บทความวิจัย

แบบจำลองลอจิตสำหรับพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางและการประยุกต์ใช้สำหรับการเดินทางท่องเที่ยวสู่ภาคตะวันออก

ทวิปรัชญ์ เหม่ชัยภูมิ และ ฆนิศา รุ่งแจ้ง*
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 2738 5665 อีเมล: fengksr@ku.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.01.006
รับเมื่อ 9 พฤษภาคม 2565 แก้ไขเมื่อ 28 มิถุนายน 2565 ตอบรับเมื่อ 7 กรกฎาคม 2565 เผยแพร่ออนไลน์ 24 มกราคม 2567
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

พฤติกรรมการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางเป็นสิ่งที่ยากจะเข้าใจและนำไปใช้ในการวางนโยบายแผนการขนส่ง งานวิจัยนี้จึงประยุกต์แบบจำลองลอจิตเพื่อวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับการเดินทางท่องเที่ยวไปยังภาคตะวันออกของประเทศไทยซึ่งเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญของประเทศและวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยที่หลากหลาย เช่น ลักษณะการให้บริการของรูปแบบการขนส่งต่างๆ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจสังคมของผู้ตัดสินใจ เป็นต้น ข้อมูลการสำรวจแบบกำหนดสถานการณ์จำลอง (Stated Preference) ของผู้เดินทางจำนวน 405 คน ถูกนำไปสร้างแบบจำลองลอจิตพหุและเนสเต็ดลอจิต ผลลัพธ์แสดงให้เห็นราคาค่าโดยสารและความถี่การให้บริการเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการเลือกใช้รถโดยสารประจำทาง เวลาเดินทางมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเลือกใช้รถไฟความเร็วสูง แบบจำลองที่ได้เป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการเดินทางไปยังภาคตะวันออกด้วยรถไฟความเร็วสูง รถประจำทาง และรถตู้โดยสาร รวมไปถึงการปรับปรุงนโยบายบริการรถสาธารณะ เช่น การปรับปรุงรถไฟความเร็วสูงให้มีความเร็วและความถี่มากขึ้นจะช่วยให้นักท่องเที่ยวพึงพอใจมากกว่าปัจจัยอื่น และเนื่องจากผู้สูงวัยมีความนิยมเลือกใช้รถส่วนตัวมากกว่ารถสาธารณะโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับรถไฟความเร็วสูง ดังนั้นการกำหนดนโยบายเพื่อวางแผนและออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกบนรถไฟความเร็วสูงและสถานีการออกแบบเพื่อมวลชน (Universal Design) จะต้องได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมสำหรับยุคสังคมสูงวัย

คำสำคัญ: แบบจำลองลอจิต แบบจำลองเนสเต็ดลอจิต พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง การเดินทางท่องเที่ยว

การอ้างอิงบทความ: ทวิปรัชญ์ เหม่ชัยภูมิ และ ฆนิศา รุ่งแจ้ง, "แบบจำลองลอจิตสำหรับพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางและการประยุกต์ใช้สำหรับการเดินทางท่องเที่ยวสู่ภาคตะวันออก," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 34, ฉบับที่ 2, หน้า 1–12, เลขที่บทความ 242-076046, เม.ย.–มิ.ย. 2567.

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2567
The Journal of KMUTNB., Vol. 34, No. 2, Apr.–Jun. 2024

Research Article

Logit Model on Modal Choice Behavior of Recreation Trip to Eastern Thailand

Tawiprat Maychaipume and Kanisa Rungjang*
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 2738 5665, E–mail: fengksr@ku.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.01.006
Received 9 May 2022; Revised 28 June 2022; Accepted 7 July 2022; Published online: 24 January 2024
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Mode choice behavior of recreational trips is difficult to understand and applied to transportation planning policy. To analyze the State Preferences (SP) of choosing modes of travel to the eastern region of Thailand, which is one of the best tourist attraction areas in Thailand, logit model is applied and the factors such as the service conditions of modes and socio- economic data of decision makers are analyzed. In this research, data from 405 respondents collected by Stated Preference survey are modeled as Multinomial logit model and Nested logit model. The results show that fares and frequency of services are important to choose a bus while travel time is significant for a high- speed train. The model can be beneficial to understand the traveler behavior of choosing public transport such as a high-speed train, a bus, or a van including improving public transport policies to the eastern region. For instance, improving speed and frequency of high-speed trains makes travelers more satisfied. In addition, the elderly prefer to travel by car rather than public transport, especially for high- speed trains. Therefore, the discretionary decision policy of planning and investment of the universal design for high-speed train's facilities and station platform must be suitable for an aging society.

Keywords: Logit Model, Nested Logit, Modal Choice Behavior, Recreational Trip

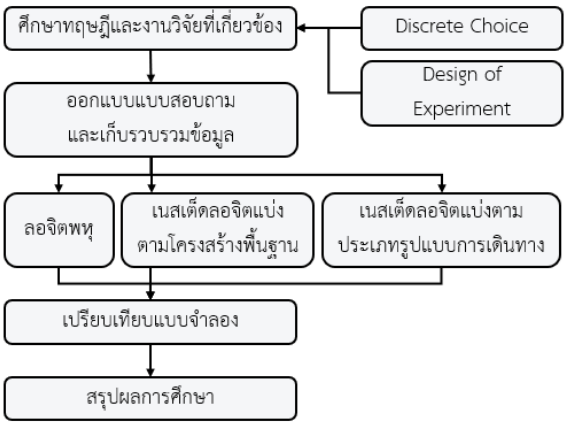
Please cite this article as: T. Maychaipume and K. Rungjang, "Logit model on modal choice behavior of recreation trip to Eastern Thailand," *The Journal of KMUTNB*, vol. 34, no. 2, pp. 1–12, ID. 242-076046, Apr.–Jun. 2024 (in Thai).

1. บทนำ

การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice) เป็นตัวกำหนดจำนวนพาหนะบนท้องถนนที่สำคัญที่สุด [1] การรับรู้อิทธิพลของปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจของผู้เดินทาง สามารถนำไปสู่การวางแผนระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ในวันที่ 5 เมษายน 2560 คณะกรรมการนโยบายโครงการระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออกมีมติสร้างรถไฟความเร็วสูงเชื่อมสามสนามบินเพื่อเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักในการพัฒนาเขตเศรษฐกิจ [2] เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงเป็นรูปแบบการเดินทางที่ไม่เคยมีการให้บริการในประเทศไทยมาก่อน ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์สร้างแบบจำลองพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางสำหรับการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรถไฟความเร็วสูงและรูปแบบการเดินทางเดิม (รถตู้โดยสาร รถโดยสารประจำทาง รถยนต์ส่วนตัว) โดยใช้แบบจำลองลอจิต (Logit Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการสร้างแบบจำลองตัวเลือกไม่ต่อเนื่อง (Discrete Choice Model) [3] ถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานวิจัยการเลือกตัดสินใจมาอย่างยาวนาน งานวิจัยมากมายประสบความสำเร็จในการใช้แบบจำลองลอจิตเพื่อสร้างแบบจำลองพฤติกรรมการเดินทาง [4]–[8]

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ โดยงานวิจัยได้อ้างอิงปริมาณแต่ละปัจจัยโดยใช้เส้นทางการเดินทางที่มีจุดเริ่มต้นอยู่ที่สถานีกลางบางซื่อ เนื่องจากเป็นสถานีรถไฟหลักในอนาคต ผู้เดินทางจากพื้นที่ต่างๆสามารถเลือกที่จะมาเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทางได้ที่สถานีนี้ จุดปลายทาง คือ พัทยา เมืองที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในภาคตะวันออก ภายใน พ.ศ. 2562 จังหวัดชลบุรีซึ่งเมืองพัทยาตั้งอยู่ มีนักท่องเที่ยวมากกว่า 18 ล้านคน และมีรายได้จากการท่องเที่ยว 2 แสนล้านบาท [9] โดยนักท่องเที่ยวคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49 ของภาคตะวันออกและร้อยละ 6 ทั่วประเทศ ในขณะที่รายได้มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 76 ของภูมิภาคและร้อยละ 10 ของประเทศ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการของงานวิจัย

2.1 แบบจำลองลอจิต

ความน่าดึงดูดของทางเลือกถูกแสดงในรูปแบบของเวกเตอร์ปัจจัยที่อยู่ในรูปของปริมาณสเกลาร์ [10] และผู้ตัดสินใจจะเลือกตัวเลือกที่ให้อรรถประโยชน์ (U) สูงสุดต่อตนเท่านั้น สมการอรรถประโยชน์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่แน่นอน (V) และความผิดพลาดแบบสุ่ม (ε) ดังสมการที่ (1)

$$U = V + \varepsilon \tag{1}$$

ส่วนที่แน่นอน (V) ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์ (β) ของปัจจัย (X) สำหรับทางเลือก (j) ของบุคคลที่ i ดังสมการที่ (2)

$$V = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \cdots + \beta_i X_{ij} \tag{2}$$

ส่วนที่แน่นอนของอรรถประโยชน์ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นปัจจัยของรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาในการเดินทาง ความถี่ในการให้บริการ และความเอนเอียง (Bias) ของผู้ตัดสินใจ ที่แสดงในรูปแบบของตัวแปรค่าคงที่ (Alternative Specific Constant; ASC, β_0) ที่เป็นความพึงพอใจเริ่มต้นของแต่ละรูปแบบการเดินทางเทียบกับรูปแบบการเดินทางที่ถูกใช้อ้างอิง และปัจจัยสภาพเศรษฐกิจและสังคมของผู้ตัดสินใจ ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ ความสำคัญของปัจจัยเหล่านี้ถูกอภิปรายใน [1]

แบบจำลองลอจิตพหุ (Multinomial Logit Model) มีสมมติฐานให้ความผิดพลาดแบบสุ่มมีการกระจายตัวแบบกัมเบล สมการความน่าจะเป็นจึงอยู่ในรูปแบบปิด (Closed Form) ง่ายต่อการแปรผลข้อมูล [3] โดยสามารถหาความน่าจะเป็น (P) ที่ทางเลือก j จะถูกเลือกจากทางเลือกทั้งหมด J ทางเลือกดังสมการที่ (3)

$$P_j = \frac{\exp(V_j)}{\sum_{j=1}^{J}\exp(V_j)} \tag{3}$$

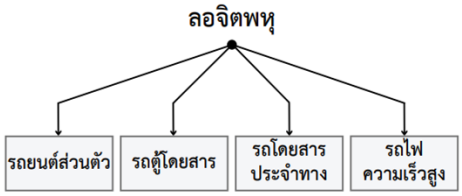
แบบจำลองเนสเต็ด (Nested Logit Model) ถูกสร้างขึ้นเพื่อลดข้อจำกัด IIA ของแบบจำลองลอจิตพหุที่อัตราส่วนความน่าจะเป็นของทางเลือก 2 ทางเลือก เป็นอิสระจากการมีอยู่ของทางเลือกอื่น โดยเนสเต็ดลอจิตสามารถตั้งสมมติฐานว่าทางเลือกทางเลือกหนึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับทางเลือกอื่นๆได้ โดยการจัดให้อยู่ภายในเนสต์ (Nest) เดียวกัน งานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลองเนสเต็ดลอจิตอรรถประโยชน์สูงสุด (Random Utility Maximization Nested Logit; RUMNL) ตามที่กล่าวในงานวิจัย [11] โดยเนสต์ m จะมีค่าความแตกต่าง (Dissimilarity Parameter; λ) ซึ่งเป็นค่าที่ตรงกันข้ามกับค่าสหสัมพันธ์ (Correlation; ρ) ดังสมการที่ (4)

$$\lambda_m = \sqrt{1-\rho_m} \tag{4}$$

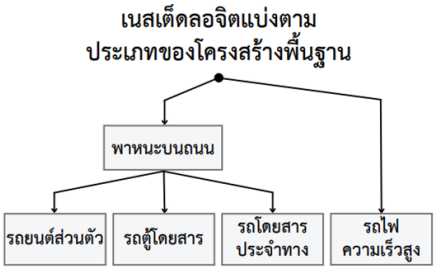
ความน่าจะเป็นที่ทางเลือก j ซึ่งอยู่ภายในเนสต์ m จะถูกเลือกมีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่อยู่ภายในเนสต์ m จากเนสต์ทั้งหมด M เนสต์คูณกับความน่าจะเป็นที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือก j จากทางเลือกทั้งหมดที่อยู่ภายในเนสต์ m เป็นดังสมการที่ (5)

$$P_j = \frac{e^{V_j/\lambda_m}}{e^{IV_m}} \cdot \frac{e^{\lambda_m IV_m}}{\sum_{m\in 1}^{M} e^{\lambda_m IV_m}} \tag{5}$$

IV_m (Inclusive Value) คือ อรรถประโยชน์ที่คาดว่าผู้ตัดสินใจจะได้รับสำหรับทุกทางเลือก k ที่อยู่ภายในเนสต์ m ดังสมการที่ (6)



รูปที่ 2 โครงสร้างแบบจำลองลอจิตพหุ



รูปที่ 3 โครงสร้างแบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน

$$IV_m = \ln \sum_{k\in m} e^{V_k/\lambda_m} \tag{6}$$

2.2 โครงสร้างของแบบจำลอง

ผู้วิจัยสร้างแบบจำลองที่มีโครงสร้างต่างกันทั้งหมด 3 แบบจำลอง โดยแต่ละแบบจำลองมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

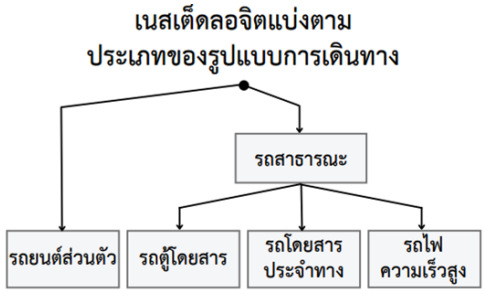
1) ลอจิตพหุที่มีรถยนต์ส่วนตัว รถไฟความเร็วสูง รถโดยสารประจำทาง และรถตู้โดยสาร ดังรูปที่ 2

2) เนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของโครงสร้างพื้นฐานมีรถไฟความเร็วสูงและกลุ่มเนสต์ “พาหนะบนถนน” ประกอบด้วยรถยนต์ส่วนตัว รถโดยสารประจำทาง และรถตู้โดยสารดังรูปที่ 3

3) เนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทาง มีรถยนต์ส่วนตัวและกลุ่มเนสต์ “รถสาธารณะ” ที่ประกอบด้วยรถไฟความเร็วสูง รถโดยสารประจำทาง และรถตู้โดยสาร ดังรูปที่ 4

2.3 การออกแบบแบบสอบถาม

แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคมและข้อมูลการเดินทางไปพัทยา ส่วนที่ 2



รูปที่ 4 โครงสร้างเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทาง

ข้อมูลการตัดสินใจการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยสถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทางในงานวิจัยเป็นการสำรวจแบบกำหนดสถานการณ์จำลอง (Stated Preference) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลที่นิยมใช้เมื่อต้องการศึกษาการตอบรับของผู้เดินทางต่อรูปแบบการเดินทางใหม่

การสำรวจแบบเปิดเผย (Revealed Preference) สถานการณ์ที่นำมาให้ผู้ตัดสินใจเลือกจะเป็นสถานการณ์ที่มีอยู่ในตลาดจริง แต่สำหรับการสำรวจแบบสถานการณ์จำลอง สถานการณ์ที่นำมาจะอยู่ในบริบทของ “ถ้าหากท่านอยู่ในสถานการณ์เช่นนี้ ท่านจะตัดสินใจอย่างไร” ทำให้สามารถศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่การสำรวจแบบเปิดเผยไม่สามารถสำรวจ มีประสิทธิภาพในการคำนวณที่สูงกว่าเพราะสามารถกำหนดระดับของปัจจัยที่หลากหลาย และป้องกันการเกิดการสัมพันธ์กันของตัวแปรได้ (Multicollinearity) [12] เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีออโทโกนอลิตี้ (Orthogonality) ในการสร้างสถานการณ์

2.3.1 สถานการณ์การเลือกรูปแบบการเดินทาง

ออโทโกนอลิตี้ คือ การใส่ข้อจำกัดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องการให้ตัวแปรต้นทุกตัวมีความเป็นเอกเทศต่อกันในทางสถิติ งานวิจัยที่ไม่ได้สนใจความเป็นออโทโกนอลิตี้ ตัวแปรต้นแต่ละตัวมักจะมีค่าสหสัมพันธ์ที่สูงส่งผลให้เกิดความแปรปรวน (Variance) มากในผลการคำนวณ [13]

แฟคทอเรียลแบบเต็ม (Full Factorial Design) คือ การออกแบบงานวิจัยที่สถานการณ์จะมีการผสมผสานระดับของแต่ละปัจจัยในทุกๆรูปแบบ เช่น งานวิจัยที่มี 2 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับคือระดับต่ำและระดับสูง การออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็มจะมีสถานการณ์ทั้งหมด 4 สถานการณ์ดังตารางที่ 1 เพราะฉะนั้นในงานวิจัยที่มีปัจจัยและระดับในปริมาณมากอาจมีความยากลำบากในการควบคุมแบบสอบถามและสิ้นเปลืองทรัพยากรณ์มากเกินไป

ตารางที่ 1 สถานการณ์การออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็ม

สถานการณ์	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2
สถานการณ์ที่ 1	ต่ำ	ต่ำ
สถานการณ์ที่ 2	ต่ำ	สูง
สถานการณ์ที่ 3	สูง	ต่ำ
สถานการณ์ที่ 4	สูง	สูง

แฟคทอเรียลบางส่วน (Fractional Factorial Design) สามารถลดจำนวนสถานการณ์ลงจากการออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็มโดยที่ยังคงความเป็นออโทโกนอลิตี้ ทำให้สามารถควบคุมแบบสอบถามได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ [13], [14] สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีที่แตกต่างเล็กน้อย คือใช้การออกแบบของทากุจิ ตามที่งานวิจัย [15] สรุปว่ามีผลลัพธ์ที่เทียบเคียงได้กับการออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็ม

สถานการณ์การเลือกที่สุ่มออกมาเป็นแฟคทอเรียลบางส่วนเรโซลูชั่น 4 (Resolution IV) ซึ่ง [16] กล่าวว่าสามารถคำนวณอิทธิพลหลัก (Main Effect) ของตัวแปรได้ โดยไม่มีการเจือปนกัน (Unconfounded) กับตัวแปรอื่น แต่อาจมีการเจือปนกันในปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Interaction) 2 ตัวขึ้นไป ดังนั้น งานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลองอิทธิพลหลักเท่านั้น และคาดเดาว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยไม่มีนัยสำคัญในการทดลอง [17] ปัจจัยของรูปแบบการเดินทางมี 3 ระดับ (Level) โดย 2 ระดับเกิดจากการเพิ่มและลดค่าของปัจจัยเป็นปริมาณร้อยละ 30–50 จากระดับพื้นฐานที่แสดงในตารางที่ 2 เพื่อแสดงความสูง-ต่ำของปัจจัยสำหรับการออกแบบแฟคทอเรียลบางส่วน สถานการณ์ที่สุ่มออกมา 27 สถานการณ์ถูกแบ่งออกเป็น 9 ชุด ชุดละ 3 สถานการณ์

ตารางที่ 2 ระดับพื้นฐานของปัจจัยรูปแบบการเดินทาง

ปัจจัย	ค่าใช้จ่าย (cost)*	เวลา (time)	ความถี่ (freq)
รถยนต์ส่วนตัว	500 บาท	120 นาที	-
รถตู้โดยสาร	150 บาท	120 นาที	40 นาที/คัน
รถโดยสารประจำทาง	150 บาท	120 นาที	60 นาที/คัน
รถไฟความเร็วสูง	400 บาท	80 นาที	40 นาที/คัน

หมายเหตุ: *ในวงเล็บคือชื่อของตัวแปรเมื่อใช้สร้างสมการอรรถประโยชน์

2.3.2 การกำหนดปริมาณของกลุ่มตัวอย่าง

ทฤษฎีของยามาเน่ [18] ถูกใช้ในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัย มีการคำนวณดังสมการที่ (7) สำหรับประชากร (N) พ.ศ. 2562 จังหวัดชลบุรีมีนักท่องเที่ยวชาวไทย 8,636,346 คน [9] ดังนั้นที่ความเชื่อมั่น (e) ร้อยละ 95 กลุ่มตัวอย่าง (n) ควรมีจำนวนอย่างน้อย 400 คน

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{7}$$

3. ผลการทดลอง

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลผู้เดินทางได้ทั้งหมด 405 คน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ ผ่านการขอความร่วมมือกลุ่มตัวอย่างในการส่งแบบสอบถามต่อแก่ผู้ที่เคยมีประวัติการเดินทางท่องเที่ยวไปพัทยา แบบสอบถามทั้ง 9 ชุดถูกกระจายให้กลุ่มตัวอย่างในปริมาณที่เท่ากันชุดละ 45 คนเพื่อคงความเป็นออโทโกนอลลิตี้อย่างสมบูรณ์ ส่วนแรกของแบบสอบถามแสดงในตารางที่ 3 ส่วนที่ 2 ข้อมูลความถี่ในการเลือกรูปแบบการเดิน 1,215 ข้อมูล แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคมและข้อมูลการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	สเกลการวัด	คำอธิบาย	ดีไซน์โค้ด	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
เพศ (sex) *	นามบัญญัติ	ชาย	0	223	55.1
		หญิง	1	182	44.9
รวม				**405**	**100**
อายุ (age)	มาตรเรียงลำดับ	ต่ำกว่า 24 ปี	1	111	27.4
		24–42 ปี	2	180	44.4
		42–57 ปี	3	97	24
		มากกว่า 57 ปี	4	17	4.2
รวม				**405**	**100**
รายได้ (inc)	มาตรเรียงลำดับ	ต่ำกว่า 10,000 บาท	1	28	6.9
		10,001–15,000 บาท	2	83	20.5
		15,001–20,000 บาท	3	59	14.6
		20,001–25,000 บาท	4	45	11.1
		25,001–30,000 บาท	5	30	7.4
		30,001–35,000 บาท	6	39	9.6
		มากกว่า 35,000 บาท	7	121	29.9
รวม				**405**	**100**
อาชีพ	นามบัญญัติ	นักเรียน/นักศึกษา	- **	129	31.9
		ราชการ/รัฐวิสาหกิจ	-	108	26.7
		พนักงานเอกชน	-	80	19.8
		ธุรกิจส่วนตัว	-	53	13.1
		อื่นๆ	-	35	8.6
รวม				**405**	**100**

ตารางที่ 3 (ต่อ) ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคมและข้อมูลการเดินทางของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	สเกลการวัด	คำอธิบาย	ดีไซน์โค้ด	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนสมาชิกในครอบครัว	มาตรเรียงลำดับ	อยู่คนเดียว	-	26	6.4
		2 คน	-	48	11.9
		3–4 คน	-	232	57.3
		มากกว่า 4 คน	-	99	24.4
รวม				**405**	**100**
จำนวนรถยนต์ในครอบครัว	มาตรเรียงลำดับ	ไม่มีรถยนต์	-	63	15.6
		1 คัน	-	150	37
		2 คันขึ้นไป	-	192	47.4
รวม				**405**	**100**
ปกติเดินทางไปพัทยากับกลุ่มใด	นามบัญญัติ	เดินทางคนเดียว	-	44	10.9
		เพื่อน/แฟน	-	202	49.9
		ครอบครัว	-	159	39.3
รวม				**405**	**100**
จำนวนผู้ร่วมเดินทางไปพัทยาโดยส่วนใหญ่	มาตรเรียงลำดับ	เดินทางคนเดียว	-	44	10.9
		2 คน	-	84	20.7
		3–4 คน	-	245	60.5
		5 คนขึ้นไป	-	32	7.9
รวม				**405**	**100**

หมายเหตุ: * คำที่อยู่วงเล็บคือชื่อของตัวแปรของปัจจัยนั้น ๆ เมื่อใช้สร้างสมการอรรถประโยชน์
** "-" หมายความว่าปัจจัยนั้น ๆ ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการสร้างสมการอรรถประโยชน์

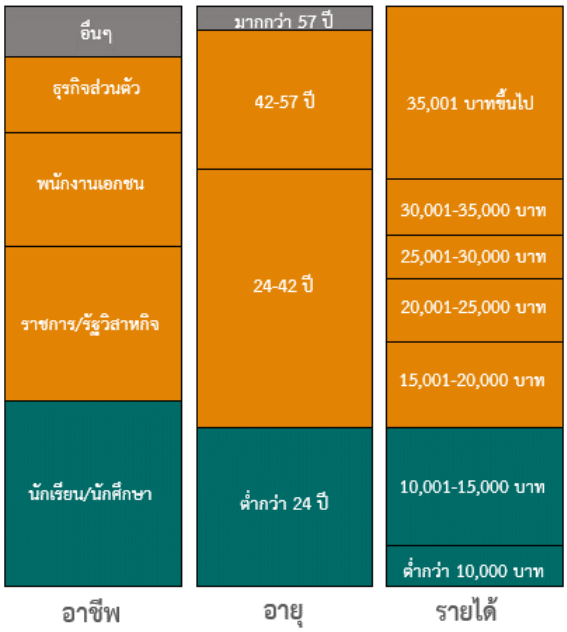
ตารางที่ 4 ความถี่ในการเลือกแต่ละรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง	จำนวน	ร้อยละ
รถไฟความเร็วสูง	393	32.35
รถตู้โดยสาร	158	13.00
รถโดยสารประจำทาง	181	14.90
รถยนต์ส่วนตัว	483	39.75
รวม	1215	100

สามารถสังเกตุได้ว่ากลุ่มตัวอย่างโดยส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือผู้ที่อยู่ในวัยทำงานและกลุ่มนักศึกษา สังเกตแนวโน้มได้ในรูปที่ 5 โดยอาชีพนักเรียนนักศึกษาเป็นประชากรตัวอย่างที่มากที่สุดของงานวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของช่วงอายุต่ำกว่า 24 ปี และอธิบายถึงกลุ่มรายได้ที่กระจายตัวในช่วง ต่ำกว่า 10,000 บาท จนถึง 15,000 บาท ในขณะที่อาชีพข้าราชการ พนักงานเอกชน และธุรกิจส่วนตัว อธิบายช่วงอายุ 24–57 ปี และกลุ่มรายได้ตั้งแต่ 15,001 บาทขึ้นไป และเมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ผลที่ได้ยังสอดคล้องต่อความถี่การเลือกรูปแบบการเดินทางในตารางที่ 4 ที่รถไฟความเร็วสูงและรถยนต์ส่วนตัวมีความถี่การเลือกที่สูงกว่ารถตู้โดยสารและรถโดยสารประจำทางเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เดินทางทั้ง 2 ประเภทล้วนมีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

เนื่องจากงานวิจัยเป็นงานวิจัยแบบกำหนดสถานการณ์จำลอง ทางเลือกรถยนต์ส่วนตัวจึงสามารถปรากฏเป็นตัวเลือกในสถานการณ์การตัดสินใจแก่ผู้ที่ไม่ได้ครอบครองรถยนต์ส่วนตัว กรณีเดียวกันกับรถไฟความเร็วสูงที่สามารถปรากฏเป็นตัวเลือกแก่ผู้ที่ไม่เคยใช้บริการ

ปัจจัยสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่นำมาใช้สร้างสมการ



รูปที่ 5 กราฟแสดงแนวโน้มของกลุ่มตัวอย่าง

อรรถประโยชน์มีเพียง เพศ อายุ และรายได้ เนื่องมาจาก

1) อาชีพ เพื่อป้องกันการเกิดความสัมพันธ์กันกับอายุและรายได้ เพราะ อาชีพบางอาชีพเช่นนักศึกษาย่อมมีอายุและรายได้ที่กระจายตัวแคบ นอกจากนี้ยังเป็นนามบัญญัติที่มี 5 ระดับ จึงต้องสร้างตัวแปรดัมมี่ (Dummy) ถึง 15 ตัว (5 ระดับ 3 รูปแบบการเดินทาง ยกเว้นตัวอ้างอิง) ยากต่อการมีนัยสำคัญและไม่คุ้มค่าความซับซ้อนสมการ

2) สมาชิกในครอบครัว ผู้วิจัยตัดสินใจว่าไม่ควรนำเข้ามาในสมการอรรถประโยชน์ ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างเดินทางไปพักผ่อนกับเพื่อน/แฟนมากที่สุด การนำสมาชิกครอบครัวเข้าสมการ จะไม่สามารถอธิบายกลุ่มตัวอย่างนี้ได้

3) จำนวนรถยนต์ในครอบครัว ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้ตัดสินใจเป็นผู้ใช้รถยนต์จริงหรือไม่ เพราะผู้ที่มีสมาชิกครอบครัว 2 คนขึ้นไป คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 90 แต่ครัวเรือนที่มีรถยนต์ 1 คัน มีมากถึงร้อยละ 37 ผู้ที่ไม่ได้ใช้อาจไม่คำนึงถึงการมีอยู่ของรถยนต์ในครอบครัวตนเองเลยก็ได้

4) กลุ่มที่ร่วมเดินทาง ความผิดพลาดของการเก็บข้อมูลที่ไม่ได้เน้นย้ำวัตถุประสงค์การเดินทาง จึงไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าผู้ตัดสินใจตอบคำถามนี้ ในบริบทของการเดินทางท่องเที่ยวหรือไม่ และยังเป็นนามบัญญัติหลายระดับเช่นเดียวกับอาชีพ

5) จำนวนผู้ร่วมเดินทาง ปัญหาความผิดพลาดการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกัน และมีความเป็นไปได้ที่ผู้ตัดสินใจอาจไม่ได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยนี้ ผู้ที่เดินทางกับเพื่อน/แฟนอาจไม่ได้มองว่าการเดินทางรถสาธารณะจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่ารถยนต์ส่วนตัว

ตัวแปรทุกตัวของงานวิจัยถูกคำนวณเป็นตัวแปรเฉพาะทางเลือก (Alternative Specific Variable) เนื่องจากปัจจัยของรูปแบบการเดินทางทั้ง 4 ที่แตกต่างกันมาก แสดงถึงอิทธิพลของปัจจัยต่ออรรถประโยชน์ที่ไม่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น ผู้เดินทางรถไฟความเร็วสูงและรถยนต์ส่วนตัว ควรที่จะมีความอ่อนไหวต่อราคาที่น้อยกว่ารถตู้โดยสารและรถโดยสารประจำทาง เนื่องจากระดับพื้นฐานของราคาที่สูงกว่า ในทางกลับกันผู้ที่เดินทางด้วยรถตู้โดยสารและรถโดยสารประจำทางก็ควรที่จะอ่อนไหวต่อเวลาการเดินทางน้อยกว่า เป็นต้น ตัวแปรความเอนเอียง ได้แก่ ค่าคงที่ เพศ อายุ และรายได้จะใช้รูปแบบการเดินทางรถยนต์ส่วนตัวเป็นทางเลือกอ้างอิง ผลลัพธ์การคำนวณถูกแสดงในตารางที่ 5 โดยสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

- ดัชนีชี้วัดแบบจำลอง แบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทางมีค่า Log-likelihood และ Rho-square ที่สูงที่สุด บ่งบอกถึงประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบจำลองอื่นทั้ง 2 แบบจำลอง
- ค่าความแตกต่างของแบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานมีค่าเท่ากับ 0.672576 แสดงถึงรูปแบบการเดินทางภายในเนสต์มีความสัมพันธ์กันอยู่ แต่ไม่สูงมาก

ในขณะที่ค่าความแตกต่างของแบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทางมีค่าเท่ากับ 0.305884 บ่งบอกว่ารูปแบบการเดินทางภายในเนสต์มีความสัมพันธ์คล้ายกันเป็นอย่างยิ่ง

- ค่าคงที่ของรถตู้โดยสารและรถโดยสารประจำทางมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ แสดงว่าผู้เดินทางมีแนวโน้มที่จะเลือกรถยนต์ส่วนตัวมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวใน [1] ที่

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การคำนวณแบบจำลองลอจิต

ปัจจัย	ลอจิตพหุ		เนสเต็ดลอจิตที่แบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน		เนสเต็ดลอจิตที่แบ่งตามรูปแบบการเดินทาง	
	β	t-stat	β	t-stat	β	t-stat
asc_car	0	NA	0	NA	0	NA
asc_van	–1.58996	–1.5678	–1.76386	–2.33403*	–4.73687	–6.68952***
asc_tour	–2.16038	–2.10621*	–2.3354	–3.13713**	–4.52123	–6.35597***
asc_hst	1.497077	1.848384	2.377575	2.870548**	–2.22671	–2.52617*
sex_car	0	NA	0	NA	0	NA
sex_van	–0.97829	–4.06137***	–0.67445	–3.51407***	–0.34438	–2.00844*
sex_tour	1.150523	5.138961***	0.841135	4.516709***	0.41608	2.406507*
sex_hst	–0.08854	–0.50805	–0.09608	–0.59665	–0.00659	–0.04476
age_car	0	NA	0	NA	0	NA
age_van	–0.31048	–1.70968	–0.18796	–1.44532	–0.32443	–2.65805**
age_tour	0.396724	2.500399*	0.302508	2.63036**	–0.07542	–0.59244
age_hst	–0.84448	–5.57031***	–0.8008	–5.64075***	–0.48834	–4.02526***
inc_car	0	NA	0	NA	0	NA
inc_van	–0.34408	–4.77466***	–0.27143	–4.80527***	–0.22864	–4.64803***
inc_tour	–0.54626	–7.73955***	–0.40315	–6.01249***	–0.30393	–5.61614***
inc_hst	0.056939	1.036522	0.099229	1.878052	–0.08789	–1.86395
time_car	–0.04003	–12.0041***	–0.0318	–8.09457***	–0.03677	–11.7263***
time_van	–0.0205	–4.60946***	–0.01496	–4.04893***	–0.00748	–3.44807***
time_tour	–0.01965	–4.57429***	–0.01433	–4.10874***	–0.00786	–3.7085***
time_hst	–0.04373	–8.83707***	–0.0396	–8.05319***	–0.02196	–5.34354***
cost_car	–0.00899	–12.6932***	–0.00709	–8.2521***	–0.00846	–12.9099***
cost_van	–0.01967	–6.81802***	–0.01442	–5.42619***	–0.00689	–4.11146***
cost_tour	–0.02232	–7.84647***	–0.01561	–5.45083***	–0.00865	–4.60025***
cost_hst	–0.01273	–12.0501***	–0.01225	–11.9568***	–0.00601	–5.52752***
freq_van	–0.0325	–4.75552***	–0.02246	–3.90481***	–0.00854	–2.7071**
freq_tour	–0.03136	–4.96588***	–0.02119	–3.98474***	–0.01259	–3.81635***
freq_hst	–0.02237	–4.59283***	–0.02094	–4.42157***	–0.01397	–4.91528***
Dissimilarity Param.		0.672576	7.309872***	0.305884	5.21763***	
Log-Likelihood (0)	–1684.35					
Log-Likelihood (C)	–1556.06					
Log-Likelihood (β)	–1026.73		–1022.08		–994.93	
Rho-square (0)	0.3904		0.3932		0.4093	
Rho-square (C)	0.3402		0.3432		0.3606	

หมายเหตุ: มีนัยสำคัญที่ร้อยละ 99.9 (***), ร้อยละ 99 (**), ร้อยละ 95 (*)

รถยนต์ส่วนตัวจะเป็นรูปแบบการเดินทางที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ดังนั้นการที่รถไฟความเร็วสูงภายในแบบจำลองลอจิตพหุและแบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐาน มีค่าเป็นบวกจึงให้ความหมายที่ตรงข้ามกันและขัดกับงานวิจัย [19], [20] ในขณะที่แบบจำลองเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทางมีสัมประสิทธิ์ค่าคงที่รถไฟความเร็วสูงที่ต่ำกว่าของรถยนต์ส่วนตัว จึงมีผลลัพธ์ที่ตรงกับงานวิจัยดังกล่าว

- ตัวแปรเพศตามดีไซน์โค้ด (Design Code) ที่ระบุในตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์จะมีผลก็ต่อเมื่อผู้เดินทางเป็นเพศหญิง แบบจำลองทั้ง 3 มีทิศทางของสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยเพศหญิงเมื่อเทียบกับเพศชาย มีแนวโน้มที่จะใช้รถโดยสารประจำทางมากกว่ารถยนต์ส่วนตัว และมีแนวโน้มที่จะใช้รถยนต์ส่วนตัวมากกว่ารถตู้โดยสาร

ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าผู้หญิงทุกคนจะเลือกใช้รถโดยสารประจำทางเหนือรถยนต์ส่วนตัว ตัวแปรเพศนี้เพียงแสดงถึงอรรถประโยชน์เริ่มต้นหากผู้ตัดสินใจเป็นเพศหญิงเท่านั้น แต่ตัวแปรค่าคงที่ซึ่งแสดงอรรถประโยชน์เริ่มต้นโดยรวมยังมีอิทธิพลที่สูงกว่าตัวแปรเพศอยู่มาก

- สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอายุมีความแตกต่างกันในแต่ละแบบจำลอง ยกเว้นเพียงตัวแปรอายุของรถไฟความเร็วสูงที่ลดอรรถประโยชน์ลงสูงกว่ารูปแบบการเดินทางอื่น และผ่านการทดสอบนัยสำคัญที่ร้อยละ 99.9 ในทุกแบบจำลอง บ่งบอกว่าผู้สูงอายุไม่พึงพอใจที่จะใช้รถไฟความเร็วสูง

- ภายในทุกแบบจำลอง ตัวแปรรายได้ของรถไฟความเร็วสูงไม่ผ่านการทดสอบนัยสำคัญ ในขณะที่ตัวแปรรายได้ของรถตู้โดยสารและโดยสารประจำทางผ่านนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99.9 และมีสัมประสิทธิ์ต่ำกว่ารถยนต์ส่วนตัว ซึ่งสมเหตุสมผลที่ผู้มีรายได้สูงจะมีความอ่อนไหวต่อค่าใช้จ่ายของรูปแบบการเดินทางน้อย และให้ความสำคัญกับคุณสมบัติด้านอื่นมากกว่า

- ปัจจัยของรูปแบบการเดินทาง ได้แก่ ปัจจัยเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และความถี่การให้บริการ ตัวแปรของทั้ง 3 ปัจจัยนี้ ลดอรรถประโยชน์ลงทั้งหมด ซึ่งตรงต่อหลักความเป็นจริง และตัวแปรโดยส่วนใหญ่ยังผ่านการทดสอบนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99.9 บ่งบอกว่าปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจอย่างแท้จริง

- สามารถสังเกตได้ว่า ปัจจัยรูปแบบการเดินทางและสภาพเศรษฐกิจและสังคมของลอจิตพหุและเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานมีอิทธิพลที่คล้ายคลึงกัน ต่างกับเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทรูปแบบการเดินทาง ที่ปัจจัยส่วนใหญ่มีอิทธิพลต่ออรรถประโยชน์น้อยลง แต่ตัวแปรค่าคงที่กลับมีอิทธิพลที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก

4. อภิปรายผลและสรุป

งานวิจัยนี้สร้างแบบจำลองลอจิตอธิบายพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางท่องเที่ยวไปเมืองพัทยา 3 แบบจำลอง ได้แก่ ลอจิตพหุ เนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของโครงสร้างพื้นฐาน และเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทาง จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์การคำนวณ ผู้วิจัยสรุปว่าเนสเต็ดลอจิตแบ่งตามประเภทของรูปแบบการเดินทางเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากตัวชี้วัดของแบบจำลอง ได้แก่ Log-Likelihood และ Rho-square ที่ดีกว่าแบบจำลองอื่น สัมประสิทธิ์ของตัวแปรปัจจัยที่มีความสมเหตุสมผลไม่ขัดต่อหลักความเป็นจริง ค่าคงที่ของรูปแบบการเดินทางรถไฟความเร็วสูงที่สอดคล้องกับงานวิจัย [19], [20] ดังนั้นผู้วิจัยจะวิเคราะห์และเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้อ้างอิงจากผลลัพธ์ของแบบจำลองนี้

ปัจจัยความเอนเอียงของผู้ตัดสินใจที่ประกอบในสมการบ่งบอกว่าในรูปแบบการเดินทางทั้ง 4 รูปแบบ ผู้เดินทางท่องเที่ยวไปพัทยามีความต้องการที่จะเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวมากที่สุด ตามด้วยรถไฟความเร็วสูง รถโดยสารประจำทาง และรถตู้โดยสารตามลำดับ เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะเลือกรถโดยสารประจำทางมากกว่าเพศชาย และมีแนวโน้มที่จะใช้รถตู้โดยสารน้อยกว่า ผู้สูงวัยมีแนวโน้มที่จะใช้รถยนต์มากกว่ารถสาธารณะโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรถไฟความเร็วสูง ดังนั้นการกำหนดนโยบายและออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกบนรถไฟความเร็วสูง จะต้องได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมสำหรับยุคสังคมสูงวัย ผู้เดินทางยิ่งมีรายได้สูงยิ่งต้องการใช้รถยนต์ส่วนตัวมากกว่ารถตู้โดยสารและรถโดยสารประจำทาง

อาจสืบเนื่องมาจากคุณสมบัติเฉพาะหลายประการที่มีในรถยนต์ส่วนตัว เช่น ความเป็นส่วนตัว ความสะดวกสบาย เป็นต้น

ปัจจัยรูปแบบการเดินทางที่ประกอบในสมการบ่งบอกว่า ผู้เดินทางด้วยรถตู้โดยสารให้ความสำคัญกับค่าโดยสาร เวลาการเดินทางและความถี่เท่า ๆ กัน ผู้เดินทางรถโดยสารประจำทางให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางและความถี่การให้บริการมากกว่าเวลาในการเดินทาง การลดราคาค่าโดยสารและเพิ่มความถี่จะช่วยดึงดูดผู้เดินทางได้มากกว่าการเร่งความเร็วให้ถึงจุดหมาย ในทางกลับกันผู้เดินทางให้ความสำคัญกับเวลาการเดินทางและความถี่การให้บริการในรถไฟความเร็วสูง การจัดรอบด่วนพิเศษหรือเพิ่มความถี่ในการเดินรถจะช่วยดึงดูดให้ผู้เดินทางมาใช้รูปแบบการเดินทางนี้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่ควรมองข้ามค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เนื่องจากรถยนต์ส่วนตัวยิ่งมีผู้ร่วมเดินทางมากค่าใช้จ่ายต่อคนยิ่งน้อยลง การตั้งค่าโดยสารที่สูงเกินไปอาจเสียผู้ใช้บริการได้

งานวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการตั้งข้อจำกัดที่ชัดเจนแก่ผู้ตัดสินใจคือการเลือกรูปแบบการเดินทางในบริบทการเดินทางที่มีจุดประสงค์เพื่อการท่องเที่ยว ดังนั้นหากนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการเดินทางที่มีวัตถุประสงค์อื่น ผลลัพธ์ที่ได้อาจคลาดเคลื่อนจากแบบจำลอง รวมไปถึงพื้นที่ศึกษาที่มีรูปแบบการเดินทางหรือระดับของปัจจัยที่แตกต่างจากงานวิจัยที่มากเกินไป พฤติกรรมการเลือกย่อมมีการเปลี่ยนแปลง ในกรณีดังกล่าวควรใช้งานวิจัยเป็นกรณีศึกษาเท่านั้น นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยสรุปว่าแบบจำลองเนสเต็ดลอจิตที่แบ่งตามประเภทรูปแบบการเดินทางมีประสิทธิภาพการคำนวณที่ดีที่สุด อาจเป็นจริงเฉพาะกรณีศึกษานี้ หากเปลี่ยนพื้นที่หรือกรณีศึกษาอาจทำให้ข้อสรุปไม่เป็นจริงก็ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] F. S. Koppelman and C. Bhat, *A self instructing course in mode choice modeling: multinomial and nested logit models*. FTA, United States: Federal Transit Administration, 2006.

[2] Team Consulting Engineering and Management and Sasin Graduate Institute of Business Administration. (2018). The High-Speed Rail Linked 3 Airport Project, Final Report (Complete Edition). State Railway of Thailand. Bangkok, Thailand. [Online]. (in Thai). Available: https://www.eeco.or.th/th/filedownloads/1869/file-ce1677dc3f62605b63154178eb0bbaba.pdf

[3] K. E. Train, *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press, 2009.

[4] N. Ashford and M. Benchemam, *Passengers' choice of airport: an application of the multinomial logit model*. Loughborough University of Technology Department of Transport Technology, 1987.

[5] D. A. Hensher and J. M. Rose, "Development of commuter and non-commuter mode choice models for the assessment of new public transport infrastructure projects: a case study," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 41, no. 5, pp. 428–443, 2007.

[6] N. Koatbua and K. Rungjang, "Choice model for long distance travels by train and application to logit model for lower-northeastern line," *The Journal of KMUTNB*, vol. 31, no. 3, pp. 450–460, 2021 (in Thai).

[7] Y. Liu, J. Chen, W. Wu, and J. Ye, "Typical combined travel mode choice utility model in multimodal transportation network," *Sustainability*, vol. 11, no. 2, pp. 549, 2019.

[8] A. Polydoropoulou and M. Ben-Akiva, "Combined revealed and stated preference nested logit access and mode choice model for multiple mass transit technologies,"

Transportation Research Record, vol. 1771, no. 1, pp. 38–45, 2001.

[9] Ministry of Tourism and Sports. (2020). Domestic Tourism Statistics (Classify by region and province 2020). Domestic Tourism Statistics. Bangkok, Thailand. [Online] (in Thai). Available: https://www.mots.go.th/more_news_new.php?cid=594

[10] M. E. Ben-Akiva and S. R. Lerman, *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. MIT press, 1985.

[11] F. Heiss, "Structural choice analysis with nested logit models," *The Stata Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 227–252, 2002.

[12] N. Sanko, "Guidelines for stated preference experiment design," *Master of Business Adminstration diss., Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. s*, 2001.

[13] D. A. Hensher, J. M. Rose, and W. H. Greene, *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge university press, 2005.

[14] R. F. Gunst and R. L. Mason, "Fractional factorial design," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, vol. 1, no. 2, pp. 234–244, 2009.

[15] Y. A. Youssef, Y. Beauchamp, and M. Thomas, "Comparison of a full factorial experiment to fractional and Taguchi designs in a lathe dry turning operation," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 27, no. 1–4, pp. 59–62, 1994.

[16] R. L. Mason, R. F. Gunst, and J. L. Hess, *Statistical design and analysis of experiments: with applications to engineering and science*. John Wiley & Sons, 2003.

[17] P. E. Green, "On the design of choice experiments involving multifactor alternatives," *Journal of Consumer Research*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 1974.

[18] T. Yamane, Statistics: *An introductory analysis*. Harper & Row, 1967.

[19] M. González-Savignat, "Will the high-speed train compete against the private vehicle?," *Transport Reviews*, vol. 24, no. 3, pp. 293–316, 2004.

[20] Y. Wang, L. Li, L. Wang, A. Moore, S. Staley, and Z. Li, "Modeling traveler mode choice behavior of a new high-speed rail corridor in China," *Transportation Planning and Technology*, vol. 37, no. 5, pp. 466–483, 2014.