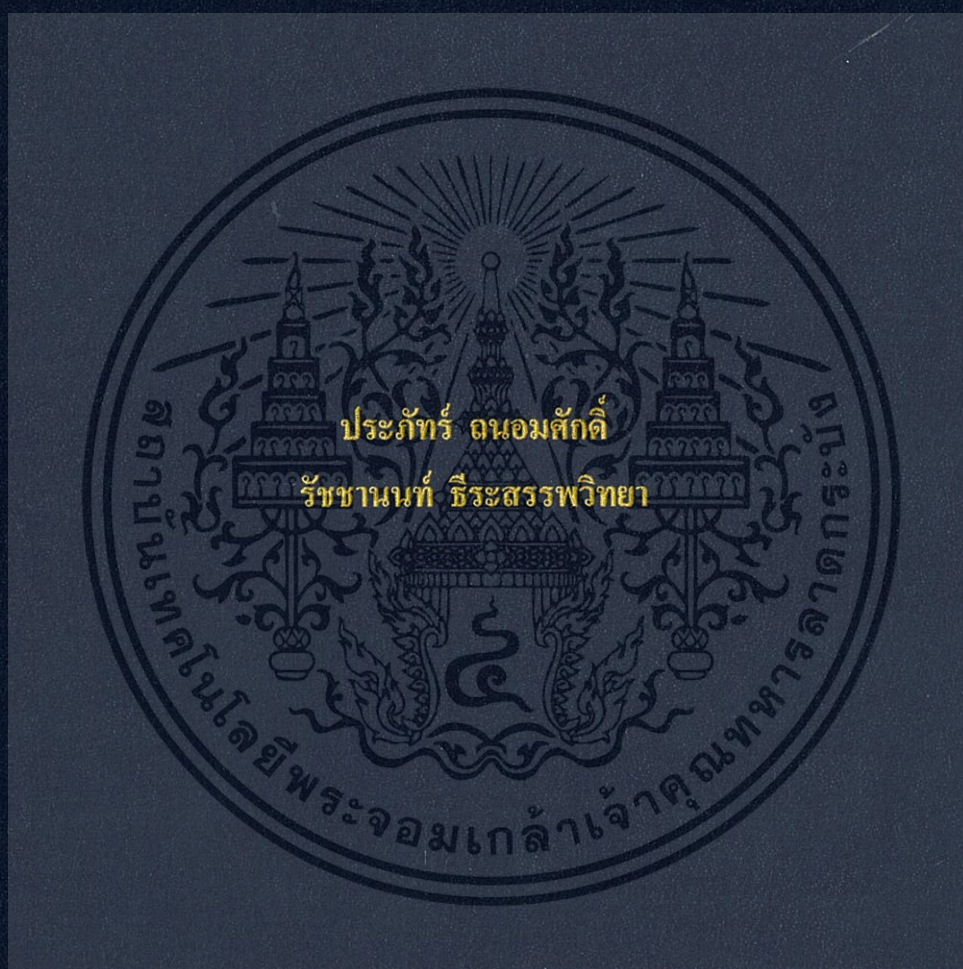


ระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา
BUS SYSTEM FOR SUPPORTING BLIND PASSENGER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา
BUS SYSTEM FOR SUPPORTING BLIND PASSENGER



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 144393
รับเดือนปี 24 พ.ย. 2559

b. 12818653
l.

ปฏิญานีพจน์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

BUS SYSTEM FOR SUPPORTING BLIND PASSENGER

ผู้จัดทำ

1. นายประภทร์ ถนอมศักดิ์ รหัสนักศึกษา 55010707

2. นายรัชชานนท์ ชีระสรพรพิทยา รหัสนักศึกษา 55011029



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษ์รัตนันท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรดโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

| | | |
|------------------|-----------------|-------------------------------------|
| นาย ประภักษ์ | ถนอมศักดิ์ | 55010707 |
| นาย รัชชานนท์ | ธีระสรรพวิทยา | 55011029 |
| ผศ.ดร. ศักดิ์ชัย | ทิพย์จักษ์รัตน์ | อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2558 |

บทคัดย่อ

ในโครงการนี้ เราทำการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์สำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา แรงบันดาลใจของโครงการนี้ เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาซึ่งมีปัญหาในการเดินทางโดยใช้รถโดยสารประจำทาง ระบบที่นำเสนอประกอบด้วยสามส่วน ได้แก่ เซิร์ฟเวอร์ สมาร์ทโฟนที่ถูกใช้งานโดยผู้พิการทางสายตาและอุปกรณ์แอนดรอยด์บนรถโดยสารประจำทางที่ถูกใช้โดยพนักงานขับรถ เซิร์ฟเวอร์ทำหน้าที่ให้บริการเกี่ยวกับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับสมาร์ทโฟนและอุปกรณ์แอนดรอยด์บนรถโดยสารประจำทาง ผู้พิการทางสายตาสามารถปฏิสัมพันธ์กับระบบผ่านทางสมาร์ทโฟนด้วยเสียง ระบบจะทำการแนะนำผู้พิการทางสายตาไปยังที่หยุดรถประจำทางที่ใกล้ที่สุด เพื่อขึ้นรถโดยสารประจำทางและแนะนำผู้พิการทางสายตา เพื่อลงรถโดยสารประจำทางเมื่อถึงยังที่หยุดรถประจำทางปลายทาง หลังจากนั้นระบบจะแนะนำผู้พิการทางสายตาไปยังเป้าหมายปลายทางที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bus System for Supporting Blind Passenger

| | | |
|-----------------------|-------------------|----------|
| Mr. Prapat | Thanomsak | 55010707 |
| Mr. Ratchanon | Teerasubpavittaya | 55011029 |
| Asst.Prof.Dr. Sakchai | Thipchaksurat | Adviser |

Academic Year 2015

ABSTRACT

In this project, are develop an application on android platform for supporting the blind passenger. The motivation of this project is to support the blind passenger who has the serious problem when they want to go from one place to another place by bus. Our system consists of three parts such as server, smartphone used by the blind passenger and android device on the bus used by the bus driver. The server provides the useful information to smartphone and android device on bus. The blind passenger can interact with the system via smartphone by voice. The system will advise the blind passenger to the nearest bus stop for getting on the bus and getting on the bus and getting off the bus at the destination bus stop. Then, the system will advise the blind passenger to the needed destination.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษ์ภูรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้คำปรึกษาทั้งในเรื่องการพัฒนาและการจัดทำรูปเล่มโครงการ รวมไปถึงข้อเสนอแนะ แนวคิดต่างๆ ตลอดจนวิธีการแก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการพัฒนาและการจัดทำรูปเล่มโครงการจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโครงการ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

ขอขอบคุณห้องวิจัยของ ผศ.ดร.ศักดิ์ชัย ทิพย์จักษ์ภูรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำโครงการครั้งนี้

ประภัทร์ ถนอมศักดิ์
รัชชานนท์ ธีระสรพวิทยา

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|-----|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญตาราง | VI |
| สารบัญรูป | VII |
| | |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาของโครงการ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 2 |
| 1.4 วิธีดำเนินการ | 2 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| | |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 สมาร์ทโฟน..... | 3 |
| 2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์..... | 5 |
| 2.3 แท็กที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Direction ของ Google Maps APIs..... | 6 |
| 2.4 Django Framework..... | 9 |
| 2.5 ภาษาไพทอน..... | 10 |
| 2.6 โพสต์เกรสคิวเอล | 14 |
| 2.7 PostGIS..... | 16 |
| 2.8 จีพีเอส | 16 |
| 2.9 ภาษาจาวา..... | 18 |
| | |
| บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา..... | 20 |
| 3.1 ภาพรวมของระบบ..... | 20 |
| 3.2 ฝั่งงานของระบบ | 21 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 3.3 การออกแบบระบบ | 25 |
| 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา | 41 |
| 3.5 ความสามารถของระบบ | 42 |
| 3.6 Use case diagram ของระบบ | 44 |
| 3.7 ER Diagram ของระบบ | 45 |
| 3.8 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ | 46 |
| บทที่ 4 การใช้งานและประเมินระบบ | 50 |
| 4.1 การทดลองใช้งานระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา | 50 |
| 4.2 การทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง | 56 |
| 4.3 การทำงานของการจัดการฐานข้อมูล | 59 |
| บทที่ 5 บทสรุป | 73 |
| 5.1 บทสรุปของโครงการ | 73 |
| 5.2 ผลที่ได้จากการทำโครงการ | 73 |
| 5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการทำโครงการ | 73 |
| 5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ | 74 |
| บรรณานุกรม | 75 |

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

3.1 เปรียบเทียบความสามารถของระบบรด โดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือ
ผู้พิการทางสายตา43



สารบัญรูป

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ตัวอย่างรูปภาพของสมาร์ตโฟนรุ่นล่าสุดของแต่ละระบบปฏิบัติการ..... | 3 |
| 2.2 ส่วนแบ่งการตลาดของระบบปฏิบัติการต่างๆตั้งแต่ปี ค.ศ 2012-2015 | 5 |
| 2.3 โครงสร้างของแอนดรอยด์ | 5 |
| 2.4 โลโก้ของ Django Framework..... | 9 |
| 2.5 โลโก้ของภาษาไพทอน..... | 10 |
| 2.6 การทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C | 13 |
| 2.7 การทำงานของอินเทอร์เน็ตเวิร์กของภาษาไพทอน..... | 13 |
| 2.8 โลโก้ของโพสต์เกรสคิวเอล | 14 |
| 2.9 ตัวอย่างของการตั้งชื่อในโพสต์เกรสคิวเอล..... | 15 |
| 2.10 โลโก้ของ PostGIS..... | 16 |
| 2.11 ส่วนประกอบของจีพีเอส..... | 17 |
| 2.12 โลโก้ของภาษาจาวา..... | 18 |
| 3.1 ภาพรวมของระบบ | 20 |
| 3.2 ผังงานของการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง..... | 21 |
| 3.3 ผังงานของการขึ้นรถ โดยสารประจำทางไปจนถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทาง | 23 |
| 3.4 ผังงานของการนำทางจากที่หยุดรถประจำทางไปยังจุดหมายปลายทาง | 24 |
| 3.5 กรณีที่ 1 ของการรับข้อมูลจุดหมายปลายทางด้วยคำสั่งเสียง..... | 25 |
| 3.6 กรณีที่ 2 ของการรับข้อมูลจุดหมายปลายทางด้วยคำสั่งเสียง..... | 26 |
| 3.7 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่หยุดรถ โดยสารประจำทาง ถ.ลาดกระบัง..... | 27 |
| 3.8 กรณีที่ 1 ของการนำทาง ไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง | 27 |
| 3.9 กรณีที่ 2 ของการนำทาง ไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง | 28 |
| 3.10 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการใกล้ถึงที่หยุดรถประจำทาง | 29 |
| 3.11 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการเข้ามายังที่หยุดรถประจำทาง | 29 |
| 3.12 เหตุการณ์เมื่อมีผู้พิการทางสายตารออยู่ที่หยุดรถประจำทาง | 30 |
| 3.13 เหตุการณ์เมื่อรถโดยสารประจำทางกำลังหยุดรับผู้โดยสาร | 31 |
| 3.14 ตำแหน่งที่หยุดรถประจำทางที่คลาดเคลื่อนของ Google Maps | 32 |
| 3.15 ตัวอย่างการเดินทางที่ไม่เหมาะสม | 32 |
| 3.16 ตัวอย่างการแก้ไขการเดินทาง..... | 33 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 3.17 การเก็บลักษณะถนนด้วยข้อมูลชนิด Linestring | 33 |
| 3.18 จุดตัดของข้อมูลเส้นทางที่ได้จาก Google Maps APIs กับข้อมูลถนนชนิด Linestring | 34 |
| 3.19 การแก้สคริปต์ inbound | 35 |
| 3.20 การแก้สคริปต์ outbound | 35 |
| 3.21 หน้าเว็บของ bmta.co.th | 36 |
| 3.22 ผลลัพธ์จากการแก้สคริปต์ | 36 |
| 3.23 หน้าจอสำหรับการใช้คำสั่งเสียงในการเลือกสถานที่ | 37 |
| 3.24 องศาของการเดินทางแรก | 38 |
| 3.25 องศาของการปรับทิศทางการเดินทางของการเดินทางแรก | 39 |
| 3.26 องศาของการปรับทิศทางการเดินทางเมื่อไปยังการเดินทางที่ 2 | 39 |
| 3.27 กรณีที่มีการต่อรถโดยสารประจำทาง | 40 |
| 3.28 Use case diagram ของระบบ | 44 |
| 3.29 ER Diagram ของเซิร์ฟเวอร์ | 45 |
| 3.30 หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน Bus for Blind | 46 |
| 3.31 หน้าสำหรับการบ่อนจุดหมายปลายทางที่ต้องการ | 46 |
| 3.32 หน้าเริ่มต้นสำหรับการนำทางไปยังจุดหมายปลายทาง | 47 |
| 3.33 หน้าขณะอยู่ ณ ที่หยุดรถประจำทาง | 47 |
| 3.34 หน้าขณะอยู่บนรถโดยสารประจำทาง | 48 |
| 3.35 หน้าส่วนของพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง | 48 |
| 3.36 หน้าจอแสดงที่หยุดรถประจำทางแต่ละที่ | 49 |
| 4.1 หน้าต่างของ Android Studio 1.5.1 ที่ใช้ภาษาจาวาในการพัฒนา | 50 |
| 4.2 หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน Bus for Blind | 51 |
| 4.3 หน้าจอสำหรับการบ่อนจุดหมายปลายทาง | 52 |
| 4.4 หน้าจอหลังจากสัมผัสรูปไมโครโฟน | 52 |
| 4.5 หน้าจอแสดงคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า “ลาด” | 53 |
| 4.6 หน้าจอแสดงขั้นตอนต่างๆสำหรับการไปยังจุดหมายปลายทาง | 54 |
| 4.7 หน้าจอขณะรอดตรงตำแหน่งที่หยุดรถประจำทาง | 54 |
| 4.8 หน้าจอขณะอยู่บนรถโดยสารประจำทาง | 55 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 4.9 หน้าจอเมื่อถึงจุดหมายแล้ว..... | 56 |
| 4.10 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง..... | 57 |
| 4.11 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทางหลังจากรับผู้ใช้งาน..... | 58 |
| 4.12 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทางหลังจากส่งผู้ใช้งาน..... | 58 |
| 4.13 หน้า log in ของการจัดการฐานข้อมูล..... | 59 |
| 4.14 หน้าเว็บของการจัดการฐานข้อมูล..... | 60 |
| 4.15 หน้าเว็บของการเพิ่มสายรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล..... | 61 |
| 4.16 หน้าเว็บแสดงสายรถโดยสารประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา..... | 61 |
| 4.17 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางลงในฐานข้อมูล..... | 62 |
| 4.18 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางลงในฐานข้อมูล (ต่อ)..... | 62 |
| 4.19 หน้าเว็บแสดงที่หยุดรถประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา..... | 63 |
| 4.20 หน้าเว็บของการเพิ่มรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล..... | 63 |
| 4.21 หน้าเว็บของการเพิ่มรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล (ต่อ)..... | 64 |
| 4.22 หน้าเว็บแสดงรถโดยสารประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา..... | 64 |
| 4.23 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางของ Google Maps ลงในฐานข้อมูล..... | 65 |
| 4.24 หน้าเว็บแสดงที่หยุดรถประจำทางของ Google Maps ที่ถูกเพิ่มเข้ามา..... | 65 |
| 4.25 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล..... | 66 |
| 4.26 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล (ต่อ)..... | 67 |
| 4.27 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล (ต่อ)..... | 67 |
| 4.28 หน้าเว็บแสดงสะพานลอยที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล..... | 68 |
| 4.29 หน้าเว็บของการเพิ่มเส้นทางการเดินรถลงในฐานข้อมูล..... | 69 |
| 4.30 หน้าเว็บแสดงสายการเดินรถในฐานข้อมูล..... | 69 |
| 4.31 หน้าเว็บของการเพิ่มถนนลงในฐานข้อมูล..... | 70 |
| 4.32 หน้าเว็บของการเพิ่มถนนลงในฐานข้อมูล (ต่อ)..... | 70 |
| 4.33 หน้าเว็บแสดงถนนที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล..... | 71 |
| 4.34 หน้าเว็บของการเพิ่มผู้ใช้งานลงในฐานข้อมูล..... | 71 |
| 4.35 หน้าเว็บแสดงผู้ใช้งานที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล..... | 72 |

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำระบบรถโดยสารประจำทาง สำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบัน มือถือระบบแอนดรอยด์ มีการใช้งานที่แพร่หลายและเข้าถึงผู้คนได้มากขึ้น โดยในมือถือระบบแอนดรอยด์ จะมีแอปพลิเคชันมากมายสำหรับการใช้งาน สามารถนำมาพัฒนาได้อย่างเปิดเผย และคณะผู้จัดทำได้พบเห็นว่าเมื่อผู้พิการทางสายตาต้องใช้บริการขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทางนั้น จะมีความลำบากอย่างมาก ทั้งในเรื่องของการเดินทางไปที่หยุดรถประจำทาง และสายรถโดยสารประจำทางที่ตนเองต้องการจะเดินทางมาถึงแล้วหรือไม่ ทำให้ทางผู้จัดทำเล็งเห็นปัญหา

จากข้างต้นนั้น คณะผู้จัดทำจึงนำข้อดีนี้มาพัฒนาแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์ สำหรับผู้ใช้งานที่เป็นผู้พิการทางสายตา ที่มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทางโดยสารรถโดยสารประจำทาง โดยผู้พิการทางสายตาจะสามารถใช้งานแอปพลิเคชัน ได้ง่ายดาย ทั้งการไปถึงจุดหมาย และการเลือกขึ้นสายรถโดยสารประจำทางที่ตนเองต้องการจะไป

ผู้จัดทำจึงเกิดแรงบันดาลใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการโดยสารรถโดยสารประจำทางบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีชื่อว่า Bus for Blind ย่อมาจาก Bus System for Supporting Blind Passenger ซึ่งการช่วยเหลือของแอปพลิเคชันจะทำให้ผู้พิการทางสายตาสะดวกสบายขึ้นในการใช้งานรถโดยสารประจำทาง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาที่ต้องการเดินทางโดยสารรถโดยสารประจำทางด้วยตนเอง
- 2) เพื่อเพิ่มความระมัดระวังกับผู้ขับรถโดยสารประจำทางให้คอยระวังผู้พิการทางสายตาที่ขึ้นบนรถโดยสารประจำทาง
- 3) เพื่อศึกษาและพัฒนาการเขียนแอปพลิเคชันบนมือถือระบบแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) แอปพลิเคชันสามารถที่จะนำทางให้กับผู้พิการทางสายตาได้
- 2) แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาสามารถใช้งานร่วมกับเซิร์ฟเวอร์ได้
- 3) แอปพลิเคชันต้องใช้งานกับอุปกรณ์แอนดรอยด์ที่มีเวอร์ชัน ไม่น้อยกว่า 4.3

1.4 วิธีการดำเนินการ

- 1) ศึกษาเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ
- 2) ศึกษากรเขียน แอปพลิเคชันแอนดรอยด์
- 3) ศึกษา Google Maps APIs
- 4) วิเคราะห์โครงสร้าง ฐานข้อมูล และ การทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์
- 5) สร้างเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูล
- 6) ออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับผู้ใช้งาน และสำหรับพนักงานขับรถ
- 7) ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับผู้ใช้งาน และสำหรับพนักงานขับรถ
- 8) ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างแอปพลิเคชันแอนดรอยด์และเซิร์ฟเวอร์
- 9) ทดสอบการใช้งานจริง
- 10) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ และแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด
- 11) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำโครงการนี้ไปช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาที่ต้องการ โดยสารรถโดยสารประจำทางได้
- 2) เขียนแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์ ได้อย่างคล่องแคล่ว
- 3) สามารถนำโครงการที่เสร็จสิ้นแล้วไปต่อยอด เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากขึ้นสำหรับผู้พิการทางสายตาต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งนำมาใช้พัฒนาโครงการนี้ โดยประกอบไปด้วยสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แท็บที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Direction ของ Google Maps API ภาษาไพทอน โปสท์เกรสคิวเอล จีพีเอส PostGIS และ Django Framework

2.1 สมาร์ตโฟน (Smartphone)

สมาร์ตโฟน หมายถึง โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความสามารถอื่นเพิ่มเติม นอกเหนือจากโทรศัพท์ทั่วๆไปที่มีความสามารถในการโทรเข้า-ออก หรือการรับ-ส่ง SMS โดยสมาร์ตโฟนนั้นจะมีฟังก์ชันเพิ่มเติมมากมาย สามารถรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่าน 3G, 4G และ Wi-Fi สามารถติดตั้งแอปพลิเคชันต่างๆ ที่สามารถรองรับการทำงานได้หลายรูปแบบ เช่น facebook LINE Youtube เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งลูกเล่นการใช้งานสมาร์ตโฟนให้ตรงกับความต้องการได้มากกว่ามือถือธรรมดา รวมไปถึงความสามารถในการถ่ายรูปที่มีกล้องถ่ายรูปที่มีความละเอียดสูง, หน้าจอที่มีระบบสัมผัส และการออกคำสั่งเสียงเพื่อใช้งานแทนการพิมพ์

ซึ่งสมาร์ตโฟนนั้นจะมีระบบปฏิบัติการที่รองรับการใช้งานอยู่หลากหลาย โดยที่ในแต่ละระบบปฏิบัติการนั้นจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงแอปพลิเคชันต่างๆบนระบบนั้นได้ เช่น iPhone ของ Apple ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS สมาร์ตโฟน BlackBerry ใช้ระบบปฏิบัติการ BlackBerry OS สมาร์ตโฟนแอนดรอยด์ ใช้ระบบปฏิบัติการ Android OS สมาร์ตโฟน Windows Phone ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Phone OS เป็นต้น โดยจะทำการอธิบายถึงคุณสมบัติต่างๆของแต่ละระบบปฏิบัติการได้ดังนี้

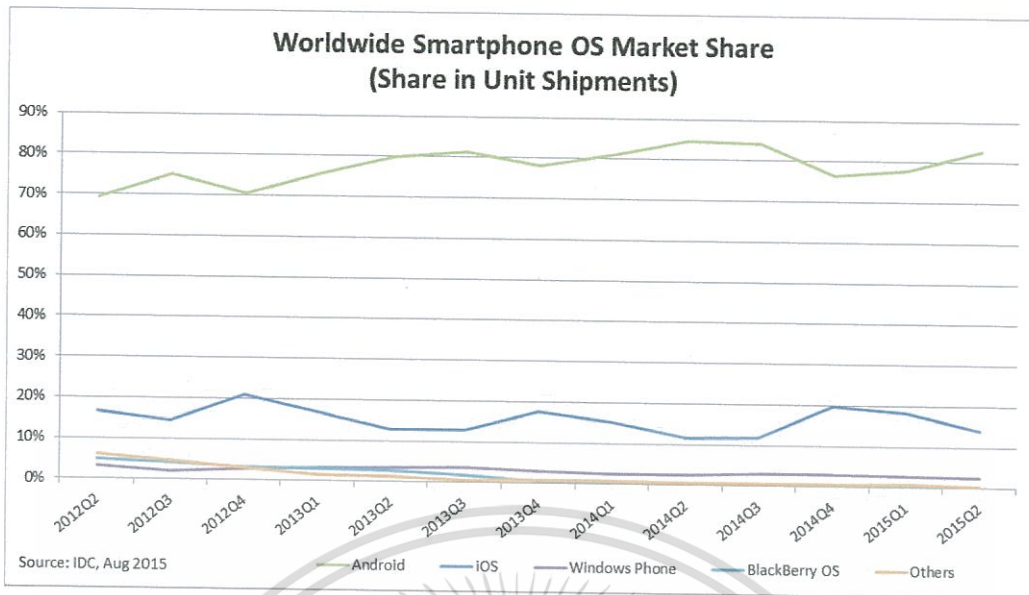


รูป 2.1 ตัวอย่างรูปภาพของสมาร์ตโฟนรุ่นล่าสุดของแต่ละระบบปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) iOS เป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพาที่พัฒนาโดยบริษัทแอปเปิล (Apple) โดยที่การใช้งานของระบบปฏิบัติการนี้จะเน้นไปที่ความง่ายเป็นหลัก เพราะระบบมีความซับซ้อนน้อย และมีบริการจากส่วนกลางมากมาย เช่น iTunes Games Center iCloud ซึ่งทุกอย่างอยู่ในหน้าโฮมสกรีน (Home Screen) ทำให้ง่ายต่อการจัดการ มีการใช้งานที่ใช้เพียงบัญชีเดียวสามารถใช้บริการได้แทบทั้งหมด รวมไปถึงความเสถียรและกลิ่นไอต่าง ๆ ก็ถือเป็นจุดเด่นของระบบปฏิบัติการ iOS อีกด้วย
- 2) Blackberry OS เป็นระบบปฏิบัติการที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท RIM (Research In Motion) ซึ่งเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์สื่อสารภายใต้ชื่อ BlackBerry เป็นระบบปฏิบัติการที่มีการรักษาความปลอดภัยสูงนิยมใช้งานในเชิงธุรกิจเป็นหลัก สามารถบริการจัดการพลังงานได้ดี แต่กลับมีการทำงานที่ช้าในโปรแกรม Web browser การเลือกใช้อัปพลิเคชันมีน้อย
- 3) Windows Phone OS เป็นระบบปฏิบัติการที่ถูกพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ (Microsoft) และเป็นตัวต่อของวินโดวส์โมบายล์ (Windows mobile) โดยระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟนนั้น จะสามารถทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันของ Microsoft ได้ดี เช่น Microsoft Exchange, Microsoft Office และ Microsoft Outlook เป็นต้น
- 4) Android OS เป็นระบบปฏิบัติการที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท Google ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Open Source ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิดหรือแบบฟรีนั่นเอง ทำให้ผู้พัฒนาสามารถนำไปต่อยอดได้มากมาย ดังนั้นผู้ผลิตโทรศัพท์เคลื่อนที่และ Tablet จึงนิยม นำแอนดรอยด์ไปใช้เป็น OS เช่น HTC, Samsung ในตระกูล Galaxy โดยที่แอนดรอยด์มีแอปพลิเคชันที่เติบโตขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถซื้อและดาวน์โหลดได้จาก Google play หรือ Amazon appstore และสามารถที่จะดาวน์โหลดไฟล์ APK ได้จากเว็บไซต์ต่าง

จากตัวอย่างของระบบปฏิบัติการข้างต้นนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละระบบแบบคร่าวๆ จึงได้ตัดสินใจเลือกระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่จะมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เนื่องจากในปัจจุบันนั้น แอนดรอยด์ถือเป็นระบบปฏิบัติการที่มีผู้ใช้งานมากที่สุดในขณะนี้โดยอ้างอิงจากรูปภาพของส่วนแบ่งการตลาดในช่วงไตรมาสที่ 2 ของปี 2015 นั้น และยังเป็นระบบปฏิบัติการที่เปิดให้ผู้พัฒนาสามารถเข้ามาใช้งานได้หลากหลายและทั่วถึงอีกด้วย



รูป 2.2 ส่วนแบ่งการตลาดของระบบปฏิบัติการต่างๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ 2012-2015

2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



รูป 2.3 สัญลักษณ์แอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยแพร่แวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีความหลากหลายระดับ หลากหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ได้ตามต้องการ ทำให้ผู้จัดทำเลือกใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการเลือกใช้สำหรับการพัฒนา โดยแอนดรอยด์นั้นจะมีข้อดีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ความเข้ากันได้ระหว่างมือถือกับระบบ : ด้วยความเป็น Open Source ทำให้ง่ายต่อการนำไปแก้ไขหรือพัฒนาต่างๆ ได้ และทำให้มือถือในหลายรุ่นได้เลือกใช้แอนดรอยด์สำหรับการพัฒนา
- 2) ราคา : การที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็น Open Source นั้นหมายถึง การไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับการเลือกใช้พัฒนา และยังสามารถใช้งานได้ในหลายแพลตฟอร์ม และทางด้านฮาร์ดแวร์นั้น อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ก็มีราคาถูกกว่าระบบปฏิบัติการ iOS
- 3) การพัฒนาสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เราสามารถปรับแต่งหรือพัฒนาอย่างไรก็ได้ โดยที่ไม่ต้องมีส่วนข้องเกี่ยวกับบริษัทที่สร้างอย่าง Google เลย เพราะเป็นระบบเปิด และตัวโปรแกรมที่ใช้พัฒนาแอนดรอยด์นั้นก็สามารถโหลดฟรีได้ทั่วไป โดยไม่มีข้อจำกัด และการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น สามารถเชื่อมต่อผ่าน USB ได้เลย
- 4) เมื่อเทียบกับระบบปฏิบัติการอื่นๆ แล้วแอนดรอยด์จะมีความสามารถที่หลากหลายกว่า และยังสามารถตกแต่งได้มากมายตามความต้องการของผู้พัฒนาเอง
- 5) ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นมีสูงพอๆ กับระบบปฏิบัติการ iOS ทำให้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเลือกใช้มาพัฒนา

2.3 แท็กที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Direction ของ Google Maps APIs

ในนามสกุลไฟล์ xml จะมี <DirectionsResponse> และจะมีคำสั่งตามมาดังนี้

- 1) <status> จะเป็นส่วนที่บอกถึงสถานะปัจจุบันของการเรียกข้อมูล
 - a) “OK” บ่งชี้ว่า ตอบสนองผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
 - b) “NOT_FOUND” บ่งชี้ว่า อย่างน้อยหนึ่งในสถานที่ที่ระบุไว้ในคำขอของแหล่งที่มาปลายทาง หรือ จุดสนใจ ไม่สามารถทำการ geocode ได้
 - c) “ZERO_RESULTS” บ่งชี้ว่า ไม่มีเส้นทางระหว่างจุดเริ่มต้น กับ จุดหมาย
 - d) “MAX_WAYPOINTS_EXCEEDED” บ่งชี้ว่า มีจุดสนใจจำนวนมาก ซึ่งมีการร้องขอมากกว่า 8 จุดซึ่งรวมไปถึงจุดเริ่มต้นและจุดหมาย
 - e) “INVALID_REQUEST” บ่งชี้ว่าการร้องขอไม่ถูกต้อง สาเหตุมาจากการใช้งาน parameter ที่ผิด
 - f) “OVER_QUERY_LIMIT” บ่งชี้ว่า service ได้รับการร้องขอจากแอปพลิเคชันมากเกินไปในระยะเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- g) “REQUEST_DENIED” บ่งชี้ว่า service ปฏิเสธการใช้งาน service เส้นทางการเดินทาง โดยแอปพลิเคชัน
- h) “UNKNOWN_ERROR” บ่งชี้ว่า ทิศทางที่ร้องขอไม่สามารถประมวลผลได้ เนื่องจากข้อผิดพลาดของเซิร์ฟเวอร์ การร้องขออาจสำเร็จหากเรียกใช้อีกครั้ง
- 2) <geocoded_waypoint> จะเป็นส่วนที่ใช้งานกับ 1 ต้นทาง กับ 1 ปลายทาง ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้
- a) <geocoder_status> จะเป็นการแสดงสถานะของการเรียกใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งจะมีค่าต่อไปนี้
- “OK” บ่งชี้ว่า ไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น
 - “ZERO_RESULTS” บ่งชี้ว่า geocode เสร็จสมบูรณ์ แต่ไม่ส่งผลลัพธ์กลับมา ซึ่งอาจเกิดขึ้นจาก geocoder ผ่านไปยังที่อยู่ที่ไม่อยู่จริง
- b) <partial_match> จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างคำที่ใส่ข้อมูลเข้าไป กับฐานข้อมูลที่มีอยู่และเปรียบเทียบกับกันว่ามี การสะกดผิดไปหรือมีการพิมพ์ตกหล่น จะมีการเดาคำที่น่าจะใช้ลงไปแทน
- <place_id> เป็นตัวระบุชี้เฉพาะที่ใช้งานสำหรับ google api
 - <type> ระบุ address type ของผลการ geocoding ใช้สำหรับคำนวณทิศทาง ซึ่งจะมีค่าต่อไปนี้
 - “street_address” แสดงถึง ที่อยู่ถนนที่ชัดเจน
 - “route” แสดงถึง ชื่อของเส้นทาง
- 3) <route> จะเป็นการบอกเส้นทางที่ต้องการจะต้องไป โดยจะมีหลากหลายวิธี
- a) <summary> จะมีคำอธิบายที่เป็นข้อความสั้นๆ สำหรับเส้นทาง
- b) <leg> จะเป็น array ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางต่างๆระหว่าง 2 สถานที่ leg ที่แยกกันจะถูกนำเสนอในแต่ละจุดสนใจหรือปลายทางที่ระบุ
- <step> มี array ของขั้นตอนของแต่ละเส้นทาง
 - <html_instructions> มีคำแนะนำสำหรับนำทางเป็นขั้นตอนในรูปแบบข้อความ HTML
 - <distance> เป็นระยะทางของขั้นตอนต่อไป
 - <duration> เป็นระยะเวลาของขั้นตอนต่อไป
 - <start_location> เป็นสถานที่เริ่มต้นของขั้นตอนต่อไป
 - <end_location> เป็นสถานที่สุดท้ายของขั้นตอนต่อไป
 - <polyline> ประกอบไปด้วย 1 point ซึ่งเป็นตัวแทนของขั้นตอนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (7) <transit_details> มีข้อมูลเฉพาะการขนส่ง ตามรายละเอียดด้านล่างนี้
- (a) <headsign> ระบุทิศทางในการที่จะเดินทางในเส้นทางนี้
 - (b) <num_stops> แสดงจำนวนของที่หยุดรถประจำทางของเส้นทางนี้
 - (c) <line> เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งนี้
 - (i) <name> ชื่อเต็มของสายการขนส่งนี้
 - (ii) <short_name> ชื่อย่อของสายการขนส่งนี้หรือสายรถ
 - (iii) <color> สีของสายการขนส่งนี้
 - (iv) <agency> มี array ของ TransitAgency ซึ่งเป็นคุณสมบัติต่างๆดังนี้
 - (v) <name> ชื่อของหน่วยงานการขนส่ง
 - (vi) <url> URL ของหน่วยงานการขนส่ง
 - (vii) <phone> เบอร์ของหน่วยงานการขนส่ง
 - (d) <text_color> เป็นสีของข้อความที่ใช้ทั่วไปสำหรับสายนี้ แสดงออกมาเป็น string ฐานสิบหก
 - (e) <vehicle> เป็นประเภทของยานพาหนะที่ใช้ในสายนี้ ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังนี้
 - (i) <name> ชื่อของยานพาหนะ
 - (ii) <type> ประเภทของยานพาหนะ
 - (iii) <icon> รูปภาพของยานพาหนะ
 - (f) <distance> แสดงให้เห็นถึงระยะทางทั้งหมดโดยขานี้ มีองค์ประกอบต่อไปนี้
 - (i) <value> แสดงระยะทางเป็นเมตร
 - (ii) <text> แสดงค่าที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ ออกมาเป็นระยะเวลาจากจุดเริ่มต้น
 - (g) <duration>
 - (i) <value> แสดงระยะเวลาเป็นวินาที
 - (ii) <text> แสดงระยะเวลาที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้
 - (h) <start_location> มีละติจูดกับลองจิจูดของจุดเริ่มต้น
 - (i) <end_location> มีละติจูดกับลองจิจูดของจุดหมาย
 - (j) <start_address> เป็นที่อยู่ที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ โดยผลลัพธ์จากการย้อนกลับ geocoding start_location

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (k) <end_address> เป็นที่อยู่ที่มีมนุษย์สามารถเข้าใจได้ โดยผลลัพธ์จากการย้อนกลับ geocoding end_location
- (l) <departure_time> เป็นเวลาโดยประมาณของการเดินทางของขานี้ เฉพาะการขนส่ง
- (m) <arrival_time> เป็นเวลาโดยประมาณของการมาถึงขานี้ จะมีการส่งค่ากลับคืนมาสำหรับเส้นทางของการขนส่ง ดังนี้
 - (i) <value> เป็นเวลาที่ระบุไว้สำหรับ JavaScript
 - (ii) <text> เป็นเวลาที่ระบุไว้เป็น string เวลาจะแสดงเป็นแต่ละ time zone
 - (iii) <time_zone> แสดง time zone
- (8) <overview_polyline> มี single point ที่ถือเป็นตัวแทน encoded polyline ของเส้นทาง
- (9) <bounds> มีขอบเขต viewport ของ overview_polyline
- (10) <copyrights> มีข้อความลิขสิทธิ์ที่จะแสดงสำหรับเส้นทางนี้

2.4 Django Framework



รูป 2.4 โลโก้ของ Django Framework

Django Framework นั้นเป็น Framework ที่นำมาใช้งานสำหรับการนำมาพัฒนา Web Application และเป็น Open Source ที่เราสามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งจะใช้ภาษาไพทอน (Python) ในการพัฒนา ซึ่งภาษาไพทอนในปัจจุบันนั้นค่อนข้างเป็นที่นิยมและแพร่หลายในต่างประเทศและในประเทศไทยเป็นอย่างมาก ทำให้เป็นเหตุผลหนึ่งที่เลือกใช้ Django Framework มาพัฒนาเว็บไซต์ โดยที่เราสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาษาที่จะนำมาพัฒนา Framework นี้ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 คุณสมบัติของ Django Framework

- 1) Object-Relational Mapper คือ การกำหนด Data Model ในภาษาไพทอน เพื่อการทำงานด้านข้อมูล และสนับสนุน Dynamic Database-Access API
- 2) Automatic Admin Interface คือ ส่วนของการสร้าง Interface อัตโนมัติสำหรับการ add, edit, delete และ search ด้วย Django Framework
- 3) Elegant URL Design คือ การทำให้ URL มีความสวยงาม สั้น กระชับ และสื่อความหมายของหน้านั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับการทำ SEO ในปัจจุบัน
- 4) Template System คือ Django นั้นมีการออกแบบ Template Language เพื่อการเขียนแยกส่วนระหว่าง Design และ Business Logic
- 5) Cache System คือ ส่วนของการบันทึก หรือจัดการข้อมูลที่มีการควาน์โหลดไปแล้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเว็บไซต์ด้านความเร็ว และด้านอื่น ๆ
- 6) Internationalization คือ Django สนับสนุน Application ที่มีความหลากหลายด้านภาษาในการแสดงผล

2.5 ภาษาไพทอน (Python language)



รูป 2.5 โลโก้ของภาษาไพทอน

ภาษาไพทอน คือภาษาที่เราเลือกเพื่อนำมาใช้ในการช่วยพัฒนาเว็บไซต์โดยทำงานร่วมกับ Django Framework ซึ่งภาษาไพทอนนั้น เป็นภาษาลักษณะ Open Source มีความสามารถในการรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น OS Windows Unix Linux หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD ทำให้ผู้ที่ต้องการนำภาษาไพทอนมาใช้งานได้ฟรี โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ และการใช้งานที่เป็คกว้าง ทำให้มีคนเข้ามาช่วยพัฒนาให้ภาษาไพทอนมีความสามารถที่สูงขึ้น และมีการทำงานที่เป็นไปตามความต้องการในหลากหลายลักษณะ

2.5.1 คุณลักษณะเด่นของภาษาไพทอน

- 1) ภาษาไพทอนสนับสนุนแนวแบบคิดออบเจกต์โอเรียนเตด หรือ OOP (Object Oriented Programming)
- 2) ภาษาไพทอนเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ไม่คิดมูลค่าการใช้งานและเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูงมาก
- 3) คำสั่งที่เขียนด้วยภาษาไพทอน สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ ได้ เช่น OS, Windows ต่างๆ, Unix, Linux และ ระบบอื่นๆอีกมากมาย
- 4) สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows
- 5) ภาษาไพทอนรวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟส Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบ X windows, Ms-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ
- 6) เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก
- 7) มี Built-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ภาษาไพทอน ประกอบด้วย ลิสต์ ดิกชันนารี สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง
- 8) มีเครื่องมือต่างๆ มากมาย เช่น การประมวลผลเท็กซ์ไฟล์ การเรียงข้อมูล การเชื่อมต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนค่า เป็นต้น
- 9) มีมอดูลสำหรับจัดการ Regular Expression
- 10) มีมอดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาสนับสนุนมากมาย ได้แก่ COM, Image, CORBA, ORBs, XML เป็นต้น
- 11) ภาษาไพทอนจัดการหน่วยความจำได้อย่างอัตโนมัติ สามารถจัดการพื้นที่หน่วยความจำที่ไม่ต่อเนื่องให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 12) ภาษาไพทอนอนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของภาษาไพทอนเอาไว้ภายในโคดภาษา C/C++ ได้
- 13) ภาษาไพทอนอนุญาตให้โปรแกรมเมอร์สร้าง Dynamic Link Library (DLL) เพื่อใช้ร่วมกับ ภาษาไพทอน
- 14) มีมอดูลสนับสนุนเกี่ยวกับเน็ตเวิร์ก โปรเซส เรกูลาร์ เอ็กสเพรสชัน, xml, GUI และอื่นๆ
- 15) ประกอบด้วยมอดูลสำหรับสร้าง Internet Script และติดต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Sockets, และทำหน้าที่เป็น CGI Script ตลอดจนใช้งานคำสั่ง FTP, Gopher, XML และอื่นๆอีกมากมาย

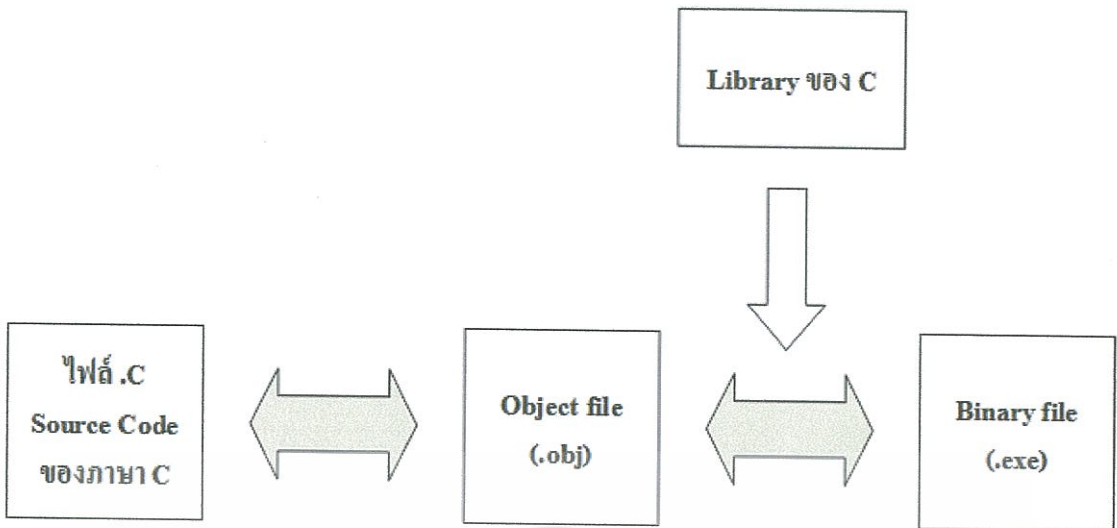
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 16) สามารถประมวลผลทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 17) ภาษาไพทอนมีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ
- 18) มีไลบรารีสนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟฟิก เช่น ทำภาพเบลอ ภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันทึกไฟล์ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ
- 19) มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์
- 20) มีไลบรารีสำหรับสร้างเอกสาร PDF โดยไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer
- 21) มีไลบรารีสำหรับสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่ต้องติดตั้ง Macromedia Flash

2.5.2 หลักการทำงานของภาษาไพทอน

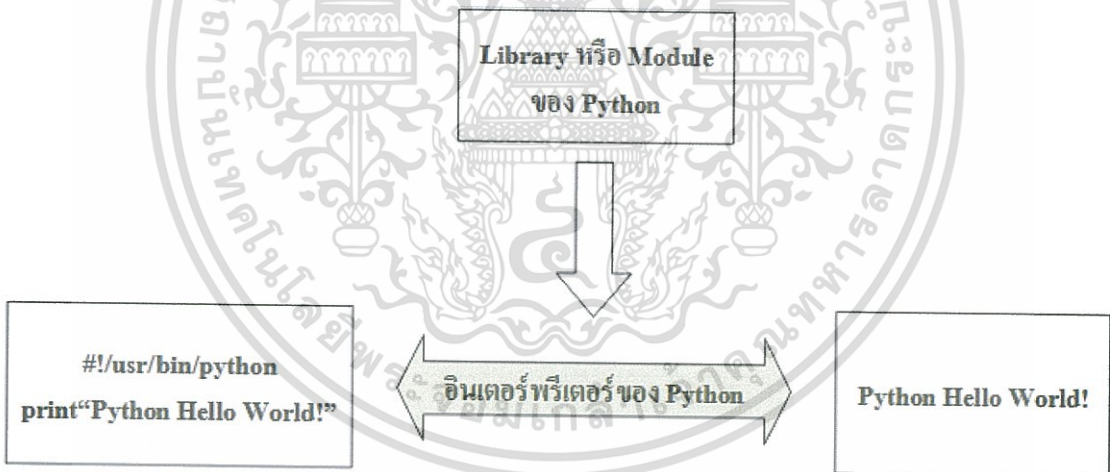
ตัวแปลภาษาคืออะไร เมื่อเราได้เขียนโค้ดขึ้นมาตามโครงสร้างของโปรแกรมภาษาใดก็ตาม และการจะให้โค้ดคำสั่งเหล่านั้นทำงานได้ก็จะต้องมีตัวแปลภาษามาจัดการแปลโค้ดคำสั่งเพื่อให้ทำงานตามที่เราต้องการ โดยลักษณะของตัวแปลภาษานั้นแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- 1) คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษา C, C++, Pascal การทำงานก็คือจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบก่อน หรือเรียกว่าการคอมไพล์ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดก็จะทำการแปลโค้ดคำสั่งของเราให้เป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) จากนั้นก็ทำการแปลไฟล์ .obj ให้เป็นไบนารีไฟล์ .exe เพื่อทำงานต่อไป ดังตัวอย่างการทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C ดังรูป 2.6



รูป 2.6 การทำงานของคอมไพเลอร์ภาษา C

- 2) อินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter) จะทำงานเป็นบรรทัดต่อบรรทัด คือ อ่าน โค้ดคำสั่งมา บรรทัดหนึ่ง แล้วก็ทำงานให้ผลออกมาเลย ดังแสดงในรูป



รูป 2.7 การทำงานของอินเตอร์พรีเตอร์ของภาษาไพทอน

จากรูป 2.7 ตัวอย่างในกรณีที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันจากไลบรารี (Library) หรือ โมดูล (Module) ของภาษาไพทอน อินเตอร์พรีเตอร์ของภาษาไพทอน ก็จะไปทำการเรียกฟังก์ชันเหล่านั้นให้ทำงานแล้วจึงแสดงผลการทำงานออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของประสิทธิภาพการทำงานนั้นตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์จะทำงานได้เร็วกว่าตัวแปลภาษาแบบอินเทอร์พรีเตอร์ เพราะโค้ดคำสั่งถูกคอมไพล์และลิงค์โดยตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์ผ่านแล้วได้เป็นไฟล์ .exe ออกมา จากนั้นก็เป็นขั้นตอนการทำงานอย่างเดียว

2.6 โปสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL)



รูป 2.8 โลโก้ของโปสต์เกรสคิวเอล

โปสต์เกรสคิวเอลนั้นคือ ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Object-Relational Database Management System หรือ ORDBMS) ซึ่งพัฒนาต่อจากฐานข้อมูล ชื่อ Ingres จึงทำให้ถูกเรียกว่า Post-Ingres หมายถึง อินเกรสในตอนหลัง และเปลี่ยนมาจนเป็นชื่อ PostgreSQL มีลักษณะเป็น Open Source สำหรับนักพัฒนาสามารถใช้งานได้ฟรี โดยมีความสามารถต่างๆ เช่น

- 1) Complex queries
- 2) Foreign keys
- 3) Triggers
- 4) Views
- 5) Transactional integrity
- 6) Multi version concurrency control

นอกจากนี้ผู้ใช้งาน (User) ยังสามารถที่กำหนดการใช้งานสิ่งต่างๆเองได้ เช่น

- 1) Data types
- 2) Functions
- 3) Operators
- 4) Aggregate functions
- 5) Index methods
- 6) Procedural languages

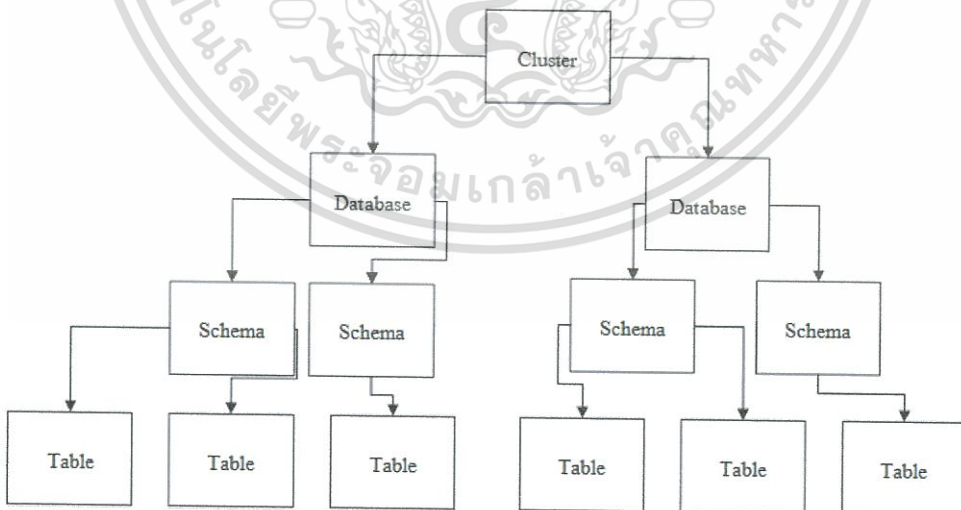
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ข้อจำกัดของโพสต์เกรสคิวเอล

- 1) ขนาดฐานข้อมูล (database) : ไม่เกิน 60GB
- 2) ขนาดตารางข้อมูล (table) ไม่เกิน 64 TB ในระบบปฏิบัติการทุกระบบ
- 3) ขนาดของข้อมูลแต่ละรายการ (row): ไม่จำกัด ตั้งแต่ Version 7.1 ขึ้นไป
- 4) ขนาดของข้อมูลแต่ละ field: 1GB ตั้งแต่ Version 7.1 ขึ้นไป
- 5) จำนวนรายการ (rows) ในตารางข้อมูล (table): ไม่จำกัด
- 6) จำนวน columns ในตารางข้อมูล (table): 1600 columns
- 7) จำนวน indexes ในตารางข้อมูล (table): ไม่จำกัด

2.6.2 การตั้งชื่อ

- 1) ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรหรือ underscore(_)
- 2) ความยาวไม่เกิน 31 ตัวอักษร
- 3) ไม่ซ้ำกับ reserve word หรือถ้าต้องการให้ใช้ Quote(“”)
- 4) การใช้ Quote(“”) จะทำให้ชื่อที่อยู่ใน Quote(“”) เป็นแบบ Case Sensitive
- 5) ชื่อที่อยู่ในประเภทเดียวกันต้องไม่ซ้ำกัน เช่น
 - a) ชื่อ Database ที่อยู่ใน Cluster เดียวกันต้องไม่ซ้ำกัน
 - b) ชื่อ Table ที่อยู่ใน Database เดียวกันต้องไม่ซ้ำกัน
 - c) ชื่อ Column ที่อยู่ใน Table เดียวกันต้องไม่ซ้ำกัน
 - d) ชื่อ Index ที่อยู่ใน Database เดียวกันต้องไม่ซ้ำกัน



รูป 2.9 ตัวอย่างของการตั้งชื่อในโพสต์เกรสคิวเอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 PostGIS



รูป 2.10 โลโก้ของ PostGIS

PostGIS เป็นการขยายฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับ PostgreSQL โดย PostGIS ได้เพิ่มส่วนของการสนับสนุนสำหรับสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จะใช้งานบน SQL โดยในที่นี้จะพูดถึง Linestrings และ Points คือ

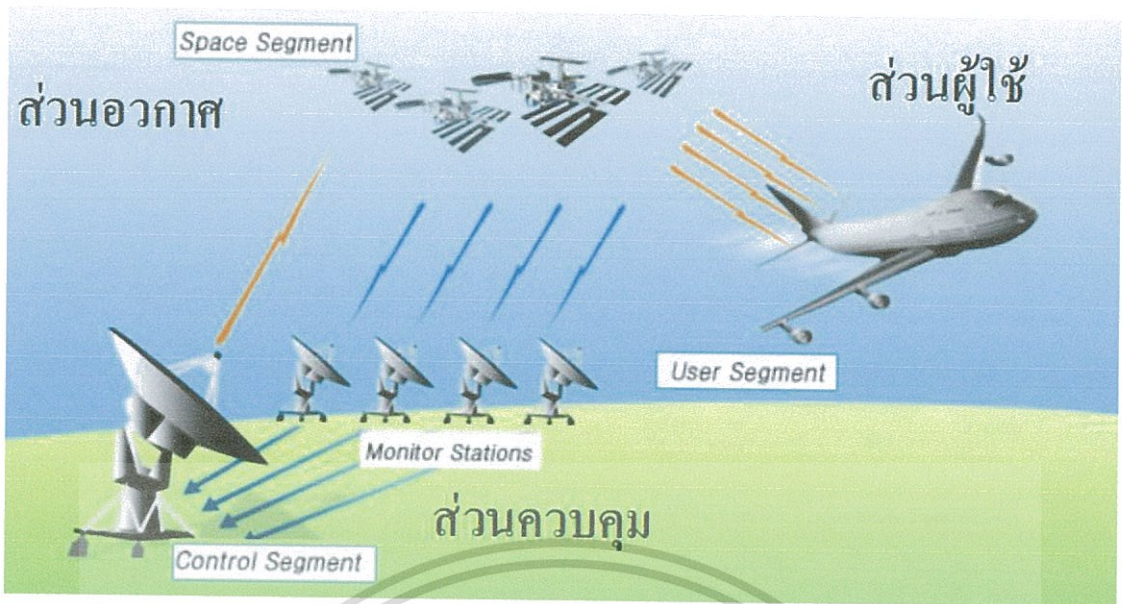
- 1) Linestrings คือ การเก็บข้อมูลพิกัดของถนนมากกว่าหนึ่งจุดเพื่อนำมาต่อเป็นเส้น
- 2) Points คือ ตำแหน่งที่เป็นจุดบนพื้นโลกโดยใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งจะใช้แสดง object ที่เจาะจงถึงตำแหน่งแต่ไม่ได้ระบุถึงขนาด หรือ รูปทรง

2.8 จีพีเอส (GPS)

GPS ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System มีความหมายว่า ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก เป็นเครื่องมือระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยการคำนวณจากสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก ทำให้สามารถบอกตำแหน่งจุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก และสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางได้ จึงสามารถนำมาใช้กับการนำทาง ซึ่ง จีพีเอสจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ

- 1) ส่วนอวกาศ (Space Segment) จะประกอบไปด้วยกลุ่มดาวเทียม 31 ดวง เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุจากอวกาศสู่เครื่องรับสัญญาณ
- 2) ส่วนควบคุม (Control Segment) เป็นสถานีภาคพื้นดินที่ควบคุมระบบ (Operational Control System : OCS) ประกอบไปด้วย สถานีควบคุมหลัก สถานีหลักทางเล็กลง สถานีเฝ้าติดตาม สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดิน
- 3) ส่วนผู้ใช้ (User Segment) คือเครื่องรับสัญญาณหรือก็คือ จีพีเอส ที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย มีหลากหลายขนาด ซึ่งตัวจีพีเอสจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณจากดาวเทียมเป็นตำแหน่ง ความเร็ว และเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.11 ส่วนประกอบของจีพีเอส

2.8.1 หลักการทำงานของจีพีเอส

- 1) เครื่องรับจีพีเอสจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณจากดาวเทียมเป็นตำแหน่ง (X,Y,Z) ความเร็ว (Speed) และเวลา (Time)
- 2) เพื่อที่ต้องการจะทราบค่าพิกัด X Y Z และเวลา ต้องใช้งานดาวเทียมอย่างน้อยถึง 4 ดวง
- 3) ความถูกต้องของตำแหน่งขึ้นอยู่กับนาฬิกาและตัวจีพีเอสซึ่งอาจจะหาตำแหน่งที่มีความผิดพลาดได้น้อยกว่า 3 ฟุต

2.8.2 ปัจจัยที่ผลต่อความถูกต้องของตำแหน่ง

- ความถูกต้องของตำแหน่งที่หาได้จากระบบพิกัดดาวเทียมนั้น มีปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น
- 1) จำนวนดาวเทียม ยิ่งจำนวนดาวเทียมมีมาก โอกาสที่จะได้ความถูกต้องที่สูงขึ้นจากการวิเคราะห์ตำแหน่งก็มากขึ้น
 - 2) ตำแหน่งและการเรียงตัวของดาวเทียม (Satellite configuration) โดยที่สามารถสังเกตได้จากค่า DOP (Dilution of Precision)
 - 3) ชนิดของสัญญาณที่นำมาใช้วิเคราะห์ และ จำนวนสัญญาณคลื่นความถี่
 - 4) วิธีวิเคราะห์ จะแบ่งเป็นการวิเคราะห์ตำแหน่งแบบเชิงเดี่ยว (single point positioning) กับ ตำแหน่งสัมพัทธ์ (relative positioning)
 - 5) เทคนิคการขจัดผลกระทบ เนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (ionosphere คือ ชั้นบรรยากาศเบาบาง ที่ประกอบไปด้วยแก๊สที่แตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบ)

และ เทคนิคการประมาณผลกระทบจากโทรโปสเฟียร์ (troposphere คือ ชั้นบรรยากาศที่เราอาศัยอยู่)

- 6) คุณภาพของข้อมูลตำแหน่งของดาวเทียมว่าใช้จากแหล่งใด
- 7) ผลกระทบเนื่องจากสหวิถิ (multi-path) ซึ่งเป็นผลจากการสะท้อนของสัญญาณ การผสมผสานระบบดาวเทียมหลายๆอย่าง

2.8.3 ความคลาดเคลื่อนจากการใช้งานจีพีเอส

สำหรับความคลาดเคลื่อนจากการใช้งานจีพีเอสนั้นจะมีได้หลากหลายลักษณะซึ่งจะแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

- 1) ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากนาฬิกาของดาวเทียมและเครื่องรับ
- 2) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศ
- 3) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการรับสัญญาณหลายทิศทาง (Multipath errors)
- 4) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากวงโคจรของดาวเทียม
- 5) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากเครื่องรับสัญญาณ
- 6) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากศูนย์กลางและความสูงของเสาอากาศ

2.9 ภาษาจาวา (Java programming language)

รูป 2.12 โลโก้ของภาษาจาวา

เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือที่เรียกว่า Object Oriented Programming โดยที่ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อนำมาใช้ทดแทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) และภาษาจาวานั้นไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ถึงแม้ว่าจะมีชื่อที่คล้ายคลึงกัน จึงเป็นภาษาที่ทางผู้จัดทำเลือกมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยมีคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 องค์ประกอบของ Java

- 1) Java เป็นภาษาที่มีอิสระในเรื่องของรูปแบบ คือ ในการพิมพ์ source code เราจะย่อหน้าหรือไม่ย่อหน้า จะวรรคก็เคาะ โปรแกรมก็สามารถ run ได้
- 2) Java มีการใช้งานที่คล้ายคลึงกับภาษาซี (C) และภาษาซีพลัสพลัส (C++)
- 3) Primitive Data Types มี boolean, byte, short, char, int, float โดยเราสามารถเลือกใช้ได้ทั้งหมด แต่การเลือกใช้นั้นควรเลือกใช้อื่นที่เหมาะสมสำหรับงานที่เราทำอยู่
- 4) Operators ดังต่อไปนี้ต้องมีการพิมพ์ติดกัน : ==, !=, <=, >=, &&, ||



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

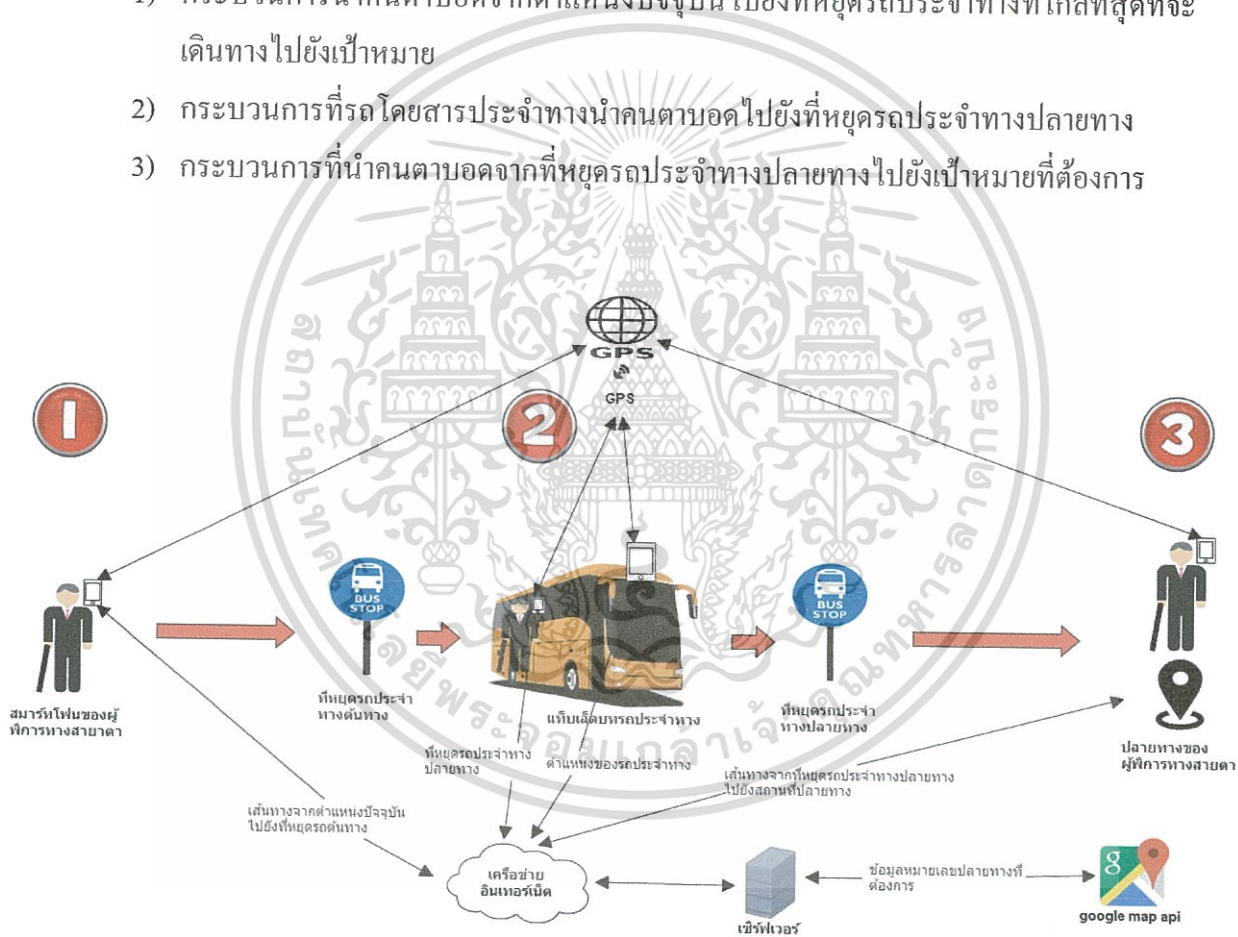
การออกแบบและพัฒนา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการภาพรวมของระบบ การออกแบบระบบ เครื่องที่ใช้พัฒนาฟังก์ชันของระบบ ความสามารถของระบบ และการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- 1) กระบวนการนำคนตาบอดจากตำแหน่งปัจจุบัน ไปยังที่หยุดรถประจำทางที่ใกล้ที่สุดที่จะเดินทางไปยังเป้าหมาย
- 2) กระบวนการที่รถโดยสารประจำทางนำคนตาบอดไปยังที่หยุดรถประจำทางปลายทาง
- 3) กระบวนการที่นำคนตาบอดจากที่หยุดรถประจำทางปลายทาง ไปยังเป้าหมายที่ต้องการ

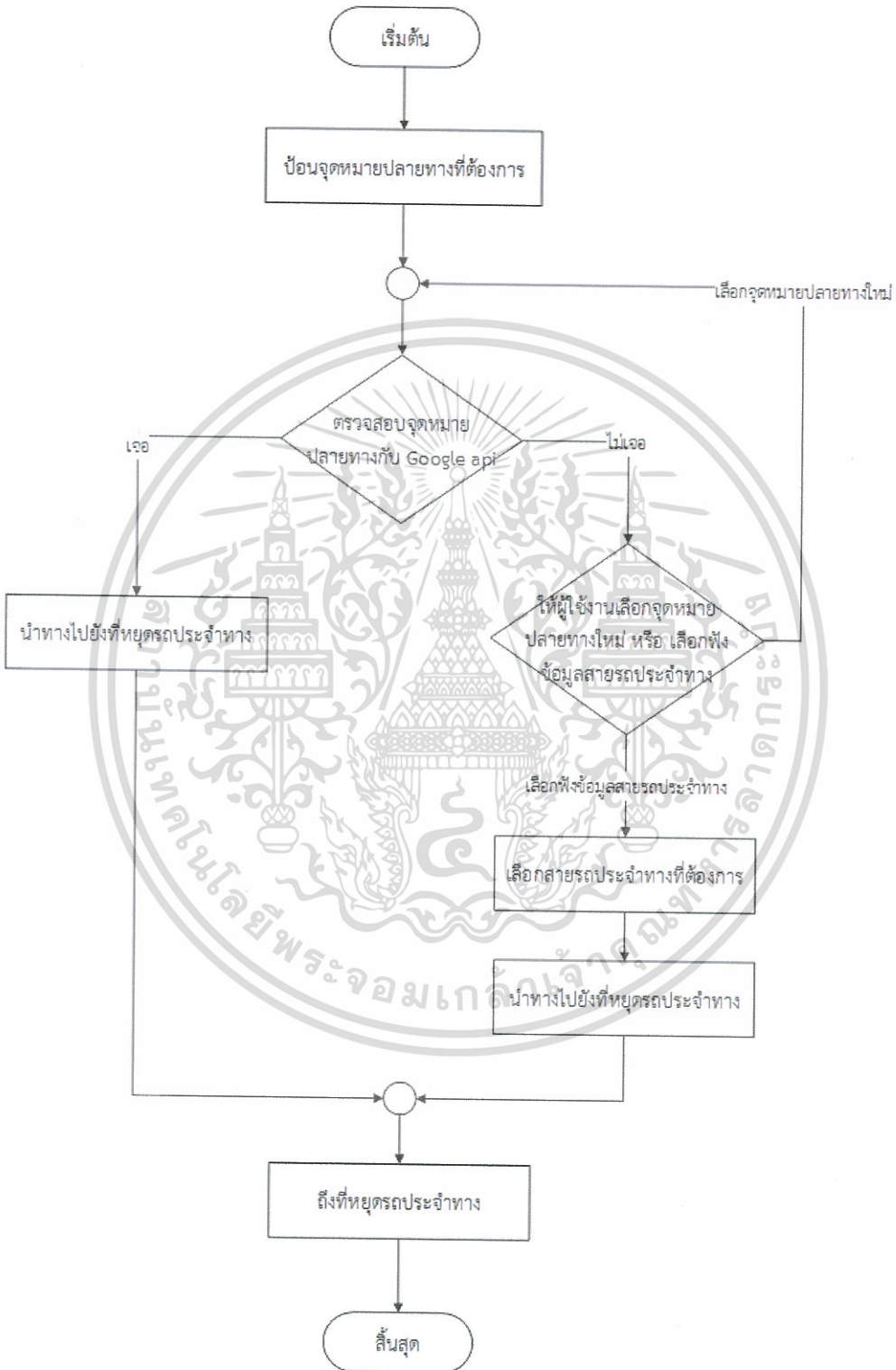


รูป 3.1 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ฟังก์ชันของระบบ

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นการทำงานของระบบ โดยแสดงออกมาในรูปแบบผังงาน



รูป 3.2 ฟังก์ชันของการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง

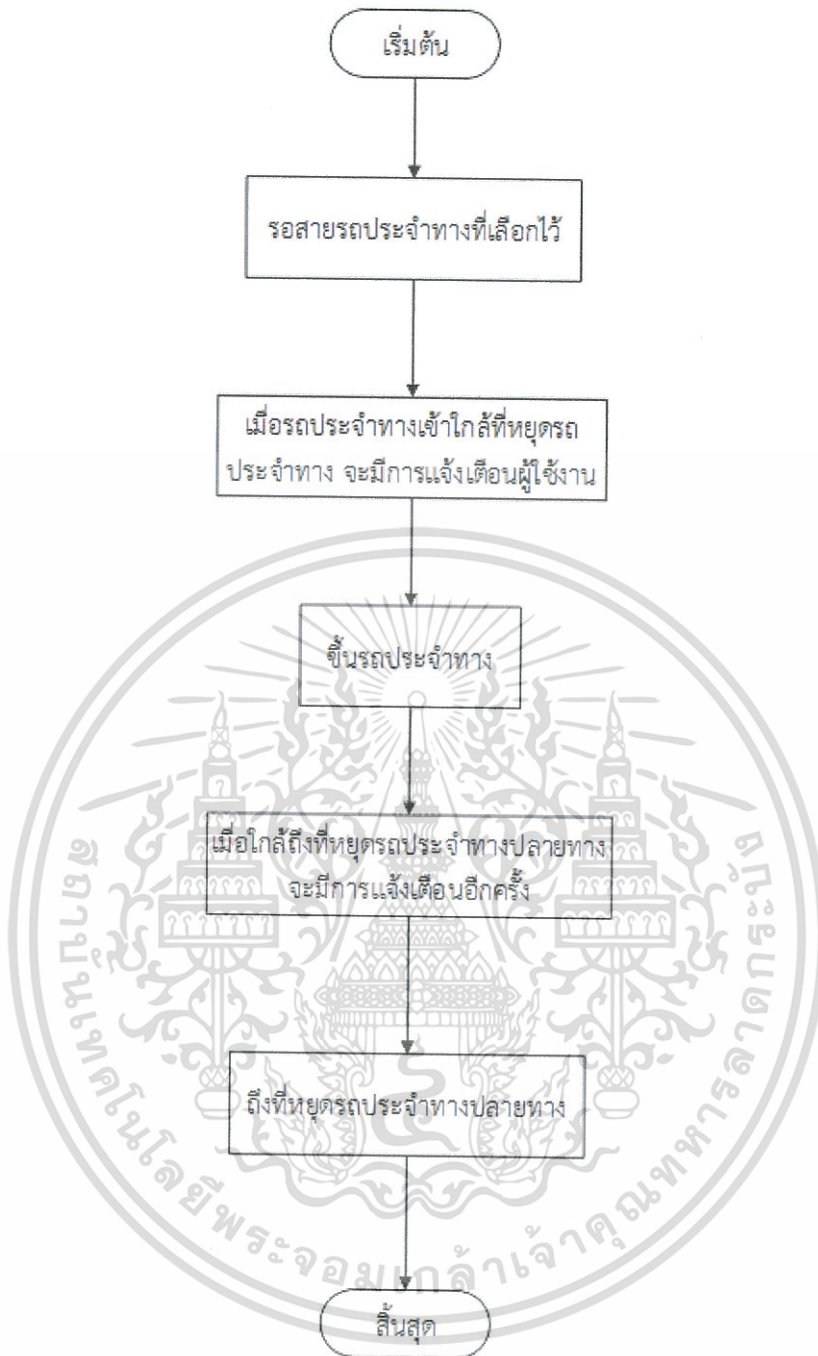
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายผังงาน

ในส่วนนี้แสดงให้เห็นการทำงานของระบบในส่วนที่เป็นการนำทางผู้ใช้งานไปยังที่หยุดรถประจำทาง ซึ่งการทำงานจะเป็นไปโดยจากจุดเริ่มต้น ผู้ใช้งานจะสามารถป้อนจุดหมายปลายทางกับแอปพลิเคชันได้ หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบกับ google api ว่าข้อมูลถูกต้องหรือไม่ หากข้อมูลถูกต้อง จะทำการถามเพื่อยืนยันจุดหมายปลายทางที่เลือก หากยืนยันจะทำการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง หากยกเลิกให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลใหม่ และในอีกกรณีคือไม่ถูกต้องหรือสถานที่มากกว่า 1 ที่จะสามารถเลือกได้ว่า ต้องการเลือกฟังข้อมูลสายรถโดยสารประจำทางหรือต้องการป้อนข้อมูลใหม่ เพื่อนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



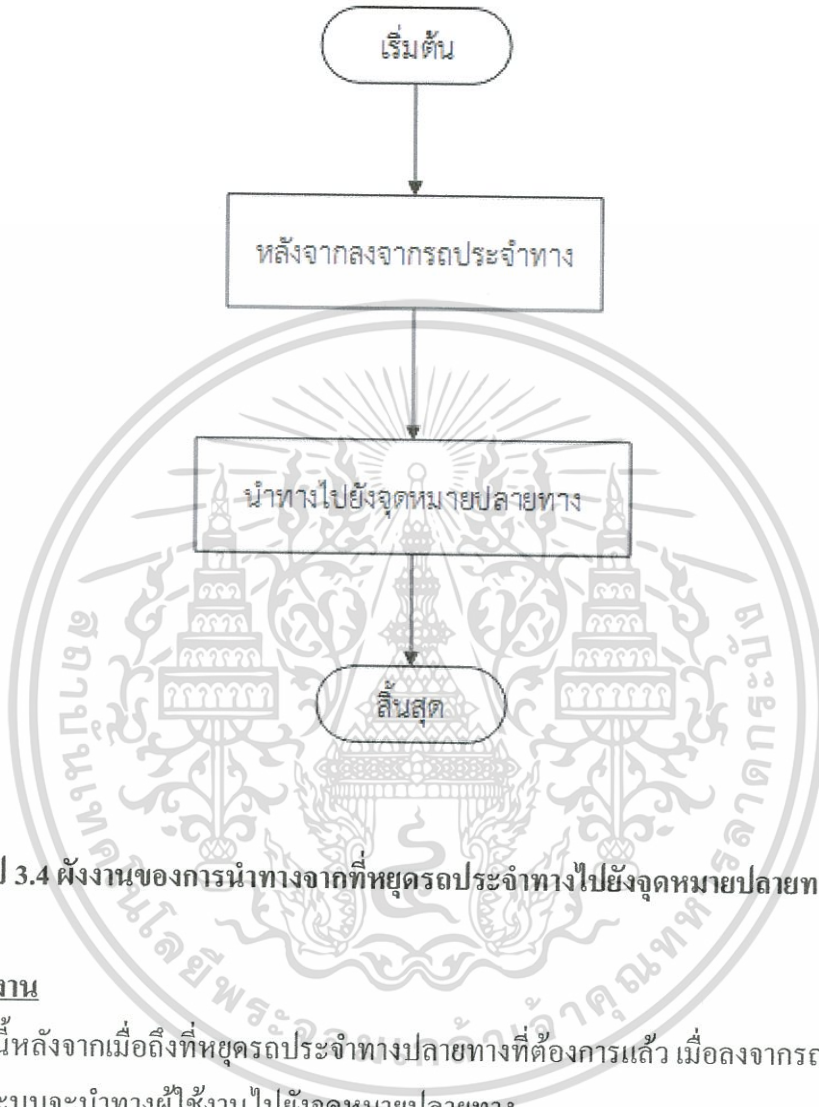
รูป 3.3 ฟังก์ชันของการขึ้นรถโดยสารประจำทางไปจนถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทาง

คำอธิบายฟังก์ชัน

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงการขึ้นรถโดยสารประจำทางจนถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทาง โดยหลังจากถึงที่หยุดรถประจำทางแล้ว แอปพลิเคชันจะทำการบอกสายรถโดยสารประจำทางที่ผู้ใช้งานต้องขึ้นเพื่อไปยังจุดหมายปลายทาง โดยเมื่อรถโดยสารประจำทางใกล้ถึงที่หยุดรถประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางที่ผู้ใช้งานอยู่ จะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน และหลังจากขึ้นรถโดยสารประจำทางไปแล้ว ในขณะที่ใกล้ถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทาง จะมีการแจ้งเตือนอีกครั้ง เพื่อให้ผู้ใช้งานเตรียมพร้อมในการลงรถ



รูป 3.4 ผังงานของการนำทางจากที่หยุดรถประจำทางไปยังจุดหมายปลายทาง

คำอธิบายผังงาน

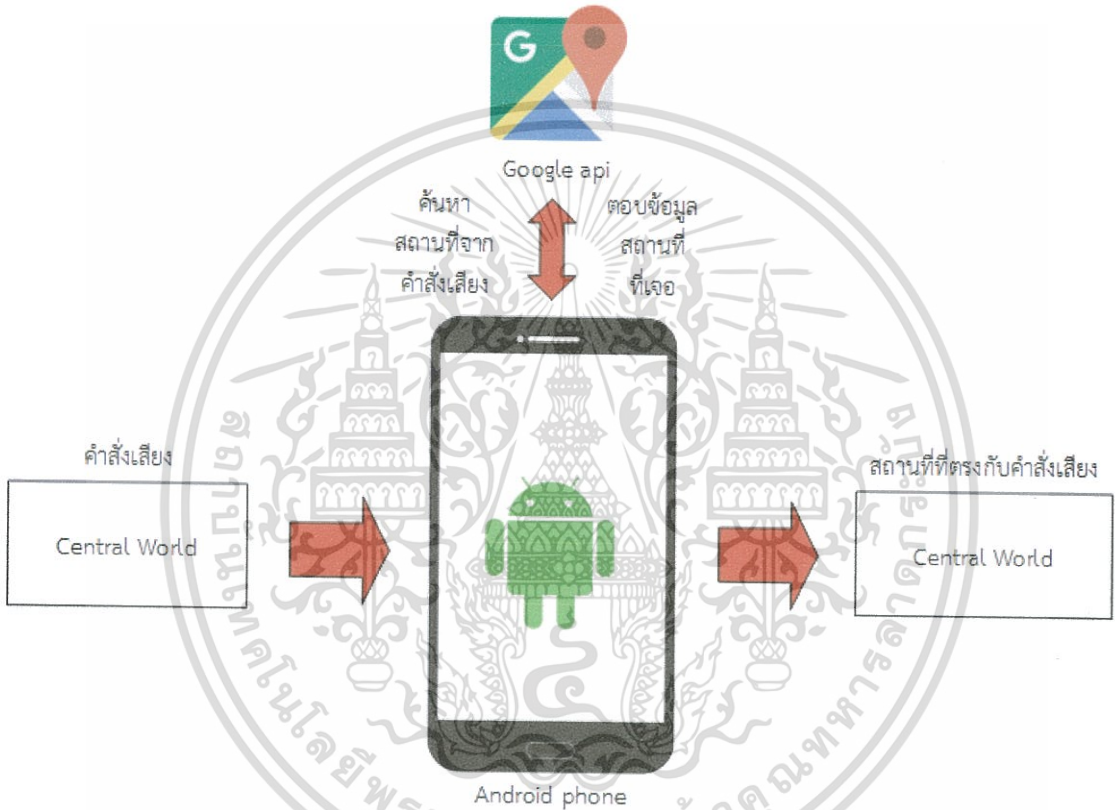
ในส่วนนี้หลังจากเมื่อถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทางที่ต้องการแล้ว เมื่อลงจากรถโดยสารประจำทาง ระบบจะนำทางผู้ใช้งานไปยังจุดหมายปลายทาง

3.3 การออกแบบระบบ

3.3.1 ระบบรับข้อมูลจุดหมายปลายทางด้วยคำสั่งเสียง

เมื่อเริ่มใช้งาน มีการรับคำสั่งเสียงจากผู้ใช้งานหลังจากเสียงสัญญาณ เพื่อนำมาใช้ในการหาจุดหมายปลายทางที่ผู้ใช้ต้องการ ไปจาก Google Maps APIs โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กรณี

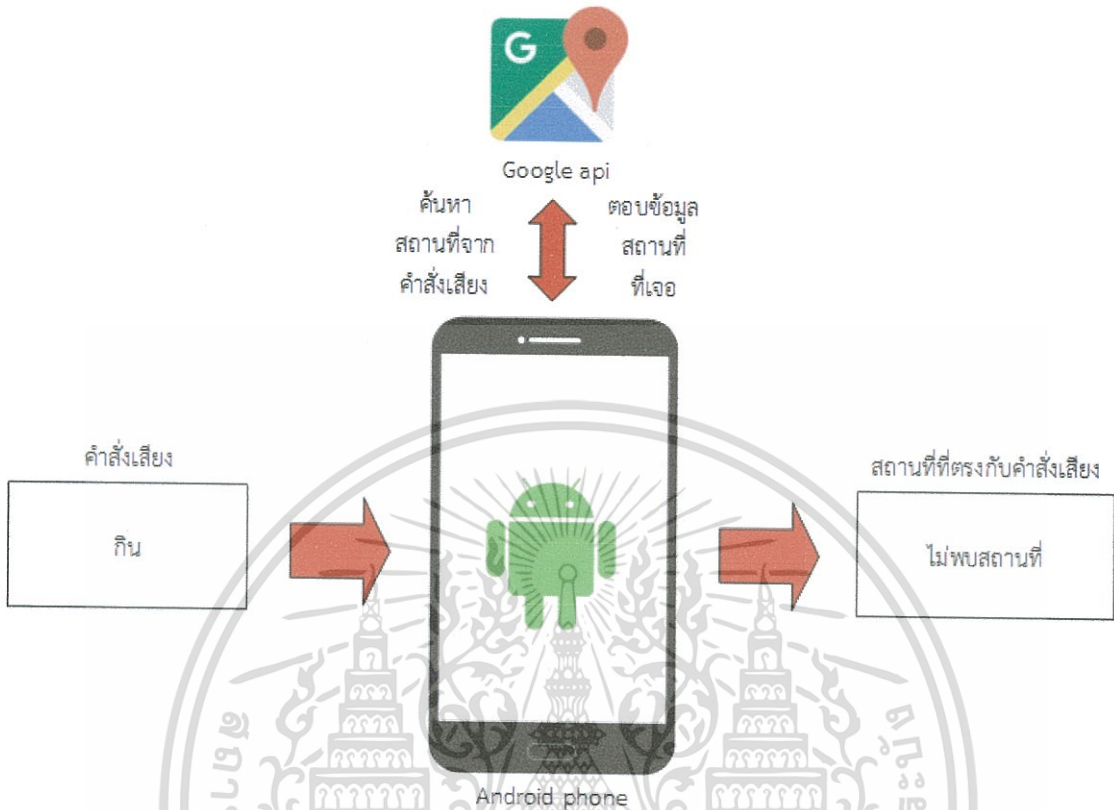
กรณีที่ 1 พบสถานที่ตรงกับข้อมูลที่ผู้ใช้งานสั่ง



รูป 3.5 กรณีที่ 1 ของการรับข้อมูลจุดหมายปลายทางด้วยคำสั่งเสียง

จากรูป 3.5 เมื่อผู้ใช้งานป้อนคำสั่งเสียงด้วยคำว่า “Central World” ระบบค้นหาสถานที่ที่ตรงกับคำสั่งได้เพียงตำแหน่งเดียว ระบบจะทวนชื่อสถานที่เพื่อยืนยันจุดหมายกับผู้ใช้งานด้วยคำสั่งเพื่อเริ่มต้นการนำทางไปยังจุดหมาย

กรณีที่ 2 ไม่พบหรือพบสถานที่ตรงกับข้อมูลที่ผู้ใช้งานสั่งมากกว่าหนึ่งสถานที่



รูป 3.6 กรณีที่ 2 ของการรับข้อมูลจุดหมายปลายทางด้วยคำสั่งเสียง

จากรูป 3.6 เมื่อผู้ใช้งานป้อนคำสั่งเสียงด้วยคำว่า “กิน” จะไม่สามารถหาสถานที่ที่ตรงกับคำสั่งได้ จะแสดงคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันออกมาแทนและสามารถเลือกเพื่อรับฟังสำหรับการเลือกเป็นจุดหมาย

3.3.2 ระบบนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง

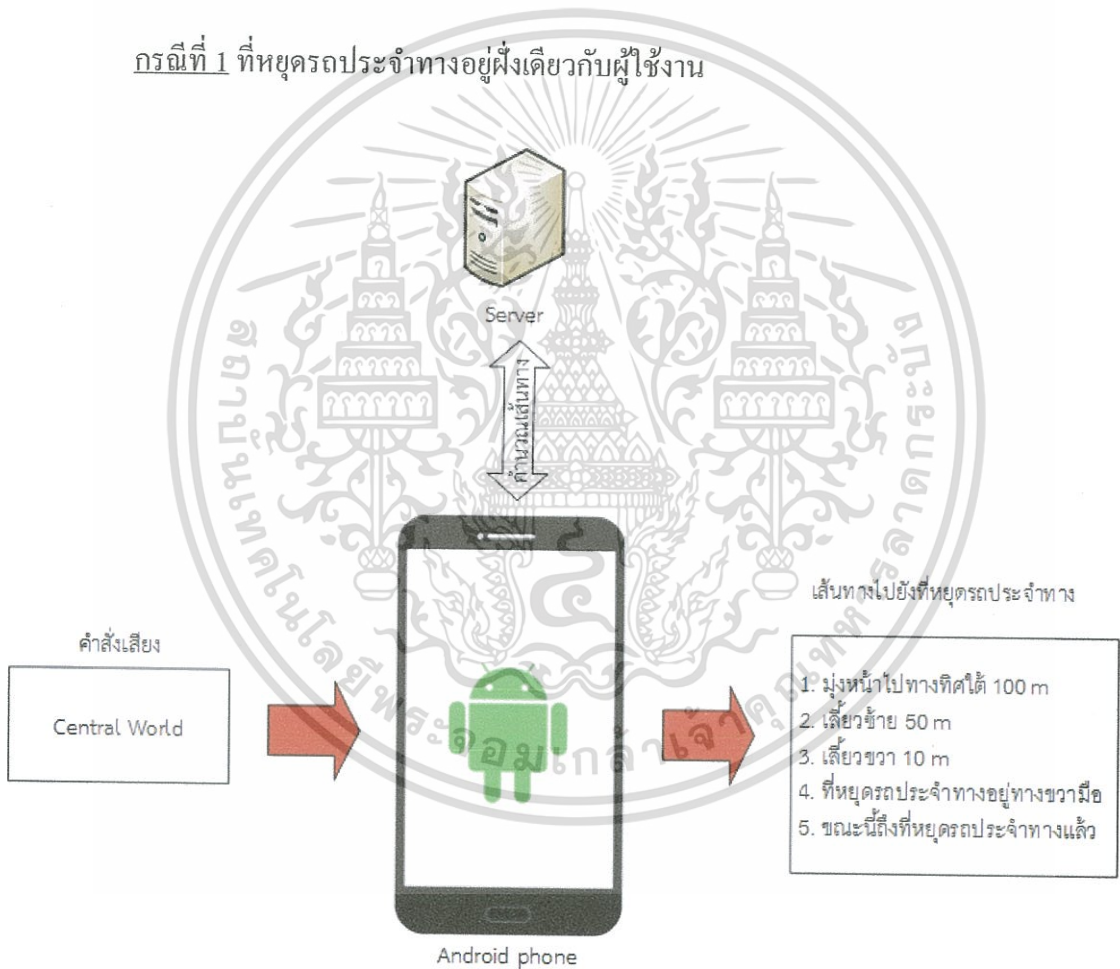
จากข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันและจุดหมายปลายทางเพื่อหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดจากเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มจากการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง ที่ได้มีการสำรวจและเก็บข้อมูลใหม่เนื่องจากพิกัดตำแหน่งของที่หยุดรถประจำทางจากฐานข้อมูลของกูเกิ้ลนั้นมีความผิดพลาดและล้าสมัย เพื่อเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางในขั้นต่อไป โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.7 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่หยุดโดยสารประจำทาง ถ.ลาดกระบัง

กรณีที่ 1 ที่หยุดรถประจำทางอยู่ฝั่งเดียวกับผู้ใช้งาน

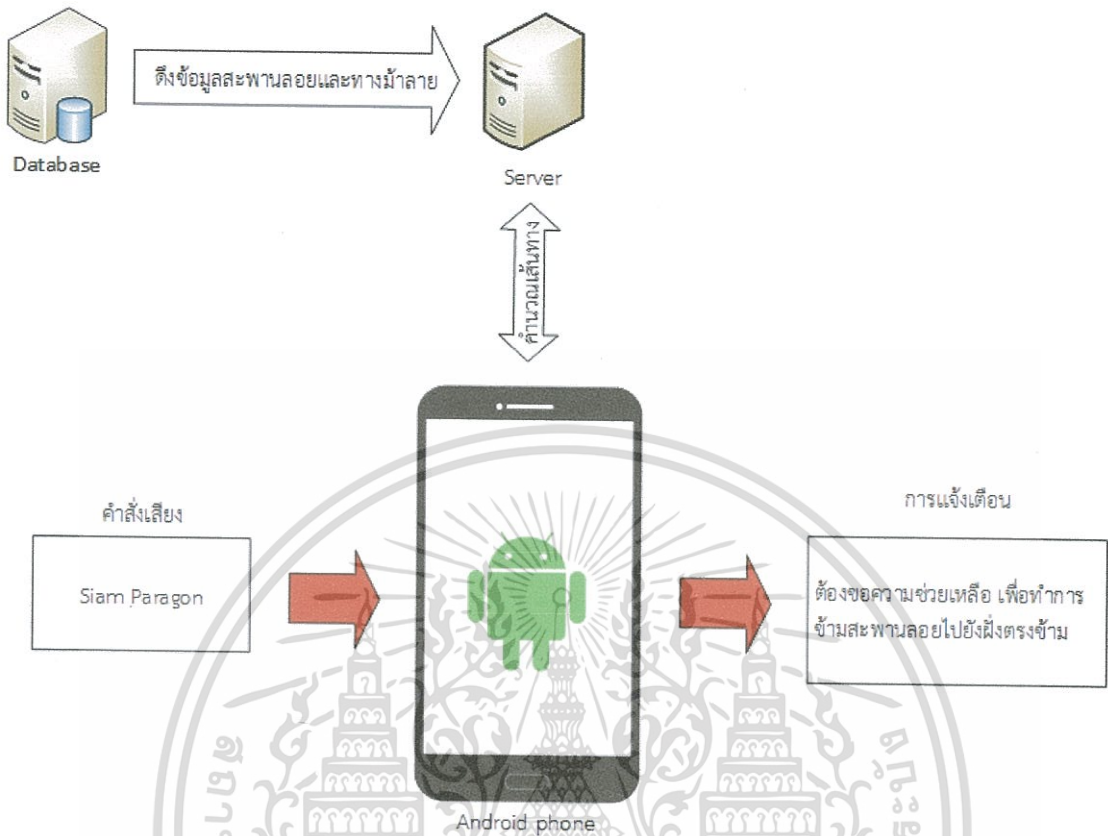


รูป 3.8 กรณีที่ 1 ของการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง

จากรูป 3.8 แสดงเส้นทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง โดยระบบจะตอบสนองต่อผู้ใช้งาน ด้วยเสียงตามลำดับขั้นตอนและตำแหน่งของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 ที่หยุดรถประจำทางอยู่ฝั่งตรงข้ามกับผู้ใช้งาน



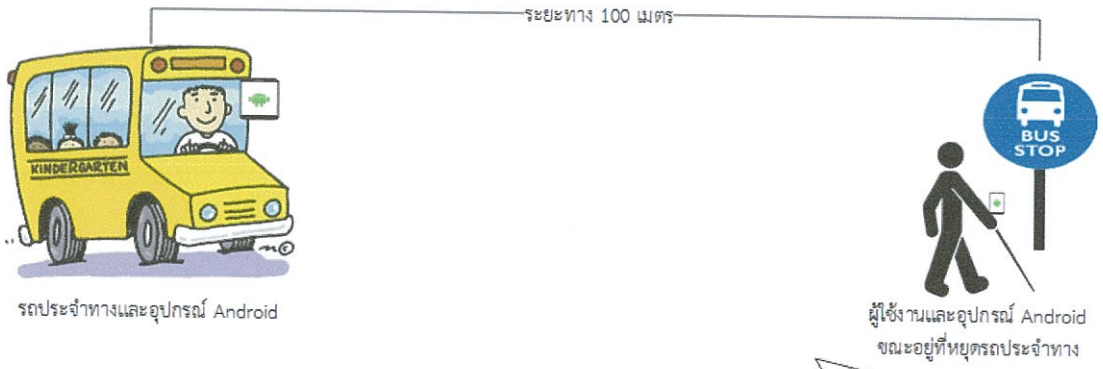
รูป 3.9 กรณีที่ 2 ของการนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง

จากรูป 3.9 ระบบจะคำนวณเส้นทาง โดยจะอาศัยสะพานลอยหรือทางม้าลายจากการสำรวจและบันทึกในฐานข้อมูลและแจ้งเตือนให้ผู้พิการทางสายตาขอความช่วยเหลือในการใช้ทางม้าลายหรือสะพานลอยในการข้ามถนนและนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทาง เนื่องจาก Google Maps APIs ไม่มีข้อมูลและไม่สามารถรองรับการทำงานในการใช้สะพานลอยหรือทางม้าลาย ในการข้ามถนนและนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางเนื่องจากข้อมูลทางม้าลายและสะพานลอยจาก Google Maps APIs มีความคลาดเคลื่อนสูงและยังมีข้อผิดพลาดในการใช้งานสูงทำให้ไม่เหมาะกับการใช้งานสำหรับผู้พิการทางสายตา

3.3.3 ระบบการแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการเข้ามาอยู่ที่หยุดรถโดยสารประจำทาง

การทำงานของระบบนี้เป็นการทำงานร่วมกับระบบติดตามรถโดยสารประจำทาง โดยเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการใกล้เข้ามาในระยะ 100 เมตรจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานเพื่อเตรียมตัวและเมื่อรถโดยสารประจำทางจอดรับผู้โดยสารระบบจะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.10 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการใกล้ถึงที่หยุดรถประจำทาง



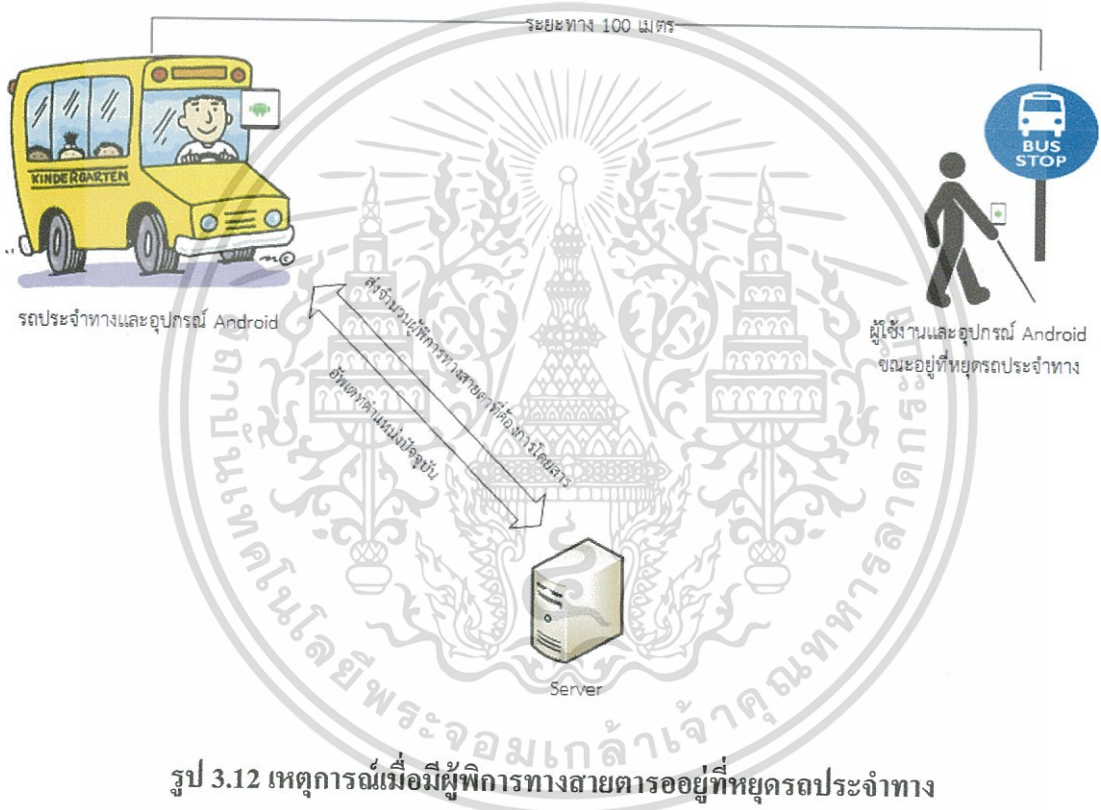
รูป 3.11 การแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อรถโดยสารประจำทางที่ต้องการเข้ามายังที่หยุดรถประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ระบบติดตามรถโดยสารประจำทาง

เป็นระบบการทำงานบนอุปกรณ์ประจำรถโดยสารประจำทางเพื่อทำงานประกอบไปด้วย

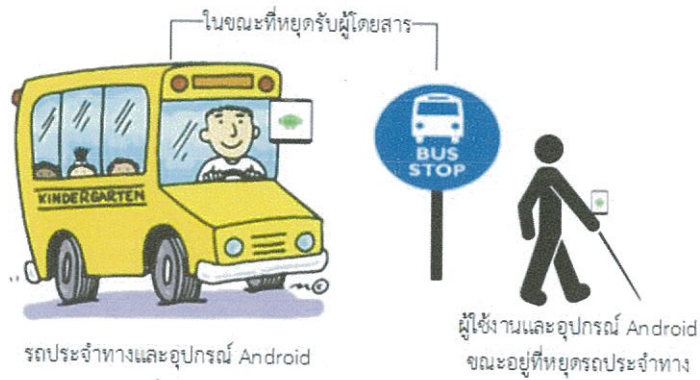
- 1) การอัปเดตตำแหน่งและสถานะปัจจุบันของรถโดยสารประจำทาง
- 2) ในขณะที่เข้าใกล้ที่หยุดรถประจำทางระยะ 100 เมตร จะมีการตรวจสอบไปยังเซิร์ฟเวอร์ในกรณีที่มีผู้พิการทางสายตาต้องการโดยสารจะทำการแจ้งเตือนไปยังพนักงานขับรถโดยสารประจำทางเพื่อระมัดระวังและอำนวยความสะดวกในการจอดรับผู้พิการทางสายตา



รูป 3.12 เหตุการณ์เมื่อมีผู้พิการทางสายตาอยู่ที่หยุดรถประจำทาง

- 3) เมื่อเข้าใกล้จุดหยุดรถโดยสารประจำทางปลายทางของผู้พิการทางสายตาจะมีการแจ้งเตือนพนักงานขับรถโดยสารประจำทางเพื่อระมัดระวังและอำนวยความสะดวกในการจอดส่งผู้พิการทางสายตา และเมื่อรถโดยสารประจำทางหยุดรับส่งผู้โดยสารจะมีการอัปเดตสถานะไปยังเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อินเทอร์เน็ต
อินเทอร์เน็ต



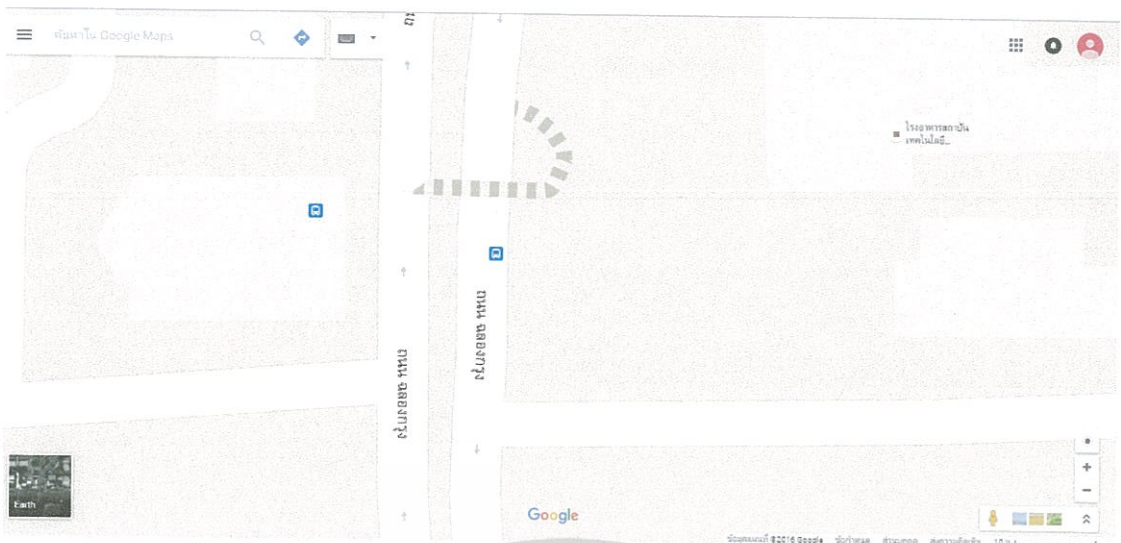
รูป 3.13 เหตุการณ์เมื่อรถโดยสารประจำทางกำลังหยุดรับผู้โดยสาร

3.3.5 ระบบนำทางจากจุดหยุดรถโดยสารประจำทางปลายทางไปยังจุดหมาย

แสดงขั้นตอนการเดินทางจากจุดหยุดรถโดยสารประจำทางปลายทางไปยังจุดหมายตามลำดับขั้นตอนและตำแหน่งของผู้ใช้งาน โดยในกรณีที่จุดหมายปลายทางอยู่ฝั่งตรงข้ามกับผู้พิการทางสายตา จะทำการคำนวณเส้นทางที่มีการใช้งานสะพานลอยหรือทางม้าลายเช่นเดียวกับระบบนำทางไปยังที่หยุดรถประจำทางต้นทาง

3.3.6 การออกแบบการเลื่อนจุดของที่หยุดรถประจำทาง

ในส่วนนี้จะเป็นการเลื่อนตำแหน่งของที่หยุดรถประจำทางซึ่งตาม Google Maps APIs นั้น ใน บางจุดตำแหน่งของที่หยุดรถประจำทาง จะเป็นตำแหน่งที่ลึกเข้าไป หรืออยู่ตรงกลางตำแหน่งของถนนและไม่ตรงกับตำแหน่งจริงทำให้ต้องมีการเลื่อนจุดสำหรับที่หยุดรถประจำทาง โดยการนำตำแหน่งของที่หยุดรถประจำทางตาม Google Maps APIs มาตรวจสอบตำแหน่งที่แท้จริงจากฐานข้อมูลที่บ้านทึกไว้และใช้ตำแหน่งที่ได้มา แทนที่ตำแหน่งตาม Google Maps APIs



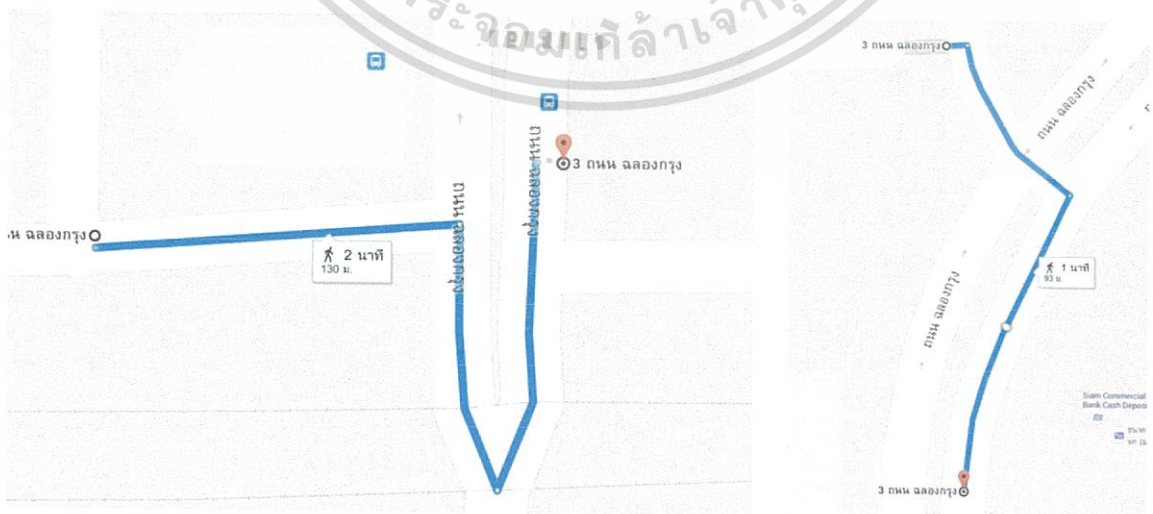
รูป 3.14 ตำแหน่งที่หยุดรถประจำทางที่คลาดเคลื่อนของ Google Maps

3.3.7 การออกแบบการต่อรถโดยสารประจำทาง

ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบการต่อรถโดยสารประจำทาง ในกรณีที่เมื่อเส้นทางในการเดินทางนั้นจำเป็นต้องมีการใช้บริการรถโดยสารประจำทางมากกว่าหนึ่งครั้งโดยเซิร์ฟเวอร์จะทำการตรวจสอบรูปแบบของการเดินทางนั้นๆ และส่งข้อมูลการเดินทางพร้อมตัวบ่งชี้ เพื่อบอกรูปแบบการเดินทางให้อุปกรณ์แอนดรอยด์ ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการนำทางในขั้นตอนนั้นๆ กับผู้ใช้งาน ได้อย่างถูกต้อง

3.3.8 การออกแบบการปรับการเดินทางเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานเมื่อมีการข้ามถนน

ในส่วนนี้จะเป็นการคำนวณเส้นทางใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานเมื่อมีการข้ามถนน ซึ่งตาม Google Maps APIs จะใช้เส้นทางที่ไม่เหมาะสม ดังรูป 3.15



รูป 3.15 ตัวอย่างการเดินทางที่ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

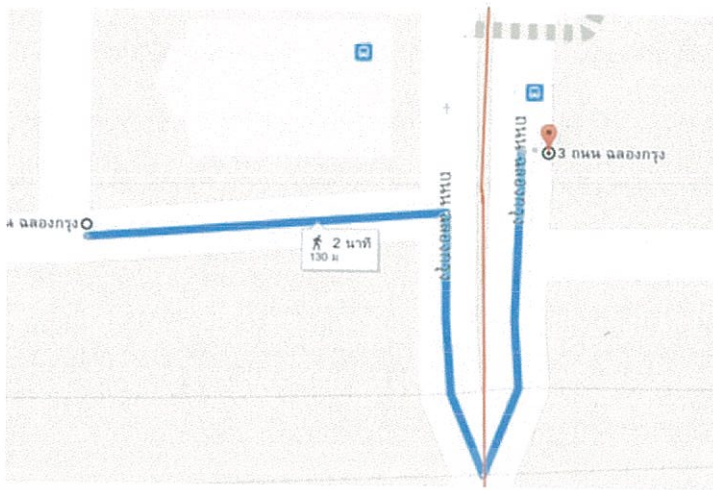
จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม โดยนำเส้นทางที่ได้รับจาก Google Maps APIs ทำการตรวจสอบการนำทางที่ไม่เหมาะสมโดยหาจุดตัดกับเส้นกลางถนนที่ทำการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลชนิด Linestring และทำการเปลี่ยนเส้นทางโดยใช้ตำแหน่งของทางข้ามที่มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูล



รูป 3.16 ตัวอย่างการแก้ไขการเดินทาง

รูป 3.17 การเก็บลักษณะถนนด้วยข้อมูลชนิด Linestring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.18 จุดตัดของข้อมูลเส้นทางที่ได้จาก Google Maps APIs กับข้อมูลถนนชนิด Linestring

3.3.9 การออกแบบการป้องกันความซ้ำซ้อนในการรับผู้พิการทางสายตาของพนักงานขับรถ

โดยสารประจำทาง

เพื่อป้องกันความสับสนของพนักงานขับรถโดยสารประจำทางในกรณีที่รถโดยสารประจำทางคันหนึ่งรับผู้พิการทางสายตาไปแล้วแอปพลิเคชันจะอัปเดตข้อมูลจำนวนผู้พิการทางสายตาที่รอดโดยสารประจำทางไปยังเซิร์ฟเวอร์ พนักงานขับรถโดยสารประจำทางที่ตามมาจะได้รับการอัปเดตข้อมูลนั้นจากการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์

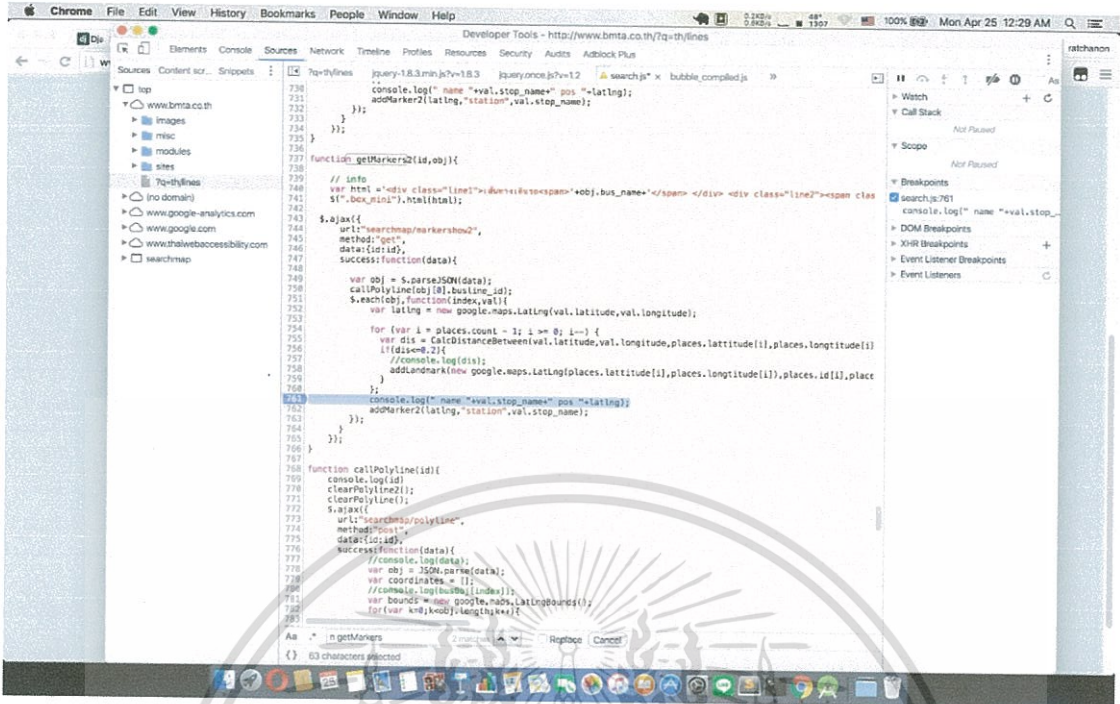
3.3.10 การออกแบบการแสดงผลข้อมูลที่หยุดรถประจำทางขณะโดยสาร

รถโดยสารประจำทาง

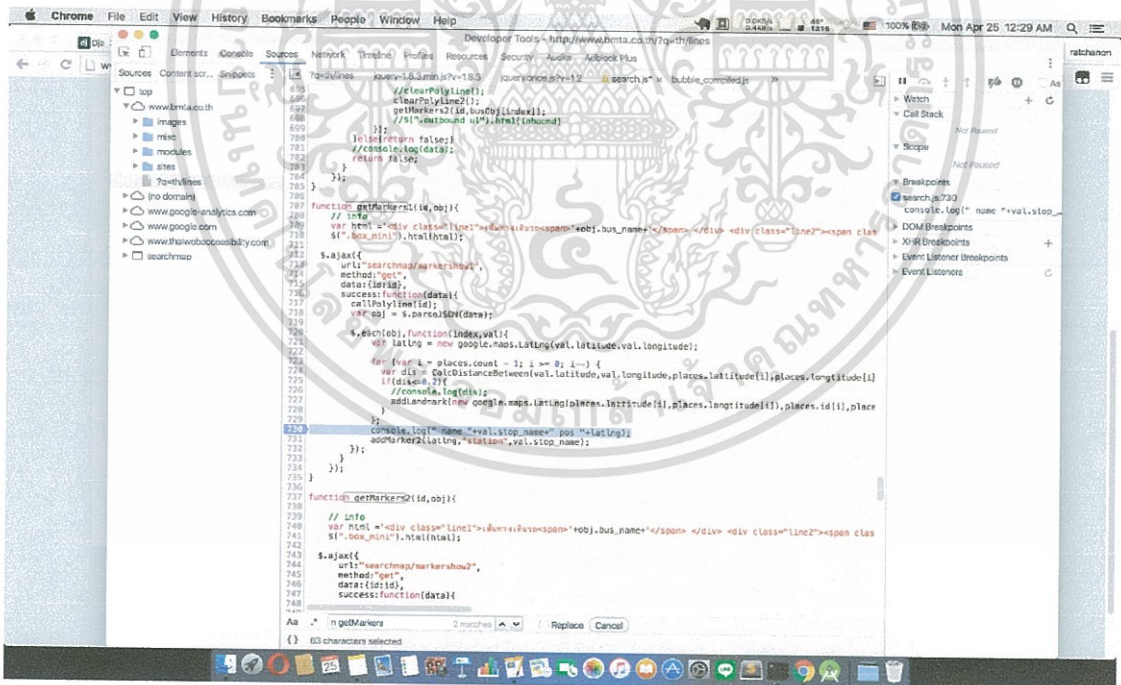
ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงผลข้อมูลที่หยุดรถประจำทางถัดไป ข้อมูลที่หยุดรถประจำทางเป้าหมาย และ จำนวนที่หยุดรถประจำทางจนถึงที่หยุดรถประจำทางเป้าหมาย โดยเมื่อเริ่มโดยสารรถโดยสารประจำทางจะมีการขอข้อมูลเส้นทางเดินรถจากที่หยุดรถประจำทางต้นทาง ไปยังที่หยุดรถประจำทางปลายทางที่เป็นเป้าหมายจากเซิร์ฟเวอร์ และนำข้อมูลพิคตปัจจุบันมาคำนวณที่หยุดรถประจำทางถัดไปและ จำนวนที่หยุดรถประจำทางที่เหลือก่อนถึงข้อมูลที่หยุดรถประจำทางเป้าหมาย

3.3.11 การออกแบบการเก็บข้อมูลที่หยุดรถประจำทางแต่ละตำแหน่ง

ในการใช้งานของแอปพลิเคชันนั้นจำเป็นต้องมีการบอกที่หยุดรถประจำทางถัดไป และที่หยุดรถประจำทางเป้าหมาย ทำให้ต้องมีการเก็บข้อมูลที่หยุดรถประจำทางของรถโดยสารประจำทางสายนั้นๆเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยการดึงข้อมูลมานั้น ทำโดยการแก้สคริปต์ของเว็บ bmta.co.th ที่ไฟล์ search.js



รูป 3.19 การแก้สคริปต์เส้นทางรถขาเข้า

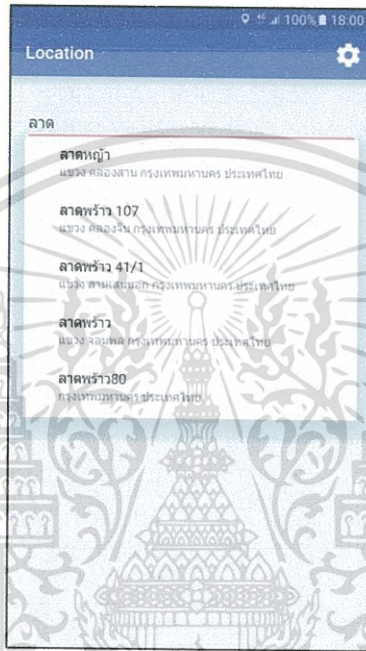


รูป 3.20 การแก้สคริปต์เส้นทางรถขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.12 การออกแบบการเลือกจุดหมายปลายทางสำหรับผู้พิการทางสายตา

ในการออกแบบนั้น ผู้จัดทำคำนึงถึงความสะดวกสบายที่ผู้ใช้งานที่เป็นผู้พิการทางสายตาใช้ จึงจำเป็นต้องมีการใช้การรับข้อมูลเสียงในการเลือกจุดหมายของผู้ใช้งาน การทำงานนั้น จะเป็นการบอกชื่อสถานที่เรียงตามลำดับ โดยเมื่อพูดชื่อสถานที่ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว จะให้ผู้ใช้งานพูดเลขลำดับของสถานที่ จาก 1-5 เพื่อเป็นการเลือกจุดหมายจากชื่อสถานที่ที่พูดมา และ 0 เพื่อการฟังเสียงที่พูดออกมาใหม่อีกครั้ง ดังรูป 3.23



รูป 3.23 หน้าจอสำหรับการใช้คำสั่งเสียงในการเลือกสถานที่

3.3.13 การออกแบบการเลื่อนจุดเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

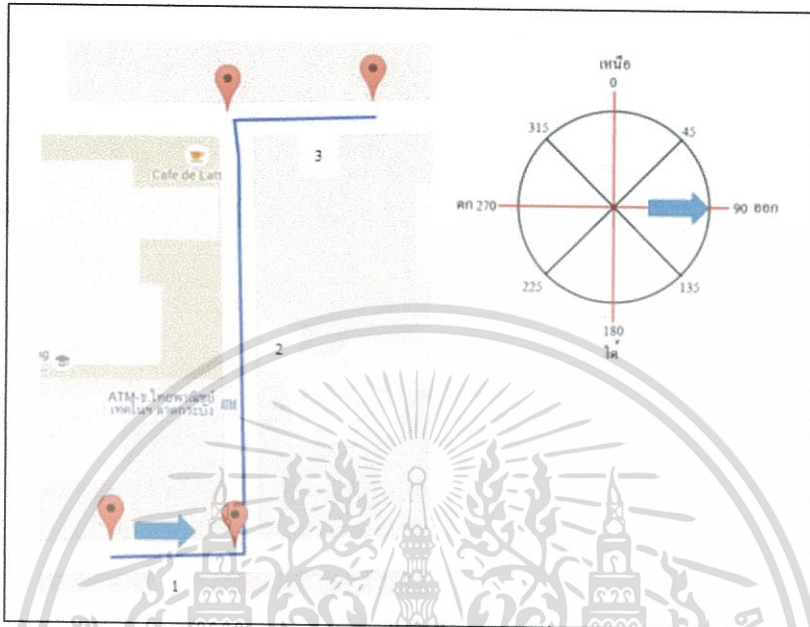
ในส่วนนี้นั้นจะทำการออกแบบเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานทั้งที่เป็นผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ใช้งานที่เป็นผู้พิการทางสายตา โดยจะทำการเลื่อนตำแหน่งจากของ Google Maps APIs ที่จะเป็นการปักหมุดที่ตำแหน่งกลางถนนให้เข้ามายังตำแหน่งของฟุตบาทเพื่อความปลอดภัย ซึ่งการคำนวณนั้นจะมาจากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Bearing} = \text{atan2}(\cos(\text{lat1}) * \sin(\text{lat2}) - \sin(\text{lat1}) * \cos(\text{lat2}) * \cos(\text{lon2} - \text{lon1}), \\ \sin(\text{lon2} - \text{lon1}) * \cos(\text{lat2}))$$

โดยที่ bearing หมายถึงการหามุมระหว่างสองจุด และการออกแบบดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

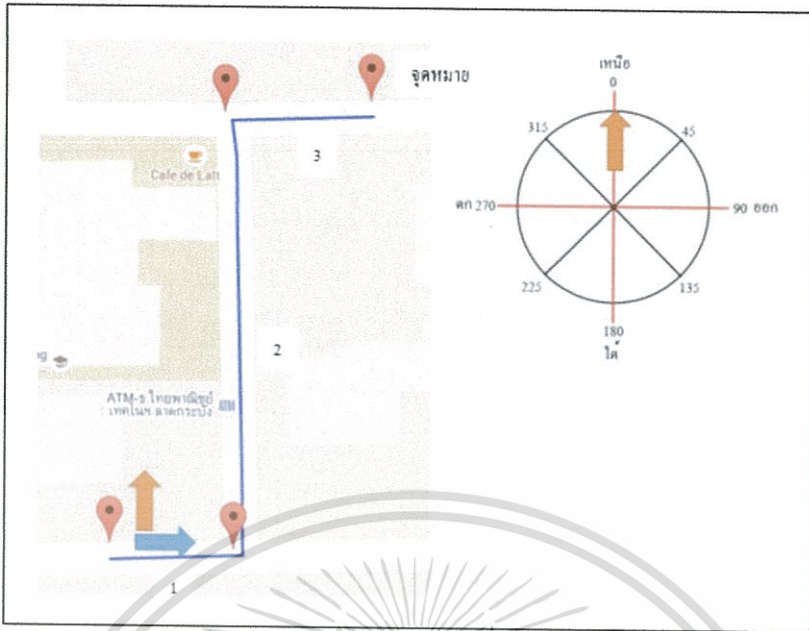
- 1) เริ่มต้นจากการหามุมของการเดินทางแรกหรือการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดต่อไป จากรูป 3.24 การเดินทางแรกจะได้มุมเป็น 90 องศา



รูป 3.24 องศาของการเดินทางแรก

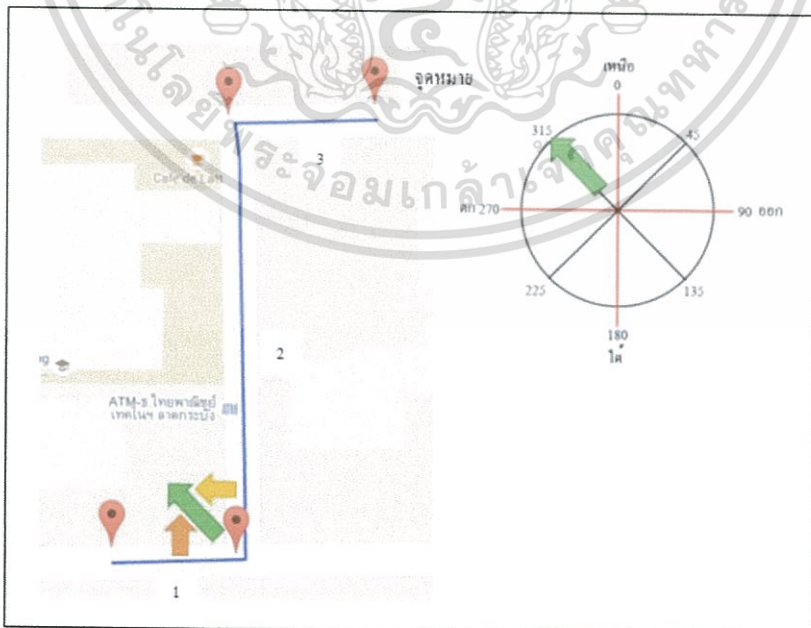
- 2) ต่อมาจะเป็นการหาว่า การเดินทางนั้นจุดหมายอยู่ตำแหน่งซ้ายหรือขวา หากตำแหน่งเป็นด้านซ้ายจะทำการลบมุม 90 องศา และตำแหน่งเป็นด้านขวาจะทำการบวกมุม 90 องศา ดังรูป 3.25 จุดหมายจะอยู่ฝั่งซ้ายจะทำการลบมุม 90 องศา และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้เป็นทิศทางในการเลื่อนจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.25 องศาของการปรับทิศทางการเดินทางแรก

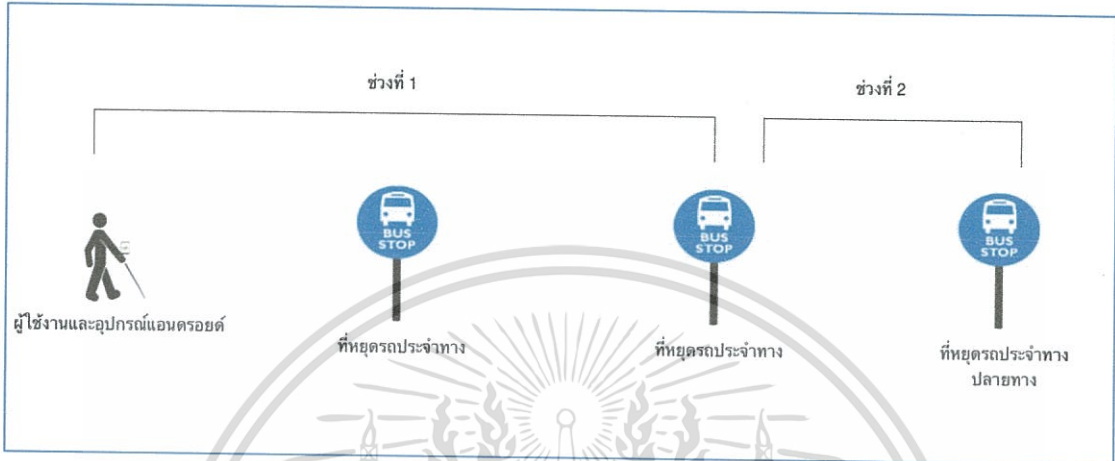
- 3) หลังจากได้การเลื่อนมุมของการเดินทางแรกแล้ว การเดินทางต่อมานั้น ตำแหน่งจุดสุดท้ายของการเดินทางแรก กับจุดเริ่มต้นของการเดินทางที่สอง จะเป็นการหามุมโดยใช้การเลื่อนซ้ายขวา หลังจากนั้นจะหาจุดกึ่งกลางของทั้งสองตำแหน่งเพื่อการเลื่อนจุด ดังรูป 3.26



รูป 3.26 องศาของการปรับทิศทางการเดินทางเมื่อไปยังการเดินทางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ทำตามขั้นตอน 1-3 จนสิ้นสุดการเดินทาง
- 5) หากเป็นกรณีที่ต้องมีการต่อรถโดยสารประจำทางหลายๆต่อนั้น จะต้องทำการรับข้อมูลใหม่จาก Google Maps APIs ในแต่ละที่หยุดรถประจำทางทุกครั้ง และทำตามขั้นตอน 1-3 ตามขั้นตอนเดิม ดังรูป 3.27



รูป 3.27 กรณีที่มีการต่อรถโดยสารประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.4.1 ระบบปฏิบัติการ

สำหรับระบบปฏิบัติการที่ใช้ในส่วนประมวลผลนั้นคือ ระบบปฏิบัติการ OS X El Capitan เวอร์ชัน 10.11.1 เนื่องจากมีการใช้งานที่เสถียรและยืดหยุ่น เหมาะกับงานในหลายรูปแบบ

3.4.2 ภาษาโปรแกรม

- 1) ภาษาไพทอน (Python) ใช้สำหรับเขียนส่วนประมวลผลของเซิร์ฟเวอร์ โดยจะใช้เวอร์ชัน 2.7.10
- 2) ภาษาจาวา (Java) ใช้สำหรับเขียนส่วนแสดงผลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 3) ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ใช้สำหรับเขียนส่วนแสดงผลของเซิร์ฟเวอร์

3.4.3 ซอฟต์แวร์และเครื่องมือ

- 1) ส่วนแสดงผล เลือกใช้เครื่องมือ Android Studio ในการพัฒนาส่วนแสดงผล เพราะมีการทำงานที่ใช้งานง่ายและมีความยืดหยุ่น ทำให้การเขียนโค้ดเป็นไปได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถหาเอกสารประกอบการใช้เครื่องมือได้ง่ายและหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการศึกษาคำการใช้งาน
- 2) ส่วนประมวลผล เลือกใช้ชุดเครื่องมือ Django Framework เวอร์ชัน 1.8.5 โดยการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษาไพทอน ซึ่งในปัจจุบันภาษาไพทอนค่อนข้างมีความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เหมาะกับการใช้งานที่ยืดหยุ่นและหลากหลายสำหรับงานต่างๆได้
- 3) ฐานข้อมูล เลือกใช้โพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) เวอร์ชัน 9.4.5 ในการจัดเก็บข้อมูลแบบความสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งง่ายต่อการออกแบบและยังสามารถใช้งานส่วนขยายเพิ่มเติมที่ชื่อว่า PostGIS ได้ โดยในส่วนนี้จะสามารถรองรับข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ โดยเป็นส่วนสำคัญของงานชิ้นนี้ ซึ่งจะใช้เวอร์ชัน 2.1.8 ในการใช้งาน
- 4) บริการกูเกิลแมพ (Google Maps APIs) มีส่วนต่อประสาน โปรแกรมประยุกต์ (API) ให้เรียกใช้เพื่อทำงานร่วมกับแผนที่ของกูเกิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ความสามารถของระบบ (System Requirement)

ในระบบจะประกอบไปด้วยความสามารถหลัก (Functional Requirement) และ ความสามารถรอง (Non-functional Requirement) ดังนี้

3.5.1 ความสามารถหลัก (Functional Requirement)

- 1) ระบบสามารถส่งเสียงบอกผู้ใช้งาน
- 2) ระบบสามารถทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 3) ระบบสามารถระบุสายรถโดยสารประจำทางได้
- 4) ระบบสามารถรับข้อมูลด้วยเสียงได้
- 5) ระบบสามารถยืนยันจุดหมายของผู้ใช้งานได้
- 6) ระบบสามารถบอกระยะเวลาเมื่อรถโดยสารกำลังจะมาถึงที่หยุดรถประจำทาง
- 7) ระบบสามารถนำทางผู้ใช้งานไปถึงจุดหมายได้

3.5.2 ความสามารถรอง (Non-functional Requirement)

- 1) มีหน้าแอปพลิเคชันที่ใช้งานด้วยการรับข้อมูลเสียงสำหรับผู้พิการทางสายตา
- 2) การนำทางสำหรับแอปพลิเคชันจะนำทางไปถึงจุดหมายที่สั้นที่สุด

3.5.3 เปรียบเทียบความสามารถกับระบบอื่น

จากการสำรวจโครงการที่ใกล้เคียงกัน พบว่าแต่ละโครงการจะมีข้อแตกต่างกันดังนี้

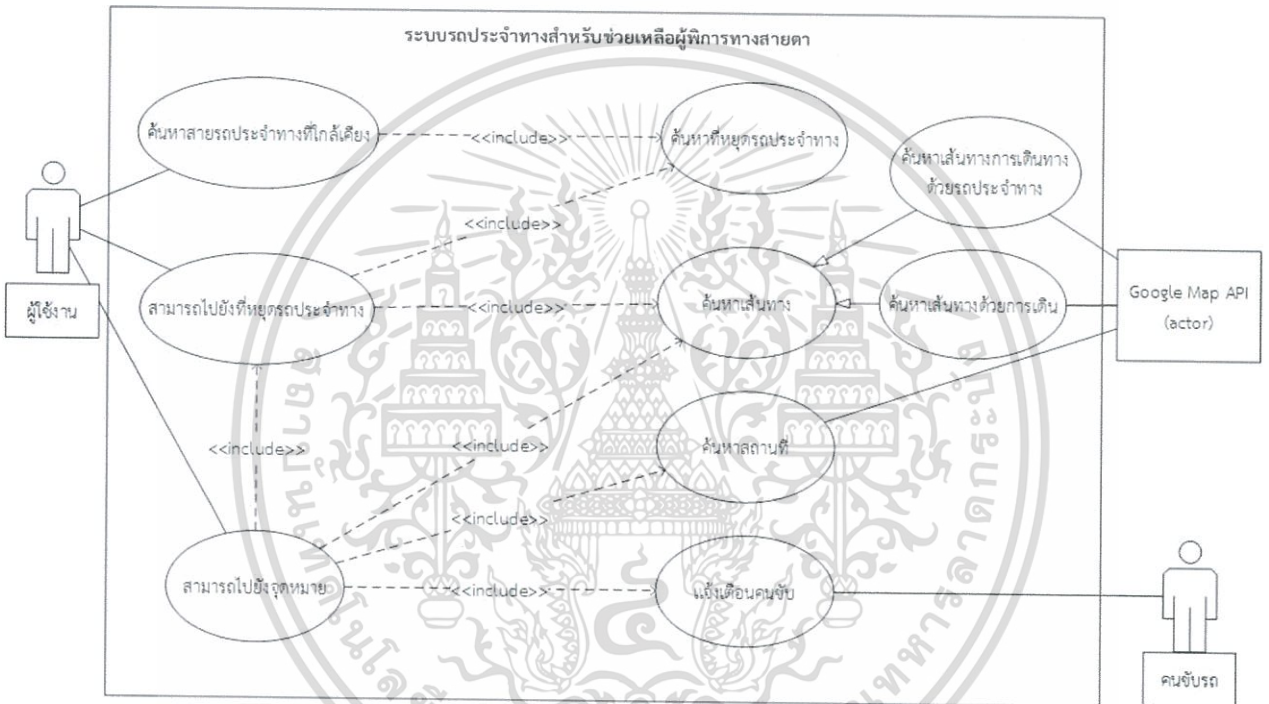
ตาราง 3.1 เปรียบเทียบความสามารถของระบบรถประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

| ความสามารถ | INTELLIGENT BUS INFORMATION SYSTEM FOR BLIND PASSENGER | Passenger BUS Alert System for Easy Navigation of Blind | Bus Detection Device for the Blind Using RFID Application | Bus for Blind |
|--|---|---|--|------------------|
| 1) ส่งเสียงบอกผู้พิการทางสายตา เมื่อรถโดยสารประจำทางถึงจุดหมาย | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2) ระบุสายรถโดยสารประจำทางที่ต้อง ขึ้นให้แก่ ผู้พิการทางสายตา | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3) รับข้อมูลสถานที่ที่ผู้พิการทางสายตา ต้องการจะไปด้วยเสียง | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4) มีการส่งเสียงแจ้งเมื่อรถโดยสาร ประจำทาง ที่ระบบได้เลือกไว้ มาถึงที่หยุดรถประจำทาง | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5) สามารถใช้งานบนมือถือ | × | × | × | ✓ |
| 6) ยืนยันได้ว่า ผู้พิการทางสายตา ถึงจุดหมายแล้ว | × | × | × | ✓ |
| 7) เตือนคนขับ เมื่อมีผู้พิการทางสายตา จะโดยสารรถคันนั้นๆ | × | × | × | ✓ |
| 8) บอกระยะเวลาของรถที่ผู้พิการทาง สายตาจะโดยสารมาถึง | × | × | × | ✓ |
| 9) นำทางคนตาบอดไปยังที่หยุดรถ ประจำทาง | × | × | × | ✓ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 3.1 แสดงให้เห็นแอปพลิเคชัน Bus for Blind สามารถใช้งานบนมือถือโดยสะดวกต่อการใช้งานสำหรับผู้พิการทางสายตา สามารถยืนยันได้ว่าผู้พิการทางสายตาถึงจุดหมาย ทำให้มั่นใจว่าแอปพลิเคชันทำงานได้อย่างถูกต้อง สามารถเตือนคนขับเมื่อมีผู้พิการทางสายตาจะโดยสารรถคันนั้นๆ เพื่อให้คนขับระมัดระวังมากยิ่งขึ้น สามารถบอกระยะเวลาของรถที่ผู้พิการทางสายตาจะโดยสารมาถึง และนำทางคนตาบอดไปยัง ที่หยุดรถประจำทางได้ โดยจะทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถไปยังที่หยุดรถประจำทางที่ใกล้ที่สุดได้

3.6 Use case diagram ของระบบ



รูป 3.28 Use case diagram ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ER Diagram ของระบบ



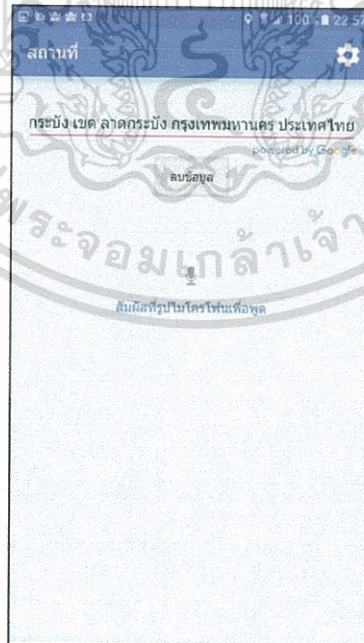
รูป 3.29 ER Diagram ของระบบ

3.8 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงหน้าจอที่ใช้ในการติดต่อกับผู้พิการทางสายตา โดยจะแสดงผลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จะเป็นข้อความเดียวกัน ซึ่งประกอบไปด้วยหน้าจอ ดังนี้

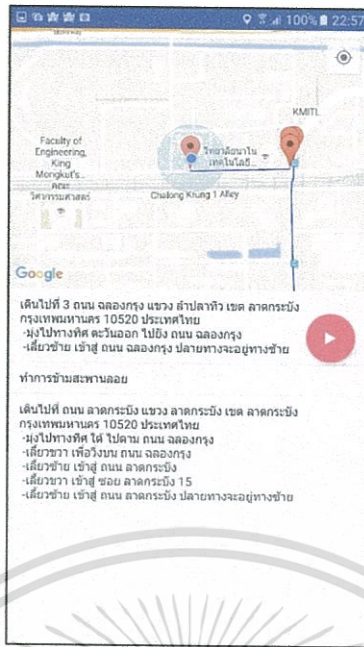


รูป 3.30 หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน Bus for Blind



รูป 3.31 หน้าสำหรับการป้อนจุดหมายปลายทางที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

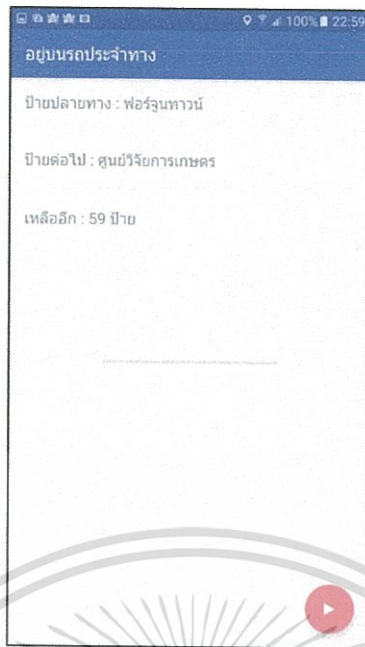


รูป 3.32 หน้าเริ่มต้นสำหรับการนำทางไปยังจุดหมายปลายทาง

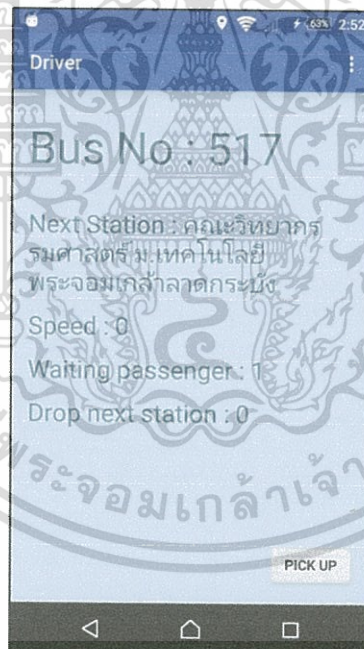


รูป 3.33 หน้าขณะอยู่ ณ ที่หยุดรถประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

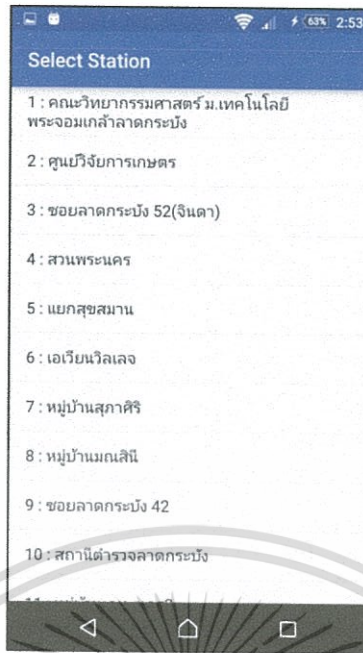


รูป 3.34 หน้าขณะอยู่บนรถโดยสารประจำทาง



รูป 3.35 หน้าส่วนของพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.36 หน้าจอแสดงที่หยุดรถประจำทางแต่ละที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

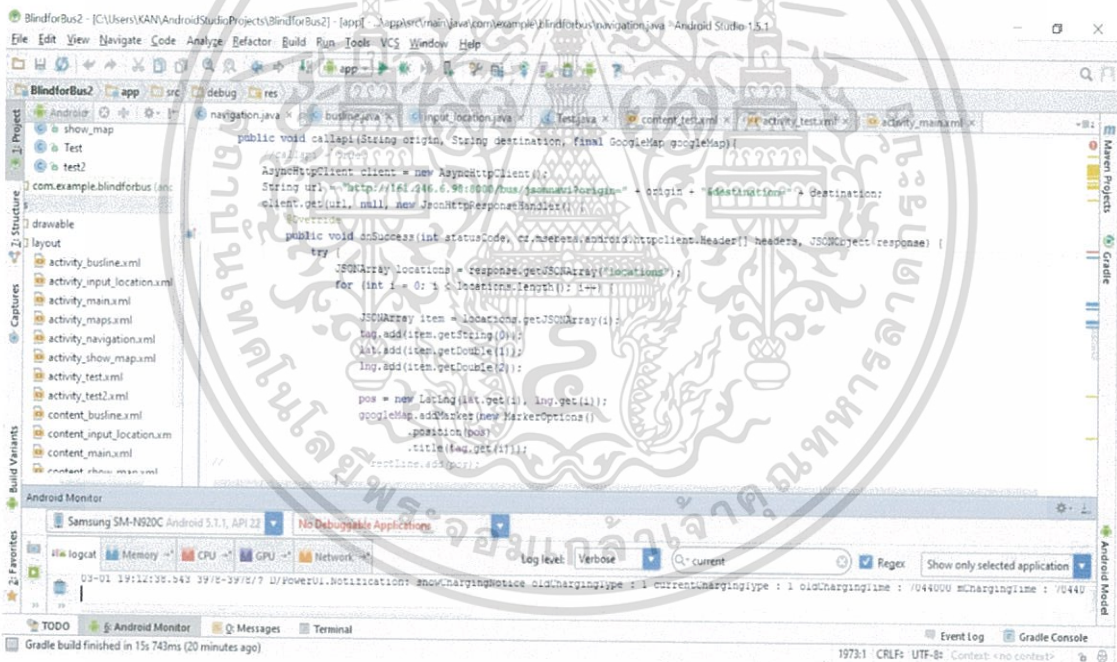
บทที่ 4

การใช้งานและประเมินระบบ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการใช้งานของระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง และส่วนของหน้าเว็บสำหรับแอปพลิเคชันนี้ รวมไปถึงผลการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน

4.1 การทดลองใช้งานระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

ในส่วนของการแสดงผลของระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตานั้น จะทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ใช้ซอฟต์แวร์ Android Studio 1.5.1 ซึ่งพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขโค้ดด้วยภาษาจาวา แล้วทำการรันผ่านสมาร์ทโฟน Galaxy Note 5



รูป 4.1 หน้าต่างของ Android Studio 1.5.1 ที่ใช้ภาษาจาวาในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

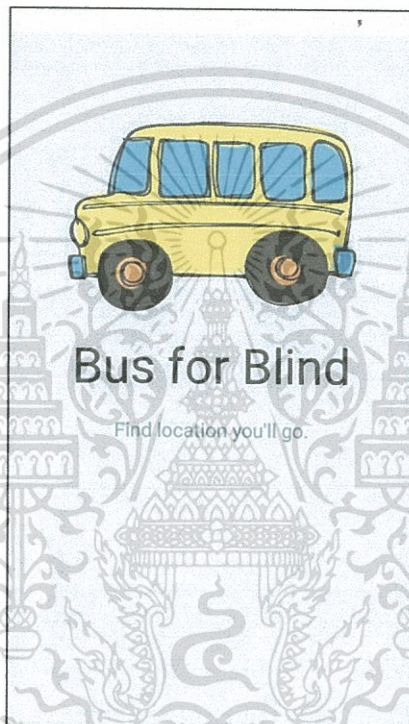
4.1.1 การทดลองที่ 1 การทดลองสำหรับระบบการนำทาง

4.1.1.1 จุดประสงค์

เพื่อทดสอบการนำทางผ่านสมาร์ตโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อนำไปใช้ในการนำทางในเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน

4.1.1.2 วิธีการทำงาน

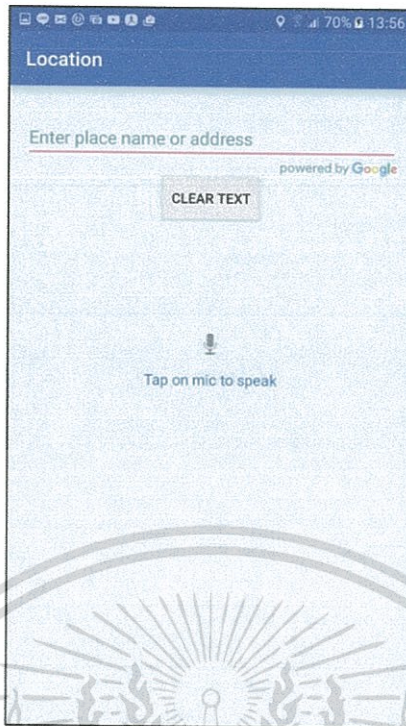
- 1) หลังจากเปิดแอปพลิเคชัน Bus for Blind แล้ว จะแสดงหน้าเริ่มต้นดังรูป 4.2 เพื่อการเริ่มต้นการใช้งานการนำทางไปยังจุดหมายปลายทาง



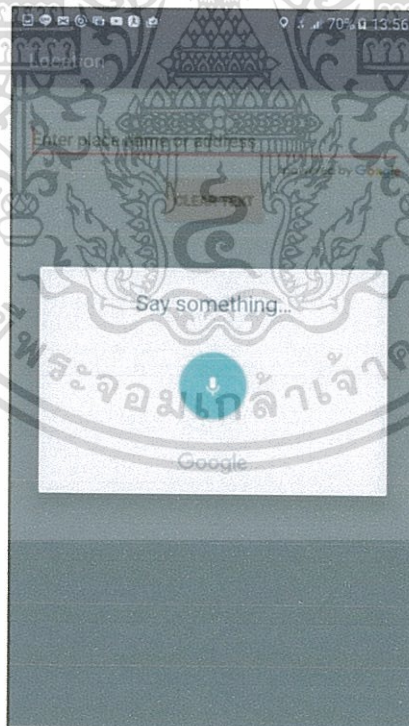
รูป 4.2 หน้าเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน Bus for Blind

- 2) หลังจากนั้นจะแสดงหน้าสำหรับการป้อนจุดหมายปลายทาง ซึ่งสามารถป้อนข้อมูลได้ด้วยเสียง และการพิมพ์จุดหมายปลายทางลงในช่องว่าง ซึ่งการป้อนข้อมูลด้วยเสียง จะทำได้โดยการสัมผัสที่รูปไมโครโฟน เพื่อเริ่มฟังกัซัน สำหรับการรับข้อมูลด้วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 หน้าจอสำหรับการป้อนจุดหมายปลายทาง



รูป 4.4 หน้าจอหลังจากสัมผัสรูปไมโครโฟน

- 3) ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงคำที่มีความใกล้เคียงกับคำที่ป้อนเข้าไป ซึ่งจากรูป 4.5 จะเป็นการป้อนคำว่า “ลาด” ซึ่งจะแสดงคำที่ใกล้เคียงกันตามนี้ และทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

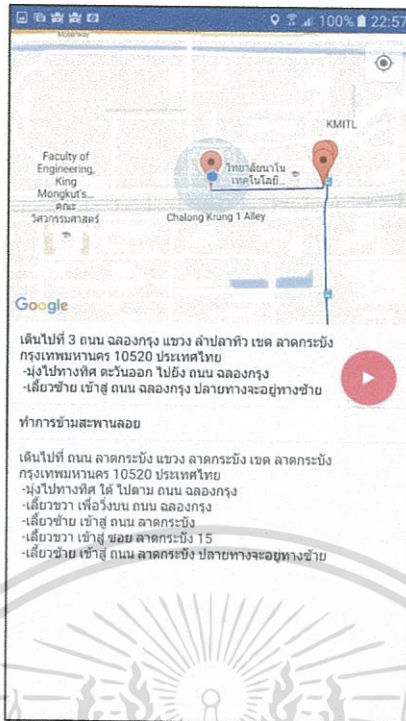
การเลือก จะมีการพูดเสียงออกมาเพื่อให้ผู้ใช้งานฟัง เพื่อยืนยันว่าตำแหน่งที่เลือกเป็นตำแหน่งที่ผู้ใช้งานต้องการจะเดินทางไป



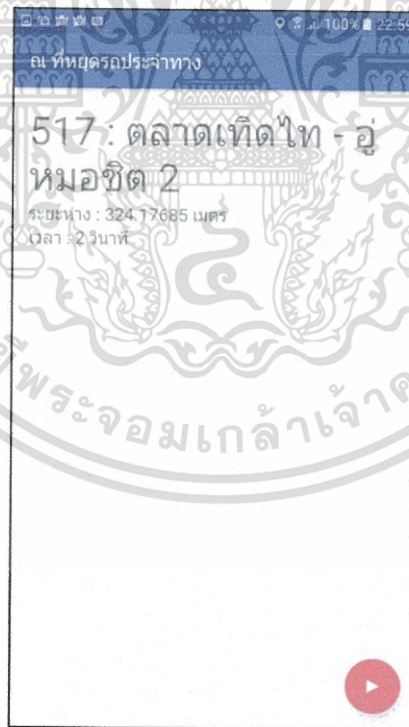
รูป 4.5 หน้าจอแสดงค่าที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า “ลาด”

- 4) ต่อมาเมื่อทำการเลือกจุดหมายที่ต้องการได้แล้ว จะเข้าสู่หน้าของการนำทาง เพื่อนำทางผู้ใช้งาน ไปยังจุดหมายปลายทาง โดยจะแสดงออกมาเป็นขั้นตอนต่างๆ ซึ่งการแสดงเส้นทางนั้นจะเป็นการพูดขั้นตอนต่างๆออกมา และเมื่อเราเดินทางผ่านขั้นตอนแรกไปแล้ว ข้อความจะหายไป และเริ่มการพูดขั้นตอนต่อไปสำหรับการนำทางไปยังจุดหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



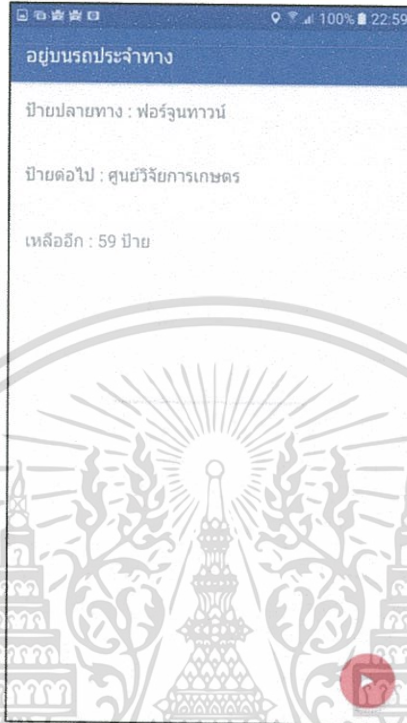
รูป 4.6 หน้าจอแสดงขั้นตอนต่างๆสำหรับการไปยังจุดหมายปลายทาง



รูป 4.7 หน้าจอขณะรอตตรงตำแหน่งที่หยุดรถประจำทาง

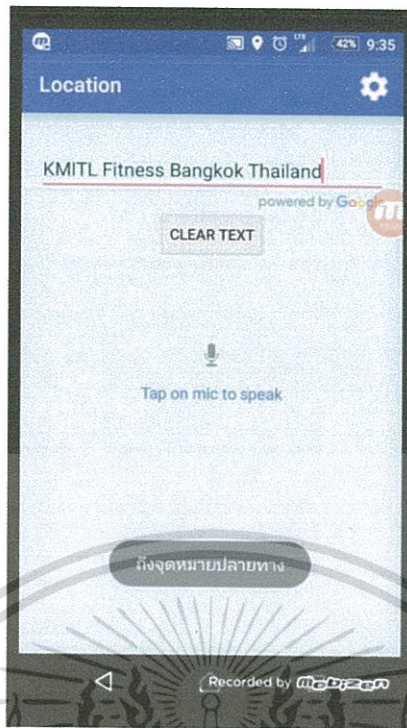
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) หลังจากถึงที่หยุดรถประจำทางตามแผนที่แล้ว และผู้ใช้งานขึ้นรถโดยสารประจำทางแล้ว จะแสดงหน้าต่างใหม่ที่แสดงถึงที่หยุดรถประจำทางที่จะถึง และในอีกกี่ป้าย จะถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทาง



รูป 4.8 หน้าจอขณะอยู่บนรถโดยสารประจำทาง

- 6) หลังจากไปถึงที่หยุดรถประจำทางปลายทางแล้ว จะกลับมายังหน้าจอสำหรับการนำทางต่อไป เพื่อนำทางไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ ซึ่งเมื่อถึงจุดหมายแล้ว จะมีการแสดงข้อความว่า “ถึงจุดหมายแล้ว” และมีการส่งเสียงออกมาว่า “ถึงจุดหมายแล้ว” เพื่อเป็นการยืนยันให้ผู้ใช้งานทราบว่า ถึงจุดหมายปลายทางที่เลือกไว้แล้ว และหน้าจอจะกลับมายังหน้าแรก



รูป 4.9 หน้าจอเมื่อถึงจุดหมายแล้ว

4.2 การทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง

ในส่วนนี้เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันที่อยู่บนรถโดยสารประจำทาง ซึ่งจะทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และทดสอบด้วยสมาร์ตโฟน Galaxy Note 5

4.2.1 หน้าของพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง

4.2.1.1 จุดประสงค์

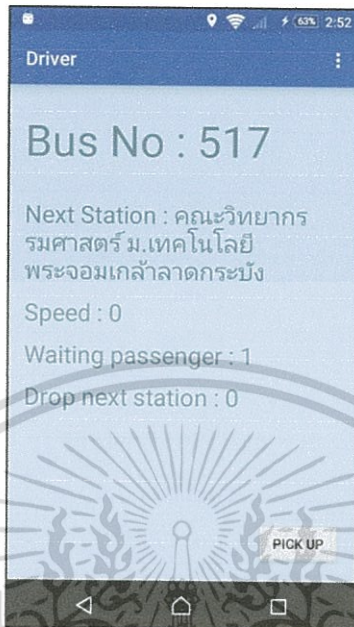
เพื่อแสดงการทำงานของแอปพลิเคชันที่อยู่บนรถโดยสารประจำทาง ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้พนักงานขับรถโดยสารประจำทางสามารถทราบจำนวนของผู้ใช้งานที่รออยู่ที่หยุดรถประจำทางที่จะถึงต่อไปได้ และเป็นตัวบอกตำแหน่งสำหรับผู้ใช้งานให้ทราบระยะเวลาที่รถโดยสารประจำทางจะเดินทางมาถึงที่หยุดรถประจำทาง

4.2.1.2 วิธีการทำงาน

- 1) หลังจากเลือกเข้าแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทางแล้ว จะแสดงหน้าจอดังรูป 4.10 Bus No จะแสดงถึงสายรถโดยสารประจำทางของพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง Next station จะแสดงที่หยุดรถประจำทางต่อไปที่กำลังเดินทาง ไปถึง Speed แสดงถึงความเร็วที่พนักงานขับรถโดยสารประจำทางขับอยู่ Waiting passenger แสดงถึงจำนวนผู้ใช้งานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

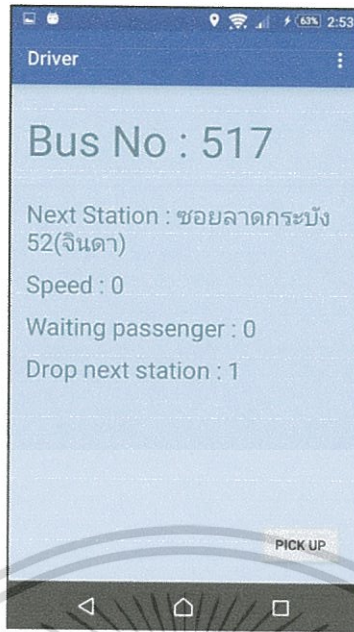
รออยู่ ณ ที่หยุดรถโดยสารประจำทางต่อไป Drop next Station แสดงถึง
ผู้ใช้งานที่ต้องการลงในที่หยุดรถโดยสารประจำทางถัดไป



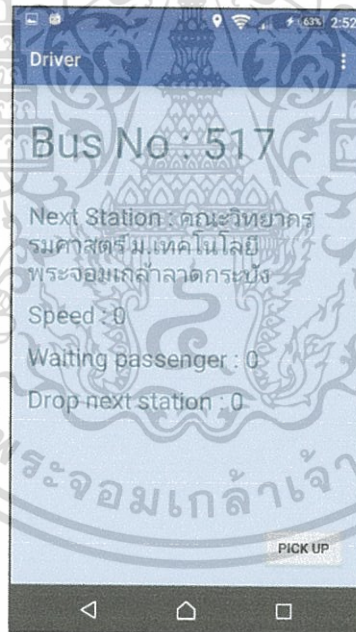
รูป 4.10 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทาง

- 2) สำหรับปุ่ม pick up นั้นจะเป็นการทำงานเพื่อให้พนักงานขับรถโดยสาร
ประจำทางเลือกกดเพื่อเป็นการยืนยันว่ารับผู้ใช้งานแล้ว เพื่อให้รถโดยสาร
ประจำทางคันต่อไปทราบว่า ผู้ใช้งาน ได้ขึ้นรถโดยสารประจำทางคันหน้า
ไปแล้ว จะแสดงตัวเลขดังรูป 4.11 หมายถึงมีผู้ใช้งานอยู่บนรถโดยสาร
ประจำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.11 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทางหลังจากรับผู้ใช้งาน



รูป 4.12 หน้าของแอปพลิเคชันสำหรับพนักงานขับรถโดยสารประจำทางหลังจากส่งผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทำงานของการจัดการฐานข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงการทำงานส่วนต่างๆของหน้า admin ซึ่งจะใช้งาน Django Framework ช่วยสำหรับหน้าเว็บต่างๆ

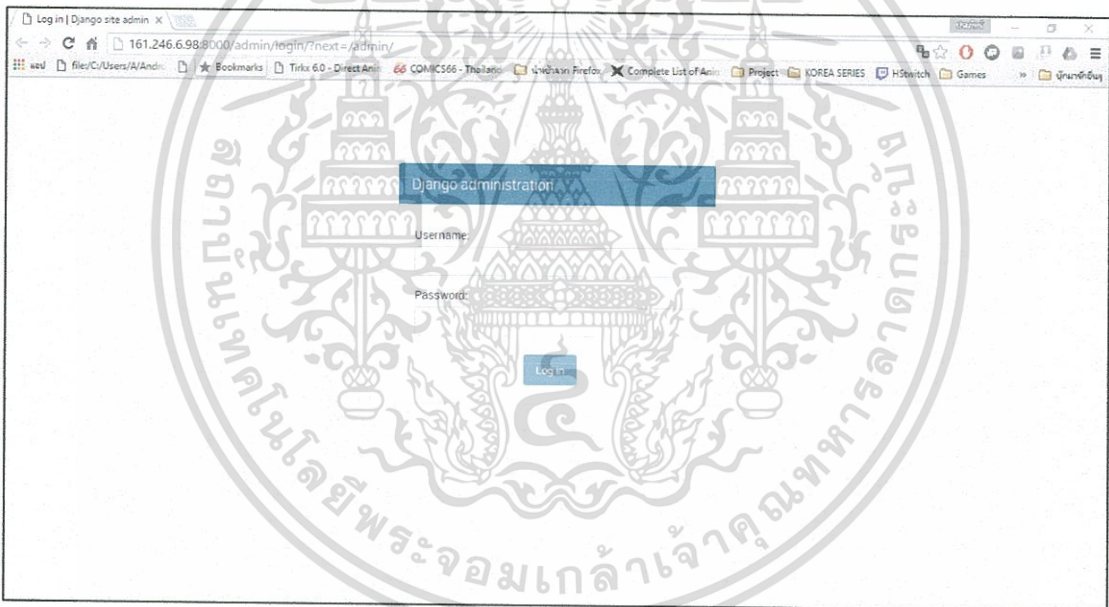
4.3.1 หน้า log in

4.3.1.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการเข้าสู่ระบบสำหรับการใช้งานการจัดการฐานข้อมูล

4.3.1.2 วิธีการทำงาน

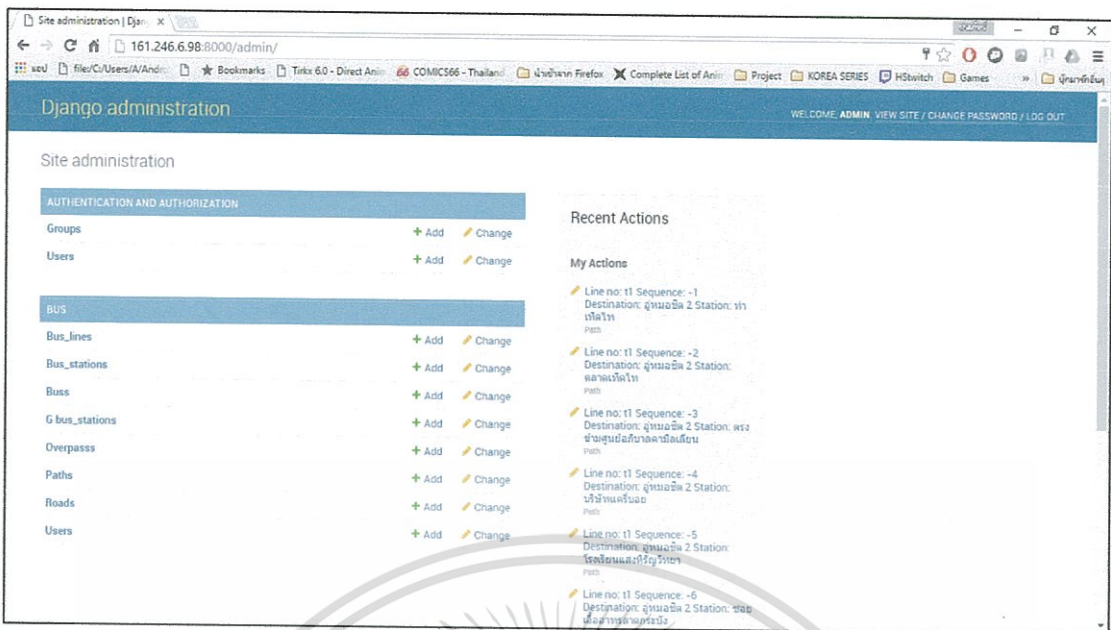
- 1) ในหน้านี้จะมีช่องสำหรับการกรอกข้อมูลทั้งหมด 2 ช่อง คือ Username ซึ่งเป็นชื่อสำหรับการเข้าสู่ระบบ และ Password ซึ่งเป็นรหัสลับสำหรับการเข้าสู่ระบบ หลังจากกรอกข้อมูลข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการคลิกที่ Log in เพื่อเข้าสู่ระบบ



รูป 4.13 หน้า log in ของการจัดการฐานข้อมูล

- 2) หลังจากเข้าสู่ระบบแล้ว ในหน้านี้จะมีการแสดงให้เห็นถึงประวัติการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.14 หน้าเว็บของการจัดการฐานข้อมูล

4.3.2 หน้า Bus_line

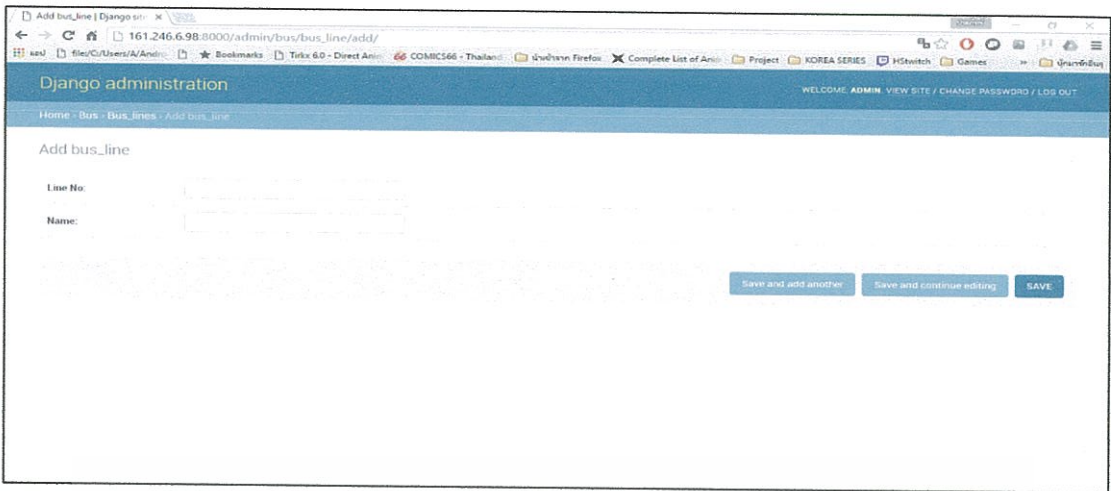
4.3.2.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการใช้งานหน้าของการเพิ่มสายรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล

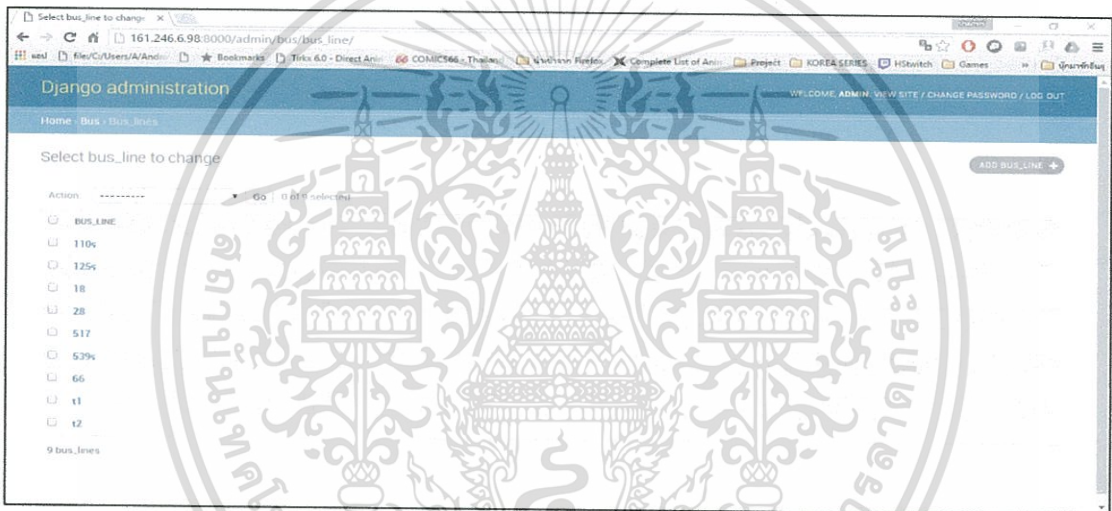
4.3.2.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้านี้มีช่องให้กรอกอยู่ 2 ช่อง คือ Line No สำหรับการกรอกข้อมูลของสายรถโดยสารประจำทางไป และ Name ซึ่งเป็นชื่อของสายรถโดยสารประจำทางนั้นๆ
- 2) หลังจากกรอกข้อมูลที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว สามารถทำการกดเลือกได้ว่า จะ save แล้วทำการเพิ่มอันต่อไป หรือ save แล้วจบการทำงานของหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.15 หน้าเว็บของการเพิ่มสายรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล



รูป 4.16 หน้าเว็บแสดงสายรถโดยสารประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา

4.3.3 หน้า Bus_Station

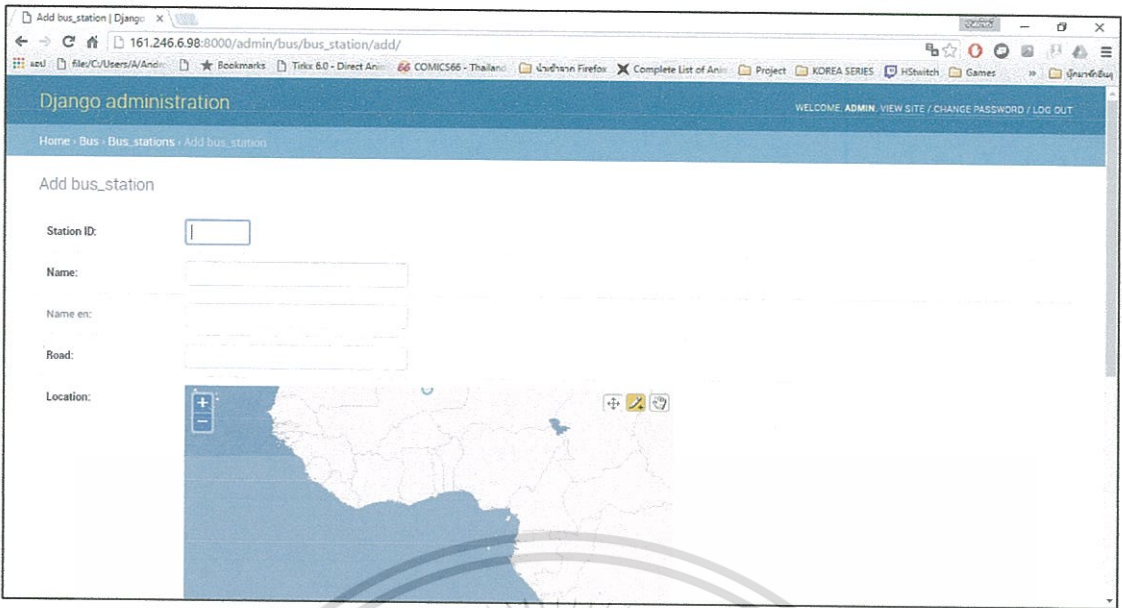
4.3.3.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการใช้งานหน้าของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางลงในฐานข้อมูล

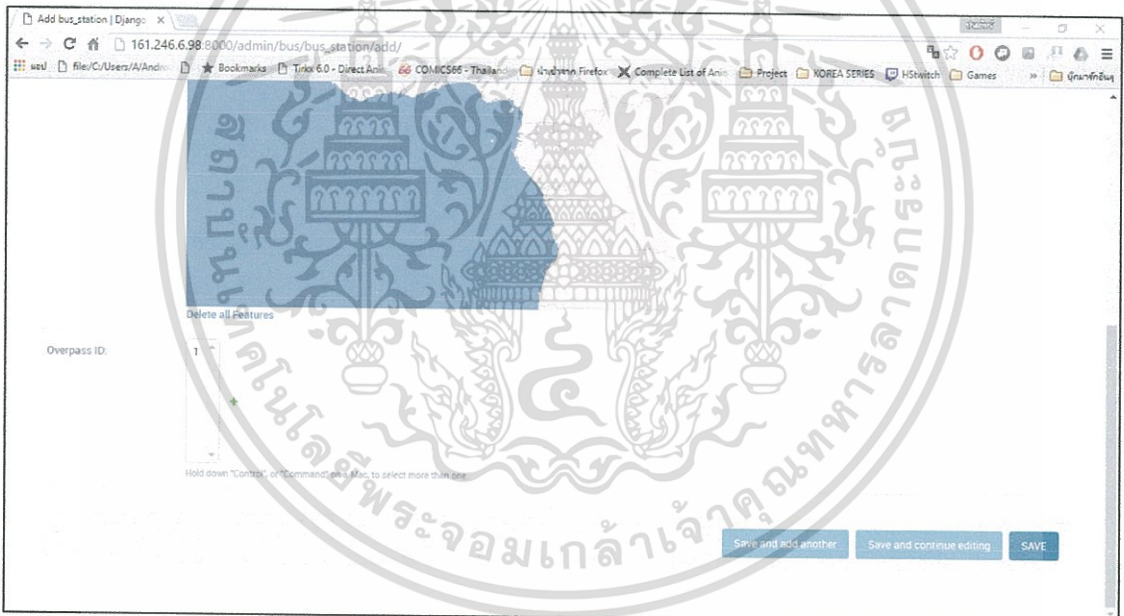
4.3.3.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้านี้จะมีช่องให้กรอกอยู่ 2 ช่อง คือ Station ID เป็นการกำหนดตัวเลขไปยังที่หยุดรถประจำทางที่ต้องการใส่ลงไป Name เป็นการกำหนดชื่อให้กับที่หยุดรถประจำทาง
- 2) หลังจากกรอกรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว จะไปสู่การปักหมุดลงไปในแผนที่เพื่อกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

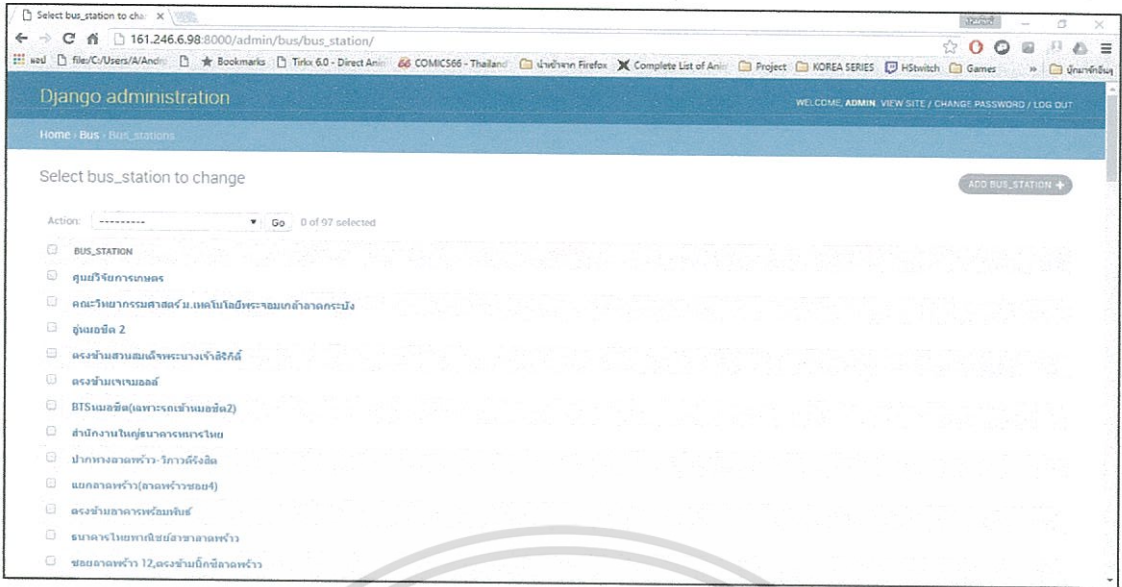


รูป 4.17 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางลงในฐานข้อมูล



รูป 4.18 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หยุดรถประจำทางลงในฐานข้อมูล (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.19 หน้าเว็บแสดงที่หยุดรถประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา

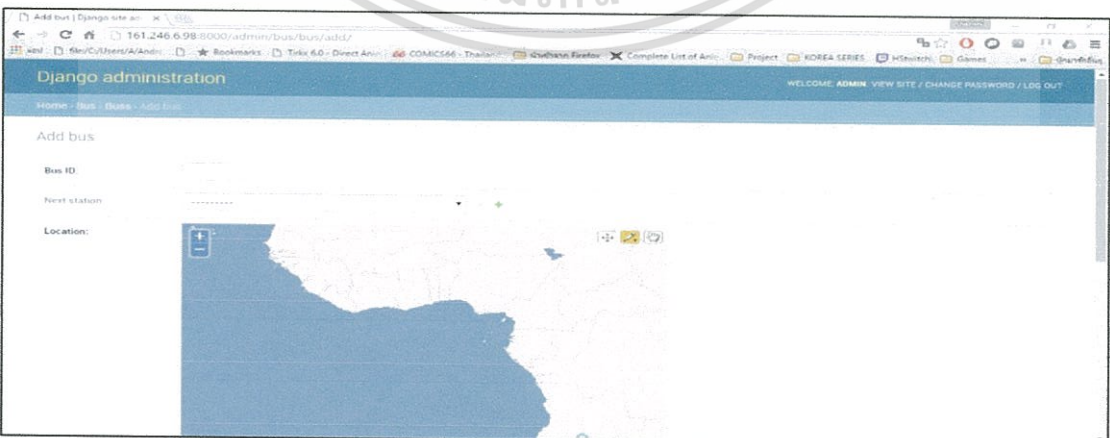
4.3.4 หน้า buss

4.3.4.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการเพิ่มรถโดยสารประจำทางแต่ละคันลงในฐานข้อมูล

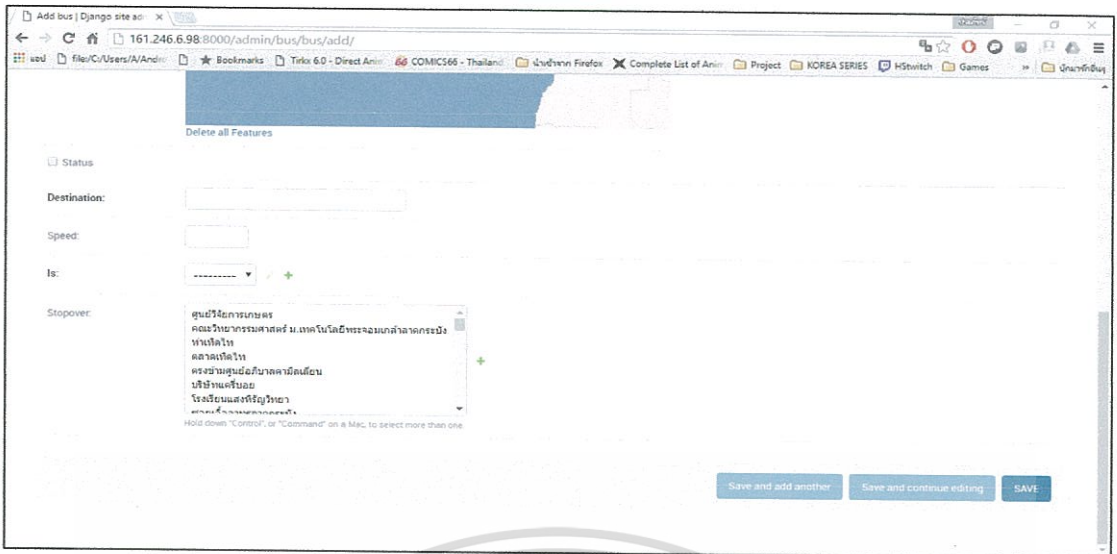
4.3.4.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้าเว็บจะมีช่องสำหรับการกรอกข้อมูลทั้งหมด 2 ช่อง คือ Bus ID เพื่อเป็นการแสดงว่ารถโดยสารประจำทางคันนี้เป็นรถโดยสารประจำทางคันไหน และ destination เพื่อระบุจุดหมายของรถโดยสารประจำทางคันนี้
- 2) หลังจากที่ยกรกรรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว ต่อมาจะเป็นการเลือกว่ารถโดยสารประจำทางคันนั้นๆ หยุดที่ที่หยุดรถประจำทางอะไรบ้าง

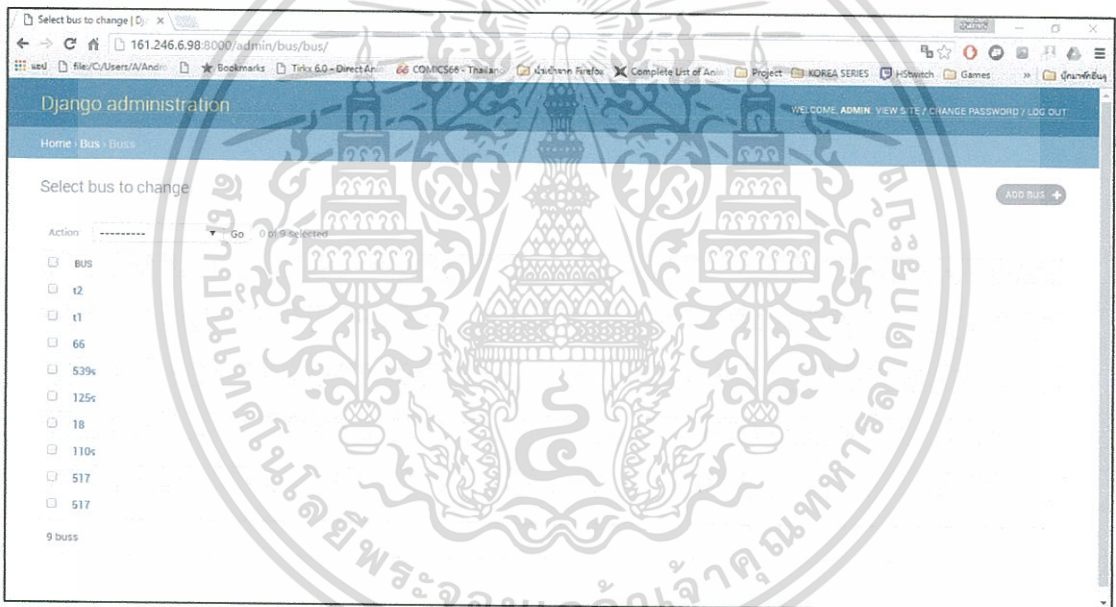


รูป 4.20 หน้าเว็บของการเพิ่มรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.21 หน้าเว็บของการเพิ่มรถโดยสารประจำทางลงในฐานข้อมูล (ต่อ)



รูป 4.22 หน้าเว็บแสดงรถโดยสารประจำทางที่ถูกเพิ่มเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

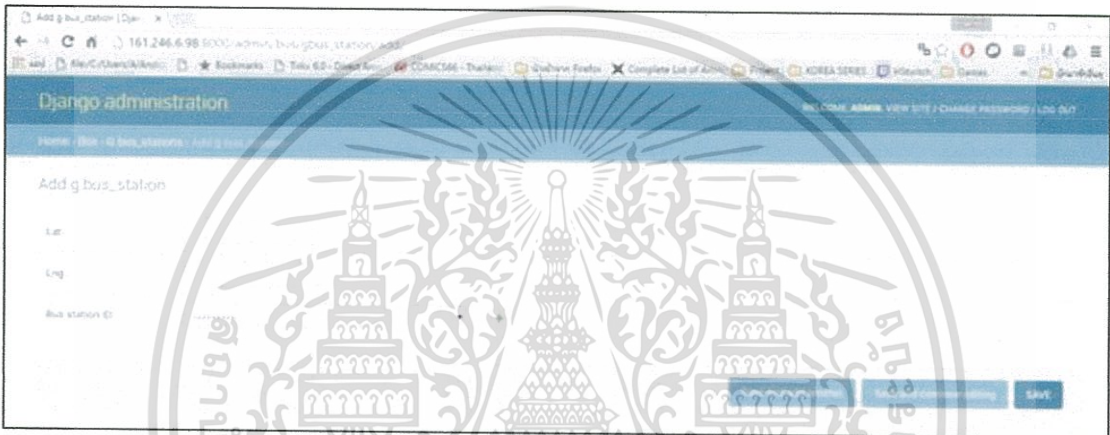
4.3.5 หน้า G bus_station

4.3.5.1 จุดประสงค์

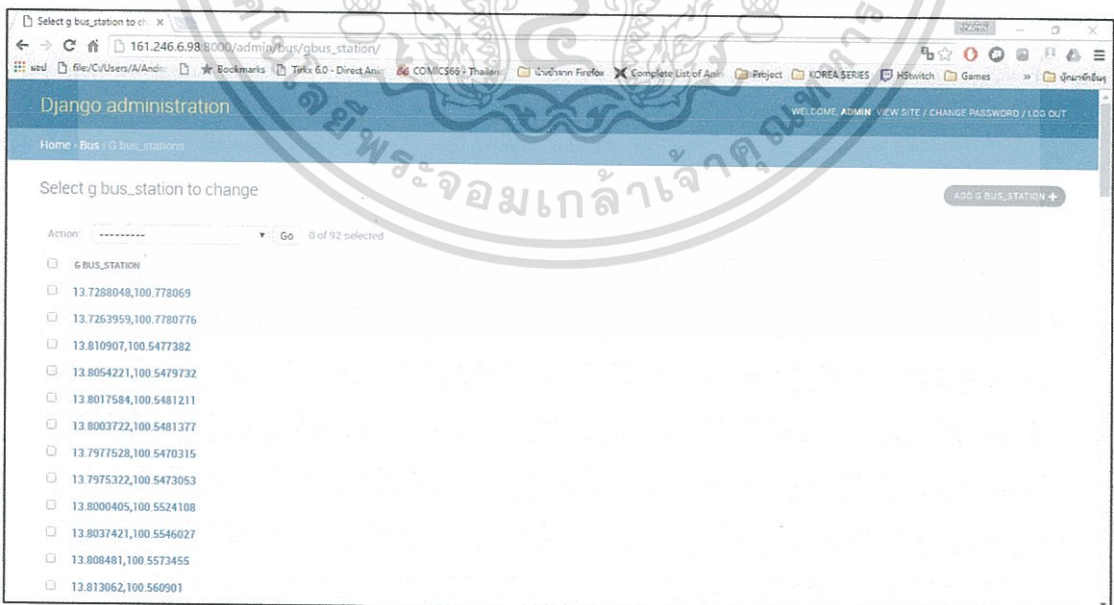
เพื่อแสดงการข้อมูลที่หุตุรถประจำทางของ Google Maps ที่ถูกเพิ่มเข้ามาในฐานข้อมูล

4.3.5.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้าี้จะมีช่องสำหรับการกรอกข้อมูลทั้งหมด 2 ช่อง คือ Lat คือละติจูดของที่หุตุรถประจำทาง Lng คือ ลองจิจูดของที่หุตุรถประจำทาง และ Bus station ID เป็นการเลือกจากคำสั่งของหน้า bus station



รูป 4.23 หน้าเว็บของการเพิ่มที่หุตุรถประจำทางของ Google Maps ลงในฐานข้อมูล



รูป 4.24 หน้าเว็บแสดงที่หุตุรถประจำทางของ Google Maps ที่ถูกเพิ่มเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 หน้า overpass

4.3.6.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล

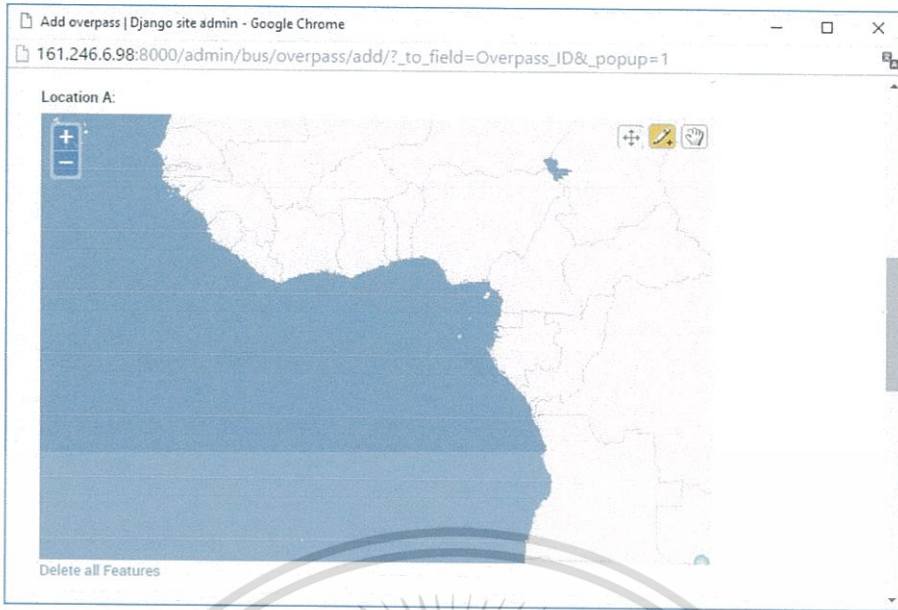
4.3.6.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้านี้นั้น การที่เราจะเพิ่มข้อมูลของสะพานลอยลงไปได้ เราจำเป็นต้องใส่ Overpass ID เพื่อเป็นการบอกชื่อของสะพานลอย
- 2) หลังจากนั้น เราต้องทำการปักหมุดตำแหน่งของสะพานลอยทั้งสามจุด คือ Location Center, Location A, Location B
- 3) เมื่อทำการปักหมุดตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเลือกถนนที่สะพานนั้นๆอยู่โดยเพิ่มจาก Road ID

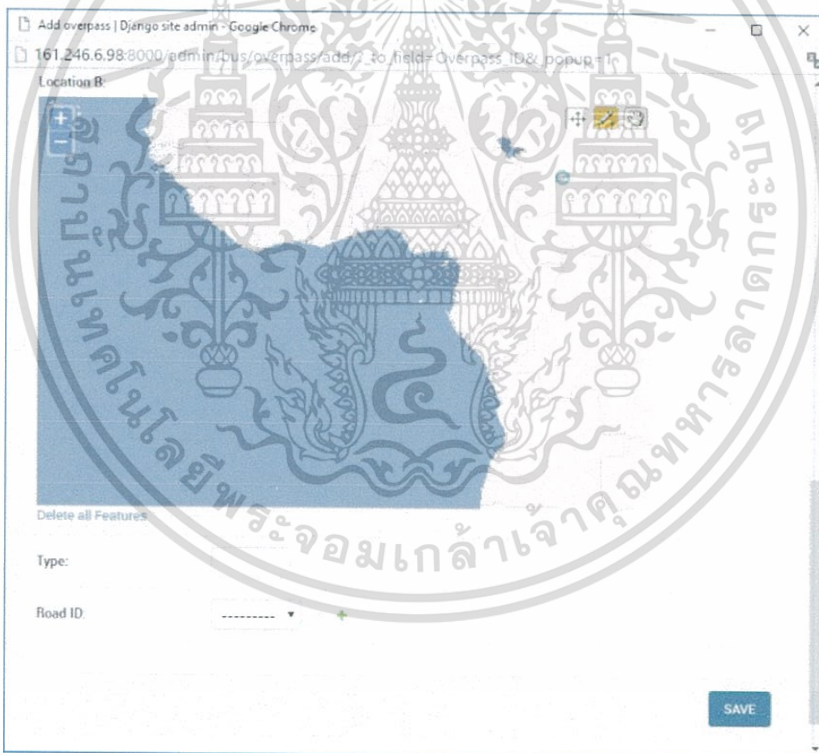


รูป 4.25 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

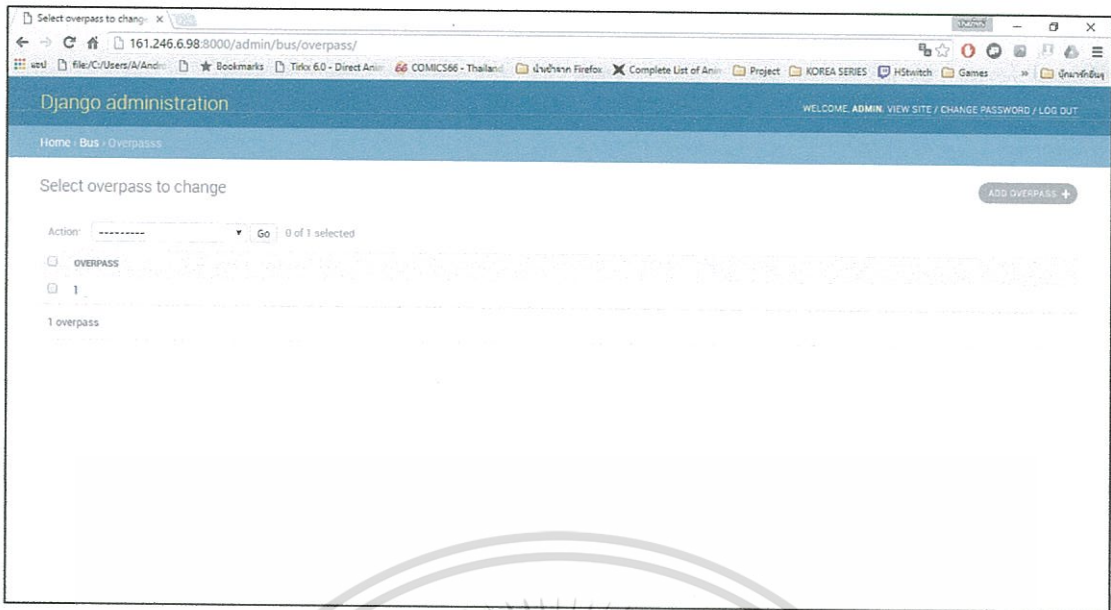


รูป 4.26 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล (ต่อ)



รูป 4.27 หน้าเว็บของการเพิ่มสะพานลอยลงในฐานข้อมูล (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.28 หน้าเว็บแสดงสะพานลอยที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล

4.3.7 หน้า path

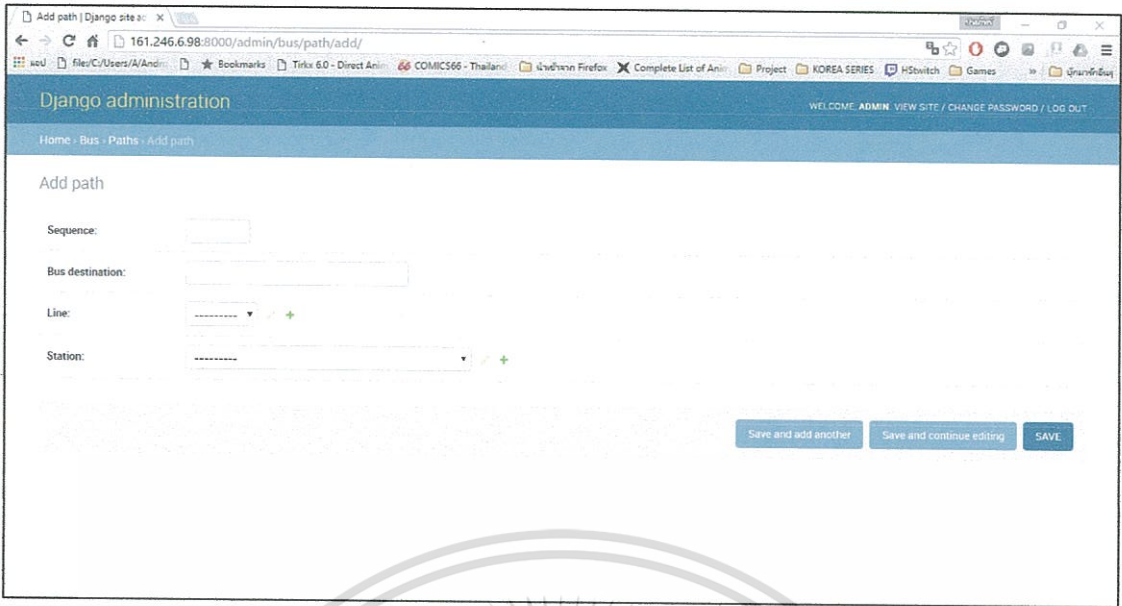
4.3.7.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการเพิ่มเส้นทางการเดินรถลงในฐานข้อมูล

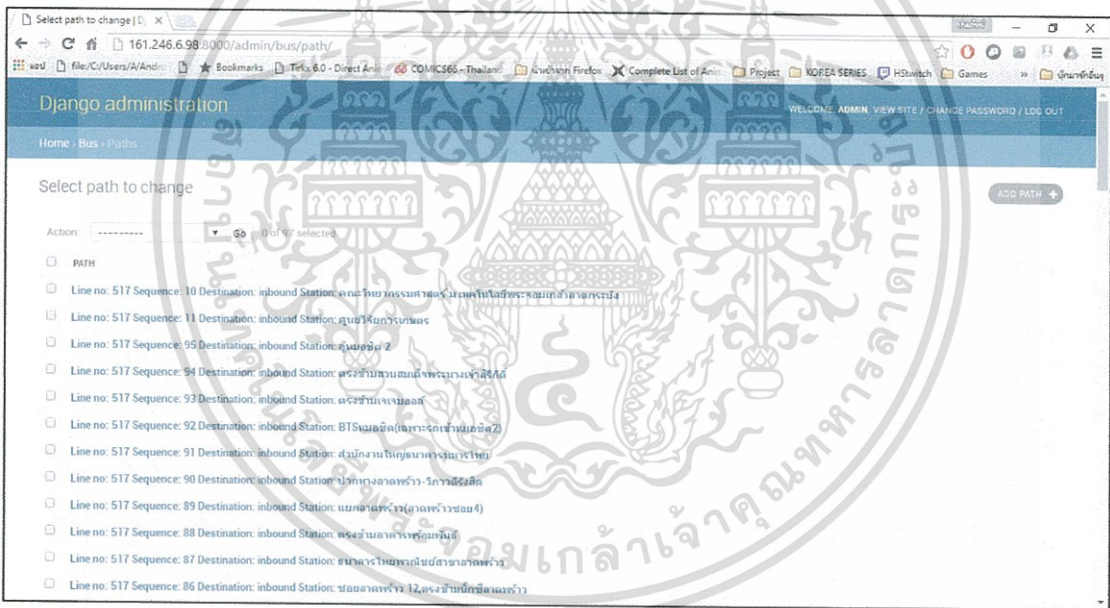
4.3.7.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้านี้นั้นจะมีการป้อนข้อมูลลงในสองช่อง คือ Sequence เป็นการบอกลำดับของการเดินทาง และ Bus destination ซึ่งคือปลายทางของรถโดยสารประจำทาง
- 2) Line เป็นการเพิ่มเส้นทาง และ Station เป็นการเพิ่มสถานีที่รถโดยสารประจำทางนี้จะไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.29 หน้าเว็บของการเพิ่มเส้นทางรถลงในฐานะข้อมูล



รูป 4.30 หน้าเว็บแสดงรายการรถลงในฐานะข้อมูล

4.3.8 หน้า road

4.3.8.1 จุดประสงค์

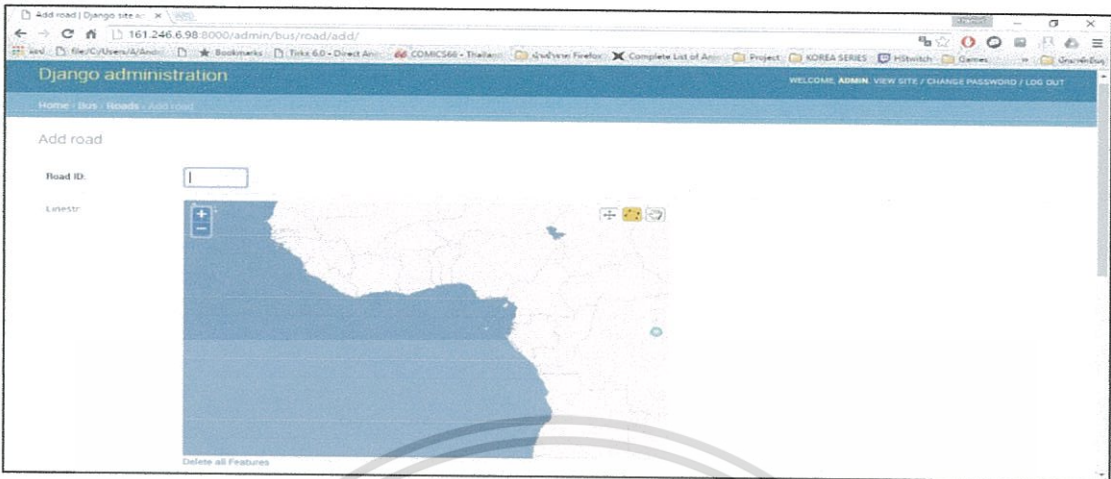
เพื่อแสดงการเพิ่มถนนลงในฐานข้อมูล

4.3.8.2 วิธีการทำงาน

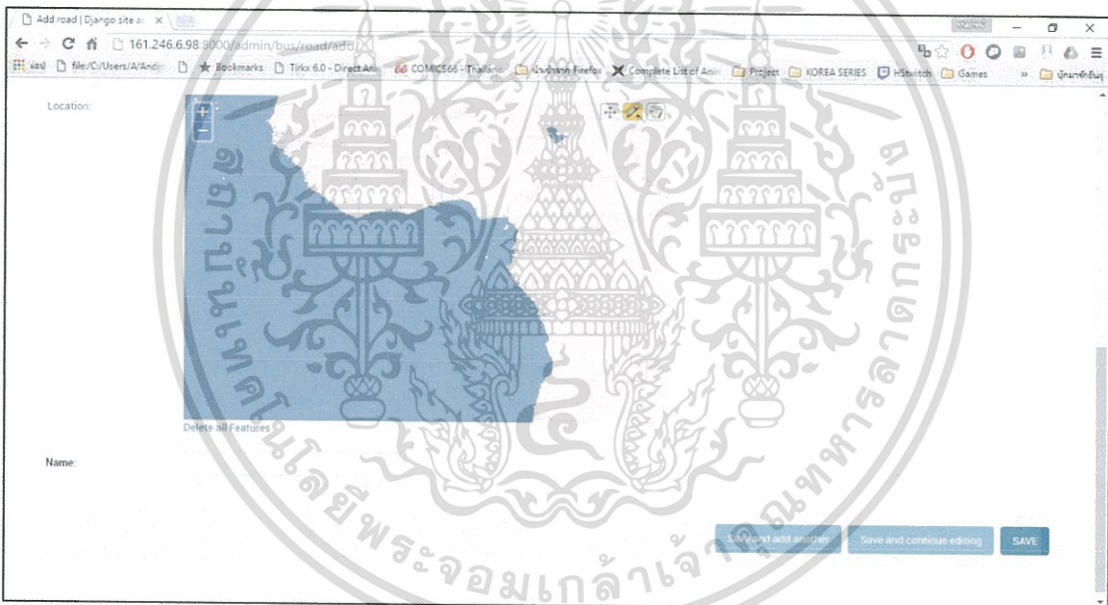
- 1) ในหน้านี้นั้นจะมีการป้อนข้อมูลลงในสองช่อง คือ Road ID ซึ่งเป็นการตั้งเลขให้กับถนน และ Name เป็นการตั้งชื่อให้กับถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หลังจากนั้นทำการเพิ่ม Linestr และ Location ลงในตำแหน่งที่ต้องการ

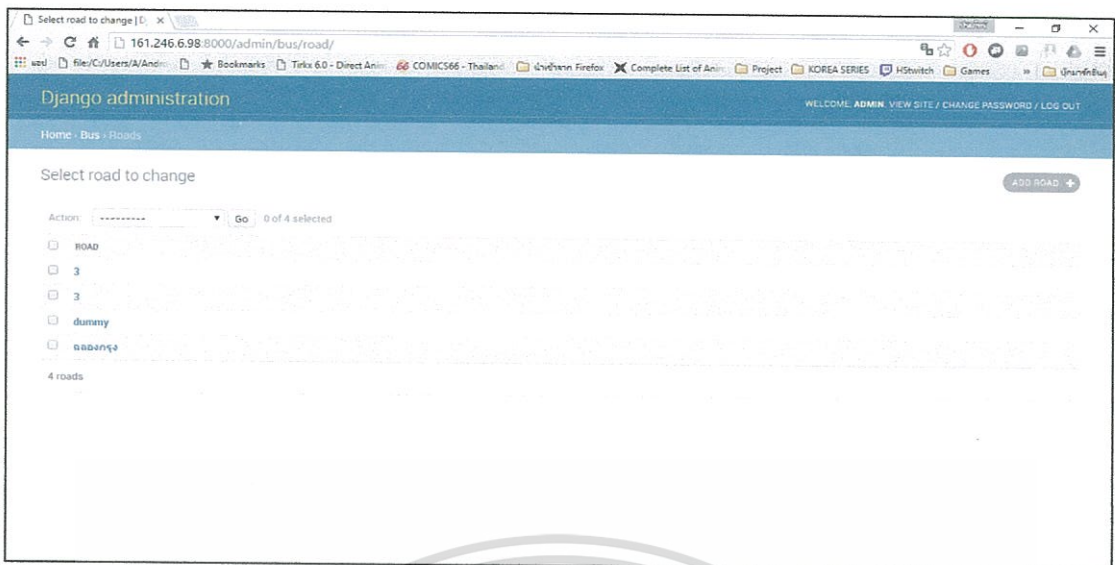


รูป 4.31 หน้าเว็บของการเพิ่มถนนลงในฐานข้อมูล



รูป 4.32 หน้าเว็บของการเพิ่มถนนลงในฐานข้อมูล (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.33 หน้าเว็บแสดงถนนที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล

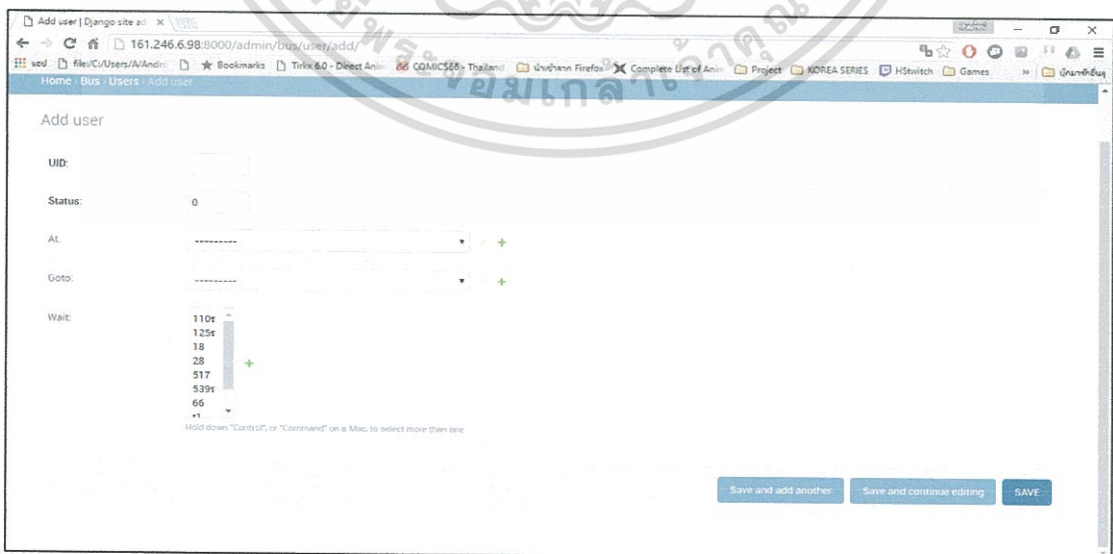
4.3.9 หน้า add user

4.3.9.1 จุดประสงค์

เพื่อแสดงการเพิ่มผู้ใช้งานลงในฐานข้อมูล

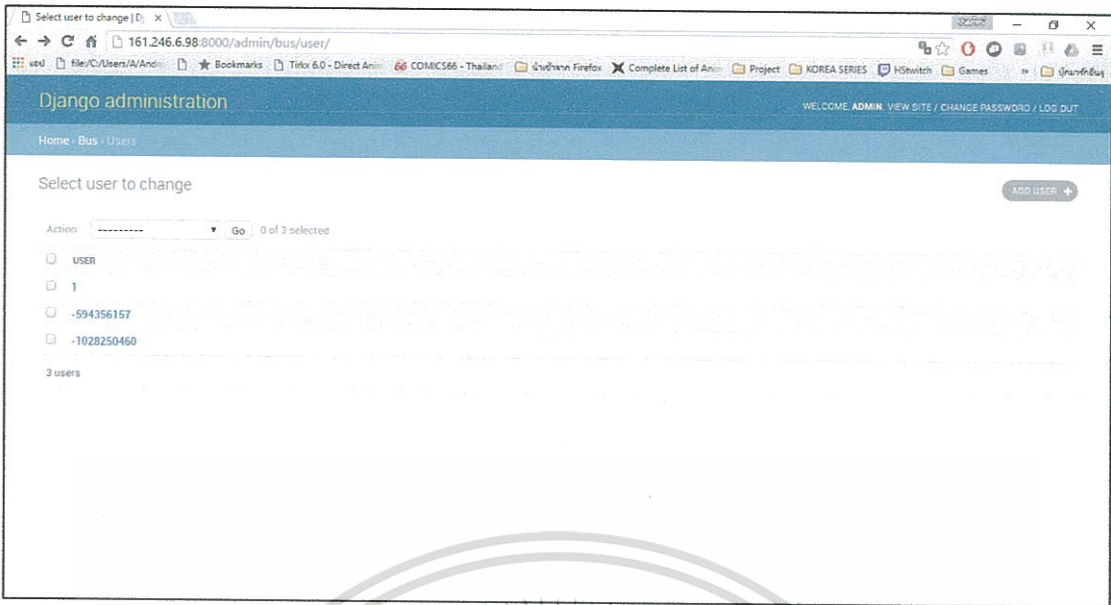
4.3.9.2 วิธีการทำงาน

- 1) ในหน้านี้นั้นจะมีการป้อนข้อมูลลงในช่องเดียว คือ UID เป็นการแสดงความแตกต่างกันของแต่ละผู้ใช้งาน
- 2) หลังจากนั้น At เป็นการแสดงว่าอยู่ ใดตำแหน่งใด, Goto เป็นการแสดงว่ากำลังจะไปที่ไหน, Wait เป็นการแสดงว่ารออยู่ที่หยุดรถประจำทางใด



รูป 4.34 หน้าเว็บของการเพิ่มผู้ใช้งานลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.35 หน้าเว็บแสดงผู้ใช้งานที่ถูกเพิ่มลงในฐานข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

ในบทนี้ จะกล่าวถึงบทสรุปของโครงการ ผลที่ได้จากการทำโครงการและอุปสรรคที่พบ แนวทางการแก้ไขปัญหา และแนวทางการพัฒนาต่อไป

5.1 บทสรุปของโครงการ

ระบบรถโดยสารประจำทางสำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา เป็นระบบที่สามารถที่จะช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาที่ประสบปัญหาในด้านการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางได้อย่างสะดวกสบาย ในการที่จะนำทางผู้พิการทางสายตาเดินทางจากตำแหน่งปัจจุบัน ไปยังที่หยุดรถประจำทาง หรือการเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยที่การทำงานด้วยเสียงทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถรับรู้ขั้นตอนต่างๆสำหรับการเดินทางและการรับข้อมูลด้วยเสียง ทำให้สามารถป้อนตำแหน่งจุดหมายปลายทางได้อย่างสะดวก

5.2 ผลที่ได้จากการทำโครงการ

- 1) ได้รับความรู้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 2) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมด้วยภาษาจาวา (Java) และภาษาไพธอน (Python)
- 3) ช่วยให้เข้าใจเรื่องของฐานข้อมูลมากยิ่งขึ้น
- 4) ทำให้มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นในการออกแบบหน้าต่างสำหรับผู้ใช้งาน (User Interface)
- 5) แอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงและช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการทางสายตาได้

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดจากการทำโครงการ

- 1) ไม่สามารถใช้การจำลองการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของ Genymotion ได้ จึงจำเป็นต้องใช้สมาร์ตโฟนจริงในการทดสอบการทำงานต่างๆ ทำให้เสียเวลามากยิ่งขึ้น
- 2) การจะทดสอบการทำงานด้วยเซิร์ฟเวอร์นั้น ทำงานบนคอมพิวเตอร์ของคณะผู้จัดทำ ทำให้ในกรณีที่ผู้จัดทำที่เป็นเซิร์ฟเวอร์มีธุระของตนเอง จะทำให้ไม่สามารถทดสอบการทำงานที่ต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ในบางครั้ง โปรแกรม Android Studio มักเกิดปัญหาต่างๆ ที่ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขอยู่พอสมควร

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

- 1) แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้หลากหลายแพลตฟอร์ม
- 2) ปรับปรุง GPS ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- 3) มีฟังก์ชันที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นสำหรับผู้พิการทางสายและผู้ใช้งานทั่วไป
- 4) สามารถใช้งานได้ทั่วประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Wikipedia. 2558. **ภาษาไทย** [Online]. Available: <http://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาไทย>.

Wikipedia. 2558. **Android (operating system)** [Online]. Available:
[http://en.wikipedia.org/wiki/Android \(operating system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)).

Wikipedia. 2558. **Global Positioning System** [Online]. Available:
https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.

Google Developer. 2558. **Google Maps Directions API** [Online]. Available:
<https://developers.google.com/maps/documentation/directions/intro>.

Django Developer. 2558. **Django Documentation** [Online]. Available:
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/>.

The PostGIS Development Group. 2558. **PostGIS 2.1.9dev Manual** [Online]. Available:
<http://postgis.net/docs/manual-2.1/>.

The PostgreSQL Global Development Group. 2558. **PostgreSQL 9.4.5 Documentation** [Online].
Available: <http://www.postgresql.org/docs/9.4/interactive/index.html>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้