

การออกแบบและพัฒนาระบบร่วมโดยสารของพนักงานระหว่างบริษัทในพื้นที่อุตสาหกรรม Design and Development of an Inter-Organizational Carpooling System (iCPS) in Industrial Areas

พรณัท เกตุปลั่ง และ สมชาย นำประเสริฐชัย*

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: pornnapat.ke@ku.th, somchai@ku.th*

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)

บทคัดย่อ

พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมีบริษัทจำนวนมากและพนักงานส่วนใหญ่นิยมใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรและมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา คือการใช้ระบบร่วมโดยสาร (Carpooling System) ที่ให้ผู้เดินทางสามารถเดินทางไปยังจุดหมายโดยใช้นยานพาหนะร่วมกันกับผู้เดินทางอื่นที่ใช้เส้นทางใกล้เคียงกัน

บทความนี้เสนอการออกแบบและพัฒนาระบบร่วมโดยสารของพนักงานในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างบริษัทได้ ระบบแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 1) แอปพลิเคชันมือถือสำหรับสร้างเส้นทางและขอร่วมโดยสาร และ 2) เว็บแอปพลิเคชันเป็นส่วนจัดการของบริษัทที่ร่วมใช้ระบบ เพื่อแสดงรายงานต่างๆ เช่น ผลตอบแทนสำหรับพนักงานที่เป็นเจ้าของยานพาหนะที่ให้บริการ และค่าใช้จ่ายระหว่างบริษัท เป็นต้น ระบบนี้ได้ประเมินโดยทดสอบทั้งด้านเทคนิคและการใช้งานตามหลักการของการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) แอปพลิเคชันมือถือได้รับการยอมรับด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.64/5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ขณะที่เว็บแอปพลิเคชันได้รับการยอมรับด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.70/5 อยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นกัน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าพนักงานกลุ่มเป้าหมายมั่นใจว่าระบบนี้สามารถใช้สนับสนุนการร่วมเดินทางได้

 **คำสำคัญ:** ระบบร่วมโดยสาร; แอปพลิเคชันมือถือ; ความร่วมมือ

Abstract

There are many companies in the industrial estate area, and most employees prefer to travel by car. The result is traffic congestion and pollution of the environment. One of the possible solutions is to use a carpooling system which employees can share vehicles with others using the similar routes to reach their destinations.

This paper presents the design and development of an inter-organizational carpooling system (iCPS) for employees in the industrial areas. The system consists of two components: 1) a mobile application for creating routes and requesting shared rides, and 2) a web application for managing users and displaying reports such as compensation for employees who own vehicles and expenses between organizations. The system has been evaluated for functional test and usability test based on the Technology Acceptance Model (TAM). The system was evaluated by testing both technical and usability based on the principles of Technology Acceptance Model (TAM). The mobile application was accepted with an average score of 4.64/5, which is considered very good, while the web application was accepted with an average score of 4.70/5, which is also considered very good. The results showed that the target group of employees were confident that the system could be used to support travel sharing.



Keywords: Carpooling system; Mobile application; collaboration

1. บทนำ

พนักงานบริษัทในพื้นที่นครอุตสาหกรรม จังหวัดระยองเดินทางไปทำงานด้วยการใช้รถยนต์ส่วนตัว รถจักรยานยนต์ และรถรับส่งพนักงาน เช่น รถบัส การมียานพาหนะจำนวนมากบนท้องถนน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด มีการปล่อยมลพิษทางอากาศมากขึ้น ทำให้เสียเวลา และทรัพยากรในการเดินทางมากขึ้น และก่อให้เกิดความเครียดของผู้ใช้ถนนอย่างเลี่ยงไม่ได้ [1] หนึ่งในแนวทางที่ได้รับการสนับสนุนในการแก้ปัญหา คือการทำให้ระบบร่วมโดยสาร (Carpooling System) ด้วยแนวคิด “ทางเดียวกัน ไปด้วยกัน” มีการศึกษาถึงผลกระทบของระบบร่วมโดยสารต่อการลดความหนาแน่นทางจราจรในพื้นที่ต่าง ๆ พบว่าระบบ

ร่วมโดยสารสามารถทำให้ปริมาณการจราจรลดลง นั่นคือลดความหนาแน่นทางจราจรได้ [2-4] ทั้งนี้ ต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น แรงจูงใจ การจับคู่ระหว่างคนขับกับผู้โดยสาร หรือพื้นที่ที่ใช้งานระบบ

ความยั่งยืนและความเป็นไปได้ของระบบร่วมโดยสารขึ้นอยู่กับ การสร้างผลประโยชน์ร่วมที่ตอบ โจทย์ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ในทางปฏิบัติ พนักงานที่เป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนตัวมักไม่ได้รับแรงจูงใจหรือผลตอบแทนที่ชัดเจนสำหรับการให้เพื่อนร่วมงานโดยสารร่วมทาง ขณะที่พนักงานที่ใช้บริการรถรับส่งประจำของบริษัทอาจพบความไม่สะดวกในกรณีที่ ต้องเดินทางไปยังจุดนัดหมายเท่านั้น ส่วนบริษัทซึ่ง



รับผิดชอบด้านการเดินทางของพนักงานอาจไม่ได้
รับผลประโยชน์โดยตรงจากการใช้งานระบบ แต่มี
โอกาสที่จะได้รับประโยชน์ทางอ้อม เช่น การลด
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในนามองค์กร อย่างไรก็ตาม
แนวทางการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก
ที่ลดได้ในบริบทของระบบร่วมโดยสารยังไม่มี
การกำหนดและรับรองอย่างชัดเจน นอกจากนี้
การร่วมมือกันระหว่างบริษัทในพื้นที่อุตสาหกรรมซึ่ง
อยู่ใกล้เคียงกันเพิ่มโอกาสที่จะขยายความครอบคลุม
ทั้งในด้านพื้นที่อยู่อาศัยและจำนวนผู้ใช้งานระบบ
ส่งผลให้ระบบมีศักยภาพในการสร้างผลกระทบ
เชิงบวกในระดับที่กว้างขึ้น ทั้งในมิติทางเศรษฐกิจ
สังคม และสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันมีการเชื่อมโยงการเดินทางเข้ากับชีวิต
ประจำวันและปรับปรุงคุณภาพชีวิตโดยบริการที่
อาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)
เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำธุรกรรม
อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ
สมาร์ทโฟน หรือที่เรียกว่าแอปพลิเคชันบนมือถือ
กลายเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินชีวิต ประกอบกับ
คุณสมบัติของเทคโนโลยี GPS ที่สามารถระบุพิกัด
ตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้มีการพัฒนา
บริการอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับ
การวางแผนเดินทาง เช่น Google Map และ
แอปพลิเคชันเกี่ยวกับการใช้บริการรถสาธารณะเช่น
Grab, Uber เป็นต้น

ระบบร่วมโดยสารเป็นแนวทางแก้ไขปัญห
ต่างๆ ได้ ถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปัญหา
การจราจรติดขัด เวลาในการรอคอย การสิ้นเปลือง

ทรัพยากรและการใช้เชื้อเพลิง เพิ่มโอกาสในการสร้าง
ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม
ซึ่งช่วยพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนและคุณภาพชีวิต
ของประชาคมในนิคมอุตสาหกรรม

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนา
ระบบร่วมโดยสารสำหรับพนักงานระหว่างบริษัทใน
พื้นที่อุตสาหกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกใน
การเดินทางร่วมกัน ลดความซับซ้อนในการจัดการ
การเดินทางและค่าใช้จ่ายของบริษัทต่างๆ ที่ร่วมใช้
งานระบบ พร้อมทั้งพัฒนาคุณภาพชีวิตของพนักงาน
ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ระบบร่วมโดยสารที่พัฒนา
ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันมือถือสำหรับพนักงานที่
เป็นคนขับและผู้ร่วมโดยสาร และ 2) เว็บแอปพลิเคชัน
สำหรับบริษัทในการบริหารจัดการค่าใช้จ่ายและ
รายงานข้อมูลผลการดำเนินการต่างๆ โดยระบบจะ
ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประสานและอำนวยความสะดวก
ในการใช้งานระบบร่วมโดยสารสำหรับ
พนักงานระหว่างบริษัทในพื้นที่อุตสาหกรรม

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ระบบร่วมโดยสารและแรงจูงใจของ การใช้ระบบร่วมโดยสาร

การใช้รถร่วมกันเป็นระบบขนส่งที่เป็นมิตร
ต่อสิ่งแวดล้อม โดยที่นั่งว่างของรถยนต์จะรับผู้โดยสาร
เพิ่มเติม นับว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาการจราจรที่ดี
ที่สุดวิธีหนึ่ง [5] ผู้ขับขี่ใช้รถร่วมกันกับบุคคลหนึ่ง
คนหรือมากกว่าที่ใช้เส้นทางที่ใกล้เคียงกัน การลด
จำนวนที่นั่งว่างในรถทำให้สามารถขนส่งผู้โดยสาร
จำนวนมากขึ้นไปยังจุดหมายปลายทาง ส่งผลให้มี



รถยนต์บนท้องถนนน้อยลง และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและลดการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม การศึกษาผลประโยชน์ของการใช้ระบบร่วมโดยสารของพนักงานระหว่างบริษัทในเมืองนวัตกรรม (Innovation city) ที่ประเทศเกาหลีใต้ พบว่าการใช้ระบบจะทำให้เกิดการลดค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะความแออัดของการจราจรและการลดต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม ผลประโยชน์ทางอ้อมที่ได้จากการพัฒนาสภาพแวดล้อมบนท้องถนนมากกว่าผลประโยชน์ทางตรงที่ได้จากการใช้งานระบบร่วมโดยสาร ถึง 9 เท่าเมื่อคิดเป็นจำนวนเงิน [4] เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้ระบบร่วมโดยสารของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่ปรากฏอยู่ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อมจะช่วยลดจำนวนรถยนต์บนท้องถนน ลดการปล่อยก๊าซพิษสู่บรรยากาศ, ด้านเศรษฐกิจ ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และด้านสังคม ช่วยให้ผู้คนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น [3] และจากการสำรวจความคิดเห็นของพนักงานในพื้นที่อุตสาหกรรมที่ประเทศอิตาลี พบว่า 35% ของผู้ที่ใช้รถยนต์ส่วนตัวยินดีที่จะใช้ระบบร่วมโดยสารหากระบบถูกควบคุมโดยบริษัทและพวกเขารู้จักผู้ที่จะร่วมเดินทางด้วย ประโยชน์หลักคือมิตรภาพระหว่างเพื่อนร่วมงาน, การลดค่าใช้จ่ายและความสะดวกสบาย [6]

2.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือระบบร่วมโดยสาร

การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือระบบร่วมโดยสารที่มีมาก่อนหน้ามีการใช้เครื่องมือหลากหลาย

สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android ใช้ Android Studio สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน และใช้ Firebase เป็นฐานข้อมูล NoSQL ในการจัดเก็บข้อมูล [7, 8] ส่วนแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS ใช้ Xcode และ Cocoa Touch [9] แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันมีการแบ่งเป็นโมดูลและนำแต่ละส่วนมารวมกัน [7, 9] ส่วนสำคัญในการพัฒนาคือการแสดงแผนที่และการนำทาง (Navigation) มีการใช้บริการแผนที่ที่มีอยู่แล้ว เช่น Google Map API หรือ Map Geocoding API รวมถึงการพัฒนาแผนที่ขึ้นเองด้วย [7-9]

การออกแบบระบบให้รองรับผู้ใช้งานจำนวนมาก โดยการใช้การกระจายโหนด (Horizontal Scaling) รวมถึงการเพิ่มจำนวนโหนดเซิร์ฟเวอร์ (Server Node) เพื่อแบ่งการประมวลผล ฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่รองรับการจัดการข้อมูลแบบ Sharding และ Replication เพื่อเพิ่มความสามารถในการขยายตัวของระบบ ใช้ WebSockets สำหรับการสื่อสารแบบเรียลไทม์ เพื่อลดความหน่วงและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ใช้โครงสร้างพื้นฐานแบบคลาวด์ ทำให้ระบบสามารถปรับขยายได้ง่าย ใช้ Redis เพื่อการสื่อสารระหว่างโหนดเซิร์ฟเวอร์ ทำให้โหนดสามารถประมวลผลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) การเขียนโปรแกรมเชิงตอบสนอง (Reactive Programming) ถูกนำมาใช้เพื่อจัดการข้อมูลและเหตุการณ์แบบเรียลไทม์ รองรับการสตรีมข้อมูลและการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้ทันที [5]



ขั้นตอนแรกในการเริ่มใช้ระบบร่วมโดยสาร ส่วนใหญ่คือการสมัครและยืนยันตัวตน ระบบร่วมโดยสารสำหรับเด็กมีการพัฒนาขึ้นโดยเน้นความเชื่อใจกันในกลุ่มผู้ปกครองเพื่อสร้างความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัย โดยผู้ปกครองที่เป็นคนขับต้องแนบใบขับขึ้นในการสมัคร [8] ระบบร่วมโดยสารที่ใช้งานทั่วไปใช้การเชื่อมต่อกับโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook และ Google ในการสร้างบัญชีและยืนยันตัวตน ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัย [9] ในขณะที่อีกกรณีหนึ่งเป็นการพัฒนาสำหรับนักศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยอนุญาตให้ใช้อีเมลของมหาวิทยาลัยในการสมัครเท่านั้น และต้องยื่นเอกสาร Advising document ของภาคเรียนปัจจุบันเพื่อยืนยันตัวตน [3] ทั้งนี้ระบบการสมัครและยืนยันตัวตนทั้งหมดล้วนมีเป้าหมายร่วมกันในการสร้างความมั่นใจและความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน [3, 8]

2.3 การจับคู่คนขับกับผู้โดยสาร

กระบวนการจับคู่ระหว่างคนขับและผู้โดยสารในระบบร่วมโดยสารมีการพัฒนาและปรับปรุงในหลายแนวทาง ดังนี้

1. การจับคู่อัตโนมัติโดยใช้ความทับซ้อนของเส้นทางและช่วงเวลา: ตัวแปรความทับซ้อนของเส้นทางถูกนำมาใช้ในการพิจารณาจับคู่โดยใช้ Jaccard Similarity ซึ่งเป็นอัตราส่วนของระยะทางที่ทับซ้อนกับระยะทางรวมเพื่อแสดงความทับซ้อนของเส้นทาง [9,10] จากนั้นมีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการคำนวณระยะทางระหว่างจุดในเวลาคงที่ก่อน เพื่อตัด

การจับคู่ที่อยู่นอกเกณฑ์อัตราส่วนความทับซ้อนของระยะทางที่กำหนด จากนั้นจึงเลือกคนขับที่เหมาะสมที่สุด n คนสำหรับผู้โดยสารโดยพิจารณาจากความทับซ้อนของเส้นทางเพิ่มเติม อัลกอริทึมนี้ช่วยลดทรัพยากรในการคำนวณและลดเวลาในการจับคู่ ขณะเดียวกันยังคงรักษาประสิทธิภาพในการจับคู่ที่พิจารณาถึงการใช้ทรัพยากรร่วมกันระหว่างคนขับและผู้โดยสาร เพื่อรองรับการจับคู่อัตโนมัติในระบบเรียลไทม์ ที่ทั้งคนขับและผู้โดยสารต้องการเดินทางในช่วงเวลาเดียวกัน [10] เช่นเดียวกับระบบร่วมโดยสารทั่วไปที่เคยให้บริการในประเทศไทยอย่าง GrabHitch ที่จับคู่ผู้โดยสารกับคนขับโดยอัตโนมัติเมื่อเส้นทางและเวลาเดินทางใกล้เคียงกัน [11]

2. การจับคู่ด้วยการตกลงร่วมกัน: Liluna เป็นแพลตฟอร์มระบบร่วมโดยสารในประเทศไทย ที่ให้คนขับสร้างเส้นทางและกำหนดค่าใช้จ่าย ผู้โดยสารสามารถร้องขอร่วมเดินทางและแบ่งค่าโดยสารตามจำนวนคน นอกจากนี้ Liluna ยังมีบริการระบบสำเร็จรูปที่ปรับแต่งได้ (White Label) เพื่อองค์กรที่ต้องการใช้งานภายในกลุ่มของตนเอง [12,13] สำหรับระบบร่วมโดยสารในกลุ่มปิดอย่างระบบร่วมโดยสารสำหรับพนักงานบริษัท Hussain และคณะ [14] ได้เสนอวิธีจับคู่ที่คำนึงถึงระยะทางร่วมกับช่วงเวลาเดินทางในระบบร่วมโดยสารสำหรับพนักงานบริษัท โดยใช้ตำแหน่งที่พักอาศัยและบริษัทซึ่งเปลี่ยนแปลงน้อยเพื่อคัดเลือกรายการคนขับที่เหมาะสมไว่ล่วงหน้า การพิจารณาเวลาเดินทางจะดูช่วงเวลาทับซ้อนและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบ



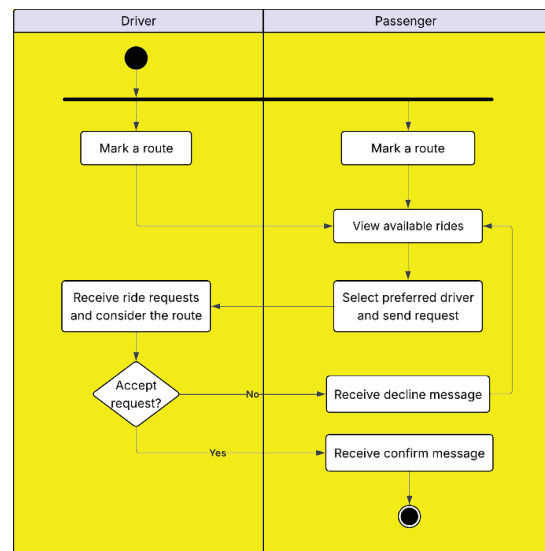
กับเส้นทางปกติของคนขับ จากนั้นพนักงานผู้ร่วมใช้งานระบบจะตัดสินใจเลือกคู่ผู้ร่วมเดินทางเองผ่านการพูดคุยภายในกลุ่มเล็กๆ Do และ Jung [4] กล่าวว่า การพัฒนาระบบร่วมโดยสารสำหรับบริษัท โดยเฉพาะช่วยลดปัญหาการจับคู่ที่เกิดจากตำแหน่งรับ-ส่งที่หลากหลาย ซึ่งเป็นข้อแตกต่างสำคัญจากระบบทั่วไป โดยมีแนวคิดในการทำตามลำดับดังนี้:

- 1) ให้คนขับสร้างเส้นทางไว้ก่อน
- 2) ผู้ร่วมโดยสารค้นหาเส้นทางและเลือกคนขับด้วยตัวเอง
- 3) ทำการตกลงกันและจองที่นั่งไว้ล่วงหน้า แสดงดังภาพที่ 1

วิธีการนี้ช่วยลดภาระของคนขับในการรับและส่งผู้โดยสาร และลดความกังวลด้านความปลอดภัยจากการร่วมโดยสารกับคนแปลกหน้า ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของระบบร่วมโดยสารระหว่างบริษัทโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับระบบทั่วไป

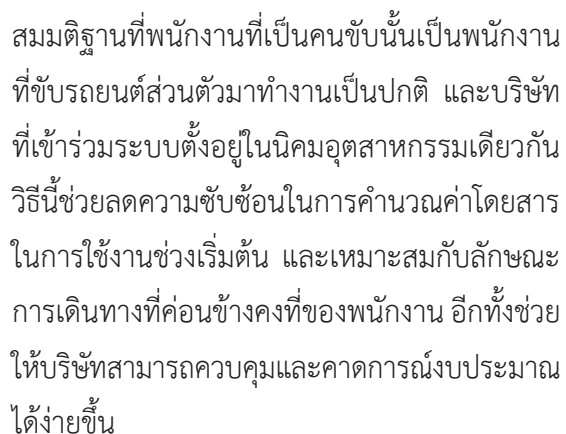
การพัฒนาระบบร่วมโดยสารในบทความนี้เลือกใช้การจับคู่ด้วยการตกลงร่วมกันตามลำดับที่เสนอโดย Do และ Jung [4] ที่ให้ความสำคัญทั้งกรอบเวลาเดินทางของคนขับและการตัดสินใจร่วมกันของพนักงาน เนื่องจากพนักงานมักรู้สึกปลอดภัยและสบายใจที่จะเดินทางไปกับเพื่อนร่วมงานหรือคนรู้จักมากกว่าบุคคลที่ไม่คุ้นเคย [4, 6] การตกลงร่วมกันจึงช่วยให้พนักงานสามารถเลือกผู้ร่วมเดินทาง

ที่เหมาะสมตามความต้องการส่วนตัวและความสัมพันธ์ทางสังคมได้ การจับคู่ด้วยวิธีนี้ช่วยสร้างความยืดหยุ่นและความมั่นใจในการใช้บริการ



ภาพที่ 1 ไตอะแกรมการจับคู่ระหว่างคนขับกับผู้โดยสารด้วยการตกลงร่วมกัน

ในกรณีมีผู้ร่วมโดยสารส่งคำขอมาหลายคนเกินจำนวนที่นั่งที่รับได้ การตัดสินใจตอบรับคำขอเป็นของคนขับ มีข้อเสนอแนะในการเพิ่ม threshold time หากคนขับไม่มีการตอบรับ ให้ถือว่าปฏิเสธคำขอ และอนุญาตให้ผู้ร่วมโดยสารส่งคำขอใหม่ แสดงดังภาพที่ 2



3.1 เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้

เครื่องมือสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันมีเป็นจำนวนมากและมีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกัน การพัฒนาระบบรวมโดยสารจำเป็นต้องใช้เครื่องมือพัฒนาหลายส่วนตั้งแต่ ส่วนการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน และส่วนการพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลและฐานข้อมูลร่วมระหว่างบริษัท การเลือกใช้เครื่องมือพัฒนาระบบรวมโดยสารในบทความนี้พิจารณาจากความต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานบนหลายแพลตฟอร์ม (Cross-platform application) ซึ่ง Flutter เป็นเฟรมเวิร์กที่ช่วยให้แอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android โดยไม่ต้องเขียนโค้ดแยกกันสองชุด อีกทั้ง Flutter ใช้ Stream ในการจัดการข้อมูลและเหตุการณ์แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เพื่ออัปเดตส่วนประสานผู้ใช้ และสถานะต่าง ๆ แบบเรียลไทม์อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบของ Apple จำเป็นต้องใช้ Xcode เพิ่มเติม

ระบบใช้วิธีการคำนวณค่าโดยสารแบบคงที่ ต่อเที่ยวต่อคน โดยค่าโดยสารที่กล่าวถึงในระบบนี้ เป็นค่าใช้จ่ายสนับสนุนการเดินทางที่บริษัทช่วย ชดเชยให้กับพนักงานที่เป็นคนขับ เพื่อสนับสนุน ความสะดวกในการเดินทางของพนักงาน จาก



ส่วน Android Studio นั้นสามารถทำงานร่วมกับ Flutter ได้ดี ในส่วนบริการแผนที่และเส้นทางในการร่วมโดยสารเลือกใช้งาน Google Maps Platform สำหรับการออกแบบส่วนจัดการข้อมูลในระบบร่วมโดยสารเลือกใช้ Cloud Firestore ของ Firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูล NoSQL ในระบบคลาวด์ที่ยืดหยุ่นและสามารถปรับขนาดได้พัฒนาบนโครงสร้างพื้นฐานของ Google Cloud รองรับระบบเรียลไทม์ จึงช่วยให้การประสานข้อมูลการเดินทางและการใช้งานร่วมกันของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติหรือฟังก์ชันของระบบร่วมโดยสาร

คุณสมบัติ/ฟังก์ชัน	ระบบที่พัฒนา	[3]	[7]	[8]	[9]	[12]	[13]
การจับคู่ด้วยการตัดสินใจร่วมกัน	X	X	X	X	X		X
การวางแผนการเดินทางสำหรับคนขับ	X			X	X	X	
การติดตามตำแหน่ง	X		X	X	X	X	
การแจ้งเตือนการเดินทาง	X			X	X	X	
การประเมินและให้คะแนน	X	X	X	X	X	X	
การใช้งานในระบบปิด	X	X	X	X			X
การจัดการผู้ใช้และสิทธิ์	X						
การดูรายงานระบบ	X						
รองรับการใช้งานร่วมกันหลายองค์กร	X						

หมายเหตุ: หากระบบใดไม่มีการระบุฟังก์ชันหรือคุณสมบัติชัดเจนในเอกสาร จะถือว่าไม่มีฟังก์ชันดังกล่าวในระบบนั้น

3.2 การออกแบบระบบ

ระบบร่วมโดยสารสำหรับพนักงานระหว่างบริษัทนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลัก

1. แอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application): ช่วยให้พนักงานสามารถสร้างเส้นทางการเดินทาง

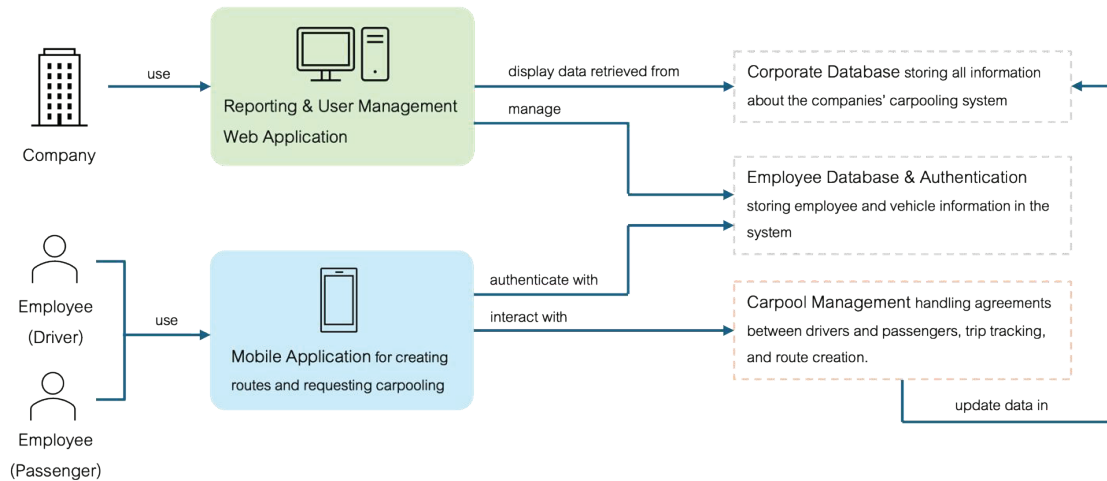
และขอร่วมโดยสาร รวมถึงการบันทึกข้อมูลของการเดินทางต่างๆ ลงในฐานข้อมูลเพื่อให้แสดงผลในเว็บแอปพลิเคชันของบริษัท

2. เว็บแอปพลิเคชันแสดงรายงานและจัดการผู้ใช้งานระบบร่วมโดยสาร (Reporting & User Management Web Application): ใช้จัดการข้อมูลของผู้ใช้งานระบบและแสดงผลรายงานที่เกี่ยวข้องกับการร่วมโดยสาร เช่น รายงานค่าโดยสารระหว่างบริษัท

ผู้ใช้งานระบบมี 3 ส่วนได้แก่ 1) พนักงานที่เป็นคนขับและ 2) พนักงานที่เป็นผู้ร่วมโดยสารจะใช้แอปพลิเคชันมือถือ และ 3) บริษัทจะใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแสดงรายงานและจัดการผู้ใช้งานระบบร่วมโดยสาร แสดงดังภาพที่ 3

แอปพลิเคชันมือถือจะใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลและระบบตรวจสอบตัวตน (Employee Database and Authentication) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลส่วนที่เก็บข้อมูลพนักงานและรถยนต์ที่อยู่ในระบบ เพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนเพื่อลงชื่อเข้าใช้แอปพลิเคชันมือถือ โดยมีส่วนการจัดการรถร่วมโดยสาร (Carpool Management) เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของฟังก์ชันในการร่วมโดยสารของพนักงาน โดยจะมีการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลขององค์กร (Corporate Database) เพื่อใช้แสดงผลและทำรายงานในส่วนเว็บแอปพลิเคชันของบริษัทต่อไป

เว็บแอปพลิเคชันจะใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลขององค์กร (Corporate Database) มาแสดงรายงานที่จำเป็น และสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้ในระบบซึ่งเก็บอยู่ที่ฐานข้อมูลของพนักงาน (Employee Database) ได้



ภาพที่ 3 ภาพรวมโครงสร้างของระบบร่วมโดยสาร

3.3 ขั้นตอนการพัฒนา

การพัฒนาระบบใช้แนวคิด Agile ที่ดำเนินการใน 3 ช่วง ประกอบด้วย 1) การพัฒนา Minimum Viable Product (MVP) 2) การพัฒนาใน sprint #1 และ 3) การพัฒนาใน sprint #2 ซึ่งทุกช่วงการพัฒนาจะมีการทดสอบระบบตามฟังก์ชันที่พัฒนาแล้วนำข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานมาใช้ในการปรับปรุงและใช้กระบวนการ Software Development Life Cycle (SDLC) ในการพัฒนาซึ่งมีขั้นตอนหลักดังนี้:

1. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ: เก็บข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อระบุความต้องการและฟังก์ชันหลักของระบบ และกำหนดขอบเขตการทำงานอย่างชัดเจน

2. การออกแบบระบบ: ออกแบบโครงสร้างของระบบและส่วนติดต่อผู้ใช้งานตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยศึกษาจากระบบที่มีอยู่ก่อนหน้านี้เพื่อให้ประสบการณ์การใช้งานที่ดีขึ้น

3. การพัฒนา: พัฒนาระบบตามการออกแบบที่ได้วางแผนไว้ โดยมีการกำหนดฟังก์ชันหลักที่จะ

พัฒนาในแต่ละช่วง พร้อมกับฟังก์ชันเพิ่มเติมจากข้อเสนอแนะของผู้ใช้

4. การทดสอบระบบ: ทดสอบระบบตามฟังก์ชันต่างๆ ที่พัฒนาขึ้น และดำเนินการทดสอบการใช้งานจากผู้ใช้เพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ

5. การบำรุงรักษา: ตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบในระหว่างการใช้งานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและปรับปรุงตามความจำเป็นจากข้อเสนอแนะที่ได้รับ

4. ผลการพัฒนาและทดสอบ

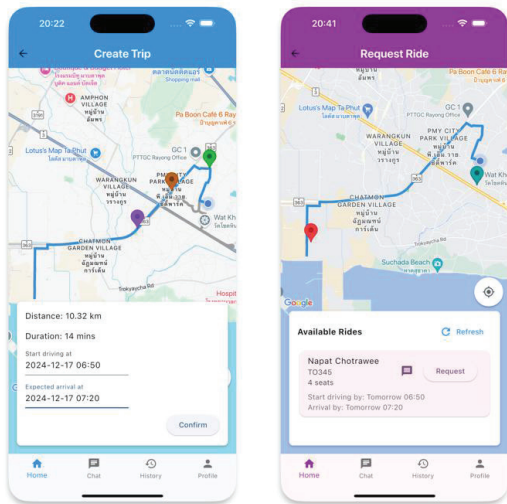
ระบบร่วมโดยสารที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยแอปพลิเคชันมือถือสำหรับพนักงานที่เป็นคนขับและผู้ร่วมโดยสาร และเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงรายงานและจัดการข้อมูลของผู้ใช้งาน ระบบร่วมโดยสารได้มีการทดสอบในเชิงเทคนิคหลายระดับ ตั้งแต่การทดสอบระดับหน่วย (Unit Test) และการทดสอบการรวมระบบ (Integration Test) ซึ่ง



ผ่านการทดสอบทั้งหมด นับว่าระบบพร้อมโดยสารที่พัฒนา มีการทำงานถูกต้องตามที่ต้องการ ดังนี้

1. แอปพลิเคชันมือถือ สำหรับคนขับและผู้ร่วมโดยสาร แสดงดังภาพที่ 4

- คนขับสามารถวางแผนเส้นทางและจัดการผู้ร่วมโดยสารที่ขอร่วมโดยสารในแต่ละเส้นทางได้
- ผู้ร่วมโดยสารสามารถสร้างคำขอร่วมโดยสารติดตามตำแหน่งของคนขับ และสื่อสารกับคนขับผ่านระบบได้



ภาพที่ 4 แอปพลิเคชันมือถือ

2. เว็บไซต์แอปพลิเคชัน สำหรับจัดการผู้ใช้งานและ ติดตามข้อมูลผลการดำเนินการและค่าใช้จ่ายระหว่างบริษัทที่ร่วมใช้งานระบบ

- ระบบจัดการผู้ใช้งาน สามารถบริหารจัดการข้อมูลบัญชีรายชื่อผู้ใช้งานระบบพร้อมโดยสารทั้งในส่วนของคนขับและผู้ร่วมโดยสารของบริษัทต่างๆ ที่ร่วมใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง

- ระบบจัดการด้านการเงิน สามารถแสดงรายงานค่าใช้จ่ายจากการให้และใช้บริการระบบร่วม

โดยสารระหว่างบริษัทประกอบด้วย 1) ค่าใช้จ่ายของพนักงานบริษัทที่ร่วมโดยสารกับคนขับที่เป็นพนักงานของบริษัทที่เข้าร่วมใช้งานระบบ 2) ค่าใช้จ่ายที่เรียกเก็บจากบริษัทที่พนักงานของบริษัทเหล่านั้นใช้บริการร่วมโดยสารของคนขับที่เป็นพนักงานของบริษัท และ 3) ผลตอบแทนที่บริษัทต้องให้กับพนักงานบริษัทที่เป็นคนขับ ได้อย่างถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 5

Driver Name	Passenger Name	Distance	Arrival Time	Earnings	Expenses
Napat Chotravee	Manat Wangthongkum	9.985 km	2024-12-16 11:38	\$100	
Napat Chotravee	Manat Wangthongkum	9.985 km	2024-12-16 21:35	\$100	
Napat Chotravee	Manat Wangthongkum	9.985 km	2024-12-16 20:55	\$100	
Napat Chotravee	Manat Wangthongkum	1.242 km	2024-12-16 15:15	\$100	
Total				\$100	\$0
Net Profit					\$100
Total Sales					
Total Drivers					
Total Passengers					

ภาพที่ 5 เว็บไซต์แอปพลิเคชันแสดงรายงานค่าโดยสารระหว่างบริษัท

การพัฒนาระบบร่วมโดยสารนี้เป็นการพัฒนาระบบเฉพาะสำหรับบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาเท่านั้น ดังนั้น กลุ่มทดลองจึงเป็นลักษณะของกลุ่มตัวแทนเฉพาะเจาะจง ประกอบด้วยพนักงานของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเท่านั้น

จากการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชันมือถือโดยกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 20 คน มีผลการประเมินตามหลักการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) [15] โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ (Likert scale) ดังตารางที่ 2 พบว่าแอปพลิเคชันมือถือได้รับการยอมรับเทคโนโลยีในระดับที่ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยภาพรวมอยู่ที่ 4.64/5 ซึ่งแสดงถึงความพึงพอใจในระดับสูงในด้านความพร้อมของระบบ การบรรลุเป้าหมายในการพัฒนา และการปกป้องความเป็นส่วนตัว



อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้บางส่วนมีความเห็นว่าแอปพลิเคชันมือถือยังมีความซับซ้อนเล็กน้อยในส่วนของการใช้

ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันได้มีการทดสอบโดยพนักงานบริษัทจำนวน 6 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่มีโอกาสใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในฐานะผู้ดูแลระบบของบริษัท เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันออกแบบมาเฉพาะสำหรับผู้ดูแลระบบ จึงมีจำนวนผู้ใช้น้อยกว่า ผลการประเมินตามหลักการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต 5

ระดับ ดังตารางที่ 2 พบว่าได้รับการยอมรับในระดับดีมากเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.70/5 สะท้อนให้เห็นถึงความพร้อมในการให้บริการประสิทธิภาพของระบบ และการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์สูง อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานส่วนใหญ่เสนอแนะว่ายังสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมในด้านการแสดงผลรายงานหรือประโยชน์ในมุมมองของบริษัทให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับความต้องการมากขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบใช้งานตามหลักการของการยอมรับเทคโนโลยี (TAM)

มิติการวัด	หัวข้อคำถามย่อย	แอปพลิเคชันมือถือ (n = 20)		เว็บแอปพลิเคชัน (n = 6)	
		Mean	SD	Mean	SD
1. ความมีประสิทธิภาพ	1.1 มีความง่ายต่อการค้นหาสิ่งที่ต้องการภายในระบบ	4.50	0.89	4.67	0.52
	1.2 บริการต่างๆ สามารถเรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว	4.65	0.67	5.00	0.00
	1.3 บริการต่างๆ สามารถใช้งานง่าย ไม่ต้องใช้เวลาเรียนรู้มากนัก	4.20	0.95	4.50	0.55
	1.4 ระบบสามารถให้บริการตามคำร้องขอได้อย่างรวดเร็วและเสร็จสิ้นภายในกรอบเวลาที่กำหนด	4.55	0.69	4.83	0.41
	เฉลี่ยรวม	4.48	0.81	4.75	0.44
2. ความพร้อมของระบบ	2.1 ระบบมีความพร้อมในการให้บริการอยู่เสมอ	4.95	0.22	4.83	0.41
	2.2 ระบบสามารถให้บริการได้อย่างมีเสถียรภาพต่อเนื่อง ไม่ล้มเหลว	5.00	0.00	4.67	0.52
	2.3 การรับข้อมูลจากผู้ใช้งานระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลที่ได้รับมีความถูกต้องครบถ้วน	4.75	0.44	4.67	0.52
	เฉลี่ยรวม	4.90	0.30	4.72	0.46
3. การบรรลุเป้าหมาย	3.1 ระบบสามารถให้บริการได้ตรงตามที่ตกลงไว้กับผู้ใช้งาน	4.65	0.49	4.17	0.41
	3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของระบบมีความถูกต้องแม่นยำ ตรงตามที่ใช้ร้องขอ	4.70	0.47	4.50	0.55
	เฉลี่ยรวม	4.68	0.47	4.33	0.49
4. ความเป็นส่วนตัว	4.1 ระบบไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานให้กับระบบอื่นหรือบุคคลอื่น โดยไม่ได้รับความยินยอมจากผู้ใช้งาน	4.50	0.61	4.83	0.41
	4.2 มีระบบรักษาความปลอดภัย สามารถปกป้องข้อมูลส่วนบุคคล พฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้งาน จากการเข้าไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต	4.55	0.51	5.00	0.00
	เฉลี่ยรวม	4.53	0.55	4.92	0.29
ภาพรวม		4.64	0.62	4.70	0.46

5. บทสรุป

ผลจากการพัฒนาและทดสอบระบบร่วมโดยสารสำหรับพนักงานระหว่างบริษัทในพื้นที่อุตสาหกรรม สรุปได้ว่า ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์และได้รับการยอมรับจากผู้ใช้ในกลุ่มหนึ่งในระดับดีมาก นั่นคือระบบสามารถเพิ่มความสะดวกในการเดินทางของพนักงานโดยการช่วยให้ผู้ร่วมโดยสารสามารถตกลงกับคนขับและติดตามตำแหน่งของคนขับได้ รวมถึงให้พนักงานที่เป็นคนขับสามารถวางแผนการเดินทางได้อย่างสะดวก และระบบสามารถคำนวณค่าโดยสารระหว่างบริษัทได้

สำหรับการนำระบบไปใช้งานจริงในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ระบบนี้เป็นก้าวสำคัญในการพัฒนาวิธีการที่สามารถช่วยให้การเดินทางในพื้นที่อุตสาหกรรมสะดวกสบายยิ่งขึ้นและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้รองรับผู้ใช้งานจำนวนมากเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งานจริงในอนาคต การพัฒนานี้จึงถือเป็นการเริ่มต้นที่ดีสำหรับการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีและยั่งยืนในพื้นที่อุตสาหกรรม

มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ ระบบต้นแบบยังไม่ได้ถูกนำไปใช้จริงในพื้นที่อุตสาหกรรม อาจจำเป็นต้องเตรียมทรัพยากรให้มีความเหมาะสมในการรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากและเพิ่มฟังก์ชันการคำนวณค่าโดยสารที่สะท้อนถึงระยะทางที่ต้องอ้อมจากเส้นทางเดิมของผู้ขับขึ้น เพื่อให้ค่าบริการมีความยุติธรรมและครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปรับเส้นทาง

นอกจากนี้ควรเพิ่มฟังก์ชันการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้งานระบบเพื่อใช้ยืนยันอย่างชัดเจนว่าระบบร่วมโดยสารสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้จริง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Fattah M A, Morshed S R, and Kafy A-A (2022). Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. *Transportation Engineering*, 9: 100122.
- [2] Szymanek A, Stokłosa J, and Zawisza T (2022). Carpooling and the reduction of urban traffic. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Kaluza, Slovakia, pp.012042.
- [3] Chowdhury A, Jamal A, Alam R, and Palit R (2016). Campus Ride: An Environment-Friendly Ride Sharing Platform for Academic Institutions. *2016 IEEE International Conference on Computer and Information Technology (CIT)*, Yanuca Island, Fiji, pp.120-124.
- [4] Do M, and Jung H (2018). The Socio-Economic Benefits of Sharing Economy: Colleague-Based Carpooling Service in Korea. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(3): 40.
- [5] Dimitrijević D, Nedić N, and Dimitrieski V (2013). Real-time carpooling and ride-



sharing: Position paper on design concepts, distribution and cloud computing strategies. 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, Krakow, Poland, pp.781-786.

[6] Pera R (2010). Promoting greener transportation systems for employees in industrial areas: Service design and communication strategies. Environmental Quality Management, 20.

[7] Kamaruddin K A, and Rozlis N R M (2019). UiTM Share Ride: Requirements Validation, Design and Development of a Campus Ride-Sharing Mobile Application. 2019 6th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), Johor Bahru, Malaysia, pp.1-6.

[8] Kalogirou K, Dimokas N, Tsami M, and Kehagias D (2018). Smart Mobility Combining Public Transport with Carpooling: An iOS Application Paradigm. 2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), Exeter, United Kingdom, pp.1271-1278.

[9] Xu Q, Zhu H, Zheng Y, Zhao J, Lu R, and Li H (2022). An Efficient and Privacy-

Preserving Route Matching Scheme for Carpooling Services. IEEE Internet of Things Journal, 9(20): 19890-19902.

[10] Ta N, Li G, Zhao T, Feng J, Ma H, and Gong Z (2018). An Efficient Ride-Sharing Framework for Maximizing Shared Route. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 30(2): 219-233.

[11] Grab (n.d). GrabHitch. <https://www.grab.com/th/en/hitch/>

[12] Techsauce Team (2560). รู้จักกับ “Liluna” แพลตฟอร์ม Carpooling แนวคิด Social Enterprise โดยฝีมือคนไทย. <https://techsauce.co/tech-and-biz/interview-with-liluna-carpooling-social-enterprise>

[13] Stamford International University (2561). ถอดรหัส “LILUNA” ไอเดียสู่ความสำเร็จของ นศ. Stamford MBA. https://www.stamford.edu/th/liluna_th/

[14] Hussain I, Knapen L, Bellemans T, Janssens D, and Wets G (2022). A Matching Framework for Employees to Support Carpooling in the Context of Large Companies. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 23(2): 1159-1170.

[15] Sriwisthiyakul K and Numprasertchai S (2008). e-Services in the Public Universities. NECTEC Technical Journal, 8(19), 319-330.

