

เรื่อง

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงผลความน่าเชื่อถือของเวลาในการเดินทาง

Web application for Data visualization of Travel Time Reliability

โดย

นางสาว ปัณฑิกา จันทรราช 6231118021

นาย ภาณุวัฒน์ แสงสุริยะ 6231122421

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Survey Engineering, Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรวิก ตนกษรานนท์

ลายเซ็นอาจารย์ที่ปรึกษา



โครงงานทางวิศวกรรม
โดย
สาขาวิชา
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานทางวิศวกรรม
เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงผลค่าความ
น้ำเชื่อมต่อของเวลาในการเดินทาง
นางสาว ปัณฑิกา จันทรราช
นาย ภาณุวัฒน์ แสงสุริยะ
วิศวกรรมสำรวจ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรวิก ทนากษรานนท์

บทคัดย่อ

การจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีปัญหาการจราจรที่ติดขัดและไม่สามารถประมาณเวลาการเดินทางได้อย่างแม่นยำ หนึ่งในถนนเส้นหลักที่พบปัญหาการจราจรเป็นอย่างมากคือ ถนนพระราม 4 เนื่องจากเป็นถนนที่มีสถานที่ท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้หลายสถานที่ การวางแผนเวลาการเดินทางเพื่อไปทำกิจกรรมต่างๆ จะมีความไม่แน่นอนสูงเนื่องจากมีสภาพการจราจรที่คาดเดาได้ยาก งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการเดินทางในชีวิตประจำวันที่มีปัญหาเรื่องการติดขัดจราจรและความไม่แน่นอนของเวลาการเดินทางผ่านแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันนี้จะช่วยวางแผนเวลาการเดินทางล่วงหน้าและแสดงข้อมูลการประมาณเวลาการเดินทางทั้งหมดและความเชื่อมต่อได้ของเวลาการเดินทางในรูปแบบกราฟบนแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยลดปัญหาการติดขัดจราจรและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานในการเดินทาง โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีปัญหาการติดขัดจราจรเป็นประจำ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการทางวิศวกรรมนี้สมบูรณ์ และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิก ตนักบรรณที่ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำเสนอแนะ แนวคิด หลักการการทำงาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ ครอบครัวที่เคยเป็นกำลังใจ และให้คำปรึกษาในการทำโครงการ ฉบับนี้ ขอบคุณนายปฏิภาน เพ็งเงา ที่ได้ทำวิดีโอ “เรียนรู้พื้นฐาน Django สำหรับการพัฒนา web application” ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในโครงการนี้ และขอบคุณ Christina Sa สำหรับแนวทางการทำ UX designs เพื่อพัฒนา User experiences และ User Interfaces ในโครงการนี้

สุดท้ายนี้ขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ช่วยกันทำงาน ช่วยทดสอบการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้จัดทำไม่สามารถกล่าวนามในนี้ได้ทั้งหมด จึง ขอขอบพระคุณทุกท่านเหล่านี้ไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ	๑
กิตติกรรมประกาศ	๒
สารบัญ	๓
สารบัญตาราง	๔
สารบัญรูปภาพ	๕
บทที่ 1 บทนำ	๑
ที่มาและความสำคัญ	๑
วัตถุประสงค์	๒
ขอบเขตการศึกษา	๒
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๓
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๔
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา	๔
1. User Experience	๔
2. Travel Time Reliability	๖
3. Competitor Analysis	๙
4. Feature Analysis	๙
5. Customer Journey	๑๐
6. ขั้นตอนการทำ A/B Testing	๑๑
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	๑๓
การรวบรวมและการจัดเตรียมข้อมูล	๑๓
การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งาน (User Experience)	๑๔

1. Empathize.....	14
2. Define.....	18
3. Ideate.....	22
การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (User Interface).....	23
1. รูปแบบ A.....	23
2. รูปแบบ B.....	27
3. ภาพรวม Prototype.....	28
การพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน.....	29
1. แนวทางการดำเนินงาน.....	29
2. เฟรมเวิร์ค Django.....	30
3. การพัฒนาระบบ.....	30
3.1 หน้าแรก (index).....	31
3.2 หน้าวางแผน (planning).....	32
3.3 หน้าแสดงผล (visualize).....	33
3.4 หน้าประวัติการค้นหา (recent planning).....	34
3.5 หน้าวางแผนโดยประวัติการเดินทาง.....	35
4. อุปกรณ์ฐานข้อมูล.....	36
4.1 location.....	36
4.2 Planning_temp.....	37
4.3 Varandma.....	38
4.4 Recentplan.....	39
การพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน.....	39
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	40
ผลการศึกษาวิจัยการทำ A/B Testing.....	40

1. การวางแผนและตั้งเป้าหมาย.....	40
2. ออกแบบการทดลอง.....	40
3. กลุ่มผู้ใช้งาน.....	40
4. ผลการทดสอบ.....	40
5. การวิเคราะห์ผ่าน Google Analytics.....	44
ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน.....	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	48
สรุปผลการวิจัย.....	48
สรุปผลการวิเคราะห์ A/B testing.....	48
สรุปผลการวิเคราะห์ Google Analytics.....	49
การพัฒนาเพิ่มเติม User Experience, User Interface.....	49
การพัฒนาเพิ่มเติม Web application.....	49
ข้อเสนอแนะ.....	50
เอกสารอ้างอิง.....	51

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลคุณลักษณะของข้อมูล Travel time.....	13
ตารางที่ 3.2 feature analysis.....	17
ตารางที่ 3.3 Customer Journey Map.....	18
ตารางที่ 3.4 URL ของหน้าเว็บ.....	36
ตารางที่ 3.5 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล location.....	36
ตารางที่ 3.6 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Planning_temp.....	37
ตารางที่ 3.7 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Varandma.....	38
ตารางที่ 3.8 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Recentplan.....	39
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบรูปแบบ A.....	41
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบรูปแบบ B.....	42
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ตามชื่อกิจกรรม.....	45
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ตามชื่อหน้าเว็บ.....	46

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1.1 ขอบเขตการวิจัย.....	2
รูปที่ 3.1 ลิงค์ Customer Journey ฉบับเต็ม.....	21
รูปที่ 3.2 User Flow.....	22
รูปที่ 3.3 UI หน้าหลัก.....	23
รูปที่ 3.4 UI หน้าวางแผนการเดินทาง.....	24
รูปที่ 3.5 UI หน้าแสดงผลรูปแบบที่ A.....	25
รูปที่ 3.6 UI หน้าประวัติการวางแผนเดินทาง.....	26
รูปที่ 3.7 UI หน้าแสดงผลรูปแบบที่ B.....	27
รูปที่ 3.8 ภาพรวม Prototype.....	28
รูปที่ 3.9 Flowchart ของเรื่องแอปพลิเคชัน.....	29
รูปที่ 3.10 หลักการทำงานของ Django Framework.....	30
รูปที่ 3.11 Flowchart การทำงานของหน้า index.....	31
รูปที่ 3.12 Flowchart การทำงานของหน้า planning.....	32
รูปที่ 3.13 Flowchart การทำงานของหน้า visualize.....	33
รูปที่ 3.14 Flowchart การทำงานของหน้า recent plan.....	34
รูปที่ 3.15 Flowchart การทำงานของหน้าวางแผนโดยประวัติการเดินทาง.....	35
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการทดสอบรูปแบบ A.....	41
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบรูปแบบ B.....	42
รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละหน้าของรูปแบบ A และ B.....	43
รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยทุกหน้าของรูปแบบ A และ B.....	43

รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ Google Analytic.....	44
รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์จำนวนการดูตามชื่อกิจกรรม.....	44
รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์จำนวนการดูตามชื่อหน้าเว็บ.....	45
รูปที่ 4.8 ลิงค์ตัวอย่างโปรแกรมใน GitHub.....	46

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ปัญหาการจราจรนับเป็นปัญหาหลักในการเดินทางโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ทำให้ส่งผลถึงการใช้ชีวิตในประจำวันในการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ อย่างเช่นโดยปกติในการไปสถานที่ จาก A ไป B ใช้เวลาเพียง 20 นาทีแต่ในวันดีไปใช้เวลาถึง 1 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการเดินทางในปัจจุบัน นั้นต้องแข่งกับเวลา ซึ่งเวลาเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน หากมีการวางแผนเวลาที่พิดพลาด ในการไปนัดที่สำคัญอาจทำให้ผู้เดินทางสูญเสียโอกาสได้ ผู้เดินทางจึงต้องมีการเพื่อเวลาที่มากขึ้นเพื่อให้ไปตามนัดได้ตรงเวลาจนบางครั้งต้องเสียเวลาที่มากเกินความจำเป็น

เนื่องจากความไม่แน่นอนของเวลาการเดินทางนี้ การใช้แอปพลิเคชันที่มือถืออาจไม่เพียงพอในการวางแผนเวลาในการเดินทาง จึงได้พัฒนาเป็นแอปพลิเคชันที่สำคัญ Travel time reliability หรือค่าความน่าเชื่อถือของเวลาในการเดินทาง มาเป็นตัวชี้วัดและแสดงผลความแน่นอนของเวลาของถนนเส้นนั้น ๆ หากค่า Travel time reliability มีค่าสูงแสดงว่าถนนเส้นนั้นมีเวลาการเดินทางที่ใกล้เคียงกันในแต่ละวัน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถวางแผนการเดินทางผ่านถนนแต่ละเส้นได้ อีกทั้งยังมีการแสดงผลของ Planning time index เพื่อแสดงค่าเวลาการเดินทางทั้งหมดที่ควรออกเดินทาง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาการวางแผนเวลาการเดินทางในชีวิตประจำวันไป จนถึงการวางแผนเวลาการเดินทางล่วงหน้าบนแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ยังมีการแสดงผลข้อมูลการ ประมาณค่าเวลาในการเดินทางทั้งหมดและค่าความน่าเชื่อถือของเวลาในการเดินทางในรูปแบบกราฟบน แอปพลิเคชัน อีกทั้งยังสามารถปรับค่า index ได้ตามความสำคัญของกิจกรรมที่ต้องดำเนินตามสถานที่ ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ได้ตรงเวลาและไม่ต้องเสียเวลาที่มากเกินความจำเป็น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อแสดงผลค่า Travel time reliability ในรูปแบบกราฟเพื่อแสดงความน่าเชื่อถือของเวลาการเดินทางของถนนแต่ละช่วง
2. เพื่อวางแผนเวลาการเดินทางในชีวิตประจำวันของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันให้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น
3. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถตอบสนองการใช้งานมีประสบการณ์การใช้งานได้อย่างดี

ขอบเขตการศึกษา

นำข้อมูล Travel time index มาจัดทำ prototype application โดยการออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการแสดงผลค่า Travel time index โดยเป็นแอปพลิเคชันวางแผนเวลาในการเดินทางแล้วแสดง visualization ของ Travel time reliability

ถนนพระรามที่ 4 และถนนที่ตัดกับถนนพระรามที่ 4

ช่วงเวลา 1 มกราคม 2019 - 31 ธันวาคม 2020



รูปที่ 1.1 แผนที่ขอบเขตการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ตัว Prototype Application สามารถตอบสนองการใช้งานได้อย่างดี
2. สามารถไปนัดสำคัญได้ตรงเวลา และวางแผนเวลาในการเดินทางได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถแสดงผลค่าความน่าเชื่อถือของเวลาในการเดินทางโดยผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา

1. User experience

การทำ UX (User Experience) เป็นกระบวนการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งานเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันให้มีความสะดวกสบาย ประทับใจ และประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ดังนั้นการทำ UX จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์

นำเสนอขั้นตอนการทำ UX ได้แก่ ดังนี้

1. วางแผน

การวางแผนเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะจะช่วยให้เราเข้าใจผู้ใช้งานและวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น การวางแผน UX ควรประกอบด้วยการศึกษาผู้ใช้งานและการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตามการวางแผน UX นั้นควรจะเน้นไปที่ประสิทธิภาพในการใช้งานและสิ่งที่สร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน[1]

2. การวิเคราะห์ผู้ใช้งาน

ในขั้นตอนนี้คุณควรศึกษาการใช้งานของผู้ใช้งานและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานของพวคเข้า โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน(Task Analysis) หรือการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน (User Interview) เพื่อจะได้เข้าใจความต้องการของผู้ใช้งานในระดับลึกขึ้น[1]

3. ออกรูปแบบ

การออกแบบ UX จะต้องเน้นไปที่ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการใช้งาน โดยต้องให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก นอกจากนี้การออกแบบ UX ยังต้องเน้นการเข้าใจผู้ใช้งานและวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับแอปพลิเคชัน หรือเว็บไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ[1]

4. การทดสอบ

ในขั้นตอนนี้ควรทดสอบ UX ทั้งในรูปแบบของโมเดล หรือแบบจำลอง (Prototype) โดยการทดสอบผู้ใช้งานจริง[1]

ซึ่งในการวางแผนออกแบบแนวความคิดต่างๆ จะนำหลักการของ Design Thinking มาประกอบการวางแผนการดำเนินงาน โดย Design thinking คือ กระบวนการทำความเข้าใจปัญหาของผู้ใช้ นำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาแบบใหม่ ผ่าน 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. Empathize: การทำความเข้าใจผู้ใช้งาน

ผู้แก้ปัญหาต้องเข้าใจปัญหาจากมุมมองของผู้บริโภคก่อน เพื่อที่จะสามารถสังเกตและติดต่อสื่อสารกับผู้คนเพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งๆ ให้กับปัญหาทั้งหมด โดยสามารถสังเกตุได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายว่ามีปฏิกริยาอย่างไร ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยให้สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ได้โดยมีผู้ใช้งานจริงเป็นศูนย์กลาง [2]-[4]

2. Define: การนิยาม

เมื่อเข้าสู่ขั้นตอน Define จะทำให้มีประโยชน์จากการข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปัญหาซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำทางในการออกแบบ นี้จะเป็นพื้นฐานของความคิดและแนวทางการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้มีการนิยามปัญหาเป็นความปรารถนาของตนเองหรือของบริษัท เช่น เราต้องการเพิ่มอัตราการผลิตภัณฑ์อาหารของเรายield ให้ดีขึ้น 10% และควรจะเป็นการนิยามปัญหาจากมุมมองความต้องการของผู้ใช้ เช่น เด็กผู้ชายวัยรุ่นต้องการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์เพื่อสุขภาพที่ดี [2]-[4]

3. Ideate: การสร้างสรรค์

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นขั้นตอนรวบรวมความคิดจากกลุ่มคนที่หลากหลายและส่วนตัวต่างๆ เพื่อให้ได้อาจการที่หลากหลาย การประชุมในขั้นนี้เป็นการสร้างความคิดแบบ brainstorming โดยสร้างและบันทึกไอเดียที่ใหญ่โตเพื่อรับฟังและพิจารณาที่เป็นไปได้ในอนาคต [2]-[4]

4. Prototype: การสร้างต้นแบบที่เลือก

ขั้นตอนนี้จะนำเสนอผลิตภัณฑ์หรือบริการเพื่อแก้ไขปัญหาที่ถูกนำเสนอในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ผู้แก้ไขปัญหาจะค้นหาความคิดเห็นจากผู้ใช้และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการในขั้นตอนนี้ สิ่งสำคัญที่สุดคือไม่ควรตัดสินใจกับวิธีการแก้ไขที่เร็วเกินไป เนื่องจากกระบวนการต้องกลับมาพิจารณา prototype อีกครั้ง จนกว่าจะได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ [2]-[4]

5. Test: การทดสอบ

เมื่อได้เลือก prototype ที่ถูกเลือกแล้ว จะต้องทดสอบว่ามันทำงานอย่างไร วัดผลการตอบสนองของผู้ใช้ และกำหนดว่ามันแก้ไขปัญหาเริ่มต้นหรือไม่ ค้นหาความคิดเห็นจากผู้ใช้และบันทึกข้อบกพร่อง ข้อผิดพลาด หรือข้อจำกัดใดๆ แล้วทำการแก้ไขหรือปรับปรุงตามความจำเป็น [2]-[4]

2. Travel time reliability

การวัดความน่าเชื่อถือของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยการวัดความเสถียรนี้จะพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละวัน หรือในช่วงเวลาต่าง ๆ ในแต่ละวัน เพื่อวัดว่าเวลาเดินทางจะมีความเสถียรเท่าไหร่ โดยประกอบไปด้วยความน่าจะเป็นในการมาถึงตามเวลาที่กำหนดและการเดินทางที่มีความล่าช้าหรือช่วงเวลาที่ไม่แน่นอนในการเดินทาง ซึ่งวิธีการวัดมีทั้งหมด 4 วิธีประกอบไปด้วย

1. 90th or 95th percentile travel time

วิธีการนี้คือการใช้เวลาเดินทางเปอร์เซ็นไทล์ 90 หรือ 95 ของเส้นทางการเดินทางที่ระบุไว้ เพื่อบอกว่าการติดขัดจะเป็นอย่างไรในวันที่มีการจราจรหนักที่สุด ค่าเวลาเดินทางเปอร์เซ็นไทล์ 90 หรือ 95 จะระบุเป็นนาทีและวินาที และผู้ใช้ที่รู้จักเส้นทาง (เช่น คนเดินทางประจำ) สามารถดูได้ว่าจะมีความหนักแค่ไหนในวันที่พักตรองนั้น และวางแผนการเดินทางตามนั้นได้ วิธีการนี้รายงานผลเป็นนาที [5]

2. Buffer index

เป็นการคำนวณเวลาที่ใช้เพื่อในการเดินทางโดยมีวิธีคือนำค่า 95th percentile ของ Travel time มาลบกับค่าเฉลี่ยของ Travel time ตามสูตรดังนี้

$$BI (\%) = \frac{95^{\text{th}} \text{ percentile travel time}}{\text{average travel time}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ค่าเฉลี่ยในการเดินทางจาก A ไป B ใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที โดยมีค่าการเดินทางที่ 95th percentile อยู่ที่ 40 นาที และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20 นาที จะได้ค่า Buffer index เป็น

$$BI = \frac{40 - 20}{20} = 1 = 100\%$$

$$\text{Buffer time} = 20 \times 1 = 20 \text{ min}$$

ค่า buffer time จะเป็นค่าเพิ่มเวลาในการเดินทาง ซึ่งในการหาค่าเวลาทั้งหมดจะได้เป็น

$$\text{travel time} = \text{buffer time} + \text{average time} = 20 + 20 = 40 \text{ mi}$$

เพราะฉะนั้นผลที่ได้คือจะเป็นค่าที่ประมาณเวลาที่เดินทางทั้งหมดที่ควรเพื่อไว [5]

3. Planning time index

เป็นการคำนวณเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทาง โดยมีวิธีการคิดคือนำ 95th percentile ของ travel time มาหารด้วย free-flow travel time ตามสูตรดังนี้ [5]

$$PTI = \frac{\text{Travel Time 95th percentile}}{\text{Free Flow Travel Time}}$$

4. Travel time index

เป็นการหาอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยของ Travel time กับ free-flow travel คำนวณตามสูตรดังนี้ [5]

$$TTI = \frac{\text{Average travel time}}{\text{Free flow travel time}}$$

นอกจากนี้ยังมีค่า travel time, planning time และ buffer time

- Travel time

จำนวนเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง ซึ่งมักจะนับเป็นช่วงโมงหรือนาที และสามารถรวมเวลาที่ใช้ในการเดินทางโดยใช้พาหนะต่าง ๆ เช่น การขับรถ, การเดินทางโดยเครื่องบิน, หรือการใช้บริการขนส่งสาธารณะ ตามที่เหมาะสมกับสถานการณ์ การเดินทางอย่างไรก็ตาม travel time ไม่รวมถึงเวลาที่ใช้ในการรอหรือการค่อยในการเดินทาง (waiting time) [5]

- Planning time

เวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมด รวมถึง buffer time ด้วย ซึ่ง buffer time หมายถึง เวลาสำรองที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มเติมเพื่อป้องกันภาระมาช้า หรือเพื่อให้มีเวลาอดีตกับการเดินทางต่อไปในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือความล่าช้าในการเดินทาง ดังนั้น total travel time จะรวมถึงเวลาในการเดินทางจริงๆ รวมถึงเวลาสำรอง (buffer time) ด้วย [5]

- Buffer time

เวลาส่วนเพิ่มที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้สามารถทำงานหรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยอาจเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย เช่น การเดินทาง ความล่าช้าของการทำงาน หรือปัญหาเทคนิคอื่น ๆ ที่ต้องแก้ไขก่อนการดำเนินงานต่อไป [5]

3. Competitor Analysis

การวิเคราะห์คู่แข่ง หรือที่เรียกว่า Competitor analysis คือ กระบวนการที่ใช้ในการระบุคู่แข่งในตลาดที่สนใจ ซึ่งการวิเคราะห์กลยุทธ์ทางการตลาดต่างๆสามารถใช้ข้อมูลของคู่แข่ง เป็นจุดเปรียบเทียบเพื่อระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของธุรกิจได้ ขั้นตอนแรกของระบุจุดแข็งและจุดอ่อนของคู่แข่ง ต้องพิจารณารายชื่อของคู่แข่งที่เป็นไปได้โดยสามารถค้นหาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องบน Google หรือเครื่องมือค้นหาอื่นๆ และสำรวจผลลัพธ์ที่ได้ เมื่อได้กำหนดรายชื่อของคู่แข่งแล้ว ควรพิจารณาธุรกิจที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย[7]

1. Direct Competitor หรือคู่แข่งโดยตรง คือคู่แข่งที่ขายผลิตภัณฑ์หรือสินค้าคล้ายคลึงกันที่กลุ่มเป้าหมายเดียวกัน [7]
2. Indirect Competitor หรือคู่แข่งทางอ้อม คือคู่แข่งที่ขายผลิตภัณฑ์หรือบริการที่แตกต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แต่กลุ่มเป้าหมายจะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายของเรา [7]
3. Replacement Competitor หรือคู่แข่งแบบทดแทนอยู่นอกหมวดผลิตภัณฑ์ แต่ผลิตภัณฑ์นั้นสามารถตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าได้อย่างเดียวกัน [7]

หลังจากวิเคราะห์ประเภทของคู่แข่งแล้วต่อมาเป็นการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละคู่แข่ง โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมมาก่อนหน้านี้เพื่อบรรบปรุงธุรกิจและเปรียบเทียบเพื่อพัฒนาธุรกิจในขั้นตอนถัดไป

จุดแข็ง หรือ Strength คือการระบุว่าคู่แข่งว่ากำลังทำอะไรได้และสิ่งที่สำเร็จสำหรับคู่แข่ง เช่น การรีวิวซึ่งว่าคู่แข่งมีผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าหรือไม่ มีการรับรู้แบรนด์ที่สูงหรือไม่ ความสามารถในการทดสอบผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งเพื่อดูว่าคู่แข่งทำได้ดีกว่าอย่างไร [8]

จุดอ่อน หรือ Weakness คือ การระบุว่าแต่ละคู่แข่งสามารถทำได้ดีขึ้นอย่างไรเพื่อให้ได้ส่วนแบ่งต่อแข่งขัน ว่าคู่แข่งเหล่านั้นมีกลยุทธ์ที่อ่อนแอกหรือไม่อย่างไร [8]

4. Feature Analysis

เป็นการวิเคราะห์เว็บไซต์ของคู่แข่ง, สิ่งพิมพ์การตลาด และเว็บไซต์รีวิวจากบุคคลที่สาม เพื่อระบุจุดคุณสมบัติของคู่แข่ง หากเป็นไปได้สามารถลงทะเบียนใช้งานทดลองฟรีหรือซื้อหรือสมัครสมาชิกสำหรับสินค้าแต่ละรายการ เพื่อจดบันทึกว่าผลิตภัณฑ์ทำงานอย่างไร, คุณลักษณะที่

มือถือ, ประযุณ์/มูลค่าของแต่ละคุณสมบัติ และมีค่าใช้จ่ายพิเศษหรือไม่ ใช้ตารางเพื่อแสดงผลการวิเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูล โดยแต่ละแฉวเป็นคู่แข่งและแต่ละคุณลักษณะเป็นคุณสมบัติ [9]

5. Customer Journey

การเดินทางของลูกค้า (Customer journey) คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างลูกค้ากับแบรนด์หรือธุรกิจ สินค้า หรือบริการ โดยขั้นตอนของการเดินทางของลูกค้าในการซื้อสินค้า มีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การตระหนักของปัญหา (Awareness)

ในขั้นตอนของ awareness ผู้ใช้งานจะตระหนักได้ว่ามีปัญหาและความไม่สะดวกในการใช้งาน ในช่วงนี้ผู้ใช้งานอาจยังไม่รู้ว่าต้องการผลิตภัณฑ์หรือบริการอะไร ในช่วงนี้ของ customer journey ทางแบรนด์จะให้เนื้อหาการศึกษาเพื่อช่วยผู้ใช้งานนิจจัยปัญหาและนำเสนอทางเลือกการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ วัตถุประสงค์คือการช่วยผู้ใช้งานในการนำทางในการแก้ไขปัญหาใหม่ๆ และไม่ใช่เพื่อกระตุ้นการซื้อสินค้าหรือบริการ [10]

2. การพิจารณา (Consideration)

ในขั้นตอนของ Consideration ผู้ใช้งานได้ทำการศึกษาข้อมูลเพียงพอที่จะรู้สึกว่าต้องการสินค้าหรือบริการแล้ว ที่จุดนี้พูกเขาจะเริ่มเปรียบเทียบแบรนด์และสิ่งที่เสนอไว้ ในขณะนี้ของช่วงการเดินทางของลูกค้า จะเป็นการนำเสนอเนื้อหา การตลาดสินค้าเพื่อช่วยผู้ใช้งานเปรียบเทียบสิ่งที่แตกต่างกันของแบรนด์ต่างๆ และเลือกสินค้าหรือบริการ จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือการช่วยให้ผู้ใช้งานตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการ [10]

3. การตัดสินใจ (Decision)

ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานได้เลือกวิธีการแก้ไขปัญหาและพร้อมที่จะซื้อสินค้า จุดประสงค์คือการสร้างกระบวนการซื้อขายที่ราบรื่นเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำการซื้อผลิตภัณฑ์ได้อย่างง่ายดาย [10]

4. การรักษาความพึงพอใจ (Retention)

ในขั้นตอนของการรักษาผู้ใช้งานในระยะเวลาที่ยืนหยุ่น โดยในขั้นตอนนี้บริษัทจะให้การบริการผู้ใช้งานต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ใช้งานไม่ไปตามผู้ให้บริการอื่น [10]

5. ความภักดีต่อแบรนด์ (Loyalty)

ในขั้นตอนนี้ แบรนด์จะเน้นในการให้ประสบการณ์ที่ดีจนถึงจุดสิ้นสุดกับผู้ใช้งาน ตั้งแต่เนื้อหาของเว็บไซต์ถึงทีมงานขาย ทีมสื่อสังคม และ User Experience ของผลิตภัณฑ์ สิ่งสำคัญที่สุดคือ ผู้ใช้งานจะกล้ายเป็นผู้สนับสนุนแบรนด์เมื่อผู้ใช้งานเหล่านี้ได้รับความสำเร็จจากผลิตภัณฑ์ [10]

6. ขั้นตอนการทำ A/B testing ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้:

1. วางแผนและตั้งเป้าหมาย

ขั้นแรกของการทำ A/B testing เป็นการระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข เมื่อทราบถึงปัญหาแล้วต้องมาเป็นการวางแผนและตั้งเป้าหมาย ขั้นตอนนี้สำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่จะสามารถเพิ่มประโยชน์ในการทำ A/B testing ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งในการออกแบบนี้จะสามารถช่วยกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่สามารถวิเคราะห์ได้ภายหลัง [11]

2. ออกแบบทดลอง

หลังจากการวางแผนและตั้งเป้าหมายที่ต้องการทดสอบแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการแบ่งแยกการทดสอบเพื่อหารวิธีแก้ไขปัญหา โดยสามารถออกแบบ 2 ทางเลือกหรือมากกว่าเพื่อทำการทดสอบ [11]

3. แบ่งกลุ่มผู้ใช้

ในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้เพื่อทดสอบ ควรมีการควบคุมกลุ่มเป้าหมาย โดยกลุ่มเป้าหมายจะต้องมีความเท่าเทียมกันทั้ง 2 กลุ่มหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับจำนวนรูปแบบในการทดสอบ [11]

4. ทดสอบ

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบกับผู้ใช้งาน โดยทดสอบทุกรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้อย่างเช่น หากมีการทดสอบ 2 รูปแบบ ให้นำแบบ A และ B ไปทดสอบต่อกลุ่มผู้ใช้งานที่ได้จัดกลุ่มไว้ข้างต้น และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแต่ละรูปแบบ [12]

5. วิเคราะห์ผล

หลังจากได้ทำการทดสอบทุกรูปแบบแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งใน การวิเคราะห์ข้อมูล ควรใช้ข้อมูลทางสถิติเข้ามาเปรียบเทียบเพื่อหลักเลี่ยงการใช้มาตราส่วน สมบูรณ์ [12]

6. นำผลลัพธ์ไปใช้

นำรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าไปใช้จริงในการพัฒนาเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันหรือ ยังสามารถนำผลการทดสอบไปปรับปรุงประสิทธิภาพในครั้งต่อไป [12]

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การรวบรวมและการจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลหลักที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันวางแผนการเดินทางนั้น เป็นข้อมูลที่ได้รับมาจากการทางวิศวกรรมเรื่องการคาดการณ์ความน่าเชื่อถือของเวลาในการเดินทางโดยใช้ข้อมูลระบบติดตามแท็กซี่สาธารณะ โดยเป็นข้อมูล Travel time ซึ่งได้มาจาก การวิเคราะห์ข้อมูล GPS จากรถแท็กซี่ที่มีการติดเครื่องรับสัญญาณ และคำนวณประมาณผลต่อ ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยคุณลักษณะหลัก ๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลคุณลักษณะของข้อมูล Travel time

column	ความหมาย
road_name	ชื่อถนน
from	ชื่อแยกต้นทาง
end	ชื่อแยกปลายทาง
day	วันในหนึ่งสัปดาห์ โดยแสดงเป็นตัวเลข 0 – 6 (0 คือวันจันทร์ และ 6 คือวันอาทิตย์)
time	เวลาของข้อมูลตั้งแต่ 6:00 – 21:00
freeflow travel time	เวลาในการเดินทางแบบ free flow
average travel time	เวลาในการเดินทางแบบ average

95 th percentile	เวลาในการเดินทางแบบ 95 th percentile
Buffer Index (%)	ร้อยละมากกว่าของ 95 th percentile เทียบกับ average travel time
Buffer time	เวลา buffer คือส่วนต่างระหว่าง 95 th percentile กับ average travel time
Planning time index	อัตราส่วนของ 95 th percentile ต่อ free flow
Planning time	เวลาที่ใช้ในการวางแผนการเดินทาง
year	ปีของข้อมูล 2019 – 2020

โดยข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลเป็นข้อมูล travel time โดยนำข้อมูลจากทั้งปีมาทำการหาข้อมูลเชิงสถิติของวันนั้น ๆ และเวลานั้น ๆ โดยผลลัพธ์ของข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะเป็นข้อมูลตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ เวลา 6:00 – 21:00 น. กล่าวคือยกตัวอย่างเช่นข้อมูลวันจันทร์ เวลา 10:00 น. ข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะนำข้อมูล travel time ทั้งหมดของวันจันทร์ เวลา 10:00 น. โดยไม่สนใจสปดาห์ เดือน มาทำเป็นข้อมูลสถิติแล้วหาค่าทางสถิติเป็น free flow (ค่า min), average และ 95th percentile

การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งาน (User Experience)

ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ได้นำหลักการคิดของ design thinking มาเป็นกระบวนการในการดำเนินการ ตามขั้นตอนดังนี้

1. Empathize

การจราจรเป็นปัญหาที่สำคัญในการเดินทางโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ที่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของประชาชน ความไม่สามารถทำงานได้ของเวลาการเดินทางนั้นบ่งบอกถึงความจำเป็นที่นักเดินทางต้องใช้เวลาเพิ่มเติม บางครั้งอาจจะมากกว่าที่จำเป็น เมื่อรับรู้ถึงประเด็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นแล้วขั้นตอนต่อมาจึงเป็นการวิเคราะห์คู่แข่งในตลาด หรือที่เรียกว่า Competitor

Analysis เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาจุดแข็งและจุดอ่อนของคู่แข่งมาเปรียบเทียบเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันในลำดับถัดไป จึงได้ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 5 แอปพลิเคชัน ได้แก่ Google maps, Apple maps, Grab driver, LINE MAN และ BOLT ได้ผลลัพธ์ออกมาดังนี้

1. Direct competitor [7]-[8]

Google Maps

Strength:

- มีการระบุถึงปัญหาการจราจร ณ ช่วงนั้นๆ
- สามารถวางแผนการเดินทางล่วงหน้าได้ โดยไม่จำกัดระยะเวลา/
- มีกราฟแสดงผลกระทบระยะเวลาการเดินทางในแต่ละช่วง
- สามารถเลือกสถานที่ปลายทางได้หลายจุดหมาย

Weakness:

- ต้องใช้อินเตอร์เน็ตเท่านั้น
- ระยะเวลาการเดินทางอาจมีความคลาดเคลื่อน

Apple Maps

Strength:

- สามารถเพิ่มจุดหมายได้
- ใช้งานง่ายสำหรับผู้ใช้งานระบบ iOS
- สามารถวางแผนการเดินทางล่วงหน้าได้

Weakness:

- มีข้อจำกัดระยะเวลาการวางแผนล่วงหน้าได้เพียง 15 วัน
- ต้องใช้อินเตอร์เน็ตเท่านั้น

2. Indirect competitor [7]-[8]

Grab Driver

Strength:

- เลือกจุดหมายได้หลายสถานที่
- มีการประมาณระยะเวลาการเดินทางและค่าใช้จ่าย
- สามารถจองล่วงหน้าได้

Weakness:

- สามารถได้ยากในช่วงเวลาเร่งด่วน
- ระยะเวลาการจองล่วงหน้าได้เพียง 7 วัน

LINE MAN Rider

Strength:

- มีการประมาณระยะเวลาการเดินทางและค่าใช้จ่าย
- สามารถเข้าถึงได้ง่าย

Weakness:

- ไม่สามารถจองล่วงหน้าได้

Bolt

Strength:

- มีการประมาณระยะเวลาการเดินทางและค่าใช้จ่าย
- มีราคาถูกกว่าแอปพลิเคชันอื่น ๆ

Weakness:

- ไม่สามารถวางแผนล่วงหน้าได้

หลังจากวิเคราะห์คู่แข่งทางการตลาดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการหา feature analysis เพื่อวิเคราะห์ feature ต่าง ๆ ว่ามี feature ใดบ้าง[9]

ตารางที่ 3.2 feature analysis

Features	Google Maps	Apple Maps	Grab Driver	LINE MAN	BOLT
Set directions	●	●	●	●	●
Set a time and date	●	●	●	●	●
Set route options	●	●	●	●	●
Location information	●	●	●	●	●
Report traffic issues	●	●	●	●	●
Measure distances	●	●	●	●	●
Estimated travel time	●	●	●	●	●
Extra time	●	●	●	●	●
Saved places	●	●	●	●	●
Double drop-off	●	●	●	●	●
Navigation	●	●	●	●	●
Notification	●	●	●	●	●

Available ● Unavailable ● Non-available ●

จากนั้นกำหนดเป้าหมายผู้ใช้งาน โดยกลุ่มผู้ใช้งานจะเป็นผู้มาเยือนใหม่ในพื้นที่นั้นๆ เนื่องจาก เป็นผู้ที่ไม่ทราบระยะเวลาการเดินทางของพื้นที่นั้นมาก่อน เพื่อที่ผู้ใช้งานจะสามารถวางแผนการเดินทาง ไปยังที่ต่างๆได้อย่างตรงเวลา[16]

2. Define

ผู้จัดทำจะเน้นการแก้ปัญหาการวางแผนเวลาการเดินทางในชีวิตประจำวันโดยการวางแผนเวลา การเดินทางล่วงหน้าผ่านแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ แอปพลิเคชันยังแสดงข้อมูลการประมาณเวลาการเดินทางทั้งหมดและความเชื่อถือได้ของเวลาการเดินทางในรูปแบบกราฟบนแอปพลิเคชัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ จะเป็นการสร้าง Customer Journey map เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นเส้นทางและได้รับประสบการณ์ที่ดีในการใช้แอปพลิเคชัน [13]-[14]

ตารางที่ 3.3 Customer Journey Map

	Aware	Search	Select	Plan	Notify
User goals and expectations	1. Being aware to arrive the destination on time 2. Search for an application or website to plan a trip	1. Easily create an account 2. Search for current location and the destination 3. Set time to arrive	1. Select planning time to get to the appointment 2. Estimated travel time 3. View the travel route	1. Plan to leave at that time 2. Being aware of the traffic conditions 3. Get the travel time information	1. Set a reminder to leave 2. Get notifications when it's time to leave.

Process	1. Search for service on website 2. Ask friends 3. Found advertising on social media	1. Create an account 2. Navigate to homepage 3. Set your current location, destination, and arrival time 4. Click on the "Next" button to navigate to the next page.	1. Select the appropriate travel time 2. Click on the "Return" button to switch back to the new plan 3. Click on the "Done" button to end this plan	1. Read the travel time information and notify time to depart 2. Click on the "Return" button to switch back to the new plan 3. Click on the "Done" button to end this plan	1. Find "reminds you to leave" and click on the toggle button to alert.
Emotional	neutral	interest	interest	joy	trust
Touchpoints	1. Search engine 2. Advertising on social media	1. Account creation 2. Home page of application 3. Searching bar 4. Time setting bar	1. Three different tabs for travel planning 2. Travel route on map	1. Traffic congestion information 2. Descriptions of each travel plan	1. toggle button

		5. Navigate bar			
Pain points	<p>1. Need to arrive on time for the appointment</p> <p>2. Want to a plan travel itinerary</p>	<p>1. Need to plan the travel time in advance.</p> <p>2. Some applications do not have a planning time feature.</p>	<p>1. Most applications do not have an extra time planning feature.</p>	<p>1. Some applications cannot check the traffic congestion information.</p> <p>2. Most users want to know more about the details of their travel plans.</p>	<p>1. Forget to check time to leave</p>
Ideas/ Opportunities	<p>1. Increase advertising to become more well-known</p> <p>2. The time setting bar</p>	<p>1. Searching bar should enable adding more than one stop or destination.</p>	<p>1. The travel route should enable the user to choose from multiple routes.</p>	<p>1. The user can share the travel plan.</p> <p>2. The application should add a navigate routes</p>	

	should enable to input the time of departure.	feature in real-time.	
--	---	-----------------------	--

สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่:

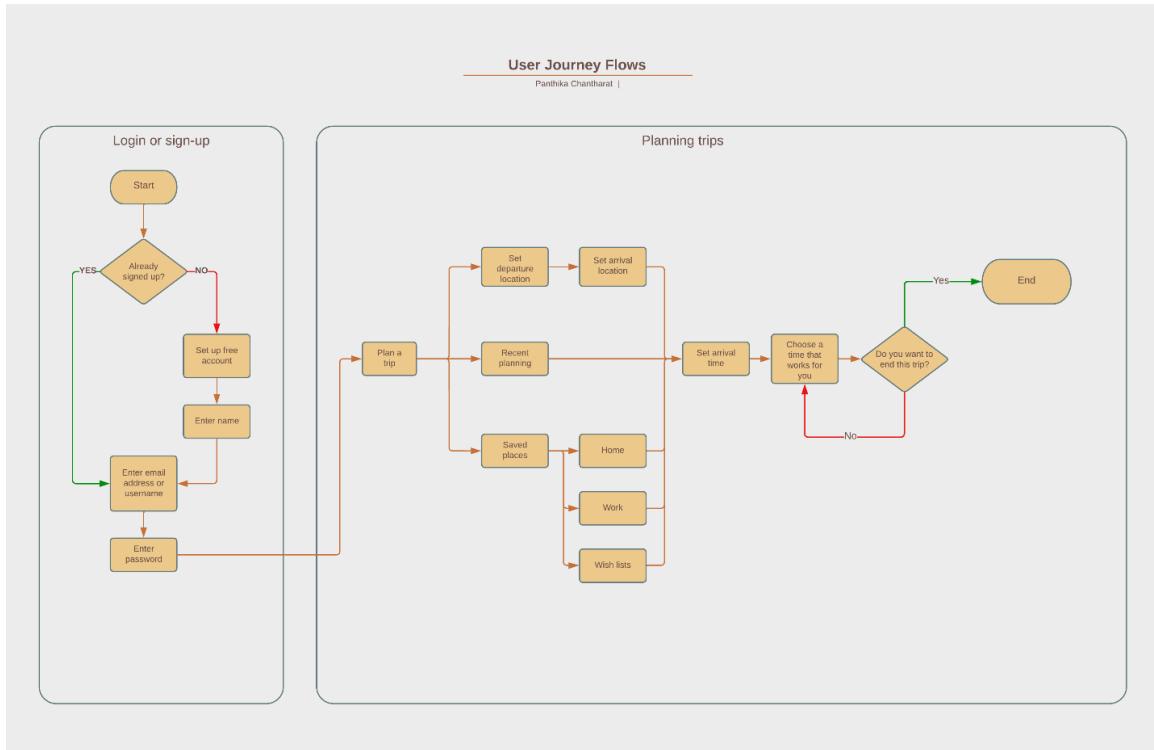


<https://shorturl.at/jwxDE>

รูปที่ 3.1 ลิงค์ Customer Journey ฉบับเต็ม

3. Ideate

หลังจากออกแบบ customer journey แล้ว ต่อมาเป็นการออกแบบการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ตาม user flows ดังต่อไปนี้



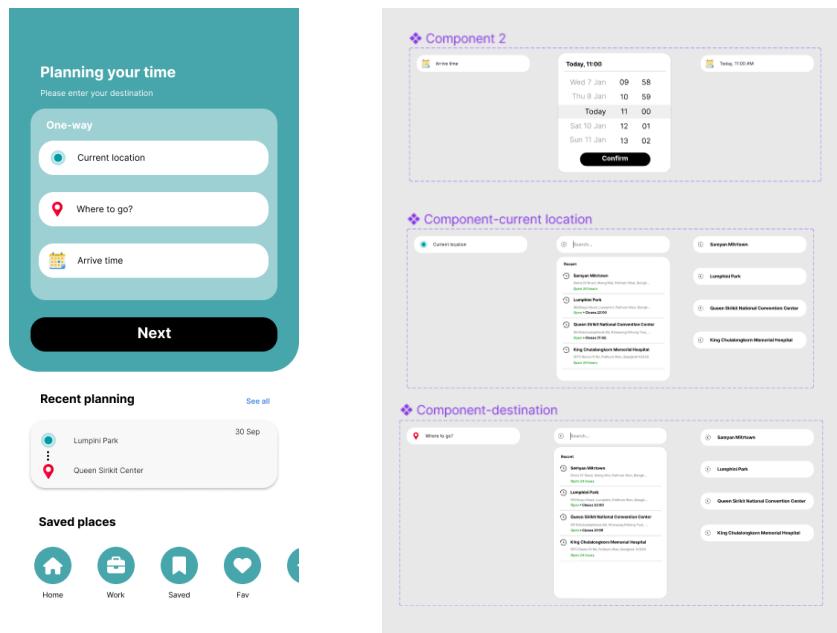
รูปที่ 3.2 User Flows

การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (User Interface)

หลังจากนี้ได้ออกแบบ prototype เพื่อนำมาวิเคราะห์ A/B testing ในขั้นตอนถัดไป

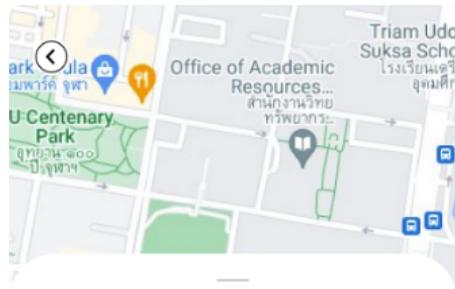
รูปแบบ A

- หน้าหลัก



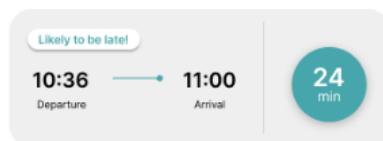
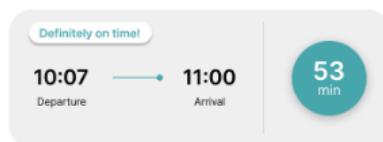
รูปที่ 3.3 UI หน้าหลัก

● เลือกแผนการเดินทาง



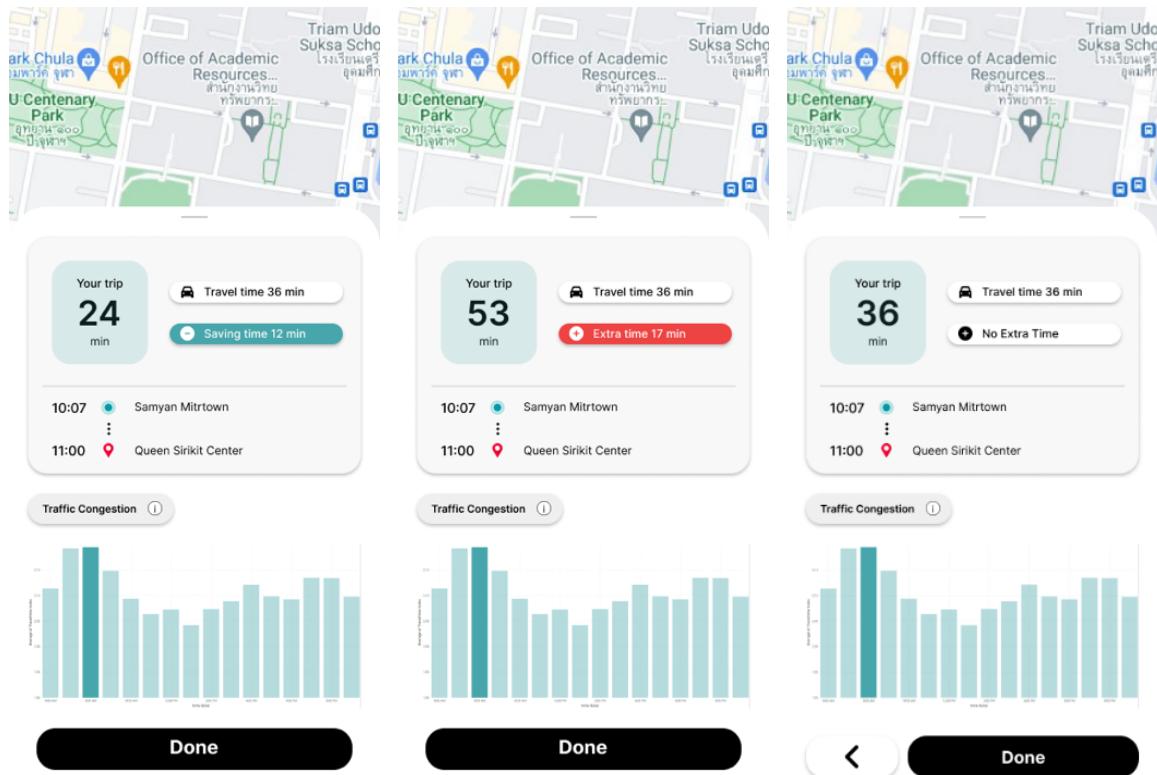
Choose the appropriate time for you!

Samyan Mitrtown to Queen Sirikit Center



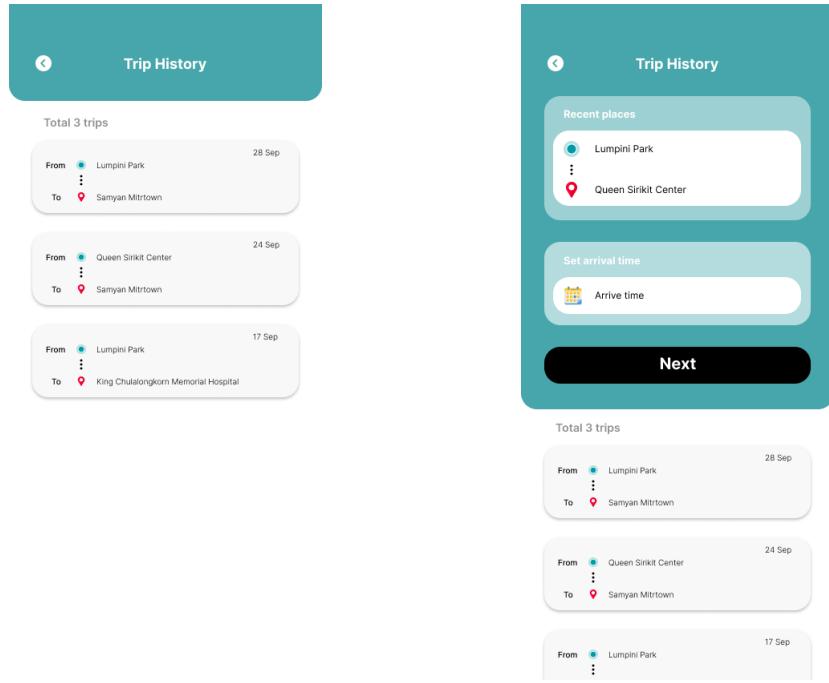
รูปที่ 3.4 UI หน้าจอวางแผนการเดินทาง

● หน้าแสดงผล



รูปที่ 3.5 UI หน้าแสดงผลรูปแบบที่ 1

● ประวัติการเดินทาง

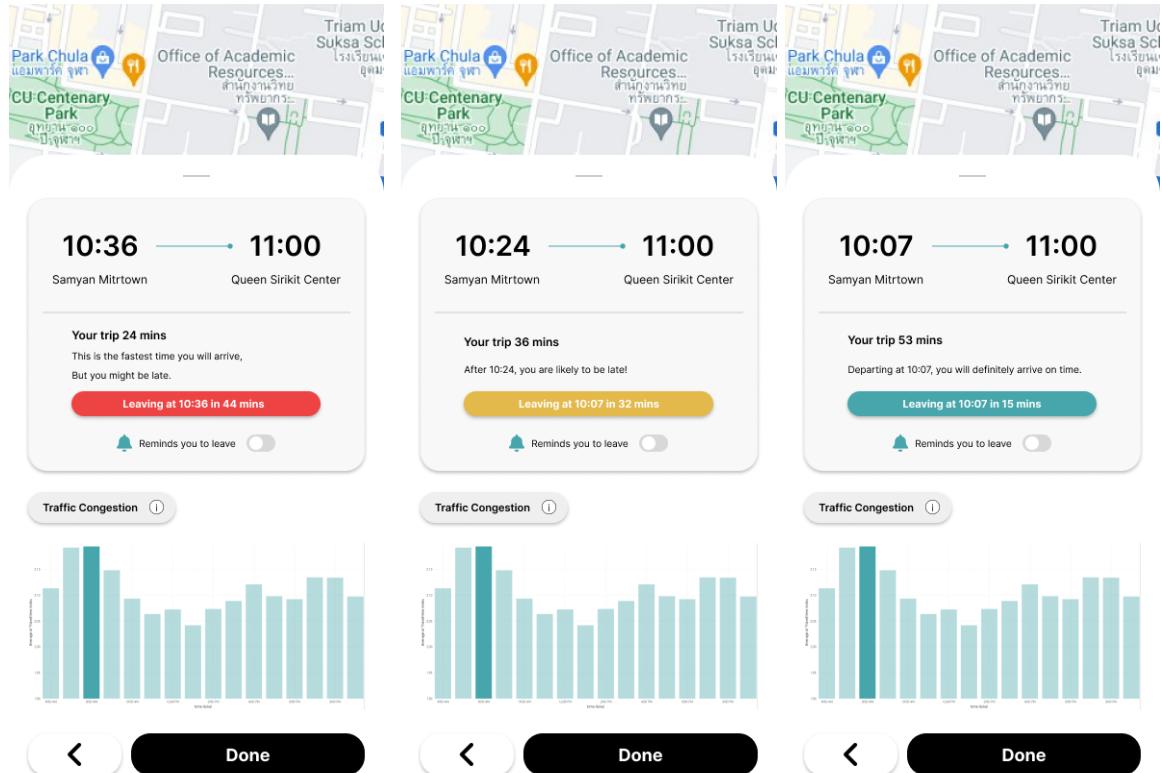


รูปที่ 3.6 UI หน้าประวัติการวางแผนเดินทาง

รูปแบบ B

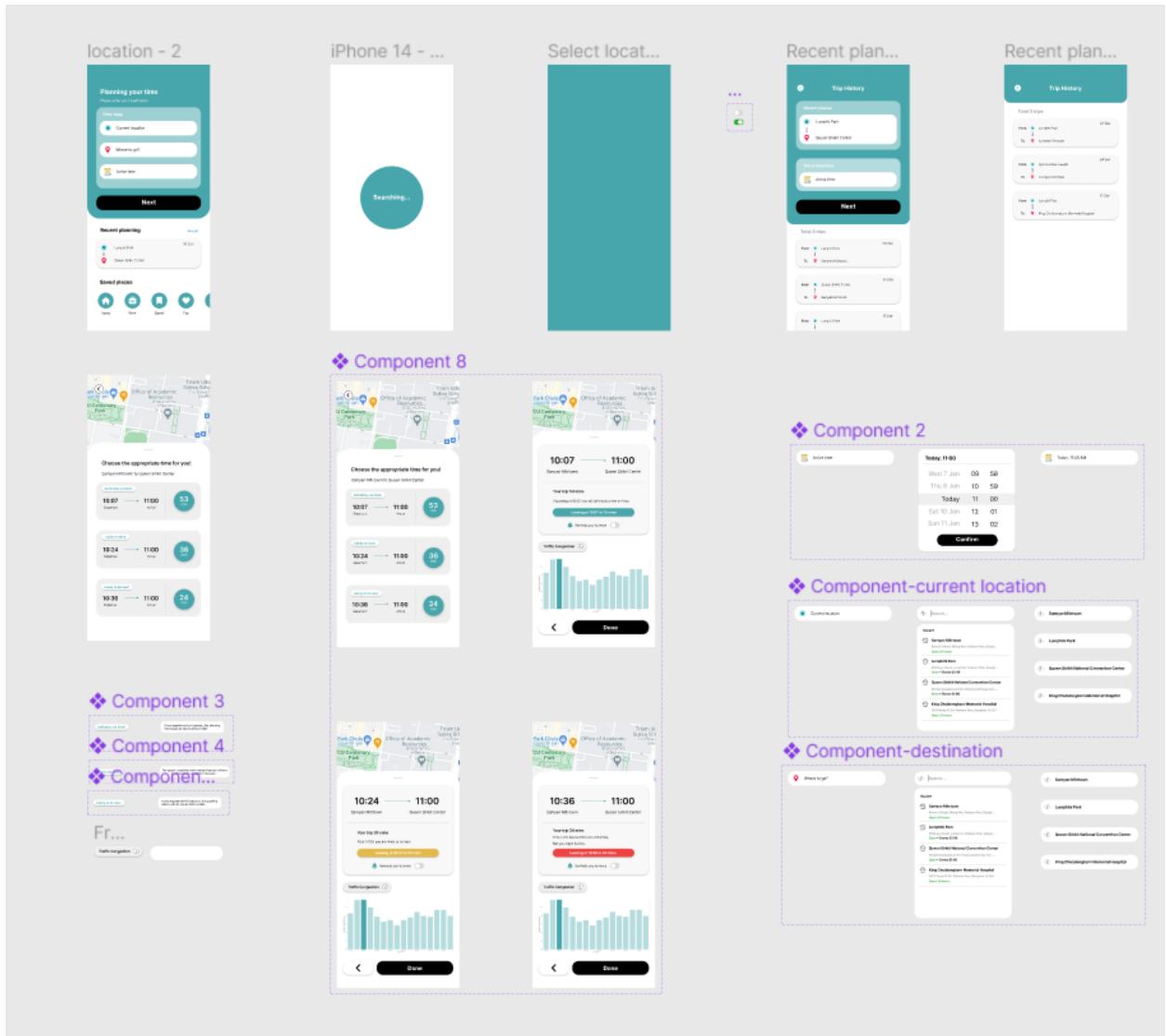
ในรูปแบบ B จะมีหน้าการแสดงผลที่ต่างออกไปจากรูปแบบ A

- หน้าการแสดงผล



รูปที่ 3.7 UI หน้าแสดงผลรูปแบบที่ 2

ภาพรวม Prototype



รูปที่ 3.8 ภาพรวม Prototype

การพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน

1. แนวทางการดำเนินงาน

ออกแบบระบบตาม User Journey flow ตามรูปที่ 3.1 User flow

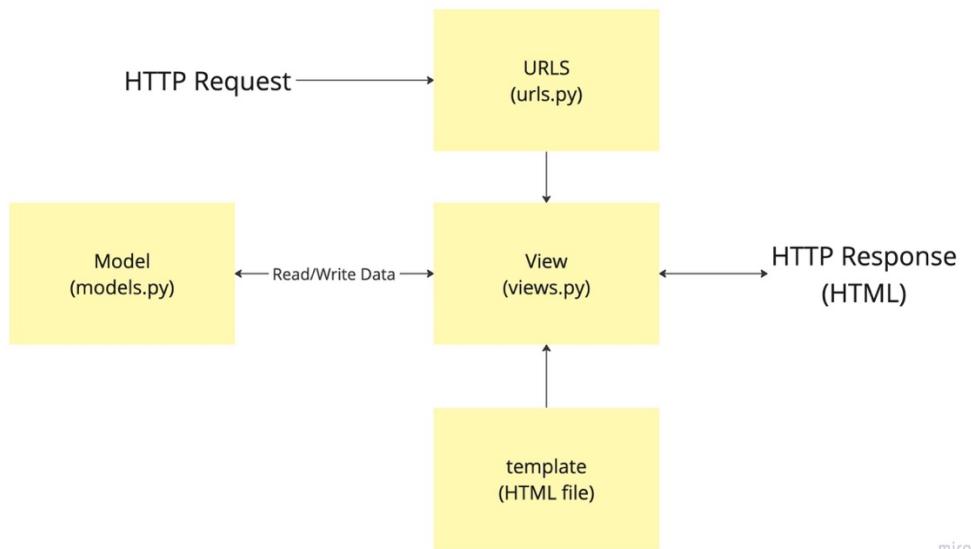


miro

รูปที่ 3.9 Flowchart ของเว็บแอปพลิเคชัน

2. เฟรมเวิร์ค Django

Django Framework เป็นเฟรมเวิร์ค open source ในการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา python โดยเป็นการสร้าง Project และสร้าง Application ภายใต้ project เพื่อมาทำเว็บไซต์ เฟรมเวิร์คนี้จะมีฐานข้อมูล SQLITE3 มาให้ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลแบบ local ในเครื่อง

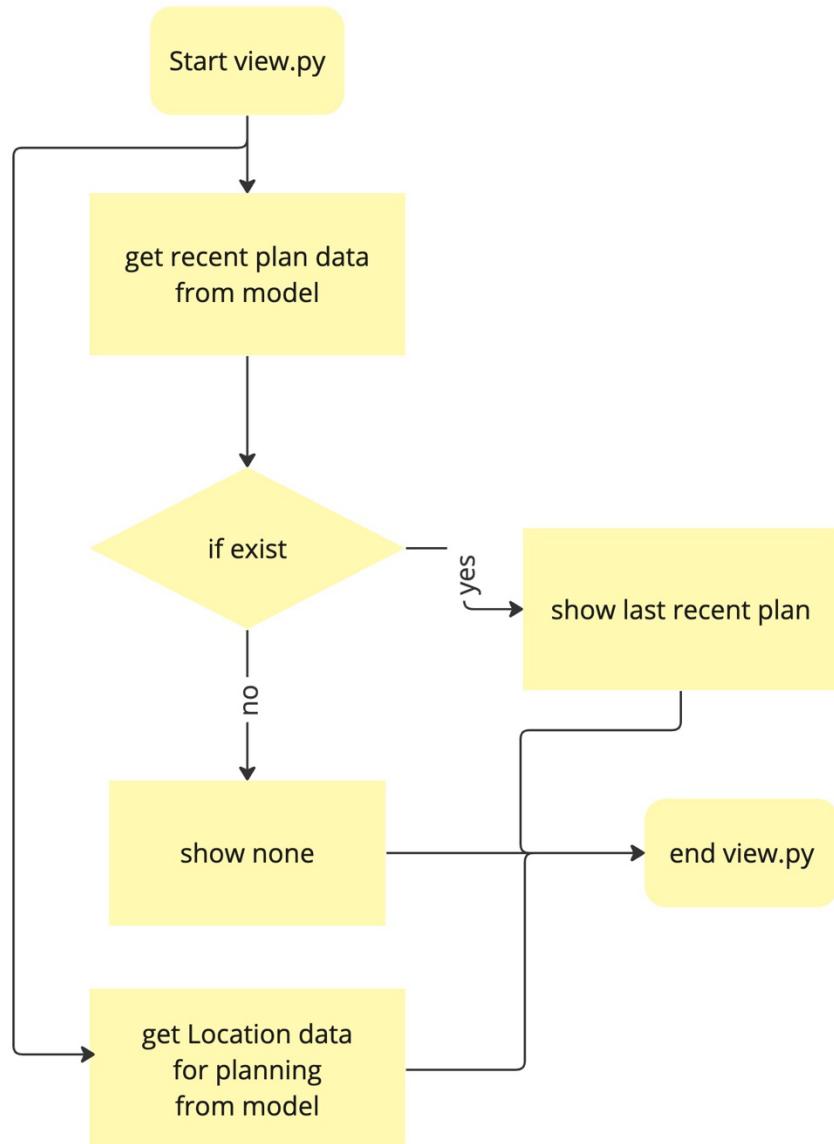


รูปที่ 3.10 หลักการทำงานของ Django Framework

3. พัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบด้วย Django Framework ในการแสดงผลแต่ละหน้าจะต้องสร้าง function ภายใน view.py เพื่อให้แสดงผลหน้านั้น ๆ ภายใต้ function จะต้องประกอบด้วย template และ context โดย template คือไฟล์ HTML ของหน้าเว็บนั้น ๆ และ context คือเนื้อหาข้อมูลที่จะนำไปแสดงผลโดยได้มาจาก database หรือจากการคำนวณภายใน function นั้น

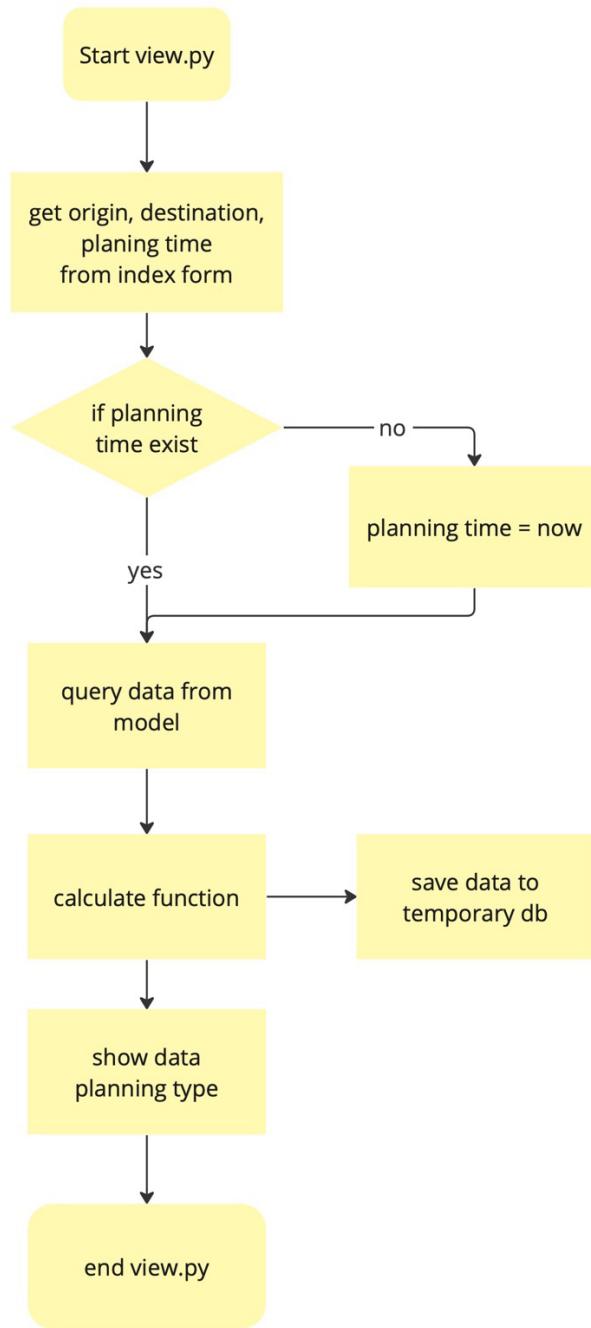
3.1 หน้าแรก (index)



miro

รูปที่ 3.11 Flowchart การทำงานหน้า index

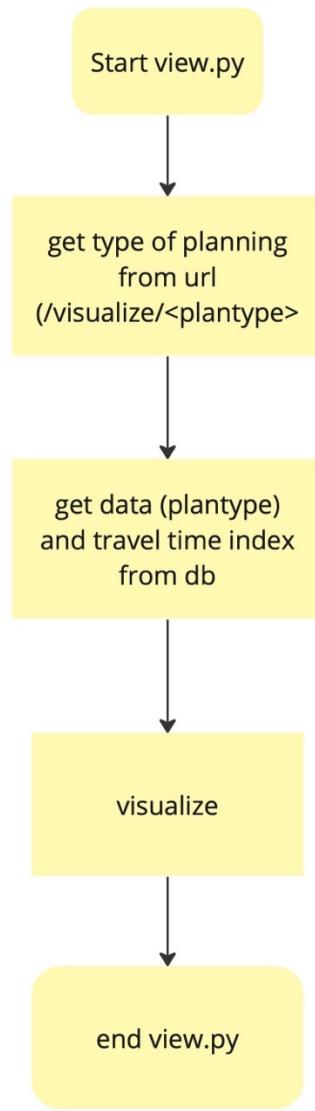
3.2 หน้าวางแผน (planning)



miro

รูปที่ 3.12 Flowchart การทำงานหน้า planning

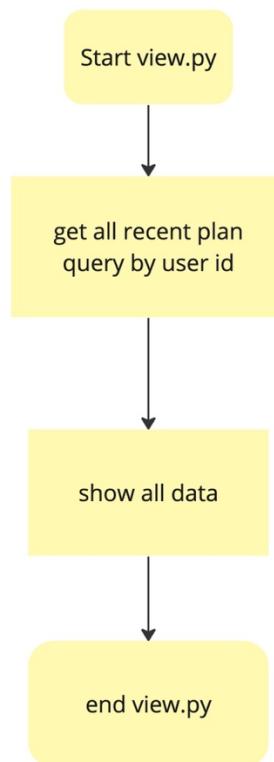
3.3 หน้าแสดงผล (Visualize)



miro

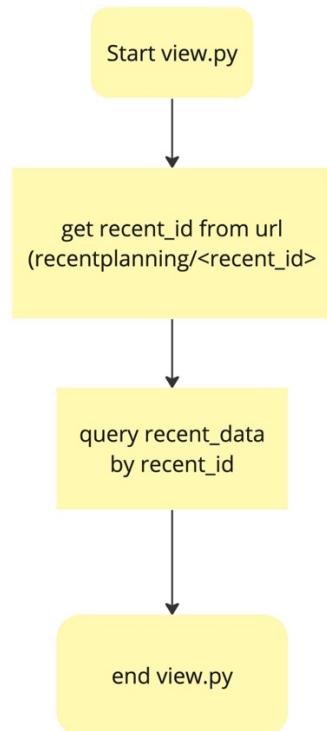
รูปที่ 3.13 Flowchart การทำงานหน้า visualize

3.4 หน้าประวัติการค้นหา (recent planning)



รูปที่ 3.14 Flowchart การทำงานหน้า recent plan

3.5 หน้าร่างแผนโดยประวัติการเดินทาง



รูปที่ 3.15 Flowchart การทำงานหน้าร่างแผนโดยประวัติการเดินทาง

ตารางที่ 3.4 URL ของแต่ละหน้าเว็บ

template	URL
index	/
planning	/planning
visualize	/planning/visualize/<str:plantype>
recentplan	/recent
planrecent	/recentplanning/<int:plan_id>

4. ออกแบบฐานข้อมูล

ใน Django มีฐานข้อมูล SQLITE3 มาให้ซึ่งสร้างสามารถสร้างฐานข้อมูลและนำเข้าข้อมูลได้โดยการสร้าง class ใน models.py ของตัว application

4.1 location

สำหรับการระบุตำแหน่งพิกัดด้านทางและปลายทาง

ตารางที่ 3.5 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล location

column	type	ความหมาย
id	INT	primary key ของตาราง
name	CHAR	ชื่อสถานที่
geometry	CHAR	พิกัดตำแหน่งละติจูด, ลองจิจูด (EPSG:4326)

4.2 Planning_temp

สำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้ในการนำไปแสดงผลระหว่างกระบวนการทำงานของโปรแกรม

ตารางที่ 3.6 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Planning_temp

column	type	ความหมาย
id	INT	primary key ของตาราง
user_id	INT	key id ของผู้ใช้งานที่ได้จาก HTTP request
plantype	CHAR	ประเภทการวางแผนการเดินทางซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทตามข้อมูลที่ใช้คือ 95 th percentile, average, free flow travel time
origin	CHAR	ชื่อสถานที่ต้นทาง
start	DATETIME	เวลาที่ใช้ในการเริ่มเดินทาง
destination	CHAR	ชื่อสถานที่ปลายทาง
arrive	DATETIME	เวลาที่คาดว่าจะถึงปลายทาง
traveltime	INT	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (หน่วย: นาที)

4.3 Varandma

ตารางข้อมูลที่ผ่านการคำนวณแล้ว

ตารางที่ 3.7 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Varandma

column	type	ความหมาย
id	INT	primary key ของตาราง
From	CHAR	ชื่อสถานที่ต้นทาง
End	CHAR	ชื่อสถานที่ปลายทาง
days	CHAR	วันในสัปดาห์ (Sunday – Saturday)
time	TIME	เวลา (6:00 น. – 21:00 น.)
ff	FLOAT	เวลาในการเดินทางแบบ free flow
avg	FLOAT	เวลาในการเดินทางแบบ average
p95	FLOAT	เวลาในการเดินทางแบบ 95 th percentile
tti	FLOAT	travel time index
year	INT	ปี (2019 – 2020)

4.4 Recentplan

สำหรับเก็บข้อมูล Recent planning ของ user

ตารางที่ 3.8 คุณลักษณะและประเภทตัวแปรของข้อมูล Recentplan

column	type	ความหมาย
id	INT	primary key ของตาราง
user_id	INT	key id ของผู้ใช้งานได้จาก HTTP request
origin_name	CHAR	ชื่อสถานที่ต้นทาง
origin_pos	GEOMETRY	พิกัดตำแหน่งของสถานที่ต้นทาง
destin_name	CHAR	ชื่อสถานที่ปลายทาง
destin_pos	GEOMETRY	พิกัดตำแหน่งของสถานที่ปลายทาง
average time	INT	เวลาที่ใช้ในการเดินทางโดยเฉลี่ย
timestamp	DATETIME	timestamp ของการวางแผนการเดินทาง

การพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

การพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Front-end web develop) คือการเขียน HTML, CSS และ JavaScript ตามการออกแบบ User Interface โดยใช้ TailwindCSS เป็น CSS framework ในการช่วยตัดต่อหน้าเว็บไซต์ของตัวแอปพลิเคชัน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยการทำ A/B Testing

1. การวางแผนและตั้งเป้าหมาย

หลังจากที่ให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้แอปพลิเคชันในรูปแบบ A พบร่วมกับผู้ใช้งานหลายคนไม่เข้าใจในหน้าของ การแสดงผล จึงได้ทำการออกแบบรูปแบบ B และเปรียบเทียบกับรูปแบบ A เพื่อแก้ไขปัญหาในจุดที่ผู้ใช้งานไม่เข้าใจในหน้านั้น ๆ

2. ออกแบบการทดลอง

หลังจากออกแบบรูปแบบ A และรูปแบบ B เสร็จสิ้น จึงได้ทำแบบฟอร์มสอบถามความเข้าใจในการใช้แอปพลิเคชันแต่ละรูปแบบ โดยผู้ใช้งานจะสามารถให้คะแนนในแต่ละหน้าว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ได้ออกแบบการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยการนำ Google Analytics เข้ามาเป็นตัวรายงานผลข้อมูล insights โดยการนำ HTML script จาก Google analytic ใส่เข้าไปใน tag head ของไฟล์ HTML ทุกไฟล์ที่ใช้ในการแสดงผลหน้าเว็บไซต์ โดย Google tag script นี้จะทำการเข้าไปเก็บข้อมูลการใช้งานของหน้าเว็บไซต์นั้น ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ผู้ใช้งานในลำดับถัดไป

3. กลุ่มผู้ใช้งาน

โดยจะแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานที่มีช่วงอายุ 20-22 ปี ในระดับอุดมศึกษา ดังนี้

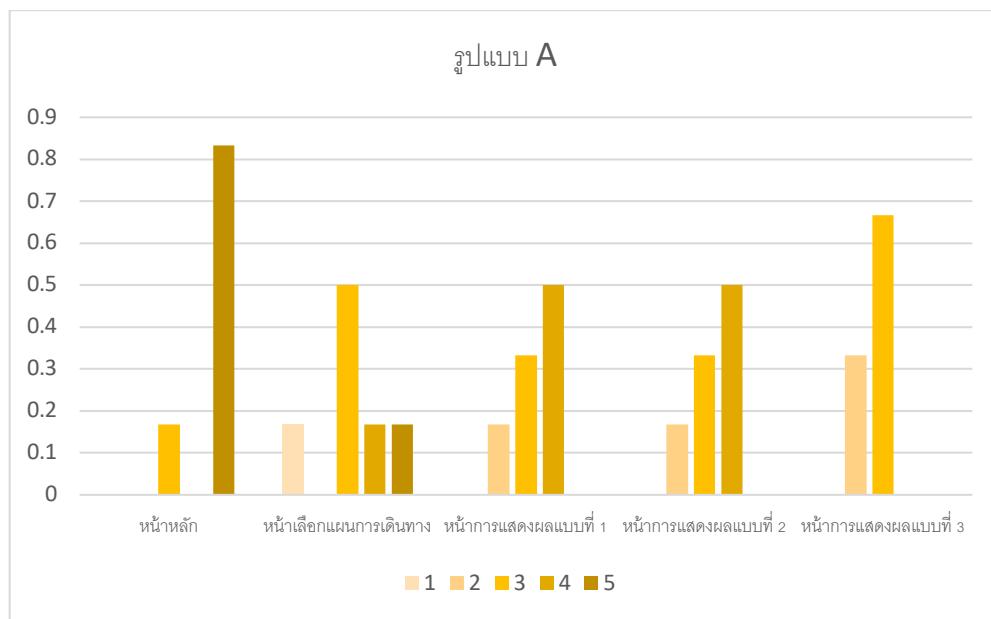
- ผู้ใช้งานกลุ่มที่ 1: ทดสอบรูปแบบ A จำนวน 6 คน
- ผู้ใช้งานกลุ่มที่ 2: ทดสอบรูปแบบ B จำนวน 6 คน

4. ผลการทดสอบ

หลังทำการทดสอบความเข้าใจของผู้ใช้งานของรูปแบบ A และ B ได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 รูปแบบ A

รูปแบบ B	คะแนน					
	1 น้อยที่สุด	2 น้อย	3 ปานกลาง	4 มาก	5 มากที่สุด	เฉลี่ย
หน้าหลัก	-	-	16.70%	-	83.33%	4.67
หน้าเลือกแผนการเดินทาง	16.70%	-	50.00%	16.70%	16.70%	3.17
หน้าการแสดงผลแบบที่ 1	-	16.70%	33.30%	50.00%	-	3.33
หน้าการแสดงผลแบบที่ 2	-	16.70%	33.30%	50.00%	-	3.33
หน้าการแสดงผลแบบที่ 3	-	33.30%	66.70%	-	-	2.67

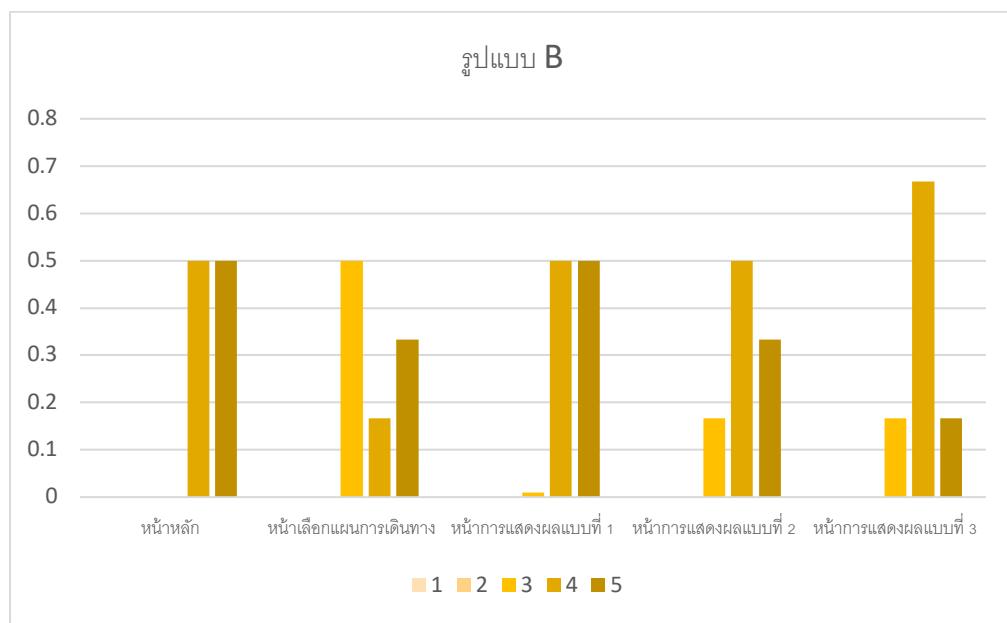


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการทดสอบรูปแบบ A

ผลคะแนนหน้าการแสดงผลในรูปแบบ A ทั้ง 3 หน้าอยู่ในช่วง 2 – 4 คะแนนจาก 5 คะแนน ซึ่งเฉลี่ยออกมายังดีอยู่ที่ประมาณ 3 คะแนน

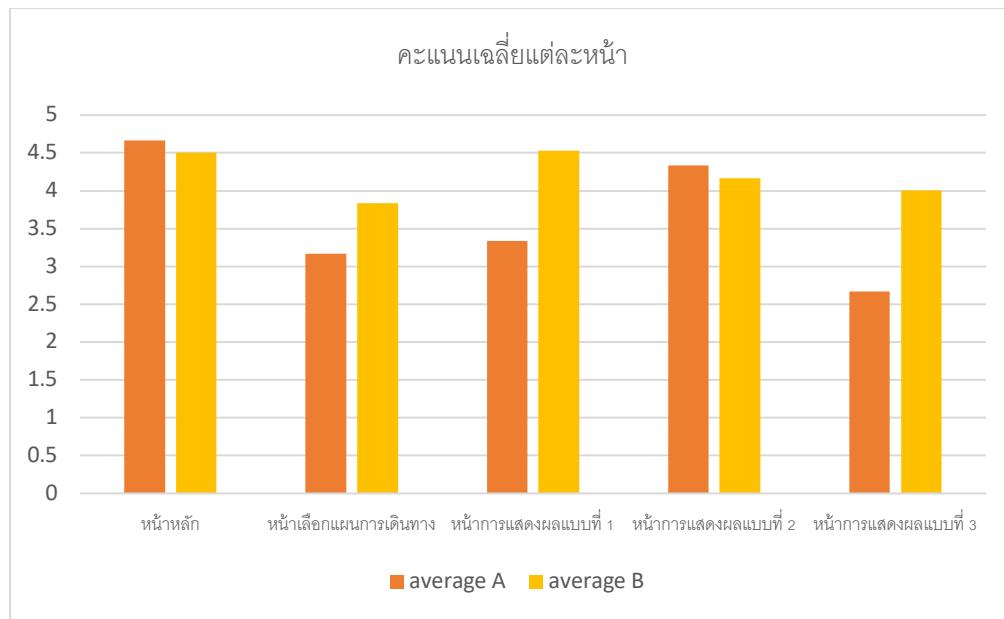
ตารางที่ 4.2 รูปแบบ B

รูปแบบ B	คะแนน					
	1 น้อยที่สุด	2 น้อย	3 ปานกลาง	4 หาก	5 หากที่สุด	เฉลี่ย
หน้าหลัก	-	-	-	50.00%	50.00%	4.5
หน้าเลือกแผนการเดินทาง	-	-	50.00%	16.70%	33.30%	3.83
หน้าการแสดงผลแบบที่ 1	-	-	-	50.00%	50.00%	4.53
หน้าการแสดงผลแบบที่ 2	-	-	16.70%	50.00%	33.30%	4.17
หน้าการแสดงผลแบบที่ 3	-	-	16.70%	66.70%	16.70%	4.00

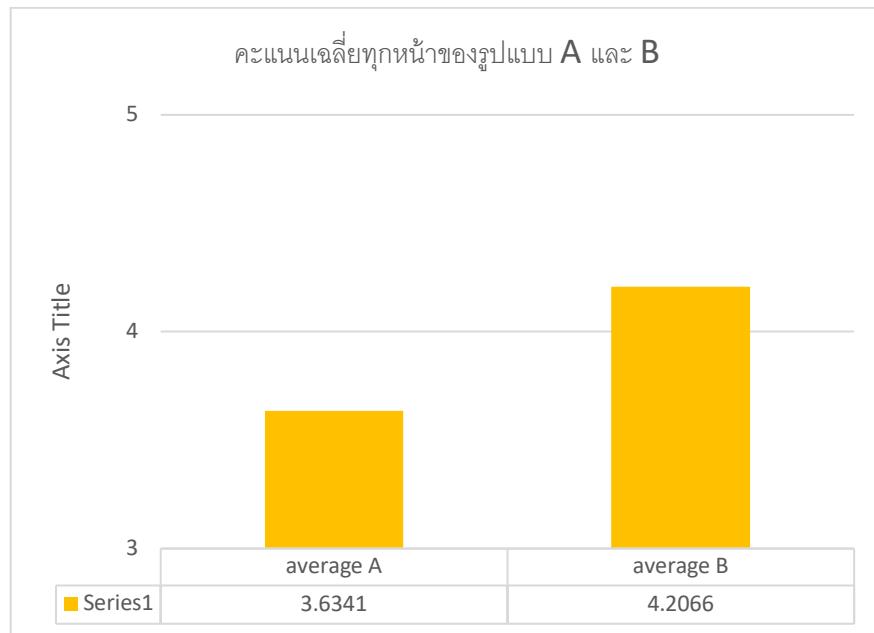


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการทดสอบรูปแบบ B

ผลคะแนนหน้าการแสดงผลในรูปแบบ B ทั้ง 3 หน้าอยู่ในช่วง 3 – 5 คะแนนจาก 5 คะแนน ซึ่งเฉลี่ยออกมากได้อยู่ที่ประมาณ 4 คะแนน



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบค่าแนวเฉลี่ยแต่ละหน้าของรูปแบบ A และ B

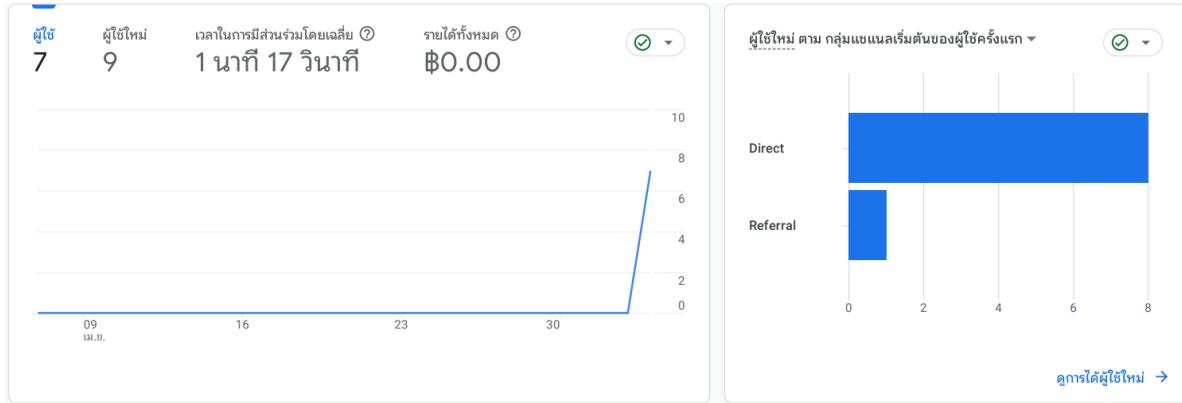


รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบค่าแนวเฉลี่ยทุกหน้าของรูปแบบ A และ B

ค่าแนวเฉลี่ยทุกหน้าของรูปแบบ A อยู่ที่ 3.3641 และ รูปแบบ B อยู่ที่ 4.2066 จากค่าแนวเต็ม

5. การวิเคราะห์ผ่าน Google Analytics

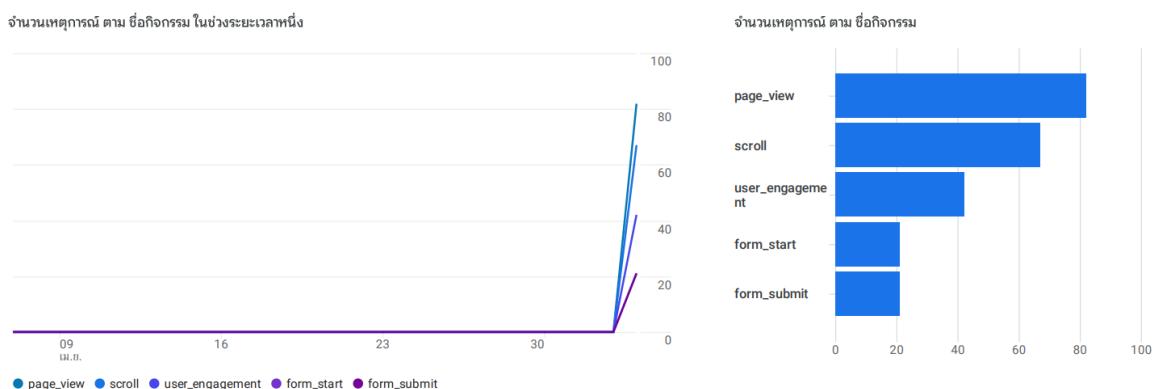
- ผลการวิเคราะห์ผ่าน Google Analytics ใน 1 วันได้ผลลัพธ์ดังนี้



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ Google Analytic

พบว่าใน 1 วันมีผู้ใช้งานทั้งหมด 9 คน และเวลาเฉลี่ยในการใช้แอปพลิเคชันคือ 1 นาที 17 วินาที

- จำนวนการดูตามชื่อกิจกรรม ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



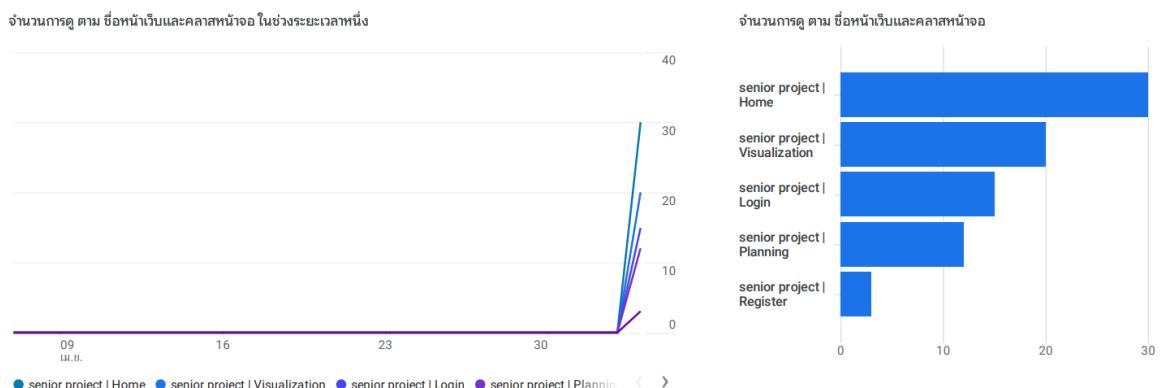
รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์จำนวนการดูตามชื่อกิจกรรม

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ตามชื่อกิจกรรม

ชื่อกิจกรรม	จำนวนเหตุการณ์	จำนวนผู้ใช้รวม	จำนวนเหตุการณ์ต่อผู้ใช้
page_view	82	7	11.71428571
scroll	67	6	11.16666667
user_engagement	42	6	7
form_start	21	6	3.5
form_submit	21	6	3.5
session_start	12	7	1.714285714
first_visit	9	7	1.285714286
รวมทั้งหมด	254	7	36.29

จากผลการวิเคราะห์เหตุการณ์ผู้ใช้งานพบว่า มีจำนวนเหตุการณ์ทั้งหมด 254 เหตุการณ์ จากผู้ใช้งาน 7 คน คิดเป็นจำนวนเหตุการณ์ต่อผู้ใช้เป็น คือ 36.29 เหตุการณ์ต่อผู้ใช้งาน

- จำนวนการดูตามชื่อหน้าเว็บ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์จำนวนการดูตามชื่อหน้าเว็บ

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ตามชื่อหน้าเว็บ

ชื่อหน้าเว็บและคลาส หน้าจอ	จำนวน การดู	ผู้ใช้	จำนวนการดู ต่อผู้ใช้	เวลาในการมีส่วน ร่วมโดยเฉลี่ย	จำนวนเหตุการณ์ ทั้งหมด
senior project Home	30	7	4.285	0 นาที 35 วินาที	87
senior project Visualization	20	5	4	0 นาที 12 วินาที	47
senior project Login	15	6	2.5	0 นาที 21 วินาที	58
senior project Planning	12	5	2.4	0 นาที 13 วินาที	45
senior project Register	3	2	1.5	0 นาที 13 วินาที	10
senior project Coming Soon	1	1	1	0 นาที 02 วินาที	3
senior project Trip history	1	1	1	0 นาที 03 วินาที	4
รวมทั้งหมด	82	7	11.71	1 นาที 17 วินาที	254

จากการวิเคราะห์จำนวนการดูของผู้ใช้งานพบว่า หน้าหลักมีผู้ใช้งานคุ้มกันที่สุดเป็นจำนวน 30 ครั้ง และหน้าประวัติการใช้งานเป็นจำนวนน้อยที่สุดคือ 1 ครั้ง จำนวนการดูทั้งหมดรวมเป็น 82 ครั้ง จำนวนการดูต่อผู้ใช้ได้ผลลัพธ์คือ 11.71 ครั้งต่อผู้ใช้งาน

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย Django Framework ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา python ผลการดำเนินงานคือเว็บแอปพลิเคชันสามารถตอบสนองการใช้งานได้ดีและเป็นไปตามการออกแบบ User Experience และ User Interface โดยเนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลประวัติศาสตร์ที่ระบุต้นทาง ปลายทาง และเวลาการเดินทาง จึงทำให้การทำให้เว็บแอปพลิเคชันนี้ไม่สามารถเลือกต้นทางและปลายทางได้อย่างอิสระ จึงออกแบบให้เว็บแอปพลิเคชันสามารถเลือกต้นทางและปลายทางได้ 4 สถานที่ คือสามย่านมิตรทาวน์ (ใช้แทนตำแหน่งของแยกสามย่าน), โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (ใช้แทนตำแหน่งของแยกศาลาแดง), สวนลุมพินี (ใช้แทนตำแหน่งของแยกราชดำเนียร) และศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ (ใช้แทนตำแหน่งของแยกพระรามที่ 4) โดยสามารถเลือกต้นทางและปลายทางได้เฉพาะ 4 สถานที่นี้เท่านั้น



<https://github.com/panutrytobeprogrammer/sv-project>

รูปที่ 4.8 ลิงค์ตัวอย่างโปรแกรมใน GitHub

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การทำแอปพลิเคชันวางแผนการเดินทางโดยใช้ข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวชี้แนะนำในการเดินทางซึ่งเว็บแอปพลิเคชันนี้มีกลุ่มเป้าหมายหลักเป็นผู้ที่มาเยือนใหม่ เช่น นักท่องเที่ยว หรือ วัยทำงานที่ต้องมีการเดินทางออกต่างถิ่น หรือไปในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคยเพื่อที่ให้กลุ่มผู้ใช้งานได้ไปถึงแต่ละสถานที่ได้ตรงเวลาการวางแผนการเดินทางโดยใช้ข้อมูลทางสถิติอาจไม่ส่งผลให้การวางแผนการเดินทางเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ณ เวลาปัจจุบัน แต่ส่งผลให้เห็นแนวโน้มของเวลาในการเดินทางจากสถานที่ต้นทางไปสถานที่ปลายทางในอัตรากลุ่มต้อง

การออกแบบ Prototype และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจึงสามารถตอบสนองการใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถวางแผนการเดินทางได้ 3 รูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับความสำคัญในด้านหมายเลขตั้งแต่สำคัญมาก, ปานกลาง และเร็วที่สุด ในแต่ละรูปแบบใช้ข้อมูลแสดงผลออกมาเป็นผลลัพธ์คือ 95th percentile, average และ free flow travel time ตามลำดับ หลังจากที่ได้ทำการทดสอบพบว่ารูปแบบ B ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในการใช้งานมากกว่าแบบ A และสามารถตอบสนองจุดประสงค์หลักของเว็บแอปพลิเคชันได้ คือผู้ใช้งานสามารถไปถึงตรงตามนัดได้ตรงเวลาที่นัดหมายและไม่มีการเสียเวลาที่มากเกินไป ถึงแม้ว่าผู้ใช้งานยังมีการใช้งานแอปพลิเคชันที่ไม่มากนัก ผู้ใช้งานจึงมีแผนปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้แอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นและตอบสนองความต้องการต่อผู้ใช้งาน

สรุปผลการวิเคราะห์ A/B testing

ผลการทดสอบรูปแบบ A จะเห็นได้ว่าหน้าแสดงผลของรูปแบบนี้อยู่ในคะแนนเฉลี่ยประมาณ 3 คะแนน และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของหน้าแสดงผลได้อยู่ในระดับปานกลาง และจากการทดสอบของรูปแบบ B จะเห็นได้ว่าหน้าแสดงผลของรูปแบบนี้มีคะแนนอยู่ตั้งแต่ 4 คะแนนขึ้นไป อยู่ในระดับที่สูงกว่ารูปแบบ A และแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของหน้าแสดงผลของรูปแบบ A ได้อยู่ในระดับที่ดีกว่ารูปแบบ B

จากการเปรียบเทียบทั้งรูปแบบ A และ B พบร่วมกันว่ารูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงถึงร้อยละ 84.13 ซึ่งมากกว่าแบบ A ที่ร้อยละ 72.68 นั่นหมายความว่าในรูปแบบ B เป็นรูปแบบที่ดีและเข้าใจง่ายกว่ารูปแบบ A จึงได้ทำการนำรูปแบบ B มาวิเคราะห์ผ่าน Google Analytics เป็นลำดับถัดไป

สรุปผลการวิเคราะห์ Google Analytics

จากผลวิเคราะห์ตามชื่อหน้าเว็บนั้นพบว่าผู้ใช้งานมีการใช้อปพลิเคชันเฉลี่ยอยู่ที่ 1 นาที 17 วินาที ซึ่งหน้าที่ผู้ใช้งานอยู่เป็นเวลามาที่สุดคือ หน้าหลักเฉลี่ยอยู่ที่ 0 นาที 35 วินาทีและหน้าที่ผู้ใช้งานใช้เวลาอยู่ที่สุดคือ ส่วนของฟังก์ชัน saved places ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 0 นาที 02 วินาทีเนื่องจากยังไม่ได้มีการพัฒนาในส่วนนี้ โดยภาพรวมแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานยังมีการใช้อปพลิเคชันในเวลาที่ค่อนข้างน้อยและจำนวนการดูในแต่ละหน้าจากหน้าหลักไปยังหน้าแสดงผลก็ลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้นเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้ดียิ่งขึ้นจึงมีแนวคิดในการเพิ่ม feature ต่างๆ คือการนำทางบนแพนที่แบบ real-time นอกจากนี้ยังเพิ่มในส่วนของการตั้งค่าเวลาออกเดินทาง ณ เวลาปัจจุบันไปยังสถานที่ต่างๆ และสามารถเพิ่มจุดหมายปลายทางได้มากกว่า 1 สถานที่ การเพิ่ม feature เหล่านี้เป็นการเพิ่มประสบการณ์ที่ดีต่อผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้มีการใช้งานแอปพลิเคชันเพิ่มมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาเพิ่มเติม User Experience, User Interface

ในการเริ่มต้นทำแอปพลิเคชันควรมีการวางแผนการทำ Wireframe โดยการออกแบบจำลองหน้าแอปพลิเคชัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดและการแก้ไขภายหลัง การทำ Wireframe ยังสามารถเข้าใจในฟังก์ชันต่างๆ และเพิ่มเติมในสิ่งที่ขาดได้ นอกจากนี้ยังควรเพิ่มเติมในส่วนของการสมมติ persona เพื่อเพิ่มความเข้าใจของผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น และในส่วนของผู้ที่ทดลองใช้งานเนื่องจากมีระยะเวลาที่จำกัดจึงได้ทดลองในกลุ่มผู้ใช้งานจำนวนไม่มาก แต่เป็นจำนวนที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาเพิ่มเติมของแอปพลิเคชัน คือการเพิ่มเติมฟังก์ชันเพิ่มจุดหมายปลายทาง มีการ navigation แบบ real-time และเพิ่มฟังก์ชันในการวางแผนเวลาที่ต้องการออกเดินทาง

การพัฒนาเพิ่มเติม Web Application

เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลที่ได้มาใช้การทำเว็บแอปพลิเคชันเป็นข้อมูลประวัติศาสตร์ที่ระบุต้นทาง ปลายทาง และเวลาการเดินทาง จึงทำให้การทำให้เว็บแอปพลิเคชันนี้ไม่สามารถเลือกต้นทางและปลายทางได้อย่างอิสระ การพัฒนาเพิ่มเติมของเว็บแอปพลิเคชันจึงต้องนำข้อมูลดิบมาคำนวณเพิ่มเติม

และขยายขอบเขตพื้นที่การศึกษาเพื่อให้สามารถเลือกสถานที่ต้นทางและปลายทางได้อย่างอิสระ และสามารถระบุต้นทางและปลายทางผ่านการระบุตำแหน่งบนแผนที่ได้

เพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานโดยเพิ่มการเพิ่มสถานที่ที่ไปบ่อยเข่นบ้าน ที่ทำงานเป็นต้น เพื่อความสะดวกในการระบุต้นทางและปลายทางในการวางแผนการเดินทางและเพิ่มฟังก์ชันแจ้งเตือนเวลาที่ต้องเริ่มเดินทาง

ข้อเสนอแนะ

1. มีการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยการเพิ่มจุดหมายปลายทางมากกว่า 1 ที่
2. เพิ่มฟังก์ชันการตั้งค่าเวลาที่ต้องการออก ณ เวลาหนึ่ง ๆ และวางแผนแบบไป-กลับได้
3. มีการนำทางเส้นทางได้แบบ real-time และมีตัวเลือกหลายเส้นทาง

ເອກສາຮອ້າງອີງ

- [1] Roxanne Pinto. (2018). 4 simple steps to designing a strong user experience. Thinkwithgoogle. <https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-strategies/app-and-mobile/strong-audience-design/>
- [2] Simplilearn. (2022). Learn the Benefits of Design Thinking: The New Competitive Essential. Simplilearn. <https://www.simplilearn.com/benefits-of-design-thinking-article>
- [3] Rikke Friis Dam. (2022). The 5 Stages in the Design Thinking Process. Interaction design foundation. <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process/>.
- [4] Emily Stevens. (2023). The Key Principles and Steps of the Design Thinking Process. Careerfoundry. <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/design-thinking-process/>
- [5] Texas Transportation Institute with Cambridge Systematics, Inc. Travel Time Reliability. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration
- [6] Claus O. Wilke. (2019). Fundamental of Data Visualization. O'Reilly Media, Inc.
- [7] Mailchimp. (n.d.). What is competitor analysis? Mailchimp. <https://mailchimp.com/resources/what-is-competitor-analysis/#:~:text=A%20competitor%20analysis%2C%20also%20referred,weaknesses%20relative%20to%20each%20competitor.>

- [8] Mark Fairlie. (2023). How to Do a Competitive Analysis. Businessnewsdaily. <https://www.businessnewsdaily.com/15737-business-competitor-analysis.html>
- [9] Kompyte. (2021). How to conduct a Competitive Product Feature Analysis. Kompyte Blog. <https://www.kompyte.com/blog/product-feature-analysis/>
- [10] Aaron Agius. (2023). How to Create an Effective Customer Journey Map [Examples + Template]. HubSpot. <https://blog.hubspot.com/service/customer-journey-map#what-is-customer-journey>
- [11] Tiffani Anderson. (2022). A/B Testing Guide: How to Find the Best Solution. Bluehostblog. https://www.bluehost.com/blog/conduct-a-b-testing/?irpid=101&clickid=P61C101S570N0B5578A2D4499E0000V138&gclid=Cj0KCQjwu-KiBhCsARIsAPztUF3caqeTc-IM5tqqidl3ihdCZAKPYp9OVY3MOV6sAHsr6BugYxdl3jAaAoWnEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [12] Zack Fagan. (2018). A/B Testing Made Easy: 6 Steps to Success. StoreYa. <https://blog.storeya.com/2015/05/ab-testing-made-easy-6-steps-success/>
- [13] Yunxuangu. (2019). Customer Journey Map on Booking.com-GU. Medium. <https://medium.com/@yunxuangu321/customer-journey-map-on-booking-com-gu-ed22d779e3dc/>.

[14] Andrew Terehin. (2021). How to Create a Customer Journey Map. Agentestudio.
[https://agentestudio.com/blog/how-to-create-customer-journey-map/.](https://agentestudio.com/blog/how-to-create-customer-journey-map/)

[15] Christina Sa. (2017). The UX Design Case Study That Got Me Hired. UX planet.
[https://uxplanet.org/the-ux-design-case-study-that-got-me-hired-c85522cab4ae/.](https://uxplanet.org/the-ux-design-case-study-that-got-me-hired-c85522cab4ae/)

[16] Carrion, C., & Levinson, D. M. (2012). Value of Travel Time Reliability: A Review of Current Evidence. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1736052>