การพัฒนาระบบติดตาม และแสดงผลคุณภาพของการให้บริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Development of Quality Monitoring and Visualization System for CU Shuttle Bus Services

สิรภพ เลิศลักษณ์พันธุ์[1] วิภพ ก้องกู่ดัง[2] และ พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย[3]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบติดตาม และแสดงผลคุณภาพของการให้บริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการพัฒนาระบบประมวลผลด้วยโปรแกรม R Studio เพื่อคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการในแต่ละสายการเดินรถจากเครื่องตรวจวัดผู้โดยสารแบบอัตโนมัติ รวมทั้งคำนวณระยะเวลาเดินทาง และจำนวนรอบวิ่งในแต่ละสายการเดินรถจากข้อมูลที่บันทึกจากระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System, GPS) โดยผู้วิจัยได้ทำการสอบทานความถูกต้องของระบบประมวลผล โดยการเปรียบเทียบกับรายงานผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลในโครงงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการให้บริการที่ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 5 สายการเดินรถ ในช่วงเวลาตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2567 ถึง 30 พฤศจิกายน 2567 รวมเป็นระยะเวลา 1 เดือน ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการ ระยะเวลาเดินทางที่ให้บริการ จำนวนรอบวิ่งในแต่ละสายการเดินรถ และสามารถนำผลการคำนวณมาจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการดำเนินงานประจำเดือนของผู้ให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานประจำเดือนตามรายงานดังกล่าว กับรายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือนที่ผู้ให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจัดทำขึ้น พบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันเล็กน้อยมีสาเหตุจากวิธีการคำนวณปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการ วิธีการคำนวณระยะทางที่ให้บริการ และวิธีการนับจำนวนรอบในแต่ละสายการเดินรถ ที่แตกต่างจากวิธีการคำนวณอย่างง่าย อีกทั้งยังมีความผิดพลาดในการเก็บข้อมูลระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกและความผิดผลาดในการเก็บข้อมูลผู้โดยสาร ผลลัพท์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบการให้บริการเดินรถสามารถใช้ติดตาม ตรวจสอบและนำไปใช้พัฒนาคุณภาพการให้บริการรถโดยสารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

คำสำคัญ: คุณภาพการให้บริการของรถโดยสาร, การพัฒนาระบบประมวลผล, ระบบขนส่งสาธารณะ

Abstract

This research project aims to develop a system for monitoring and evaluating the quality of bus services within Chulalongkorn University to enhance their operational efficiency. The system was developed using R Studio to process data obtained from automated passenger counting devices and calculate the number of passengers on each bus route. Additionally, travel times and the number of trips per route were analyzed using data recorded from the Global Positioning System (GPS). The accuracy of the processing system was verified by comparing its results with the official monthly operation reports provided by the university's bus service operator. The data used in this study were obtained from five bus routes over the period from November 1 to November 30, 2024. The results show that the developed data analysis program can accurately calculate passenger volumes, travel times, and the number of trips for each route, and effectively generate comprehensive monthly performance reports. Furthermore, a comparison between the system-generated reports and the operator's original reports revealed minor discrepancies. These differences were primarily due to variations in the methods used to calculate passenger numbers, travel distances, and trip counts, as well as data collection errors from both GPS and the automated passenger counting devices. The analytical results derived from the developed system can be used to monitor, verify, and improve the efficiency and service quality of the university's bus operations, and also support policy recommendations for future service improvements.

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

1 บทนำ

การให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยยังคงประสบปัญหาหลายด้าน ส่งผลกระทบต่อผู้โดยสารและความน่าเชื่อถือในการให้บริการ ปัญหาหลักประกอบด้วยความไม่ตรงต่อเวลาของรถโดยสาร, ความแออัดในช่วงเร่งด่วน, และความยากลำบากในการตรวจสอบประสิทธิภาพของผู้ให้บริการ ปัญหาเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจากระบบติดตามและตรวจสอบการเดินรถที่ยังขาดประสิทธิภาพ ข้อมูลการเดินรถที่ได้รับมักคลาดเคลื่อนและไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้อย่างโปร่งใส เนื่องจากผู้ให้บริการเป็นผู้จัดทำรายงานเอง ทำให้คณะกรรมการตรวจการจ้างขาดเครื่องมือในการประเมินผลการดำเนินงานที่แม่นยำ

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โครงการนี้จึงมุ่งพัฒนาระบบตรวจสอบและติดตามการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้มีความแม่นยำและโปร่งใสยิ่งขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) มาประยุกต์ใช้ ระบบใหม่นี้จะช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลการเดินรถที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน ทั้งในด้านเวลาการเดินทาง, จำนวนเที่ยว, ระยะทาง, และปริมาณผู้โดยสาร นอกจากนี้ยังพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูลและรายงานผลการดำเนินงานที่ผู้เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงและตรวจสอบได้อย่างสะดวก การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจสอบนี้จะช่วยลดปัญหาความลำเอียง เพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับคุณภาพการให้บริการรถโดยสารให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการและผู้ว่าจ้างได้อย่างแท้จริง

2 วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ระบบติดตามรถโดยสารโดย GPS

ระบบติดตามรถโดยสารด้วย GPS เป็นเทคโนโลยีสำคัญที่ใช้ดาวเทียมในการระบุตำแหน่งรถโดยสารแบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลสำคัญ เช่น ตำแหน่ง ความเร็ว และเส้นทาง เพื่อส่งไปยังศูนย์ควบคุมหรือแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันมือถือ การนำระบบนี้มาใช้มีประโยชน์หลายด้าน ทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกา รเดินรถ ลดความล่าช้า ยกระดับความปลอดภัย และช่วยให้ผู้โดยสารสามารถวางแผนการเดินทางได้สะดวกยิ่งขึ้น

งานวิจัยหลายชิ้นได้ตอกย้ำถึงประโยชน์ของระบบติดตามรถโดยสารแบบเรียลไทม์ด้วย GPS ตัวอย่างเช่น Keshavdas M. (2022) ได้อธิบายการทำงานของระบบนี้ว่าช่วยให้ผู้จัดการกองยานสามารถติดตามตำแหน่งรถ แก้ไขปัญหาสภาพการจราจร ปรับปรุงเส้นทางเพื่อลดต้นทุน และเพิ่มความปลอดภัยผ่านการตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ รวมถึงประยุกต์ใช้กับการติดตามรถโรงเรียนเพื่อความปลอดภัยของนักเรียน สอดคล้องกับ V3 Smart Technologies (2023) ที่ชี้ว่า GPS ช่วยให้ผู้ประกอบการขนส่งสาธารณะสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงาน คำนวณเวลาถึงโดยประมาณ (ETA) ปรับปรุงการวางแผนเส้นทางและตารางเวลา ลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มความพึงพอใจของผู้โดยสารผ่านข้อมูลที่แม่นยำ นอกจากนี้ Lowry Solutions (2024) ยังเน้นย้ำว่าเทคโนโลยี GPS ได้เข้ามาปฏิวัติอุตสาหกรรมการขนส่งและโลจิสติกส์ โดยช่วยให้การวางแผนเส้นทางแม่นยำขึ้น ลดเวลาเดินทาง เพิ่มความปลอดภัย และสนับสนุนการตัดสินใจของผู้จัดการกองยานด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง นำไปสู่การลดต้นทุนการดำเนินงานและสร้างความเชื่อมั่นในระบบขนส่งสาธารณะมากยิ่งขึ้น

แม้จะมีแนวทางอื่นในการติดตามรถ เช่น ระบบที่อาศัยการอัปเดตข้อมูลจากพนักงานโดยตรงดังที่ Rathod et al. (2022) นำเสนอเพื่อลดเวลารอคอยในเมืองนาคปุระ ประเทศอินเดีย แต่ระบบที่ใช้ GPS ยังคงเป็นเครื่องมือหลักในการยกระดับคุณภาพการบริการขนส่งสาธารณะในยุคดิจิทัล

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ Big Data Analytics

Big Data Analytics คือ กระบวนการจัดการและวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน หลากหลาย และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Volume, Variety, Velocity) โดยใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือขั้นสูงเพื่อสกัดข้อมูลเชิงลึกอันนำไปสู่การตัดสินใจที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กระบวนการนี้โดยทั่วไปครอบคลุมตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง (เช่น เซ็นเซอร์ GPS ข้อมูลออนไลน์) การจัดเก็บด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม (เช่น Data Lake, Cloud Storage) การเตรียมข้อมูล (เช่น การทำความสะอาดข้อมูล) การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคขั้นสูง (เช่น Machine Learning, AI) ไปจนถึงการนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย (เช่น กราฟ แดชบอร์ด)

ในบริบทของระบบติดตามการให้บริการ เช่น การเดินรถโดยสาร Big Data Analytics มีประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานผ่านการจัดการเส้นทางที่เหมาะสม ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ยังช่วยในการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้โดยสารเพื่อทำความเข้าใจความต้องการและนำไปพัฒนาบริการให้ดียิ่งขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลการขับขี่และตำแหน่งรถ แบบเรียลไทม์ยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยและลดความเสี่ยง ที่สำคัญคือให้ข้อมูลเชิงลึกแก่ผู้บริหารเพื่อประกอบการตัดสินใจและปรับปรุงกลยุทธ์การดำเนินงาน โดยสรุป Big Data Analytics เป็นเครื่องมือทรงพลังในการยกระดับคุณภาพบริการเดินรถโดยสารผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนการดำเนินงานและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

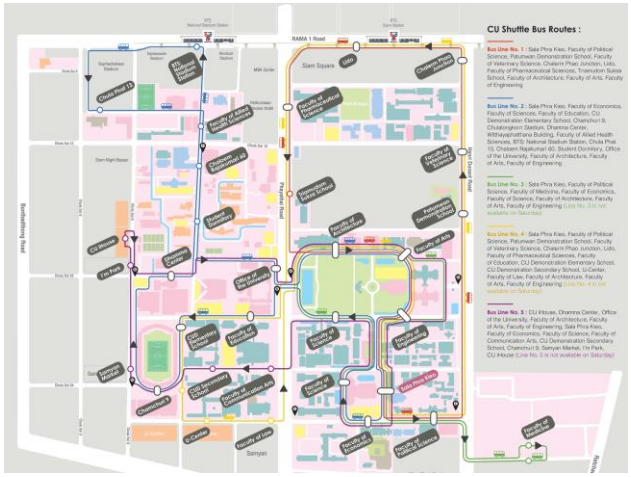
2.3 การให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รถป๊อบจุฬาฯ เริ่มให้บริการครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2550 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเดินทางที่สะดวกสบายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2557 มหาวิทยาลัยได้เริ่มเปลี่ยนมาใช้รถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเต็มรูปแบบ เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และฝุ่นละออง PM2.5

รถโดยสารภายมีการกำหนดเวลาออกรถที่แน่นอน โดยช่วงเปิดภาคการศึกษาจะให้บริการวันจันทร์ ถึง วันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 06:30 น. ถึง 22:00 น. และ วันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 07:00 น. ถึง 19:00 น. ยกเว้นวันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ส่วนช่วงปิดภาคการศึกษาจะให้บริการวันจันทร์ ถึง วันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 06:30 น. ถึง 19:00 น. ยกเว้นวันอาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์

การให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นไปตามร่างขอบเขตของงาน (TOR) การจ้างบริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยแบบไม่มีการจัดเก็บค่าโดยสารด้วย

วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ปีงบประมาณ 2564 โดยกำหนดให้เปิดให้บริการทั้งหมด 5 สาย ดังแสดงใน**รูปที่ 1**

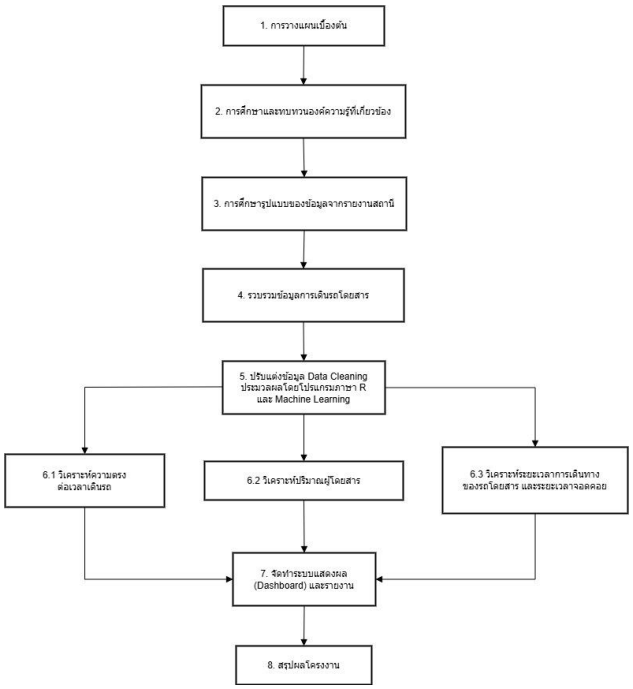


รูปที่ 1 เส้นทางเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สายที่ 1 ถึง สายที่ 5

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนของการศึกษา

ในการทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการวางแผนวิธีการศึกษาไว้ตามขั้นตอนดังแสดงใน**รูปที่ 2** โดยมีรายละเอียดของ แต่ละขั้นตอนการศึกษาดังนี้



รูปที่ 2 แผนการศึกษาของโครงการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ เริ่มจากการวางแผนเบื้องต้นเพื่อกำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงการ ตามด้วยการศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำความเข้าใจลักษณะของข้อมูลการเดินรถที่จะนำมาใช้

จากนั้นจึงดำเนินการรวบรวมข้อมูล GPS จากรถโดยสารและข้อมูลจากรายงานสถานี แล้วนำมาปรับแต่งและทำความสะอาด (Data Cleaning) เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด จัดการข้อมูลที่สูญหาย และแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักมุ่งเน้นไปที่การประเมินคุณภาพการบริการในหลายมิติ ได้แก่ การวิเคราะห์ความตรงต่อเวลาของการเดินรถเทียบกับตารางเวลาที่กำหนด การวิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารในแต่ละช่วงเวลาและเส้นทาง รวมถึงการวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางของรถโดยสารและระยะเวลาที่รถจอดคอย ณ ป้ายต่างๆ

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทั้งหมดได้ถูกนำไปใช้ในการจัดทำระบบแสดงผลข้อมูล (Dashboard) ที่ช่วยให้เห็นภาพรวมและรายละเอียดที่สำคัญ และจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการศึกษาอภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาระบบต่อไป

3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะกำหนดหน่วยของวิเคราะห์จำแนกตามหมายเลขสายที่ให้บริการอยู่ในปัจจุบันและ ตามขอบเขตของงาน (TOR) การจ้างบริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แก่ สายที่ 1 ถึง สายที่ 5

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณ “จำนวนรอบวิ่ง” นั้น จะต้องทำการศึกษาโครงสร้างของข้อมูลดิบที่บันทึกจากระบบการหาตำแหน่งทั่วโลก หรือ GPS (Global Positioning System) และเครื่องตรวจนับจำนวนผู้โดยสารแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้รับมานั้นบันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์ MS Excel (.xlsx) คือไฟล์ Passenger flow data details ดังแสดงใน**รูปที่ 3**

3.3 ปัญหาที่พบเจอในชุดข้อมูล

ในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลการเดินรถโดยสาร พบปัญหาและความท้าทายหลายประการที่ส่งผลต่อความสมบูรณ์และความแม่นยำของข้อมูล ประการแรก พบการซ้อนทับกันของข้อมูลเวลาในบางช่วง ทำให้การตรวจสอบและยืนยันเวลาการเดินรถที่แท้จริงเป็นไปได้ยาก ประการที่สอง มีการขาดหายของข้อมูลเป็นระยะ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการตรวจจับตำแหน่งของระบบ GPS ที่ไม่ต่อเนื่องหรือสัญญาณขาดหาย ประการที่สาม พบความผิดพลาดในการระบุข้อมูลตำแหน่งของสถานีบางแห่ง ทำให้การเชื่อมโยงข้อมูลการเดินทางเข้ากับสถานีที่ถูกต้องมีความซับซ้อน ประการสุดท้าย ข้อมูลที่ได้รับยังขาดความครบถ้วนสมบูรณ์ในส่วนของเวลาที่รถโดยสารเดินทางกลับมาถึงสถานีศาลาพระเกี้ยว จากการวิเคราะห์เบื้องต้นสันนิษฐานว่าวิธีการบันทึกเวลา ณ สถานีต่างๆ อาจอ้างอิงจากตำแหน่ง GPS ของสถานีร่วมกับเวลาปิดประตูรถ ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวอาจผันแปรตามจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นลง ส่งผลให้ข้อมูลเวลามีความคลาดเคลื่อนได้ ปัญหาเหล่านี้ล้วนเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวิเคราะห์และตีความผลการศึกษา

3.4 กระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ความตรงต่อเวลาเดินรถโดยใช้ภาษา R

ในการวิเคราะห์ความตรงต่อเวลาของการเดินรถโดยสาร งานวิจัยนี้ได้ใช้ภาษา R ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติและการสร้างภาพกราฟิก ทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์แบบ

Group name	Vehicle plate	VIN	Time	Route name	Station sequence	Station	Number of people getting on	Number of people getting off	Number of people on board
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:05:	R1	1	Sala Phra Kieo	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:04:	R1	11	Faculty of Enginee	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:04:	R1	10	Faculty of Arts	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:03:	R1	9	Faculty of Architec	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:02:	R1	8	Triamudom Suksa	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 19:01:	R1	7	Faculty of Pharma	4	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:59:	R1	6	Lido Siam	5	7	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:57:	R1	5	Chalerm Phao Jun	2	10	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:51:	R1	4	Faculty of Veterina	0	0	6
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:51:	R1	3	Patumwan Demon	0	0	6
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:49:	R1	2	Faculty of Political	26	20	6
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:33:	R1	1	Sala Phra Kieo	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:32:	R1	11	Faculty of Enginee	0	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:32:	R1	11	Faculty of Enginee	0	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	10	Faculty of Arts	2	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	10	Faculty of Arts	2	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	10	Faculty of Arts	2	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	9	Faculty of Architec	1	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	9	Faculty of Architec	1	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	9	Faculty of Architec	1	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:31:	R1	9	Faculty of Architec	1	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:30:	R1	8	Triamudom Suksa	0	0	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:28:	R1	7	Faculty of Pharma	2	1	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:27:	R1	6	Lido Siam	4	4	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:25:	R1	5	Chalerm Phao Jun	4	16	0
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:21:	R1	4	Faculty of Veterina	0	0	6
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:21:	R1	3	Patumwan Demon	0	0	6
Chulalongkorn	34-3634	MRSABREM7NZN(	2024-11-01 18:19:	R1	2	Faculty of Political	24	18	6

รูปที่ 3 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูล Passenger flow data details

เปิด (Open Source) พร้อมด้วยชุมชนผู้ใช้งานขนาดใหญ่ที่คอยสนับสนุนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินความคลาดเคลื่อนของเวลาเดินรถจริงเทียบกับตารางเวลาที่กำหนด และเพื่อจัดการกับปัญหาข้อมูลที่ขาดหายหรือมีความผิดปกติในชุดข้อมูล

กระบวนการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยการเตรียมข้อมูลอย่างละเอียด ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลเวลาเข้า-ออกสถานี การนำเข้าและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม การทำความสะอาดข้อมูลเพื่อจัดการกับข้อมูลที่สูญหายหรือผิดพลาด ไปจนถึงการแบ่งข้อมูลออกเป็นชุดสำหรับฝึกฝนและทดสอบแบบจำลอง จากนั้นจึงเลือกแบบจำลอง Machine Learning ที่เหมาะสม (เช่น Regression เพื่อทำนายความคลาดเคลื่อนของเวลา หรือ Classification เพื่อจำแนกความตรงต่อเวลา) ทำการฝึกฝน ปรับแต่ง และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการจัดการข้อมูลที่ขาดหาย (Missing Data) ได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการเติมข้อมูล (Imputing Missing Data) ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ย มัธยฐาน หรือฐานนิยม, K-Nearest Neighbors (KNN) Imputation, หรือ Multiple Imputation by Chained Equations (MICE) เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ การใช้ Machine Learning ร่วมกับภาษา R ในการวิเคราะห์ความตรงต่อเวลานี้ ช่วยให้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปปรับปรุงตารางเวลาเดินรถ เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเส้นทาง ลดความล่าช้า และยกระดับความพึงพอใจของผู้โดยสารในที่สุด

3.4.2 การวิเคราะห์จำนวนเที่ยวเดินรถจากตำแหน่งและระยะเวลาการเดินทางโดยใช้ภาษา R

เพื่อศึกษาความถี่ในการเดินรถ ระยะเวลาการเดินทาง และประสิทธิภาพของแต่ละเส้นทาง งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์จำนวนเที่ยวเดินรถโดยใช้ภาษา R จากข้อมูลตำแหน่งและระยะเวลาการเดินทางที่ได้จากระบบ GPS (เช่น latitude, longitude, timestamp, distance)

กระบวนการวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยการเตรียมข้อมูล ซึ่งรวมถึงการรวบรวม นำเข้า จัดรูปแบบ และทำความสะอาดข้อมูล ก่อนจะแปลงให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เพื่อการวิเคราะห์ขั้นต่อไป จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น คำนวณสถิติเชิงพรรณนาของจำนวนเที่ยววิ่งและระยะเวลาเดินทางเฉลี่ย รวมถึงสร้างแผนที่แสดงตำแหน่งและเส้นทางการเดินรถ และกราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

ในส่วนของการวิเคราะห์จำนวนเที่ยวเดินรถโดยละเอียด ได้มีการศึกษาความถี่ (Frequency) ของการให้บริการในแต่ละเส้นทางและแต่ละช่วงเวลา วิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางรวมและเฉลี่ยต่อเที่ยว และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเที่ยววิ่งกับปัจจัยแวดล้อม เช่น วันในสัปดาห์หรือช่วงเวลาเร่งด่วน นอกจากนี้ ยังได้พิจารณาถึงการสร้างแบบจำลองทางสถิติ (เช่น Regression Model หรือ Time Series Model) เพื่อทำนายจำนวนเที่ยววิ่งในอนาคต และมีการประเมินผลเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองต่อไป การวิเคราะห์นี้มุ่งหวังให้เข้าใจถึงพลวัตของการให้บริการและเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินรถ

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารโดยใช้ภาษา R

เพื่อทำความเข้าใจรูปแบบการใช้บริการ ความหนาแน่น และปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผู้โดยสาร งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารรถโดยสารโดยใช้ภาษา R จากข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้น-ลง ณ สถานีต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา

กระบวนการเริ่มต้นด้วยการเตรียมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล การนำเข้าและจัดรูปแบบในโปรแกรม R การทำความสะอาดข้อมูล และการแปลงข้อมูลเชิงประเภท (เช่น ชื่อสถานี) ให้อยู่ในรูปแบบตัวเลขที่พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อคำนวณค่าสถิติเชิงพรรณนา (เช่น ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน) และสร้างกราฟและแผนภูมิต่างๆ (เช่น

histogram, boxplot) เพื่อแสดงการกระจายตัวและความสัมพันธ์ของข้อมูล

ในส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารเชิงลึก ได้ศึกษาแนวโน้ม (Trend) และรูปแบบ (Pattern) ของปริมาณผู้โดยสารในแต่ละช่วงเวลา (เช่น ชั่วโมงเร่งด่วน วันหยุด) รวมถึงวิเคราะห์ปริมาณผู้โดยสารจำแนกตามเส้นทางและสถานี นอกจากนี้ยังพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผู้โดยสารกับปัจจัยภายนอก เช่น สภาพอากาศ วันในสัปดาห์ หรือกิจกรรมพิเศษต่างๆ พร้อมกันนี้ได้มีการพิจารณาสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ (Forecasting Model) เช่น Regression Model หรือ Time Series Model เพื่อทำนายปริมาณผู้โดยสารในอนาคต และมีการประเมินผลเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลอง การวิเคราะห์นี้จะช่วยให้เข้าใจถึงความต้องการใช้บริการและนำไปสู่การวางแผนการจัดสรรทรัพยากรได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

3.5 จัดทำระบบแสดงผล (Dashboard) และรายงาน

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการรถโดยสารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบและประเมินคุณภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบแสดงผลข้อมูล (Dashboard) ด้วยโปรแกรม Superset และจัดทำรายงานสรุปผลการศึกษา โดยมุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลที่จำเป็นแก่ผู้ตรวจการจ้าง

Dashboard ได้รับการออกแบบให้แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ที่สำคัญอย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย ประกอบด้วยข้อมูลหลัก เช่น ความตรงต่อเวลาของการเดินรถ (เปรียบเทียบเวลาจริงกับตารางเวลา), จำนวนเที่ยววิ่งในแต่ละวันและช่วงเวลา , ระยะทางการให้บริการรวมของรถแต่ละสาย, และปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการ ณ ช่วงเวลาต่างๆ การออกแบบเน้นให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพรวมของประสิทธิภาพการบริการ และสามารถเจาะลึกดูรายละเอียดของข้อมูลที่สนใจได้ ขั้นตอนการจัดทำ Dashboard บน Superset เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลการเดินรถ, การเลือกและสร้างสรรค์ Chart หรือกราฟประเภทต่างๆ (เช่น line chart, bar chart, map, heatmap) ที่เหมาะสมกับข้อมูล, การจัดวางองค์ประกอบต่างๆ และการตั้งค่า Dashboard เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

ส่วนรายงานได้สรุปผลการศึกษาและข้อค้นพบที่สำคัญ โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและกราฟที่เข้าใจง่าย ครอบคลุมประเด็นหลักเช่น สรุปเปอร์เซ็นต์ความตรงต่อเวลา, จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ย, ระยะทางเฉลี่ย, และแนวโน้มปริมาณผู้โดยสาร รวมถึงภาคผนวกที่รวบรวมข้อมูลดิบและรายละเอียดเพิ่มเติม งานวิจัยได้ใช้ประโยชน์จากฟีเจอร์การสร้างรายงานของ Superset ซึ่งช่วยให้สามารถส่งออกรายงานในรูปแบบต่างๆ (เช่น PDF หรือ CSV) ได้โดยตรง ลดความซับซ้อนในการจัดทำ และยังสามารถตั้งเวลาการส่งรายงานอัตโนมัติ เพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ตรวจการจ้าง

4 ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม R Studio

การวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาฯ เดือนพฤศจิกายน 2567 จากข้อมูล "Passenger flow data details" ด้วยระบบ GPS โดยใช้โปรแกรม R Studio ประสบความสำเร็จในการประมวลผลและสกัดข้อมูลเชิงลึกด้านการดำเนินงานที่สำคัญ ผลการวิเคราะห์ได้ให้ภาพรวมประสิทธิภาพการบริการ (เช่น ความตรงต่อเวลา จำนวนเที่ยว ปริมาณผู้โดยสาร) และถูกส่งออกเป็นไฟล์ Excel เพื่อนำไปแสดงผลบน Dashboard ใน Superset ทำให้สามารถติดตามและประเมินคุณภาพบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นับเป็นขั้นตอนสำคัญในการแปลงข้อมูลดิบสู่สารสนเทศที่มีความหมายเพื่อการนำเสนอต่อไป ดังตัวอย่าง**รูปที่ 4**

4.2 ระบบแสดงผล (Dashboard) และรายงาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการรถโดยสารได้ถูกนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นระบบแสดงผล (Dashboard) ด้วยโปรแกรม Superset เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถตรวจสอบและประเมินคุณภาพการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย Dashboard นี้ประกอบด้วยสองส่วนหลักที่ตอบโจทย์การใช้งานที่แตกต่างกัน ดังตัวอย่าง**รูปที่ 5**

4.2.1 ส่วนแสดงผลเพื่อการตรวจสอบการจ้าง

ในส่วนนี้ Dashboard จะแสดงข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการกำกับดูแลสัญญา เช่น จำนวนเที่ยวการเดินรถที่สอดคล้องหรือเบี่ยงเบนจากตารางเวลา (รวมถึงการออกรถเร็วกว่าหรือช้ากว่าเกณฑ์ที่กำหนด) และจำนวนเที่ยวที่ให้บริการเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ SQL ใน Superset เพื่อคำนวณระยะทางรวมของรถแต่ละคัน และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของจำนวนเที่ยวทั้งหมด ช่วยให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างโปร่งใสและมีหลักฐานเชิงประจักษ์

4.2.2 ส่วนแสดงผลเพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาการให้บริการ

ส่วนนี้มุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลเชิงลึกเพื่อการปรับปรุงคุณภาพบริการ ได้แก่

(a) ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยระหว่างคู่สถานี

แสดงผลในรูปแบบแผนภูมิเส้น ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของระยะเวลาเดินทางระหว่างสถานีต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงระยะห่างระหว่างป้าย หรือปรับตารางการเดินรถของแต่ละสถานีให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

(b) จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา

นำเสนอในรูปแบบแผนภูมิเส้นเช่นกัน เพื่อแสดงความหนาแน่นของผู้โดยสารในแต่ละช่วงเวลา ข้อมูลนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการพิจารณาปรับเพิ่มหรือลดจำนวนรอบการให้บริการให้สอดคล้องกับความต้องการใช้บริการจริง

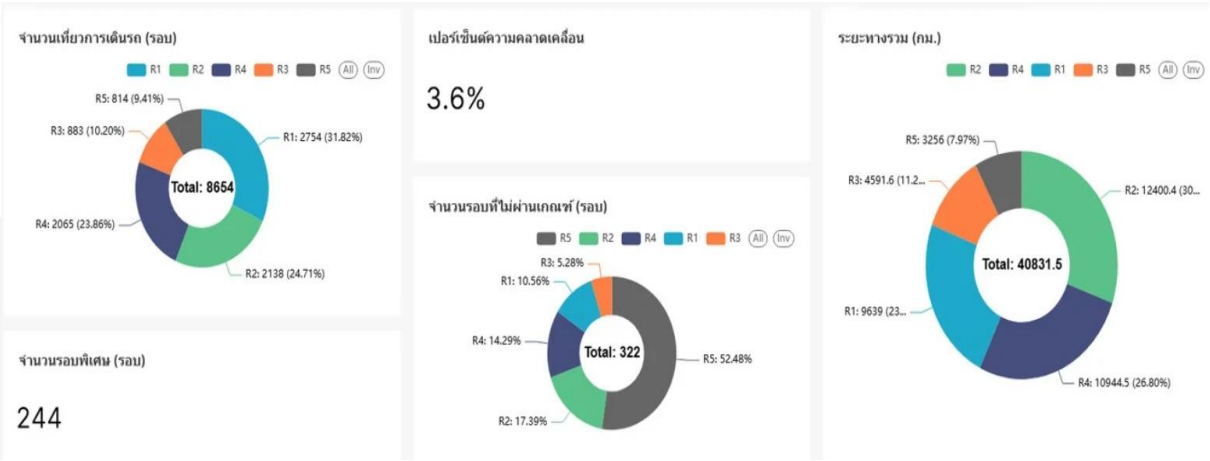
การจัดทำ Dashboard และรายงานในลักษณะนี้ ช่วยแปลงผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้จริงทั้งในมิติของการควบคุมสัญญาและการพัฒนาปรับปรุงบริการอย่างต่อเนื่อง

4.3 ปัญหาที่พบในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเดินรถโดยสาร พบปัญหาสำคัญหลายประการอันเนื่องมาจากความไม่สมบูรณ์ของชุดข้อมูล ซึ่งส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของผลการศึกษา ประเด็นหลักที่พบ คือ

Route name	Date	Vehicle plate	Departure_time_1	Arrival_time_1	travel_duration	time_str	trip_id	ridership_per_trip	Scheduled_Departure	Closest_Scheduled	Diff_Secs	Status
R1	2024-11-01	34-3629	06:30:32	06:40:39	607200	10 mins 7 secs	1	59	06:30:00	06:30:00	32	PASS
R1	2024-11-01	34-3640	06:36:05	06:46:50	645000	10 mins 45 secs	1	13	06:36:00	06:36:00	5	PASS
R1	2024-11-01	34-3634	06:42:15	06:53:39	684000	11 mins 24 secs	1	11	06:42:00	06:42:00	15	PASS
R1	2024-11-01	34-4910	06:48:08	06:59:10	661800	11 mins 2 secs	1	36	06:48:00	06:48:00	8	PASS
R1	2024-11-01	34-3635	06:55:09	07:04:57	588000	9 mins 48 secs	1	41	06:54:00	06:54:00	69	PASS
R1	2024-11-01	34-3629	07:00:24	07:11:38	673800	11 mins 14 secs	2	20	07:00:00	07:00:00	24	PASS
R1	2024-11-01	34-3640	07:06:23	07:16:50	627000	10 mins 27 secs	2	21	07:06:00	07:06:00	23	PASS
R1	2024-11-01	34-3634	07:12:09	07:23:11	661800	11 mins 2 secs	2	31	07:12:00	07:12:00	9	PASS
R1	2024-11-01	34-4910	07:18:22	07:29:36	673800	11 mins 14 secs	2	12	07:18:00	07:18:00	22	PASS
R1	2024-11-01	34-3635	07:22:31	07:34:35	724200	12 mins 4 secs	2	16	07:21:00	07:24:00	-89	NO PASS (Early
R1	2024-11-01	34-3629	07:24:50	07:37:20	750000	12 mins 30 secs	3	22	07:24:00	07:24:00	50	PASS
R1	2024-11-01	34-3640	07:30:01	07:40:52	651000	10 mins 51 secs	3	42	07:30:00	07:30:00	1	PASS
R1	2024-11-01	34-3634	07:36:13	07:51:04	891000	14 mins 51 secs	3	80	07:36:00	07:36:00	13	PASS
R1	2024-11-01	34-4910	07:42:20	07:55:06	766200	12 mins 46 secs	3	24	07:42:00	07:42:00	20	PASS
R1	2024-11-01	34-3635	07:45:31	07:57:53	742200	12 mins 22 secs	3	35	07:45:00	07:45:00	31	PASS
R1	2024-11-01	34-3629	07:48:08	08:00:37	748800	12 mins 29 secs	4	26	07:48:00	07:48:00	8	PASS
R1	2024-11-01	34-3640	07:54:28	08:06:30	721800	12 mins 2 secs	4	52	07:54:00	07:54:00	28	PASS
R1	2024-11-01	34-3634	08:00:22	08:14:08	826200	13 mins 46 secs	4	56	08:00:00	08:00:00	22	PASS
R1	2024-11-01	34-4910	08:06:22	08:18:12	709800	11 mins 50 secs	4	39	08:06:00	08:06:00	22	PASS
R1	2024-11-01	34-3635	08:09:40	08:21:27	706800	11 mins 47 secs	4	19	08:09:00	08:09:00	40	PASS
R1	2024-11-01	34-3629	08:12:23	08:24:15	712200	11 mins 52 secs	5	17	08:12:00	08:12:00	23	PASS
R1	2024-11-01	34-3640	08:18:10	08:31:47	817200	13 mins 37 secs	5	80	08:18:00	08:18:00	10	PASS
R1	2024-11-01	34-3634	08:24:30	08:38:10	820200	13 mins 40 secs	5	71	08:24:00	08:24:00	30	PASS
R1	2024-11-01	34-4910	08:30:10	08:44:13	843000	14 mins 3 secs	5	31	08:30:00	08:30:00	10	PASS

รูปที่ 4 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลความตรงต่อเวลาเดินรถของ สาย 1



รูปที่ 5 หน้าแสดงผลข้อมูลการตรวจการจ้าง

4.3.1 การขาดข้อมูลระบุสถานี

ข้อมูล "Passenger flow data details" ที่ใช้ในการประมวลผลบางส่วน โดยเฉพาะของรถโดยสารสาย 3 และสาย 5 ไม่มีข้อมูลเลขป้ายและชื่อสถานี ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่จุดบันทึกของระบบ GPS บางจุดยังไม่ได้มีการกำหนดชื่อหรือหมายเลขสถานี ปัญหานี้ส่งผลให้การคำนวณระยะเวลาเดินทางและความตรงต่อเวลาเกิดความคลาดเคลื่อน แม้จะพยายามแก้ไขโดยการเติมข้อมูลตามเส้นทางเดินรถแล้วก็ตาม

4.3.2 ความคลาดเคลื่อนในการนับจำนวนเที่ยวรถ

ผลการวิเคราะห์จำนวนเที่ยวรถจากโปรแกรม R Studio (รวม 8,898 เที่ยว) แตกต่างจากรายงานใบควบคุมการเดินรถของผู้ให้บริการ (รวม 8,765 เที่ยว) โดยมีจำนวนเที่ยวที่โปรแกรมคำนวณได้มากกว่าอยู่ 133 เที่ยว ความแตกต่างนี้พบในหลายสายการเดินรถ สาเหตุหลักของความคลาดเคลื่อนนี้มาจากสองปัจจัยคือ

(a) คุณภาพและความสมบูรณ์ของข้อมูลต้นทาง

ข้อมูล "Passenger flow data details" อาจมีปัญหาการขาดหายของสัญญาณ GPS ในบางช่วง หรือลำดับการบันทึกข้อมูลสถานีสลับกันหรือไม่ครบถ้วน ทำให้โปรแกรมวิเคราะห์จำนวนเที่ยวผิดพลาดเนื่องจากข้อมูลไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

(b) ความแตกต่างในนิยามและตรรกะการนับเที่ยว

เกณฑ์และเงื่อนไขที่โปรแกรม R Studio ใช้ในการกำหนด "เที่ยวการเดินรถ" ที่สมบูรณ์ (เช่น การผ่านสถานีเริ่มต้น -สิ้นสุด และการจัดการกับข้อมูลที่ผิดปกติ) อาจไม่ตรงกับนิยามหรือวิธีปฏิบัติที่ใช้ในการจัดทำรายงานใบควบคุมการเดินรถอย่างเป็นทางการ

ปัญหาเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงความท้าทายในการทำงานกับข้อมูลการเดินรถจริง และเน้นย้ำถึงความสำคัญของการมีข้อมูลที่ครบถ้วนและมีคุณภาพเพื่อการวิเคราะห์ที่แม่นยำ

5 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบติดตามและแสดงผลคุณภาพการให้บริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยได้จัดทำโปรแกรมด้วย R Studio เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญจากผู้ให้บริการครอบคลุม 5 สายการเดินรถ ตลอดเดือนพฤศจิกายน 2567 ซึ่งเป็นช่วงเปิดภาคเรียน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณปริมาณผู้โดยสารจากเครื่องตรวจวัดอัตโนมัติ คำนวณระยะเวลาเดินทางและจำนวนรอบการให้บริการจากข้อมูล "Passenger flow data details" รวมถึงรายงานจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้น-ลงในแต่ละสถานี ผลการวิเคราะห์เหล่านี้ถูกออกแบบให้สามารถส่งออกเป็นไฟล์ Excel เพื่อนำไปแสดงผลบน Dashboard ในโปรแกรม Superset ทำให้สามารถสรุปและประเมินผลการดำเนินงานของผู้ให้บริการได้อย่างเป็นรูปธรรม

วัตถุประสงค์หลักของระบบนี้คือเพื่อใช้ข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและตรวจสอบกับรายงานผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ให้บริการฯ เพื่อยืนยันความถูกต้องและส่งเสริมให้เกิดการตรวจสอบการบริการที่มีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้ให้บริการปรับปรุงการดำเนินงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.ดร.พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน สำหรับคำแนะนำ การชี้แนะ และการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องตลอดการดำเนินงานวิจัยพัฒนาระบบติดตามและแสดงผลคุณภาพการให้บริการเดินรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นอกจากนี้ ขอขอบคุณ บริษัท สมาร์ทบัส จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลการเดินรถและปริมาณผู้โดยสารจากเครื่องตรวจนับอัตโนมัติ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้การศึกษาวิจัยนี้สามารถดำเนินการและบรรลุผลได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Bakar, M. F. A., Norhisham, S., Katman, H. Y., Fai, C. M., Azlan, N. N. I. M., & Samsudin, N. S. S. (2022). Service quality of bus performance in Asia: A systematic literature review and conceptual framework. Sustainability, 14(7998), 1–21. https://doi.org/10.3390/su14137998

[2] Hanifa, F. H., Hapsari, G. I., Mutiara, G. A., Marcelino, D., Alfarisi, M. R., Meisaroh, L., & Kurniawan, A. P. (2023). Service quality analysis on tracking system and management of bus passenger study at PT Indo Trans Teknologi. In T. P. Syawitri et al. (Eds.), MEST 2022, AER 222 (pp. 399–414). https://www.atlantis-press.com/article/125986019.pdf

[3] Lin, Y.-K., Tu, C.-Y., Kurosawa, L., Liu, J.-H., Wang, Y.-Z., & Roy, D. (2024). Applications of computer vision in transportation systems: A systematic literature review. SHS Web of Conferences, 194, Article 01004. https://doi.org/10.1051/shsconf/202419401004

[4] Satirasetthavee, D., Malabanan, I., Kitthamkasorn, S., & Panpaksorn, J. (2023). Customer satisfaction with service quality of the Bangkok mass rapid transit system. Srinakharinwirot University Engineering Journal, 18(1), 83–102

[5] โครงการพัฒนาศูนย์บูรณาการการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบแห่งชาติ ระยะที่ 2. (2023). การออกแบบและติดตั้งฐานข้อมูลสำหรับระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS). กระทรวงคมนาคม.)

[6] วศินุ โกเมศ, & ธนภัทร ฆังคะจิตร. (2566). การติดตามการเคลื่อนไหวของยานพาหนะบนเครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะต่ำโดยใช้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกและการติดตามแบบหลายวัตถุ. วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 11(2), 18-30.

[7] ขวัญ พิพัฒนสุขมงคล. (2551). การพัฒนามาตรวัดการรับรู้ของนักท่องเที่ยวชาวไทยต่อคุณภาพการบริการของโรงแรมในจังหวัดเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[8] ชัยพร เขมะภาตะพันธ์. (2555). ระบบติดตามตรวจสอบตำแหน่งและเส้นทางรถยนต์ด้วยสัญญาณดาวเทียม. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.