

การพัฒนาแบบจำลอง Hybrid Choice Models ในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง กรณีศึกษา: รถไฟฟ้าสายสีเขียวสถานีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

Development of Hybrid Choice Models for Modal Shift Study: A Case Study of MRT Green Line Extension Kasetsart University Station

ณัฐชนน อุตตาภิบาล เอกชัย ศิริกิจพานิชกุล* ชวเลข วณิชเวทิน วิโรจน์ รุโจปการ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Natchanon Auttapibarn Ackchai Sirikijpanichkul* Chavalek Vanichavetin Wiroj Rujopakarn

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author Email: fengacs@ku.ac.th

(Received: October 18, 2018; Accepted: November 8, 2018)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงของผู้เดินทางมายังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกใช้บริการรถไฟฟ้าที่มีการเชื่อมต่อภายในมหาวิทยาลัย 2 รูปแบบ ได้แก่ รถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัย (กรณี 1) และรถจักรยานยนต์รับจ้าง (กรณี 2) ด้วยวิธีการสร้างแบบสอบถามสำรวจความเห็นผ่านสถานการณ์สมมติและสำรวจทัศนคติของผู้เดินทางที่มีต่อปัจจัยแฝงทั้ง 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านความสะดวก ปัจจัยด้านความสบาย ปัจจัยด้านความปลอดภัย และปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการเดินทาง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง ที่ได้จากการรวมแบบจำลองทางเลือกดั้งเดิมกับแบบจำลองตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัว หรือ แบบจำลองมีมิค (MIMIC Model) สามารถนำไปพยากรณ์การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกใช้บริการด้วยรถไฟฟ้าแล้วมีรูปแบบการเชื่อมต่อภายในดังกรณี 1 และกรณี 2 ได้เหมาะสมและดีกว่าแบบจำลองทางเลือกดั้งเดิม (ที่คำนึงเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย) โดยเมื่อพิจารณาจากค่าสถิติการตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (McFadden's R-Square) พบว่ามีค่าสถิติเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.03 และ 3.26 และมีค่าร้อยละความถูกต้องในการทำนายของแบบจำลองเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.74 และ 0.68 ตามลำดับ

คำสำคัญ: แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง แบบจำลองทางเลือกดั้งเดิม ปัจจัยแฝง รถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟฟ้าสายสีเขียว

ABSTRACT

This research is aimed at developing a hybrid choice model to forecast the proportion of modal shift from private car to mass rapid transit (MRT) with either campus feeder buses or motorcycle taxis as egress modes of commuting trips to Kasetsart University. A survey of stated preference and factor scoring of

* บทความนี้ได้ถูกนำเสนอบางส่วนในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23

four latent factors including convenience, comfort, safety and reliabilities are conducted. The results show that the newly developed hybrid choice model which integrates the traditional modal choice model with the MIMIC model can provide more accurate forecasting results than the traditional one that considering only travel time and cost subject to the increase of McFadden's R-Square statistics by 4.03% and 3.26%, respectively where the precision of model predictions is increased by 0.74% and 0.68%, respectively.

Keywords: Hybrid Choice Model, Traditional Modal Choice Model, Latent Variable, Private Car, MRT Green Line.

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาและขยายตัวในทุก ๆ ส่วนของประเทศ โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่เมืองหลวง คือ กรุงเทพมหานคร ส่งผลให้เกิดความต้องการในการเดินทางเป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นการเดินทางไปทำงาน ไปห้างสรรพสินค้า ไปเรียนหนังสือ กลับที่พักอาศัย จากการเพิ่มขึ้นของประชากรประกอบกับการเจริญเติบโตของเมือง การให้บริการด้านระบบขนส่งสาธารณะจึงเป็นทางเลือกในการเดินทางที่สำคัญ โดยระบบขนส่งสาธารณะต้องสามารถรองรับปริมาณการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวันได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการและต้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในอดีตกรุงเทพมหานครได้มุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณเส้นทางจราจร จำนวนช่องจราจร หรือแม้แต่การเพิ่มระบบขนส่งสาธารณะในรูปแบบรถโดยสารประจำทาง รถตู้สาธารณะ เพื่อรองรับปริมาณการเดินทาง ซึ่งแนวทางเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ปริมาณยานพาหนะในท้องถนนเพิ่มมากขึ้น ทำให้กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีการจราจรติดขัดเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก จนกระทั่งได้มีโครงการจัดทำแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (M-Map) เพื่อรองรับปริมาณการเดินทางของประชากรในเมืองหลวง

งานวิจัยนี้ให้ความสนใจในส่วนของการรถไฟฟ้าสายสีเขียว (หมอชิต – สะพานใหม่ – คูคต) ภายใต้การดูแลของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย โครงการมีระยะทางประมาณ 19 กิโลเมตร ลักษณะเป็นโครงสร้างทางวิ่งยกระดับตลอดแนวเส้นทางพลโยธินและสิ้นสุดที่บริเวณคลองสอง มีสถานียกระดับจำนวน 16 สถานีซึ่งมี

แนวเส้นทางผ่านมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน (พื้นที่กรณีศึกษา) โดยจะทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง (Hybrid Choice Models) เพื่อให้ทราบถึงสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเป็นระบบรถไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของปัจจัยแฝงด้านทัศนคติ จิตวิทยาที่นอกเหนือไปจากปัจจัยในด้านเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยคาดหวังว่างานวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารและหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการปรับปรุงกายภาพภายในมหาวิทยาลัยจากการนำผลที่ได้ของงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขระบบขนส่งเพื่อการเชื่อมต่อการเดินทางโดยรถไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทาง

พฤติกรรมในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีแบบจำลองทางเลือกแบบแยกย่อย (Discrete Choice Model) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Ben-Akiva and Lerman (1985) ในแบบจำลองดังกล่าว ผู้เดินทางจะเลือกรูปแบบการเดินทางซึ่งมีค่าอรรถประโยชน์ (Utility) สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านรายได้ของตนเอง โดยสมมติว่าค่าอรรถประโยชน์ จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจทางเลือก ได้แก่ คุณลักษณะส่วนบุคคลเชิงสังคมและเศรษฐศาสตร์ของผู้เดินทาง เช่น อายุ เพศ รายได้ การครอบครองยานพาหนะ เป็นต้น รวมไปถึงคุณลักษณะของรูปแบบทางเลือกในการเดินทาง เช่น

ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นต้น และสามารถแสดงให้อยู่ในรูปแบบจำลองอรรถประโยชน์เชิงสุ่ม (Random Utility Model) ดังสมการต่อไปนี้

$$U_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_{ik} V_{ikn} + \varepsilon_i \quad (1)$$

โดยที่ U_i แทนค่าอรรถประโยชน์ของกลุ่มตัวอย่างที่ n ที่มีต่อทางเลือก i , β_{ik} แทนค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัย k ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือก i ($k = 1, 2, 3, \dots, K$) และ V_{ik} แทนค่าปัจจัย k ของกลุ่มตัวอย่างที่ n ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือก i และ ε_i แทนส่วนของค่าอรรถประโยชน์ของทางเลือก i ที่ไม่สามารถอธิบายได้

โดยค่าอรรถประโยชน์ในเทอม $\sum_{k=1}^K \beta_{ik} V_{ikn}$ เป็นองค์ประกอบที่สามารถอธิบายได้อย่างเป็นระบบ (Systematic or Non-random Component) และ ε_i เป็นองค์ประกอบที่ไม่สามารถอธิบายได้หรือเกิดขึ้นโดยสุ่ม (Random Component) โดยความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างที่ n จะเลือกทางเลือก i ในกรณีที่มีรูปแบบการเดินทางทางเลือก 2 รูปแบบ สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองโลจิตทวินาม (Binary Logit Model) ซึ่งแสดงด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$P_n(i) = \frac{e^{U_{in}}}{e^{U_{in}} + e^{U_{jn}}} \quad (2)$$

โดยที่ $P_n(i)$ แทน ความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างที่ n จะเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่ง i , โดย U_{in} แทนอรรถประโยชน์ (Utility) ส่วนที่เป็น non-Random ของกลุ่มตัวอย่างที่ n ที่จะเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่ง i และ i, j แทนรูปแบบทางเลือกในการขนส่ง

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Maximum Likelihood

วีโรจน์ (2544) กล่าวว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองการเลือกรูปแบบการขนส่ง Logit

ระดับย่อย จะอาศัยวิธี Maximum Likelihood วิธีประมาณค่านี้มีประโยชน์มากเมื่อต้องการทราบค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเฉพาะ ๆ ไม่ใช่เป็นช่วง เพื่ออธิบายวิธี Maximum Likelihood จะขอยกตัวอย่าง Density Function หนึ่ง ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าจากประชากร คือ β โดย Density Function ของประชากรสามารถเขียนได้เป็น $f(x, \beta)$ เมื่อให้ n เป็นจำนวนค่าที่สังเกตได้จากประชากร คือ $X_1, \dots, X_n$ ดังนั้น Joint Density Function ของประชากรและตัวแปรจากการสังเกตสามารถเขียนได้เป็น

$$I = \sum_{n=1}^n f(X_n, \beta) \quad (3)$$

สมการข้างต้นเรียกว่า Likelihood Function และสามารถเปลี่ยนเป็น Maximum Likelihood โดยการใส่ Natural Logarithms Function “ $\ln$ ” ก่อนเพื่อความสะดวก จากนั้นจะใส่ Partial Derivative เทียบกับพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณและให้เท่ากับ 0

$$L = \ln I = \sum_{n=1}^n \ln f(X_n, \beta) \quad (4)$$

และเมื่อทำ Partial Derivative จะได้

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \frac{\partial}{\partial \beta} \sum_{n=1}^n \ln f(X_n, \beta) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \frac{1}{f(X_1, \beta)} \frac{\partial}{\partial \beta} f(X_1, \beta) + \dots + \frac{1}{f(X_n, \beta)} \frac{\partial}{\partial \beta} f(X_n, \beta) \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = 0 \quad (7)$$

2.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง

Ben-Akiva and Lerman (1985) เสนอการตรวจสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง Logit จากดัชนี ρ^2 ดังนี้

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \quad (8)$$

โดยที่ ρ^2 คือ Rho-Square (มีค่าระหว่าง 0 และ 1), $L(\beta)$ คือ ค่า Log Likelihood Function สูงสุด และ $L(0)$ คือ ค่า Log Likelihood Function เมื่อพารามิเตอร์ทุกค่าเท่ากับ 0

ค่า ρ^2 ยิ่งเข้าใกล้ 1 หมายถึง แบบจำลองมีประสิทธิภาพสูง กล่าวคือ แบบจำลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้มาก ค่า ρ^2 ที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า 0.20 ขึ้นไป (HFA, 1985) ดังนั้นสำหรับบางกรณีค่า ρ^2 ไม่จำเป็นต้องมีค่าสูงก็ได้ (Ortuzar and Willumsen, 2011)

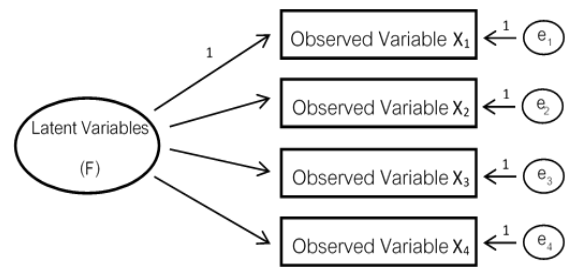
การตรวจสอบภาพรวมประสิทธิภาพของแบบจำลองอีกวิธีหนึ่ง คือ การตรวจสอบระดับความถูกต้อง โดยจะพิจารณาจาก

$$\% \text{ Correct} = \sum_{n=1}^N \frac{W_n}{N} \quad (9)$$

โดยที่ % Correct คือ ร้อยละความถูกต้องของผลการพยากรณ์โดยแบบจำลอง, $w_n = 1$ เมื่อผลการพยากรณ์ของตัวอย่างที่ n เป็นไปตามที่สำรวจได้ คือมีความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่าง n จะเลือกรูปแบบ i ตามที่สำรวจได้มากกว่าร้อยละ 50 กล่าวคือ $P_n(i) > 0.50$ โดยที่ N แทนขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง มีวิวัฒนาการมาจากการวิเคราะห์ปัจจัย (Spearman, 1904) การวิเคราะห์เส้นทาง (Wright, 1934) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นให้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรแฝงที่สร้างขึ้นจากตัวแปรที่สังเกตได้ซึ่งสมมติให้เป็นตัวแทนของตัวแปรแฝงเหล่านั้นทำให้ผู้วิจัยสามารถทดสอบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง (Latent Variables) และตัวแปรที่สังเกต (Observed Variables) ได้ในเชิงทฤษฎี (Bollen, 1989; Kline, 2011; Hair et al, 2013) ตัวอย่างดังแสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปัจจัยแฝงที่ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัว
ที่มา: กัลยา (2556)

ส่วนสัญลักษณ์ $\odot$ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้เนื่องจากไม่สามารถวัดตัวแปรสังเกตได้ถูกต้อง 100 %

2.5 ประเภทของแบบจำลองสมการโครงสร้าง

แบบจำลองสมการโครงสร้างแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มนั้นมีวิธีแยกย่อยอีกหลากหลายวิธีด้วยกัน (สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2553 อ้างถึงในนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) แต่ในที่นี้ผู้วิจัยจะขออธิบายถึงรายละเอียดเฉพาะวิธีที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เท่านั้นดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA)

เป็นเทคนิคการลดตัวแปรโดยผู้วิจัยไม่ทราบโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้มาก่อนจึงจำเป็นต้องจัดกลุ่มว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันจึงจัดให้อยู่ในกลุ่มปัจจัยเดียวกัน โดยผู้วิจัยจะไม่ทราบมาก่อนว่าตัวแปรสังเกตได้สามารถลดจำนวนตัวแปรให้เหลือกี่ปัจจัย

2.5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันเป็นเทคนิคที่ผู้วิจัยทราบโครงสร้างของความสัมพันธ์ตัวแปรสังเกตได้มาก่อนแล้ว กล่าวคือ ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าทางทฤษฎีหรืองานวิจัยที่ได้มีการศึกษาผ่านมา ผู้วิจัยจึงคาดการณ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ว่าตัวแปรใดบ้างมีความสัมพันธ์กันควรอยู่ในปัจจัยแฝงเดียวกัน จากนั้นจึงสร้างแบบจำลองเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ว่าเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ โดยการวัดปัจจัยแต่ละด้าน

ด้วยตัวแปรที่สังเกตได้หลาย ๆ ตัวจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดในการวัดของตัวแปรสังเกตได้

2.5.3 แบบจำลองตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัว หรือแบบจำลองมีมิก (MIMIC Models)

แบบจำลองที่มีปัจจัยแฝงเพียงตัวแปรเดียว โดยที่ปัจจัยแฝงนั้นได้รับอิทธิพลจากตัวแปรภายนอกสังเกตได้หลายตัวแปร และส่งอิทธิพลไปยังตัวแปรภายในสังเกตได้หลายตัวแปร หรือกล่าวอีกอย่างว่าเป็นแบบจำลองของคุณลักษณะแฝงที่มีหลายสาเหตุและวัดได้จากตัวบ่งชี้หลายตัว

2.6 การตรวจสอบความกลมกลืนและสอดคล้องของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

กัลยา (2556) เมื่อผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองและทดสอบความสัมพันธ์ของแบบจำลองแล้วเสร็จ สิ่งที่มีความสำคัญที่ขาดไม่ได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ การตรวจสอบแบบจำลองด้วยค่าสถิติต่าง ๆ เพื่อบ่งบอกถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

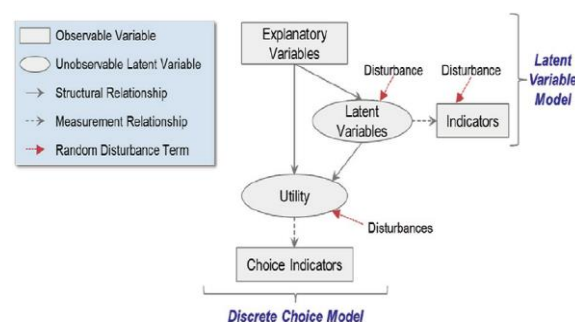
Model Fit	Good Fit	Acceptable Fit
Chi-Square (χ^2)	มีค่าตั้งแต่ 0-∞ (ถ้ามีค่าต่ำจะดี)	มีค่าตั้งแต่ 0-∞ (ถ้ามีค่าต่ำจะดี)
Degree of Freedom (DF)	มีค่าตั้งแต่ 0-∞ (ถ้ามีค่ามากจะดี)	มีค่าตั้งแต่ 0-∞ (ถ้ามีค่ามากจะดี)
GFI	0.95 ≤ GFI ≤ 1.00	0.9 ≤ GFI ≤ 0.95
	GFI : Goodness of Fit	
AGFI	ควรมีค่ามากกว่า 0.9 AGFI : (Adjusted) Goodness of Fit	
CFI	ควรมีค่ามากกว่า 0.9 CFI : Comparative Fit Index	
RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 ≤ RMSEA ≤ 0.08
	RMSEA : Root Mean Square Error of Approximation	
Normed Chi-square (χ^2/df)	0 ≤ χ^2/df ≤ 2	2 ≤ χ^2/df < 3

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hair et al. (2006)

2.7 แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง

ในการศึกษาและวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางในอดีต ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นในส่วน of ปัจจัยในด้านเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ซึ่งในปัจจุบันได้มีรูปแบบการเดินทางที่หลากหลายประกอบกับสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศมีลักษณะแตกต่างกันจึงส่งผลให้เกิดปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของมนุษย์ในการเลือกรูปแบบการเดินทางหลายประการ (โดยอาจจะไม่สามารถวัดค่าของปัจจัยได้โดยตรง) ซึ่งการวิเคราะห์ในอดีตไม่ได้นำผลของปัจจัยเหล่านี้มาวิเคราะห์ร่วมด้วย ส่งผลให้แบบจำลองทางเลือกที่ผ่านมาในอดีตอาจมีความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สร้างแบบจำลองทางเลือกในการเดินทาง โดยรวมปัจจัยด้านจิตวิทยาที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อให้แบบจำลองทางเลือกการเดินทางมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลได้ดียิ่งขึ้น

Ben-Akiva (1997) กล่าวว่า ในปัจจุบันการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกได้ให้ความสำคัญในการนำปัจจัยด้านจิตวิทยาของบุคคลในด้านต่าง ๆ เข้ามาร่วมด้วยเพื่อวัดความสัมพันธ์ด้านอื่นที่นอกเหนือไปจากปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย เช่น ทศนคติ เพื่อแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรม การเลือกรูปแบบการเดินทางดังแสดงในรูปที่ 2 โดยแบบจำลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ แบบจำลองทางเลือก (Discrete Choice Model) และแบบจำลองปัจจัยแฝง (Latent Variable Model)



รูปที่ 2 ลักษณะแบบจำลอง Hybrid Choice Model

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ben-Akiva et al. (2002) โดย

Kim et al. (2014)

3. วิธีการดำเนินการ

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลไว้ในหัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การออกแบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ชุด แบบสอบถามชุดแรกใช้เพื่อการสำรวจเบื้องต้น (Pilot Survey) เพื่อคัดกรองปัจจัยแฝงและชุดที่สองเป็นแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ที่ใช้ในการสำรวจจริง

3.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษาและกลุ่มเป้าหมาย

จากวัตถุประสงค์งานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ที่เดินทางเข้ามาใช้บริการภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยอาศัยรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ นิสิตและบุคลากรของมหาวิทยาลัย แต่เนื่องจากโครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียวมีกำหนดเปิดให้บริการตามแผนในปี พ.ศ. 2563 ดังนั้นความเป็นไปได้ที่นิสิตปัจจุบันจะมีโอกาสได้ใช้รถไฟฟ้าสายสีเขียวส่วนต่อขยายจึงมีค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงจำกัดกลุ่มเป้าหมายให้ครอบคลุมแต่เพียงกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรที่ทำงานอยู่ตามคณะต่าง ๆ จำนวน 15 คณะและ 1 วิทยาลัย

3.2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ Yamane (1967) เพื่อคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ 95 % ความผิดพลาดไม่เกิน 5% จากจำนวนบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทั้งหมด 10,061 คน

$$n = \frac{10,061}{1 + 10,061(0.05)^2} \quad (10)$$

ดังนั้นจะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 385 ตัวอย่าง

3.3 การสำรวจนัยด้วยแบบสอบถามเบื้องต้น

มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดกรองปัจจัยแฝงที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Factor Analysis เลือกหมุนแกนด้วยวิธี Varimax ซึ่งเป็นวิธีที่พยายามทำให้สมมติ (Column) ของ Factor Matrix มีค่าเพียง 0 หรือ 1 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นวิธีที่พยายาม

ทำให้ผลรวมของความแปรปรวนของปัจจัยมีค่ามากที่สุด จากนั้นพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แสดงความสัมพันธ์แต่ละปัจจัยที่พิจารณา (Factor Loading) เพื่อคัดกรองปัจจัยแฝง 4 อันดับแรกนำไปสร้างข้อคำถามที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดคะแนนในแต่ละปัจจัยแฝงในแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ กัลยา (2551) ให้ข้อเสนอแนะว่าก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลจริงนั้น เราควรมีการทำการสำรวจนำร่อง (Pilot Survey) เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้ตอบแบบสอบถาม ตรวจสอบความถูกต้องของคำถาม พร้อมทั้งค้นหาข้อบกพร่องเพื่อที่จะได้นำมาแก้ไขก่อนการทำแบบสอบถามจริง

3.4 การสำรวจจริงด้วยแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

ผลการสำรวจนำร่องด้วยแบบสอบถามเบื้องต้นนำมาสู่การสร้างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ **ส่วนที่ 1** ข้อมูลคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง **ส่วนที่ 2** ข้อมูลลักษณะการเดินทางในปัจจุบันของผู้เดินทาง โดยส่วนที่ 1 และ 2 การสร้างแบบสอบถามจะมีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถามเบื้องต้นแต่จะปรับปรุงและเพิ่มข้อคำถามที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่เข้าใจและตอบคำถามไม่ชัดเจน **ส่วนที่ 3** ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง เป็นการสร้างข้อคำถามตัวแปรสังเกตได้ที่ได้จากการคัดกรองปัจจัยแฝงในแบบสอบถามเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อคำถามย่อยวัดคะแนนของแต่ละปัจจัยแฝงที่ไม่สามารถวัดคะแนนได้โดยตรง ดังแสดงในตารางที่ 2 **ส่วนที่ 4** การสมมติสถานการณ์ในการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้า (กรณีศึกษา) ขั้นตอนนี้เป็นสร้างสถานการณ์สมมติขึ้นโดยมีสมมติฐานว่าที่พักอาศัยติดสถานีรถไฟฟ้าสามารถเดินเท้าเพื่อเข้าถึงสถานีได้ และจำแนกระยะทางจากที่พักอาศัยถึงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ไม่เกิน 5 กิโลเมตร 5 - 10 กิโลเมตร และ 10 กิโลเมตร ขึ้นไป โดยพิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการเดินทาง 2 รูปแบบ ได้แก่ การเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลแล้วเปลี่ยนมาเลือกใช้รถไฟฟ้าสายสีเขียวและมีการเชื่อมต่อภายในด้วยรถโดยสารของมหาวิทยาลัย (กรณีที่ 1) และการเดินทางด้วยรถยนต์

ส่วนบุคคลแล้วเปลี่ยนมาเลือกใช้รถไฟฟาสายสีเขียวและมีการเชื่อมต่อภายในด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง (กรณีที่ 2) โดยมีการสมมติเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยเฉลี่ยซึ่งเป็นค่ากลางที่ได้จากการสำรวจ เป็นดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ข้อคำถามที่ใช้วัดคะแนนแทนปัจจัยแฝง

กลุ่มปัจจัย	ข้อคำถาม	ตัวแปร
(F1) ความสะดวก Convenient	การเดินทางที่ต้องมีสัมภาระ/เด็ก ร่วมด้วย	X_Conv1
	สามารถเดินทางได้ทุกสภาพอากาศ (เช่น อากาศร้อน/หนาว ฝนตก)	X_Conv2
	สามารถเข้าถึงตัวรถได้ง่าย	X_Conv3
	สามารถเลือกเวลาในการเดินทาง ช่วงใดก็ได้	X_Conv4
	ไม่ยุ่งยากเมื่อเกิดอุบัติเหตุ/รถเสีย	X_Conv5
(F2) ความสบาย Comfort	ตัวรถสะอาด ไม่มีกลิ่นเหม็น	X_Comf1
	มีความรู้สึกเป็นส่วนตัวขณะเดินทาง	X_Comf2
	มีที่นั่งโดยสารขณะเดินทาง	X_Comf3
	ที่นั่งโดยสารมีความกว้างเหมาะสม	X_Comf4
	มีที่วางสัมภาระภายในรถ	X_Comf5
	สามารถใช้เวลาส่วนตัวในขณะ เดินทาง เช่น พักผ่อน เล่นโทรศัพท์	X_Comf6
(F3) ความ ปลอดภัย Safety	รู้สึกปลอดภัยจากอุบัติเหตุในขณะ เดินทาง	X_Safe1
	รู้สึกปลอดภัยจากอาชญากรรม ในขณะเดินทาง	X_Safe2
	รู้สึกปลอดภัยจากอุบัติเหตุขณะเดิน เท้า/ต่อรถชนิดอื่น เพื่อไปยังที่หมาย	X_Safe3
	รู้สึกปลอดภัยจากอาชญากรรม ขณะเดินเท้า/ต่อรถชนิดอื่น เพื่อ ไปยังที่หมาย	X_Safe4
	อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุภายในรถ	X_Safe5
(F4) ความเชื่อมั่น ในการเดินทาง Reliability	ความตรงต่อเวลาในการเดินทาง	X_Rel1
	สภาพ/ความพร้อมของตัวรถ	X_Rel2
	การใช้รถเพื่อเดินทางเวลากลางคืน	X_Rel3
	ความเชื่อมั่นในตัวผู้ขับรถ	X_Rel4

หมายเหตุ: X แทน ประเภทรูปแบบการเดินทางซึ่งขึ้นกับ
แบบจำลอง ถ้าเป็นรถไฟฟ้า X แทนด้วย MRT และถ้าเป็น
รถยนต์ส่วนบุคคล X แทนด้วย Car

ตารางที่ 3 สมมติฐานเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางใน
สถานการณ์สมมติ

ระยะทาง (กิโลเมตร)	รถยนต์ส่วนบุคคล		กรณีที่ 1		กรณีที่ 2	
	เวลา	ค่าใช้จ่าย	เวลา	ค่าใช้จ่าย	เวลา	ค่าใช้จ่าย
ไม่เกิน 5	24	25	34	20	22	35
5 – 10	44	36	42	30	29	45
10 ขึ้นไป	64	47	49	41	37	59

หมายเหตุ: เวลาหน่วยเป็นนาที ค่าใช้จ่ายหน่วยเป็นบาท

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามเบื้องต้น

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการวิเคราะห์ค่าสถิติของข้อมูล
คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง ข้อมูล
ลักษณะการเดินทางในปัจจุบันของผู้เดินทางต่าง ๆ และคัด
กรองปัจจัยแฝงที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางโดย
วิธี Factor Analysis เลือกหมุนแกนด้วยวิธี Varimax ซึ่ง
เป็นวิธีที่พยายามทำให้สมมติ (Column) ของ Factor
Matrix มีค่าเพียง 0 หรือ 1 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งหรือว่าเป็นวิธี
ที่พยายามทำให้ผลรวมของความแปรปรวนของปัจจัยมีค่า
มากที่สุด จากนั้นพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor
Loading) เพื่อคัดกรองปัจจัยแฝง 4 อันดับแรก เพื่อนำไป
สร้างข้อคำถามที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดคะแนนในแต่ละปัจจัยแฝง

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามเบื้องต้นเพื่อคัด
กรองปัจจัยแฝง 4 อันดับแรกที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกรูปแบบ
การเดินทางแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์ มา
สร้างข้อคำถามเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดแทนปัจจัยเนื่องจาก
ปัจจัยแฝงในแต่ละด้านไม่สามารถพิจารณาให้คะแนน
ความพึงพอใจได้โดยตรง

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ใน
งานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิเคราะห์แบบจำลองอรรถประโยชน์
แบบดั้งเดิมที่คำนึงเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย
และวิเคราะห์แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural

Equation Modeling) ด้วยวิธีแบบจำลองตัวแปรแฝงมีตัวแปรสาเหตุและตัวชี้วัดหลายตัวหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแบบจำลองมิมิค (MIMIC Model) จากนั้นนำแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองมาวิเคราะห์ร่วมกันดังที่เรียกกันว่าแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง (Hybrid Choice Model) โดยอาศัยหลักของอรรถประโยชน์ (Utility) พิจารณาความเหมาะสมของค่าสัมประสิทธิ์ นัยสำคัญทางสถิติ และตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบหาแบบจำลองที่เหมาะสมและดีที่สุดนำไปใช้งานและหรือพยากรณ์ในอนาคตต่อไป

4. ผลการทดลอง

4.1 การสำรวจและวิเคราะห์โดยอาศัยแบบสอบถามเบื้องต้น

ในช่วงที่มีการจัดงานวันเกษตรแห่งชาติหรือเกษตรแฟร์ประจำปี 2560 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นช่วงที่มีผู้คนเดินทางมาร่วมงานเป็นจำนวนมาก เหมาะแก่การสำรวจแบบสอบถามเบื้องต้นเพื่อสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางมายังมหาวิทยาลัย โดยมีปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพเพื่อคาดการณ์คุณภาพการให้บริการประกอบไปด้วย ความพร้อมในการให้บริการ ความน่าเชื่อถือในการให้บริการ ความสะดวกสบาย ความสะอาด ความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัย ข้อมูล/ข่าวสาร การบริการ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้นด้วยการสัมภาษณ์โดยอาศัยแบบสอบถามพบว่าให้ค่าสถิติ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) ซึ่งใช้วัดความเหมาะสมของข้อมูลในการวิเคราะห์ปัจจัย โดยทั่วไปจะพิจารณาว่าการวิเคราะห์ปัจจัยเหมาะสมกับข้อมูลเมื่อค่า KMO > 0.5 (Field, 2005) แต่ในกรณีงานวิจัยนี้มีค่า KMO เท่ากับ 0.906 แสดงว่าข้อมูลเหล่านี้มีความเหมาะสมเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์

ปัจจัยแฝง 4 อันดับแรกที่มีค่าน้ำหนักสูงสุด โดยเรียงค่าน้ำหนักตามลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ได้แก่ 0.828 0.804 0.783 และ 0.764 ประกอบไปด้วย ความ

สะอาด ความปลอดภัย ความสะดวกสบาย การให้บริการตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักปัจจัยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางมายังมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามนำร่องในงานเกษตรแฟร์

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	อันดับที่
ปัจจัยด้านความพร้อมในการให้บริการ	0.701	
ปัจจัยด้านความเชื่อถือในการให้บริการ	0.746	
ปัจจัยด้านความสะดวกสบาย	0.783	3
ปัจจัยด้านความสะอาด	0.828	1
ปัจจัยด้านความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัย	0.804	2
ปัจจัยด้านข้อมูล/ข่าวสาร	0.679	
ปัจจัยด้านการให้บริการ	0.764	4
ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.522	

แต่จากงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะแยกปัจจัยด้านความสะดวกและความสบายออกจากกันและใช้ตัวชี้วัด (Indicators) ที่แตกต่างกัน โดยความสะดวกจะหมายถึงความถึงความรู้สึกของผู้โดยสารที่อยู่ระหว่างการเดินทางและหรือการเชื่อมต่อระบบการเดินทางเพื่อเข้าถึงยานพาหนะของรูปแบบการเดินทางหลักที่ใช้ในการเดินทางหรือระหว่างออกจากยานพาหนะของรูปแบบการเดินทางหลักที่ใช้ในการเดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง ส่วนความสบายหมายถึงความถึงความรู้สึกขณะอยู่ภายในยานพาหนะของรูปแบบการเดินทางหลักที่ใช้ในการเดินทาง ในส่วนของปัจจัยด้านความสะอาด ในงานวิจัยบางชิ้นพิจารณาให้เป็นตัวแปรที่สังเกตได้ในปัจจัยทางด้านความสบายและสุดท้ายปัจจัยในการให้บริการผู้วิจัยเห็นว่าไม่สามารถใช้เป็นปัจจัยในการชี้วัดรถยนต์ส่วนบุคคลได้ จึงได้เลือกปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการเดินทางมาใช้เป็นตัวชี้วัดแทน

4.2 การสำรวจและวิเคราะห์โดยอาศัยแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

การลงพื้นที่สำรวจแบบสอบถามตามคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือน

พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 มีจำนวนชุดแบบสอบถามทั้งหมด 485 ชุดข้อมูล โดยผ่านการคัดกรองและเลือกนำมาวิเคราะห์ 400 ชุดข้อมูล การวิเคราะห์ค่าสถิติข้อมูลคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทางและข้อมูลลักษณะการเดินทางในปัจจุบันของผู้เดินทาง พบว่ามีวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 7.8 และมีวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อการทำงานคิดเป็นร้อยละ 92.2 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ร่วมตอบแบบสอบถาม มีคุณสมบัติสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่คาดหวังไว้

4.3 การวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือก (Mode Choice Model)

การพิจารณาอรรถประโยชน์ของการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย ระหว่างรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้า หรือจะกล่าวถึงในงานวิจัยนี้เป็น “แบบจำลองทางเลือกแบบดั้งเดิม” เนื่องจากปัจจัยทั้งสองเป็นปัจจัยที่ผู้เดินทางใช้ตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

จากการออกแบบสอบถามในส่วนสถานการณ์สมมติ (Stated Preference) มีการสมมติสถานการณ์ในการเลือกรูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้าจำนวน 9 สถานการณ์ ที่มีการเชื่อมต่อภายใน 2 รูปแบบ ต่อแบบสอบถาม 1 ชุด เพื่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าคงที่ และค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ ด้วยวิธี Maximum Likelihood ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลอง Binary Logit Model มีรูปแบบสมการเป็นดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 จากการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลหาก

เปลี่ยนมาใช้บริการรถไฟฟ้าจะต้องมีการเชื่อมต่อภายในมหาวิทยาลัยด้วยรถโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัย จะได้สมการโลจิตดังต่อไปนี้

$$U_{Car} = 1.614 - 0.112Cost_{Car} - 0.0828Time_{Car} \quad (11)$$

$$U_{MRT} = -0.112 Cost_{MRT} - 0.0828Time_{MRT} \quad (12)$$

กรณีที่ 2 จากการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลหากเปลี่ยนมาใช้บริการรถไฟฟ้าจะต้องมีการเชื่อมต่อภายในมหาวิทยาลัยด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง จะได้แสดงสมการโลจิตดังต่อไปนี้

$$U_{Car} = 0.933 - 0.101Cost_{Car} - 0.0664Time_{Car} \quad (13)$$

$$U_{MRT} = -0.101Cost_{MRT} - 0.0664Time_{MRT} \quad (14)$$

โดยที่ U_{Car} แทน อรรถประโยชน์ของรถยนต์ส่วนบุคคล, U_{MRT} แทน อรรถประโยชน์ของรถไฟฟ้าสายสีเขียว, $Cost_{Car}$ และ $Cost_{MRT}$ แทน ค่าใช้จ่ายในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้าสายสีเขียว (บาท) ตามลำดับ และ $Time$ คือ เวลาในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้าสายสีเขียว (นาที) ตามลำดับ

พิจารณาค่าคงที่ ผู้เดินทางจะมีความพึงพอใจในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลมากกว่ารถไฟฟ้า เนื่องจากค่าคงที่ของสมการอรรถประโยชน์กรณีของรถยนต์ส่วนบุคคลแสดงเป็นค่าบวก

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ ปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่ายเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้คาดการณ์ไว้ เนื่องจากหากการเดินทางทั้ง 2 กรณีเมื่อเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ผู้เดินทางจะเลือกเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางที่น้อยลงดังเครื่องหมายลบที่แสดงไว้ในสมการ

การวิเคราะห์มูลค่าเวลาในการเดินทางของตัวแทนกลุ่มตัวอย่างบุคลากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่กลุ่มตัวอย่างยินดีจ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อแลกกับเวลาที่สูญเสียในการเดินทาง กรณีที่ 1 คือ 0.739 บาทต่อนาที หรือ 44.34 บาทต่อชั่วโมง และกรณีที่ 2 คือ 0.657 บาทต่อนาที หรือ 39.3 บาทต่อชั่วโมง

4.4 การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)

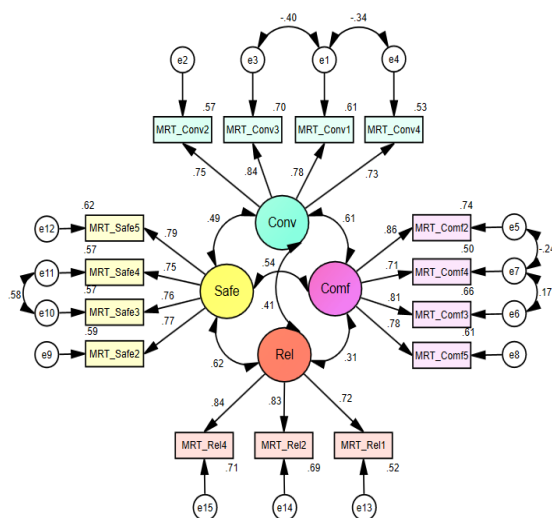
4.4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA)

ในการสร้างแบบสอบถามถึงแม้ผู้วิจัยจะสร้างปัจจัยหรือข้อคำถามขึ้นมาโดยผ่านการทบทวนจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้วนั้น แต่บางคำถามอาจไม่มีความสำคัญต่อรูปแบบการเดินทางในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคลด

ตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง จากตารางที่ 2 ข้อคำถามที่ใช้เป็นตัวแปรชี้วัดรถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้ามีตัวแปรสังเกตได้ 20 ตัวแปร ซึ่งจากการวิเคราะห์มีเพียง 15 ตัวแปรที่มีน้ำหนักปัจจัยที่มากกว่า 0.5 โดยสามารถจัดกลุ่มปัจจัยแฝงได้ 4 กลุ่มซึ่งตรงตามที่คาดการณ์ไว้และในแต่ละปัจจัยแฝงมีข้อคำถามที่ใช้ชี้วัดคะแนนดังต่อไปนี้ ปัจจัยด้านความสะดวกประกอบด้วย 4 ตัวแปร ได้แก่ Conv1, Conv2, Conv3, Conv4 ปัจจัยด้านความสบายประกอบด้วย 4 ตัวแปร ได้แก่ Comf2, Comf3, Comf4, Comf5 ปัจจัยด้านความปลอดภัยประกอบด้วย 4 ตัวแปร ได้แก่ Safe2, Safe3, Safe4, Safe5 และปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการเดินทางประกอบด้วย 3 ตัวแปร ได้แก่ Rel1, Rel2, Rel4

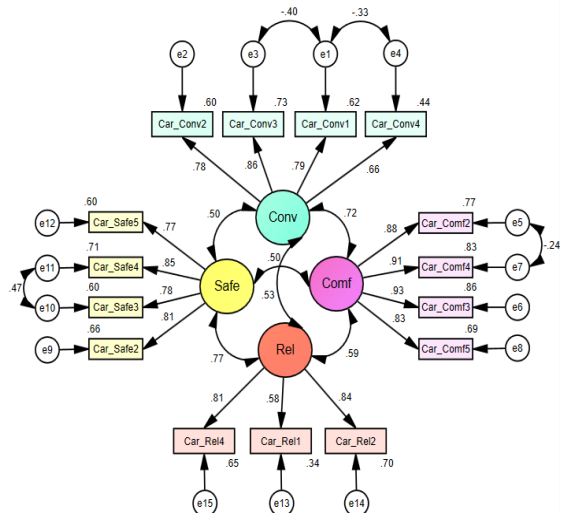
4.4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (CFA)

จากการวิเคราะห์เชิงสำรวจ (EFA) ตัวแปรอธิบายได้ถูกจัดแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มปัจจัยแฝง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันเพื่อยืนยันว่าแบบจำลองจัดอยู่ในกลุ่มมีความเหมาะสมสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด โดยวิเคราะห์ในแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling) จากโครงสร้างแบบจำลองในรูปที่ 3 และ 4 เห็นได้ว่าปัจจัยแฝงทั้ง 4 ปัจจัยถือว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมากแต่ไม่เกิน 0.8 ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity



รูปที่ 3 ปัจจัยเชิงยืนยันของความพึงพอใจในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า

ความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ของรถไฟฟ้า ได้แก่ Chi-Square เท่ากับ 162.175, Degree of Freedom เท่ากับ 79, Normed Chi-Square เท่ากับ 2.053, RMSEA เท่ากับ 0.51, GFI เท่ากับ 0.949, AGFI เท่ากับ 0.922 และ CFI เท่ากับ 0.974



รูปที่ 4 ปัจจัยเชิงยืนยันของความพึงพอใจในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล

การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ของรถยนต์ส่วนบุคคล ได้แก่ Chi-Square เท่ากับ 157.240, Degree of Freedom เท่ากับ 80, Normed Chi-Square เท่ากับ 1.965, RMSEA เท่ากับ 0.49, GFI เท่ากับ 0.951, AGFI เท่ากับ 0.926 และ CFI เท่ากับ 0.981

การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันของความพึงพอใจในการเลือกรูปแบบการเดินทางทั้ง 2 รูปแบบ สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองมีความเหมาะสม โดยดูได้จากค่าสถิติตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองดังที่ได้แสดงค่ามาตรฐานไว้ และกล่าวได้ว่าข้อคำถามในตัวแปรอธิบายได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มปัจจัยแฝง จากค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading) ทั้ง 2 กลุ่มมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป

4.5 แบบจำลองมีมิก (MIMIC Model)

เพื่อให้ง่ายต่อการนำแบบจำลองไปใช้พยากรณ์การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางผู้วิจัยจึงนำเอาแบบจำลองมีมิก

มาเป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์เพื่อลดขั้นตอนในการวิเคราะห์หาคำถามของปัจจัยแฝง โดยหากทราบเพียงตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่ได้จากการสอบถามข้อมูลคุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทางและข้อมูลลักษณะการเดินทางในปัจจุบันของผู้เดินทาง ก็สามารถคาดการณ์น้ำหนักของปัจจัยแฝงหรือในที่นี้เรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) ทั้ง 4 ตัวที่สนใจ ได้แก่ ปัจจัยด้านความสะดวก ปัจจัยด้านความสบาย ปัจจัยด้านความปลอดภัย และปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการเดินทาง ได้โดยง่าย โดยแบบจำลองมีมิจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย

ส่วนที่ 1 Formative (หัวลูกศรวิ่งเข้าหาปัจจัยแฝง) เป็นส่วนที่ 1 และ 2 ที่ได้จากการสอบถามข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยตัวแปรแต่ละตัวหัวลูกศรวิ่งออกไปหาปัจจัยแฝงเพื่อร่วมอธิบายปัจจัยแฝง โดยตัวแปรที่ได้จากการสอบถามข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลควรมีนัยสำคัญทางสถิติเพื่อเพิ่มความถูกต้องของแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น

ส่วนที่ 2 Reflective (หัวลูกศรวิ่งออกจากปัจจัยแฝง) เป็นส่วนที่ได้จากแบบสอบถามในส่วนที่ 3 (ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติในการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง) หรือตัวแปรสังเกตซึ่งได้จากการจัดกลุ่มตัวแปรในการวิเคราะห์ปัจจัยในหัวข้อที่ 4 โดยกลุ่มตัวแปรสังเกตแต่ละตัวจะถูกอธิบายด้วยปัจจัยแฝงในกลุ่มนั้นเพียงตัวเดียวดังรูปแบบสมการ

ตัวแปรที่ใช้อธิบายปัจจัยแฝงของแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองมีตัวแปรที่ใช้วัดตัวเดียวกัน ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยว และผู้ร่วมเดินทาง กล่าวได้ว่าจากข้อมูลส่วนบุคคลทั้ง 5 คำถามนี้มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ในการเดินทางทั้ง 2 รูปแบบแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของแบบจำลองอย่างมีนัยสำคัญ ข้อมูลส่วนบุคคลที่นอกเหนือจากตารางที่ 5 ไม่ใช่ว่าไม่มีความสำคัญแต่เนื่องด้วยเมื่อนำมาวิเคราะห์ในแบบจำลอง ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงไม่นำมาวิเคราะห์ร่วมด้วย

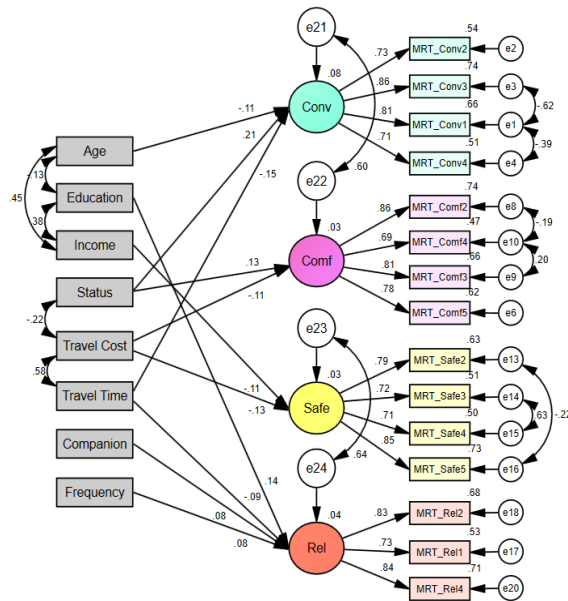
ตารางที่ 5 มาตรฐานและค่าสถิติของตัวแปรลักษณะส่วนบุคคล

ตัวแปร	มาตรฐาน	จำนวน	ร้อยละ(%)
เพศ (Gender)	1. ชาย	131	32.8
	2. หญิง	269	67.3
อายุ (Age)	1. ต่ำกว่า 20 ปี	7	1.8
	2. 20-30 ปี	107	26.8
	3. 31-40 ปี	130	32.5
	4. 41-50 ปี	101	25.3
	5. 51 ปีขึ้นไป	55	13.8
ระดับการศึกษา (Education)	1. ต่ำกว่าปริญญาตรี	53	13.3
	2. ปริญญาตรี	240	60.0
	3. ปริญญาโท	94	23.5
	4. ปริญญาเอก	13	3.3
รายได้ต่อเดือน (Income)	1. ต่ำกว่า 15,000 บาท	82	20.5
	2. 15,000-25,000 บาท	203	50.8
	3. 25,001-35,000 บาท	67	16.8
	4. 35,001-45,000 บาท	20	5.0
	5. 45,001-60,000 บาท	14	3.5
	6. > 60,001 ขึ้นไป	14	3.5
วัตถุประสงค์ (Trip Purpose)	1. ทำงาน	369	92.3
	2. อื่นๆ	31	7.7
สถานภาพ (Status)	1. ผู้ขับขี่	229	57.3
	2. ผู้โดยสาร	171	42.3
ความถี่การเดินทาง (Frequency)	1. 1-2 วัน	3	0.8
	2. 3-4 วัน	17	4.2
	3. 5 วันขึ้นไป	380	95
สัมภาระ (Bag)	1. ไม่มี	14	3.5
	2. มี	386	96.5
ผู้ร่วมเดินทาง (Companion)	1. ไม่เกิน 1 คน	305	76.3
	2. 2 คนขึ้นไป	95	23.7
ค่าใช้จ่าย (Travel Cost)	หน่วยเป็นบาท		
เวลา (Travel Time)	หน่วยเป็นนาที		

4.5.1 แบบจำลองมีมิของรถไฟฟ้า

แบบจำลองมีมิของรถไฟฟ้า มีตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดของกลุ่มปัจจัยแฝงแต่ละกลุ่ม โดยเป็นตัวแปรที่ได้จากคำถามในแบบสอบถามข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล

ทั่วไปส่วนที่ 1 และ 2 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 8 ตัวแปร ได้แก่ อายุ การศึกษา รายได้ต่อเดือน สถานภาพ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยว เวลาในการเดินทางต่อเที่ยว ผู้ร่วมเดินทาง และความถี่ในการเดินทาง โครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แบบจำลองมีมิคของรถไฟฟ้า
(Standardized Estimates)

จากการแทนค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองหน่วยตัวแปรที่ใช้วัดในแบบสอบถามเป็นคนละหน่วย ดังนั้นเมื่อแทนค่ากลับในสมการจึงต้องนำค่าจากแบบจำลองในรูปแบบที่เป็น Unstandardized มาแทนในสมการและไม่รวมในส่วนของ e (Error) เนื่องจากเป็นความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวน (Variance) โดยรูปแบบสมการของแบบจำลองรถไฟฟ้าของแต่ละปัจจัยแปดมีดังต่อไปนี้

$$F1_{MRT} = -0.09Age + 0.35Status - 0.003Travel_Time \quad (15)$$

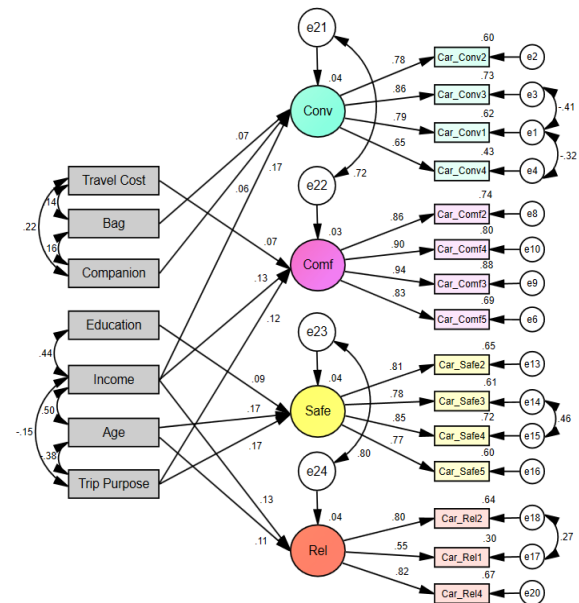
$$F2_{MRT} = 0.152Status - 0.001Travel_Cost \quad (16)$$

$$F3_{MRT} = -0.071Income - 0.001Travel_Cost \quad (17)$$

$$F4_{MRT} = 0.121Education - 0.002Travel_Time + 0.118Companion + 0.190Frequency \quad (18)$$

การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ของรถไฟฟ้า พบว่ามีค่า Chi-Square เท่ากับ 490.515, Degree of Freedom เท่ากับ 214, Normed Chi-Square เท่ากับ 2.292, RMSEA เท่ากับ 0.570, GFI เท่ากับ 0.905, AGFI เท่ากับ 0.877 และ CFI เท่ากับ 0.926

4.5.2 แบบจำลองมีมิคของรถยนต์ส่วนบุคคล



รูปที่ 6 แบบจำลองมีมิคของรถยนต์ส่วนบุคคล
(Standardized Estimates)

แบบจำลองมีมิคของรถยนต์ส่วนบุคคล มีตัวแปรที่ใช้เป็นตัวชี้วัดกลุ่มปัจจัยแปด 7 ตัวแปร ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน วัตถุประสงค์ในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยว ผู้ร่วมเดินทางและจำนวนสัมภาระ ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยรูปแบบสมการของแบบจำลองมีมิคของรถยนต์ส่วนบุคคลของแต่ละปัจจัยแปดมีดังต่อไปนี้

$$F1_{Car} = 0.092Income + 0.047Bag + 0.043Companion \quad (19)$$

$$F2_{Car} = 0.070Income + 0.302Trip_Purpose + 0.001Travel_Cost \quad (20)$$

$$F3_{Car} = 0.110Age + 0.089Education + 0.422Trip_Purpose \quad (21)$$

$$F4_{Car} = 0.056Age + 0.055Income \quad (22)$$

การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ของรถยนต์ส่วนบุคคล พบว่ามีค่า Chi-Square เท่ากับ 474.004, Degree of Freedom เท่ากับ 192, Normed Chi-Square เท่ากับ 2.469, RMSEA เท่ากับ 0.61, GFI เท่ากับ 0.912, AGFI เท่ากับ 0.884 และ CFI เท่ากับ 0.936

ตัวแปรทั้งหมดแสดงถึงความสอดคล้องของการตัดสินใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่บ่งชี้จากเครื่องหมายในค่าสัมประสิทธิ์ด้านต่าง ๆ และภาพรวมค่าทางสถิติต่าง ๆ ของแบบจำลองถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงถือว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนเชิงประจักษ์

4.6 แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง (Hybrid Choice Model)

เนื้อหาในหัวข้อนี้เกี่ยวข้องกับการผสมผสานแบบจำลองอรรถประโยชน์แบบดั้งเดิมที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 4.3 ร่วมกับแบบมีมิติที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 4.5 ที่เพิ่มปัจจัยแฝงด้านทัศนคติและจิตวิทยาเข้ามา 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านความสะดวก ปัจจัยด้านความสบาย ปัจจัยด้านความปลอดภัยและปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการเดินทาง ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ผู้เดินทางให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางในปัจจุบัน จากการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้วยโปรแกรม NLogit แสดงรูปแบบสมการบางสมการไม่ตรงตามที่คาดการณ์ไว้และมีค่าสัมประสิทธิ์ในบางตัวแปรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อลดความผิดพลาดของเครื่องหมายหน้าค่าสัมประสิทธิ์และเพิ่มความถูกต้องแบบจำลองผู้วิจัยจึงใช้วิธีการรวมปัจจัย Composite Variable เพื่อรวมปัจจัยแฝงทั้ง 4 ปัจจัยเข้าเป็นปัจจัยเดียวกันโดยเรียกว่า ปัจจัยที่เกิดจากทัศนคติของผู้เดินทาง (Travelers Attitude) ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต Arithmetic Mean ดังแสดงรูปแบบสมการที่เหมาะสมและดีที่สุดต่อไปนี้

กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกใช้รถไฟฟ้าแล้วต่อยอดโดยสารประจำทางภายในมหาวิทยาลัย มีสมการอรรถประโยชน์เป็นดังแสดง

$$U_{Car} = 2.702 - 0.116Cost_{Car} - 0.087Time_{Car} - 0.776Travelers_Att_{Car} \quad (23)$$

$$U_{MRT} = -0.116Cost_{MRT} - 0.087Time_{MRT} + 3.072Travelers_Att_{MRT} \quad (24)$$

เนื่องจากปัจจัยแฝงด้านทัศนคติของผู้เดินทางที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล $Travelers_Att_{Car}$ มีเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์หน้าตัวแปรไม่ตรงตามที่คาดการณ์ไว้แต่เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หากนำไปวิเคราะห์และหรือพยากรณ์ไม่จำเป็นต้องนำปัจจัยดังกล่าววิเคราะห์หรือใส่ในสมการรวมด้วย ดังนั้นสมการอรรถประโยชน์ในกรณีที่ 1 สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

$$U_{Car} = 2.702 - 0.116Cost_{Car} - 0.087Time_{Car} \quad (25)$$

$$U_{MRT} = -0.116Cost_{MRT} - 0.087Time_{MRT} + 3.072Travelers_Att_{MRT} \quad (26)$$

เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร $Travelers_Att_{MRT}$ เท่ากับ 3.072 กลับเข้าไปในสมการ โดยที่ $Travelers_Att_{MRT}$ เท่ากับ Average ($F1_{MRT}$, $F2_{MRT}$, $F3_{MRT}$, $F4_{MRT}$) จะได้สมการของปัจจัยแฝงแต่ละปัจจัยที่พิจารณาจากคุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังต่อไปนี้

รถไฟฟ้า ($Travelers_Att_{MRT}$) :

$$F1_{MRT} = -0.069Age + 0.27Status - 0.0023Travel_Time \quad (27)$$

$$F2_{MRT} = 0.117Status - 0.000768Travel_Cost \quad (28)$$

$$F3_{MRT} = -0.0545Income - 0.000768Travel_Cost \quad (29)$$

$$F4_{MRT} = 0.0929Education - 0.00154Travel_Time + 0.0906Companion + 0.146Frequency \quad (30)$$

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกใช้รถไฟฟ้าแล้วต่อยอดโดยสารจักรยานยนต์รับจ้าง

$$U_{Car} = 1.45 - 0.103Cost_{Car} - 0.0717Time_{Car} \quad (31)$$

$$U_{MRT} = -0.103Cost_{MRT} - 0.0717Time_{MRT} + 2.233Travelers_Att_{MRT} \quad (32)$$

เช่นเดียวกันกับกรณีที่ 1 เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร $Travelers_Att_{MRT}$ ที่มีค่าเท่ากับ 2.233 กลับเข้าไปในสมการ $Travelers_Att_{MRT}$ เท่ากับ Average ($F1_{MRT}$, $F2_{MRT}$, $F3_{MRT}$, $F4_{MRT}$) จะได้สมการของปัจจัยแฝงแต่ละปัจจัยที่พิจารณาคุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้

รถไฟฟ้า ($Travelers_Att_{MRT}$) :

$$F1_{MRT} = -0.05Age + 0.2Status - 0.00167Travel_Time \quad (33)$$

$$F2_{MRT} = 0.0848Status - 0.000558Travel_Cost \quad (34)$$

$$F3_{MRT} = -0.0696Income - 0.000558Travel_Cost \quad (35)$$

$$F4_{MRT} = 0.0675Education - 0.00112Travel_Time + 0.0658Companion + 0.106Frequency \quad (36)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทั้ง 2 กรณี มีค่าเป็นลบที่ปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย และมีค่าเป็นบวกที่ปัจจัยทัศนคติของผู้เดินทางที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า $Traveller_Att_{MRT}$ ซึ่งเป็นไปตามคาดการณ์ กล่าวคือ เมื่อเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลง ปัจจัยด้านความสะดวก ความสบาย ความปลอดภัย และความเชื่อมั่นในการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้ผู้เดินทางเลือกใช้รูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามากขึ้นเช่นกัน

มูลค่าเวลาในการเดินทางของตัวแทนกลุ่มตัวอย่างบุคลากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์แสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินที่กลุ่มตัวอย่างยินดีจ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อแลกกับเวลาที่สูญเสียในการเดินทางกรณีที่ 1 คือ 0.75 บาทต่อนาที หรือ 45 บาทต่อชั่วโมง และกรณีที่ 2 คือ 0.696 บาทต่อนาที หรือ 41.77 บาทต่อชั่วโมง

4.7 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

จากแบบจำลองทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองแบบทางเลือกดั้งเดิมที่คำนึงเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย และแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้วยวิธีมิมิก ที่เพิ่มในส่วนของปัจจัยด้านจิตวิทยาและทัศนคติ คือ ปัจจัยด้านความสะดวก ปัจจัยด้านความสบาย ปัจจัยด้านความปลอดภัยและปัจจัยด้านความเชื่อมั่นในการให้บริการ ในหัวข้อนี้จะนำแบบจำลองทั้ง 2 มาเปรียบเทียบในเชิงค่าสถิติหากต้องนำแบบจำลองไปพยากรณ์และหรือใช้ประโยชน์ในอนาคต แบบจำลองใดส่งผลดีและง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยผลการเปรียบเทียบเป็นดังแสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติระหว่างแบบจำลองทางเลือกแบบดั้งเดิมกับแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝง

ประเภทข้อมูล	Mode Choice Model		Hybrid Choice Model	
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
ASC_Car	1.614 ***	0.934 ***	2.702 ***	1.450 ***
Time	-0.083 ***	-0.066 ***	-0.087 ***	-0.072 ***
Cost	-0.112 ***	-0.101 ***	-0.116 ***	-0.103 ***
$Traveller_Att_{Car}$			-0.776	
$Traveller_Att_{MRT}$			3.072 ***	2.233 ***
McFadden R-Square	0.248	0.215	0.258	0.222
Log-Likelihood	-1724.6	-1806.3	-1701.5	-1791.2
%Correct	75.83	73.75	76.39	74.25
McFadden R-Square			+4.03%	+3.26%
Log-Likelihood			-1.34%	-0.83%
% Correct			+0.74%	+0.68%

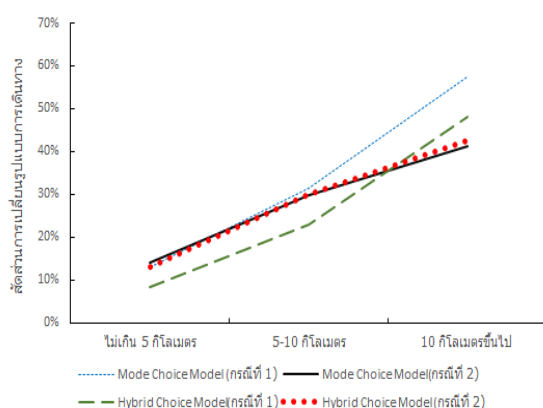
หมายเหตุ: ***, **, * ระดับนัยสำคัญ (Level of significance)

1%, 5%, 10%

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางเลือกแบบดั้งเดิมกับแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้วยวิธีมิมิค เห็นได้ว่าแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้วยวิธีมิมิคนั้นให้ค่าความถูกต้องทางสถิติ ได้แก่ ค่าMcFadden R-Square และ %Correct ที่สูงกว่า จากนั้นจึงนำแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้วยวิธีมิมิคมาหาสัดส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเทียบกับแบบจำลองทางเลือกดั้งเดิมที่คำนึงเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย ได้ผลการเปรียบเทียบเป็นดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัดส่วนความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกใช้รถไฟฟ้า

แบบจำลอง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	กรณี 1 (%)	กรณี 2 (%)
Mode Choice Model	ไม่เกิน 5	13.2	14
	5 - 10	31.5	29.9
	10 ขึ้นไป	57.4	41.2
Hybrid Choice Model	ไม่เกิน 5	8.5	13.1
	5 - 10	22.9	29.9
	10 ขึ้นไป	48	42.5



รูปที่ 7 สัดส่วนความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางทั้ง 2 รูปแบบการเดินทาง

5. สรุป

จากการพัฒนาแบบจำลองทางเลือกทั้ง 2 แบบจำลอง ได้แก่ การวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกแบบดั้งเดิมและการวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงด้าน

ทัศนคติและจิตวิทยา (Hybrid Choice Models) เห็นได้ว่าแบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงมีประสิทธิภาพของแบบจำลองซึ่งพิจารณาจากค่าสถิติ McFadden R-Square มีค่าเพิ่มขึ้นจากแบบจำลองทางเลือกแบบดั้งเดิมร้อยละ 4.03 และ 3.26 ในกรณีของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกเดินทางด้วยรถไฟฟ้าแล้วเดินทางเชื่อมต่อภายในด้วยรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัย (กรณีที่ 1) และกรณีของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกเดินทางด้วยรถไฟฟ้าแล้วเดินทางเชื่อมต่อภายในโดยรถจักรยานยนต์รับจ้าง (กรณีที่ 2) ตามลำดับ และมีค่าความแม่นยำในการพยากรณ์แบบจำลอง (% Correct) เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.74 และ 0.68 ในกรณีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

หากพิจารณาถึงการเชื่อมต่อภายในจะเห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มความต้องการในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลมาเลือกเดินทางด้วยรถไฟฟ้าแล้วเดินทางต่อด้วยรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัย (กรณีที่ 1) เพื่อเข้าถึงตัวอาคาร สำนักงาน มากกว่าการเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อภายในโดยรถจักรยานยนต์รับจ้าง (กรณีที่ 2) เนื่องจากการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ผู้เดินทางจึงประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งในส่วน of รูปแบบการเดินทางหลัก คือ รถไฟฟ้าและรูปแบบการเดินทางรอง คือ การเชื่อมต่อภายในด้วยรถโดยสารประจำทางของมหาวิทยาลัยมากกว่าการเชื่อมต่อภายในโดยรถจักรยานยนต์รับจ้าง

โดยสาเหตุที่การวิเคราะห์แบบจำลองทางเลือกที่รวมปัจจัยแฝงต้องนำเอาปัจจัยแฝงทั้ง 4 ตัวมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย Arithmetic Mean มาจาก ประการแรก เมื่อนำปัจจัยทั้ง 6 ตัว ได้แก่ ปัจจัยด้านเวลา ค่าใช้จ่าย ความสะดวก ความสบาย ความปลอดภัยและความเชื่อมั่นในการเดินทางมาทำการวิเคราะห์ร่วมกัน รูปแบบสมการที่ได้ให้ค่าประสิทธิผลของตัวแปรไม่ตรงตามหลักเหตุและผล ประการที่สอง สังเกตได้ว่าปัจจัยแฝงทั้ง 4 ตัวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันค่อนข้างสูงแต่ไม่เกินค่า 0.8 จนทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity และประการสุดท้าย

มาจากข้อจำกัดในขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามเนื่องจากคำถามในส่วนของความพอใจในการเดินทาง (ปัจจัยแฝงทั้ง 4 ปัจจัย) ไม่ได้รวมอยู่ในส่วนของการวิเคราะห์ทางเลือกที่มีเฉพาะปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย กลุ่มตัวอย่างจึงไม่ได้ นำปัจจัยแฝงเหล่านี้พิจารณาพร้อมกับปัจจัยด้านเวลาและค่าใช้จ่าย ซึ่งหากนำปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยมาสร้างสถานการณ์สมมติให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาร่วมกันในครั้งเดียวก็จะส่งผลให้จำนวนสถานการณ์มีมากจนเกินไป กลุ่มตัวอย่างยากต่อการทำความเข้าใจ การพินิจพิจารณาและตัดสินใจ จนอาจก่อให้เกิดความสับสน ผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามก็จะไม่มีความน่าเชื่อถือ และกลุ่มตัวอย่างอาจใช้เวลาตอบแบบสอบถามเป็นเวลานานจนเกิดความรู้สึกเหนื่อยล้าในการตอบแบบสอบถามได้เช่นกัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณบดีและผู้อำนวยการของทุกคณะและวิทยาลัย ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บแบบสำรวจข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนบุคลากรชาวเกษตรศาสตร์ รวมไปถึงผู้ร่วมงานวันเกษตรแห่งชาติ 2560 ทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ ที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mass Rapid Transit Authority of Thailand. "MRT Green Line (North) Project, Mo Chit - Saphan Mai - Khu Khot Section," 2015. [Online]. Available: <https://en.mrta-greenlinenorth.com>. [Accessed May. 1, 2018].
- [2] M. E. Ben-Akiva and S. R. Lerman, Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge: MIT Press, 1985.
- [3] W. Rujopakam, *Urban Transportation Planning*. Bangkok: Kasetsart University, 2001. [in Thai]
- [4] D. McFadden, "Quantitative methods for analyzing travel behaviour on individuals: some recent developments," in *Behavioural Travel Modelling*, D. A. Hensher and P. R. Stopher, and C. Helm, Eds. London: Croom Helm, 1978, pp. 279-318.
- [5] J. D. D. Ortuzar and L. G. Willumsen, *Modelling Transport*, 4th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.
- [6] C. Spearman, "General intelligence, objectively determined and measured," *American Journal of Psychology*, vol. 15, no. 2, pp. 201-293, April 1904. [Online]. Available: JSTOR, <https://www.jstor.org/stable/1412107>. [Accessed May. 1, 2018].
- [7] S. Wright, "The method of path coefficients," *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 5, no. 3, pp. 161-215, September 1934. [Online]. Available: JSTOR, <https://www.jstor.org/stable/2957502>. [Accessed May. 1, 2018].
- [8] K. A. Bollen, *Structural Equations with Latent Variables*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 1989.
- [9] B. E. Kline, *Principles and Practice of Structural Equation Modelling*, 3rd ed. New York: The Guilford Press, 2011.
- [10] J. F. Hair, B. J. Banbin, R. E. Anderson, and W. C. Black, *Multivariate Data Analysis*, 7th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2013.
- [11] K. Vanichbancha, *Structural Equation Modelling with AMOS*. Bangkok: Samlada Partnership Limited, 2014. [in Thai]
- [12] S. Piriyawat, *Structural Equation Modelling and Travel Behaviour Study*. Chonburi: Burapha University, September 2010. [in Thai]. [Online]. Available: http://www.surames.com/images/column_1227454930/SEMandTransportStudy.pdf. [Accessed May. 1, 2018].

- [13] N. Wiratchai, *LISREL Model: Statistical Analysis for Research*, 3rd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Printing Office, 1999. [in Thai]
- [14] A. M. Anwar, A. K. Tieu, P. Gibson, M. J. Berryman, K. T. Win, A. McCusker, and P. Perez, "Temporal and parametric study of traveller preference heterogeneity using random parameter logit model," *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, vol. 4, no. 4, pp. 437-455, 2014.
- [15] J. F. Hair, W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson, and R. L. Tatham, *Multivariate Data Analysis*. 6th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2006.
- [16] M. E. Ben-Akiva, J. Walker, A. T. Bernardino, D. A. Gopinath, T. Morikawa, and A. Polydoropoulou, "Integration of Choice and Latent Variable Models," October 1999. Available: http://www.joanwalker.com/uploads/3/6/9/5/3695513/benakivawalkeretal_iclv_chapter_2002.pdf. [Accessed May. 1, 2018].
- [17] M. E. Ben-Akiva, D. McFadden, K. Train, J. Walker, C. Bhat, M. Bierlaire, D. Bolduc, A. Boersch-Supan, D. Brownstone, D. S. Bunch, A. Daly, D. Gopinath, A. Karlstrom, and M. A. Munizaga, "Hybrid choice models: progress and challenges," *Marketing Letters*, vol. 13, no. 3, Choice Modeling, pp. 163-175, August 2002. [Online]. Available: Springer, <https://www.jstor.org/stable/40216632>. [Accessed May. 1, 2018].
- [18] J. Kim, S. Rasouli, and H. Timmermans, "Hybrid choice models: Principles and recent progress incorporating social influence and nonlinear utility functions," *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 22, pp. 20-34, 2014.
- [19] T. Yamane, *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd ed. New York: Harper and Row, 1967.
- [20] L. Eboli and G. Mazzulla, "Performance indicators for an objective measure of public transport service quality," *European Transport\Trasporti Europri*, vol. 51, pp. 1-4, 2012.
- [21] K. Vanichbancha, *Data Analysis with SPSS for Windows*, 11th ed. Bangkok: Dharmasam Printing Company Limited, 2008. [in Thai]
- [22] A. P. Field, *Discovering Statistics Using SPSS*, 2nd ed. London: Sage, 2005.