที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สโรช บุญศิริพันธ์. 2553. **เอกสารประกอบการสอนวิชา Intelligent Transport System.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. **ข้อมูลสถิติและสารสนเทศการขนส่งและจราจร.** แหล่งที่มา: **http://www.otp.go.th/index.php/link-intra/statistic.html,** 29 ตุลาคม 2555

Boonsiripant, S. 2012. Travel Time Estimation using Point-based and Link-based Traffic Data. **Research Grant for New Scholar Proposal. Kasetsart Univ. 25 pp.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Cesar A. Quiroga and Darcy Bullock 1998. Travel time studies with global positioning and geographic information systems: an integrated methodology. **Transportation Research Part C 6** 101-127

Edie, L.C. 1965. Discussion of traffic stream measurements and definitions. **In 2nd Int. Symp. On the Theory of Traffic Flow, Paris .OECD.**

Gans, P., 1992. Data Fitting in the Chemical Sciences. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
Pace, S., Forst, G., Lachow I., Frelinger D., Fosslim D., and Pinto M., 1995. **The Global Positioning System.** Critical Technologies Institute

Glen M. D'Este, Rocco Zito and Michael A. P. Taylor 1999. Using GPS to Measure Traffic System Performance. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 14** 255–265

Li Jie, Henk van Zuylen, Liu Chunhua and Lu Shoufeng 2011. Monitoring travel times in an urban network using video, GPS and Bluetooth. **Procedia Social and Behavioral Sciences 20** 630–637

Miguel A., Nikki W., Eric A. 2011, **Algorithms to Study the Impacts of Travel Time Reliability along Multi-Segment Trucking Freight Corridors,** 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board

National Cooperative Highway Research Program. 2006 , **Guide to Effective Freeway Performance Measurement: Final Report and Guidebook,** pp. 8-36

Pace S., Frost G., Lachow I., Frelinger D., Fosslim D., and Pinto M., 1995, **The Global Positioning System.** Critical Technologies Institute

Tum, M.L. and Lam, W.H.K. 2007. Using Automatic Vehicle Identification and Global Position System Data for Travel Time Estrimation in Hong Kong. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 7, 2007**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Turner, S.M. 1996. Advanced Techniqies for Travel Time Data Collection. **Transportation Research Board** 1551

Xiao, Y. 2011. Hybrid Approaches to Estimating Freeway Travel Time Using Point Traffic Detector Data. **FIU Electronic These and Dissertations** 356

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

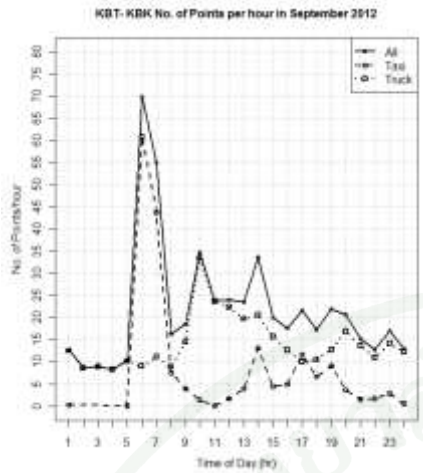
ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

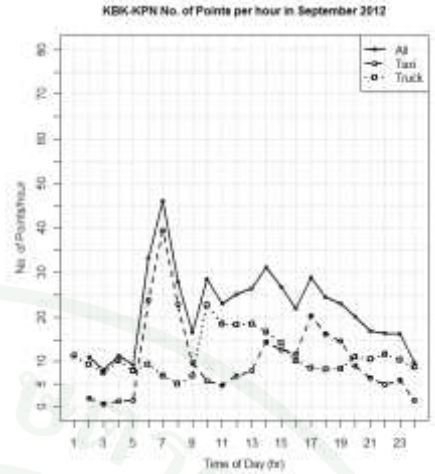
ภาคผนวก ก

จำนวนจุดข้อมูล GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

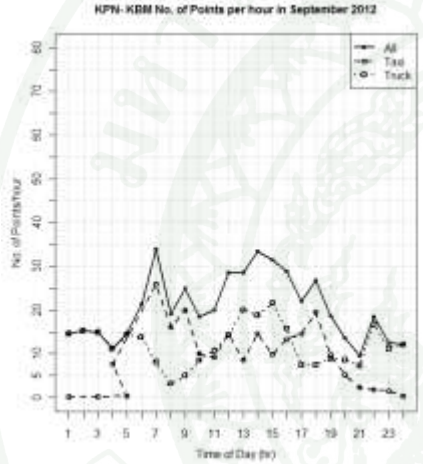
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



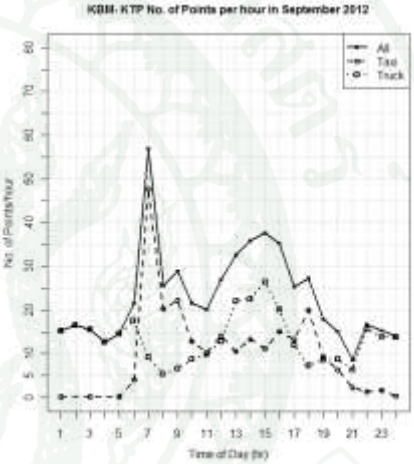
(a)



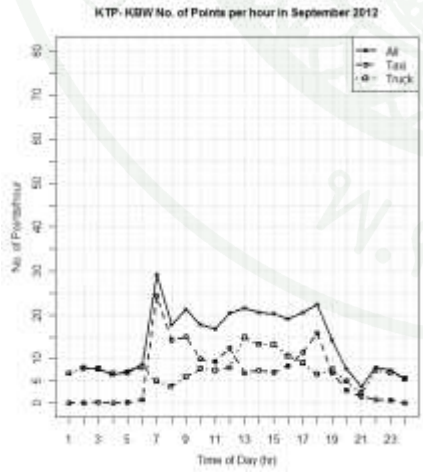
(b)



(c)



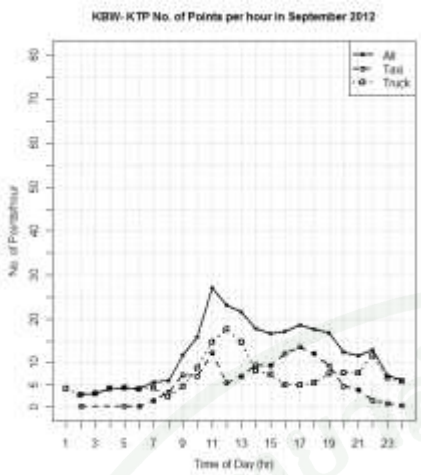
(d)



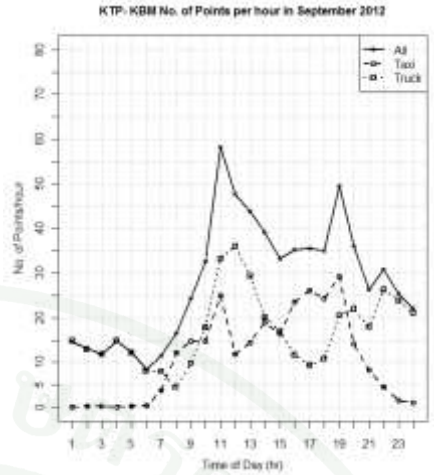
(e)

ภาพผนวกที่ ก1 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

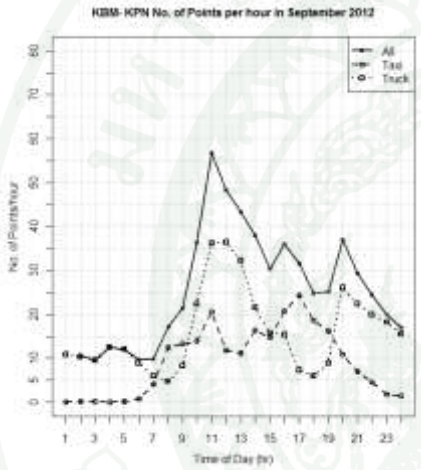
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



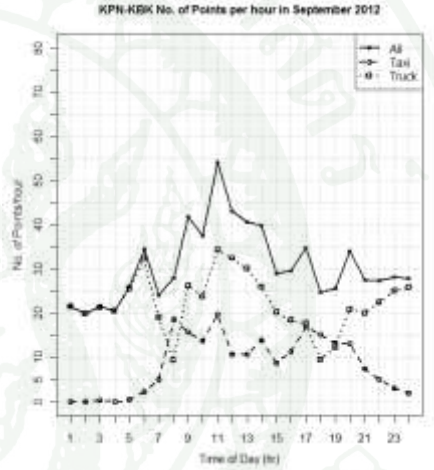
(a)



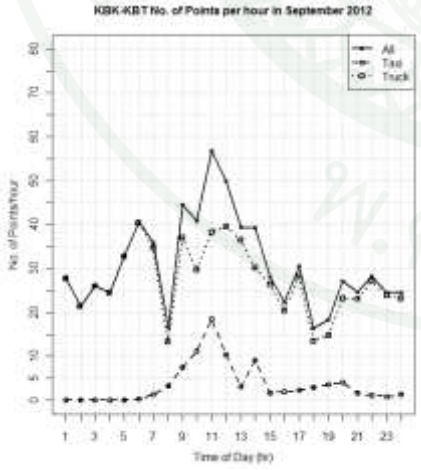
(b)



(c)



(d)



(e)

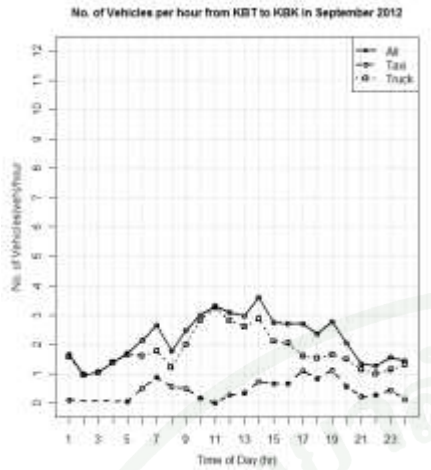
ภาพผนวกที่ ก2 แสดงจำนวนจุดข้อมูลของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

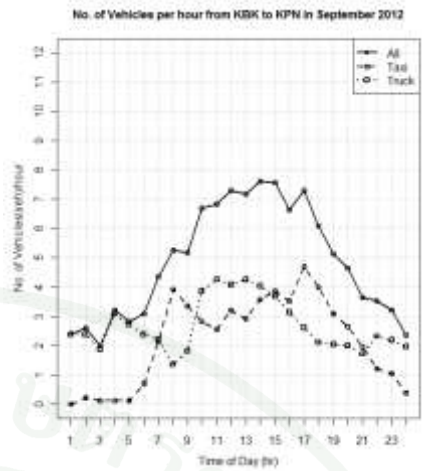
ภาคผนวก ข

จำนวนรถยนต์ที่ติดตั้งอุปกรณ์ GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

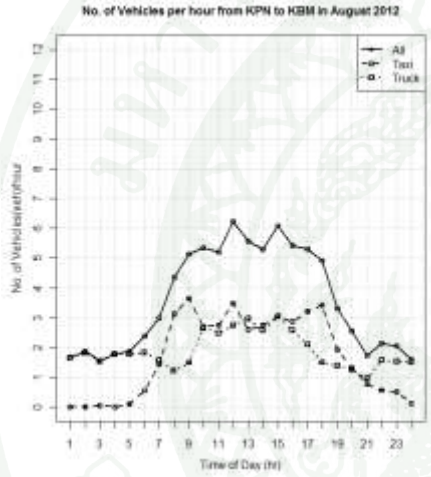
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



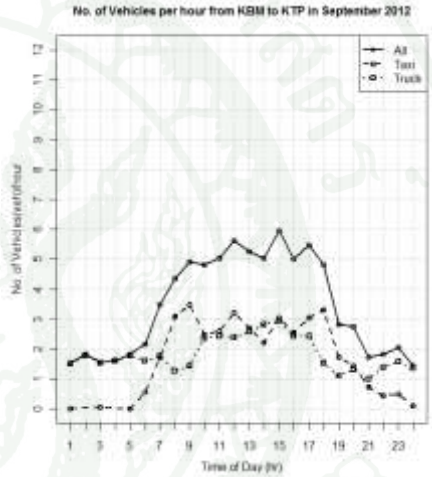
(a)



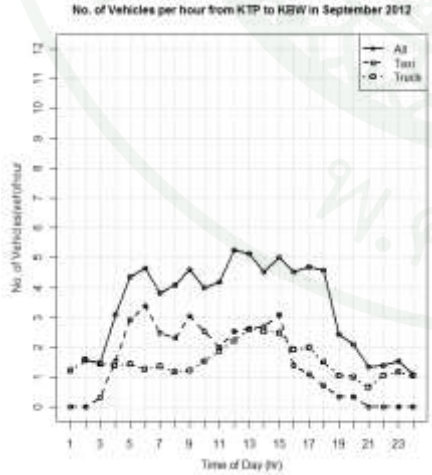
(b)



(c)



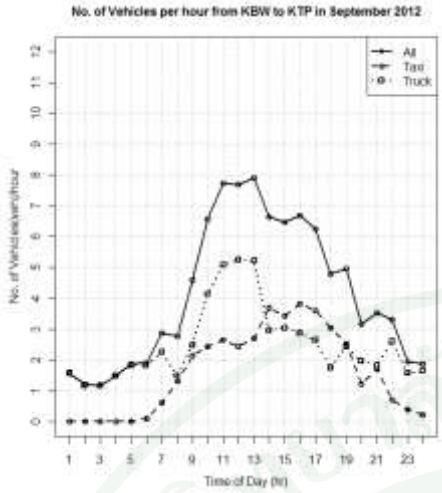
(d)



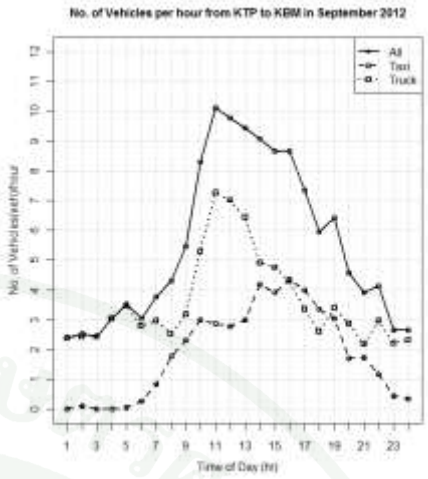
(e)

ภาพผนวกที่ ข1 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

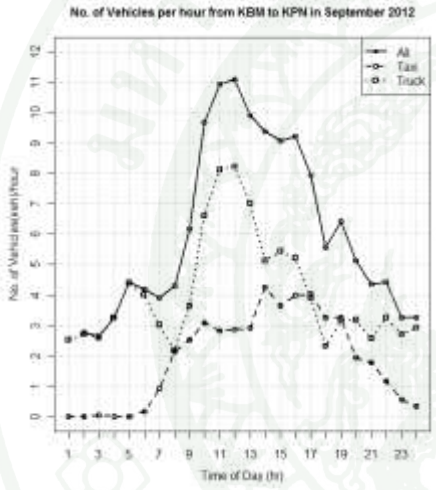
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



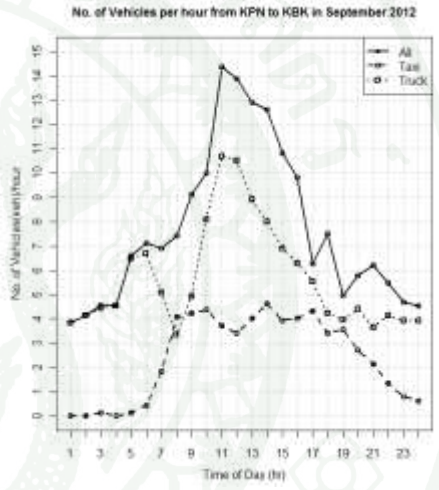
(a)



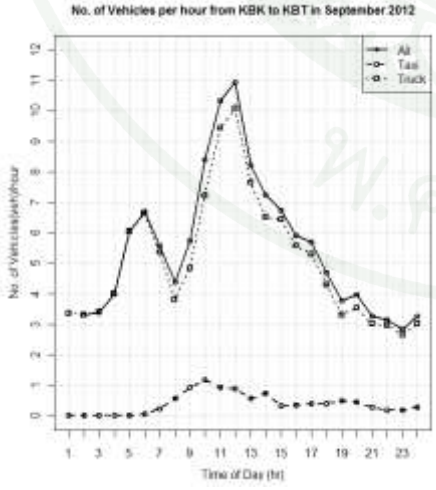
(b)



(c)



(d)



(e)

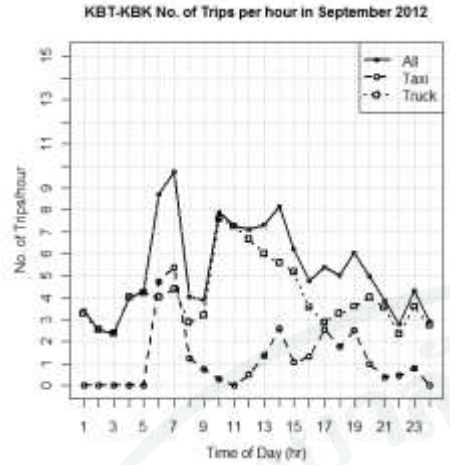
ภาพผนวกที่ ข2 แสดงจำนวนรถยนต์ของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

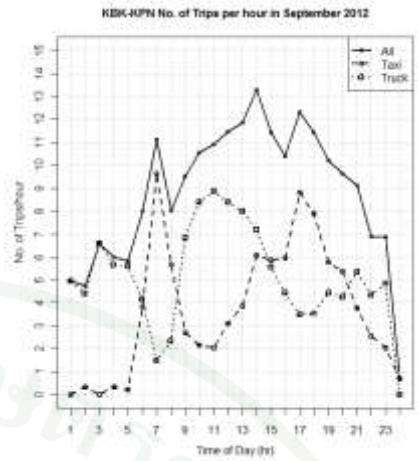
ภาคผนวก ค

จำนวนเที่ยวการเดินทาง GPS ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

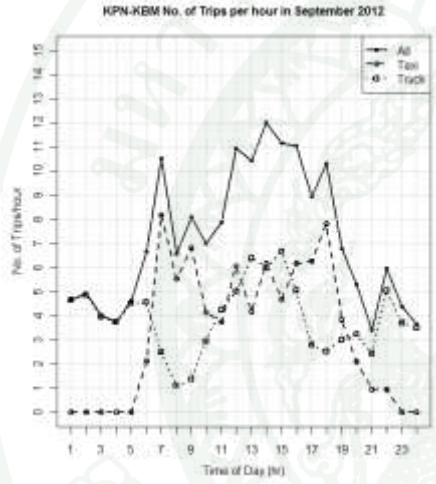
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



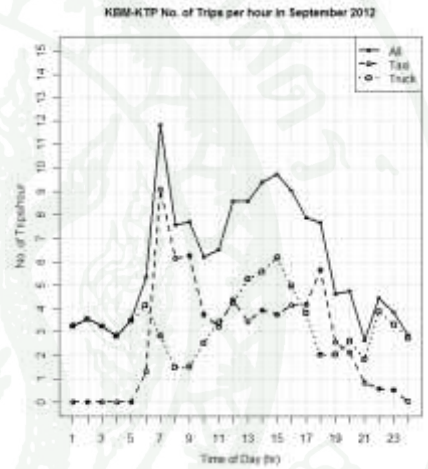
(a)



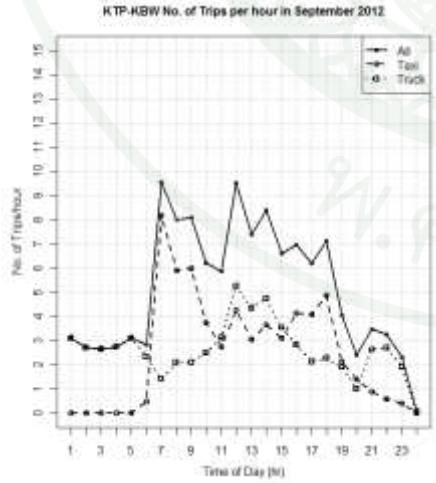
(b)



(c)



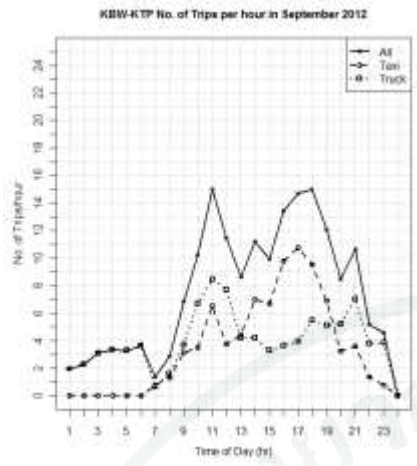
(d)



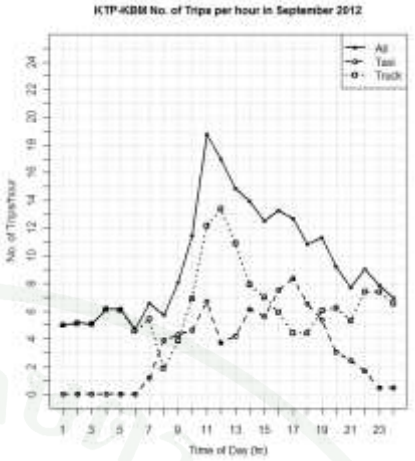
(e)

ภาพผนวกที่ ค1 แสดงเทียวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

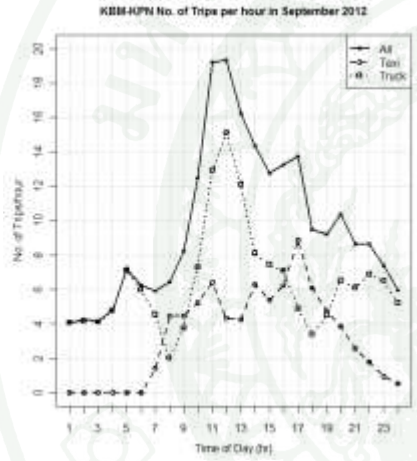
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



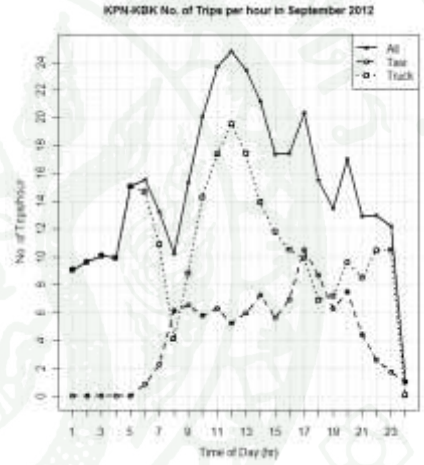
(a)



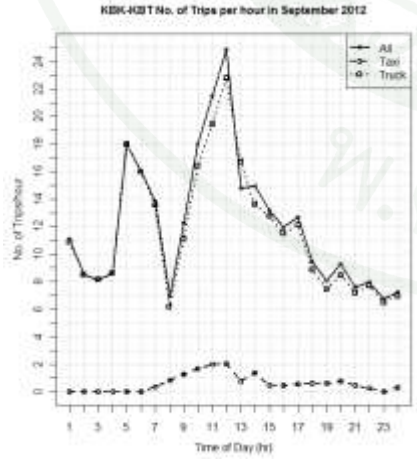
(b)



(c)



(d)



(e)

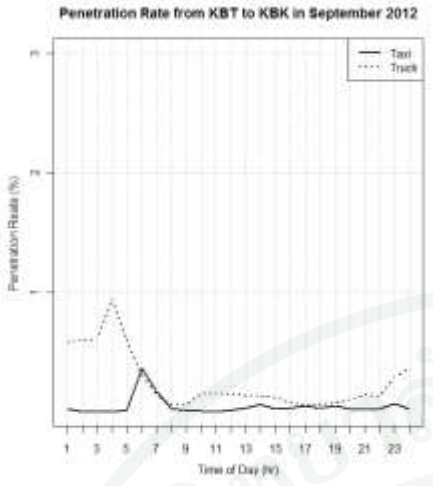
ภาพผนวกที่ ค2 แสดงเที่ยวการเดินทางของ GPS ของรถแต่ละประเภทในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

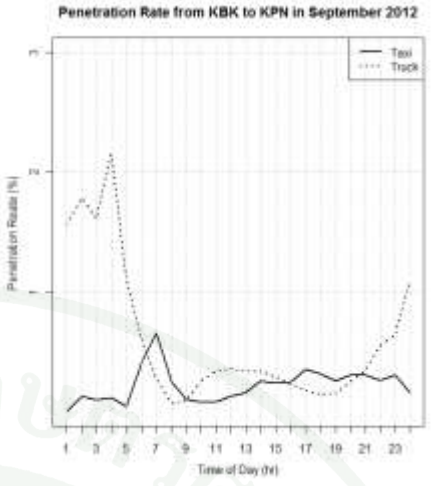
ภาคผนวก ง

สัดส่วนตัวอย่างต่อประชากรในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

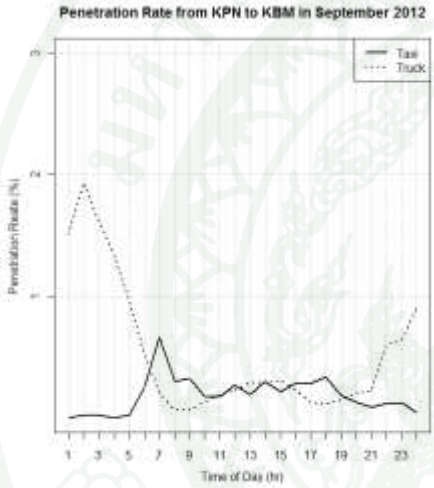
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



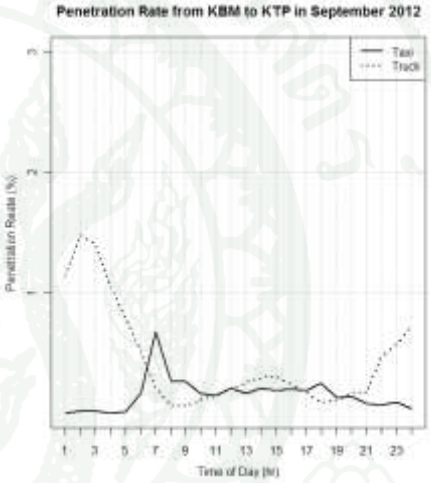
(a)



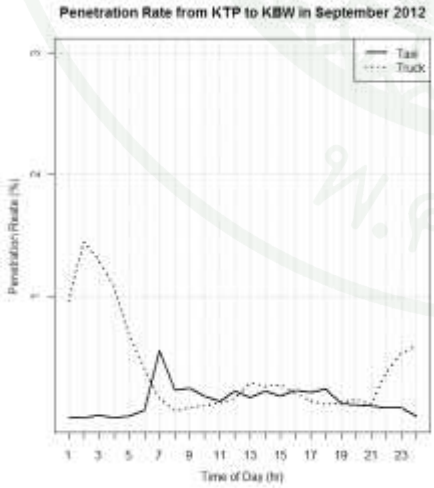
(b)



(c)



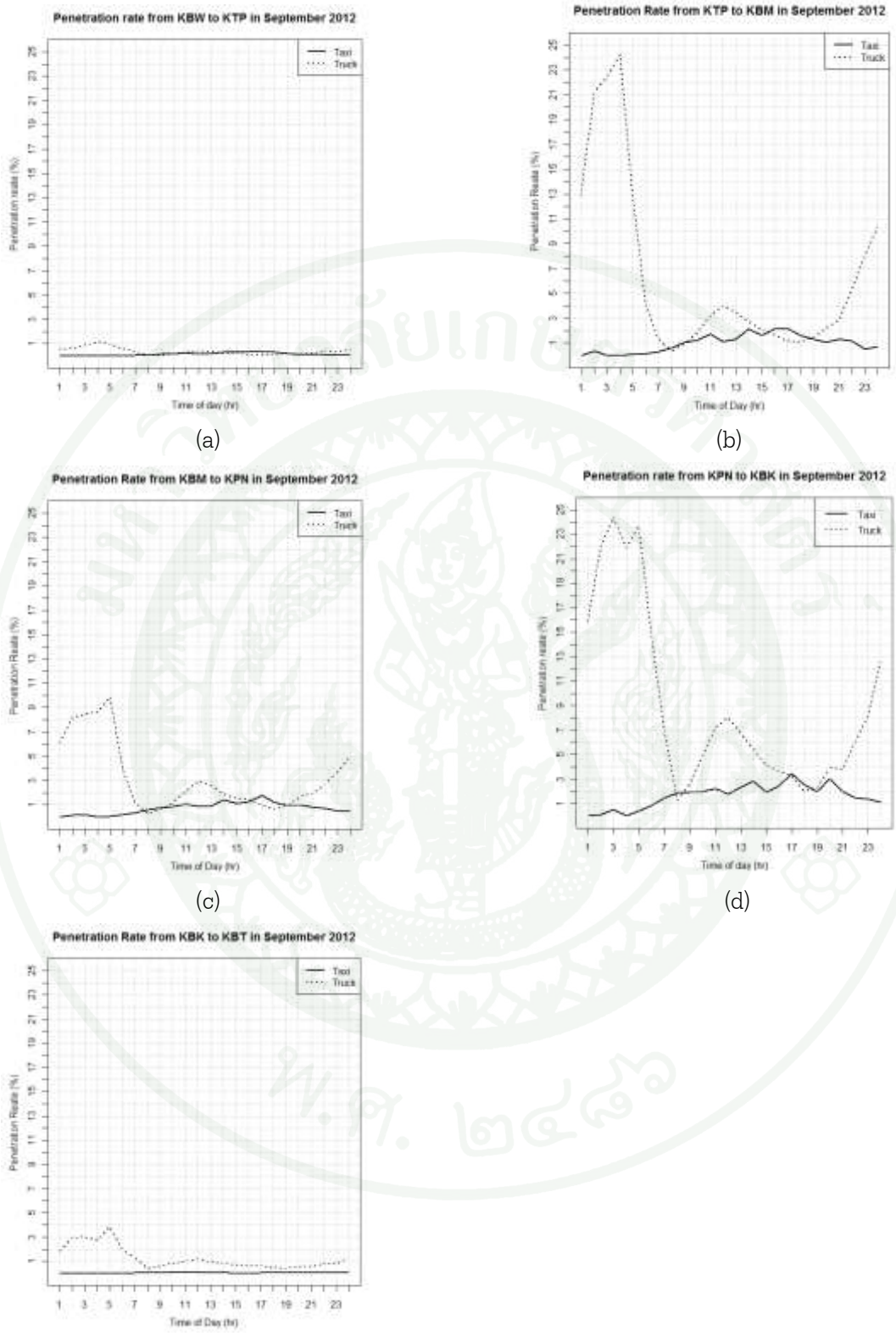
(d)



(e)

ภาพผนวกที่ ง1 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



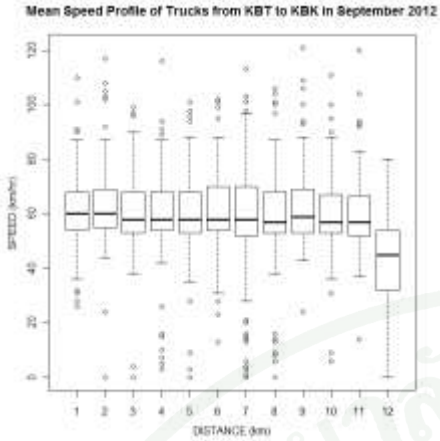
ภาพผนวกที่ ง2 Penetration Rate ของเที่ยวรถแท็กซี่ และรถบรรทุกที่เก็บด้วยอุปกรณ์ GPS ต่อจำนวนรถทั้งหมด ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

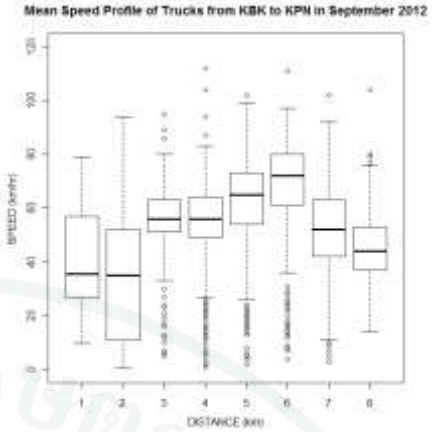
ภาคผนวก จ

ความเร็วเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

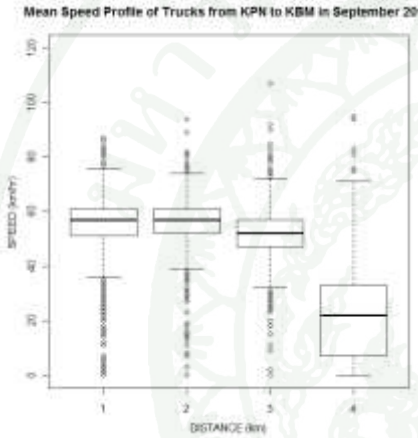
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



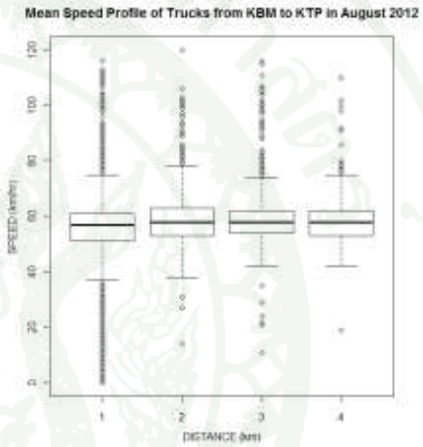
(a)



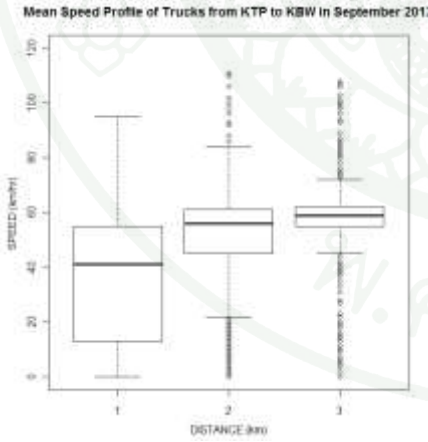
(b)



(c)



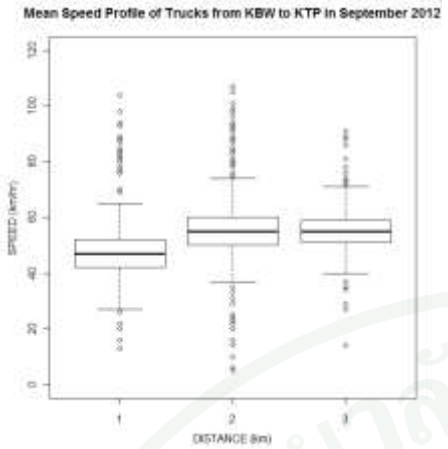
(d)



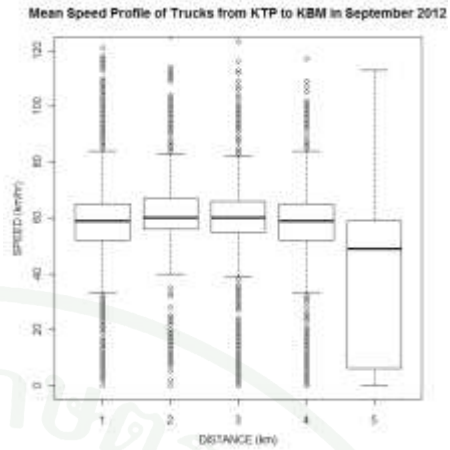
(d)

ภาพผนวกที่ จ1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

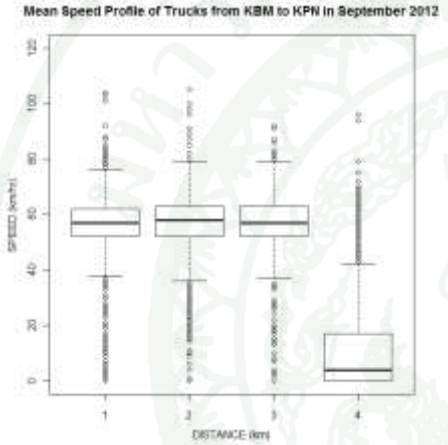
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



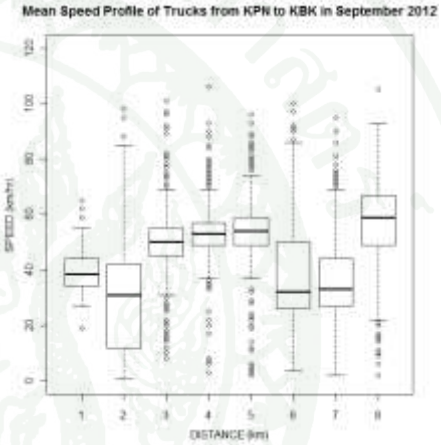
(a)



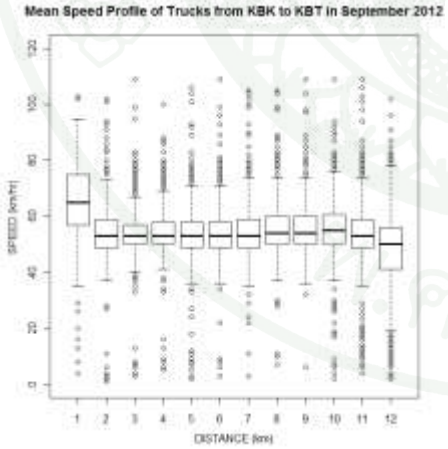
(b)



(c)



(d)



(e)

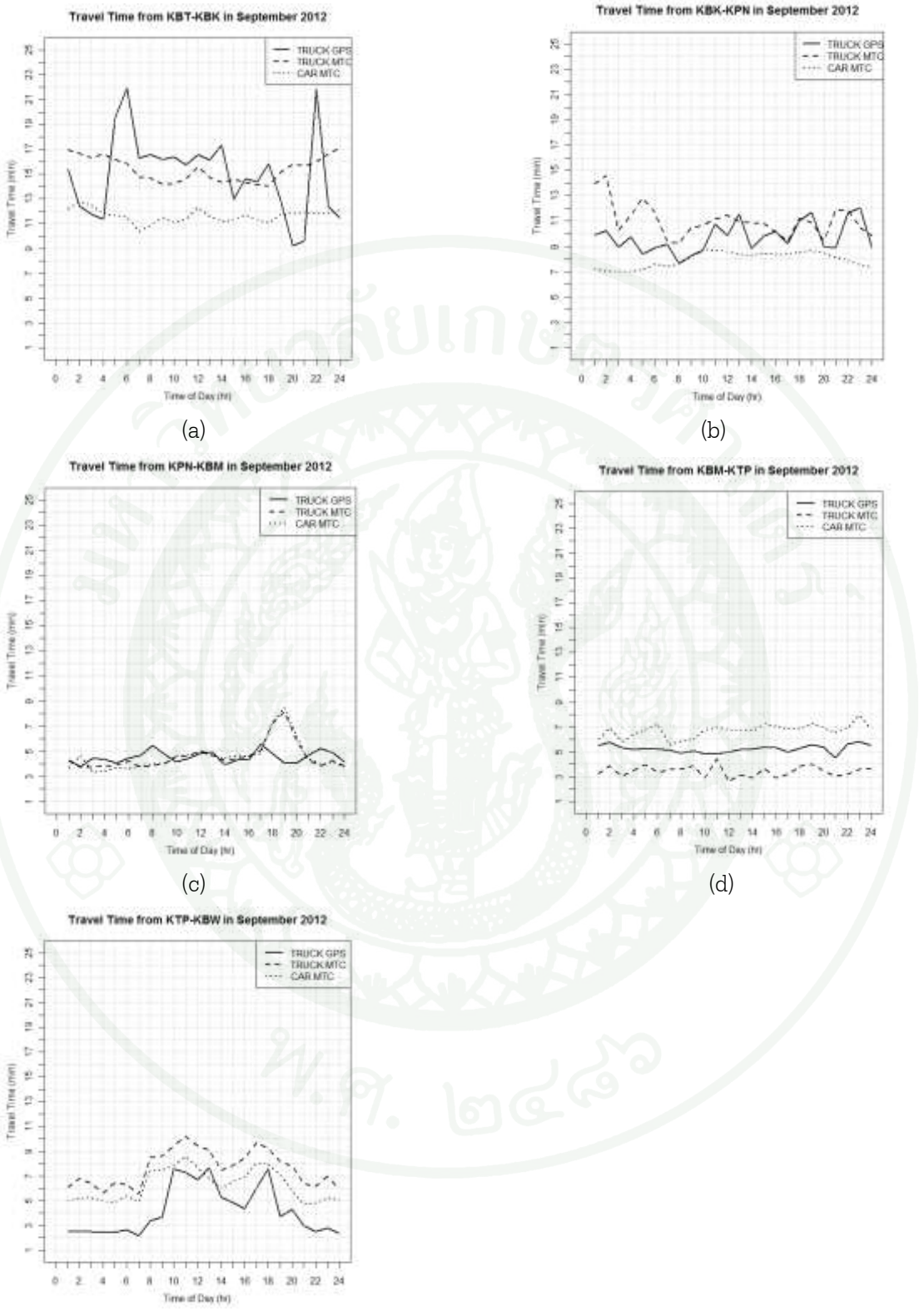
ภาพผนวกที่ จ2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ยกับระยะทางของรถบรรทุก ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

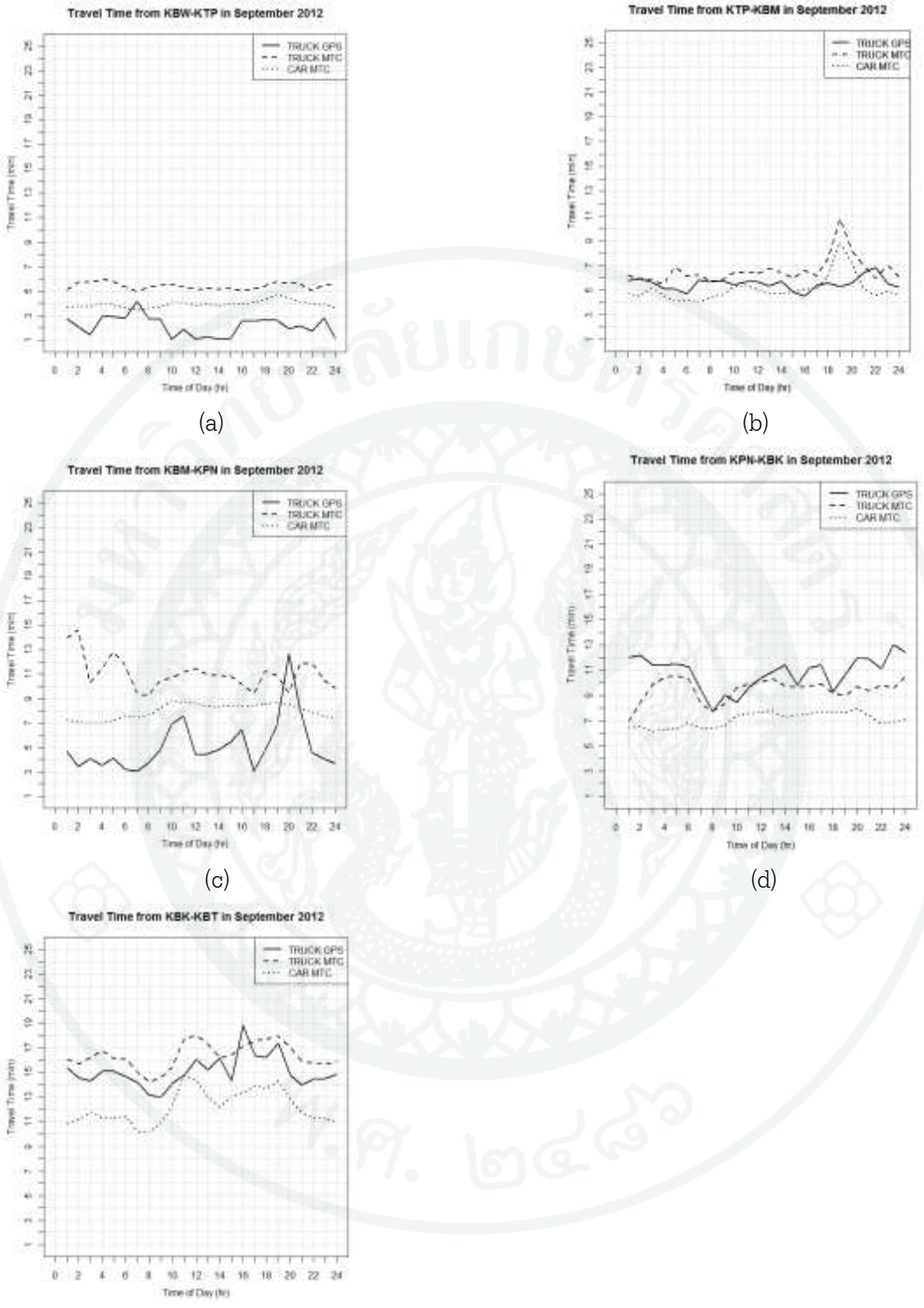
ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ฉ1 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



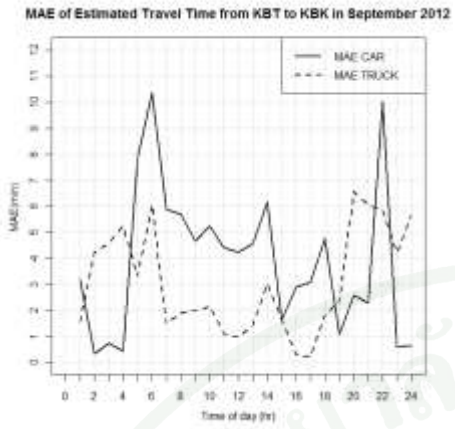
ภาพผนวกที่ ฉ2 การประมาณระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากข้อมูล GPS ของรถบรรทุก และระยะเวลาเดินทางจริงจากระบบ MTC ในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

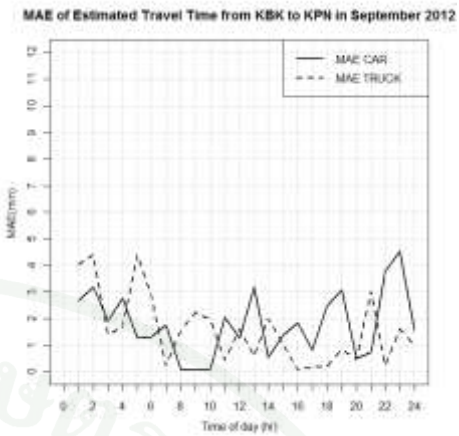
ภาคผนวก ช

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

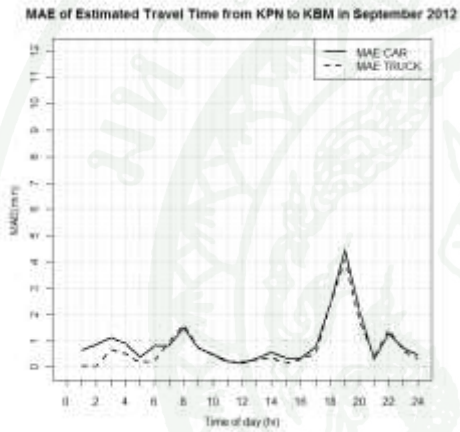
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



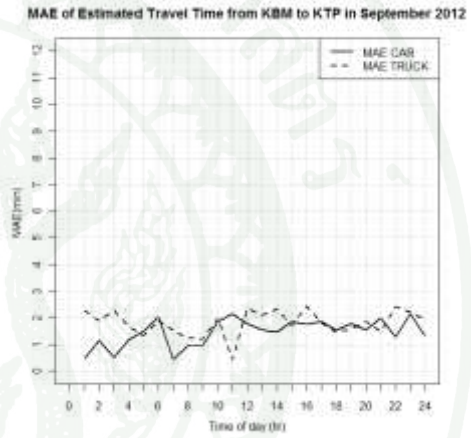
(a)



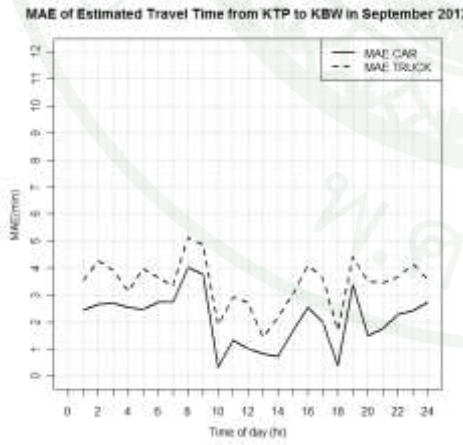
(b)



(c)



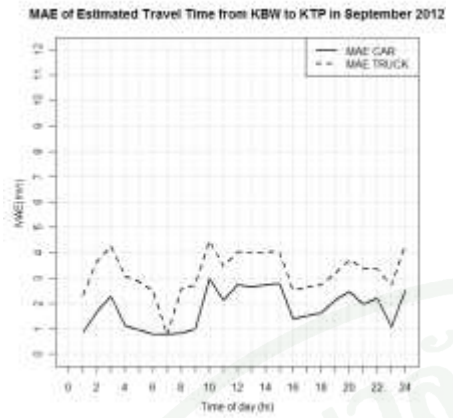
(d)



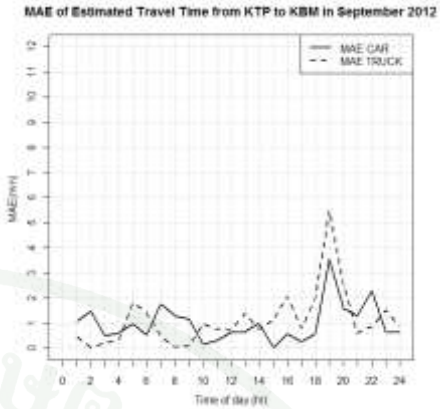
(e)

ภาพผนวกที่ ช1 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

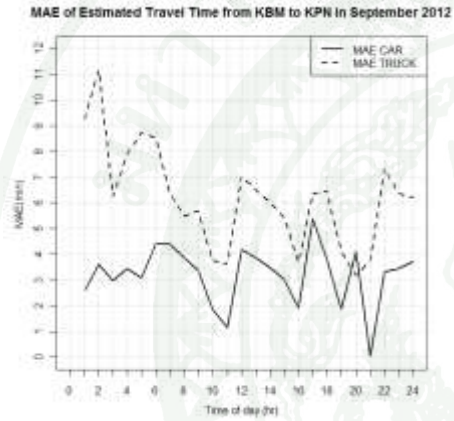
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



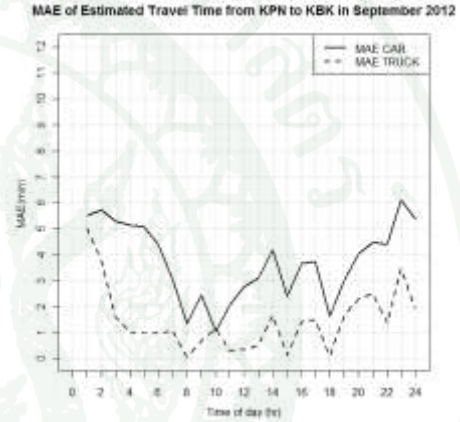
(a)



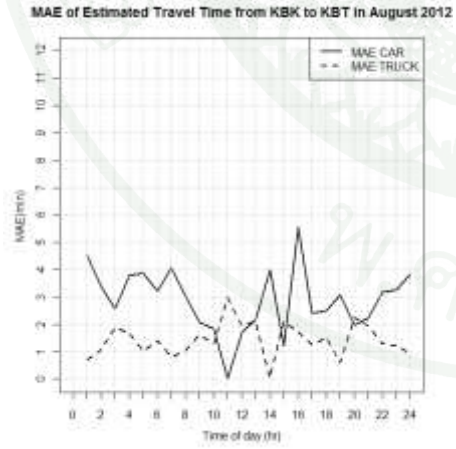
(b)



(c)



(d)



(e)

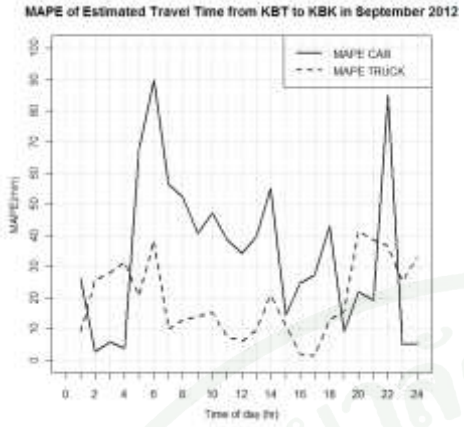
ภาพผนวกที่ ซ2 ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่านเดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

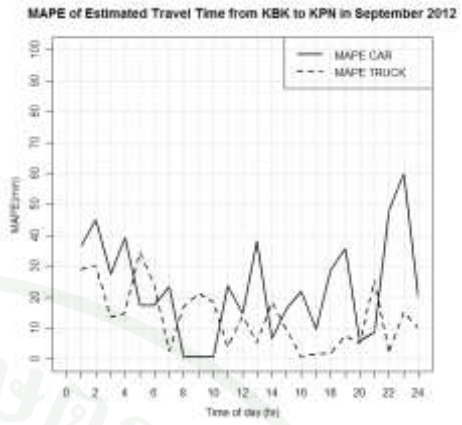
ภาคผนวก ซ

เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

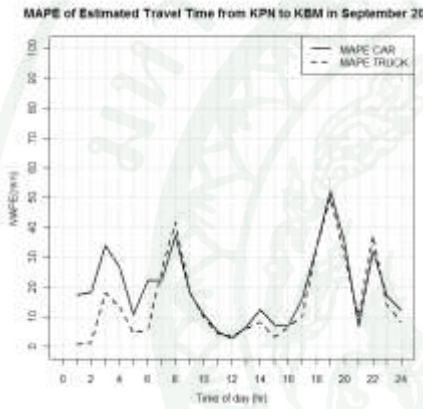
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



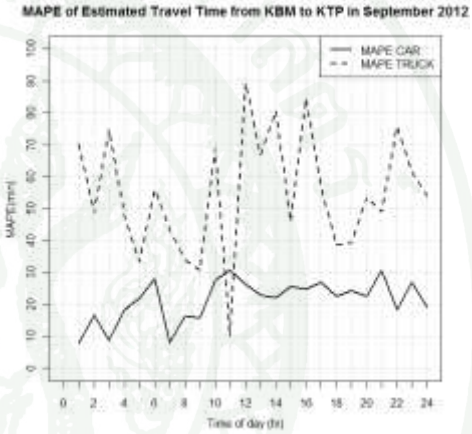
(a)



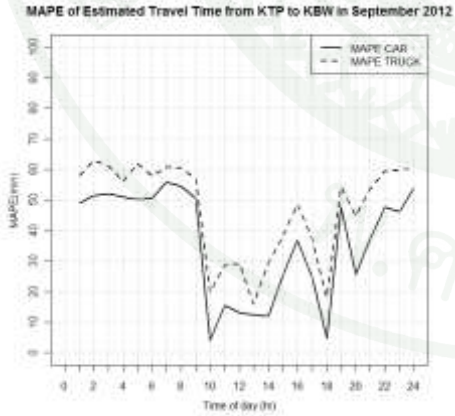
(b)



(c)



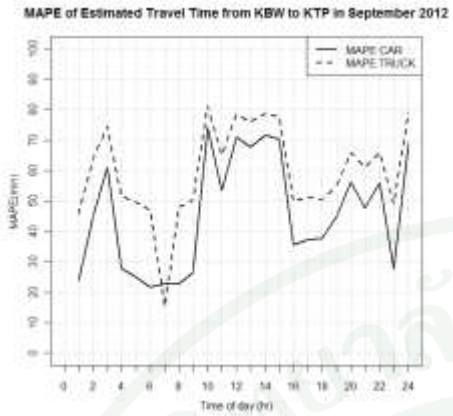
(d)



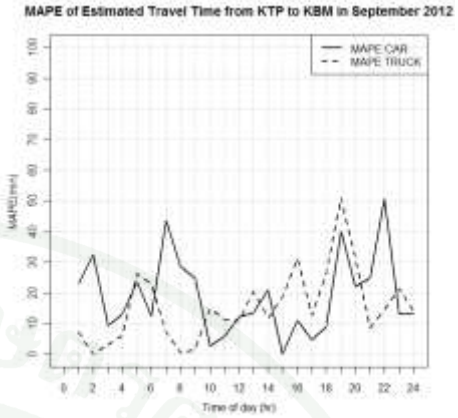
(e)

ภาพผนวกที่ ซ1 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

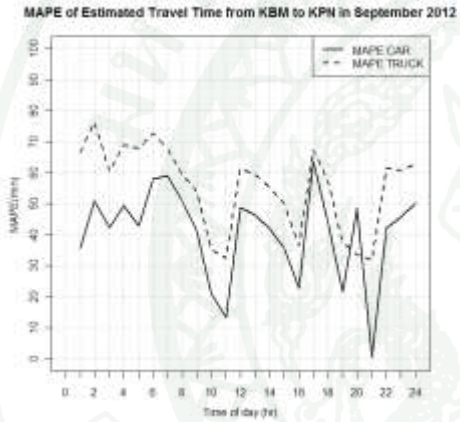
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



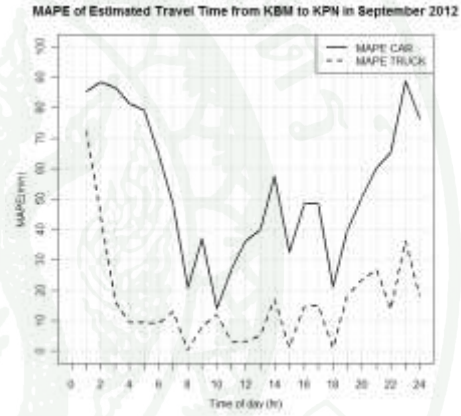
(a)



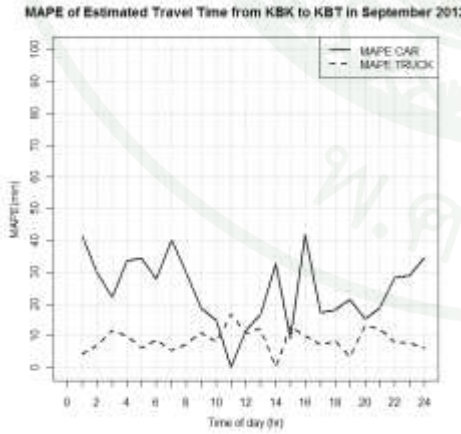
(b)



(c)



(d)



(e)

ภาพผนวกที่ ซ2 ค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ของระยะเวลาเดินทางในวันธรรมดาในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก ในแต่ละคู่ด่าน เดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฌ

Buffer Time Index และ Travel Time Index เดือนกันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฌ1 ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันออก เดือนกันยายน 2555

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBT-KBK	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	19.81	1.55	3.54	1.03	5.8	1.04
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	9.5	1.42	5.3	1.03	4.46	1.03
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	8.65	1.3	2.41	1.03	4.27	1.02
	OFF Peak	33.9	1.22	5.19	1.02	3.92	1.03
KBK-KPN	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	16.27	1.19	8.70	1.07	10.86	1.12
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	12.82	1.33	1.92	1.01	3.33	1.02
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	10.02	1.40	1.40	1.01	7.33	1.07
	OFF Peak	21.61	1.30	11.42	1.07	22.69	1.17
KPN-KBM	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	13.75	1.16	13.31	1.1	11.42	1.1
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	9.68	1.12	5.29	1.03	8.13	1.06
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	16.68	1.16	32.39	1.34	28.05	1.3
	OFF Peak	15.5	1.09	33.51	1.17	23.39	1.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฌ1 (ต่อ)

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBM-KTP	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	3.85	1.06	12.37	1.11	18.15	1.12
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	3.08	1.1	4.5	1.02	16.97	1.12
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	4.29	1.12	3.91	1.03	14.33	1.15
	OFF Peak	7.23	1.14	11.77	1.09	13.49	1.12
KTP-KBW	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	68.18	0.97	21.48	1.32	23.81	1.32
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	22.67	1.34	11.87	1.08	10.72	1.11
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	35.39	1.19	7.07	1.07	8.33	1.07
	OFF Peak	35.66	0.6	9.05	1.05	15.35	1.08

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฌ2 ค่า Buffer Time Index และ Travel Time Index ในทิศทางมุ่งหน้าไปทิศตะวันตก เดือนกันยายน 2555

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KBW-KTP	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	49.66	0.58	7.67	1.05	3.36	1.02
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	8.05	0.26	1.55	1.01	1.38	1.01
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	3	0.58	9.74	1.07	6.61	1.01
	OFF Peak	33.26	0.49	9.86	1.06	6.18	1.07
KTP-KBM	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	5.21	1.22	15.01	1.23	4.84	1.05
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	5.79	1.15	3.72	1.23	4.96	1.22
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	6.95	1.15	33.73	1.23	32.29	1,22
	OFF Peak	16.09	1.26	27.58	1.1	18.47	1.1
KBM-KPN	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	51.51	1.19	8.7	1.07	10.86	1.12
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	11.46	1.17	1.93	1.01	3.33	1.02
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	27.79	1.28	1.4	1.01	7.39	1.07
	OFF Peak	30.76	1.29	11.42	1.07	22.69	1.17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ฌ2 (ต่อ)

Plaza	Time (hr)	GPS		MTC (CAR)		MTC (TRUCK)	
		BI (%)	TI	BI (%)	TI	BI (%)	TI
KPN-KBK	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	17.18	1.11	9.71	1.07	12.77	1.11
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	6.82	1.27	3.22	1.03	3.51	1.03
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	7.01	1.27	0.62	1	4.5	1.04
	OFF Peak	7.14	1.42	13.83	1.07	10.43	1.08
KBK-KBT	AM Peak (06.00 – 12.00 น.)	5.45	1.18	21.9	1.15	11.73	1.07
	Midday (12.00 – 16.00 น.)	4.58	1.3	7.72	1.05	5.44	1.04
	PM Peak (16.00 – 20.00 น.)	8.33	1.45	3.23	1.03	1.93	1.02
	OFF Peak	3.79	1.24	7.79	1.03	5.08	1.02

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล นาย เชาวฤทธิ์ บุญช่วย

เกิดวันที่ 27 กรกฎาคม 2529

สถานที่เกิด โรงพยาบาลปัตตานี
2 ถนนหนองจิก ตำบลสะบารัง อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000

ประวัติการศึกษา 1. ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัยจังหวัดภูเก็ต (พ.ศ. 2547)
2. ระดับอุดมศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมศาสตร์) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา (พ.ศ. 2553)

ตำแหน่งปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ได้รับทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์