

การวิเคราะห์รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจในเขตพัฒนา ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19

ญาณิศา นวลอนันต์^{1*} ธงทิศ ฉายากุล²

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ อีเมล : eyee_yns@hotmail.com

รับต้นฉบับ : 28 กุมภาพันธ์ 2566; รับบทความฉบับแก้ไข : 16 มิถุนายน 2566; ตอบรับบทความ : 10 กรกฎาคม 2566

เผยแพร่ออนไลน์ : 27 ธันวาคม 2566

บทคัดย่อ

ในปี ค.ศ. 2020–2022 ประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมากจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 การประกาศใช้มาตรการเพื่อควบคุมสถานการณ์การแพร่ระบาดส่งผลให้หลายธุรกิจขาดทุนสะสมและปิดกิจการ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อรับมือสถานการณ์โรคระบาดในอนาคต ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการติดตามตำแหน่งโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล โดยใช้ระบบดาวเทียมช่วยระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบธุรกิจในพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ โดยเป้าหมายของงานวิจัย คือ ศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างของรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจแต่ละประเภท โดยจัดกลุ่มขนาดสถานที่ตามจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเฉลี่ยต่อวันแล้วเปรียบเทียบด้วยเงื่อนไขความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของกลุ่มและสถานที่, วิเคราะห์ผลกระทบประกาศมาตรการจากรัฐบาลต่อปริมาณการสัญจรด้วยเท้า และวิเคราะห์การฟื้นตัวธุรกิจ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณการสัญจรด้วยเท้าด้วยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และ Wilcoxon Signed-Rank จากงานวิจัยนี้พบว่าธุรกิจแต่ละประเภทมีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าที่เป็นเอกลักษณ์และสัมพันธ์กับจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเฉลี่ยต่อวัน ผลการเปรียบเทียบสถานที่ตัวอย่างที่ผ่านเงื่อนไขต่อสถานที่ตัวอย่างทั้งหมดของธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง 130/204, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล 143/204, ธุรกิจอาคารสำนักงาน 199/282, ธุรกิจร้านอาหาร 304/480 และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า 145/180 การประกาศใช้พระราชกำหนดการบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (พ.ร.ก.ฉุกเฉิน), เคอร์ฟิว และห้ามนักท่องเที่ยวต่างชาติเดินทางเข้าประเทศไทย ส่งผลให้จำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงและคงที่อยู่ในระดับต่ำที่สุดในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา การสั่งปิดธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงครั้งที่ 2 ใช้เวลาถึงสองเดือนเพื่อควบคุมจำนวนการสัญจรด้วยเท้าให้อยู่ในระดับต่ำ โดยระหว่างที่ประกาศใช้มาตรการนี้มีบางช่วงเวลาที่มีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นซึ่งสวนทางกับจุดประสงค์ของมาตรการ และจากสถิติทดสอบพบว่าในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022 ไม่มีธุรกิจประเภทใดฟื้นตัวเมื่อเทียบกับช่วงก่อนเกิดการแพร่ระบาดโควิด-19

คำสำคัญ: ธุรกิจเขตพัฒนา การฟื้นตัวธุรกิจจากการระบาดโควิด-19 มาตรการโควิด-19 รูปแบบการสัญจรด้วยเท้า ผลกระทบจากโควิด-19

Foot Traffic Pattern Analysis of Vadhana District in the Spreading of COVID-19 Periods

Yanisa Nualanant^{1*} Thongthit Chayakula²

^{1,2}*Department of Survey Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand*

*Corresponding Author. E-mail address: eyee_yns@hotmail.com

Received: 28 February 2023; Revised: 16 June 2023; Accepted: 10 July 2023

Published online: 27 December 2023

Abstract

Between 2020 and 2022, several businesses in Thailand had deficits and wound up due to the government declarations for controlling the epidemic situation with large number of COVID-19 casualties. In this way, it is essential to analyze the impact on such businesses and prepare for the outbreak that may occur in the future. This research aimed to study the effects of businesses in Vadhana district of Bangkok, Thailand, using foot traffic data obtained by anonymized cell phone GPS location. The goals of this research are to study and differentiate foot traffic patterns of business types by percent difference condition between average foot traffic ratio of the group and the place. Moreover, foot traffic can evaluate the impact of government declaration and business recovery during the sample periods using statistical methods, Kolmogorov-Smirnov and Wilcoxon Signed-Rank, which performed to analyze foot traffic amounts. The study indicates that foot traffic pattern of each business type related to the number of foot traffic average per day. The results of the number of sample places which passed condition/total sample places are bars and night club 130/204, medical center and hospital 143/204, office building 199/282, restaurant 304/480, and retail shop and department store 145/180. Specifically, the government declarations, emergency decree, curfew, and preventing foreign tourists from entering the country, caused foot traffic reduction at the lowest level of enforcement periods. The second measure of closing bars and entertainment venues resulted in foot traffic slowly decreased to low level for two months and peaked in some period of this reduction that went against declaration's objectives. Finally, foot traffic statistical analyses in October 2022 showed that all business types had not yet recovered from pre-pandemic period.

Keywords: Business in Vadhana district, Business recovery from COVID-19, COVID-19 declaration, Foot traffic pattern, Impact from COVID-19

1) บทนำ

ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้า (foot traffic) มีบทบาทสำคัญต่อการติดตามจำนวนและตำแหน่งของผู้ใช้บริการในบริเวณที่สนใจ เช่น ร้านค้า, ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของมนุษย์ โดยข้อมูลนี้ถูกประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารูปแบบการเดินของผู้ใช้บริการภายในอาคาร (indoor) ผ่านการติดตามตำแหน่งด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณซึ่งไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้หากออกนอกขอบเขตการตรวจจับ [1] การวางแผนดำเนินธุรกิจด้วยโมเดลธุรกิจอัจฉริยะจากแบบจำลองการสัญจรด้วยเท้าเพื่อศึกษารูปแบบการเดินภายในอาคาร [2] สามารถศึกษาลักษณะการเดินเลือกซื้อสินค้าแบบทวนและตามเข็มนาฬิกาภายในร้านสะดวกซื้อร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับลักษณะการมองของสายตาเพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของลูกค้า [3] นอกจากธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าแล้วข้อมูลการสัญจรด้วยเท้ายังถูกใช้ในธุรกิจโรงพยาบาล เช่น ติดตั้งเครื่องนับจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ที่เดินผ่านประตูห้องผ่าตัดวิเคราะห์ร่วมกับเครื่องตรวจจับแบคทีเรียในอากาศเพื่อออกแบบจำนวนคนในทีมลดโอกาสที่ผู้ป่วยติดเชื้อขณะผ่าตัด [4] การติดตามตำแหน่งเพื่อเก็บข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าภายนอกอาคาร (outdoor) มีขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณกว้างเพื่อสังเกตพฤติกรรมของคนจำนวนมาก ได้มีการพัฒนาโมเดลสำหรับตรวจจับคนเดินบนถนนและแยกชนิดยานพาหนะแบบเรียลไทม์ด้วยอัลกอริทึม YOLOv3 ซึ่งเก็บข้อมูลผ่านกล้องวงจรปิดที่ติดตั้งรอบถนน [5] การเก็บข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าแบบเรียลไทม์ด้วยเซ็นเซอร์ติดตั้งในพื้นที่สาธารณะเพื่อนับจำนวนคนเดินผ่านสามารถนำไปปรับแก้และประเมินความถูกต้องของโมเดลพยากรณ์ปริมาณการสัญจรด้วยเท้าที่อาจเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น เวลา และสภาพอากาศ [6] อีกทั้งสามารถสร้างโมเดลพยากรณ์กิจกรรมประจำวันจากการจำแนกรูปแบบกิจกรรมของคนในเมืองด้วยอัลกอริทึม Gibbs Sampling โดยระบุตำแหน่งผู้ใช้โทรศัพท์ที่เช็คอินผ่านแอปพลิเคชัน Foursquare [7] จะเห็นได้ว่าข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าสามารถอธิบายลักษณะการเดินได้เป็นอย่างดี เมื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับและประยุกต์ใช้การประมวลผลที่ซับซ้อนจะสามารถศึกษาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ทั้งระดับมหภาค (macro level) และระดับจุลภาค (micro level)

เมื่อเทคโนโลยีถูกพัฒนาซับซ้อนมากขึ้น การรังวัดตำแหน่งการสัญจรด้วยเท้าติดตามผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบนิรนามร่วมกับระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS) การเก็บข้อมูลภายนอกอาคารจึงมี

ลักษณะเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่และมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งสูง [8] สามารถสร้างโมเดลพยากรณ์ปริมาณการสัญจรด้วยเท้าในอนาคตด้วยวิธีการทาง Machine Learning เพื่อศึกษาการขยายตัวของตัวเมือง [9] ประยุกต์ใช้กับการจำแนกพฤติกรรมของผู้ใช้บริการโทรคมนาคมร่วมกับระบบแจ้งเตือนและเรียกเก็บเงิน และระบบลูกค้าสัมพันธ์ เพื่อหาพฤติกรรมต้องสงสัยที่อาจก่อความเสียหายต่อองค์กรนำไปสู่การวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดและระบบตรวจจับการฉ้อโกงและอาชญากร [10] ถึงแม้การระบุตำแหน่งด้วยดาวเทียมจะช่วยให้เกิดความแม่นยำสูงแต่การรับสัญญาณในพื้นที่ไม่เปิดโล่งหรือภายในอาคารอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน จึงอาศัยอุปกรณ์เสริมช่วยเก็บข้อมูลการสัญจรด้วยเท้า เช่น อุปกรณ์ Wi-Fi [11] เพื่อให้สามารถบอกตำแหน่งของผู้ใช้บริการในอาคารได้ถูกต้องมากขึ้น

ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าถูกนำมาวิเคราะห์รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากผลกระทบโรคระบาดโควิด-19 สามารถคำนวณความน่าจะเป็นจากความเสี่ยงติดเชื้อด้วยแบบจำลองรูปแบบการเดินภายในโรงแรมอาคารเรียนเพื่อออกแบบเส้นทางเดินในสถานการณ์ที่มีผู้คนแออัดเพื่อลดโอกาสติดเชื้อ [12] เมื่อจำนวนผู้ป่วยโควิด-19 รายวันเพิ่มสูงขึ้นรัฐบาลหลายประเทศประกาศใช้มาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม (social distancing) เพื่อควบคุมปริมาณผู้ติดเชื้อซึ่งส่งผลกระทบต่อธุรกิจหลายประเภทจากการศึกษาพบว่าข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าสามารถใช้วิเคราะห์ผลกระทบต่อเศรษฐกิจระดับมหภาคภายในประเทศ [13] กรณีศึกษาประเทศแคนาดา ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าทำให้ทราบว่าประชาชนทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเครื่องกระตุ้นหัวใจแบบอัตโนมัติ (AEDs) ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ในพื้นที่สาธารณะ เนื่องจากรัฐบาลประกาศใช้มาตรการสั่งปิดสถานที่สาธารณะซึ่งถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยฉุกเฉินเสียชีวิต [14] อีกทั้งสามารถศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการธุรกิจร้านอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการประกาศใช้มาตรการขอความร่วมมือให้ประชาชนอยู่ภายในบ้านเพื่อลดความเสี่ยงติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ทราบพฤติกรรมประชาชนที่พักอาศัยในย่านรายได้ต่ำการเดินทางจะลดลงช่วงสัปดาห์แรก ส่วนประชาชนที่พักอาศัยในย่านรายได้สูงจะใช้บริการขนส่งอาหารมากขึ้นจึงรับประทานอาหารในร้านน้อยลง [15]

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์การสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจ 5 ประเภทในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจอาคารสำนักงาน, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล,

ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า โดย
การวิจัยประกอบด้วย 3 ประเด็น ดังนี้ 1) การศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจแต่ละประเภท 2) วิเคราะห์ผลกระทบต่อปริมาณการสัญจรด้วยเท้าจากประกาศมาตรการที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 และ 3) วิเคราะห์การฟื้นตัวของธุรกิจ

2) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1) สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov

การทดสอบลักษณะการแจกแจงข้อมูล สามารถคำนวณได้จากฟังก์ชันแจกแจงความถี่สะสมของกลุ่มทดสอบ ($F_n(x)$) ดังนี้

$$F_n(x) = \frac{\text{number of (elements in the sample)} \leq x}{n} \quad (1)$$

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1_{(-\infty, x]}(X_i) \quad (2)$$

$$D_n = \sup_x |F_n(x) - F(x)| \quad (3)$$

โดย X_i คือ ตัวอย่างสุ่มจากประชากร, x คือ ข้อมูลทดสอบ, n คือ จำนวนประชากร, $F(x)$ คือ ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้, $F_n(x)$ คือ ความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวัง, $\sup_x$ คือ ค่าสัมบูรณ์ระยะห่างที่มากที่สุดระหว่างความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่คาดหวังและความถี่สะสมสัมพัทธ์ที่สังเกตได้ และ D คือ ค่าที่นำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต [16], [17] โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เพื่อวิเคราะห์การฟื้นตัวของธุรกิจ และทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีสมมติฐานหลัก (H_0) คือ ข้อมูลแจกแจงแบบปกติ

2.2) สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed-Rank

ทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ เป็นการเปรียบเทียบค่ากลางจากผลต่างระหว่างข้อมูล 2 กลุ่ม แล้วจัดอันดับค่าสัมบูรณ์ของผลต่างซึ่งในกรณีที่อันดับซ้ำกันจะใช้ค่าเฉลี่ยอันดับของผลต่างที่ซ้ำทั้งหมด จากนั้นเปรียบเทียบผลรวมอันดับของผลต่างบวกและลบนำค่าที่มากกว่าเทียบกับค่าวิกฤต [18] ถ้าหากผลต่างระหว่าง 2 กลุ่ม มีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะส่งผลให้อัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type 1 error rate) เพิ่มขึ้นตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างและดีกรีสมมาตร [19] สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้เพื่อวิเคราะห์การฟื้นตัวของธุรกิจ และทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีสมมติฐานหลัก (H_0) คือ สถานการณ์แพร่ระบาดของโควิด-19 ไม่ส่งผลให้ค่ามัธยฐานของข้อมูลทดสอบทั้ง 2 ช่วงเวลาแตกต่างกัน

3) วิธิดำเนินการวิจัย

3.1) พื้นที่ศึกษา

ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าบริเวณเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 : พื้นที่ศึกษา

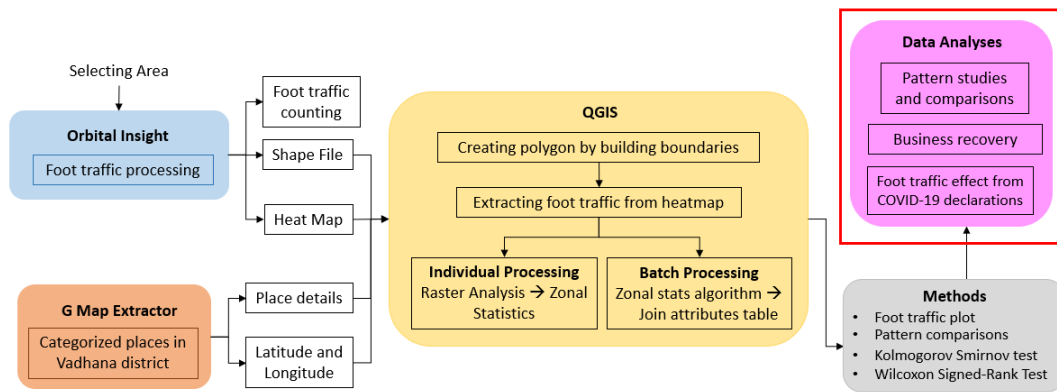
3.2) ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลการสัญจรด้วยเท้าในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 1) การศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้า ได้แก่ ข้อมูลที่จัดเก็บด้วยความถี่รายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน – 31 ธันวาคม ค.ศ. 2019 2) ศึกษาผลกระทบการสัญจรด้วยเท้าจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 ได้แก่ ข้อมูลที่จัดเก็บด้วยความถี่รายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ค.ศ. 2020 – 31 มีนาคม ค.ศ. 2021 3) วิเคราะห์การฟื้นตัวของธุรกิจ ได้แก่ ข้อมูลที่จัดเก็บด้วยความถี่รายชั่วโมงเดือนเมษายน ค.ศ. 2019, ค.ศ. 2020, ค.ศ. 2021 และตุลาคม ค.ศ. 2022

3.3) วิธีการเก็บข้อมูล

3.3.1) การรวบรวมข้อมูลการสัญจรด้วยเท้า เขตวัฒนามีความหลากหลายทางธุรกิจสูงและเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นิยมของชาวต่างชาติ ประเทศไทยเกิดการแพร่ระบาดของโควิด-19 ตั้งแต่วันที่ ค.ศ. 2020 จึงเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อใหม่รายวันในประเทศไทย คือ 1 เมษายน ค.ศ. 2019 – 31 มีนาคม ค.ศ. 2021 และตุลาคม ค.ศ. 2022 ประมวลผลบนแพลตฟอร์ม Orbital Insight ด้วย Foot traffic algorithm เพื่อนับจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ภายในพื้นที่ที่สนใจ (Area of Interest: AOI) [20] เป็นระยะเวลา 0-60 นาที

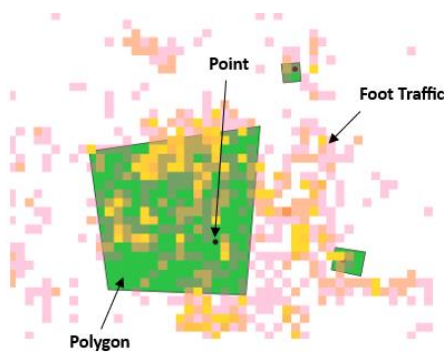
3.3.2) การรวบรวมรายละเอียดสถานที่ในเขตวัฒนา สํารวจสถานที่ในเขตวัฒนาด้วย Google Map ใช้คำค้นหาที่สอดคล้องกับธุรกิจประเภทนั้น ๆ เพื่อให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จากนั้นใช้แพลตฟอร์ม G Map Extractor รวบรวมรายละเอียดของแต่ละสถานที่



รูปที่ 2 : ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4) การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1) ประมวลผลด้วยโปรแกรม QGIS พล็อตพิกัดสถานที่ (point) จากหัวข้อ 3.2.2 สร้างโพลีกอน (polygon) รอบสิ่งปลูกสร้างที่ปรากฏบนแผนที่เพื่อกำหนดบริเวณที่ต้องการสกัด (extract) ปริมาณการสัญจรด้วยเท้า โดยสร้างชั้นข้อมูล (layer) แยกสำหรับธุรกิจแต่ละประเภท จากนั้นซ้อนทับแผนที่ความร้อน (heat map) ที่ได้จาก Orbital Insight เพื่อเก็บรวบรวมปริมาณการสัญจรด้วยเท้าภายในเขตพัฒนาบนขอบเขตที่สร้างขึ้น (รูปที่ 3) แล้วสกัดการสัญจรด้วยเท้าของแต่ละสถานที่ด้วย Zonal Stats Algorithm



รูปที่ 3 : การซ้อนทับแผนที่ความร้อนบนขอบเขตสถานที่

3.4.2) เปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้า จัดกลุ่มขนาดสถานที่ด้วยค่าเฉลี่ยจำนวนการสัญจรด้วยเท้า

เท้าต่อวัน จากนั้นจับคู่วันประกอบด้วย 6 คู่ ได้แก่ Mon–Tue, Tue–Wed, Wed–Thu, Thu–Fri, Fri–Sat และ Sat–Sun โดยใช้เงื่อนไขการเปรียบเทียบเพื่อทดสอบความเหมือน-ต่างระหว่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของกลุ่มและสถานที่ ซึ่งเงื่อนไขนี้ได้จากการทดสอบหาระดับความแตกต่างที่เหมาะสมด้วยสายตาระหว่างอัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันของกลุ่มและสถานที่ โดยตรวจสอบแนวโน้มค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าแต่ละคู่แบ่งเป็น 2 กรณี คือ แนวโน้มเพิ่ม (+) หมายถึง ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าวันถัดมามากกว่าวันก่อนหน้าซึ่งอัตราส่วนจะมีค่ามากกว่าศูนย์ และแนวโน้มลด (-) หมายถึง ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าวันถัดมาน้อยกว่าวันก่อนหน้าซึ่งอัตราส่วนจะมีค่าน้อยกว่าศูนย์

ขั้นตอนการพิจารณาเงื่อนไขการเปรียบเทียบ

1) คำนวณอัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของสถานที่ตัวอย่างประเภทธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง ดังตารางที่ 1

Mon–Tue	=	26.775/29.050	=	0.92 (-)
Tue–Wed	=	28.436/26.775	=	1.06 (+)
Wed–Thu	=	28.872/28.436	=	1.02 (+)
Thu–Fri	=	41.077/28.872	=	1.42 (+)
Fri–Sat	=	49.179/41.077	=	1.20 (+)
Sat–Sun	=	33.974/49.179	=	0.69 (-)

ตารางที่ 1 : ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของสถานที่ตัวอย่าง

Name	Foot traffic average						
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Sample Bar	29.050	26.775	28.436	28.872	41.077	49.179	33.974

2) เนื่องจากสถานที่ตัวอย่างมีปริมาณเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันอยู่ในช่วง 10–100 traffic/day ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงขนาดกลาง คำนวณอัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าจากตารางที่ 2

$$\text{Mon-Tue} = 18.248/16.717 = 1.09 (+)$$

$$\text{Tue-Wed} = 18.966/18.248 = 1.04 (+)$$

$$\text{Wed-Thu} = 19.735/18.966 = 1.04 (+)$$

$$\text{Thu-Fri} = 24.327/19.735 = 1.23 (+)$$

$$\text{Fri-Sat} = 26.761/24.327 = 1.10 (+)$$

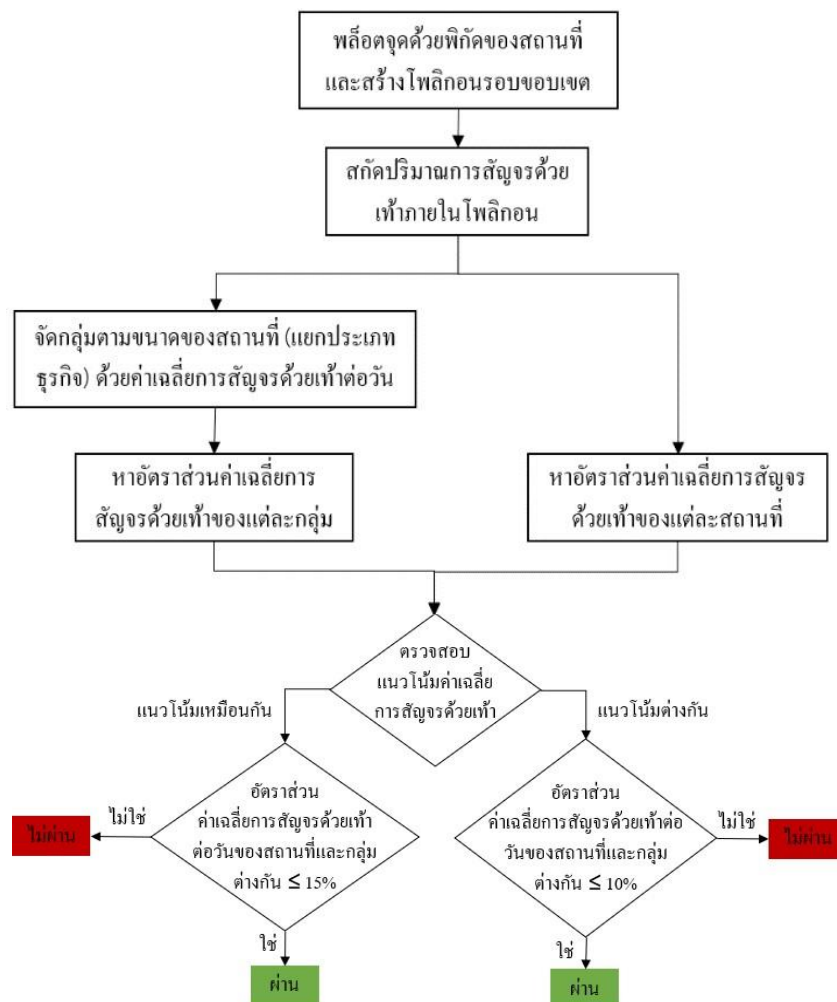
$$\text{Sat-Sun} = 20.468/26.761 = 0.76 (-)$$

3) ตรวจสอบแนวโน้มค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าก่อนพิจารณาตามเงื่อนไขรูปที่ 4 จากตารางที่ 3 แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 : แนวโน้มค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของสถานที่ตัวอย่างเหมือนกับธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงกลุ่มขนาดกลาง แต่ละคู่จะผ่านเงื่อนไขก็ต่อเมื่ออัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันของสถานที่และกลุ่มต่างกันไม่เกิน 15%

ตารางที่ 2 : ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงขนาดกลาง

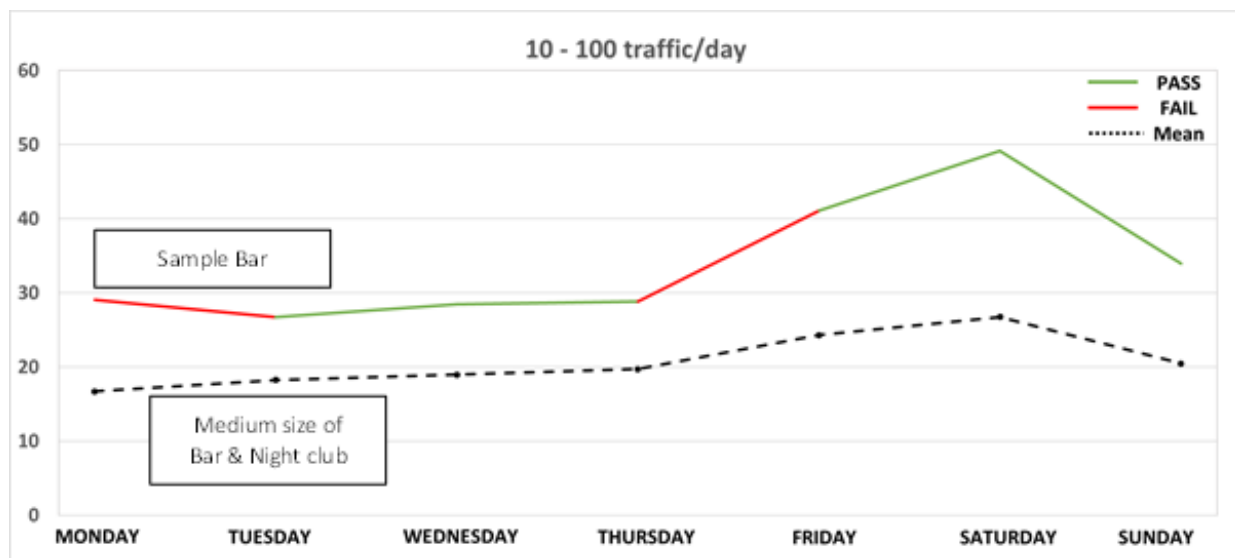
Name	Foot traffic average						
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Medium size of Bar & Night Club average	16.717	18.248	18.966	19.735	24.327	26.761	20.468



รูปที่ 4 : เงื่อนไขการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 3 : ผลการเปรียบเทียบรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าตามเงื่อนไข

		Trend Check					
		Mon-Tue	Tue-Wed	Wed-Thu	Thu-Fri	Fri-Sat	Sat-Sun
Sample Bar		-	+	+	+	+	-
Medium size of Bar & Night Club average		+	+	+	+	+	-
ผ่านเงื่อนไข	Trend similarity check						
	X	✓	✓	✓	✓	✓	
	Percent difference of foot traffic ratio						
ไม่ผ่านเงื่อนไข	15.57%	2.18%	2.42%	15.42%	8.84%	9.68%	



รูปที่ 5 : ผลการเปรียบเทียบรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าตามเงื่อนไข

กรณีที่ 2 : แนวโน้มค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของสถานที่ตัวอย่างกับธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงกลุ่มขนาดกลาง แต่ละคู่จะผ่านเงื่อนไขก็ต่อเมื่ออัตราส่วนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันของสถานที่และกลุ่มต่างกันไม่เกิน 10%

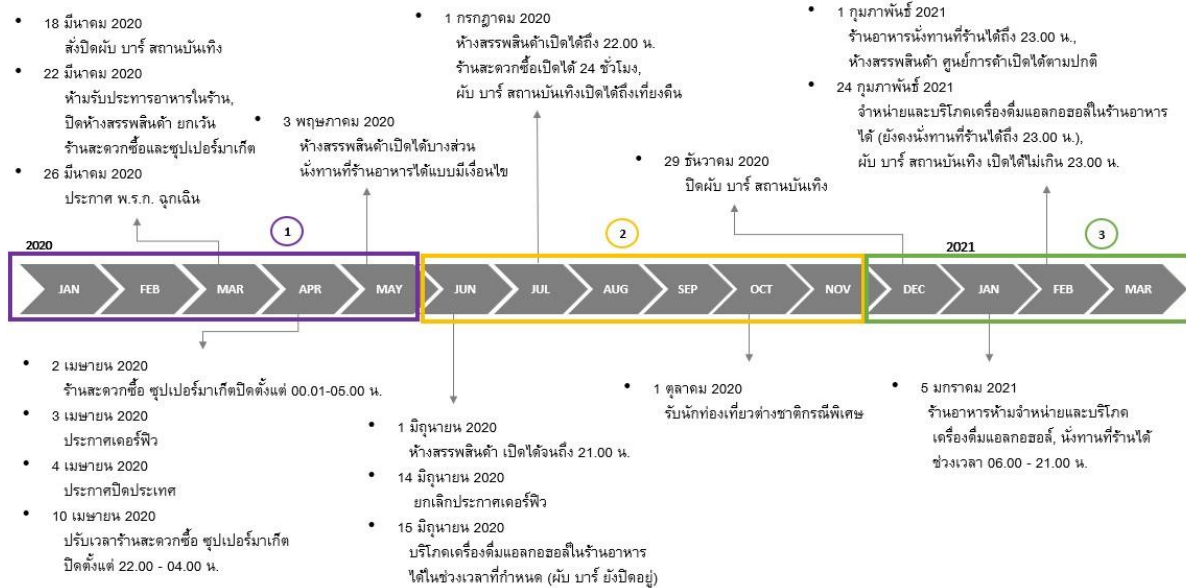
ดังนั้น จากสถานที่ตัวอย่างพบว่า Tue-Wed, Wed-Thu, Fri-Sat และ Sat-Sun ผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบรูปแบบการสัญจรด้วยเท้า (รูปที่ 5)

3.4.3) วิเคราะห์ผลกระทบจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 ช่วงเวลาประกาศมาตรการจากรัฐบาลดังรูปที่ 6 รวบรวมจากประกาศกรุงเทพมหานคร เรื่องสั่งปิดสถานที่เป็นการชั่วคราว ฉบับที่ 1-24 และราชกิจจานุเบกษา ฉบับที่ 2 และ 10 โดยธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีก และห้างสรรพสินค้าจะวิเคราะห์ด้วยการสัญจรด้วยเท้าที่เก็บ

ความถี่รายวัน ส่วนธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล และธุรกิจอาคารสำนักงานไม่ได้รับผลกระทบจากมาตรการโดยตรงจึงใช้ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันซึ่งครอบคลุมช่วงการระบาดระลอกแรก-ระลอกที่สอง [21]

3.4.4) สถิติทดสอบปริมาณการสัญจรด้วยเท้า จัดเรียงข้อมูล 2 แบบ คือ เรียงตามวันในสัปดาห์ (day of week) และเรียงตามวันที่ (date) เลือกเฉพาะช่วงเวลา queธุรกิจเปิดทำการตามตารางที่ 4

การประมวลผลด้วยโปรแกรม SPSS แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ฟังก์ชัน Descriptive Statics อธิบายลักษณะข้อมูลด้วยค่าทางสถิติ, ลักษณะการแจกแจงความถี่สะสม และ Boxplot เพื่อดูลักษณะการแจกแจงของผลต่าง และฟังก์ชัน 2 Related Samples สำหรับสถิติทดสอบ Wilcoxon Signed-Rank



รูปที่ 6 : ประกาศมาตรการเกี่ยวข้องกับโรคโควิด-19 จากรัฐบาล

ตารางที่ 4 : ช่วงเวลาประเมินผลสถิติทดสอบปริมาณการสัญจรด้วยเท้า

Business Type	Group by	Group	Time
Bar & Night Club	Day of Week	Week1, Week2, Week3, Week4, Week5	19:00 – 02:00
Medical Center & Hospital	Date	1 st – 7 th , 8 th – 14 th , 15 th – 21 st , 22 nd – 30 th	00:00 – 23:00
Office Building	Day of Week	Week1, Week2, Week3, Week4, Week5	08:00 – 18:00
Restaurant	Date	1 st – 7 th , 8 th – 14 th , 15 th – 21 st , 22 nd – 30 th	10:00 – 23:00
Retail Shop & Department Store	Date	1 st – 7 th , 8 th – 14 th , 15 th – 21 st , 22 nd – 30 th	08:00 – 23:00

4) ผลการวิจัย

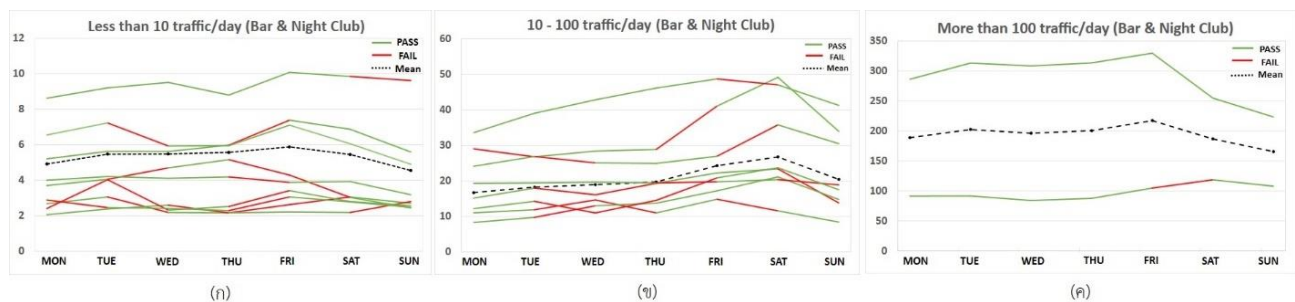
4.1) ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจแต่ละประเภท

เมื่อเปรียบเทียบตามเงื่อนไขที่กำหนดในหัวข้อที่ 3.4.2 พล็อตกราฟระหว่างวันและค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าเพื่อแสดงรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของแต่ละสถานที่ในกลุ่ม (รูปที่ 7–11) ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 5 พบว่าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงมีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของกลุ่มขนาดเล็กค่อนข้างหลากหลาย ผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบ 73 คู่ จากทั้งหมด 120 คู่, กลุ่มขนาดกลางมีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าคงที่วันจันทร์–พฤหัสบดี เพิ่มขึ้นวันศุกร์ สูงสุดวันเสาร์ และลดลงวันอาทิตย์ ผ่านเงื่อนไข 47 คู่ จากทั้งหมด 72 คู่ ส่วนกลุ่มขนาดใหญ่จำนวนการสัญจรด้วยเท้าคงที่วันจันทร์–พฤหัสบดี และเพิ่มขึ้นในวันศุกร์ โดยช่วงวันจันทร์–ศุกร์ สถานที่ส่วนมากมีรูปแบบคล้ายกับค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของกลุ่มสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบที่ผ่านเงื่อนไขทุกคู่, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และ

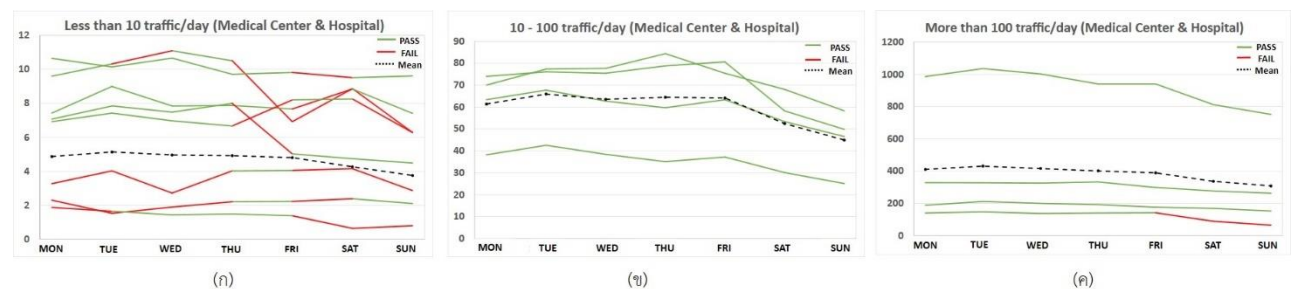
โรงพยาบาล กลุ่มขนาดเล็กผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบ 97 คู่ จากทั้งหมด 156 คู่, กลุ่มขนาดกลางการสัญจรด้วยเท้าแต่ละวันค่อนข้างคงที่วันจันทร์–ศุกร์ ลดลงวันเสาร์และอาทิตย์สอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบที่ผ่านเงื่อนไขทุกคู่ ส่วนกลุ่มขนาดใหญ่มีรูปแบบเหมือนค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าของกลุ่มเพราะผ่านเงื่อนไขทั้งหมด ยกเว้นวันศุกร์–เสาร์ และเสาร์–อาทิตย์ ที่ผ่านเงื่อนไข 3 คู่ จาก 4 คู่, ธุรกิจอาคารสำนักงาน พบว่าทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบคล้ายกัน คือ วันจันทร์–ศุกร์จำนวนการสัญจรด้วยเท้าค่อนข้างคงที่ส่งผลให้ทั้ง 4 ช่วง มีคู่ที่ผ่านเงื่อนไขค่อนข้างมาก โดยกลุ่มขนาดเล็กผ่านเงื่อนไข 99 คู่จากทั้งหมด 150 คู่ และกลุ่มขนาดใหญ่ 100 คู่ จากทั้งหมด 132 คู่ แต่ในทางกลับกันการที่จำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงอย่างฉับพลันวันเสาร์และวันอาทิตย์ พบว่ารูปแบบการสัญจรด้วยเท้าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบของทั้งสองกลุ่ม ซึ่งรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจประเภทนี้สอดคล้องกับ [21] ที่ว่าวันจันทร์–ศุกร์เป็นช่วงการทำงานมาตรฐานของพนักงาน

บริษัท, ธุรกิจร้านอาหาร กลุ่มขนาดเล็กรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าหลากหลายและแตกต่างกับรูปแบบของค่าเฉลี่ยซึ่งสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบอยู่ระหว่าง 33-39 คู่ จาก 61 คู่ ส่วนกลุ่มขนาดใหญ่จำนวนการสัญจรด้วยเท้าค่อนข้างคงที่แต่ละวันและรูปแบบคล้ายกับค่าเฉลี่ยกลุ่ม สอดคล้องกับผลที่ผ่านเงื่อนไข 87 คู่ จากทั้งหมด 114 คู่ และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า สถานที่ในกลุ่มขนาดเล็กมีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวันใกล้เคียงกัน ผ่านเงื่อนไข 103 คู่ จากทั้งหมด 132 คู่, กลุ่มขนาด

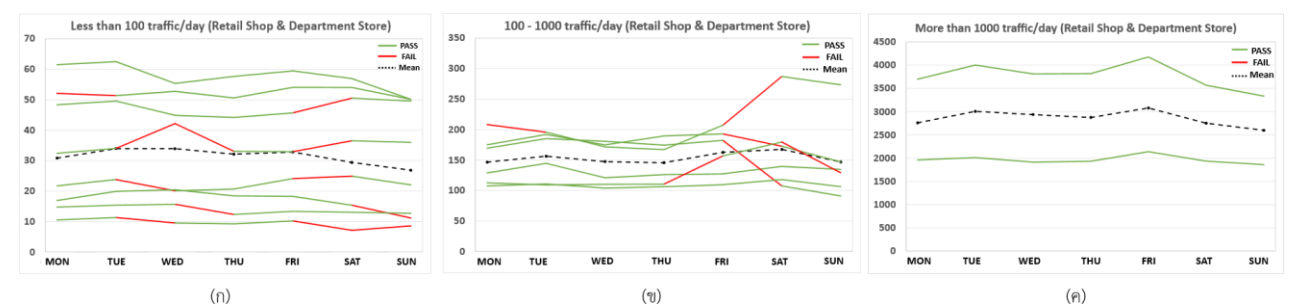
กลาง จำนวนการสัญจรด้วยเท้าค่อนข้างคงที่และรูปแบบคล้ายกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มสอดคล้องกับผ่านเงื่อนไข 30 คู่ จากทั้งหมด 36 คู่ ส่วนกลุ่มขนาดใหญ่สามารถผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบได้หมดทุกคู่ โดยผลการเปรียบเทียบจำนวนคู่ที่ผ่านเงื่อนไข/คู่ทั้งหมดของธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง 130/204, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล 143/204, ธุรกิจอาคารสำนักงาน 199/282, ธุรกิจร้านอาหาร 304/480 และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า 145/180



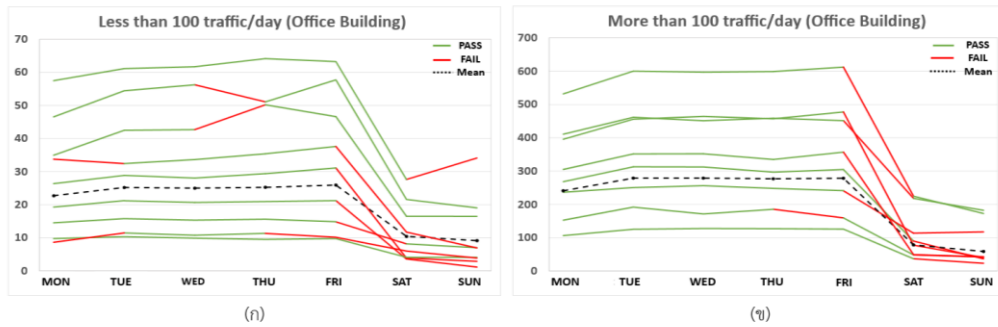
รูปที่ 7 : รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง (ก) กลุ่มขนาดเล็ก (ข) กลุ่มขนาดกลาง (ค) กลุ่มขนาดใหญ่



รูปที่ 8 : รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล (ก) กลุ่มขนาดเล็ก (ข) กลุ่มขนาดกลาง (ค) กลุ่มขนาดใหญ่



รูปที่ 9 : รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า (ก) กลุ่มขนาดเล็ก (ข) กลุ่มขนาดกลาง (ค) กลุ่มขนาดใหญ่



รูปที่ 10 : รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจอาคารสำนักงาน (ก) กลุ่มขนาดเล็ก (ข) กลุ่มขนาดใหญ่



รูปที่ 11 : รูปแบบการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจร้านอาหาร (ก) กลุ่มขนาดเล็ก (ข) กลุ่มขนาดใหญ่

ตารางที่ 5 : ผลการเปรียบเทียบด้วยเงื่อนไข

Business Type	Group	Number of sample	Number of pass condition						Total pass	Total Sample
			Mon-Tue	Tue-Wed	Wed-Thu	Thu-Fri	Fri-Sat	Sat-Sun		
Bar & Night Club	Small (< 10 traffic/day)	20	13	12	15	9	12	12	73	120
	Medium (10 -100 traffic/day)	12	8	7	8	8	8	7	46	72
	Large (> 100 traffic/day)	2	2	2	2	2	1	2	11	12
Total pass/total sample of Bar & Night Club = 130/204										
Medical Center & Hospital	Small (< 10 traffic/day)	26	17	15	21	19	11	14	97	156
	Medium (10 -100 traffic/day)	4	4	4	4	4	4	4	24	24
	Large (> 100 traffic/day)	4	4	4	4	4	3	3	22	24
Total pass/total sample of Medical Center & Hospital = 143/204										
Office Building	Small (< 100 traffic/day)	25	17	21	21	22	6	12	99	150
	Large (> 100 traffic/day)	22	22	22	22	21	4	12	100	132
Total pass/total sample of Office Building = 199/282										
Restaurant	Small (< 10 traffic/day)	61	36	39	38	37	33	34	217	366
	Large (> 10 traffic/day)	19	12	18	15	15	13	14	87	114
Total pass/total sample of Restaurant = 304/480										
Retail Shop & Department Store	Small (< 100 traffic/day)	22	19	16	19	21	12	16	103	132
	Medium (100 - 1000 traffic/day)	6	5	6	6	5	3	5	30	36
	Large (> 1000 traffic/day)	2	2	2	2	2	2	2	12	12
Total pass/total sample of Retail Shop & Department Store = 145/180										

4.2) ผลกระทบต่อปริมาณการสัญจรด้วยเท้าจากการประกาศมาตรการที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19

จากรูปที่ 6 และ 12 วิเคราะห์มาตรการที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจร่วมกับข้อมูลการสัญจรด้วยเท้า กำหนดให้ traffic หมายถึงหน่วยของจำนวนการสัญจรด้วยเท้า โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงดังนี้

1) ช่วงระบาดระลอกที่ 1 ปลายเดือนมีนาคม ค.ศ. 2020 มีการสั่งปิดบาร์และสถานบันเทิง, ห้างสรรพสินค้า และห้ามรับประทานอาหารภายในร้าน วันถัดมาพบว่าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าจำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงจาก 1003 traffic เหลือ 830 traffic, เพิ่มขึ้นจาก 638 traffic เป็น 941 traffic และเพิ่มขึ้นจาก 2833 traffic เป็น 4708 traffic ตามลำดับ จากนั้นวันที่ 25 มีนาคม ค.ศ. 2020 ก่อนประกาศใช้ พ.ร.ก. ฉุกเฉิน 1 วันจำนวนการสัญจรด้วยเท้าของทั้ง 3 ธุรกิจลดลงอย่างฉับพลันเหลือ 127 traffic, 232 traffic และ 958 traffic ตามลำดับ หลังประกาศใช้ พ.ร.ก. ฉุกเฉิน, เคอร์ฟิว และห้ามนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้าประเทศไทย จำนวนการสัญจรด้วยเท้าอยู่ในช่วง 46–109 traffic, 102–239 traffic และ 540–802 traffic ตามลำดับ เป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน โดยระหว่างที่ประกาศใช้ทั้ง 3 มาตรการนี้ วันที่ 2 และ 10 เมษายน ค.ศ. 2020 มีการกำหนดช่วงเวลาปิดร้านสะดวกซื้อและซูเปอร์มาร์เก็ตตั้งแต่ 00.01–05.00 น. และ 22.00–04.00 น. ตามลำดับ พบว่าธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าหลังประกาศจำนวนการสัญจรด้วยเท้าคงที่ จากนั้น 3 พฤษภาคม ค.ศ. 2020 อนุญาตให้นั่งรับประทานอาหารในร้านได้แบบมีเงื่อนไขแต่ยังคงห้ามจำหน่ายและบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ภายในร้าน และห้างสรรพสินค้าสามารถเปิดทำการได้บางส่วน 2 วันถัดมาพบว่าธุรกิจร้านอาหารและธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นจาก 390 traffic เป็น 627 traffic และเพิ่มขึ้นจาก 2448 traffic เป็น 3598 traffic ตามลำดับ ในส่วนค่าเฉลี่ยต่อวัน (ตารางที่ 6 และรูปที่ 13) เป็นช่วงที่ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดยกเว้นธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าช่วงจำนวนผู้ติดเชื้อต่อวันคงที่อยู่ที่ 68.58 traffic

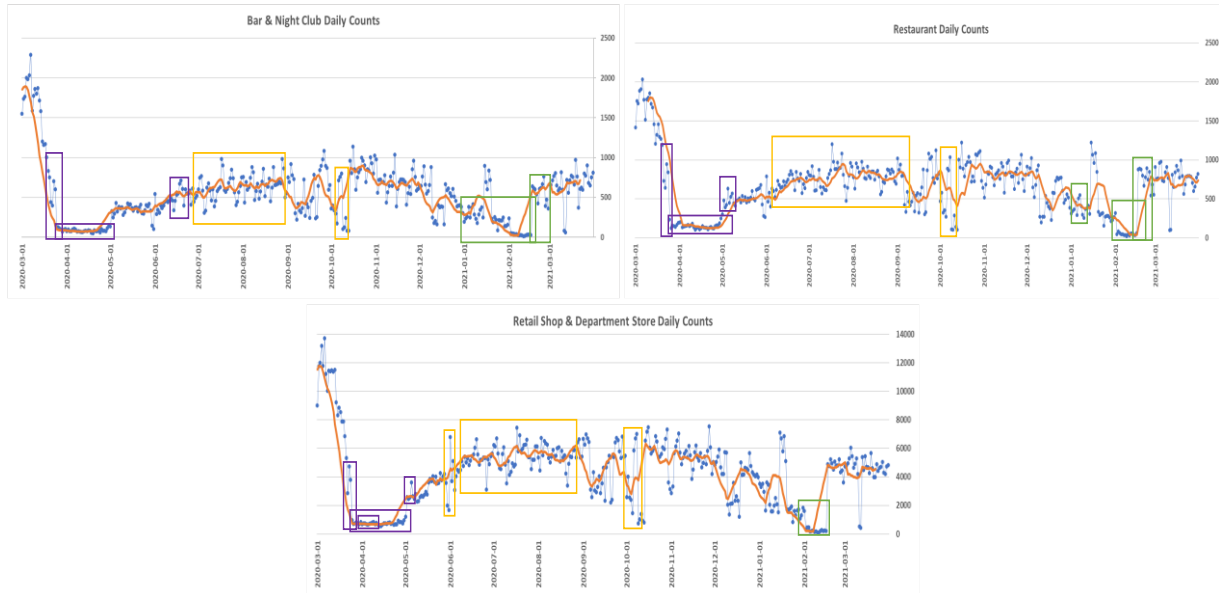
2) ช่วงจำนวนผู้ติดเชื้อต่อวันคงที่ การยกเลิกเคอร์ฟิวในวันที่ 14 มิถุนายน ค.ศ. 2020 ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า วันถัดมาจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นจาก 337 traffic เป็น 453 traffic, 664 traffic เป็น 712 traffic และ 4882 traffic

เป็น 5133 traffic ตามลำดับ โดย 5 วันหลังประกาศจำนวนการสัญจรด้วยเท้าสูงขึ้นเป็น 714 traffic, 810 traffic และ 6633 traffic ตามลำดับ การอนุญาตให้จำหน่ายและบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ภายในร้านอาหารได้ในเวลาที่กำหนด, บาร์และสถานบันเทิงเปิดได้ถึงเที่ยงคืน และห้างสรรพสินค้าเปิดได้ถึง 22.00 น. และร้านสะดวกซื้อเปิดได้ 24 ชั่วโมง จำนวนการสัญจรด้วยเท้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยจนถึงเดือนสิงหาคม ในส่วนค่าเฉลี่ยต่อวันธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงวันศุกร์และเสาร์ใกล้เคียงกับช่วงระบาดระลอกแรกต่างกันเพียง 1.84 traffic และ 12.93 traffic ตามลำดับ ส่วนธุรกิจอาคารสำนักงาน และธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล ค่าเฉลี่ยต่างกับช่วงระบาดระลอกแรกเล็กน้อยอยู่ที่ 80.10 traffic และ 68.58 traffic ตามลำดับ

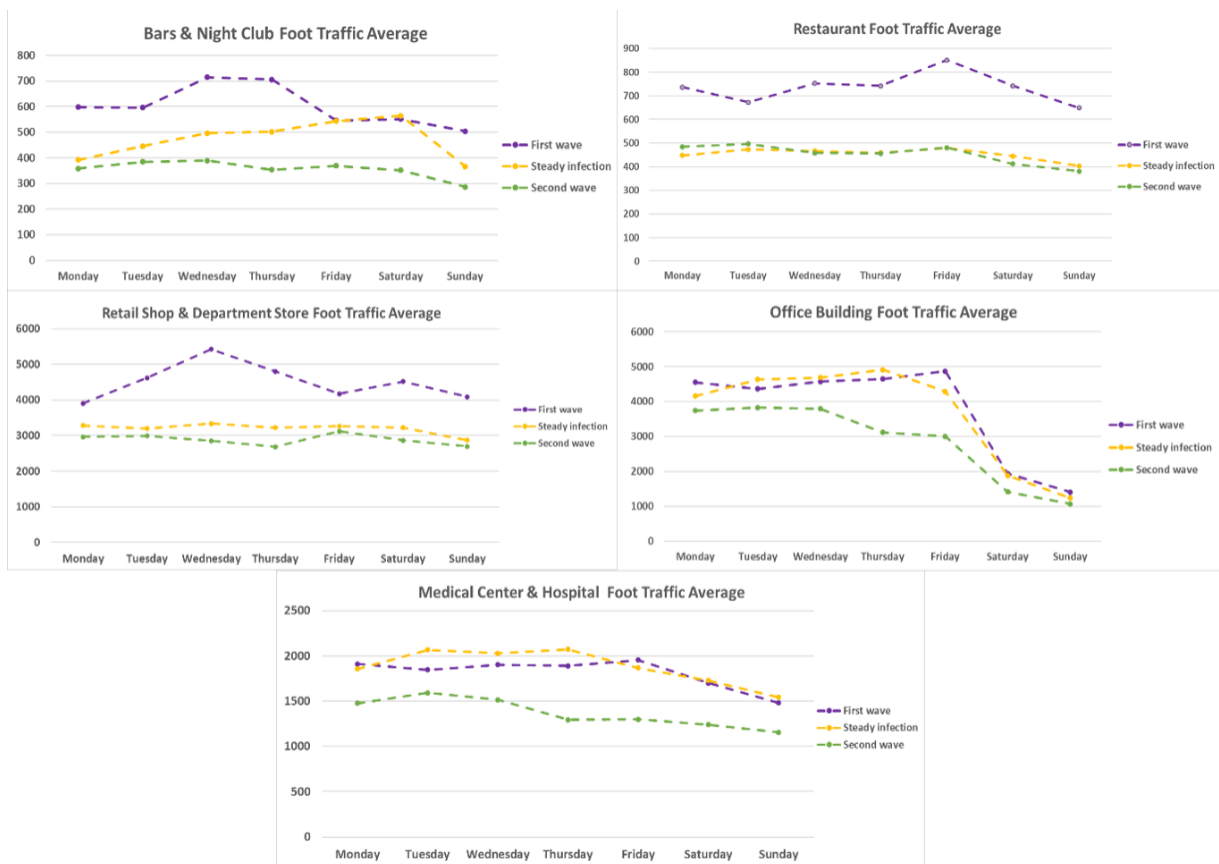
3) ช่วงระบาดระลอกที่ 2 การเปิดรับนักท่องเที่ยวต่างชาติกรณีพิเศษ สัปดาห์ต่อมาธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มจาก 360 traffic เป็น 798 traffic, 467 traffic เป็น 1031 traffic และ 2567 traffic เป็น 6989 traffic ตามลำดับ การสั่งปิดบาร์และสถานบันเทิงอีกครั้งในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2020 ใช้เวลาประมาณสองเดือนหลังประกาศอยู่ระดับต่ำกว่า 50 traffic ซึ่งวันที่ 15–19 มกราคม ค.ศ. 2021 จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลัน การห้ามจำหน่ายและบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และนั่งทานอาหารที่ร้านได้ช่วง 06.00–21.00 น. พบว่าวันถัดมาธุรกิจร้านอาหารมีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นจาก 290 traffic เป็น 504 traffic ต่อมาอนุญาตให้นั่งรับประทานอาหารที่ร้านได้ถึง 23.00 น. วันถัดมาจำนวนลดลงจาก 315 traffic เหลือ 44 traffic และจำนวนคงที่ในช่วง 20–80 traffic เป็นระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งในวันเดียวกันนี้ห้างสรรพสินค้าและศูนย์การค้าทั้งหมดสามารถเปิดบริการได้ตามปกติ พบว่าวันถัดมาธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าจำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงจาก 1607 traffic เหลือ 289 traffic และอยู่ระหว่าง 66–449 traffic เป็นระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ และวันที่ 24 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2021 การอนุญาตให้ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงเปิดได้ไม่เกิน 23.00 น. และจำหน่ายและบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ร้านอาหารได้ในเวลาที่กำหนด พบว่าก่อนประกาศ 1 สัปดาห์ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง และธุรกิจร้านอาหาร จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นอยู่ก่อนแล้วจาก 26 traffic เป็น 637

traffic และ 40 traffic เป็น 874 traffic ตามลำดับ วันถัดมาหลังประกาศเพิ่มขึ้นจาก 662 traffic เป็น 762 traffic และ 742 traffic เป็น 844 traffic ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยต่อวันพบว่าช่วง

ระบาดระลอกที่ 2 ธุรกิจทุกประเภทมีค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าน้อยที่สุด ซึ่งธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลต่างกับช่วงผู้ติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยที่ 0.71 traffic



รูปที่ 12 : การสัญจรด้วยเท้าช่วงเวลาที่เกี่ยวข้องกับมาตรการโควิด-19



รูปที่ 13 : ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวัน

ตารางที่ 6 : ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าต่อวันของแต่ละช่วงเวลา

	Period	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Average
Bar & Night Club	1	598.25	596.14	714.59	705.93	545.44	551.34	503.49	602.17
	2	392.38	445.69	496.51	501.56	543.60	564.27	366.54	472.94
	3	358.80	384.80	389.74	353.43	369.11	351.92	286.23	356.29
Restaurant	1	736.47	673.12	753.24	742.18	851.94	742.41	649.59	735.56
	2	448.35	473.27	466.96	459.08	480.42	444.89	403.38	453.76
	3	485.05	497.20	458.20	456.32	481.00	412.74	380.90	453.06
Retail Shop & Department Store	1	3903.18	4615.82	5421.06	4799.59	4169.59	4515.94	4086.35	4501.65
	2	3279.69	3195.46	3331.85	3217.96	3263.15	3219.58	2871.15	3196.98
	3	2959.15	2991.10	2848.30	2683.70	3116.79	2864.79	2692.32	2879.45
Office Building	1	4552.76	4366.18	4575.29	4644.76	4869.88	1932.24	1406.76	3763.98
	2	4156.96	4634.23	4684.50	4910.58	4285.92	1880.59	1234.42	3683.89
	3	3742.10	3828.15	3795.95	3120.05	3005.89	1411.00	1066.10	2852.75
Medical Center & Hospital	1	1910.35	1844.41	1900.94	1887.82	1952.06	1700.06	1480.47	1810.87
	2	1855.04	2066.35	2027.62	2070.42	1866.15	1727.41	1543.19	1879.45
	3	1476.25	1591.45	1513.95	1293.47	1299.11	1238.95	1155.10	1366.90

ตารางที่ 7 : ผลการทดสอบด้วย Wilcoxon Signed-Rank

	Mean				Wilcoxon Signed-Rank Test (P value)					
	Apr2019	Apr2020	Apr2021	Oct2022	Apr2019 - Apr2020	Apr2019 - Apr2021	Apr2019 - Oct2022	Apr2020 - Apr2021	Apr2020 - Oct2022	Apr2021 - Oct2022
Bar & Night Club										
Week 1	118.63	2	44.19	22.88	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.033
Week 2	83.29	2.3	10.93	13.14	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.805
Week 3	89.11	2.27	6.23	13.14	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Week 4	94.41	2.43	6.23	14.27	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Week 5	95.81	1.63	1.25	13.88	0.008	0.008	0.008	0.414	0.007	0.007
Overall mean	91.86	2.25	10.19	13.48						
Oct2022 recovery (%)	-85.33%	499.11%	32.29%	-						
Office Building										
Week 1	173.23	25.32	85.82	48.68	<.001	0.003	<.001	0.042	<.001	0.289
Week 2	587.42	85.03	280.35	88.38	<.001	<.001	<.001	<.001	0.465	<.001
Week 3	535.88	86.87	68.51	68.92	<.001	<.001	<.001	0.048	<.001	0.855
Week 4	1029.32	108.57	159.42	78.92	<.001	<.001	<.001	0.038	<.001	0.016
Week 5	1401.68	160.41	43.68	58.59	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.198
Overall mean	728.73	93.39	152.68	74.72						
Oct2022 recovery (%)	-89.75%	-19.99%	-51.06%	-						
Medical Center & Hospital										
1st-7th	132.3	32.67	75.23	31.74	<.001	<.001	<.001	<.001	0.462	<.001
8th -14th	124.607	30.625	42.006	21.0357	<.001	<.001	<.001	0.154	<.001	0.002
15th – 21st	135.149	30.3988	78.5417	23.125	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
22nd -30th	164.125	39.1944	12.7407	19.7454	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Overall	140.72	33.62	49.5	23.63						
Oct2022 recovery (%)	-83.21%	-29.71%	-52.26%	-						
Restaurant										
1st-7th	59.3	13.29	32.8	23.19	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.347
8th -14th	57.49	9.68	19.52	18.59	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.676
15th – 21st	61.95	9.33	32.45	18.18	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
22nd -30th	70.72	13.45	8.24	15.98	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Overall mean	62.92	11.57	22.25	18.79						
Oct2022 recovery (%)	-70.14%	62.40%	-15.55%	-						
Retail Shop & Department Store										
1st-7th	705.56	48.41	235.3	139.71	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
8th -14th	661.09	49.56	122.89	121.35	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	0.913
15th – 21st	660.43	51.7	201.73	109.9	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
22nd -30th	832.21	58.08	29.81	106.19	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
Overall mean	722.65	52.35	139.59	118.41						
Oct2022 recovery (%)	-83.61%	126.19%	-15.17%	-						

4.3) ผลสถิติทดสอบความแตกต่างปริมาณการสัญจรด้วยเท้า

กำหนดให้ Z หมายถึง สถิติทดสอบ

p หมายถึง ค่านัยสำคัญ

จากสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov พบว่ามีข้อมูลที่แจกแจงแบบไม่ปกติ หากใช้สถิติทดสอบแบบพาราเมตริกผลที่ได้จะขาดความน่าเชื่อถือจึงเลือกใช้สถิติทดสอบแบบนอนพาราเมตริกซึ่งเป็นสถิติที่ลักษณะการแจกแจงข้อมูลไม่ส่งผลจากตารางที่ 7 ผลการใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed-Rank เปรียบเทียบข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าคู่ที่ยอมรับสมมติฐานหลัก คือ สถานการณ์แพร่ระบาดโควิด-19 ไม่ส่งผลให้ข้อมูลทั้งสองช่วงเวลาแตกต่างกัน ดังนั้น ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง สัปดาห์ที่ 2 เม.ย. 2021 เทียบกับ ต.ค. 2022 และสัปดาห์ที่ 5 เม.ย. 2020 เทียบกับ เม.ย. 2021 ($Z = -0.246, p = 0.805$) และ ($Z = -0.816, p = 0.414$) ตามลำดับ, ธุรกิจอาคารสำนักงาน สัปดาห์ที่ 1, 3, 5 เม.ย. 2021 เทียบกับ ต.ค. 2022 และสัปดาห์ที่ 2 เม.ย. 2020 เทียบ ต.ค. 2022 ($Z = -1.060, p = 0.289$), ($Z = -0.183, p = 0.855$), ($Z = -1.288, p = 0.198$) และ ($Z = -0.730, p = 0.465$) ตามลำดับ, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลวันที่ 1-7 เม.ย. 2020 เทียบกับ ต.ค. 2022 โดย ($Z = -0.735, p = 0.462$) และวันที่ 8-14 เม.ย. 2020 เทียบ เม.ย. 2021 ($Z = -1.424, p = 0.154$), ธุรกิจร้านอาหารวันที่ 1-7 และ 8-14 เม.ย. 2021 เทียบกับ ต.ค. 2022 โดย ($Z = -0.941, p = 0.347$) และ ($Z = -0.417, p = 0.676$) ตามลำดับ และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าวันที่ 8-14 เม.ย. 2021 เทียบกับ ต.ค. 2022 ($Z = -0.109, p = 0.913$)

5) อภิปรายผลการวิจัย

5.1) อภิปรายผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจแต่ละประเภท

การจัดกลุ่มสถานที่ด้วยจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเฉลี่ยต่อวันก่อนพิจารณาเปรียบเทียบด้วยเงื่อนไขเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนคล้ายกับวิธีการของ [21] โดยการจัดกลุ่มส่งผลต่อรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจ กล่าวคือ ยิ่งจำนวน traffic ต่อวันสูงจะยิ่งแสดงรูปแบบที่มีเอกลักษณ์ชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล และธุรกิจร้านอาหาร จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 ธุรกิจนี้กลุ่มขนาดเล็กมีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าที่หลากหลาย ซึ่งทุกธุรกิจที่นำมาทดสอบกลุ่มขนาดใหญ่จะมีจำนวนคู่ที่สามารถผ่านเงื่อนไขการ

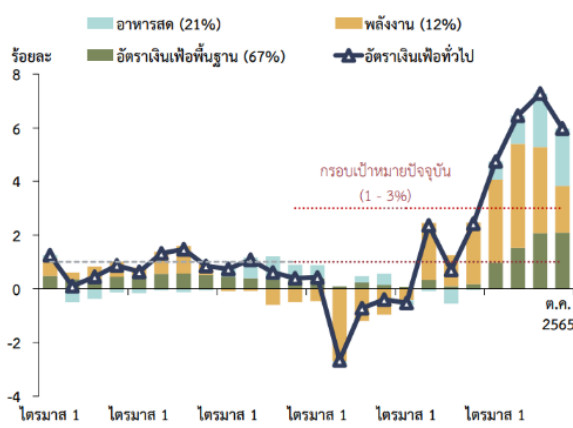
เปรียบเทียบมากกว่ากลุ่มขนาดเล็กที่อยู่ในธุรกิจประเภทเดียวกัน ในทำนองเดียวกันกลุ่มที่มีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวันสูงที่สุดของธุรกิจแต่ละประเภทจะมีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของแต่ละสถานที่คล้ายกันส่งผลให้มีจำนวนคู่ที่สามารถผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบมากกว่ากลุ่มขนาดเล็กที่อยู่ในธุรกิจประเภทเดียวกัน ในทำนองเดียวกันกลุ่มที่มีจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวันสูงที่สุดของธุรกิจแต่ละประเภทจะมีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าของแต่ละสถานที่คล้ายกันส่งผลให้มีจำนวนคู่ที่สามารถผ่านเงื่อนไขการเปรียบเทียบสูงกว่า 70% ของจำนวนคู่ทั้งหมด โดยธุรกิจที่มีรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าเป็นเอกลักษณ์ชัดเจน คือ ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงที่จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นวันศุกร์และเสาร์ และธุรกิจอาคารสำนักงานที่จำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงอย่างฉับพลันในวันเสาร์และวันอาทิตย์

5.2) อภิปรายผลกระทบประกาศมาตรการเกี่ยวข้องกับโควิด-19

ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง ธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า และธุรกิจร้านอาหาร ได้รับผลกระทบสูงจากประกาศมาตรการครั้งแรกเกี่ยวกับสั่งปิดทำการและห้ามรับประทานอาหารในร้าน ช่วงเดือนมีนาคม ค.ศ. 2020 ซึ่งธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าเป็นที่น่าสนใจถึงแม้จะสั่งปิดห้างสรรพสินค้าแต่ในวันต่อมาจำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มสูงขึ้นเกือบ 2000 traffic อาจเป็นเพราะมีการออกมาจับจ่ายเพื่อกักตุนสินค้าจึงแนะนำรัฐบาลหรือผู้ที่เกี่ยวข้องว่าควรประกาศมาตรการที่ค่อย ๆ ลดจำนวนผู้ใช้บริการลง เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถปรับตัวและช่วยบรรเทาความเสียหายจากทั้งความเสี่ยงแพร่เชื้อโควิด-19 และสินค้าขาดแคลนจากการกักตุน การประกาศ พ.ร.ก.ฉุกเฉิน, เคอร์ฟิว และห้ามนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้าประเทศไทย ส่งผลให้ทั้ง 3 ธุรกิจ จำนวนการสัญจรด้วยเท้าลดลงและคงที่ในระดับต่ำที่สุดตลอดระยะเวลา 1 เดือน ซึ่งถือว่ามาตรการนี้สามารถควบคุมให้ประชาชนออกมาใช้น้อยลง โดยหลังจากยกเลิก พ.ร.ก.ฉุกเฉิน และเริ่มมีนโยบายผ่อนคลายเป็นขั้น ๆ แนวโน้มการสัญจรด้วยเท้าปรับตัวสูงขึ้นและคงที่ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน หลังจากเปิดรับนักท่องเที่ยวต่างชาติกรณีพิเศษพบว่าจำนวนการสัญจรด้วยเท้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และการสั่งปิดธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงครั้งที่ 2 พบว่าช่วงวันที่ 15-19 มกราคม ค.ศ. 2021 จำนวนการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าอาจมีการเปิดให้บริการในช่วงที่ประกาศปิดบาร์และสถานบันเทิง

5.3) อภิปรายผลการฟื้นตัวธุรกิจ

เมื่อพิจารณาการฟื้นตัวปริมาณการสัญจรด้วยเท้าเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022 เทียบกับเมษายน ค.ศ. 2021 ธุรกิจอาคารสำนักงาน, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้ายังคงลดลงยกเว้นธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงที่เริ่มมีการฟื้นตัว โดยธุรกิจร้านอาหารวันที่ 1-14, ธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้าวันที่ 8-14, ธุรกิจอาคารสำนักงานสัปดาห์ที่ 1, 3, 5 และธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงสัปดาห์ที่ 2 พบว่าสถานการณ์การระบาดโควิด-19 ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการสัญจรด้วยเท้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลที่ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าลดลง 52.26% และปริมาณการสัญจรด้วยเท้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกช่วงเวลา เมื่อพิจารณาเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022 เทียบกับเมษายน ค.ศ. 2020 พบว่าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า มีภาพรวมค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้นสวนทางกับค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจอาคารสำนักงานและธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลที่ลดลง โดยธุรกิจอาคารสำนักงานสัปดาห์ที่ 2 และธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาลวันที่ 1-7 สถานการณ์การระบาดโควิด-19 ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการสัญจรด้วยเท้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีธุรกิจประเภทใดที่สามารถฟื้นตัวได้ใกล้เคียงหรือมากกว่าช่วงก่อนการระบาดในเดือนเมษายน ค.ศ. 2019 ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์เงินเฟ้อภายในประเทศไทยที่ค่าสูงสุดช่วงปลายไตรมาสที่ 3 ปี ค.ศ. 2022 (รูปที่ 14) [22]



รูปที่ 14 : อัตราเงินเฟ้อในประเทศไทย [22]

ส่งผลให้ประชาชนเกิดความระมัดระวังในการใช้จ่ายกันมากขึ้นจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ปริมาณการสัญจรด้วยเท้าของประเภทธุรกิจที่เลือกศึกษาไม่เกิดการฟื้นตัวมากนักในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022

6) สรุปผลการวิจัย

การศึกษาและเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้า เมื่อจัดกลุ่มสถานที่ตัวอย่างด้วยจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวันทำให้เห็นรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าที่เป็นเอกลักษณ์ของธุรกิจแต่ละประเภทซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวัน โดยรูปแบบการสัญจรด้วยเท้าจะชัดเจนมากขึ้นหากจำนวนการสัญจรด้วยเท้าต่อวันสูง และยังสามารถระบุประเภทธุรกิจของสถานที่ได้ด้วยเงื่อนไขที่ไม่ซับซ้อน

เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 จากรัฐบาล พบว่าหลังการประกาศครั้งแรกเกี่ยวกับการสั่งปิดบริการและห้ามรับประทานอาหารในร้านอาหารจนถึงก่อนประกาศใช้ พ.ร.ก.ฉุกเฉิน ส่งผลกระทบอย่างมากต่อจำนวนการสัญจรด้วยเท้าธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า และธุรกิจร้านอาหาร ลดลง 84.70%, 79.65% และ 75.34% ตามลำดับ การประกาศใช้พ.ร.ก.ฉุกเฉิน, เคอร์ฟิว และห้ามนักท่องเที่ยวต่างชาติเดินทางเข้าประเทศไทยสามารถควบคุมปริมาณการสัญจรด้วยเท้าให้คงที่และอยู่ในระดับต่ำที่สุดของช่วงเวลาที่เลือกศึกษา แต่การสั่งปิดธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงครั้งที่ 2 ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2020 ใช้เวลาถึงสองเดือนเพื่อควบคุมปริมาณการสัญจรด้วยเท้าของธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงให้คงที่อยู่ในระดับต่ำ โดยการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างฉับพลันในช่วงถึงแม้จะมีการประกาศสั่งปิดแล้วก็ตาม ซึ่งมาตรการที่กล่าวมาไม่เพียงช่วยลดปริมาณการสัญจรด้วยเท้าแต่ยังสามารถทำให้เกิดการฟื้นตัวได้เช่นกัน การยกเลิก พ.ร.ก.ฉุกเฉิน เห็นได้ชัดว่าปริมาณการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มสูงขึ้นและคงที่เป็นระยะเวลานาน อีกทั้งหลังจากเปิดรับนักท่องเที่ยวต่างชาติกรณีพิเศษปริมาณการสัญจรด้วยเท้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

การฟื้นตัวปริมาณการสัญจรด้วยเท้าในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022 เทียบกับเดือนเมษายน ค.ศ. 2021 ธุรกิจอาคารสำนักงาน, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าลดลง 51.06%, 15.55% และ 15.17% ตามลำดับ ยกเว้นธุรกิจบาร์และสถานบันเทิงที่เริ่มมีการฟื้นตัวและมีค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้น 32.29% เมื่อ

เทียบเดือนตุลาคม ค.ศ. 2022 กับเดือนเมษายน ค.ศ. 2020 ธุรกิจบาร์และสถานบันเทิง, ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านค้าปลีกและห้างสรรพสินค้า ค่าเฉลี่ยการสัญจรด้วยเท้าเพิ่มขึ้น 499.11% 62.40% และ 126.19% ตามลำดับ ยกเว้นธุรกิจอาคารสำนักงาน และธุรกิจศูนย์การแพทย์และโรงพยาบาล ค่าเฉลี่ยลดลง 19.99% และ 29.71% ตามลำดับ และไม่มีธุรกิจประเภทใดสามารถฟื้นตัวได้ใกล้เคียงหรือมากกว่าช่วงก่อนการระบาดในเดือนเมษายน ค.ศ. 2019

7) ข้อเสนอแนะ

1. การเปรียบเทียบความเหมือน-ต่างรูปแบบการสัญจรด้วยเท้ากลุ่มขนาดกลางและใหญ่ควรเพิ่มจำนวนสถานที่ตัวอย่างเพื่อให้รูปแบบค่าเฉลี่ยของกลุ่มใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น
2. เพิ่มช่วงเวลาที่นอกเหนือจากช่วงที่มีปัจจัยเงินเพื่อเข้ามาเกี่ยวข้องสำหรับวิเคราะห์การฟื้นตัวธุรกิจเพื่อให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสัญจรด้วยเท้าในสถานะเศรษฐกิจปกติ

8) งานวิจัยในอนาคต

ประยุกต์ใช้ Machine Learning สำหรับจำแนกธุรกิจด้วยรูปแบบการสัญจรด้วยเท้า จากการทดสอบเบื้องต้นด้วยอัลกอริทึม Dynamic time warping, Random forest classifier และ Gradient boosting classifier ที่จำนวน Training data และ Test data เท่ากันคือ 80 และ 12 ตามลำดับ พบว่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก (Overall accuracy) ของทั้ง 3 วิธีอยู่ที่ 0.25, 0.50 และ 0.58 ตามลำดับ ซึ่งการวิจัยในอนาคตจะทดสอบกับจำนวนข้อมูลที่มากขึ้น, ปรับไฮเปอร์พารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับการทดสอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วม (Correlation) ระหว่างข้อมูลก่อนนำไปประมวลผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกให้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ข้อมูล Foot traffic ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ขอขอบคุณสำหรับคำปรึกษาตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มวิจัย และขอขอบคุณ ดร.รังทิศ ฉายากุล ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้อิสระในการวิจัยภายใต้คำแนะนำและให้คำปรึกษาแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

REFERENCES

- [1] X. Wang, J. Liono, W. McIntosh, and F. D. Salim, "Predicting the city foot traffic with pedestrian sensor data," in *Proc. 14th EAI Int. Conf. Mobile and Ubiquitous Syst.: Comput., Netw. and Services*, Melbourne, Australia, 2017, pp. 1–10.
- [2] T. Chao, R. Du, J. Gluck, H. Maidasani, K. Wills, and B. Shneiderman, "C-flow: visualizing foot traffic and profit data to make informative decisions," Dept. Comput. Sci., Univ. Maryland, College Park, MD, USA, 2013. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/340935443_C-Flow_Visualizing_Foot_Traffic_and_Profit_Data_to_Make_Informative_Decisions
- [3] W. J. Ladeira, F. de Oliveira Santini, and D. C. Pinto, "Clockwise versus counterclockwise turning bias: Moderation effects of foot traffic and cognitive experience on visual attention," *J. Retailing Consumer Services*, vol. 67, 2022, Art. no. 102965.
- [4] G. Alizo, A. Onayemi, J. D. Sciarretta, and J. M. Davis, "Operating room foot traffic: A risk factor for surgical site infections," *Surgical Infections*, vol. 20, no. 2, pp. 146–150, 2019.
- [5] J. Barthélemy, N. Verstaev, H. Forehead, and P. Perez, "Edge-computing video analytics for real-time traffic monitoring in a smart city," *Sensors*, vol. 19, no. 9, p. 2048, 2019.
- [6] A. Sevtsuk, R. Basu, and B. Chancey, "We shape our buildings, but do they then shape us? A longitudinal analysis of pedestrian flows and development activity in Melbourne," *PLoS one*, vol. 16, no. 9, 2021, Art. no. e0257534.
- [7] S. Hasan and S. V. Ukkusuri, "Urban activity pattern classification using topic models from online geo-location data," *Transp. Res. Part C: Emerging Technol.*, vol. 44, pp. 363–381, 2014.
- [8] J. C. Herrera, D. B. Work, R. Herring, X. J. Ban, Q. Jacobson, and A. M. Bayen, "Evaluation of traffic data obtained via GPS-enabled mobile phones: The mobile century field experiment," *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.*, vol. 18, no. 4, pp. 568–583, 2010.
- [9] S. Abrishami, P. Kumar, and W. Nienaber, "Smart stores: A scalable foot traffic collection and prediction system," in *Proc. 17th Indus. Conf. Data Mining (ICDM 2017)*, Leipzig, Germany, Jul. 2017, pp. 107–121.
- [10] F. Zheng and Q. Liu, "Anomalous telecom customer behavior detection and clustering analysis based on ISP's operating data," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 42734–42748, 2020.



- [11] J. Roetman, "Using WiFi Signals in Combination with GPS to Track Human Traffic in a Space," *EasyChair*, no. 3902, 2020. [Online]. Available: <https://easychair.org/publications/preprint/vzfQ>
- [12] V. Romero, W. D. Stone, and J. D. Ford, "COVID-19 indoor exposure levels: An analysis of foot traffic scenarios within an academic building," *Transp. Res. Interdisciplinary Perspectives*, vol. 7, 2020, Art. no. 100185.
- [13] C. J. Cronin and W. N. Evans, "Private precaution and public restrictions: What drives social distancing and industry foot traffic in the COVID-19 era?," National Bureau of Economic Research, Cambridge, U.K., 2020. [Online]. Available: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w27531/w27531.pdf
- [14] K. B. Leung, R. Alam, S. C. Brooks, and T. C. Chan, "Public defibrillator accessibility and mobility trends during the COVID-19 pandemic in Canada," *Resuscitation*, vol. 162, pp. 329–333, 2021.
- [15] A. Kulkarni, M. Kim, J. Bhattacharya, and J. Bhattacharya, "Businesses in high-income zip codes often saw sharper visit reductions during the COVID-19 pandemic," *Humanities Social Sci. Commun.*, vol. 10, 2022, Art. no. 713.
- [16] K. M. Ramachandran and C. P. Tsokos, *Mathematical Statistics with Applications in R*. Cambridge, MA, USA: Academic Press, 2020.
- [17] NIST. "Kolmogorov-Smirnov Goodness-of-Fit Test." NIST.gov. <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35g.htm> (accessed Jan 1, 2023).
- [18] S. Chansakul and S. Bowarnkitiwong, "Nonparametric statistics and its application in nursing research," (in Thai), *EAU Heritage J. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 38–48, 2017.
- [19] E. Kasuya, "Wilcoxon signed-ranks test: Symmetry should be confirmed before the test," *Animal Behaviour*, vol. 3, no. 79, pp. 765–767, 2010.
- [20] Orbital Insight. "Geolocation - Foot Traffic." ORBITAL INSIGHT.com. <https://docs.orbitalinsight.com/docs/geolocation-foot-traffic> (accessed Nov. 29, 2022).
- [21] S. Y. Cheung, S. C. Ergen, and P. Varaiya, "Traffic surveillance with wireless magnetic sensors," University of California, Berkeley, CA, USA, 2005. [Online]. Available: https://people.eecs.berkeley.edu/~varaiya/papers_ps.dir/sensors_its_final9.pdf
- [22] Bank of Thailand, "Monetary Policy Report November 2022," 2022. [Online]. Available: https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/en/our-roles/monetary-policy/mpc-publication/monetary-policy-report/MPR_2022_Q4.pdf