



ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอดโดยสารประจำทาง

คุณทูล เล่าหารัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2557

**An Information System for Bus Positions**

เลขทะเบียน... 0242120  
วันลงทะเบียน... - 4 ธ.ค. 2560  
เลขบัญชีหนังสือ... 006.76  
7/12/2

[2557]

**Goonthol Laoharat**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Computer and Telecommunication Engineering**

**Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

**2014**



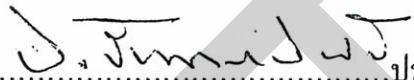
ใบรับรองวิทยานิพนธ์


คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์


ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง  
เสนอโดย นายคุณทล เกาหะรัตน์  
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม  
วิชาเอก วิศวกรรมคอมพิวเตอร์สารสนเทศและซอฟต์แวร์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนืองวงศ์ ทวยเจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบ โดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว


  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)

  
..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนืองวงศ์ ทวยเจริญ)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย)

คณะวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

วันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2557

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง
ชื่อผู้เขียน	กฤษฏา เกาหะรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนืองวงศ์ ทวยเจริญ
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

ในการใช้บริการรถโดยสารประจำทางทุกวันนี้ พบว่าผู้โดยสารรถโดยสารประจำทางประสบปัญหาไม่สามารถบริหารจัดการเวลาในการใช้บริการหรือรอรถโดยสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการที่ไม่ทราบตำแหน่งของรถโดยสาร สภาพการจราจรที่ติดขัด และปริมาณของรถโดยสารที่อาจไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความไม่สะดวก และเจตคติที่ไม่ดีต่อการใช้บริการรถโดยสารประจำทาง ส่งผลให้มีการตัดสินใจใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงาน และปัญหาสิ่งแวดล้อม

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางจึงถูกวิจัย และพัฒนาขึ้น โดยให้เจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารหรือผู้โดยสารที่เป็นอาสาสมัครเปิดใช้งาน โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อทำการส่งข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ของรถโดยสาร ให้กับระบบโดยอัตโนมัติ จากนั้นระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล และประมวลผลเป็นตำแหน่งบนแผนที่ พร้อมทั้งประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงด้วยขั้นตอนวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย โดยผู้โดยสารรถโดยสารประจำทางสามารถเรียกใช้งานระบบผ่านทางเบราว์เซอร์ ทั้งทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

จากผลการทดลองพบว่า ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางสามารถแสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางพร้อมกับข้อมูลที่จำเป็น และสามารถประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้ใช้งานได้ โดยมีค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD : Mean Absolute Deviation) เท่ากับ 7 นาที 50 วินาที



Thematic Paper Title	An Information System for Bus Positions.
Author	Goonthol Laoharat
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof. Dr. Nuengwong Tuaycharoen
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2013

### ABSTRACT

Today, bus passengers are experiencing problems that they cannot manage the bus waiting time efficiently due to not knowing the location of the buses, traffic conditions and insufficient amount of the buses. These cause inconvenience and a bad attitude towards the use of the bus service. As a result, the passengers make a decision to use more private cars. This decision aggravates the problem of energy consumption and environmental issues.

In order to resolve the problem, an Information System for Bus Positions is being researched and developed. The system encourages the bus drivers and volunteers to submit the bus location and other significant information of the bus automatically. Then, the system records the information into the system's database, display the location on the map, and estimate the arrival time of the buses. The estimation adaptively applies the Least - square method with Average speed. The bus passengers can use the system via a web browser, both on a mobile phone and on a personal computer.

The experimental results show that the Information System for Bus Positions can display the location of the buses with the necessary information and can estimate the arrival time of buses. The Mean Absolute Deviation (MAD) was 7 minutes 50 seconds.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จไม่ได้เลย ถ้าขาดความช่วยเหลือ และการให้คำปรึกษาที่ดียิ่งจาก ผศ.ดร.เนืองวงศ์ ทวยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ ผศ.ดร.กุลธิดา โรจนวิบูลย์ชัย ที่ให้ข้อเสนอแนะ และข้อสังเกตที่มีคุณค่าอย่างมากต่อการพัฒนางานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ท่านอื่นๆ ที่ช่วยให้คำปรึกษา และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริม และสนับสนุนเรื่องการศึกษา ให้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด แม้ไม่สามารถคาดหวังได้ว่าการสนับสนุนนั้นจะสำเร็จผลหรือไม่ คุณงามความดี อันใดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทั้งหมด จึงขอมอบให้แก่บุพการีทั้งสองท่าน และครูบาอาจารย์

คุณชวล เลาหะรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ง
กิตติกรรมประกาศ .....	จ
สารบัญตาราง .....	ซ
สารบัญภาพ .....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้.....	4
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	4
1.7 ความรู้ที่ได้จากการวิจัย.....	5
1.8 ผลงานตีพิมพ์.....	5
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android).....	6
2.2 จีพีเอส (GPS: Global Positioning System).....	11
2.3 ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิล (Google Maps API).....	13
2.4 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least - Square Method).....	16
2.5 ความเร็วเฉลี่ย (average velocity) และอัตราเร็วเฉลี่ย (average speed).....	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	24
3.1 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์.....	24
3.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	25

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ.....	28
3.4 แผนภาพอีอาร์ (Entity Relationship Diagram).....	31
3.5 แผนภาพคลาส (Class diagram).....	33
3.6 แผนภาพสเตตชาร์ต (Statechart Diagram).....	41
3.7 ผังงาน (Flowchart) แสดงการทำงานของระบบในส่วนเซิร์ฟเวอร์ และไคลเอนต์.....	44
4. ผลการวิจัย.....	46
4.1 การออกแบบหน้าจอการทำงาน.....	46
4.2 การออกแบบหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	55
4.3 สภาพแวดล้อมในการทดลอง.....	56
4.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบ.....	57
4.5 การพิจารณาความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่ง รถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ เปรียบเทียบกับเวลา ที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง.....	58
4.6 การประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน.....	60
5. สรุปผล และข้อเสนอแนะ.....	65
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	65
5.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัย และแนวทางในการพัฒนาต่อ.....	65
บรรณานุกรม.....	67
ประวัติผู้เขียน.....	70

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดของสเคสการส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง.....	26
3.2 รายละเอียดของสเคสการร้องขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง.....	26
3.3 รายละเอียดของสเคสการขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึง.....	27
3.4 รายละเอียดของคลาส SmartPassengerActivity .....	34
3.5 รายละเอียดของคลาส MyLocationListener .....	35
3.6 รายละเอียดของคลาส DefaultHttpClient .....	36
3.7 รายละเอียดของคลาส รายละเอียดของคลาส Position .....	37
3.8 รายละเอียดของคลาส google.maps.Map .....	38
3.9 รายละเอียดของคลาส Save .....	39
3.10 รายละเอียดของคลาส ETA .....	40
4.1 ตารางแสดงความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่ง รถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบเปรียบเทียบกับ เวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง.....	59



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	8
2.2 วงจรชีวิตของวงจรชีวิตของโปรแกรมประยุกต์ ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	10
2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก.....	11
2.4 แผนที่กูเกิล.....	14
2.5 กราฟเส้นแนวโน้มที่สร้างด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด.....	16
3.1 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์.....	24
3.2 แผนภาพยูสเคส.....	25
3.3 การส่งข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลอื่นๆ ของรถโดยสารเข้าสู่ระบบ.....	28
3.4 การขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร และการให้ระบบประมาณการเวลา ที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึง.....	29
3.5 แผนภาพอีอาร์ของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอ รถโดยสารประจำทาง.....	31
3.6 แผนภาพคลาสของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอ รถโดยสารประจำทางในส่วนของโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	33
3.7 แผนภาพคลาสของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอ รถโดยสารประจำทางในส่วนของเว็บไซต์.....	33
3.8 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส MyLocationListener .....	41
3.9 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส DefaultHttpClient .....	41
3.10 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส google.maps.Map .....	42
3.11 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส Save .....	42
3.12 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส ETA .....	43
3.13 ฟังก์ชันแสดงการทำงานของระบบในส่วนเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์.....	44
4.1 หน้าหลักในรูปแบบหน้าจอปกติ.....	47
4.2 หน้าหลักในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	47



สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 เมนูในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	48
4.4 หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอปกติ.....	49
4.5 หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	49
4.6 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอปกติ.....	50
4.7 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอปกติ เมื่อคลิกที่สัญรูปรถโดยสาร.....	51
4.8 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	51
4.9 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคลิกที่สัญรูปรถโดยสาร.....	52
4.10 หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งาน ในรูปแบบหน้าจอปกติ.....	53
4.11 หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งาน ในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	54
4.12 หน้าจอร์เบรรายละเอียดรถโดยสารประจำทาง.....	55
4.13 แสดงความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทาง จากหน้าจอของระบบเปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทาง อยู่ในตำแหน่งจริง.....	60
4.14 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทาง ใช้เดินทางมาถึง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด.....	61
4.15 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด.....	61
4.16 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทาง ใช้เดินทางมาถึง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย.....	62
4.17 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย.....	62

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.18 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทาง ใช้เดินทางมาถึง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อการประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 กม./ชม.....	63
4.19 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อการประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 กม./ชม.....	64

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาการจราจรที่ติดขัดในเมืองใหญ่ ปัญหาโลกร้อน และปัญหาการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบัน อันเนื่องมาจากการใช้ยานพาหนะในการสัญจรเพื่อทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ ของมนุษย์ เมื่อมีความต้องการใช้ยานพาหนะมากขึ้น นั้นหมายถึงมีการใช้พลังงาน การปล่อยมลพิษ และการจราจรที่ติดขัดมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2554 ประชาชนในกรุงเทพมหานคร มีการเดินทางวันละ 18 ล้านเที่ยว<sup>1</sup> โดยคิดเป็นการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 45 รถโดยสารสาธารณะร้อยละ 40 รถจักรยานยนต์ร้อยละ 10 รถไฟลอยฟ้าและรถไฟฟ้าใต้ดินคิดเป็นร้อยละ 2.5 เรือโดยสารร้อยละ 1 การขนส่งสาธารณะอื่นๆ และรถจักรยานคิดเป็นร้อยละ 1.5 เมื่อพิจารณาข้อมูลดังกล่าวจะพบว่ามี การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลรวมกันถึงร้อยละ 55 ดังนั้นการลดปริมาณการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล จึงถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการแก้ไขปัญหาข้างต้น เนื่องจากการลดปริมาณการใช้พลังงาน ลดการปล่อยมลพิษ และยังคงปริมาณยานพาหนะในท้องถนนอีกด้วย

การบริการขนส่งสาธารณะที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายอย่างหนึ่งก็คือ การใช้บริการรถโดยสารประจำทาง จากข้อมูลสถิติการใช้รถโดยสารประจำทางของ ขสมก. ประจำปี พ.ศ. 2554<sup>2</sup> มีผู้ใช้รถโดยสารประจำทางถึง 1,022,589 คน/วัน โดยปัญหาสำคัญที่พบจากการใช้บริการก็คือ การที่ผู้โดยสารต้องรอรถโดยสารประจำทางเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากปัญหาการจราจรที่ติดขัด หรือปริมาณของรถโดยสารสายที่ต้องการอาจมีไม่เพียงพอ ซ้ำร้ายจากการที่ไม่ทราบตำแหน่งปัจจุบันและอัตราเร็วในการเคลื่อนของรถโดยสารประจำทาง จึงไม่สามารถประมาณการได้ว่ารถโดยสารประจำทางในสายที่ต้องการนั้นจะมาถึงเมื่อใด ทำต้องเสียเวลา และเกิดความเครียดในการใช้บริการรถโดยสารประจำทางอีกด้วย

<sup>1</sup> สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชช์. (2554). ถึงเวลาของวาระรถเมล์. สืบค้น 25 สิงหาคม 2555, จาก <http://www.greenworld.or.th/columnist/ecological/1299>

<sup>2</sup> องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. (2554). สถิติจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถเมล์ ขสมก. เหลือ/วัน. สืบค้น 24 มีนาคม 2555, จาก [http://www.bmta.co.th/doc/passenger\\_statistics.pdf](http://www.bmta.co.th/doc/passenger_statistics.pdf)



ในอดีตที่ผ่านมาการแก้ปัญหาข้างต้นจะใช้วิธีการในลักษณะการจัดตารางการให้บริการ โดยสารประจำทาง หรือเพิ่มจำนวนรถโดยสารประจำทาง แต่พบว่าในบางประเทศที่มีปัญหา การจราจรที่ติดขัด รถโดยสารประจำทางเกิดอุบัติเหตุ หรือเกิดภัยธรรมชาติที่มีผลต่อทางสัญจร โดย กระทั่งหัน ผู้โดยสารก็ยังไม่สามารถทราบถึงตำแหน่งและสถานะของรถโดยสารประจำทางอยู่ เช่นเดิม อีกวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา ก็คือ การติดตั้งอุปกรณ์จีพีเอส (GPS : global positioning system) ไว้ในรถโดยสารประจำทางแต่พบว่ามีราคาค่อนข้างแพง และการระบุตำแหน่งโดยอุปกรณ์จีพีเอส ถูกใช้เพื่อดูแลความปลอดภัยของผู้โดยสารหรือเพื่อบอกตำแหน่งให้กับเจ้าหน้าที่รถโดยสารเป็นหลัก ไม่ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางให้กับผู้โดยสารที่ ต้องการใช้บริการ

สำหรับในส่วนการใช้แผนที่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตควบคู่กับระบบจีพีเอสนั้นมักถูกใช้ ในการระบุตำแหน่งของสถานที่ ร้านค้า ร้านอาหาร ทำการให้ข้อมูลแนะนำสถานที่ต่างๆ ยังไม่มีการประยุกต์ใช้เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้บริการรถโดยสารณะมากนัก จากการแก้ไขปัญหามา ข้างต้น และการที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมีการบรรจุอุปกรณ์จีพีเอสไว้ในเครื่องโดยที่ ตัวเครื่องมีราคาไม่แพงมากนัก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์จีพีเอส ในโทรศัพท์เคลื่อนที่

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสาร ประจำทางจึงถูกออกแบบและพัฒนาขึ้น เพื่อช่วยแสดงตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางพร้อมทั้ง ข้อมูลที่จำเป็น โดยให้เจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารหรือผู้โดยสารที่เป็นอาสาสมัครเปิดใช้งาน โปรแกรมประยุกต์ (application) ที่ถูกพัฒนาไว้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ (Android) เพื่อส่ง ข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร สายรถโดยสาร หมายเลขของรถโดยสาร ที่อยู่ของรถโดยสาร เวลาของตำแหน่งตามที่รถโดยสารเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของรถโดยสารให้กับระบบสารสนเทศ โดยอัตโนมัติโดยทำงานเป็นเบื้องหลังของโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากนั้นระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูล ไว้ในฐานข้อมูล เมื่อมีผู้โดยสารที่กำลังรอรถโดยสารประจำทางขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร ประจำทาง ระบบจะทำการประมวลผลตำแหน่งของรถพร้อมแสดงผลบนแผนที่ผ่านทาง เบราวเซอร์ (browser) และประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงให้กับผู้ใช้งาน

โดยระบบสารสนเทศที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น จะทำการพัฒนาอยู่บนพื้นฐานของการใช้ ประโยชน์ในเชิงสาธารณะของระบบจีพีเอส ความประหยัดในการใช้อุปกรณ์จีพีเอส และค่านึง ภาระการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การใช้รถโดยสาร ประจำทางในชีวิตประจำวันเป็นไปอย่างมีความสุข และมีสะดวกสบายมากขึ้น ผู้โดยสารสามารถ บริหารเวลาที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้

บริการรถโดยสารสาธารณะ อันจะเป็นผลให้มีการใช้พลังงานของโลกและการปลดปล่อยมลพิษจากยานพาหนะลดลง ทำให้ชีวิตและสิ่งแวดล้อมของโลกเราในวันนี้ดีขึ้นในท้ายที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทำการแสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางพร้อมข้อมูลที่จำเป็นให้กับผู้โดยสารที่ทำการร้องขอข้อมูลจากระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับรถโดยสารประจำทาง
2. เพื่อประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึงผู้ใช้งานระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับรถโดยสารประจำทาง

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรถโดยสารประจำทางจะรับข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์จาก โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ หรืออุปกรณ์จีพีเอสที่สามารถส่งข้อมูลด้วยเกณฑ์วิธีทางเอชทีทีพี (HTTP : HyperText Transport Protocol) เท่านั้น
2. การแสดงผลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บนเบราว์เซอร์ ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรถโดยสารประจำทางจะสามารถแสดงผลได้กับเบราว์เซอร์ที่มีการรองรับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) เท่านั้น
3. สายรถโดยสารประจำทางที่ใช้ในการทดลอง คือ สาย 70 โดยช่วงการเดินรถที่ใช้ในการทดลอง คือ ตั้งแต่ป้ายรถโดยสารประจำทางแยกซอยสามัคคี ถึงป้ายรถโดยสารประจำทางสถานีรถไฟชุมทางบางซื่อ
4. การวัดข้อมูลความต้องการของข้อมูลและทันต่อการใช้งานของระบบ พิจารณาจากเวลาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ส่งข้อมูล และเวลาที่ผู้ใช้งานได้รับข้อมูลผ่านเบราว์เซอร์ พร้อมทั้งพิจารณาความคลาดเคลื่อนของการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะมาถึงผู้ใช้งาน
5. จำนวนหน่วยการทดลองที่ใช้พิจารณา จะใช้ตำแหน่งของป้ายรถโดยสารประจำทางและตำแหน่งที่ถูกสุ่มระหว่างการเดินทาง รวม 30 ตำแหน่ง
6. การประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึง จะใช้ข้อมูลอัตราเร็วของรถโดยสารประจำทางเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลการจราจรเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีลักษณะที่แตกต่างกันไปในแต่ละวัน จึงไม่ได้นำข้อมูลในอดีตที่ผ่านมาหลายๆ มาใช้ในการประมาณการ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถแสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางพร้อมข้อมูลที่จำเป็น และประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้ใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ (web site) ได้

#### 1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

ซอฟต์แวร์ (software) ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมดรีมวีฟเวอร์ (Dreamweaver) อีคลิปส์ (Eclipse) พร้อมกับโปรแกรมเสริมแอนดรอยด์ดีเวลลอปเปอร์ทูลส์ (ADT : Android Developer Tools) และแอนดรอยด์ซอฟต์แวร์ดีเวลลอปเม้นท์คิท (Android Software Development Kit) พัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา (Java) และภาษาพีเอชพี (PHP) โดยมีมายเอสคิวแอล (MySQL) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล

ฮาร์ดแวร์ (hardware) เครื่องแม่ข่ายที่ทำการติดตั้งระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางใช้ อะแพชชี เอชทีทีพี เซิร์ฟเวอร์ (Apache HTTP Server) มีหน่วยประมวลผลกลาง (cpu) ความเร็ว 2.20 GHz และมีแรม (ram) 4 GB ส่วนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ แอนดรอยด์ เวอร์ชวล ดีไวซ์ (AVD : Android Virtual Device) และโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ยี่ห้อซัมซุง กาแล็กซี่ (SAMSUNG Galaxy)

#### 1.6 แผนการดำเนินงาน

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน โทรศัพท์เคลื่อนที่ และเว็บไซต์ทั้งแบบหน้าจอปกติและแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่
3. ออกแบบการส่งข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจาก โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังระบบฐานข้อมูล พร้อมทั้งออกแบบวิธีการประมวลผลและแสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางบนแผนที่แสดงผลผ่านทางเว็บไซต์
4. ออกแบบวิธีการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะมาถึงผู้ใช้งาน
5. พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใน โทรศัพท์เคลื่อนที่และเว็บไซต์
6. ทดสอบการส่งข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทาง ทดสอบการประมวลผล การแสดงผลจากระบบสารสนเทศ-ผลการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึงผู้ใช้งาน
7. วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย



### 1.7 ความรู้ที่ได้จากการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้รับความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ การควบคุมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ การส่งและรับข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับเครื่องแม่ข่าย การวาดและกำหนดคุณสมบัติของแผนที่บนเว็บไซต์ การเข้าถึงหรือแสดงผลตำแหน่งบนแผนที่บนเว็บไซต์ การพยากรณ์/ประมาณการแนวโน้มทางสถิติ การพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับการพยากรณ์/ประมาณการในระบบสารสนเทศ และการพัฒนาเว็บไซต์ที่ตอบสนองต่อทั้งหน้าจอกอมพิวเตอร์ปกติ และหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

### 1.8 ผลงานตีพิมพ์

1. งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์ในงานประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 4 (ECTI-CARD 2012) ในวันที่ 21 - 22 มิถุนายน 2555 จัดที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี ชื่อผลงานตีพิมพ์ ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทาง

2. งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 37 (EECON-37) ในวันที่ 19 - 21 พฤศจิกายน 2557 จัดที่ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จ.ขอนแก่น ชื่อผลงานตีพิมพ์ ขั้นตอนวิธีการประมาณเวลารูดโดยสารประจำทางสำหรับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทาง

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้แก่ ระบบปฏิบัติการในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ การทำงานของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์กำเนิด วิธีกำลังสองที่น้อยที่สุด ความเร็วเฉลี่ย และอัตราเร็วเฉลี่ย โดยจะทำการรวบรวมแนวคิด ความสามารถ และคุณลักษณะของสิ่งที่ได้ทำการศึกษาต่างๆ มาพัฒนาระบบสารสนเทศให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล

#### 2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โดยถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ แท็บเล็ต (tablet) ในเบื้องต้นถูกพัฒนาโดย บริษัท แอนดรอยด์ ภายหลัง บริษัท กูเกิล ได้ทำการเข้าซื้อกิจการและนำมาพัฒนาต่อโดยโอเพ่นแฮนด์เซตอัลไลแอนซ์ (Open Handset Alliance) ซึ่งเป็นพันธมิตรที่ประกอบขึ้นจากกลุ่มบริษัท ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และโทรคมนาคม 48 แห่ง ยกตัวอย่าง เช่น เอชทีซี (HTC) ซัมซุง อิเล็กทรอนิกส์ (Samsung Electronics) และ โมโตโรล่า (Motorola)

##### 2.1.1 คุณลักษณะของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1. รูปแบบการแสดงผล : ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีการแสดงผลในรูปแบบกราฟิก 2 มิติ และ 3 มิติ
2. การจัดเก็บข้อมูล : ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้ระบบฐานข้อมูลเอสคิวแอลไลท์ (SQLite) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ขนาดเล็กในการจัดเก็บข้อมูล
3. ข้อความ (messaging) : สนับสนุนการส่งข้อความทั้งในรูปแบบข้อความสั้น (SMS : Short Message Service ) ข้อความสื่อประสม (MMS : Multimedia Messaging Service) เทรดเท็กซ์

เมสเสจจิง(Threaded Text Messaging) และ คลาวด์ทูดีไวซ์เมสเสจจิง (C2DM : Cloud to Device Messaging)

4. สื่อประสม (multimedia) : สนับสนุนการเล่นเสียง และวิดีโอในรูปแบบต่างๆ ในพบได้ปัจจุบัน

5. สตรีมมิง (streaming) : สนับสนุน เรียลไทม์โปรโตคอล (RTP : Real-Time Protocol) เรียลไทม์สตรีมมิงโปรโตคอล (RTSP : Real-Time Streaming Protocol) และ เอชทีเอ็มแอล 5 (HTML5)

6. มัลติทัช (multi-touch) : รองรับการใช้นิ้วมือและหน้าจอสื่อส่งการได้มากกว่า 1 จุดพร้อมกัน

7. จาวา (Java) : สนับสนุนการใช้ภาษาจาวา

8. มัลติทาสกิง (multitasking) : สนับสนุนการทำงานในการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน

9. สนับสนุนภาษาต่างๆ ที่ใช้สื่อสารในโลกปัจจุบัน

#### 2.1.2 สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นทำงานอยู่บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ซึ่งจะทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยจะมีเครื่องจักรเสมือนเพื่อประมวลผลโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาตามกรอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ โดยผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะใช้งานผ่านโปรแกรมประยุกต์อีกทีหนึ่ง

สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะทำงานเป็นลำดับชั้น ซึ่งสามารถอธิบาย และแสดงได้ตามรูปภาพ ดังนี้

1. ลินุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel) : เป็นส่วนที่เป็นแกนหลักของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์กับซอฟต์แวร์

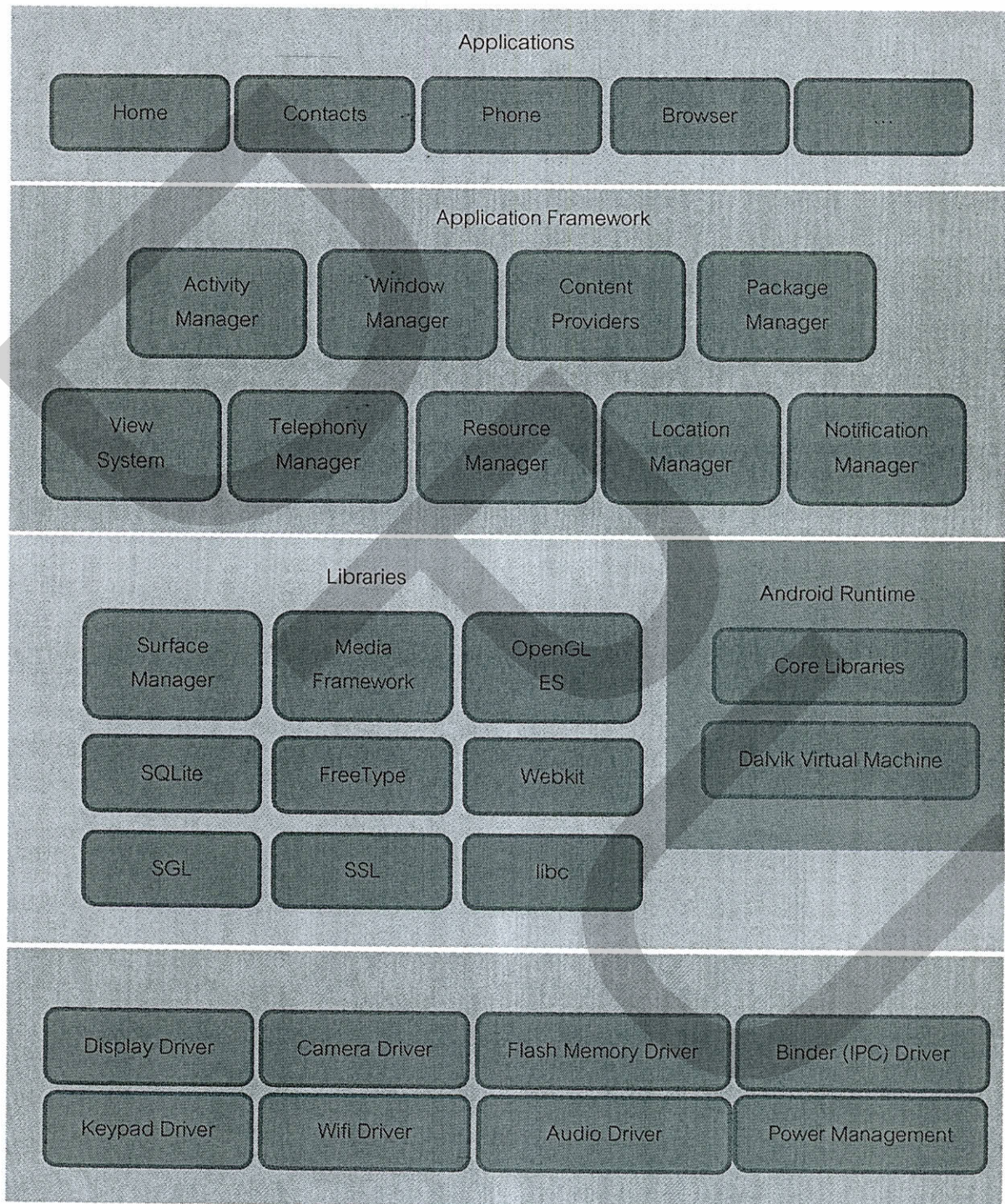
2. ไลบรารี (Libraries) : เป็นส่วนที่เป็นไลบรารีของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งถูกพัฒนาโดยภาษาซี (C) หรือภาษาซีพลัสพลัส (C++)

3. เครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine) : ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้เครื่องจักรเสมือนดาลวิก (Dalvik Virtual Machine) ในการประมวลผลโปรแกรมภาษาจาวา

4. กรอบงานโปรแกรมประยุกต์ (Application Framework) : เป็นกรอบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ที่จัดเตรียมไว้สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั่นเอง

5. โปรแกรมประยุกต์ : คือโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานต่างๆของผู้ใช้งาน





ภาพที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



### 2.1.3 วงจรชีวิตของโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

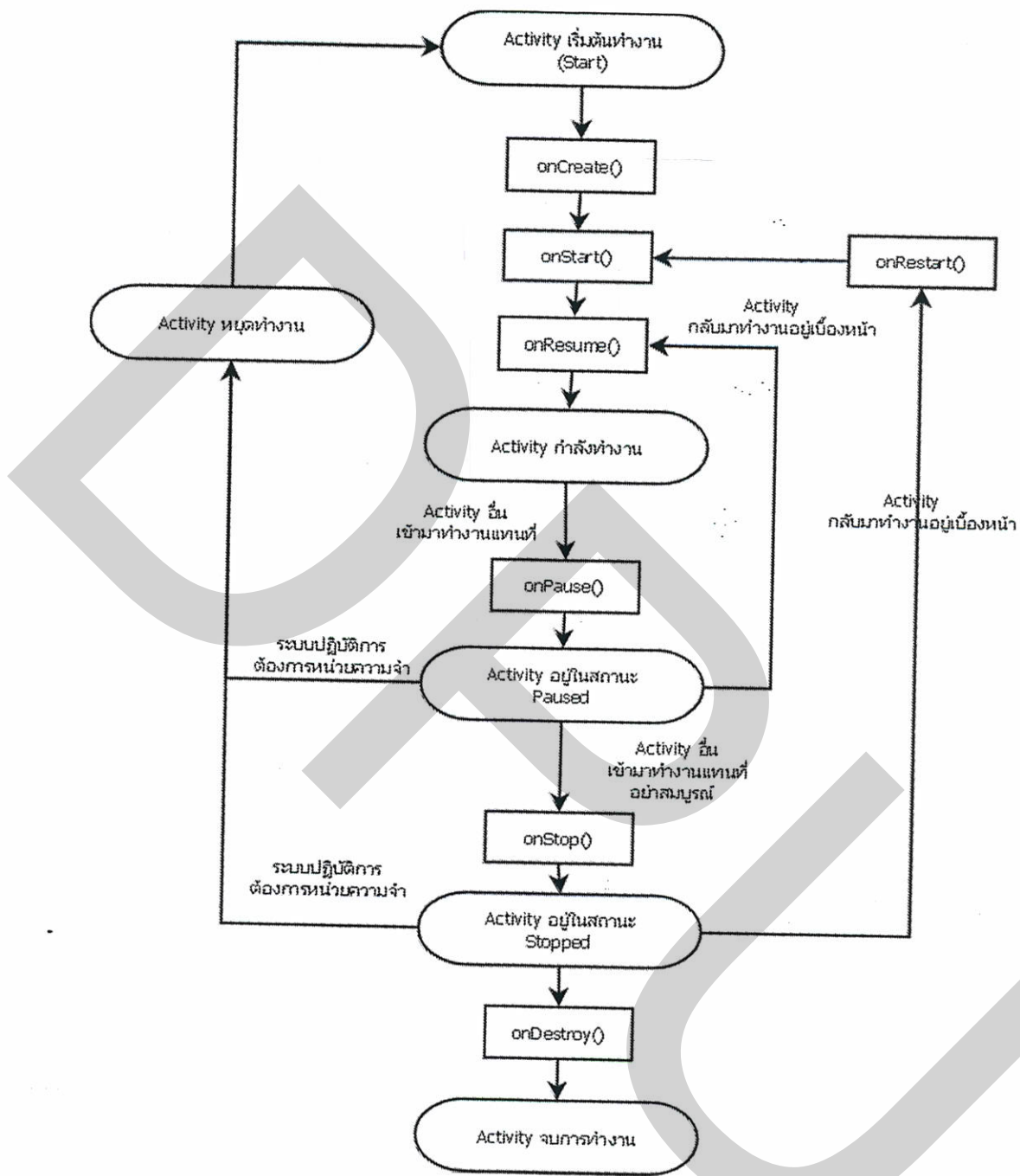
โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะทำงานในลักษณะของกองซ้อน (stack) โดยจะทำงานแยกเป็นกิจกรรม (Activity) กิจกรรมใหม่ที่ถูกเริ่มต้นทำงานจะถูกวางไว้ข้างบนสุดของกองซ้อน และถูกทำงาน ส่วนกิจกรรมที่มาก่อนจะอยู่ถัดลงไป และจะกลับมาทำงานเมื่อกิจกรรมใหม่นั้นจบการทำงาน

โดยสามารถอธิบายช่วงชีวิตการทำงานของกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการทำงานในแต่ละสถานะ ได้ ดังนี้

1. กิจกรรมที่อยู่ด้านบนสุดของกองซ้อน กิจกรรมนั้นจะอยู่ในสถานะกำลังทำงาน
2. ในกรณีที่กิจกรรมนั้น ไม่ได้อยู่บนสุดของกองซ้อนแต่ยังแสดงผลการทำงานอยู่ กิจกรรมนั้นจะอยู่ในสถานะการทำงานเป็นเบื้องหลัง
3. ในกรณีที่กิจกรรมนั้นถูกกิจกรรมอื่นๆ บังหรือทำงานแทนที่ทั้งหมด กิจกรรมนั้นจะอยู่ในสถานะหยุดการทำงาน
4. โดยกิจกรรมที่อยู่ในสถานะการทำงานเป็นเบื้องหลัง หรือหยุดการทำงาน ระบบปฏิบัติการอาจดึงกิจกรรมนั้นออกจากหน่วยความจำหลักได้ ซึ่งเมื่อกิจกรรมนั้นถูกเรียกให้กลับมาทำงานอีกครั้ง จะต้องไปเริ่มต้นการทำงานใหม่พร้อมกับเรียกคืนข้อมูลต่างๆ

สำหรับเมทอด (method) ที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เรียกขึ้นมาใช้งานในวงจรชีวิตของโปรแกรมประยุกต์นั้น สามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. onCreate() : เมทอดนี้จะถูกเรียกใช้งานเมื่อกิจกรรมเริ่มทำงาน
2. onStart() : เมทอดนี้ใช้เมื่อจะให้กิจกรรมนั้นๆ ถูกแสดงขึ้นมาให้เห็น
3. onResume() : เมทอดนี้จะถูกเรียกเมื่อต้องการให้กิจกรรมนั้นๆ ถูกแสดงขึ้นมาอีกครั้ง
4. onPause() : เมทอดนี้จะถูกเรียกใช้เพื่อให้กิจกรรมที่ทำงานอยู่เบื้องหลังกลับมาทำงานอยู่เบื้องหน้า
5. onStop() : เมทอดนี้จะถูกเรียกใช้เพื่อให้กิจกรรมที่ทำงานอยู่เบื้องหน้าไปทำงานอยู่เบื้องหลัง
6. onDestroy() : เมทอดนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อผู้ใช้งาน ไม่ต้องการใช้งานกิจกรรมนั้นๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
7. onRestart() : เมทอดนี้จะถูกเรียกใช้เมื่อต้องการปิดการทำงานของกิจกรรมที่ต้องการ



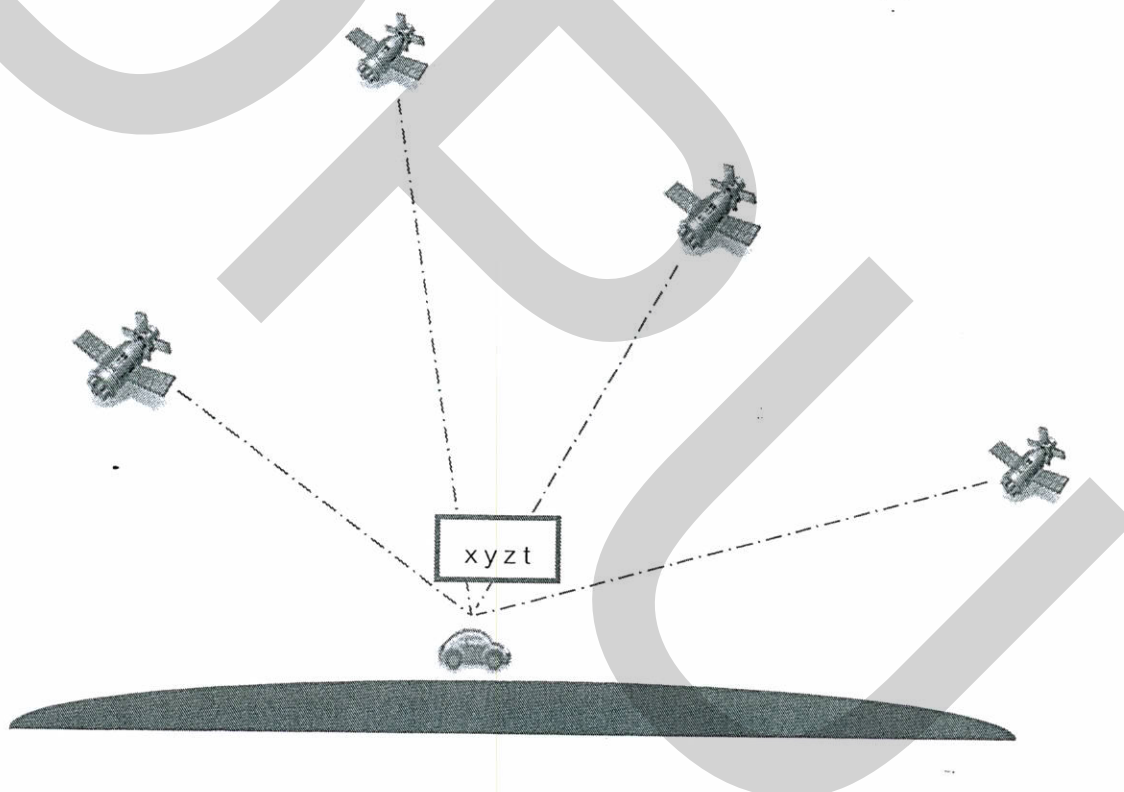
ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตของวงจรชีวิตของโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



## 2.2 จีพีเอส (GPS : Global Positioning System)

จีพีเอส คือ ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก โดยระบบดังกล่าวถูกพัฒนามาเพื่อให้เราทราบตำแหน่งปัจจุบันของเราว่าอยู่ที่ใด หรือสิ่งที่เราสนใจอยู่ที่ใด ซึ่งตำแหน่งบนพื้นโลกที่ต้องการนั้นได้มาจากการประมวลผลสัญญาณที่ถูกส่งมาจากดาวเทียมจีพีเอส ระบบจีพีเอสประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

- 1) ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยดาวเทียมจีพีเอส
- 2) ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีควบคุมภาคพื้นดิน
- 3) ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ที่จะใช้งานระบบตำแหน่งบนพื้นโลก จะต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถแปลรหัสจากสัญญาณดาวเทียมจีพีเอสเพื่อนำมาประมวลผล



ภาพที่ 2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก

### 2.2.1 การทำงานของระบบจีพีเอส

อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอสจะคำนวณตำแหน่งบนโลกจากสัญญาณที่ถูกส่งจากดาวเทียมจีพีเอสที่มีความแม่นยำทางเวลา โดยสัญญาณที่ส่งมาประกอบด้วย เวลาที่สัญญาณถูกส่งมา และตำแหน่งของดาวเทียม ณ เวลาที่ส่งสัญญาณมา

โดยสามารถวัดระยะห่างระหว่างดาวเทียมจีพีเอสกับอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส โดยคำนวณจากระยะทาง = ความเร็ว \* เวลา

อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอสจะใช้เวลาที่สัญญาณถูกส่งมาประมวลผล และพิจารณา ร่วมกับระยะทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส โดยระยะห่างจากดาวเทียม จะถูกใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันของเราบนโลก ซึ่งตำแหน่งที่อยู่ใน 3 มิติ นั้นต้องคำนวณระยะทางจากจุดอ้างอิงอย่างน้อย 3 จุด แต่เนื่องจากโลกของเรามีสัญญาณเป็นทรงกลมจึงใช้ดาวเทียมจีพีเอสอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อสร้างสมการคำนวณ ดังนี้

$$D1 = \sqrt{(X_1 - x)^2 + (Y_1 - y)^2 + (Z_1 - z)^2} + c dt$$

$$D2 = \sqrt{(X_2 - x)^2 + (Y_2 - y)^2 + (Z_2 - z)^2} + c dt$$

$$D3 = \sqrt{(X_3 - x)^2 + (Y_3 - y)^2 + (Z_3 - z)^2} + c dt$$

$$D4 = \sqrt{(X_4 - x)^2 + (Y_4 - y)^2 + (Z_4 - z)^2} + c dt$$

โดยที่

$D_n$	คือ	ระยะทางจากจุดที่ n
$x, y, z$	คือ	พิกัด 3 มิติของตำแหน่งอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส
$X_n, Y_n, Z_n$	คือ	พิกัด 3 มิติของดาวเทียมจีพีเอส
$c$	คือ	ความเร็วแสง
$dt$	คือ	ความผิดพลาดจากการจับเวลา

### 2.3 ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิล (Google Maps API)

ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิล คือ ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องคือให้กับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในการที่จะเรียกใช้งานแผนที่กูเกิลกับเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น โดยสามารถปรับแต่งคุณลักษณะต่างๆ ของแผนที่ตามที่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ต้องการได้ โดยในปัจจุบันนักพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถเลือกใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ได้ ดังนี้

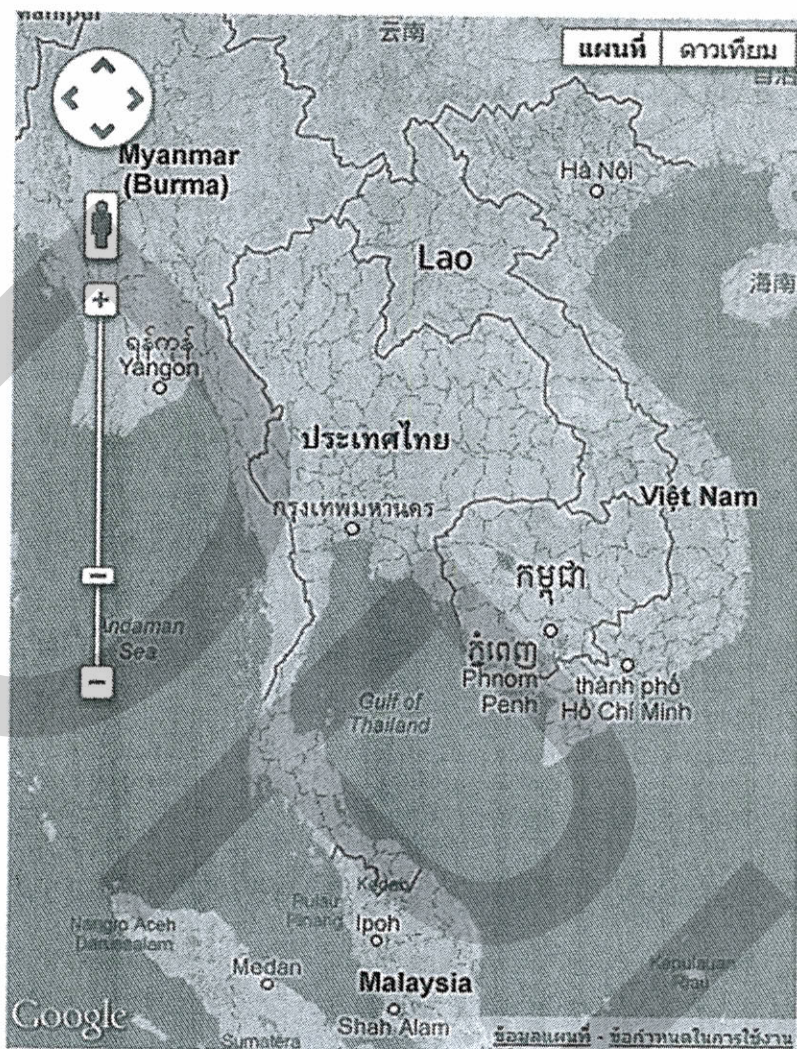
1. ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลจาวาสคริปต์ (Google Maps JavaScript API) เป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลที่ใช้เทคโนโลยีของภาษาจาวาสคริปต์ในการประมวลผลเพื่อแสดงแผนที่ โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถใช้ได้กับทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลสำหรับแฟลช (Google Maps API for Flash) เป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลที่ใช้เทคโนโลยีของแฟลชของบริษัทอะโดบี (Adobe)

3. ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลแบบคงที่ (Google Static Maps API) เป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลที่จะทำการแสดงผลที่มีลักษณะเป็นภาพนิ่งซึ่งทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ภาษาจาวาสคริปต์ในการประมวลผลแผนที่ โดยจะทำการเรียกข้อมูลด้วยเกณฑ์วิธีทางเอชทีทีพีเพื่อให้เครื่องแม่ข่ายส่งแผนที่มาให้ในลักษณะของรูปภาพ

สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลที่ใช้เทคโนโลยีของส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิลจาวาสคริปต์ (Google Maps Javascript API) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศโดยการให้บริการแผนที่ของกูเกิลที่ได้นั้นจะครอบคลุมแผนที่ของโลกทั้งหมดในปัจจุบัน





ภาพที่ 2.4 แผนที่กูเกิล

### 2.3.1 การใช้ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิล

ในการใช้งานส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่กูเกิล นักพัฒนาซอฟต์แวร์ต้องทำการเพิ่มจาวาสคริปต์เข้าไปในส่วนหัวของเว็บไซต์เพื่อทำการเรียกใช้แผนที่กูเกิล ดังนี้

```
<script type="text/javascript"
  src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY
    &sensor=SET_TO_TRUE_OR_FALSE">
</script>
```

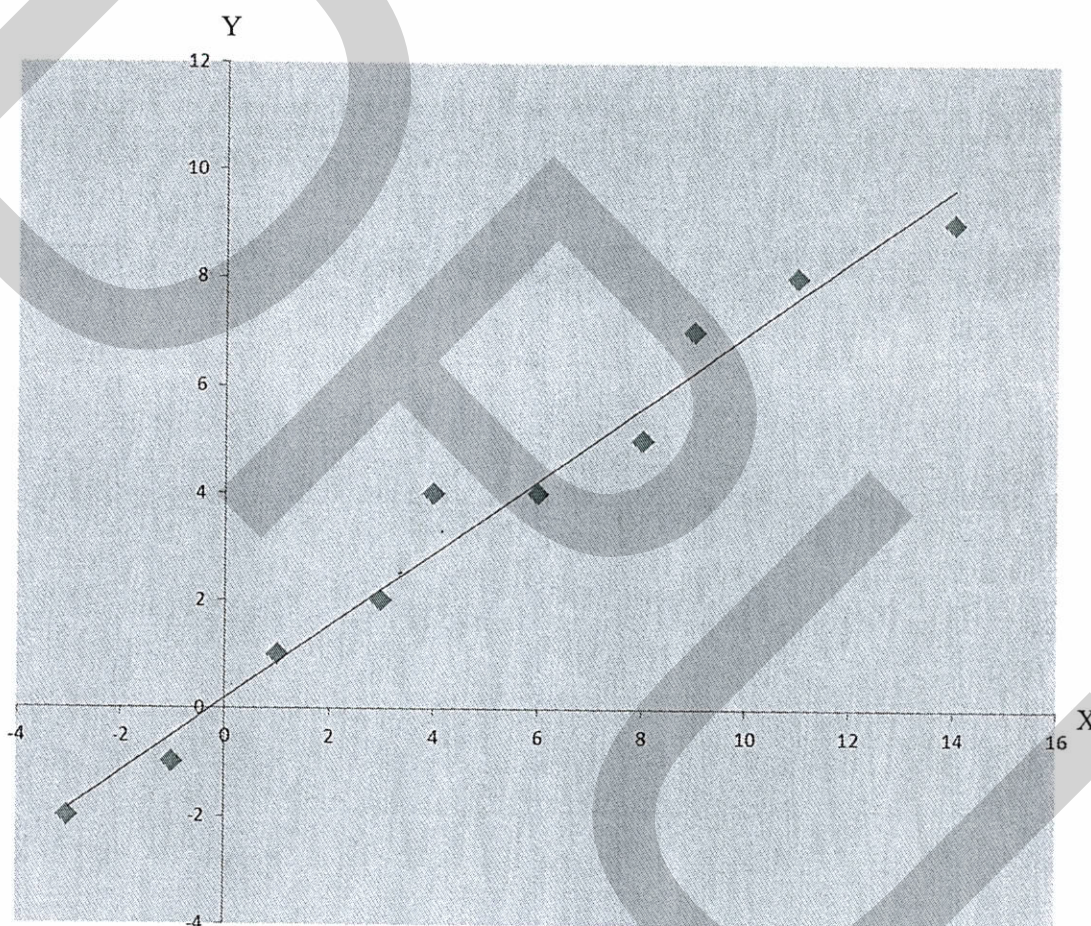
โดยสามารถแสดงตัวอย่างแบบง่ายในการพัฒนาเว็บไซต์ที่มีการเรียกใช้งานส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์แผนที่ที่ถูกริเริ่มเพื่อแสดงแผนที่บนหน้าของเว็บไซต์ได้ ดังนี้

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, user-scalable=no" />
    <style type="text/css">
      html { height: 100% }
      body { height: 100%; margin: 0; padding: 0 }
      #map_canvas { height: 100% }
    </style>
    <script type="text/javascript"
      src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY
        &sensor=SET_TO_TRUE_OR_FALSE">
    </script>
    <script type="text/javascript">
      function initialize() {
        var mapOptions = {
          center: new google.maps.LatLng(18.789318,98.983966),
          zoom: 9,
          mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP
        };
        var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"),
          mapOptions);
      }
    </script>
  </head>
  <body onload="initialize()">
    <div id="map_canvas" style="width:100%; height:100%"></div>
  </body>
</html>
```



#### 2.4 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least - Square Method)

วิธีกำลังสองน้อยที่สุด เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้หาเส้นสมการแนวโน้ม เพื่ออธิบายตัวแปรตาม  $Y$  ที่ได้รับผลจากตัวแปรอิสระ  $X$  วิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะหาเส้นสมการแนวโน้มที่มีผลรวมของผลต่างระหว่างค่าตัวแปรตาม  $Y$  เปรียบเทียบกับค่าประมาณการตัวแปรตาม  $\hat{Y}$  ยกกำลังสองแล้วมีค่าน้อยที่สุด หรือสามารถอธิบายในรูปประโยคสัญลักษณ์ได้ว่า  $\sum(Y - \hat{Y})^2$  มีค่าน้อยที่สุด



ภาพที่ 2.5 กราฟเส้นแนวโน้มที่สร้างด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ซึ่งสามารถอธิบายในรูปแบบสมการได้ดังต่อไปนี้

$$\hat{Y} = a + bX$$



เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ ที่สามารถหาได้จาก

$$a = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

และเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับอนุกรมเวลา โดยให้ค่าผลรวมของคาบเวลา  $\sum X = 0$  จะสามารถหาค่า  $a$  และ  $b$  ได้ง่ายขึ้น ดังนี้

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

## 2.5 ความเร็วเฉลี่ย (average velocity) และอัตราเร็วเฉลี่ย (average speed)

ความเร็วเฉลี่ย คือ ปริมาณเวกเตอร์ที่ประกอบด้วยขนาดและทิศทางของการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\overrightarrow{PQ}}{\Delta t}$$

อัตราเร็วเฉลี่ย คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ซึ่งเป็นปริมาณสเกลาร์ต่อหน่วยเวลา โดยสามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{d}{t}$$

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอดโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์จากระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อสนับสนุนการใช้งานระบบขนส่งสาธารณะ โดยคำนึงถึงความประหยัดและรูปแบบของการใช้ประโยชน์จากระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

### 2.6.1 A Mobile Location-based Information Recommendation System Based on GPS and WEB2.0 Services<sup>1</sup>

จากความต้องการที่จะให้การใช้งานแผนที่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่มีประโยชน์มากขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษา/วิจัย การรวมข้อมูลตำแหน่งพื้นที่ทางภูมิศาสตร์กับข้อมูลของผู้ใช้งาน เพื่อเพิ่มมิติของการใช้งานแผนที่ โดยจะทำการเพิ่มข้อมูลสารสนเทศให้กับสถานที่ต่างๆ ในแผนที่จากผู้ใช้งานด้วยกันตามแนวคิด เว็บ 2.0 (Web 2.0) เมื่อผู้ใช้งานพิจารณาสถานที่จากแผนที่ก็จะได้รับข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องด้วย โดยงานวิจัยได้ศึกษา/สร้างขั้นตอนวิธีในการกรองข้อมูลที่มีปริมาณมากจากฐานข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศตามผู้ใช้งานต้องการ งานวิจัยนี้ใช้กรณีศึกษาเป็นร้านอาหาร และสามารถให้ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกร้านอาหารได้

---

<sup>1</sup> Yang, F. & Wang, Z.M. (2009, April). A Mobile Location-based Information Recommendation System Based on GPS and WEB2.0 Services. *WSEAS TRANSACTION on COMPUTERS*, 8(4), 725-734.

### 2.6.2 Transportation Mode Detection using Mobile Phones and GIS Information<sup>1</sup>

การจัดสรรสารสนเทศที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานเป็นสิ่งที่สำคัญ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษการตรวจสอบวิธีการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานจากด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ พร้อมกับข้อมูลจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS : Geographic Information System) เนื่องจากผู้ที่ใช้งานระบบจีพีเอสเดินทางด้วยวิธีที่แตกต่างกัน เช่น การเดินเท้า การใช้จักรยาน การโดยสารรถประจำทาง การใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ดังนั้นสารสนเทศที่ผู้ใช้งานได้รับก็ควรถูกปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ใช้งานสูงสุด โดยระบบจะทำการเก็บข้อมูล ลักษณะเส้นทาง ลักษณะของพื้นที่ ความเร็ว เป็นต้น เพื่อประมวลผลการรู้จำรูปแบบเพื่อตรวจสอบวิธีการเคลื่อนที่ โดยระบบสารสนเทศสามารถตรวจสอบวิธีการเคลื่อนที่เพื่อจัดสรรสารสนเทศที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้งานได้

### 2.6.3 A Low Cost Positioning and Visualization System using Smartphones for Emergency Ambulance Service<sup>2</sup>

เนื่องจากอุปกรณ์จีพีเอส เป็นอุปกรณ์ที่ต้องการความแม่นยำและมีราคาแพง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษา การประหยัดต้นทุนในการใช้อุปกรณ์จีพีเอส แต่สามารถรักษาความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยใช้กรณีศึกษาเป็นรถพยาบาลที่ต้องทำการขนส่งผู้ป่วยไปถึงที่หมายเพื่อทำการรักษาได้อย่างทันทั่วทั้งที่ งานวิจัยนี้ใช้จุดส่งสัญญาณจากสถานีจีเอสเอ็ม (GSM : Global System for Mobile Communications) มาช่วยระบุตำแหน่ง พร้อมทั้งใช้ขั้นตอนวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณเพื่อเพิ่มความแม่นยำของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ โดยงานวิจัยนี้สามารถใช้เครือข่ายจีเอสเอ็มมาช่วยระบุตำแหน่ง และประหยัดต้นทุนได้

<sup>1</sup> Stenneth, L., Wolfson, O., Yu, P. S., & Xu, B. (2011). Transportation mode detection using mobile phones and GIS information. In *GIS '11* (pp. 54–63). New York: ACM.

<sup>2</sup> Bellini, A., Cirilo, C. E., Ferraz, V. R. T., Araujo, J. G., Duque, J. L., Annibal, L. P., Durelli, R. S., & Marcondes, C. (2010). A low cost positioning and visualization system using smartphones for emergency ambulance service. In *SEHC '10* (pp. 12-18). New York: ACM.

#### 2.6.4 Development of Real-Time Short-Term Traffic Congestion Prediction Method<sup>1</sup>

งานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการประมาณการสภาพความคับคั่งของจราจรด้วยข้อมูลจากกล้องซีซีทีวี (CCTV : Closed Circuit Television) ที่ถนนพหลโยธิน อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี โดยผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนวิธีที่เรียกว่าไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic time warping) ซึ่งเป็นการศึกษาลักษณะรูปแบบของการใช้ความเร็วของรถ แทนการใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวมาใช้ในการประมาณการความคับคั่งของการจราจร โดยงานวิจัยสามารถใช้ขั้นตอนวิธีดังกล่าวมาประมาณการความคับคั่งของการจราจรได้เป็นผลสำเร็จ โดยใช้จำนวนข้อมูลที่สอนให้กับระบบน้อยกว่า แต่ได้ผลการประมาณการที่มีความแม่นยำมากกว่า

#### 2.6.5 Accuracy Improvement of Travel Time Estimation in Urban Environment Using State Transition-Dependent Time-Occupancy<sup>2</sup>

ผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะปรับปรุงความแม่นยำของการประมาณการเวลาการเดินทางในสภาพแวดล้อมการจราจรแบบในเมือง ด้วยวิธีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสถานะการใช้เวลาในช่วงระยะทางหนึ่งๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 สถานะ ได้แก่ สถานะการเคลื่อนที่ของรถล่องตัว สถานะการเคลื่อนที่ของรถเต็มผิวการจราจร และสถานะการเคลื่อนที่ของรถเกินพื้นผิวการจราจร โดยนำมาประยุกต์กับแนวคิดการวิเคราะห์การถดถอยแบบอนุกรมเวลา โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า การประมาณการเวลาเดินทางด้วยพื้นฐานการวิเคราะห์การถดถอยแบบคงที่อย่างเดียวนั้น ไม่เพียงพอสำหรับการประมาณการเวลาเดินทางในสถานะการเคลื่อนที่ของรถเต็มผิวการจราจร และสถานะการเคลื่อนที่ของรถเกินพื้นผิวการจราจร ผู้วิจัยจึงนำการวิเคราะห์การถดถอยอนุกรมเวลาแบบพลวัตมาใช้ทดแทน ซึ่งสามารถประมาณการเวลาการเดินทางได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

<sup>1</sup> Hiri-o-tappa, K., Pan-ngum, S., Narupiti, S. & Pattara-atikom, W. (2011). Development of Real-Time Short-Term Traffic Congestion Prediction Method. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies (JSTS)*, 2(2), NA.

<sup>2</sup> Paisittanakorn, P., Saivichit, C. & Pattara-atikom, W. (2010). Accuracy Improvement of Travel Time Estimation in Urban Environment Using State Transition-Dependent Time-Occupancy. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies (JSTS)*, 1(1), NA.



## 2.6.6 Identification of Traffic Prediction Parameters<sup>1</sup>

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาว่า ตัวแปรต่างๆ ตัวแปรใด ที่มีผลต่อการพยากรณ์สภาพการจราจรอย่างแท้จริง โดยผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลต่างๆ ทางการจราจรจาก 2 แหล่งในประเทศไทย ได้แก่ สภาพการจราจรจากกล้องซีซีทีวีของกรุงเทพมหานคร และอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ เมื่อพิจารณาจากอาร์เอฟไอดี (RFID : Radio-frequency identification) ที่ได้ทำการติดอยู่ในรถโดยสาร ซึ่งจะถูกรวบรวมความเร็วโดยเครื่องรับรู้สัญญาณอาร์เอฟไอดี ของหน่วยวิจัยโลจิสติกส์ และคณะวิศวกรรมสมองกลฝังตัว มหาวิทยาลัยบูรพา โดยสภาพการจราจรจากกล้องซีซีทีวีจะให้ค่าความคับคั่งของสภาพการจราจรแบบอย่างหยาบ แบ่งออกเป็น มาก (H) ปานกลาง (M) และน้อย (L) และอาร์เอฟไอดีจะให้ค่าอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ ซึ่งในที่สุด ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลจากอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการศึกษา โดยนำค่าอัตราเร็วในช่วงก่อนหน้า 5 นาที 10 นาที 15 นาที อัตราเร็วในอดีตของวันเดียวกันต่างสัปดาห์ อัตราเร็วในอดีตในช่วงวันทำงาน อัตราเร็วในอดีตในช่วงวันสุดสัปดาห์ อัตราเร็วในอดีตในช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์ และอัตราเร็วในคาบเวลาต่างๆ ของวัน มาพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ )

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าอัตราเร็วในช่วงก่อนหน้าในระดับนาที่ อัตราเร็วในอดีตของวันเดียวกันต่างสัปดาห์ และอัตราเร็วในคาบเวลาต่างๆ ของวัน มีผลต่อการพยากรณ์อย่างชัดเจน แต่อัตราเร็วในอดีตในช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์มีต่อการพยากรณ์เพียงเล็กน้อย

<sup>1</sup> Ratanaparadorn, A., Meeampol, S., Siripachana, T., & Anussornitisarn, P. (2013). Identification of Traffic Prediction Parameters. In *MakeLearn 2013* (pp. 1479–1486). Bangkok: ToKnowPress.



### 2.6.7 Traffic Prediction Models for Bangkok Traffic Data<sup>1</sup>

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า การพิจารณาสภาพการจราจรเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการเดินทางไม่ควรพิจารณาแค่สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นในขณะนั้นเพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาสภาพการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย เพราะในการเดินทางจริง เมื่อเริ่มเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทาง สภาพการจราจรก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ผู้วิจัยจึงทำการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์สภาพการจราจรขึ้น โดยอยู่ในรูปแบบต้นไม้ตัดสินใจ โดยในแบบแรกให้ต้นไม้ตัดสินใจเรียนรู้ข้อมูล และพยากรณ์สภาพการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอีก 30 นาที โดยจะให้ผลเป็นการทำนายสภาพการจราจรว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพการจราจรปัจจุบันหรือไม่ เช่น ถ้าปัจจุบันสภาพการจราจรมีรถหนาแน่น แล้วจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสภาพการจราจรรถเคลื่อนที่ได้คล่องตัว โดยเมื่อทดสอบผลการการพยากรณ์ของต้นไม้ตัดสินใจแบบแรกพบว่าในกรณีที่สภาพการจราจรไม่เปลี่ยนแปลง ต้นไม้ตัดสินใจจะพยากรณ์แม่นยำถึง 98.08 % แต่ในกรณีที่สภาพการจราจรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ต้นไม้ตัดสินใจกลับพยากรณ์ได้ความแม่นยำเพียง 41.72 % จากผลการพยากรณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาสร้างต้นไม้ตัดสินใจแบบที่ 2 ขึ้นมา โดยจะพิจารณาสภาพการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอีก 20 นาที โดยแบ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพการจราจรออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ สภาพการจราจรติดขัดมากขึ้น สภาพการจราจรไม่เปลี่ยนแปลง สภาพการจราจรติดขัดน้อยลง และมีการเปลี่ยนแปลง/เพิ่มคุณลักษณะของข้อมูลสภาพการจราจรในลักษณะต่างๆ ของถนนที่ติดต่อกับถนนที่กำลังใช้เดินทางเพิ่มเข้าไป จากนั้นเมื่อทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ของต้นไม้ตัดสินใจแบบที่ 2 พบว่าสามารถพยากรณ์ได้ความแม่นยำถึง 92.1 %

โดยผู้วิจัยสรุปสาเหตุความแตกต่างของความแม่นยำที่ได้จากต้นไม้ตัดสินใจทั้ง 2 แบบว่า ต้นไม้ตัดสินใจแบบแรกเรียนรู้ข้อมูลที่มีคุณลักษณะอธิบายสภาพการจราจรปัจจุบันต่อการตอบคำถามสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นในอนาคตเป็นหลัก ซึ่งต่างจากต้นไม้ตัดสินใจแบบที่ 2 ที่ได้เรียนรู้ข้อมูลที่มีคุณลักษณะอธิบายสภาพการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ดีกว่า จึงทำให้ต้นไม้ตัดสินใจในแบบที่ 2 สามารถพยากรณ์ได้ความแม่นยำมากกว่านั่นเอง

<sup>1</sup>Klakhaeng, N., Yaothane, J., Sinthupinyo, S., and Pattara-Atikom, W, P. (2011). Traffic Prediction Models for Bangkok Traffic Data. In *ECTI-CON 2011* (pp. 484-487). Khon Kaen: IEEE.

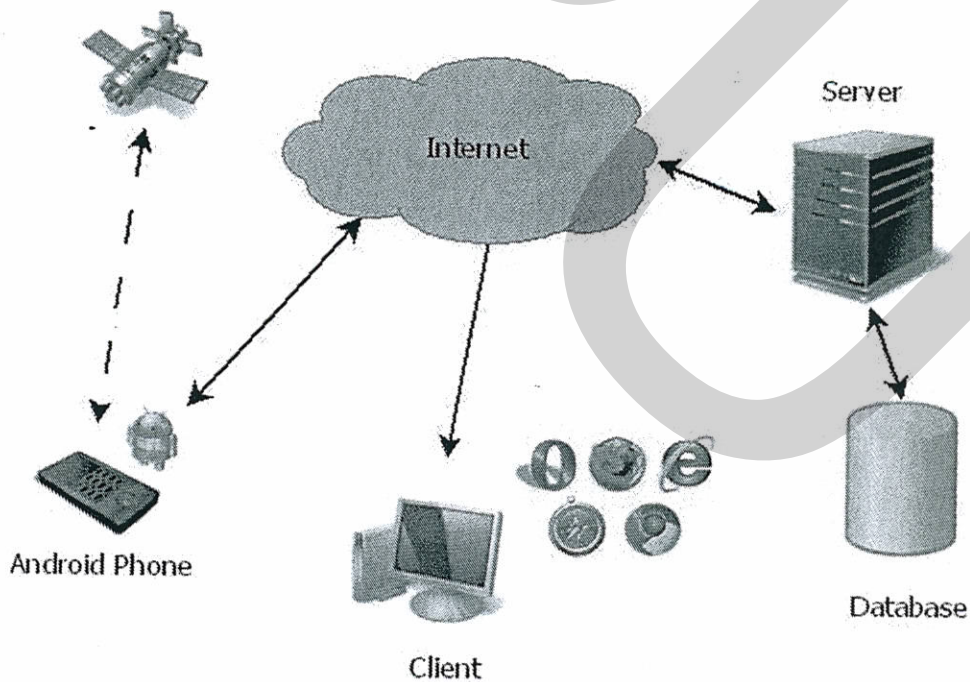
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยจะทำการศึกษาและใช้ประโยชน์ในเรื่องดังต่อไปนี้

- (1) การใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์จีพีเอสในโทรศัพท์เคลื่อนที่
- (2) การให้ข้อมูลสารสนเทศที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน
- (3) ความถูกต้อง/แม่นยำของอุปกรณ์จีพีเอส และการประหยัดต้นทุนในการใช้งาน
- (4) การประมาณการอัตราเร็วหรือสภาพการจราจร มาพัฒนาปรับใช้กับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง โดยเลือกใช้ขั้นตอนวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย เพราะไม่ได้เป็นการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบคงที่เพียงอย่างเดียว และไม่เป็นการเพิกเฉยต่อรูปแบบการใช้ความเร็วของรถโดยสารประจำทาง ตามที่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญ

### บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

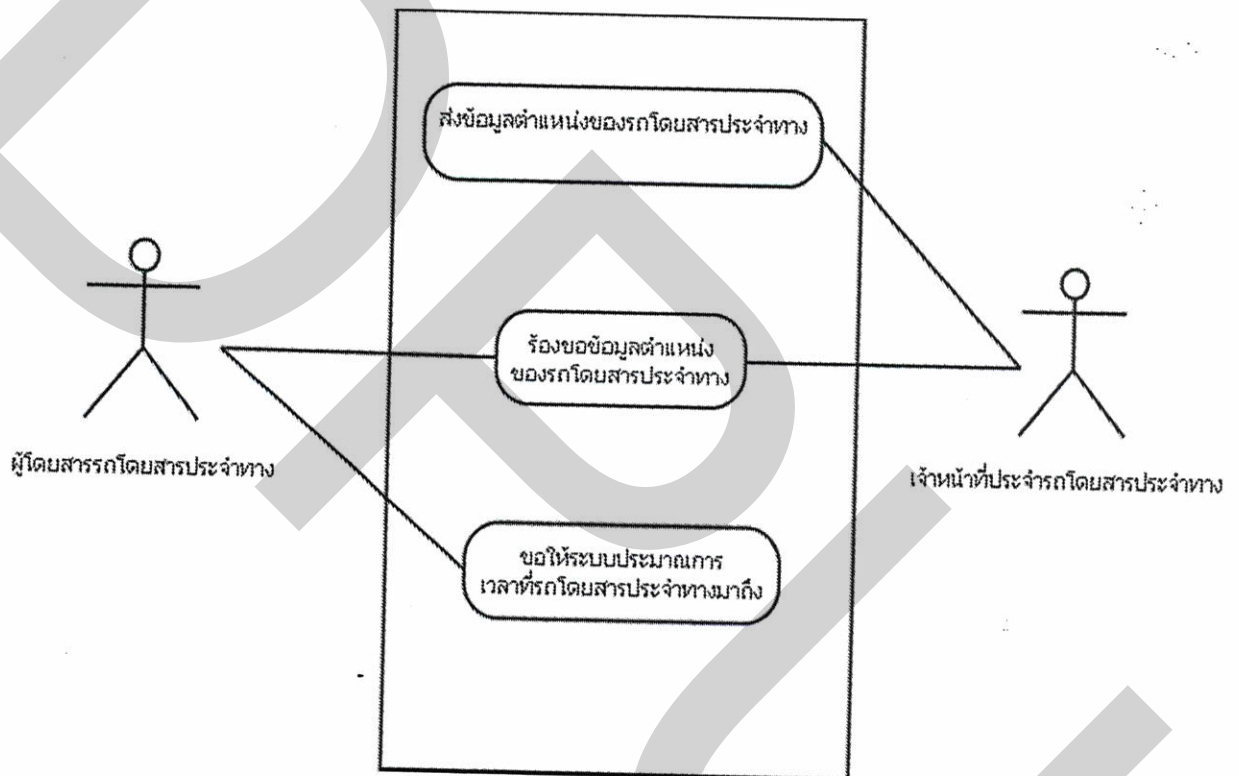
ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางจะได้รับข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร สายรถโดยสาร หมายเลขของรถโดยสาร ที่อยู่ของรถโดยสาร เวลาของตำแหน่งตามที่รถโดยสารเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของรถโดยสาร จากโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ แอนดรอยด์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเครื่องแม่ข่ายของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางจะนำข้อมูลดังกล่าวไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลและประมวลผลเป็นตำแหน่งบนแผนที่ พร้อมทั้งประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึง โดยผู้ใช้งานระบบสามารถเรียกดูแผนที่แสดงตำแหน่งรถโดยสารประจำทางได้จากเบราว์เซอร์ทั้งทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล



ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

### 3.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสต่อไปนี้จะแสดงการทำงานพื้นฐานของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอดโดยสารประจำทาง ซึ่งประกอบด้วย 3 ยูสเคส ได้แก่ ยูสเคสการส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง ยูสเคสการร้องขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง และยูสเคสการขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึง



ภาพที่ 3.2 แผนภาพยูสเคส



ตารางที่ 3.1 รายละเอียดคุณลักษณะการส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง

ยูสเคส	การส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
แอกเตอร์	เจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารประจำทาง
เป้าหมาย	เพื่อนำเข้าข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารประจำทางเปิดใช้งาน โปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำการส่งข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทาง</li> <li>2. โปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารโดยสารโดยสาร หมายเลขของรถโดยสาร เกี่ยวข้องรถโดยสาร เวลาของตำแหน่งตามที่รถโดยสารเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของรถโดยสารให้กับระบบ</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	ข้อมูลตำแหน่ง พร้อมทั้งข้อมูลอื่นๆ ของรถโดยสารประจำทางถูกร้องขอให้แสดงผลบนแผนที่ผ่านทางอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดคุณลักษณะการร้องขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง

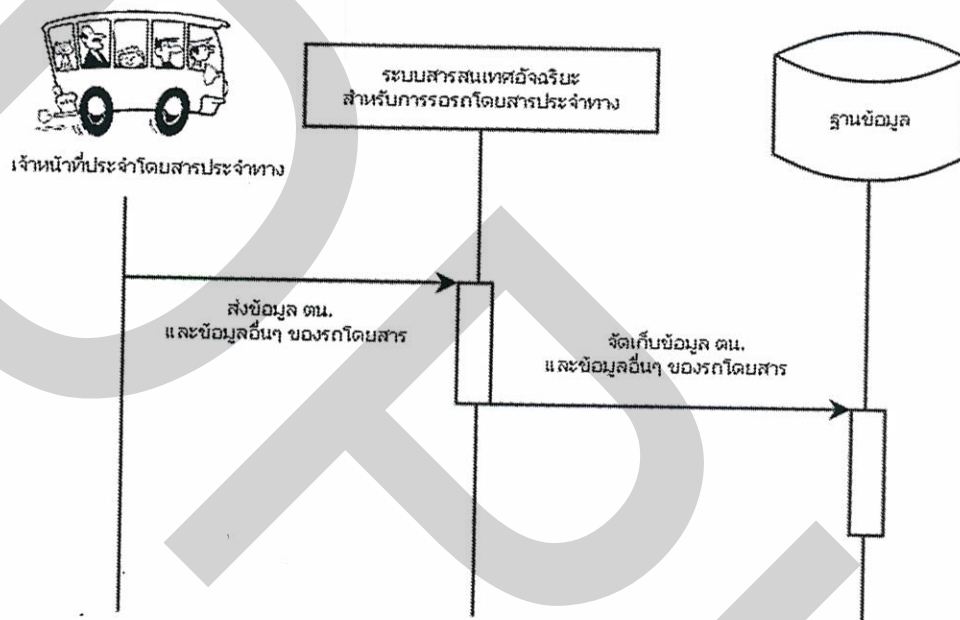
ยูสเคส	การร้องขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
แอกเตอร์	ผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง
เป้าหมาย	เพื่อขอให้ระบบแสดงผลข้อมูลตำแหน่ง พร้อมทั้งข้อมูลอื่นๆ ของรถโดยสารประจำทางบนแผนที่ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
เงื่อนไขก่อนหน้า	ข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางถูกส่งเข้าสู่ระบบ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้โดยสารรถโดยสารประจำทางร้องขอข้อมูลตำแหน่ง พร้อมทั้งข้อมูลอื่นๆ จากระบบ</li> <li>2. ระบบแสดงผลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางบนแผนที่ผ่านทางเว็บไซต์</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดคุณลักษณะการขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึง

ยูสเคส	การขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึง
แอกเตอร์	ผู้โดยสารรถโดยสารประจำทาง
เป้าหมาย	เพื่อขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึง
เงื่อนไขก่อนหน้า	ข้อมูลตำแหน่ง พร้อมทั้งข้อมูลอื่นๆ ของรถโดยสารประจำทางถูกส่งเข้าสู่ระบบ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้โดยสารรถโดยสารประจำทางขอให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึง</li> <li>2. ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึงผ่านทางเว็บไซต์</li> </ol>
เงื่อนไขภายหลัง	-

### 3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

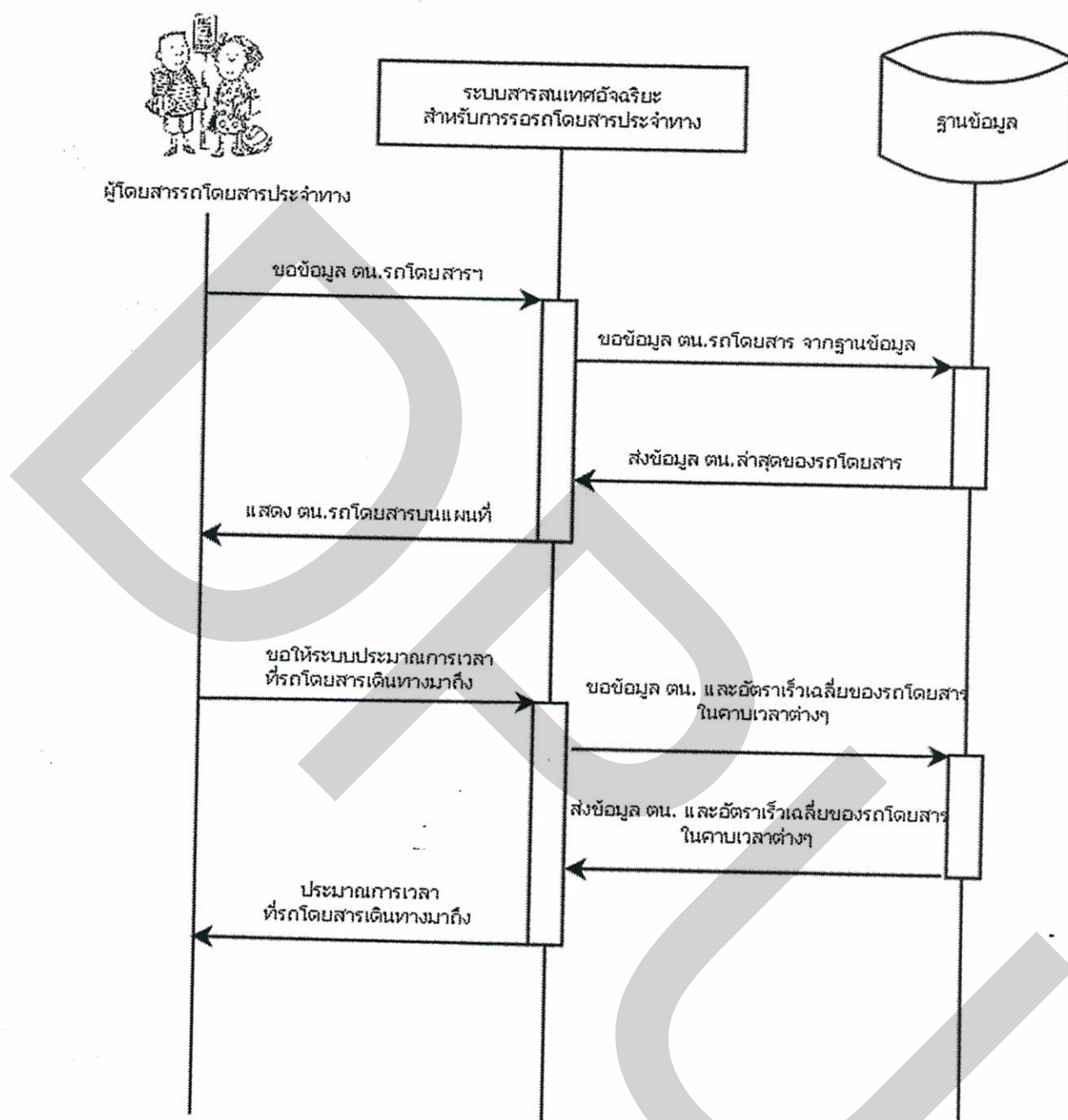
ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วย ครีมีฟิวเวอร์ 8.0.2 อีคลิปส์ 3.7.2 พร้อมโปรแกรมเสริมแอนดรอยด์ดีเวลลอปเปอร์ทูลส์ 20.0.1 แอนดรอยด์ซอฟต์แวร์ดีเวลลอปเม้นท์คิท 20.0.1 จาวา 6 พีเอชพี 5.2.17 และมายเอสคิวแอล 5.5.25a โดยการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถอธิบายได้โดยแผนภาพซีเควนซ์ดังรูป



ภาพที่ 3.3 การส่งข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลอื่นๆ ของรถโดยสารเข้าสู่ระบบ

เจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารประจำทางจะทำการเปิดโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อทำการส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร สายรถโดยสาร หมายเลขของรถโดยสาร ที่อยู่ของรถโดยสาร เวลาของตำแหน่งตามที่รถโดยสารเคลื่อนที่ และอัตราเร็วของรถโดยสาร โดยโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะส่งข้อมูลเป็นคาบเวลาโดยอัตโนมัติไปยังระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรถโดยสารประจำทาง หลังจากนั้นระบบจะทำการจัดเก็บไปยังฐานข้อมูล

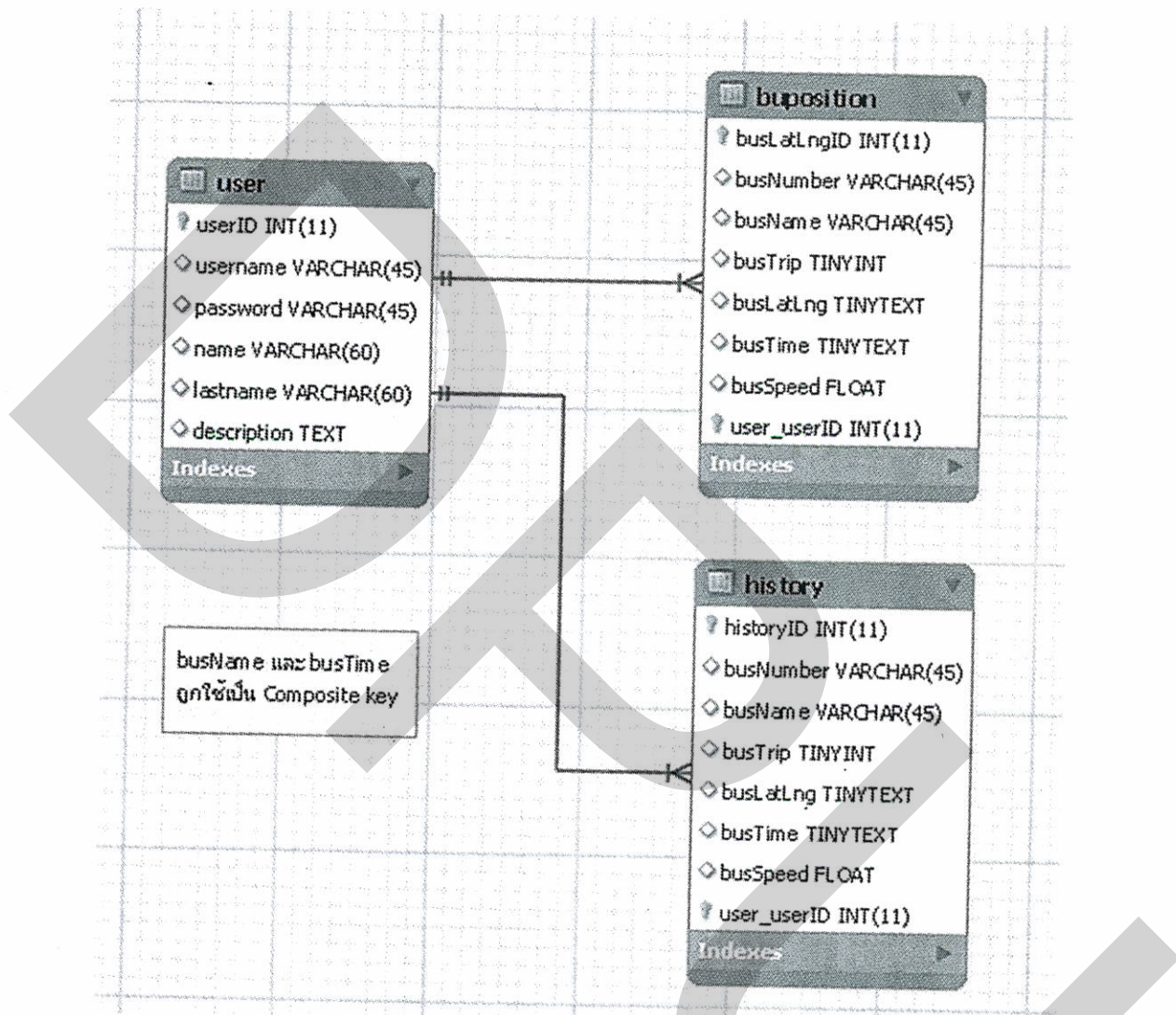




ภาพที่ 3.4 การขอข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร และการให้ระบบประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึง

สำหรับผู้โดยสารรถโดยสารประจำทางซึ่งอาจกำลังรอรถโดยสารที่ป้ายรถโดยสาร หรือทำภารกิจอยู่ในที่อื่นๆ เมื่อต้องการทราบตำแหน่งของรถโดยสารที่ต้องการจะใช้บริการ ก็สามารถเข้าสู่ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางเพื่อขอข้อมูล โดยสามารถเข้าใช้ผ่านเบราว์เซอร์ซึ่งใช้งานได้ทั้งทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จากนั้นระบบจะทำการค้นหาข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางสายที่ต้องการจาก ข้อมูลในคาบเวลาล่าสุดมาแสดงผลตำแหน่งบนแผนที่ให้กับผู้โดยสารที่รอรถโดยสารประจำทาง พร้อมทั้งประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึง เพื่อให้ผู้โดยสารรถโดยสาร ประจำทางสามารถตัดสินใจเลือกใช้บริการรถโดยสาร หรือทำภารกิจอื่นๆ ไปก่อน

### 3.4 แผนภาพอีอาร์ (Entity Relationship Diagram)



ภาพที่ 3.5 แผนภาพอีอาร์ของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอดโดยสารประจำทาง

แผนภาพอีอาร์ของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอดโดยสารประจำทาง แสดงตารางที่ใช้ทำการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ตาราง user ตาราง busposition และ ตาราง history โดยในแต่ละตารางมีรายละเอียดและเขตข้อมูล ดังต่อไปนี้



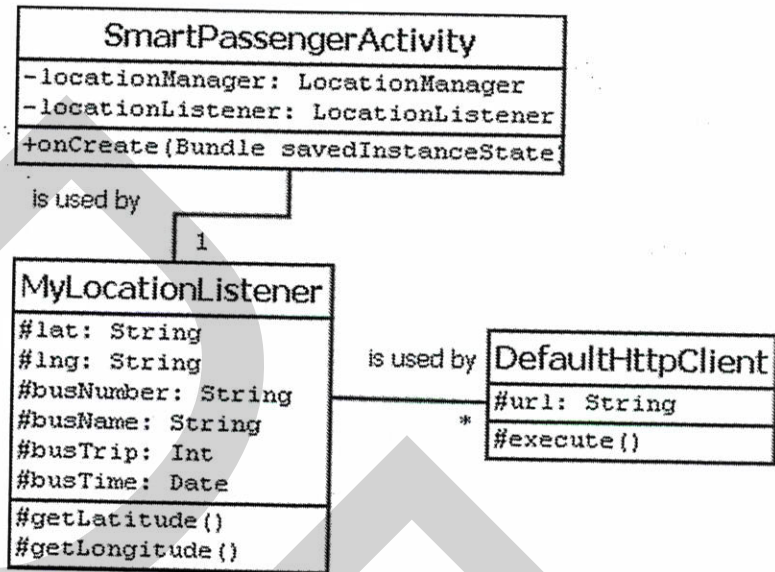
3.4.1 ตาราง user ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน มีเขตข้อมูลดังนี้ userID เป็นคีย์หลัก username (บัญชีผู้ใช้งาน) password (รหัสผ่าน) name (ชื่อผู้ใช้งาน) lastname (นามสกุลผู้ใช้งาน) และ description (รายละเอียดของเจ้าหน้าที่ประจำรถโดยสารประจำทาง)

3.4.2 ตาราง busposition ทำหน้าที่เก็บข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาล่าสุด มีเขตข้อมูลดังนี้ busLatLngID เป็นคีย์หลัก busNumber (หมายเลขสายรถโดยสารประจำทาง) busTrip (เที่ยวของรถ) busName (หมายเลขเฉพาะของรถโดยสารประจำทางแต่ละคัน) busLatLng (พิกัดของรถโดยสารประจำทาง) busTime (เวลาของรถโดยสารประจำทาง ณ ตอนส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง) และ userID เป็นคีย์นอก

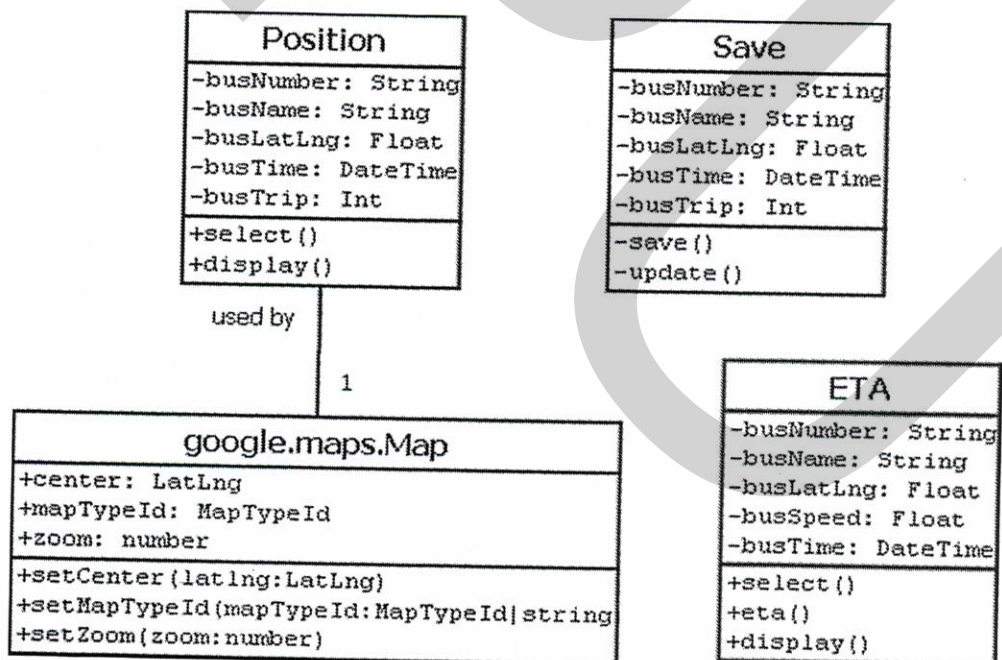
3.4.3 ตาราง history ทำหน้าที่เก็บข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางทั้งหมด มีเขตข้อมูลดังนี้ historyID เป็นคีย์หลัก busLatLngID (พิกัดของรถโดยสารประจำทาง) busNumber (หมายเลขสายรถโดยสารประจำทาง) busName (หมายเลขเฉพาะของรถโดยสารประจำทางแต่ละคัน) busTrip (เที่ยวของรถ) busLatLng (พิกัดของรถโดยสารประจำทาง) busTime (เวลาของรถโดยสารประจำทาง ณ ตอนส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง) และ userID เป็นคีย์นอก

สำหรับการที่ต้องทำการแยกเก็บตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางเป็นตาราง busposition และ ตาราง history นั้น เนื่องจาก ตาราง busposition จะถูกใช้จัดเก็บตำแหน่งปัจจุบันของรถโดยสารประจำทางเท่านั้น (Update) ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารทุกๆ ระยะที่รถโดยสารเคลื่อนที่ผ่าน (Insert) เพื่อให้การแสดงผลข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางทำได้อย่างรวดเร็ว จากการที่ระบบฐานข้อมูลไม่ต้องค้นหาข้อมูลในปริมาณมาก ส่วน ตาราง history จะใช้ในการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้โดยสาร และใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

## 3.5 แผนภาพคลาส (Class diagram)



ภาพที่ 3.6 แผนภาพคลาสของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง  
ในส่วนของโทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 3.7 แผนภาพคลาสของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง  
ในส่วนของเว็บไซต์



ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของคลาส SmartPassengerActivity

<b>Name</b>	SmartPassengerActivity
<b>Description</b>	ทำหน้าที่เป็นส่วนกิจกรรมหลักของระบบ ทำการควบคุมและรอรับข้อมูลตำแหน่งพิกัดจากอุปกรณ์จีพีเอส

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
-locationManager	LocationManager	ทำการควบคุมอุปกรณ์จีพีเอส
-locationListener	LocationListener	ทำหน้าที่รอรับข้อมูลตำแหน่งพิกัดจากอุปกรณ์จีพีเอส

#### Methods

Method Signature	Description
+onCreate(Bundle savedInstanceState)	สร้างส่วนกิจกรรมหลักของระบบ

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
MyLocationListener	Association	

คลาสนี้จะทำหน้าที่ในการสร้างส่วนกิจกรรมหลักของระบบสารสนเทศในโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลคลาสที่เกี่ยวข้องซึ่งทำงานอยู่ภายใต้ทั้งหมด



ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของคลาส MyLocationListener

<b>Name</b>	MyLocationListener
<b>Description</b>	ทำการควบคุมและร้องขอข้อมูลจากอุปกรณ์จีพีเอส

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
#lat	Float	ค่าละติจูด
#lng	Float	ค่า ลองจิจูด
#busNumber	String	หมายเลขของรถโดยสารประจำทาง
#busTrip	Int	เที่ยวของรถโดยสารประจำทาง
#busName	String	สายของรถโดยสารประจำทาง
#busTime	Date	เวลาที่รถโดยสารประจำทางส่งพิกัดตำแหน่ง

#### Methods

Method Signature	Description
#getLatitude()	รับค่าละติจูด
#getLongitude()	รับค่าลองจิจูด

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
SmartPassengerActivity	Association	
DefaultHttpClient	Association	

คลาสนี้ทำหน้าที่ควบคุมและรับค่าพิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์จีพีเอส โดยจะรออยู่ไม่ทำงาน ถ้าวางโดยสารประจำทางไม่มีการเคลื่อนที่ และเมื่อรถโดยสารประจำทางเคลื่อนที่ก็จะทำงานและสั่งให้คลาส DefaultHttpClient ทำงานด้วย

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของคลาส DefaultHttpClient

<b>Name</b>	DefaultHttpClient
<b>Description</b>	ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นยังเครื่องแม่ข่ายของระบบสารสนเทศ

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
#url	String	ค่ายูอาร์แอล (URL : Uniform Resource Locator)

#### Methods

Method Signature	Description
#Execute()	ส่งข้อมูลด้วยวิธีเอชทีทีพี

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
MyLocationListener	Association	

คลาสนี้จะทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางเพื่อทำการจัดเก็บในฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของคลาส Position

<b>Name</b>	Position
<b>Description</b>	ทำหน้าที่แสดงผลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางผ่านเว็บไซต์

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
-busNumber	String	หมายเลขของรถโดยสารประจำทาง
-busName	String	สายรถโดยสารประจำทาง
-busLatLng	Float	ค่าพิกัดตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
-busTime	DateTime	ค่าเวลาที่รถโดยสารประจำทางส่งพิกัด
-busTrip	Int	เที่ยวของรถโดยสารประจำทาง

#### Methods

Method Signature	Description
+select()	เรียกข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล
+display()	แสดงตำแหน่งรถโดยสารประจำทางบนแผนที่ผ่านทางเว็บไซต์

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
google.maps.Map	Association	

คลาสนี้จะทำหน้าที่แสดงผลหน้าเว็บไซต์ของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรถโดยสารประจำทาง โดยจะทำการจัดเตรียมข้อมูลต่างๆ และควบคุมการแสดงผลแผนที่ให้เป็นไปตามต้องการ



ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของคลาส google.maps.Map

<b>Name</b>	google.maps.Map
<b>Description</b>	ทำหน้าที่ประมวลผลแผนที่เพื่อแสดงผลทางเว็บไซต์

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
+center	LatLng	ค่าพิกัดกึ่งกลางของแผนที่
+mapTypeId	MapTypeId	ชนิดของแผนที่ที่ทำการแสดงผล
+zoom	number	ขนาดของแผนที่

#### Methods

Method Signature	Description
+setCenter(latlng:LatLng)	ตั้งค่าจุดกึ่งกลางของแผนที่
+setMapTypeId(mapTypeId:MapTypeId string)	ตั้งค่าชนิดของแผนที่ที่เลือกใช้
+setZoom(zoom:number)	ตั้งค่าขนาดของแผนที่

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
Position	Association	

คลาสนี้จะทำการประมวลผลข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งที่ได้รับจากฐานข้อมูล และทำการแสดงผลแผนที่แสดงตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางตามที่ผู้ใช้งานงานร้องขอ

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของคลาส Save

<b>Name</b>	Save
<b>Description</b>	จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
-busNumber	String	หมายเลขของรถโดยสารประจำทาง
-busName	String	สายรถโดยสารประจำทาง
-busLatLng	Float	ค่าพิกัดตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
-busTime	DateTime	ค่าเวลาที่รถโดยสารประจำทางส่งพิกัด
-busTrip	Int	เที่ยวของรถโดยสารประจำทาง

#### Methods

Method Signature	Description
-save()	จัดเก็บตำแหน่งพิกัดและค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล
-update()	ปรับปรุงค่าตำแหน่งพิกัด และค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบฐานข้อมูล

#### Relationships

Class Name	Type of Relationship	Comments
-		

คลาสนี้จะทำการบันทึกหรือปรับปรุงข้อมูลต่างๆ ของรถโดยสารประจำทางตามที่ได้รับจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของคลาส ETA

<b>Name</b>	ETA
<b>Description</b>	ประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้โดยสาร

#### Attributes

Name of Attribute	Data Type	Description
-busNumber	String	หมายเลขของรถโดยสารประจำทาง
-busName	String	สายรถโดยสารประจำทาง
-busLatLng	Float	ค่าพิกัดตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง
-busSpeed	Float	อัตราเร็วของรถโดยสารประจำทาง
-busTime	DateTime	ค่าเวลาที่รถโดยสารประจำทางส่งพิกัด

#### Methods

Method Signature	Description
+select()	เรียกข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล
+eta()	ประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้โดยสาร
+display()	แสดงรายละเอียด และเวลาประมาณการ

#### Relationships

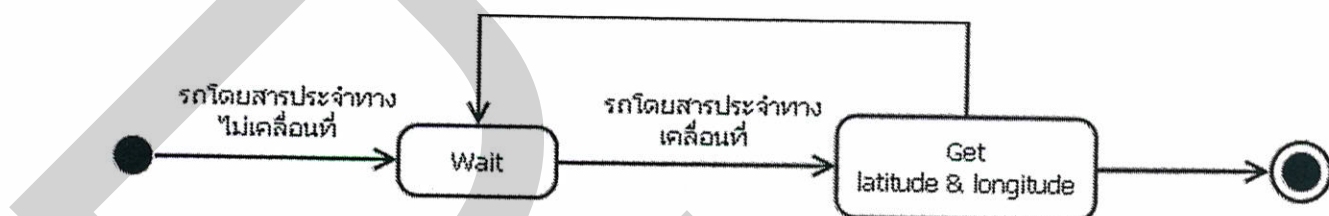
Class Name	Type of Relationship	Comments
-		

คลาสนี้จะทำการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้โดยสาร พร้อมให้ข้อมูลรายละเอียดการเดินทางอื่นๆ ของรถโดยสารประจำทาง



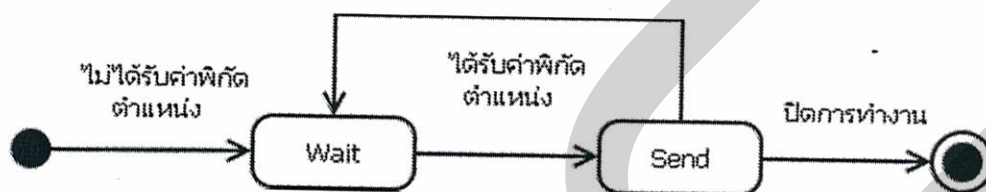
### 3.6 แผนภาพสแตตชาร์ต (Statechart Diagram)

แผนภาพสแตตชาร์ต คือ แผนภาพที่แสดงพฤติกรรมของคลาสต่างๆ ที่อยู่ในระบบว่ามีสถานะอะไรได้บ้างและจะเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อใด สำหรับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสาร ประจำทางสามารถแสดงแผนภาพสแตตชาร์ตได้ ดังนี้



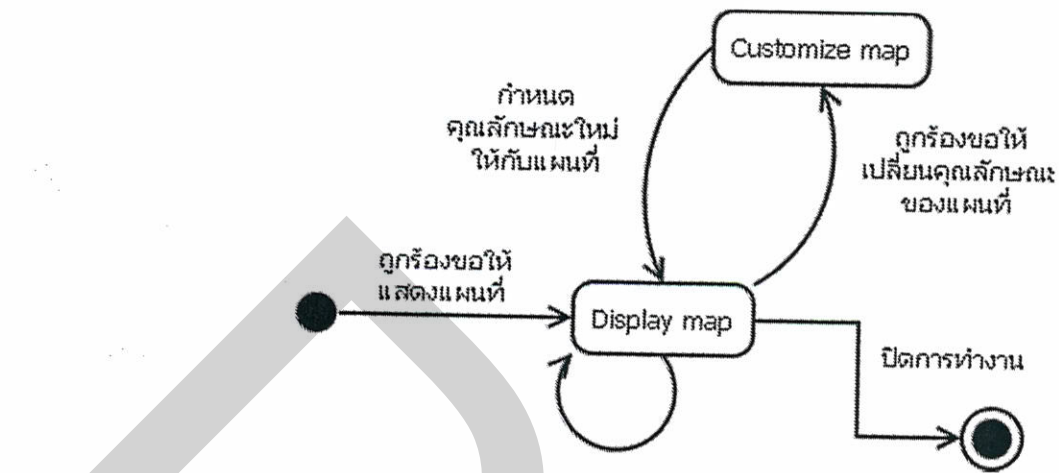
ภาพที่ 3.8 แผนภาพสแตตชาร์ตของคลาส MyLocationListener

คลาส MyLocationListener จะรออยู่ในสถานะ Wait เมื่อรถโดยสารประจำทางไม่เคลื่อนที่ และเมื่อรถโดยสารประจำทางทางเคลื่อนที่ที่คลาส MyLocationListener จะอยู่ในสถานะทำการเก็บค่าละติจูดและค่าลองจิจูด โดยคลาสนี้จะทำงานวนซ้ำในกรณีทั้งรถโดยสารประจำทางเคลื่อนที่และไม่เคลื่อนที่จนกว่าระบบจะหยุดการทำงาน



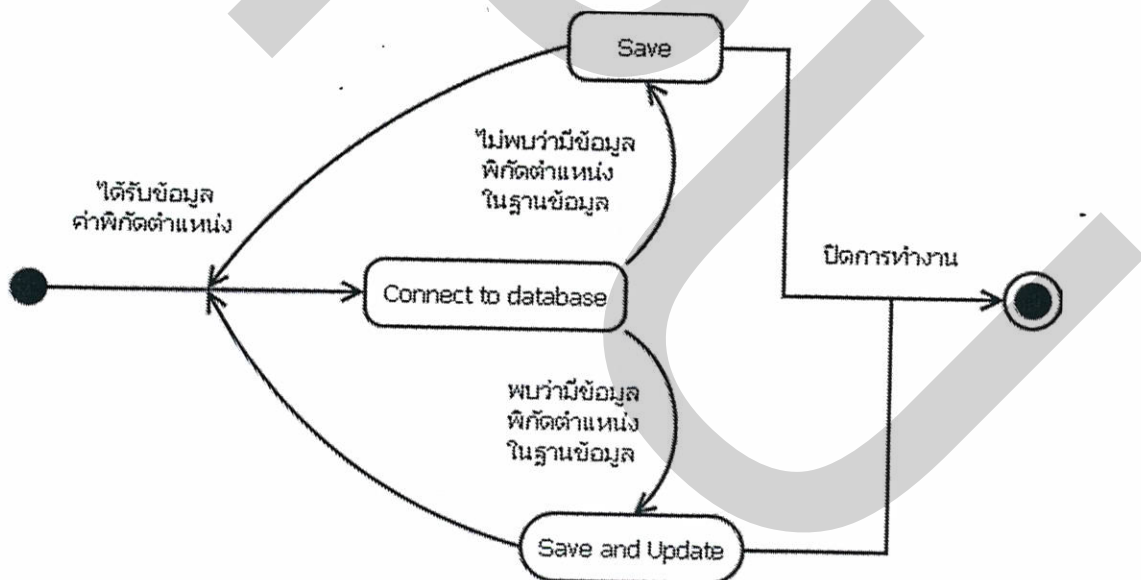
ภาพที่ 3.9 แผนภาพสแตตชาร์ตของคลาส DefaultHttpClient

คลาส DefaultHttpClient จะรออยู่ในสถานะ Wait เมื่อไม่ได้รับค่าพิกัดตำแหน่ง โดยเมื่อได้รับค่าพิกัดตำแหน่งจะอยู่ในสถานะทำการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลของระบบ และจะทำงานวนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าระบบจะหยุดการทำงาน



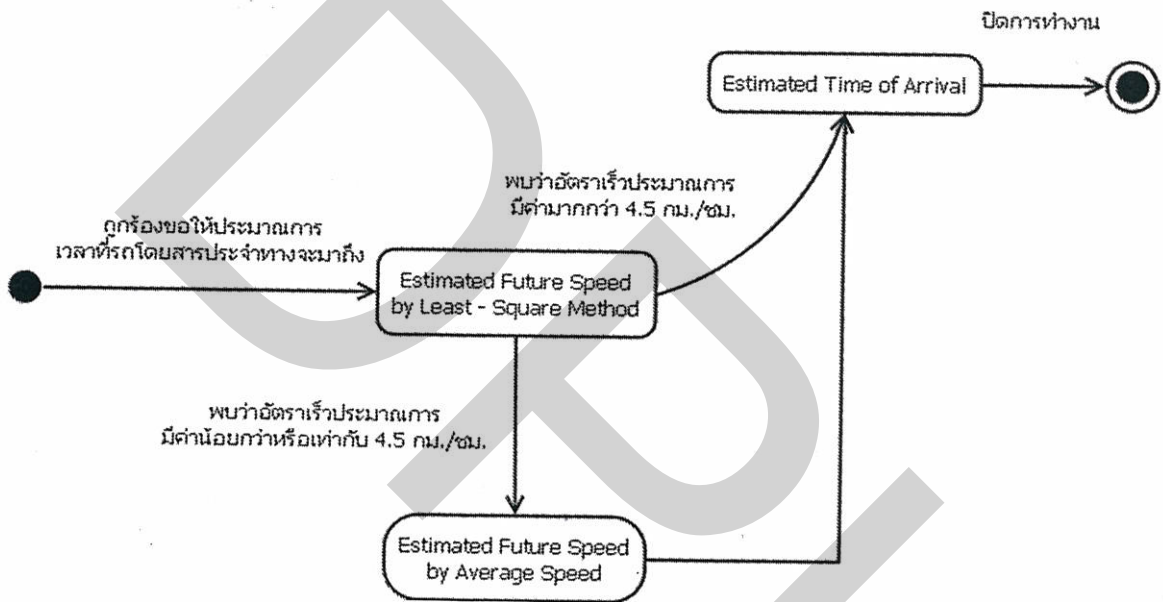
ภาพที่ 3.10 แผนภาพสแตตชาร์ตของคลาส google.maps.Map

คลาส google.maps.Map จะอยู่ในสถานะแสดงผลแผนที่เมื่อถูกร้องขอให้แสดงผล และจะอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนคุณลักษณะต่างๆ ของแผนที่ เช่น ขนาด ชนิด หรือจุดกึ่งกลางของแผนที่เมื่อถูกร้องขอให้ทำการเปลี่ยนคุณลักษณะ และจะทำงานวนซ้ำจนกว่าจะปิดการทำงาน



ภาพที่ 3.11 แผนภาพสแตตชาร์ตของคลาส Save

คลาส Save จะอยู่ในสถานะสร้างการติดต่อกับฐานข้อมูลของระบบ และจะทำการตรวจสอบว่ามีข้อมูลของรถโดยสารประจำทางคันดังกล่าวอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีจะทำการบันทึกข้อมูลของรถโดยสารประจำทางคันดังกล่าวให้กับตาราง history และตาราง busposition ส่วนถ้ามีข้อมูลของรถโดยสารประจำทางคันดังกล่าวอยู่แล้วจะทำการบันทึกข้อมูลของรถโดยสารประจำทางคันดังกล่าวให้กับตาราง history แต่ปรับปรุงข้อมูลให้กับตาราง busposition

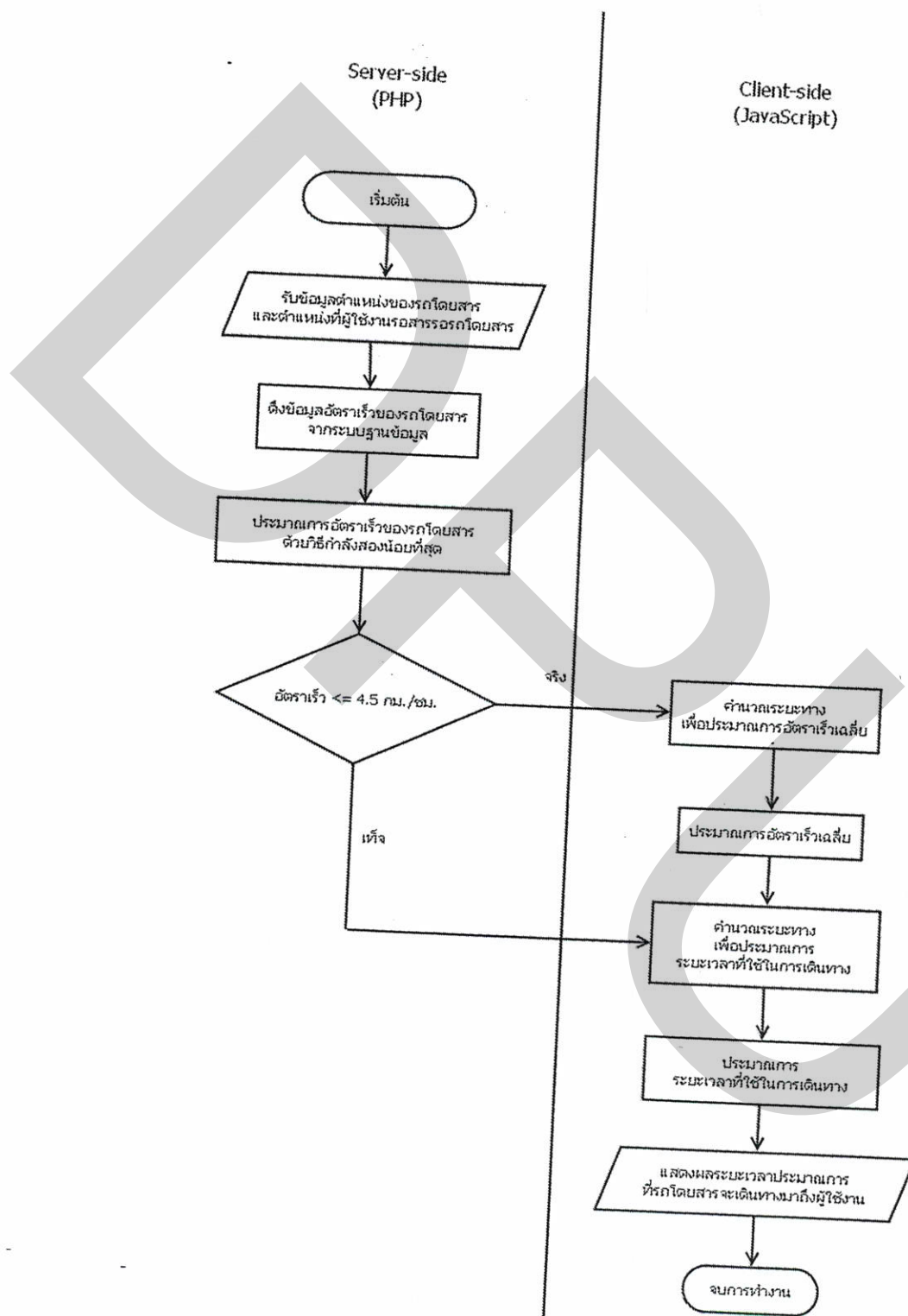


ภาพที่ 3.12 แผนภาพสแตตชาร์ตของคลาส ETA

คลาส ETA จะอยู่ในสถานะประมาณการอัตราเร็วเมื่อถูกร้องขอให้ประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะเดินทางมาถึง ถ้าประมาณการอัตราเร็วได้มากกว่า 4.5 กม./ชม. จะเปลี่ยนสถานะไปทำการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะมาถึง แต่ถ้าประมาณการอัตราเร็วได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 กม./ชม. จะเปลี่ยนไปทำการประมาณการอัตราเร็วด้วยวิธีการหาอัตราเร็วเฉลี่ยก่อนแล้วจึงไปประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะมาถึง



### 3.7 ฟังงาน (Flowchart) แสดงการทำงานของระบบในส่วนเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย



ภาพที่ 3.13 ฟังงานแสดงการทำงานของระบบในส่วนเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย

ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางจะแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกอยู่ที่เครื่องแม่ข่ายจะทำการประมวลผลอัตราเร็วของรถโดยสารด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และส่วนที่สองอยู่ที่เครื่องลูกข่ายจะทำการประมวลผลที่เบราว์เซอร์ โดยจะคำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยสำหรับกรณีที่ประมวลผลอัตราเร็วของรถโดยสารด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแล้วได้อัตราเร็วน้อยกว่า 4.5 กม./ชม. ทำการประมวลผลระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง พร้อมทั้งประมาณการระยะเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน โดยการแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน มีเป้าหมายเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องแม่ข่าย และทำให้การทำงานของระบบโดยรวมมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

## บทที่ 4 ผลการวิจัย

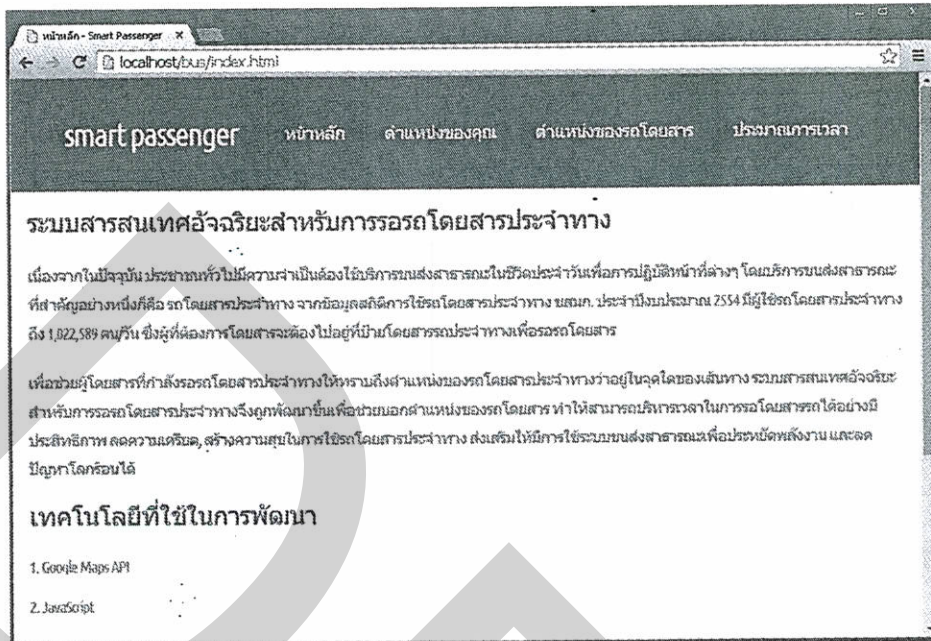
ในการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานระบบสารสนเทศ ในแง่มุมต่างๆ เพื่อทราบถึงข้อจำกัด และประเด็นในการพัฒนาเพิ่มเติม อันจะให้เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานจริงของผู้ใช้งานต่อไป โดยมีรายละเอียดการวิจัย และทดลองใน 6 ส่วน ได้แก่ การออกแบบหน้าจอการทำงาน การออกแบบหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ สภาพแวดล้อมในการทดลอง ขั้นตอนการทดสอบระบบ การพิจารณาความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบเปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง และการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน

### 4.1 การออกแบบหน้าจอการทำงาน

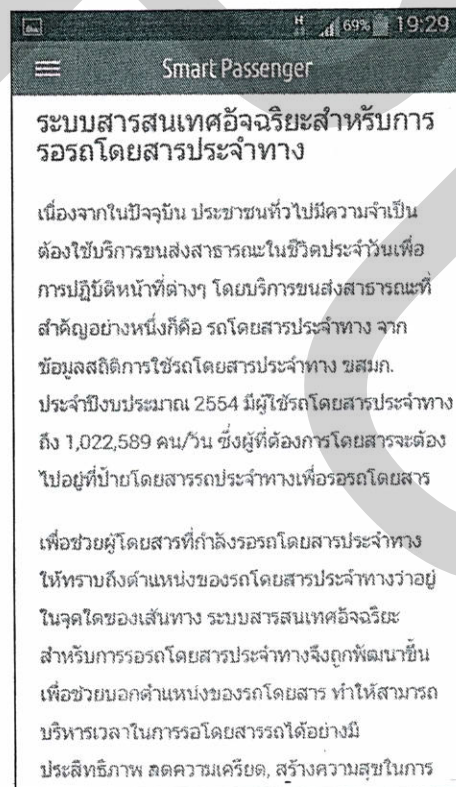
ในการออกแบบหน้าจอการทำงานของระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงประโยชน์ในการใช้งาน ความเป็นมิตรกับผู้ใช้ และความสามารถในการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ ทั้งในรูปแบบหน้าจอปกติ และรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการให้บริการจากที่ไหน และเวลาใดก็ได้ตามต้องการ

#### 4.1.1 หน้าหลัก

แสดงข้อมูลทั่วไปของระบบ และเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง

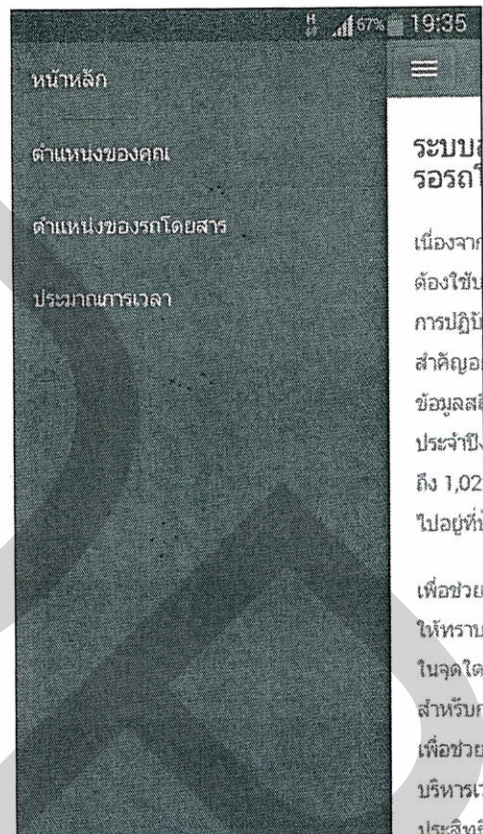


ภาพที่ 4.1 หน้าหลักในรูปแบบหน้าจอปกติ



ภาพที่ 4.2 หน้าหลักในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

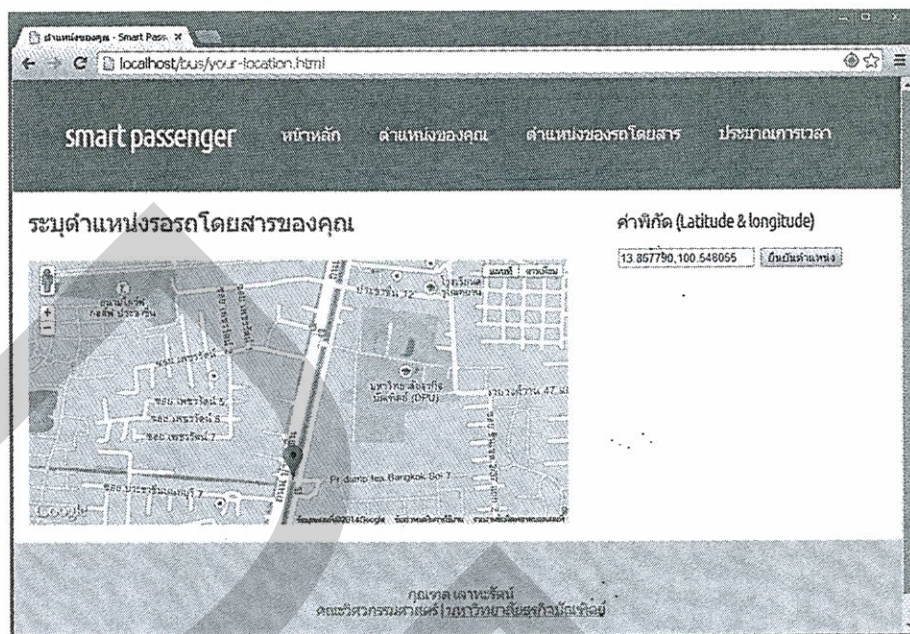




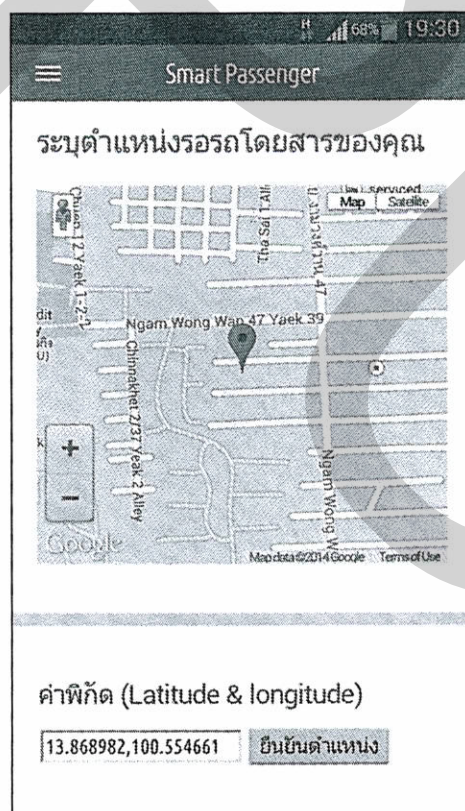
ภาพที่ 4.3 เมนูในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

#### 4.1.2 หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งาน

หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานจะทำงานด้วยการเข้าถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานโดยอัตโนมัติ ด้วยเทคนิคจีโอโลเคชัน (Geolocation) ของเอชทีเอ็มแอล 5 หลังจากการอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลตำแหน่ง จะทำการแสดงเครื่องหมายลงบนแผนที่ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกที่จะยืนยันตำแหน่ง หรือลากเครื่องหมายเพื่อกำหนดตำแหน่งของตนเองบนแผนที่ด้วยตนเองก็ได้



ภาพที่ 4.4 หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอปกติ



ภาพที่ 4.5 หน้าแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่



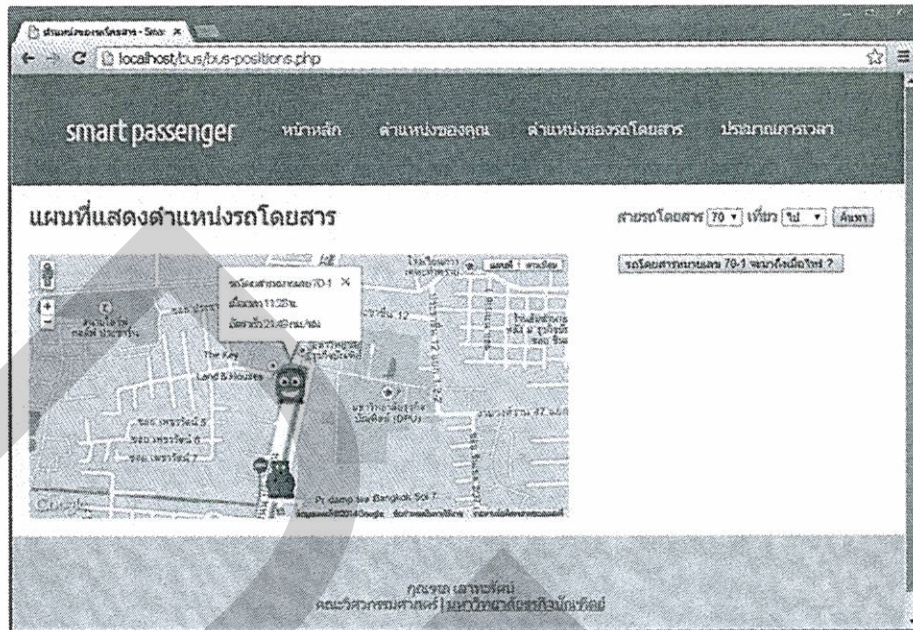
#### 4.1.3 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสาร

หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารจะแสดงตำแหน่งของรถโดยสารบนแผนที่ตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานค้นหา พร้อมกับแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งาน โดยจะแสดงสัญลักษณ์ (icon) รถโดยสารแทนตำแหน่งรถโดยสาร และสัญลักษณ์แทนตำแหน่งผู้ใช้งาน

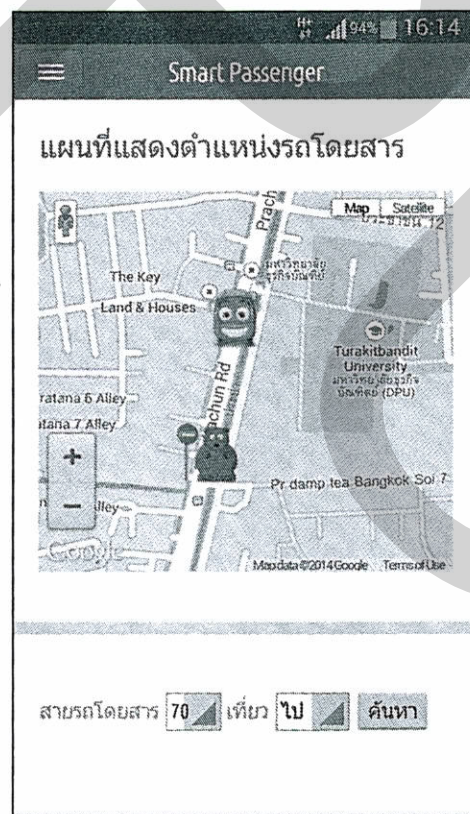
โดยผู้ใช้งานสามารถคลิกที่สัญลักษณ์รถโดยสารเพื่อให้เห็นข้อมูลหมายเลขประจำรถโดยสาร เวลาที่รถโดยสารส่งตำแหน่งให้กับระบบล่าสุด และความเร็วของรถโดยสารในขณะนั้น ซึ่งหลังจากการคลิกที่สัญลักษณ์รถโดยสารจะปรากฏปุ่มให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการประมาณการเวลาที่รถโดยสารมาถึงอีกด้วย



ภาพที่ 4.6 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอปกติ

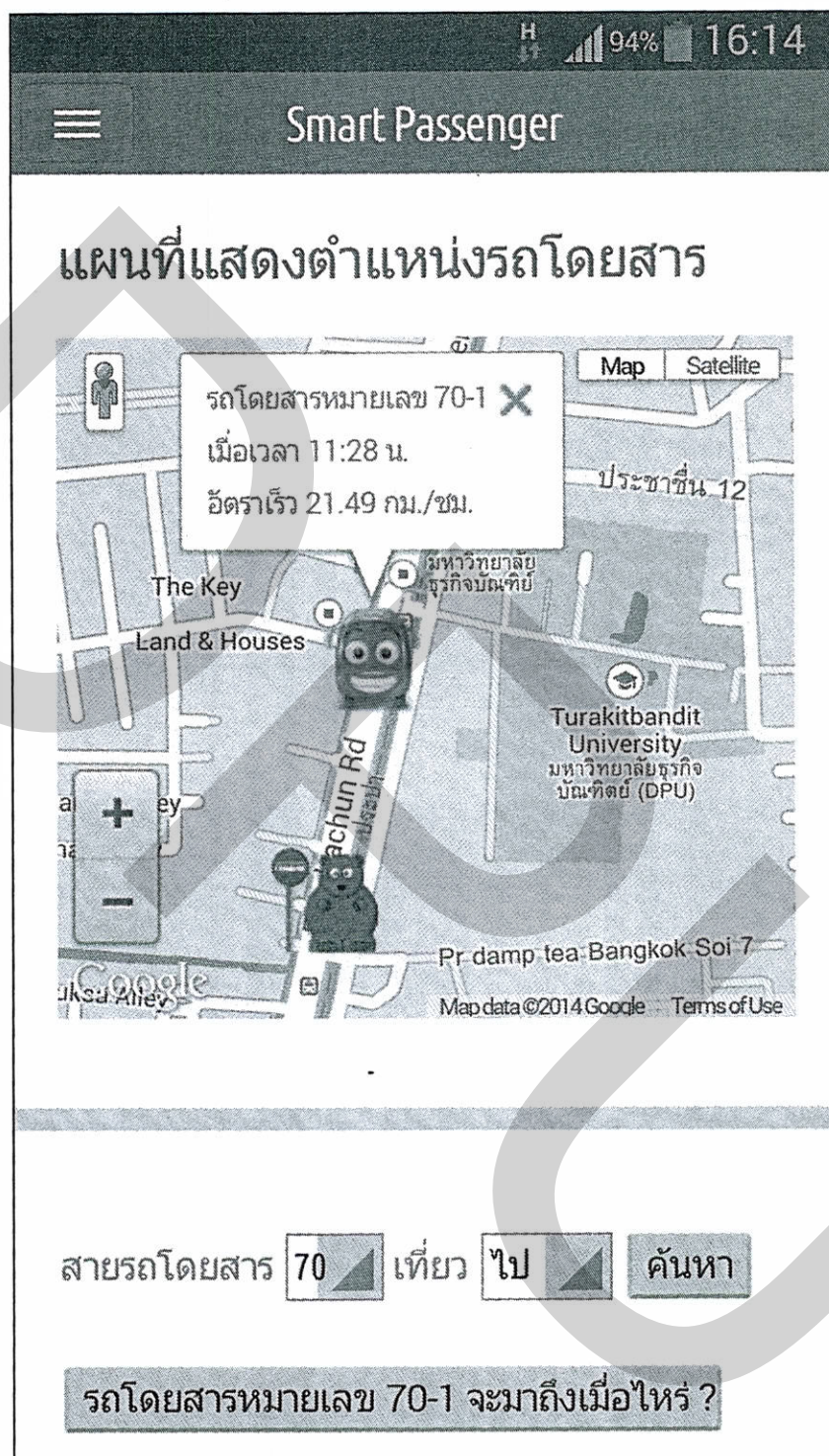


ภาพที่ 4.7 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอปกติ เมื่อคลิกที่สัญลักษณ์รถโดยสาร



ภาพที่ 4.8 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

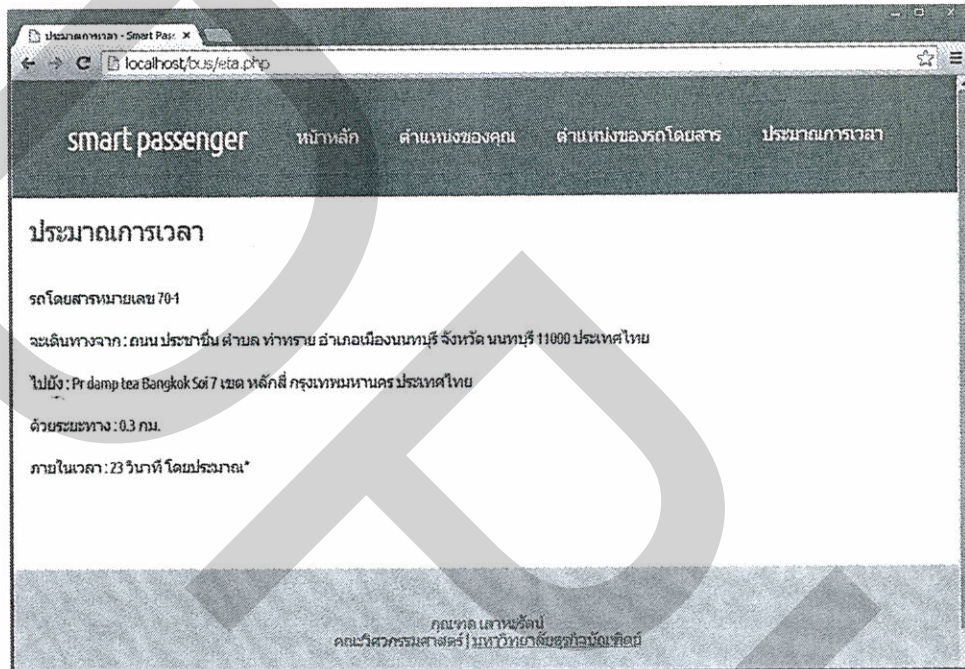




ภาพที่ 4.9 หน้าแสดงตำแหน่งของรถโดยสารในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อคลิกที่สัญลักษณ์รถโดยสาร

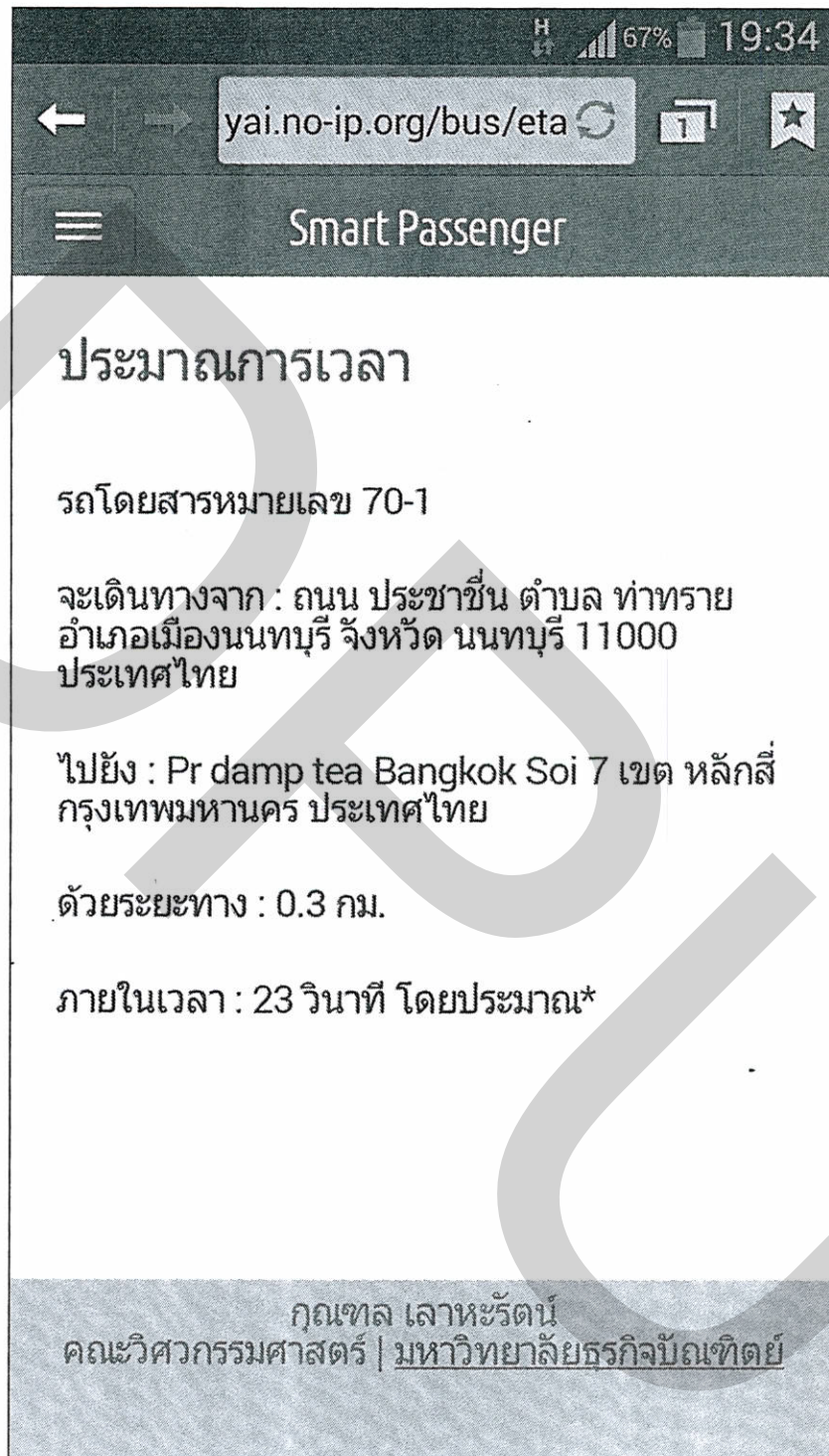
#### 4.1.4 หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งาน

หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานจะทำการประมาณเวลาที่รถโดยสารมาถึงให้กับผู้ใช้งาน ให้ข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสาร ให้ข้อมูลตำแหน่งของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งระยะทางที่รถโดยสารเดินทาง เพื่อให้ผู้ใช้ประกอบในการตัดสินใจของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 4.10 หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอปกติ

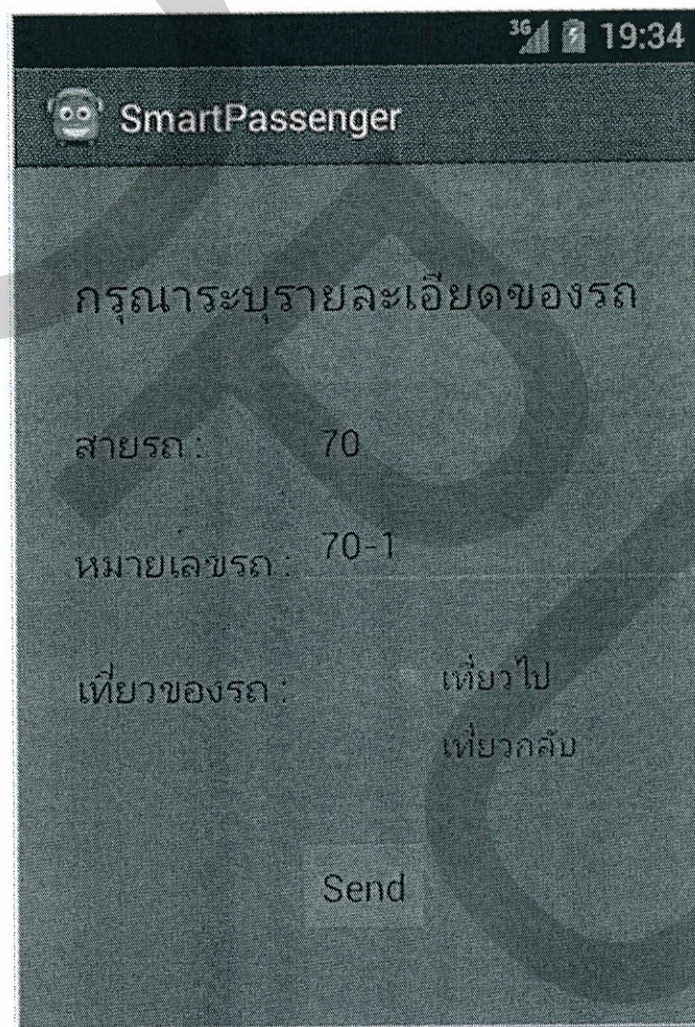




ภาพที่ 4.11 หน้าประมาณการเวลาที่รถโดยสารจะมาถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานในรูปแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

#### 4.2 การออกแบบหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่

การออกแบบหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นการออกแบบหน้าจอสำหรับการระบุรายละเอียดของรถโดยสารประจำทาง ก่อนที่โปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการส่งข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ให้กับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางเป็นคาบเวลาโดยอัตโนมัติต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีลักษณะเรียบง่าย และเกิดภาระงานที่น้อยที่สุดต่อโทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 4.12 หน้าจอระบุรายละเอียดรถโดยสารประจำทาง



### 4.3 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

ในการออกแบบสภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 ฮาร์ดแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางความเร็ว 2.20 GHz และมีแรม 4 GB
2. โทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ ยี่ห้อซัมซุง กาแล็คซี่

#### 4.3.2 ซอฟต์แวร์

1. โทรศัพท์เคลื่อนที่ แอนดรอยด์ เวอร์ชันด จีไอซ์
2. อีคลิปส์ 3.7.2
3. โปรแกรมแอนดรอยด์ดีเวลลอปเปอร์ทูลส์ 20.0.1
4. โปรแกรมแอนดรอยด์ซอฟต์แวร์ดีเวลลอปเมนต์ 20.0.1
5. จาวา 6
6. ภาษาพีเอชพี 5.2.17
7. มายเอสคิวแอล 5.5.25a

#### 4.3.3 การเดินทาง

1. รถโดยสารประจำทางสาย 70 สนามหลวง
2. รถยนต์ส่วนบุคคล

#### 4.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบ

ขั้นตอนในการทดสอบระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.4.1 สำรวจเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางสาย 70 สนามหลวง ทั้งทางการเดินทางจริง และทางระบบอินเตอร์เน็ต

4.4.2 ติดตั้งระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

4.4.3 ตั้งค่าไดนามิกส์โดเมนเนมซิสเต็ม (Dynamic Domain Name System) ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อให้สามารถทำหน้าที่ทดแทนเครื่องแม่ข่ายได้อย่างสมบูรณ์

4.4.4 ติดตั้งระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์

4.4.5 เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง/รถยนต์ส่วนบุคคล ตามเส้นทางของรถโดยสารประจำทางสาย 70

4.4.6 เปิดระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางในโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ระหว่างการเดินทาง เพื่อทำการส่งข้อมูลการเดินทางให้กับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางส่วนเครื่องแม่ข่าย

4.4.7 รวบรวมและสรุปผลการทดลอง

#### 4.5 การพิจารณาความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ เปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง

ในช่วงแรกของการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง ผู้วิจัยได้ทำการแสดงผล/ปรับปรุงข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารบนหน้าจอเว็บไซต์ของระบบด้วยวิธีการส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการเรียกแสดงหน้าจอระบบใหม่ (refresh) โดยอัตโนมัติ ทุกๆ 22 วินาที เนื่องจากข้อมูลอัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางในกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2555 มีอัตราเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 16.3 กม./ชม. และ 16.5 กม./ชม. ตามลำดับ<sup>1</sup> โดยถ้าปรับปรุงข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางทุกๆ 22 วินาที นั้นหมายถึงว่าระบบจะได้รับข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางที่เคลื่อนไปทุกๆ 100 เมตร โดยประมาณ

ซึ่งในการเคลื่อนที่ของรถโดยสารประจำทาง ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางในส่วนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลตำแหน่งของรถโดยสารอัตราเร็ว พร้อมกับเวลาปัจจุบัน ณ ตำแหน่งดังกล่าว เป็นต้น ให้กับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางฝั่งเครื่องแม่ข่ายเพื่อที่จะแสดงผลให้กับผู้ใช้ โดยก่อนที่จะแสดงผลให้ผู้ใช้งานได้นั้น ข้อมูลต่างๆ ต้องผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การจัดเก็บข้อมูลลงระบบฐานข้อมูลการประมวลผลเพื่อแสดงผลของระบบสารสนเทศ และการแสดงหน้าจอเว็บไซต์ของระบบใหม่โดยอัตโนมัติเพื่อปรับปรุงข้อมูล ซึ่งเป็นผลให้เกิดความล่าช้าในการแสดงผลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางผ่านทางระบบสารสนเทศ ซึ่งทางผู้วิจัย เห็นควรทำการทดลอง เพื่อทราบถึงเวลาการแสดงผลที่ล่าช้าจากกระบวนการทำงาน โดยเฉลี่ย เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อพัฒนา และการใช้ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางให้กับผู้ใช้งานต่อไป

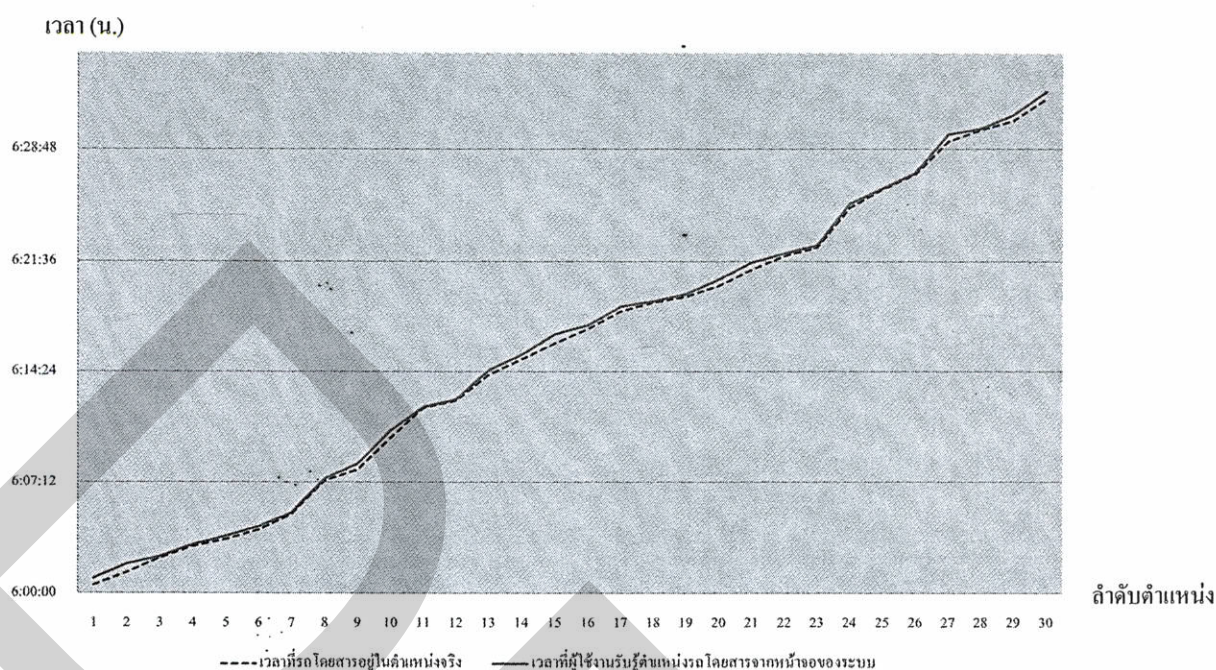
และเมื่อพิจารณาผลการทดลองแสดงความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ เปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง พบว่าผู้ใช้งานจะได้รับข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากระบบสารสนเทศล่าช้าจากกระบวนการทำงานโดยเฉลี่ย 15 วินาที เมื่อระบบส่งข้อมูลตำแหน่งรถโดยสารประจำทางและการเรียกแสดงหน้าจอระบบใหม่โดยอัตโนมัติ ทุกๆ 22 วินาที โดยสามารถพิจารณาได้จากตารางและกราฟ ดังต่อไปนี้

<sup>1</sup>เคลินิวส์. (2555). ปี 55 รถวิ่งเร็วกว่าปี 54 ย่านตากสินติดหนักสุด 11.3 กม./ชม. คล่องสุด 27.8 กม./ชม. แนววงแหวนฯ. สืบค้น 1 มีนาคม 2556, จาก <http://www.dailynews.co.th/Content/regional/140023>



ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ เปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง

	สถานที่	ตำแหน่งของรถโดยสาร	เวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ	เวลาที่รถโดยสารอยู่ในตำแหน่งจริง	เวลาการแสดงผลที่ล่าช้าจากกระบวนการทำงาน
1	ชอยสามัคคี	13.877586,100.549204	6:00:32	6:00:58	0:00:26
2	ท่าทราย	13.873258,100.54918	6:01:20	6:01:53	0:00:33
3	มธบ.	13.871424,100.548783	6:02:17	6:02:22	0:00:05
4	ประชาชน ชอย 7	13.867552,100.547841	6:03:03	6:03:09	0:00:06
5	ราชพฤกษ์	13.864464,100.54709	6:03:30	6:03:42	0:00:12
6	ประชาชน ชอย 4	13.862357,100.546605	6:04:07	6:04:18	0:00:11
7	ก่อนแยกพงษ์เพชร	13.860896,100.546254	6:05:06	6:05:12	0:00:06
8	ตลาดพงษ์เพชร	13.855167,100.54489	6:07:19	6:07:26	0:00:07
9	หน้าโรงแรมพงษ์เพชร เกสท์	13.852213,100.544216	6:08:02	6:08:25	0:00:23
10	ชอยเทศบาลรังสรรเหนือ 14	13.848703,100.543369	6:10:05	6:10:33	0:00:28
11	ตรงข้ามร้านค้าเสื้อผ้าชราภา	13.846143,100.542757	6:12:03	6:12:05	0:00:02
12	ถนนเทศบาลนิมิตรเหนือ	13.84271,100.541958	6:12:32	6:12:36	0:00:04
13	แยกวัดเสมียนนารี	13.841106,100.541564	6:14:09	6:14:28	0:00:19
14	ชลนิเวศน์	13.838465,100.540917	6:15:11	6:15:28	0:00:17
15	ตรงข้ามปิ่น ปตท.	13.835291,100.540185	6:16:15	6:16:50	0:00:35
16	ตรงข้ามชอยสายสิน	13.832671,100.539541	6:17:09	6:17:25	0:00:16
17	ตรงข้ามศาลเจ้า	13.827212,100.538257	6:18:20	6:18:40	0:00:20
18	ตรงข้ามร้านขายหมูประชาชน	13.824555,100.537656	6:18:55	6:19:00	0:00:05
19	ตรงข้ามชอยประชาชน 19	13.819127,100.536409	6:19:17	6:19:27	0:00:10
20	ตรงข้ามชอยประชาชน 17	13.817239,100.535961	6:20:01	6:20:26	0:00:25
21	ตรงข้ามชอยจันทนชาติ	13.813491,100.535092	6:21:04	6:21:32	0:00:28
22	หน้าเขตลาดงซ้อ	13.811022,100.534496	6:21:56	6:22:07	0:00:11
23	โลตัส	13.806852,100.533544	6:22:31	6:22:38	0:00:07
24	สถานีรถไฟบางซ้อ	13.802984,100.539195	6:25:02	6:25:18	0:00:16
25	หน้าปูนซิเมนต์ไทย	13.803643,100.537779	6:26:13	6:26:16	0:00:03
26	ชอยเตาปูนแมนชั่น	13.801965,100.534593	6:27:09	6:27:13	0:00:04
27	วัดธรรมมาภิรัตาม	13.799024,100.532949	6:29:17	6:29:44	0:00:27
28	หน้าสโมสรทหารอากาศ	13.797412,100.53209	6:30:02	6:30:08	0:00:06
29	โรงเรียนจ่าอากาศบำรุง	13.794841,100.530693	6:30:37	6:31:01	0:00:24
30	สะพานแดง	13.793046,100.52973	6:32:04	6:32:31	0:00:27
เวลาการแสดงผลที่ล่าช้าจากกระบวนการทำงานเฉลี่ย					15 วินาที



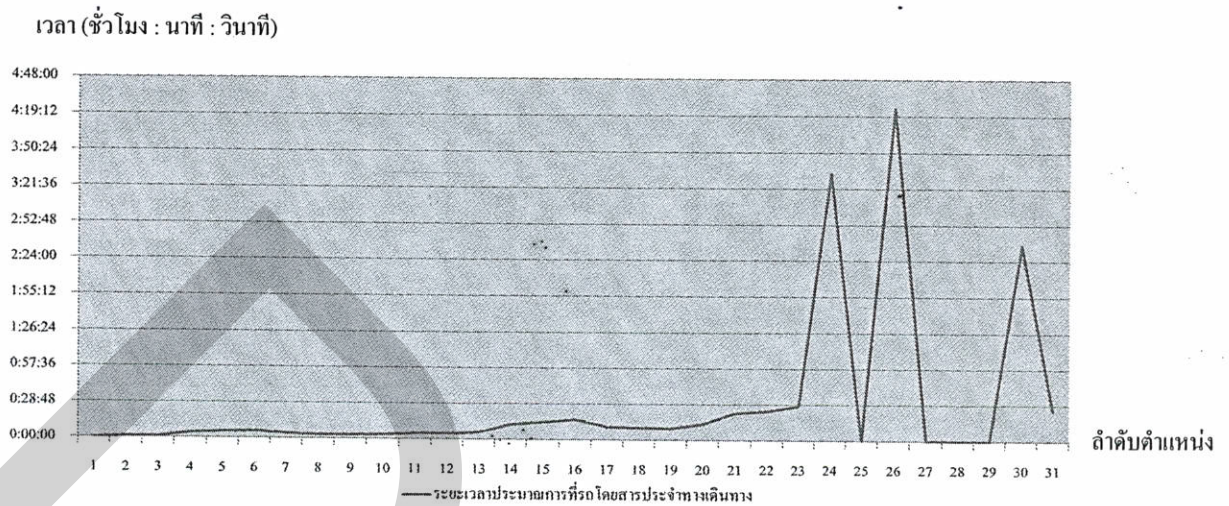
ภาพที่ 4.13 แสดงความแตกต่างของเวลาที่ผู้ใช้งานรับรู้ตำแหน่งรถโดยสารประจำทางจากหน้าจอของระบบ เปรียบเทียบกับเวลาที่รถโดยสารประจำทางอยู่ในตำแหน่งจริง

#### 4.6 การประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน

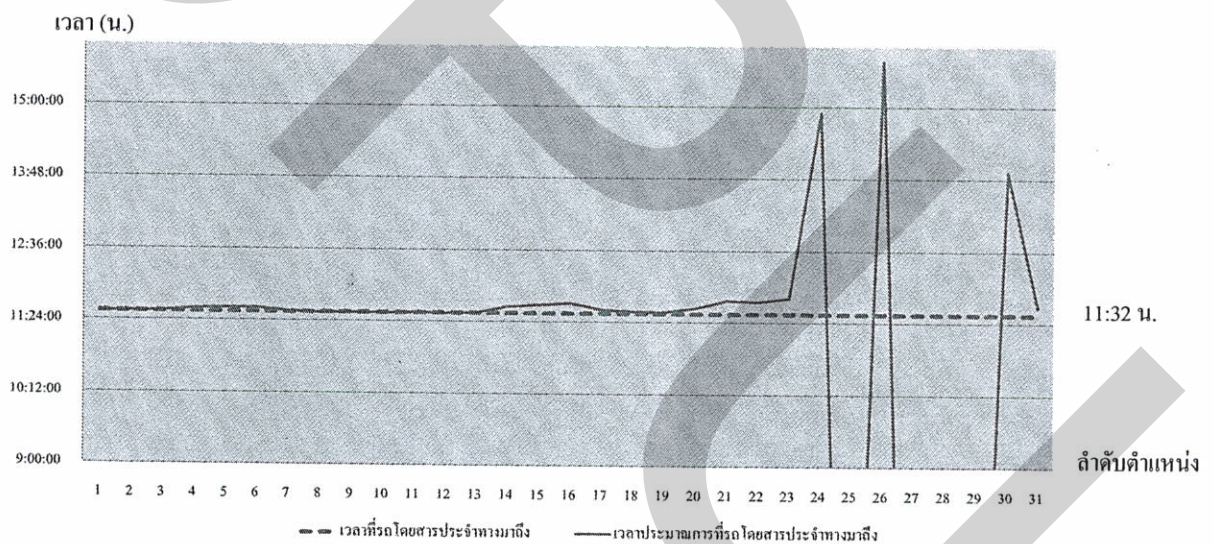
ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางจะทำการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน เพื่ออำนวยความสะดวก และช่วยประหยัดเวลาให้กับผู้ใช้งาน ด้วยการพิจารณาแนวโน้มอัตราเร็วของรถโดยสารประจำทางคำนวณร่วมกับระยะทางที่รถโดยสารประจำทางเดินทางถึงผู้ใช้งาน

การทดลองการประมาณการเวลาดังกล่าวนี้ จะสมมติให้สถานีรถไฟชุมทางบางซื่อเป็นจุดที่ผู้ใช้งานกำลังรูดโดยสารประจำทางสาย 70 ที่เดินทางออกมาจากซอยสามัคคี และผู้ใช้งานเปิดระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทางผ่านทางเว็บไซต์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึง โดยในการทดลองจริงพบว่า รถโดยสารมาถึงสถานีรถไฟชุมทางบางซื่อในเวลา 11:32:44 น. ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดให้เวลาดังกล่าวเป็นเวลาเปรียบเทียบเพื่อหาความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึง จากตำแหน่งของรถโดยสารประจำทาง ณ จุดต่างๆ โดยกำหนดให้ลำดับที่มากขึ้น หมายถึงตำแหน่งที่ไกลจากผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากกราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทางใช้เดินทางมาถึง และกราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการ ดังต่อไปนี้





ภาพที่ 4.14 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทางใช้เดินทางมาถึงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด



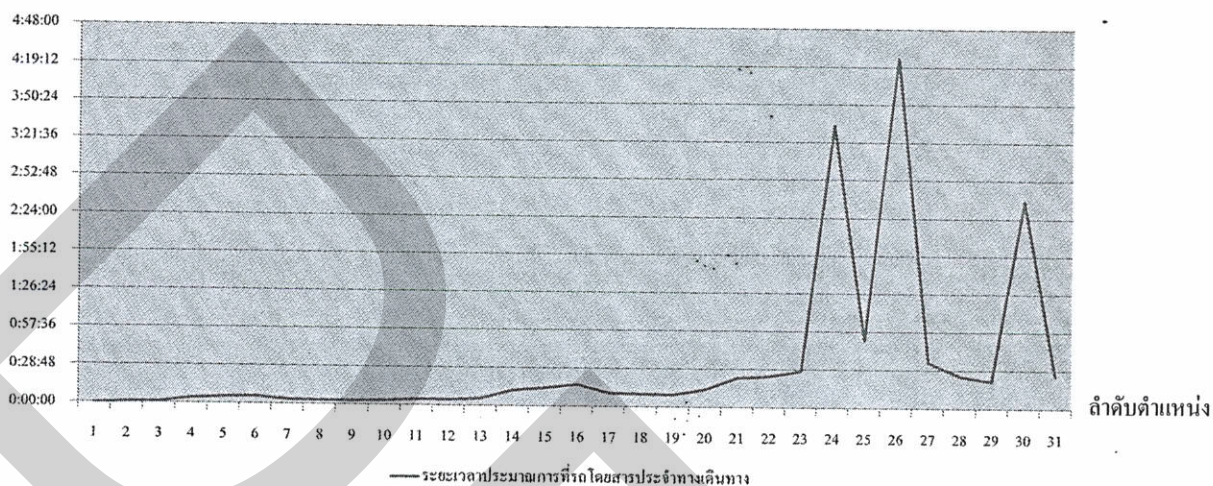
ภาพที่ 4.15 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

จากกราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะพบว่า ในตำแหน่งที่ 25 27 28 29 ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรูดโดยสารประจำทาง จะประมาณการว่ารถโดยสารประจำทางจะไม่มีวันเดินทางมาถึงผู้ใช้งาน ซึ่งเป็น

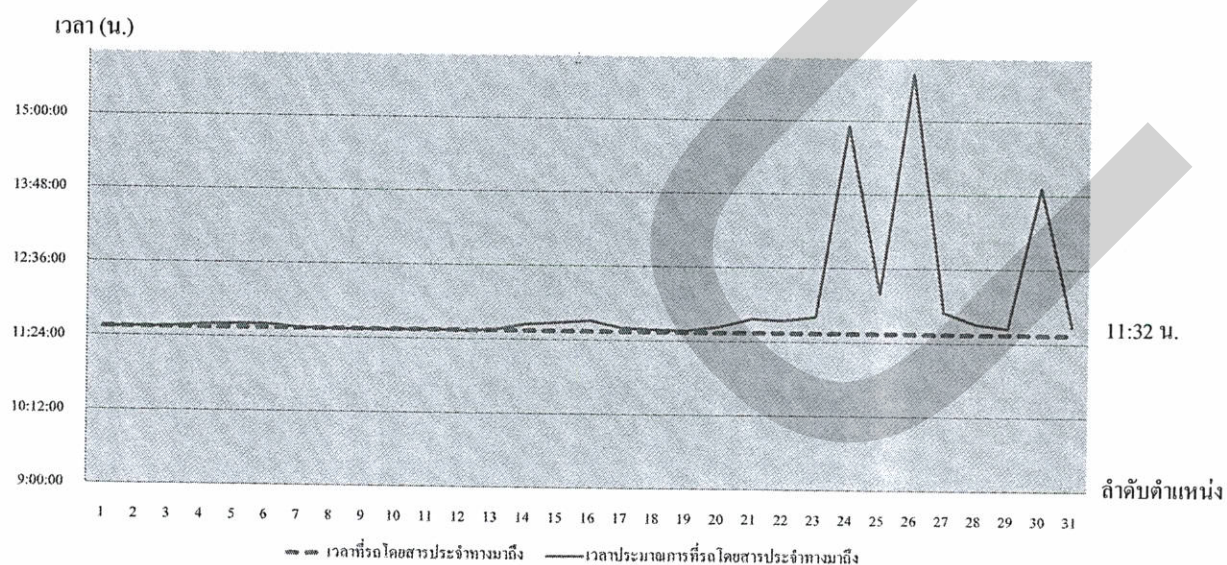


การประมาณการที่ไม่ถูกต้อง โดยเมื่อพิจารณาสาเหตุจะพบว่าในตำแหน่งที่มีปัญหาดังกล่าว ระบบสารสนเทศจะประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วได้น้อยกว่าหรือเท่า 0 กม./ชม.

เวลา (ชั่วโมง : นาที : วินาที)



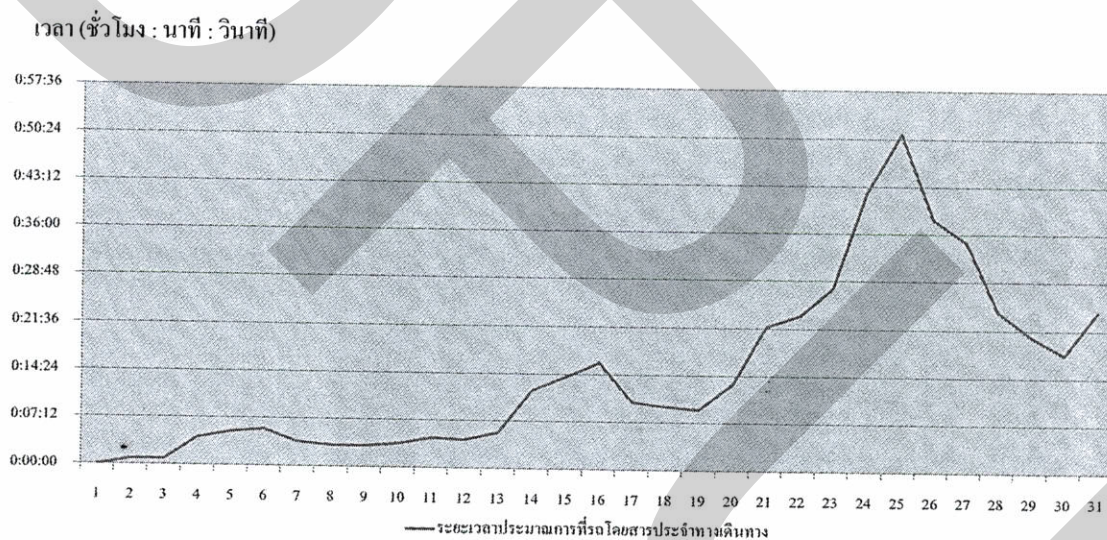
ภาพที่ 4.16 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทางใช้เดินทางมาถึง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย



ภาพที่ 4.17 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย

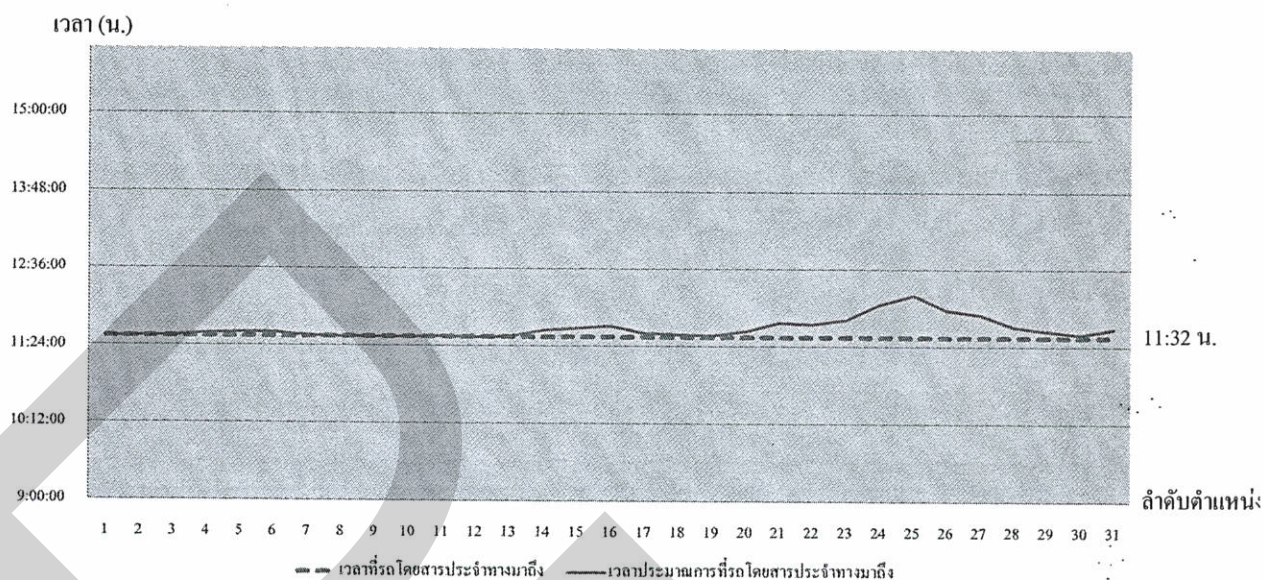
เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการประมาณการว่ารถโดยสารประจำทางจะไม่มีวันมาถึงผู้ใช้งาน ผู้วิจัยจึงนำการคำนวณอัตราเร็วเฉลี่ยมาช่วยในการประมาณการ โดยใช้เกณฑ์คือ เมื่อผลการประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วของรถโดยสารประจำทางด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ระบบจะนำอัตราเร็วเฉลี่ยมาใช้แทน

การใช้อัตราเร็วเฉลี่ยมาใช้ประมาณการทดแทนจึงสามารถแก้ปัญหาข้างต้นลงได้ แต่เมื่อพิจารณาความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการแล้วพบว่าในตำแหน่งที่เคยเป็นปัญหาเดิม ยังมีการประมาณการที่คลาดเคลื่อนอยู่มาก ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้นำค่าพิสัยของตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนสูงมาพิจารณา พบว่าตำแหน่งดังกล่าวอยู่ในบริเวณแยกประชาชนกุล ซึ่งเป็นแยกที่มีการจราจรที่ติดขัดเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 4.18 กราฟเส้นแสดงระยะเวลาประมาณการที่รถโดยสารประจำทางใช้เดินทางมาถึงด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อการประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 กม./ชม.





ภาพที่ 4.19 กราฟเส้นแสดงเวลาที่รถมาถึงจริงกับเวลาการประมาณการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับอัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อการประมาณการแนวโน้มอัตราเร็วด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.5 กม./ชม.

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึงคลาดเคลื่อนสูงในบางตำแหน่ง ผู้วิจัยจึงปรับใช้อัตราเร็วเฉลี่ย เมื่อพบว่าทำการประมาณการเวลาที่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแล้วได้อัตราเร็วน้อยกว่า 4.5 กม./ชม. (อัตราเร็วเฉลี่ยการเดินทางของมนุษย์) ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาการประมาณการเวลาที่คลาดเคลื่อนสูงได้ในที่สุด



## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา และพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยบอกตำแหน่งและข้อมูล ที่จำเป็นต่างๆ ของรถโดยสารประจำทาง โดยมีความมุ่งหมายให้ผู้ให้บริการ รวมถึงผู้ให้บริการ รถโดยสารประจำทางใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ได้ นำมาบริหารจัดการเวลาในการรอรถโดยสาร ประจำทาง การจัดสรรจำนวนรถที่เหมาะสม การพิจารณาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับรถ หรือติดตามรถโดยสารประจำทางที่ได้รับแจ้งว่าประสบอุบัติเหตุ เป็นต้น เพื่อสนับสนุนการใช้ บริการขนส่งสาธารณะของประชาชน และปรับปรุงการให้บริการขนส่งสาธารณะให้ดียิ่งขึ้นไป

จากการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทาง สามารถ สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะงานวิจัย และแนวทางในการพัฒนาต่อ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางสามารถแสดงผล ตำแหน่งของรถโดยสารประจำทางพร้อมกับข้อมูลที่จำเป็นให้กับผู้ใช้งานได้

5.1.2 ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางสามารถประมาณการ เวลาที่รถโดยสารประจำทางเดินทางมาถึงผู้ใช้งานได้ ด้วยขั้นตอนวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับ อัตราเร็วเฉลี่ย โดยมีค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD : Mean Absolute Deviation) เท่ากับ 7 นาที 50 วินาที ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ปัญหาในเบื้องต้นด้วยการให้ข้อมูลต่างๆ เมื่อคลิกที่สัญลักษณ์รถโดยสาร ประจำทาง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจด้วยตนเองได้

#### 5.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัย และแนวทางในการพัฒนาต่อ

5.2.1 ความแม่นยำของการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะมาถึงนั้น ขึ้นอยู่กับ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) และจำนวนของตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการ ซึ่งระบบสารสนเทศ อัจฉริยะสำหรับการรอรถโดยสารประจำทางใช้วิธีการหาแนวโน้มของอัตราเร็ว พิจารณาร่วมกับตัว แปรระยะทางเป็นหลัก ดังนั้นสำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อ ถ้าต้องการให้ประมาณการเวลา

มีความแม่นยำมากขึ้น ก็จำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการประมาณการ หรือนำขั้นตอนวิธีอื่นๆ มาใช้ พร้อมทั้งเพิ่มจำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการประมาณการเวลาที่รถโดยสารประจำทางมาถึง

5.2.2 การส่งข้อมูลของรถโดยสารประจำทางด้วยคาบเวลาที่ถี่มากๆ นั้น อาจเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงข้อมูลรถโดยสารประจำทางให้มีความทันสมัย แต่จะสร้างภาระงานต่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบฐานข้อมูล พร้อมทั้งเครื่องแม่ข่าย และไม่เป็นประโยชน์ต่อการการประมาณการแนวโน้มของอัตราเร็ว เพราะคาบเวลาการส่งข้อมูลที่ถี่มากๆ นั้น ถ้านำมาใช้หาแนวโน้มของอัตราเร็วโดยไม่ทำการคัดเลือกข้อมูล จะไม่สามารถให้ค่าอัตราเร็วที่มีความแตกต่างเพียงพอที่จะประมาณการแนวโน้มของอัตราเร็วให้มีคุณภาพได้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาการกำหนดคาบเวลาการส่งข้อมูลที่เหมาะสมด้วย

5.2.3 ในอนาคตระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรถโดยสารประจำทางควรส่งข้อมูลที่ เป็นประโยชน์อื่นๆ หรือสถานะของรถโดยสารประจำทางให้กับผู้ใช้งาน เช่น การที่รถโดยสารประจำทางเสีย การเกิดอุบัติเหตุ หรือการเปลี่ยนแปลงเส้นทางการเดินทางรถโดยสารประจำทางได้

๑

๒

บรรณานุกรม

๓



## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. (2554). สถิติจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถเมล์ ขสมก. เฉลี่ย/วัน. สืบค้น 24 มีนาคม 2555, จาก [http://www.bmta.co.th/doc/passenger\\_statistics.pdf](http://www.bmta.co.th/doc/passenger_statistics.pdf)
- สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์. (2554). ถึงเวลาของวาระรถเมล์. สืบค้น 25 สิงหาคม 2555, จาก <http://www.greenworld.or.th/columnist/ecological/1299>
- พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2555). คู่มือเขียนแอป Android สำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- จักรชัย โสอินทร์. (2554). *Basic Android App Development*. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์.
- จุฑารัตน์ วรประทีป. (2548). หลักสถิติ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- คณะกรรมการโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. *ฟิสิกส์*. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- เดลินิวส์. (2555). ปี 55 รถวิ่งเร็วกว่าปี 54 ย่านตากสินติดหนักสุด 11.3 กม./ชม. คล่องสุด 27.8 กม./ชม. แนววงแหวนฯ. สืบค้น 1 มีนาคม 2556, จาก <http://www.dailynews.co.th/Content/regional/140023>.

### ภาษาต่างประเทศ

- Yang, F. & Wang, Z. M. (2009, April). A Mobile Location-based Information Recommendation System Based on GPS and WEB2.0 Services. *WSEAS TRANSACTION on COMPUTERS*, 8(4), 725-734.
- Stenneth, L., Wolfson, O., Yu, P. S., & Xu, B. (2011). Transportation mode detection using mobile phones and GIS information. In *GIS '11* (pp. 54–63). New York: ACM.
- Bellini, A., Cirilo, C. E., Ferraz, V. R. T., Araujo, J. G., Duque, J. L., Annibal, L. P., Durelli, R. S., & Marcondes, C. (2010). A low cost positioning and visualization system using smartphones for emergency ambulance service. In *SEHC '10* (pp. 12-18). New York: ACM.

- Hiri-o-tappa, K., Pan-ngum, S., Narupiti, S. & Pattara-atikom, W. (2011). Development of Real-Time Short-Term Traffic Congestion Prediction Method. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies (JSTS)*, 2(2), NA.
- Paisittanakorn, P., Saivichit, C. & Pattara-atikom, W. (2010). Accuracy Improvement of Travel Time Estimation in Urban Environment Using State Transition-Dependent Time-Occupancy. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies (JSTS)*, 1(1), NA.
- Ratanaparadorn, A., Meeampol, S., Siripachana, T., & Anussornnitisarn, P. (2013). Identification of Traffic Prediction Parameters. In *MakeLearn 2013* (pp. 1479–1486). Bangkok: ToKnowPress.
- Klakhaeng, N., Yaothanee, J., Sinthupinyo, S., and Pattara-Atikom, W, P. (2011). Traffic Prediction Models for Bangkok Traffic Data. In *ECTI-CON 2011* (pp. 484-487). Khon Kaen: IEEE.

**ประวัติผู้เขียน**

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประสบการณ์ ผลงานทางวิชาการ

นายคุณทล เกาหะรัตน์

พ.ศ. 2548 เศรษฐศาสตรบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

นักวิชาการคอมพิวเตอร์

สำนักงานปลัดสำนักนายกรัฐมนตรี

พ.ศ. 2557 ขั้นตอนวิธีการประมาณเวลารอโดยสาร  
ประจำทางสำหรับระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการ  
การรอโดยสารประจำทาง การประชุมวิชาการ  
ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 37 (EECON-37)พ.ศ. 2555 ระบบสารสนเทศอัจฉริยะสำหรับการรอ  
โดยสารประจำทาง งานประชุมวิชาการ งานวิจัย  
และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 4 (ECTI-CARD 2012)