

## การพัฒนาระบบติดตาม ตรวจสอบ และพัฒนาคุณภาพการให้บริการของรถโดยสาร ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### Development of CU Shuttle Bus's Service Monitoring System

พลก เนตรสาคร<sup>1</sup>, พินิจ ประเสริฐเพชรรมณี<sup>2</sup>, พีระ สถฤกษ์ชัยกุล<sup>3</sup> และ อ.ดร. พงษ์สันต์ บัณฑิตสกุลชัย<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

#### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบติดตาม ตรวจสอบ และพัฒนาคุณภาพการให้บริการของรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการพัฒนาระบบประมวลผลด้วยโปรแกรม Python เพื่อคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการในแต่ละสายการเดินทางจากเครื่องตรวจวัดผู้โดยสารแบบอัตโนมัติ รวมทั้งคำนวณระยะทางที่ให้บริการ และจำนวนรอบวิ่งในแต่ละสายการเดินทางจากข้อมูลที่บันทึกจากระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก หรือ Global Positioning System (GPS) นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังทำการสอบทานความถูกต้องของระบบประมวลผล โดยเปรียบเทียบและตรวจสอบผลการคำนวณกับรายงานผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้ การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลในโครงการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการให้บริการที่ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 6 สายการเดินทาง ในช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2563 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563 รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน

ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการ ระยะทางที่ให้บริการ จำนวนรอบวิ่งในแต่ละสายการเดินทาง และสามารถนำผลการคำนวณมาจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการดำเนินงานประจำเดือนของผู้ให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานประจำเดือนตามรายงานดังกล่าว กับรายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือนที่ผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจัดทำขึ้น พบว่า ข้อมูลมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยมีสาเหตุจากหลักการพื้นฐานของวิธีการคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการ วิธีการคำนวณระยะทางที่ให้บริการ และวิธีการนับจำนวนรอบในแต่ละสายการเดินทาง ที่แตกต่างจากวิธีการคำนวณอย่างง่ายและไม่มีการปรับแก้ค่าความผิดพลาดของระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกและเครื่องตรวจวัดผู้โดยสารแบบอัตโนมัติของผู้ให้บริการ

ผลการวิเคราะห์จากระบบประมวลผลที่พัฒนาขึ้น สามารถนำใช้ติดตาม ตรวจสอบและพัฒนาคุณภาพการให้บริการรถโดยสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และใช้ในการออกแบบข้อเสนอแนะเชิงนโยบายได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** คุณภาพการให้บริการของรถโดยสาร, การพัฒนาระบบประมวลผล, ระบบขนส่งสาธารณะ

#### Abstract

The objective of the study is to develop the Chulalongkorn University Shuttle Bus's monitoring system for inspecting and enhancing the quality of transportation services. The interpreted high-level general-purpose programming language PYTHON is used for coding the program. The evaluation system is intentionally designed for calculating the total number of passengers in each route based on data from the counting sensors installed on the bus, as well as the total operating distance and the total number of trips based on data from the Global Positioning System (GPS). Moreover, we validate the efficiency and accuracy of the system by comparing the results with the monthly report submitted by the service operator. The data used for the program development is retrieved from all 6 routes during September to October 2020.

After the development process, we found that the developed monitoring system can be used to calculate, both aggregately and separately, the number of passengers, the operating distance, the number of trips and number of used cars for each route efficiently. Comparing the results from the program that are summarized into the monthly report with the monthly operation reports submitted by the service operator, we found that there is relatively high discrepancy between the

monitored values. The main reason is due to the underlying logical criteria that we used for calculating and recalibrating the error that might be included in the data directly reported from the counting sensors and the GPS. These errors are usually overlooked in the monthly operation reports submitted by the service operator.

Not only can the results from our monitoring system be used efficiently to inspect and validate the quality of services of the operator, it can also be applied to design the integrated strategies for service quality enhancement in the future.

**Keywords:** Quality of Transportation Services, Development of Evaluation System, Public Transport

## 1. ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

รถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU Shuttle Bus) ถือเป็นระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง และมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก เปิดให้บริการครอบคลุมพื้นที่การศึกษาและพื้นที่บริการเชิงพาณิชย์โดยรอบมหาวิทยาลัย โดยมีบริษัทเอกชนเป็นผู้ให้บริการภายใต้การกำกับดูแลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งจะมีการตรวจสอบผลการดำเนินงานของบริษัทในแต่ละเดือนว่า ให้บริการเดินรถได้ครบถ้วนตามเกณฑ์การตรวจรับงานขั้นต่ำ (จำนวนเที่ยวและระยะทางการเดินรถ) ที่ระบุในขอบเขตของงาน (TOR) การจ้างบริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแบบไม่มีการจัดเก็บค่าโดยสารด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์หรือไม่ โดยตรวจสอบจากรายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือน

รายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือน เป็นรายงานที่จัดทำขึ้นจากผู้รับจ้าง ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับจ้าง ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้มากนัก อีกทั้งระยะทางในรายงานเกิดจากจำนวนเที่ยวคูณระยะทางคงที่ต่อรอบ ไม่ใช่ระยะทางการให้บริการจริง จำนวนผู้โดยสารจากเครื่องนับผู้โดยสารอัตโนมัติมีความผิดพลาดสูง ซึ่งเกิดจากการนับที่ผิดพลาดของตัวเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งบริเวณประตูของรถ คณะผู้วิจัยเห็นว่า ควรที่จะมีการพัฒนาระบบติดตาม และตรวจสอบคุณภาพการให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการในแต่ละสายจากเครื่องตรวจวัดอัตโนมัติ การคำนวณระยะทางและจำนวนรอบในแต่ละสายจากข้อมูลตำแหน่งพิกัด GPS เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและตรวจสอบกับผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ว่ามีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริงหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถที่จะออกแบบตัวชี้วัดหรือข้อเสนอเชิงนโยบายเพื่อพัฒนาคุณภาพการให้บริการ จากผลลัพธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อนำข้อมูลปริมาณผู้โดยสารจากเครื่องตรวจนับผู้โดยสารแบบอัตโนมัติมาใช้คำนวณปริมาณผู้โดยสารในแต่ละสาย ตลอดทั้งเดือน และนำข้อมูลการเดินรถระหว่างสถานีต่างๆ มาใช้

เพื่อคำนวณระยะทางและจำนวนรอบในการให้บริการได้โดยใช้ข้อมูลจากผู้ให้บริการจำนวน 6 สาย ที่เปิดให้บริการ โดยจัดทำโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบการให้บริการของรถโดยสารด้วยภาษาโปรแกรม Python ทั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นข้อมูลการให้บริการในช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2563 ถึง 31 ตุลาคม 2563 รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน ซึ่งเป็นการให้บริการในช่วงการเปิดภาคเรียน

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 มาตรฐาน General Transit Feed Specification

มาตรฐาน General Transit Feed Specification (GTFS) เป็นการกำหนดรูปแบบของการบันทึกข้อมูลให้กับผู้ให้บริการขนส่งสาธารณะในการบันทึกตารางเวลาให้บริการและข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องของระบบขนส่งสาธารณะนั้น เพื่อให้รูปแบบของข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ทั่วไปได้ และนักพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้รูปแบบข้อมูล GTFS ในการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องได้ ไฟล์ข้อมูล GTFS ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ เช่น ตารางเวลาให้บริการ เส้นทางเดินรถ ข้อมูลป้ายรถโดยสาร เป็นต้น ข้อมูล GTFS ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น Google Maps, แอปพลิเคชันสำหรับวางแผนการเดินทางบนโทรศัพท์มือถือ, โปรแกรมสร้างตารางเวลาให้บริการ, โปรแกรมวิเคราะห์การให้บริการ เป็นต้น

ข้อมูลมาตรฐาน GTFS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทาง GTFS ถูกใช้ในการเตรียมข้อมูลบริการขนส่งสาธารณะสำหรับโปรแกรมที่ใช้วางแผนการเดินทาง โดยทั่วไปข้อมูลรูปแบบ GTFS ร่วมกับข้อมูลเส้นทางถนน/ทางเท้า จะถูกใช้สำหรับวางแผนการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ตัวอย่างเช่น โปรแกรม OpenTripPlanner วางแผนการเดินทางโดยใช้ข้อมูลรูปแบบ GTFS ร่วมกับข้อมูลแผนที่ของ OpenStreetMap
  - การศึกษาการเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะของจุดต่างๆ โดยการประมาณเวลาที่ใช้ในการเดินทางด้วยขนส่งสาธารณะจากจุดหนึ่งไปยังอีกหลายจุดในช่วงเวลาต่างๆของวัน
  - การเปรียบเทียบระดับการให้บริการขนส่งสาธารณะทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดการให้บริการ นอกจากนี้สามารถใช้ศึกษาการให้บริการของข้อเสนอในอนาคตได้ โดยจัดทำข้อมูลรูปแบบ GTFS อ้างอิงจากลักษณะต่างๆของการให้บริการของข้อเสนอในอนาคต
  - ผู้ให้บริการขนส่งสาธารณะสามารถลงทะเบียนข้อมูลรูปแบบ GTFS ลงในเว็บไซต์สาธารณะต่างๆ เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถดาวน์โหลดข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งในบางเว็บไซต์สามารถสืบค้นข้อมูลตามเวลาจริง (GTFS Realtime) ได้ด้วย
- โครงสร้างของมาตรฐาน GTFS ประกอบด้วยไฟล์รูปแบบ CSV อย่างน้อย 6 ไฟล์ และสูงสุด 13 ไฟล์ รวมกันอยู่ในไฟล์ .zip ไฟล์หนึ่ง และใช้ UTF-8 Character Set ไฟล์รูปแบบ CSV มีตารางบอกตารางเวลาให้บริการขนส่งสาธารณะ รูปแบบข้อมูล GTFS ถูกออกแบบมาให้เพียงพอ

ต่อการนำมาใช้วางแผนการเดินทางและยังสามารถนำไปใช้กับการวิเคราะห์ระดับการให้บริการและตัวชี้วัดต่างๆได้เช่นกัน ตรงกันข้ามกับมาตรฐานรูปแบบข้อมูลในทวีปยุโรปเช่น Transmodel หรือ VDV-45X, ข้อมูลรูปแบบ GTFS มีเพียงข้อมูลที่เป็นรูปแบบตารางเวลาให้บริการ และไม่มีข้อมูลตามเวลาจริง ซึ่งการกำหนดข้อมูลรูปแบบ GTFS ตามเวลาจริงต้องอ้างอิงกับ GTFS-realtime specification ซึ่งเป็นส่วนขยายของ GTFS แบบทั่วไป โดยผู้ให้บริการขนส่งสาธารณะต้องจัดเตรียมข้อมูลตามเวลาจริงให้กับผู้ใช้บริการ เช่น การปิดสถานี สายรถที่ไม่ให้บริการ ความล่าช้า เวลาที่คาดว่าจะมาถึง เป็นต้น

ตารางต่างๆของข้อมูลรูปแบบ GTFS เป็นไฟล์รูปแบบ CSV ชื่อไฟล์เป็นชื่อของตารางนั้นตามด้วย .csv ตัวอย่างเช่น ตาราง agency มีชื่อไฟล์เป็น agency.csv ชื่อไฟล์ของตารางของข้อมูลรูปแบบ GTFS เช่น agency, routes, trips, stop times, stops, calendar เป็นต้น

Stop_ID	Stop Name	Latitude	Longitude	Type
5602	Mains Rd at Robertson	-27.56422	153.065322	Bus
10885	Old Cleveland Rd near Caradoc St	-27.517190	153.183770	Bus
C8	Coomera station, platform 1	-27.852792	153.317715	Train
6663	Bulimba ferry terminal	-27.45035	153.052243	Ferry
C15	Indooroopilly station, platform 1	-27.503101	152.975944	Train
:	:	:	:	:

รูปที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบ GTFS

ที่มา: รูปภาพประกอบจาก An Exploratory Analysis of Brisbane's Commuter

Travel Patterns Using Smart Card Data by Ming Wei, Yan Liu, Thomas Sigler

### 3. ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาลักษณะข้อมูลดิบที่ได้รับมาจากผู้ให้บริการ โดยแบ่งเป็นไฟล์ 2 ประเภท ได้แก่

##### 1) ไฟล์รายงานสถานีถึงสถานี

ลักษณะของไฟล์จะมีลักษณะเป็น MS Excel (.xlsx) ที่บันทึกการเดินทางจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีโดยที่บันทึกเวลาและระยะทางโดยอ้างอิงจากตำแหน่ง GPS ซึ่ง 1 ไฟล์จะมีการบันทึกข้อมูลของรถโดยสาร 1 คัน เป็นระยะเวลา 1 เดือน

การคำนวณ “จำนวนรอบวิ่ง” จะตรวจนับเฉพาะรอบการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่สถานี “ศาลาพระเกี้ยว” เท่านั้น โดยการตัดรอบวิ่งนั้นจะมีการอ้างอิงชื่อสถานี “ศาลาพระเกี้ยว” ใช้ตัวย่อว่า “hub” และ “อุโมงค์โดยสารไฟฟ้า” ใช้ตัวย่อว่า “depot” เป็นสถานีอ้างอิงสำหรับตัดรอบการเดินทาง (สถานีตัดรอบ) เพื่อสำหรับคัดแยกรอบวิ่งที่ไม่เป็นไปตามขอบเขตของงานออก

ระบบประมวลผลจะคำนวณ “จำนวนรอบวิ่ง” โดยการอ่านไฟล์ที่ละบรรทัด บันทึกเวลาเริ่มต้นรอบวิ่ง และบันทึกชื่อสถานีที่รถโดยสารได้เคลื่อนที่ผ่าน เมื่อผ่านสถานีตัดรอบบันทึกเวลาก็จะบันทึกเวลาสิ้นสุดรอบวิ่งแล้วนำรายชื่อสถานีมาประมวลผลด้วยกระบวนการ Machine Learning เพื่อคาดการณ์ว่าเป็นสายการเดินรถใด และบันทึกหมายเลขสาย เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุดของรอบวิ่งนั้น ระยะทางรวมลงใน data frame แล้วทำซ้ำจนครบทุกบรรทัด จากนั้นทำการตรวจสอบหมายเลขสายของแต่ละรอบวิ่งเทียบกับรอบวิ่งข้างเคียง (รอบวิ่งก่อนหน้าหรือรอบวิ่งถัดไป) ว่าเป็น

สายการเดินรถเดียวกันหรือไม่ โดยใช้สมมติฐานที่ว่า “รถคันเดียวกันในช่วงเวลาที่ใกล้เคียง ย่อมเดินรถในสายเดียวกัน” หากไม่หมายเลขสายไม่ตรงกันและไม่เกินระยะเวลาอ้างอิง (ในปัจจุบัน ระบบประมวลผลกำหนดไว้ที่ 30 นาที) ก็จะมีการปรับแก้หมายเลขสายให้ตรงกัน

หมายเลขสาย	สายการเดินรถ	หมายเลขสาย	สายการเดินรถ	หมายเลขสาย	สายการเดินรถ
101	สายการเดินรถ	102	สายการเดินรถ	103	สายการเดินรถ
104	สายการเดินรถ	105	สายการเดินรถ	106	สายการเดินรถ
107	สายการเดินรถ	108	สายการเดินรถ	109	สายการเดินรถ
110	สายการเดินรถ	111	สายการเดินรถ	112	สายการเดินรถ
113	สายการเดินรถ	114	สายการเดินรถ	115	สายการเดินรถ
116	สายการเดินรถ	117	สายการเดินรถ	118	สายการเดินรถ
119	สายการเดินรถ	120	สายการเดินรถ	121	สายการเดินรถ
122	สายการเดินรถ	123	สายการเดินรถ	124	สายการเดินรถ
125	สายการเดินรถ	126	สายการเดินรถ	127	สายการเดินรถ
128	สายการเดินรถ	129	สายการเดินรถ	130	สายการเดินรถ
131	สายการเดินรถ	132	สายการเดินรถ	133	สายการเดินรถ
134	สายการเดินรถ	135	สายการเดินรถ	136	สายการเดินรถ
137	สายการเดินรถ	138	สายการเดินรถ	139	สายการเดินรถ
140	สายการเดินรถ	141	สายการเดินรถ	142	สายการเดินรถ
143	สายการเดินรถ	144	สายการเดินรถ	145	สายการเดินรถ
146	สายการเดินรถ	147	สายการเดินรถ	148	สายการเดินรถ
149	สายการเดินรถ	150	สายการเดินรถ	151	สายการเดินรถ
152	สายการเดินรถ	153	สายการเดินรถ	154	สายการเดินรถ
155	สายการเดินรถ	156	สายการเดินรถ	157	สายการเดินรถ
158	สายการเดินรถ	159	สายการเดินรถ	160	สายการเดินรถ
161	สายการเดินรถ	162	สายการเดินรถ	163	สายการเดินรถ
164	สายการเดินรถ	165	สายการเดินรถ	166	สายการเดินรถ
167	สายการเดินรถ	168	สายการเดินรถ	169	สายการเดินรถ
170	สายการเดินรถ	171	สายการเดินรถ	172	สายการเดินรถ
173	สายการเดินรถ	174	สายการเดินรถ	175	สายการเดินรถ
176	สายการเดินรถ	177	สายการเดินรถ	178	สายการเดินรถ
179	สายการเดินรถ	180	สายการเดินรถ	181	สายการเดินรถ
182	สายการเดินรถ	183	สายการเดินรถ	184	สายการเดินรถ
185	สายการเดินรถ	186	สายการเดินรถ	187	สายการเดินรถ
188	สายการเดินรถ	189	สายการเดินรถ	190	สายการเดินรถ
191	สายการเดินรถ	192	สายการเดินรถ	193	สายการเดินรถ
194	สายการเดินรถ	195	สายการเดินรถ	196	สายการเดินรถ
197	สายการเดินรถ	198	สายการเดินรถ	199	สายการเดินรถ
200	สายการเดินรถ	201	สายการเดินรถ	202	สายการเดินรถ
203	สายการเดินรถ	204	สายการเดินรถ	205	สายการเดินรถ
206	สายการเดินรถ	207	สายการเดินรถ	208	สายการเดินรถ
209	สายการเดินรถ	210	สายการเดินรถ	211	สายการเดินรถ
212	สายการเดินรถ	213	สายการเดินรถ	214	สายการเดินรถ
215	สายการเดินรถ	216	สายการเดินรถ	217	สายการเดินรถ
218	สายการเดินรถ	219	สายการเดินรถ	220	สายการเดินรถ
221	สายการเดินรถ	222	สายการเดินรถ	223	สายการเดินรถ
224	สายการเดินรถ	225	สายการเดินรถ	226	สายการเดินรถ
227	สายการเดินรถ	228	สายการเดินรถ	229	สายการเดินรถ
230	สายการเดินรถ	231	สายการเดินรถ	232	สายการเดินรถ
233	สายการเดินรถ	234	สายการเดินรถ	235	สายการเดินรถ
236	สายการเดินรถ	237	สายการเดินรถ	238	สายการเดินรถ
239	สายการเดินรถ	240	สายการเดินรถ	241	สายการเดินรถ
242	สายการเดินรถ	243	สายการเดินรถ	244	สายการเดินรถ
245	สายการเดินรถ	246	สายการเดินรถ	247	สายการเดินรถ
248	สายการเดินรถ	249	สายการเดินรถ	250	สายการเดินรถ
251	สายการเดินรถ	252	สายการเดินรถ	253	สายการเดินรถ
254	สายการเดินรถ	255	สายการเดินรถ	256	สายการเดินรถ
257	สายการเดินรถ	258	สายการเดินรถ	259	สายการเดินรถ
260	สายการเดินรถ	261	สายการเดินรถ	262	สายการเดินรถ
263	สายการเดินรถ	264	สายการเดินรถ	265	สายการเดินรถ
266	สายการเดินรถ	267	สายการเดินรถ	268	สายการเดินรถ
269	สายการเดินรถ	270	สายการเดินรถ	271	สายการเดินรถ
272	สายการเดินรถ	273	สายการเดินรถ	274	สายการเดินรถ
275	สายการเดินรถ	276	สายการเดินรถ	277	สายการเดินรถ
278	สายการเดินรถ	279	สายการเดินรถ	280	สายการเดินรถ
281	สายการเดินรถ	282	สายการเดินรถ	283	สายการเดินรถ
284	สายการเดินรถ	285	สายการเดินรถ	286	สายการเดินรถ
287	สายการเดินรถ	288	สายการเดินรถ	289	สายการเดินรถ
290	สายการเดินรถ	291	สายการเดินรถ	292	สายการเดินรถ
293	สายการเดินรถ	294	สายการเดินรถ	295	สายการเดินรถ
296	สายการเดินรถ	297	สายการเดินรถ	298	สายการเดินรถ
299	สายการเดินรถ	300	สายการเดินรถ	301	สายการเดินรถ
302	สายการเดินรถ	303	สายการเดินรถ	304	สายการเดินรถ
305	สายการเดินรถ	306	สายการเดินรถ	307	สายการเดินรถ
308	สายการเดินรถ	309	สายการเดินรถ	310	สายการเดินรถ
311	สายการเดินรถ	312	สายการเดินรถ	313	สายการเดินรถ
314	สายการเดินรถ	315	สายการเดินรถ	316	สายการเดินรถ
317	สายการเดินรถ	318	สายการเดินรถ	319	สายการเดินรถ
320	สายการเดินรถ	321	สายการเดินรถ	322	สายการเดินรถ
323	สายการเดินรถ	324	สายการเดินรถ	325	สายการเดินรถ
326	สายการเดินรถ	327	สายการเดินรถ	328	สายการเดินรถ
329	สายการเดินรถ	330	สายการเดินรถ	331	สายการเดินรถ
332	สายการเดินรถ	333	สายการเดินรถ	334	สายการเดินรถ
335	สายการเดินรถ	336	สายการเดินรถ	337	สายการเดินรถ
338	สายการเดินรถ	339	สายการเดินรถ	340	สายการเดินรถ
341	สายการเดินรถ	342	สายการเดินรถ	343	สายการเดินรถ
344	สายการเดินรถ	345	สายการเดินรถ	346	สายการเดินรถ
347	สายการเดินรถ	348	สายการเดินรถ	349	สายการเดินรถ
350	สายการเดินรถ	351	สายการเดินรถ	352	สายการเดินรถ
353	สายการเดินรถ	354	สายการเดินรถ	355	สายการเดินรถ
356	สายการเดินรถ	357	สายการเดินรถ	358	สายการเดินรถ
359	สายการเดินรถ	360	สายการเดินรถ	361	สายการเดินรถ
362	สายการเดินรถ	363	สายการเดินรถ	364	สายการเดินรถ
365	สายการเดินรถ	366	สายการเดินรถ	367	สายการเดินรถ
368	สายการเดินรถ	369	สายการเดินรถ	370	สายการเดินรถ
371	สายการเดินรถ	372	สายการเดินรถ	373	สายการเดินรถ
374	สายการเดินรถ	375	สายการเดินรถ	376	สายการเดินรถ
377	สายการเดินรถ	378	สายการเดินรถ	379	สายการเดินรถ
380	สายการเดินรถ	381	สายการเดินรถ	382	สายการเดินรถ
383	สายการเดินรถ	384	สายการเดินรถ	385	สายการเดินรถ
386	สายการเดินรถ	387	สายการเดินรถ	388	สายการเดินรถ
389	สายการเดินรถ	390	สายการเดินรถ	391	สายการเดินรถ
392	สายการเดินรถ	393	สายการเดินรถ	394	สายการเดินรถ
395	สายการเดินรถ	396	สายการเดินรถ	397	สายการเดินรถ
398	สายการเดินรถ	399	สายการเดินรถ	400	สายการเดินรถ

รูปที่ 2 ตัวอย่างการแบ่งรอบวิ่งจากรายงานสถานีถึงสถานี

##### 2) ไฟล์รายงานผู้โดยสารที่ขึ้น-ลงในแต่ละสถานี

ลักษณะของไฟล์จะมีลักษณะเป็น MS Excel (.xlsx) ที่บันทึกการเปิด-ปิดประตูในสถานีต่าง ๆ โดยที่บันทึกเวลาและจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้น-ลงใน การเปิด-ปิดประตูครั้งนั้นโดยอ้างอิงจากตำแหน่ง GPS ซึ่ง 1 ไฟล์จะมีการบันทึกข้อมูลของรถโดยสาร 1 คัน เป็นระยะเวลา 1 เดือน

หลักการตัดรอบ หรือ การคำนวณ “จำนวนรอบวิ่ง” จะคล้ายกับการคำนวณข้อมูลในไฟล์รายงานสถานีถึงสถานี กล่าวคือ จะนับรอบเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ depot และไม่นับรอบที่วิ่งไม่ครบรอบหรือเดินทางระหว่าง depot กับ hub และเนื่องด้วยที่ว่าเส้นทางเดินรถของรถโดยสารทุกสายนั้นเป็นการเดินรถเป็นวงรอบทางเดียว จึงใช้สมมติฐานที่ว่า “ผู้โดยสารย่อมที่จะไม่เดินทางกลับมายังสถานีที่ขึ้นหรือนั่งเกินไปกว่า 1 รอบ” หรือก็คือผู้โดยสารคนใด ๆ จะไม่ถูกบันทึกลงใน 2 รอบวิ่งหรือบันทึกข้ามรอบวิ่ง และในแต่ละรอบผู้โดยสารรวมของขาขึ้นและขาลงย่อมเท่ากันเสมอ ด้วยสมมติฐานข้างต้นจึงทำให้สามารถนับจำนวนผู้โดยสารในแต่ละรอบวิ่งได้ง่ายขึ้น โดยการที่ไม่สนใจว่าผู้โดยสารจะขึ้นหรือลงที่สถานีใด แต่จะให้นับผู้โดยสารที่ใช้บริการในแต่ละรอบวิ่งว่าผู้โดยสารจะตัดรอบเมื่อถึงสถานีตัดรอบ

ขั้นตอนการทำงานของระบบประมวลผลนั้นจะคล้ายกับขั้นตอนของไฟล์รายงานสถานีถึงสถานี แตกต่างกันในส่วนการเก็บจำนวนผู้โดยสารโดยในการประมวลผลแต่ละบรรทัดนั้นที่จะเก็บจำนวนผู้โดยสารขาขึ้นที่บรรทัดนั้น (สถานีนั้น) แต่จะเก็บจำนวนผู้โดยสารขาลงที่บรรทัดถัดไป (สถานีถัดไป) ส่วนขั้นตอนการตรวจสอบนั้นจะเหมือนกับขั้นตอนของไฟล์รายงานสถานีถึงสถานี



### 3.2 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล

ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้างหน้าต่างแสดงผล หรือ GUI สำหรับให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยง่าย ตัวโปรแกรมนั้นจะอยู่ในลักษณะไฟล์นามสกุล .py และต้องมีการติดตั้งโปรแกรม Python รวมทั้งโมดูลต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 6 เมนูหลักของโปรแกรม

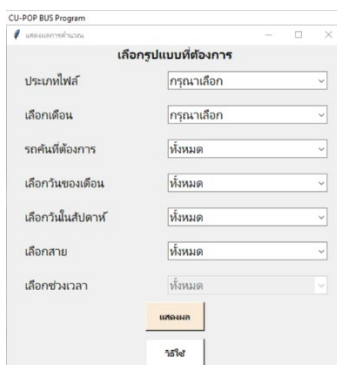
โปรแกรมจะประกอบไปด้วย 2 หมวดหลัก คือ

#### 1) ทำการคำนวณ

กดปุ่มเพื่อให้ระบบทำการประมวลไฟล์ข้อมูลดิบที่อยู่ในโฟลเดอร์ที่กำหนดซึ่งการคำนวณจะทำโดยอัตโนมัติและมีข้อความแสดงสถานะหรือความคืบหน้าขึ้นในหน้าต่างใหม่

#### 2) เลือกแสดงผลการคำนวณ

เมื่อกดปุ่ม โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างใหม่ที่เป็นหน้าต่างตัวกรองสำหรับกรองข้อมูลเป็นรูปแบบที่ต้องการและให้แสดงผลออกทางหน้าต่างของโปรแกรม ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งหมด 3 แบบ



รูปที่ 7 หน้าต่างเลือกตัวกรอง

#### แบบที่ 1 การแสดงผลโดยรวม

การแสดงผลรูปแบบนี้จะต้องทำการเลือกข้อมูลเฉพาะช่องประเภทไฟล์และเดือนให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ โดยช่องที่เหลือให้เลือกตัวเลือกเป็น “ทั้งหมด” โปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลโดยรวมของเดือน ๆ นั้นจากข้อมูลของไฟล์ประเภทนั้นในรูปแบบกราฟแท่ง พร้อมกับส่งออกรายงานผลการดำเนินงานจากไฟล์ประเภทนั้น ๆ ในรูปแบบ PDF

#### แบบที่ 2 การแสดงผลตามคันรถ

การแสดงผลรูปแบบนี้จะต้องทำการเลือกข้อมูลช่องประเภทไฟล์ เดือน และเลือกคันรถที่ต้องการให้แสดงผล โดยช่องที่เหลือให้เลือกตัวเลือกเป็น “ทั้งหมด” โปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลของรถคันนั้น

#### แบบที่ 3 การแสดงผลตามสายรถ

การแสดงผลรูปแบบนี้จะต้องทำการเลือกข้อมูลช่องประเภทไฟล์ เดือน และเลือกสายที่ต้องการให้แสดงผล โดยช่องที่เหลือสามารถเลือกตัวเลือกได้ตามที่ต้องการ โปรแกรมจะแสดงผลข้อมูลของสายการเดินรถนั้น

### 3.3 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานสถานีถึงสถานีและรายงานจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้น-ลงในแต่ละสถานี พบปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลในรายงาน ดังนี้

#### 3.3.1 รายงานสถานีถึงสถานีส่วนหนึ่งไม่มีข้อมูลระยะทาง

รายงานสถานีถึงสถานีส่วนหนึ่งที่ไม่มีข้อมูลระยะทาง หรือระยะทางมีค่าเท่ากับศูนย์ คาดว่าเกิดจากความผิดพลาดของระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) ในการวัดระยะทางวิ่งของรถโดยสาร ปัญหาดังกล่าวทำให้การคำนวณระยะทางที่รถให้บริการเกิดความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

#### 3.3.2 ความคลาดเคลื่อนในการทำนายหมายเลขสายการเดินรถ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นพบความคลาดเคลื่อนในบางสายการเดินรถ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ข้อมูลที่บันทึกลงในระบบขาดหายไปจนทำให้การวิเคราะห์สายรถผิดพลาดในส่วนการทำนายหมายเลขสายและรอบวิ่งดังกล่าวอาจไม่เข้าเงื่อนไขส่วนการแก้ไขหมายเลขสายจากการเทียบกับรอบวิ่งข้างเคียง

## 4. สรุปผลการศึกษา

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมกับรายงานที่บริษัทผู้ให้บริการจัดทำขึ้นประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2563

September 2020	Total Trips		Total Distance (km)	
	Program	EVT	Program	EVT
Weekday All Lines	5,674	7,925	23,642.16	38,550
Weekend All Lines	642	914	2,545.75	4,164
Total All Lines	6,316	8,839	26,187.91	42,714
Weekday Line 1	1,675	2,146	6,945.76	8,584.00
Weekday Line 2	1,146	1,777	5,081.37	10,662
Weekday Line 3	792	840	3,012.34	3,360
Weekday Line 4	1,324	1,661	6,478.66	9,302
Weekday Line 5	391	863	717.21	3,452
Weekday Line 6	346	638	1,406.82	3,190
Weekend Line 1	346	456	1,376.52	1,824.00
Weekend Line 2	137	230	622.82	1,380
Weekend Line 4	1	-	5.65	-
Weekend Line 5	136	180	455.39	720
Weekend Line 6	22	48	85.37	240

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมกับ รายงานที่บริษัทผู้ให้บริการจัดทำขึ้นประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

October 2020	Total Trips		Total Passengers	
	Program	EVT	Program	EVT
Weekday All Lines	4,713	7,458	79,132	217,707
Weekend All Lines	380	583	2,452	9,040
Total All Lines	5,093	8,041	81,584	226,747
Weekday Line 1	1,297	2,073	24,373	83,076
Weekday Line 2	966	1,893	29,463	63,268
Weekday Line 3	606	765	3,639	9,230
Weekday Line 4	956	1,378	15,334	42,191
Weekday Line 5	438	763	4,149	16,728
Weekday Line 6	246	586	1,060	3,214
Weekday Line 7	54	-	423	-
Weekday Line 8	44	-	216	-
Weekday Line 9	106	-	475	-
Weekend Line 1	193	253	1,288	5,249
Weekend Line 2	145	234	1,089	3,447
Weekend Line 4	1	-	5	-
Weekend Line 6	4	96	70	344

จากการเปรียบเทียบข้อมูลในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พบว่า จำนวนรอบ (Total Trips) ที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าจำนวนรอบในรายงานที่บริษัทผู้ให้บริการ ซึ่งเกิดจากกระบวนการนับจำนวนรอบที่แตกต่างกัน โดยโปรแกรมจะไม่นับจำนวนรอบในกรณีที่รถโดยสารวิ่งไปเติมพลังงานไฟฟ้าที่อู่รถโดยสารไฟฟ้า ในส่วนของ ระยะทางที่วิ่งให้บริการ (Total Distance) ที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าจำนวนรอบในรายงานที่บริษัทผู้ให้บริการจัดทำขึ้น เกิดจากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลคำนวณระยะทางที่วิ่งให้บริการจากผลรวมระยะทางจริงในรายงานสถานีถึงสถานี ส่วนบริษัทผู้ให้บริการคำนวณระยะทางที่วิ่งให้บริการจากจำนวนรอบคูณกับระยะทางคงที่ต่อรอบ และจำนวนผู้โดยสาร (Total Passengers) ที่คำนวณได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าจำนวนผู้โดยสารในรายงานของทางบริษัทผู้ให้บริการอยู่มาก อันเกิดจากการเก็บข้อมูลที่ผิดพลาดของระบบเซนเซอร์ตรวจนับจำนวนผู้โดยสาร

จากการทำการศึกษาผู้วิจัยได้จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย อันได้แก่ ให้บริษัทผู้ให้บริการคำนวณระยะทางรวมทั้งให้บริการจริงและใช้ระยะทางรวมดังกล่าวเป็นข้อมูลในรายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือน ตรวจสอบสภาพเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) ว่าสามารถใช้งานได้อยู่เป็นประจำ หมั่นตรวจสอบระบบบันทึกข้อมูลว่าบันทึกข้อมูลสถานีและจำนวนผู้โดยสารได้ถูกต้องครบถ้วน มีการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลให้สามารถบันทึกหมายเลขสายรถที่กำลังให้บริการ เพื่อให้การตรวจสอบการให้บริการรถโดยสารมีความถูกต้องและความสะดวกมากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการทางวิศวกรรมโยธา เรื่องการพัฒนาระบบติดตาม ตรวจสอบ และพัฒนาคุณภาพการให้บริการของรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูง จาก อ.ดร.พงษ์สันต์ บัณฑิตสกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงการ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณบริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลการเดินทางโดยสารระหว่างสถานีและปริมาณการใช้งานของรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจากเครื่องตรวจนับการขึ้น-ลงอัตโนมัติ ทำให้โครงการทางวิศวกรรมโยธาชิ้นนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Barbeau, Sean & Antrim, Aaron. (2013). THE MANY USES OF GTFS DATA OPENING THE DOOR TO TRANSIT AND MULTIMODAL APPLICATIONS.
- [2] Wei, Ming & Liu, Yan & Sigler, Thomas. (2015). An Exploratory Analysis of Brisbane's Commuter Travel Patterns Using Smart Card Data.
- [3] TransitWiki. (2019). General Transit Feed Specification. Retrieved from [https://www.transitwiki.org/TransitWiki/index.php/General\\_Transit\\_Feed\\_Specification](https://www.transitwiki.org/TransitWiki/index.php/General_Transit_Feed_Specification)
- [4] Google, Inc. (2020). General Transit Feed Specification Reference. Retrieved from <https://developers.google.com/transit/gtfs/reference>
- [5] Google, Inc. (2020). GTFS Realtime Overview. Retrieved from <https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime>
- [6] Meredydd. (2020). Generating PDF Reports from a Python Script. Retrieved from <https://anvil.works/blog/generate-pdf-with-python>
- [7] วิชญ์พงศ์ ตรีธรรม. (2561). เจาะลึก Random Forest !!!— Part 2 of “รู้จัก Decision Tree, Random Forest, และ XGBoost!!!”. สืบค้นจาก <https://medium.com/@witchapongdaroontham/%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0%B8%B6%E0%B8%81-random-forest-part-2-of-%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-decision-tree-random-forest-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0-xgboost-79b9f41a1c1c>