ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้การใช้งาน E-scooter ภายในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Factors influencing the adoption of E-scooters among non-users within the Chulalongkorn University area.

นายธีรภัทร บุญชู และ ศ.ดร.เกษม ชูจารุกุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ E-scooter ในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และจุดบริการ ด้วยการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยใช้สกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าโดยการใช้แบบสอบถามด้วยการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวกจำนวน 400 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้าและศึกษาแนวทางที่ส่งเสริมพฤติกรรมของผู้ที่ไม่เคยใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า โดยการสร้างโมเดลโลจิสติคจากการวิเคราะห์โลจิสติคแบบทวิด้วยระดับนัยสำคัญที่ 95% ซึ่งนอกจากจะทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้หรือไม่ใช้งาน E-scooter นั่นคือ ทัศนคติที่มีต่อสกูตเตอร์เช่น การมองว่าสกูตเตอร์ให้ความสนุกได้และการใช้รถรับจ้างเช่น แท็กซี่ แล้วยังทราบถึงแนวทางการเพิ่มโอกาสการใช้งาน E-scooter ไม่ว่าจะเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์เกี่ยวกับการลดมลพิษของสกูตเตอร์ไฟฟ้า หรือการลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเพื่อลดการจราจร ซึ่งเป็นหนึ่งในประโยชน์ของ Micro mobility ที่จะมีอิทธิพลต่อชีวิตคนที่อาศัยภายในเมืองในอนาคต

คำสำคัญ:สกูตเตอร์,แบบสอบถาม,การถดถอยโลจิสติค

Abstract

This thesis presents the factors influencing the adoption of E-scooters in the vicinity of Chulalongkorn University and service points by collecting data from a sample group of 400 individuals who have never used electric scooters. The data was collected through convenience sampling and questionnaires. The objective of the study is to examine the relationship between factors affecting the decision to use electric scooters and to identify ways to promote the use of electric scooters among those who have never used them before. Logistic regression models were used to analyze the significant logistics of the factors affecting the use of electric scooters at a 95% confidence level. The study found that attitudes towards electric scooters, such as the perception of fun and the use of taxi services, are significant factors affecting the adoption of electric scooters. Additionally, the study proposes ways to increase the adoption of electric scooters, such as promoting the environmentally friendly benefits of electric scooters and reducing personal vehicle use to mitigate traffic congestion. The study highlights the potential benefits of micro-mobility for city residents in the future.

Keyword: E-scooter, questionnaire, logistic regression analysis

1.บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

Micro mobility ในคำจำกัดความอย่างกว้างๆคืออุปกรณ์การขนส่งขนาดเล็ก ความเร็วต่ำ (โดยทั่วไปคือน้อยกว่า 48 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ขับเคลื่อนด้วยคนหรือไฟฟ้า เช่นจักรยานหรือสกูตเตอร์ไฟฟ้ารวมถึงพาหนะขนาดเล็กน้ำหนักเบา มีล้อ ในคำจำกัดความอื่นๆก็คือการขนส่งโดยใช้ยานพาหนะที่น้ำหนักเบา(โดยทั่วไปจะน้อยกว่า230กิโลกรัม) เช่น จักรยานหรือสกูตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของการเช่าแบบบริการตนเองเพื่อให้ผู้คนเช่ายานพาหนะเพื่อระยะสั้นภายในเมือง

ในปัจจุบันนี้ micro mobility นั้นได้เติบโตภายในเมืองอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นจักรยานและe-scooter ซึ่งในส่วนของสกูตเตอร์ไฟฟ้านั้นได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากควบคุมง่าย ไม่ต้องใช้แรงมากและด้วยความสามารถเข้าถึงจุดหมายปลายทางได้สะดวก ทำให้สกูตเตอร์ไฟฟ้าแพร่หลายไปตามพื้นที่ต่างๆในตัวเมือง รวมถึงมหาวิทยาลัยเพื่อสร้างความสะดวกสบายภายในพื้นที่ และเมื่อเดือนกันยายน 2565 ทางบริษัท beam

ได้มีการเริ่มนำสกูตเตอร์ไฟฟ้ามาให้บริการภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นครั้งแรกจึงเรื่องเป็นที่น่าสนใจ

เมื่อสังเกตการใช้งานสกูตเตอร์ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยระยะหนึ่ง พบว่า การใช้งานสกูตเตอร์ไฟฟ้านั้นค่อยๆลดลงจากระยะแรก และจากการสอบถามบุคคลรอบตัวพบว่า มีบางส่วนที่ไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานสกูตเตอร์ไฟฟ้าภายมหาวิทยาลัยและบางส่วนเคยใช้เพียงแค่ 1-2 ครั้งเท่านั้น เราจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้งานสกูตเตอร์ไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปรับปรุง และต่อยอดในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า

1.1.2 เพื่อศึกษาแนวทางที่ส่งเสริมพฤติกรรมของผู้ที่ไม่เคยใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อศึกษาแนวทางที่ส่งเสริมพฤติกรรมของผู้ที่ไม่เคยใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า

2. Micro Mobility

คำนิยามสำหรับไมโครโมบิลิตี้ (Micro mobility) จากสถาบันเพื่อนโยบายการขนส่งและการพัฒนา(Institute for Transport and Development Policy - ITDP) มีนิยามคือกลุ่มของอุปกรณ์น้ำหนักเบาที่ให้ความเร็วในการใช้งานน้อยกว่า 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเหมาะกับการเดินทางไม่เกิน 10 กิโลเมตร อาจเป็นอุปกรณ์ส่วนตัวหรือใช้ร่วมกันก็ได้ ใช้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานของผู้ขับเคลื่อนก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น สกูตเตอร์ จักรยาน สเก็ตบอร์ด เป็นต้น ซึ่งความนิยมในหมู่ผู้ใช้งานจะเป็นจักรยานและสกูตเตอร์

เมื่อเมืองต่างๆที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นตามที่องค์การสหประชาชาติคาดการณ์ไว้ว่าประชากร 2 ใน 3 ของโลกจะอาศัยอยู่ในเมืองในปีพ.ศ.2593 หมายความว่าคนจำนวนมากจะต้องเข้าถึงบริการการเคลื่อนที่และเดินทางได้อย่างสะดวก พึ่งพาได้และค่าใช้จ่ายไม่สูงจนเกินไป เนื่องจากเมืองอาจไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการเคลื่อนที่และเก็บรถยนต์ส่วนตัวสำหรับผู้อาศัยใหม่ทุกคน ซึ่งยังไม่รวมถึงความปลอดภัยในการเดินทางและคุณภาพอากาศที่รถยนต์สร้างขึ้น Micro mobility จึงเป็นโอกาสที่ทำให้ผู้คนเดินทางได้อย่างรวดเร็ว อิสระ ในระยะสั้นๆภายในเมือง รวมถึงไม่สร้างมลพิษ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล คือกระบวนการในการดำเนินการวิจัยที่นำมาซึ่งข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แล้วนำมาวิเคราะห์ แปลความหมาย เพื่อตอบปัญหาวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 วิธีสุ่มและขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ ประชากรในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ครอบคลุมถึงจุดบริการสกูตเตอร์ไฟฟ้ารอบๆมหาวิทยาลัย ทางผู้วิจัยได้ใช้การสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก (Convenience Sampling) การหาจำนวนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Cochran (1963) สำหรับสัดส่วนของประชากรที่ต้องการคือ 0.50 ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 0.05 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (n) ดังนี้

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{e^2}$$

$$= \frac{0.5(1-0.5)1.96^2}{0.05^2}$$

$$= 384.16$$

$$\approx 385$$

ใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 385 คน

3.2 กรอบแนวคิดและการกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ปัจจัยส่วนบุคคล	การเลือกใช้งาน (ใช้-ไม่ใช้)
ตัวเลือกอื่นในการเดินทาง	
ปัจจัยด้านการตลาด	
ปัจจัยด้านความปลอดภัย	
ปัจจัยด้านทัศนคติที่มีต่อสกูตเตอร์ไฟฟ้า	
ขนาดตัวอักษร	

3.3 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบผสมผสานระหว่างแบบ Checklist ประมาณค่า (Rating Scale) ใช้ความแตกต่างของคำคู่ตรงข้าม เช่น ใช้-ไม่ใช้ ประกอบด้วย 4 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมี 14 ข้อ

ตอนที่ 2 ปัจจัยด้านการตลาดและความปลอดภัยมี 9 ข้อ

ตอนที่ 3 ปัจจัยด้านทัศนคติมี 7 ข้อ

ตอนที่ 4 การตัดสินใจใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้าในอนาคตมี 3 ข้อ

4.การออกแบบแบบสอบถาม

4.1 หลักการสร้างแบบสอบถาม

1.) แบบสอบถามจะต้องเป็นข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิจัย มีลักษณะเจาะจง สามารถนำไปแปรผลได้

2.) แบบสอบถามต้องใช้ภาษาที่เหมาะสม ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ชัดเจน กะทัดรัด

3.) คำถามแบบสอบถามจะต้องไม่มีนัย มีประเด็นเดียว หลีกเลี่ยงนามธรรม ไม่ชี้นำไปทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ไม่มีค่านิยม ไม่ทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจ

4.) แบบสอบถามจะต้องน่าสนใจ จำนวนไม่มาก ใช้เวลาทำไม่นาน

4.2 ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

1.) กำหนดวัตถุประสงค์ กลุ่มตัวอย่าง

2.) ระบุเนื้อหา ประเด็นหลัก ประเภทคำถาม

3.) ร่างแบบสอบถาม โดยจะต้องมีข้อมูลทั่วไปเช่น เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา เป็นต้น คำชี้แจงที่ระบุจุดประสงค์ การนำคำตอบไปใช้ ลักษณะแบบสอบถาม ข้อมูลผู้วิจัย และแสดงข้อความปกป้องสิทธิผู้ตอบว่าจะไม่ถูกเปิดเผยเป็นรายบุคคล ข้อมูลหลักและข้อเสนอแนะ

4.) ตรวจสอบข้อคำถามว่าจัดเรียงตามตรรกะที่ถูกต้องหรือไม่ โดยแบ่งตามพฤติกรรมย่อยๆ ความง่ายและความสำคัญของคำถาม

5.) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของภาษาและเนื้อหา

6.) ทดลองกับกลุ่มทดลองเล็กๆเพื่อดูความเชื่อมั่นและเวลาที่ใช้ในการทำเบื้องต้น

7.) ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์

8.) จัดพิมพ์แบบสอบถาม โดยแบ่งหน้าให้สะดวก อักษรและสีเหมาะต่อการตอบ

5. การถดถอยโลจิสติค (Logistic Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค (logistic regression analysis) คือ การวิเคราะห์สถิติที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ วัตถุประสงค์เพื่อทำนายเหตุการณ์ว่าจะเกิดหรือไม่เกิด โดยอาศัยสมการที่สร้างจากชุดตัวแปรต้น ซึ่งอาจมีตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ และตัวแปรตาม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคทวิ (Binary Logistic Regression Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression Analysis) ซึ่งแตกต่างกันคือการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคทวิ ตัวแปรตามเป็นตัวแปรแบบทวินาม (Dichotomous Variable) ก็คือมีค่าได้เพียงสองค่าได้แก่ เกิด หรือไม่เกิด แต่การวิเคราะห์การถดถอยพหุกลุ่มจะใช้ตัวแปรตามหลายค่า เช่น คุณภาพสูง กลาง ต่ำ

5.1 ข้อตกลงเบื้องต้นการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ต้องเป็นตัวแปรที่อยู่ในระดับช่วง (interval scale) กรณีที่เป็นข้อมูลเชิงกลุ่มให้แปลงเป็นค่าเป็น 0 กับ 1 ส่วนตัวแปรตาม กรณีที่เป็นการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคทวิ จะกำหนด 2 ค่าคือ 0 กับ 1 ส่วนกรณีการวิเคราะห์การถดถอยพหุกลุ่ม จะกำหนดตามจำนวนของตัวแปรตาม

2. ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ e = 0

3. ตัวแปรต้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ไม่เกิดปัญหา multicollinearity โดยถ้าใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์ของ Burns and Grove (1993) ใช้ค่า r ไม่เกิน 0.65 และถ้าเกณฑ์ของ Stevens (1996) จะใช้ค่า r ไม่เกิน 0.80

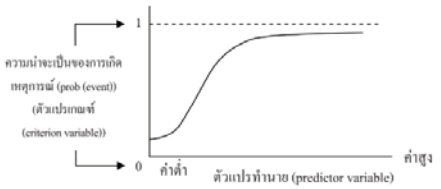
4. การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคจะต้องใช้ขนาดตัวอย่างมากกว่าการวิเคราะห์การถดถอยแบบปกติ โดยจะใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $n \geq 30$ p โดยที่ p คือจำนวนตัวแปรทำนาย

5.2 โมเดลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคทวิ (binary logistic regression analysis model)

5.2.1 กรณีตัวแปรทำนาย 1 ตัว

ในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (simple regression analysis) จะมีสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y อยู่ในรูปเชิงเส้น คือ $y = b_0 + b_1x + e$

แต่สำหรับการวิเคราะห์โลจิสติคที่เป็นตัวแปรตาม (y) มี 2 ค่า คือไม่เกิดเหตุการณ์ (y = 0) หรือเกิดเหตุการณ์ (y = 1) มีความสัมพันธ์ไม่อยู่ในรูปเชิงเส้นกับตัวแปรต้น (x) เพราะตัวแปรตามมี 2 ค่าคือ 0 กับ 1 ทำให้ความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์โลจิสติคอยู่ในรูปตัว s ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 1 ฟังก์ชั่นโลจิสติค (logistic function)

โดยที่ $p(y) = \frac{1}{1+e^{-f(x)}}$

หรือ $\frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1x)}}$ หรือ $\frac{e^{b_0+b_1x}}{1+e^{b_0+b_1x}}$

เมื่อ p(y) = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ y

e = exponential function (e = 2.71828)

f(x) = ฟังก์ชั่นของตัวแปรทำนาย

สมมติให้

P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 1)

Q_y = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ (y = 0)

z = linear combination ของตัวแปรทำนาย (กรณีตัวแปรทำนาย 1 ตัวแปร)

$$z = b_0 + b_1x$$

$$p(y) = \frac{1}{1+e^{-z}}$$

$$= \frac{e^z}{1+e^z}$$

$$= \frac{e^{b_0+b_1x}}{1+e^{b_0+b_1x}}$$

และ $Q_y = 1 - P_y$

หรือ $Q_y = 1 - \frac{e^z}{1+e^z} = \frac{1+e^z-e^z}{1+e^z} = \frac{1}{1+e^z}$

4.2.2 กรณีตัวแปรต้นมากกว่า 1 ตัว

จะใช้ฟังก์ชั่นดังนี้

$$P_y = \frac{e^{b_0+b_1x+\ldots+b_px_p}}{1+e^{b_0+b_1x+\ldots+b_px_p}}$$

เมื่อ P_y = ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

จะได้ Q_y = ความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจดังนี้

$$Q_y = 1 - P_y$$

หรือ $Q_y = 1 - \frac{e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}{1 + e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}$

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคไม่อยู่ในรูปเชิงเส้น จึงต้องมีการปรับให้อยู่ในรูปเชิงเส้นด้วยรูปแบบของ odds หรือ odd ratio แทนความน่าจะเป็น โดย odds หรือ odd ratio หมายถึงอัตราส่วนระหว่างโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจกับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ นั่นคือ

$$odds = \frac{P_y}{Q_y}$$

โดยทั่วไปค่าของ odds จะแสดงถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจเป็นกี่เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ และจะมีค่าเป็น 0 หรือมากกว่าเช่น odds มีค่าเท่ากับ 2.5 แสดงว่าโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจเป็น 2.5 เท่าของโอกาสที่จะไม่เกิด ถ้า odds มีค่าเท่ากับ 1 โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจกับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจเท่ากันเช่น odds ของการโยนเหรียญ 1 ครั้งเท่ากับ 1

การปรับโมเดลโลจิสติคจะอยู่ในรูป log ของ odds เรียกว่า logit หรือ logistic response function ซึ่ง logit เขียนในรูปสมการดังนี้

$$log(odds) = log\left(\frac{P_y}{Q_y}\right)$$

เมื่อ $Q_y = 1 - P_y$

จะได้ $log\left(\frac{P_y}{1 - P_y}\right) = b_0 + b_1 x_1 + \ldots + b_p x_p$

หรือ $logit = b_0 + b_1 x_1 + \ldots + b_p x_p$

เมื่อได้ log ของ odds ratio หรือ logit จึงสามารถสร้างแบบจำลองได้ด้วยชุดของตัวแปรทำนายเชิงเส้นตรง โดยใช้วิธีการประมาณความน่าจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Estimation : MLE) เพื่อให้ได้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดจากการวิเคราะห์แบบเวียนซ้ำ(Iterative Process) โดยเริ่มจากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเพื่อให้ได้สมการตั้งต้น หลังจากนั้นใช้สมการทำนายค่าแล้วคำนวณซ้ำเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียง ซึ่งแตกต่างจากการวิเคราะห์การถดถอยทั่วไปที่ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด(Least Square Method)

สำหรับการทำนายค่า y ที่เป็น P_y ในการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติคจะใช้สมการ

$$P_y = \frac{e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}{1 + e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}$$

เมื่อทำการ antilog จะได้ odds ratio (OR) ดังนี้

$$\frac{P_y}{1 - P_y} = e^{\beta_0 + \beta_1 + \ldots + \beta_n}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ (β) ในที่นี้มักใช้ตีความในเชิงทิศทางมากกว่าการบอกขนาด โดยทั่วจึงใช้การตีความหมายจากค่า odds ratio มากกว่า

5.3 ความเหมาะสมของแบบจำลองสมการถดถอยโลจิสติค

5.3.1 Likelihood Ratio Test

การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น เป็นการพิจารณาหาค่า Log Likelihood(LL) ของแบบทดลองกรณีที่ไม่มีตัวแปรต้นกับกรณีที่มีตัวแปรต้น โดยการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่า-2LLs ที่มีการแจกแจงแบบ Chi-square ยิ่งค่าLL น้อยยิ่งแสดงว่าสมการโลจิสติคที่สร้างขึ้นมีความกลมกลืนกับข้อมูลดี ใน SPSS การทดสอบนี้จะปรากฏในตารางผลการทดสอบ Omnibus Test of Model Coefficients

5.3.2 Wald Statistics

เป็นการทดสอบด้วย t-statistic เพื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นต่างจากค่าศูนย์หรือไม่ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์หารด้วย Standard Error (SE) ของตัวประมาณ เมื่อยกกำลังสองจะกระจายตัวแบบ Chi-square หากผลการทดสอบพบว่ามีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

5.3.3. R Square

เนื่องจากการประมาณค่าแบบMLE ไม่มีสถิติ R2 ที่แท้จริง จึงต้องใช้ Pseudo R2 ซึ่งหาได้หลายวิธีดังนี้

1.) Cox & Snell's R2 เป็นสถิติบ่งบอกถึงความกลมกลืนของแบบจำลองในเรื่องของการเปรียบเทียบคุณภาพแบบจำลองที่สร้างกับแบบจำลองฐานที่เหมาะสมน้อยที่สุด นั่นคือแบบจำลองที่ยังไม่มีตัวแปรต้นแต่ค่าสูงสุดจะมีค่าได้ไม่ถึง 1

2.) Nagelkerke's R2 เป็นสถิติที่ปรับปรุงจาก Cox & Snell's เพื่อให้มีค่าถึง

3.) McFadden's R2 เป็นสถิติที่พัฒนาจากแนวคิดที่ต้องการให้สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ และมีความกลมกลืนในมุมของการเปรียบเทียบกับแบบจำลองฐานที่ไม่มีตัวแปรต้น

5.3.4. Hosmer and Lemeshow Test

เป็นการทดสอบโดยใช้สถิติ Chi-square เพื่อพิจารณาแบบจำลองโลจิสติคว่าสามารถทำนายความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์สอดคล้องกับการเกิดเหตุการณ์จริงที่เก็บข้อมูลมา ถ้าผลการทดสอบ ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าแบบจำลองยอมรับได้เนื่องจากค่าที่ทำนายไม่ต่างกับค่าจริง

5.4 วิธีเลือกตัวแปรทำนายเข้าวิเคราะห์

สมการถดถอยโลจิสติคที่ดี จะต้องประกอบด้วยตัวแปรต้นที่เหมาะสมที่ทำให้โอกาสเกิดนั้นใกล้เคียงกับความจริง ในการเลือกตัวแปรต้นเข้าวิเคราะห์นั้นมีวิธีเลือก 3 วิธี ซึ่งคล้ายกับการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุปกติ ดังนี้

1) enter method

2) forward method มีวิธีย่อย 3 วิธีคือ

2.1) วิธี forward stepwise: likelihood ratio

2.2) วิธี forward stepwise: wald

2.3) วิธี forward stepwise: condition

3) backward method มีวิธีย่อย 3 วิธี คือ

3.1) วิธี backward stepwise: likelihood ratio

3.2) วิธี backward stepwise: wald

3.3) วิธี backward stepwise: condition

รายละเอียดแต่ละวิธีดังนี้

(1) enter method

วิธี enter method เป็นวิธีที่เลือกตัวแปรต้นทั้งหมดเข้าสมการถดถอยโลจิสติคพร้อมกันในขั้นตอนเดียว ในการพิจารณาตัวแปรต้นที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำนายใน model ผู้วิจัยจะเป็นผู้ตัดสินใจว่าตัวแปรต้นตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือควรจะอยู่ในสมการความถดถอยโลจิสติค โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบ ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติก็ถือว่าตัวแปรต้นนั้นควรอยู่ในสมการความถดถอยโลจิสติค

(2) forward method

วิธี forward method เป็นวิธีการที่คัดเลือกตัวแปรต้นที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้สูงสุดและมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการก่อนจากนั้นจึงเลือกตัวแปรต้นอันดับรองลงมาและมีนัยสำคัญทางสถิติเข้าสมการตามลำดับ และทำเช่นนี้เรื่อย ๆไป จนไม่มีตัวแปรต้นใดที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีก

การนำตัวแปรต้นเข้าสมการแบบ forward method มีวิธีย่อย ๆ อีก 3 วิธี ได้แก่

(2.1) วิธีforward stepwise: likelihood ratio

เริ่มจากการนำตัวแปรต้นใส่ในสมการทีละ 1 ตัว โดยเลือกตัวแปรต้นที่ทำให้ค่าทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจถูกต้องมากขึ้น เกณฑ์การพิจารณาเลือกตัวแปรคือ เลือกค่าแสดงความสัมพันธ์ที่มากที่สุดก่อนและมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำตัวแปรต้นเข้าสมการแล้วจะมีการตรวจสอบตัวแปรนั้นว่าควรถูกตัดออกหรือคงอยู่ในสมการ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนความเป็นไปได้หรือการเปลี่ยนแปลงของ -2LL (-2 likelihood ratio) ถ้าหากค่า -2LL ลดลงแสดงว่าตัวแปรต้นควรจะคงอยู่ในสมการ

(2.2) วิธี forward stepwise: wald

วิธีนี้เหมือนกับวิธี forward stepwise: likelihood ratio แต่จะพิจารณาจากค่าwald statistic

(2.3) วิธี forward stepwise: condition วิธีนี้จะเหมือนกับวิธี forward stepwise: likelihood ratio แตกต่างกันตรงที่วิธีนี้จะมีเงื่อนไข (condition) ซึ่งความแตกต่างของแบบมีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขคือ

1) แบบมีเงื่อนไข จะใช้กับตัวอย่างขนาดเล็ก แต่แบบไม่มีเงื่อนไขจะใช้กับตัวอย่างขนาดใดก็ได้

2) แบบไม่มีเงื่อนไข จะมีการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่คิดว่าจะมีอิทธิพลต่อโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ เช่น ถ้าผู้วิจัยคิดว่าการดื่มแอลกอฮอล์และจำนวนปีที่ดื่ม ทำให้คนเป็นโรคตับแข็ง ตัวแปรตาม (y) คือ

y = 1: เป็นโรคตับแข็ง

0: ไม่เป็นโรคตับแข็ง

ส่วนตัวแปรต้นคือ x1 = ดื่มแอลกอฮอล์ และ x2 = จำนวนปีที่ดื่มแอลกอฮอล์

x1 = 1: ดื่มแอลกอฮอล์

0: ไม่ดื่มแอลกอฮอล์

x2 = จำนวนปีที่ดื่มแอลกอฮอล์

แบบไม่มีเงื่อนไขจะเลือกตัวอย่างที่เป็นคนไข้ที่เป็นโรคตับแข็งและไม่เป็นโรคตับแข็งมา แล้วศึกษาการดื่มแอลกอฮอล์และจำนวนปีที่ดื่ม โดยไม่มีการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ เช่น กรรมพันธุ์ ปริมาณการดื่ม ความแรงของดีกรี แต่ถ้าเป็นแบบมีเงื่อนไขจะต้องมีการควบคุมปัจจัยดังกล่าว

(3) backward method

วิธี backward method เป็นวิธีที่นำตัวแปรต้นทั้งหมดเข้าสมการพร้อมกันก่อนจากนั้นพิจารณาตัวแปรต้นที่อธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้น้อยที่สุดออกจากสมการ ทำไปเรื่อย ๆ จนเหลือตัวแปรต้นที่สามารถอธิบายความผันแปรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การนำตัวแปรต้นเข้าสมการวิธีนี้มีวิธีย่อยอีก 3 วิธี ได้แก่

(3.1) วิธีbackward stepwise: likelihood ratio

เป็นวิธีตรงข้ามกับวิธี forward stepwise: likelihood ratio ซึ่งเป็นวิธีที่นำตัวแปรต้นทั้งหมด p ตัว (x1, x2, x3,..., xp) เข้าสมการแล้วพิจารณาว่าจะนำตัวแปรต้นออกจากสมการทีละ 1 ตัว เกณฑ์คือจะนำตัวแปรต้นที่ไม่มีผลต่อการทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจออก โดยพิจารณาจากอัตราส่วนความเป็นไปได้หรือจากการเปลี่ยนแปลงของ -2LL เหมือนวิธี forward stepwise: likelihood ratio

(3.2) วิธีbackward stepwise: wald

วิธีนี้จะเหมือน backward stepwise: likelihood ratio ทุกประการ เพียงแต่จะพิจารณาจากค่า Wald statistic เท่านั้น

(3.3) วิธีbackward stepwise: condition วิธีนี้จะเหมือน backward stepwise: likelihood ratio แตกต่างกันตรงที่วิธีนี้จะมีเงื่อนไข

5.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยและระดับการวัดของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

ขั้นตอนที่ 2 เลือกตัวแปรต้นที่คิดว่าจะส่งผลต่อตัวแปรตาม โดยการเลือกตัวแปรต้นสามารถเลือกได้ทีละ 1 ตัวหรือมากกว่า

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบค่าผิดปกติของตัวแปรต้นทุกตัว (x1, x2,..., xp)

ขั้นตอนที่ 4 สร้างสมการ

$$P_y = \frac{e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}{1 + e^{b_0 + b_1 x + \ldots + b_p x_p}}$$

ตรวจสอบความเหมาะสมของสมการด้วยวิธี Hosmer and Lemeshow โดยพิจารณาค่าสถิติ $\chi 2$ ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือยอมรับ H0 แสดงว่า model มีความเหมาะสมดี นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาจากค่า pseudo R2 ของ Cox & Snell และ Nagelkerke

ขั้นตอนที่5 ตรวจสอบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติค

ขั้นตอนที่6 วิเคราะห์ข้อมูล

การทำนายความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ของเคสใหม่ เมื่อทราบค่าตัวแปรต้น ถ้า P ของเคสใหม่มากกว่า 0.5 จะให้เป็น y = 1 คือเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ถ้า P น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะให้ y = 0 คือไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ซึ่ง 0.5 เป็นจุดตัดของความน่าจะเป็นที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่ อาจจะกำหนดเป็นจุดอื่นได้ตามสมควรของแต่ละเรื่อง

6.วิธีดำเนินการวิจัย

Omnibus Tests of Model Coefficients				
		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	32.759	6	<.001
	Block	32.759	6	<.001
	Model	32.759	6	<.001

Hosmer and Lemeshow Test			
Step	Chi-square	df	Sig.
1	11.77	8	0.162

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติค ด้วยวิธี Enter จากตารางที่ 6 พบว่าค่าสถิติไคสแควร์ 3 ค่าคือค่า Chi-square ของ Model, Block และ Step มีค่าเท่ากันคือ 32.759, df=6 และ Sig < 0.001 นั่นคือมีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่สามารถทำนายโอกาสการใช้หรือไม่ใช้สกูตเตอร์ และเป็นโมเดลที่มีลักษณะคงตัวเนื่องจาก Chi-square ของModel ,Block และ Step มีค่าเท่ากัน เมื่อพิจารณาค่า Chi-square ของ Hosmer and Lemeshow Test พบว่า Chi-square มีค่าเท่ากับ 11.77 , df =8 และ Sig =0.162 ซึ่งมีค่าต่ำ หมายความว่าโมเดลการวัดสอดคล้องกับข้อมูลได้ดี ดังนั้นสมการโลจิสติคสามารถนำไปทำนายโอกาสการใช้หรือไม่ใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้าได้

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	85.625[a]	0.125	0.326
a Estimation terminated at iteration number 7 because parameter estimates changed by less than .001.			

โดยผลการทดสอบความเหมาะสมของโมเดล (Goodness of fit) นั้นใช้ค่า -2Log Likelihood (LL) ซึ่งมีค่าเท่ากับ85.625 มีค่า Pesudo R2 ของ Cox&Snell เท่ากับ 0.125 และของ Nagelkerke เท่ากับ 0.326 หมายความว่าชุดตัวแปรต้นทั้งหมดสามารถอธิบายความผันแปรของการใช้สกูตเตอร์ได้ประมาณร้อยละ 12.5 และร้อยละ 32.6 ตามลำดับ

Classification Table					
ตัวแปร			ผลการทำนาย		
			แนวโน้มที่จะใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า		Percentage Correct
			ไม่ใช้ (คน)	ใช้ (คน)	
Step 1	แนวโน้มที่จะใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า	0	6	10	37.5
		1	1	229	99.6
	Overall Percentage				95.5
a. The cut value is .500					

ตารางจำแนกร้อยละการทำนายถูกของคนที่เลือกใช้งานหรือไม่ใช้งานสกูตเตอร์ พบว่า คนที่เลือกใช้งานสกูตเตอร์ 239 คน สมการโลจิสติคสามารถทำนายคนที่เลือกใช้ได้ทั้งหมด 229 คน ทำนายผิดไปทั้งหมด 10 คน คิดเป็นร้อยละการทำนายถูก 99.6 เมื่อพิจารณาคนที่เลือกไม่ใช้งานสกูตเตอร์ 7 สมการโลจิสติคสามารถทำนายคนที่เลือกไม่ใช้ได้ทั้งหมด 1 คน ทำนายผิดไปทั้งหมด 6 คน คิดเป็นร้อยละการทำนายถูก 37.5 โดยภาพรวมสมการโลจิสติคสามารถทำนายคนที่เลือกใช้หรือไม่ใช้งานสกูตเตอร์ คิดเป็นร้อยละการทำนายถูก 95.5

ตัวแปร		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1a	รายได้ต่อเดือนหลังหักค่าที่พัก	0.044	0.319	0.019	1	0.891	1.045
	การเดิน	-1.33	0.822	2.617	1	0.106	0.264
	การใช้รถรับจ้าง	-1.605	0.767	4.385	1	0.036	0.201
	ปัจจัยด้านการตลาด	-0.076	0.661	0.013	1	0.908	0.926
	ปัจจัยด้านความปลอดภัย	0.372	0.888	0.175	1	0.676	1.45
	ปัจจัยด้านทัศนคติ	2.17	1.174	3.417	1	0.065	8.758
	Constant	-4.996	3.556	1.974	1	0.16	0.007
a Variable(s) entered on step 1: รายได้ต่อเดือนหลังหักค่าที่พัก, การเดิน, รถรับจ้าง							

จากตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย(B) ตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายการเลือกใช้สกูตเตอร์คือ ปัจจัยด้านทัศนคติ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 2.17 หมายความว่า ถ้าทัศนคติที่มีต่อสกูตเตอร์เพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ Odds เพิ่มขึ้น 2.17 หน่วยหรือโอกาสที่จะเลือกใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงข้าม ตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกไม่ใช้สกูตเตอร์มากที่สุดคือ การใช้รถรับจ้างเช่น วินมอเตอร์ไซ แท็กซี่ มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -1.605 หมายความว่า ถ้าการใช้งานรถรับจ้างเพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ Odds ลดลง 1.605 หน่วยหรือโอกาสที่จะเลือกใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้าลดลง

7. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์โลจิสติคแบบทวิ (Binary Logistic Regression Analysis) ของแต่ละตัวแปรต้นที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้หรือไม่ใช้สกูตเตอร์ไฟฟ้า บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แก่ ปัจจัยด้านทัศนคติเช่น การมองสกูตเตอร์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สกูตเตอร์เป็นพาหนะที่ให้ความสนุก เป็นต้น และการใช้รถรับจ้างเช่น วินมอเตอร์ไซค์ แท็กซี่ โดยปัจจัยด้านทัศนคติจะส่งผลบวกต่อการใช้งานสกูตเตอร์ หมายความว่าหากทัศนคติที่มีต่อสกูตเตอร์ดีขึ้นจะทำให้คนเลือกใช้งานสกูตเตอร์มากขึ้นด้วยเช่นกันส่วนการใช้รถรับจ้างจะส่งผลลบต่อการเลือกใช้งานสกูตเตอร์ หมายความว่าหากการใช้งานรถรับจ้างเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การเลือกใช้งานสกูตเตอร์ลดลง และได้โมเดลโลจิสติคเพื่อการทำนายโอกาสในการเลือกใช้หรือไม่ใช้งานสกูตเตอร์คือ $Prob = \frac{1}{1+e^{-z}}$ โดย z = 2.17 (ปัจจัยด้านทัศนคติ) - 1.605 (การใช้รถรับจ้าง) - 4.996

จากโมเดลโลจิสติคที่ได้ สามารถหาแนวทางส่งเสริมการใช้งานสกูตเตอร์ ภายในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้คือ การสร้างทัศนคติที่ดีต่อสกูตเตอร์ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นการสร้างภาพลักษณ์การใช้งาน การแสดงให้เห็นความสำคัญของสกูตเตอร์ การโปรโมตแนวทางการลดมลพิษด้วยการใช้สกูตเตอร์ เป็นต้น หรืออีกทางคือการลดการใช้งานรถรับจ้าง ซึ่งอาจจะเป็นการสร้างจิตสำนักในการลดมลภาวะบนท้องถนน รวมถึงการใช้รถสาธารณะ เพื่อลดการจราจรบนถนนด้วยรถส่วนบุคคล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.เกษม ชูจารุกุล อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กรุณาให้

ความรู้ คำปรึกษา แนะนำในการทำงานตั้งแต่เริ่มแรกตลอดปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเสมอมา

ขอขอบพระคุณบุคลากรอื่นที่เกี่ยวข้องที่อำนวยความสะดวก นางสาวอุษณี ระหา ที่คอยช่วยเหลือให้ปรึกษาในการเลือกกลุ่มตัวอย่างและวีธีการวิเคราะห์ ทั้งในเวลาราชการและนอกราชการ นายดำริบุญชูและนางจิราวรรณ บุญชู ที่คอยให้กำลังใจและทุนในการวิจัย ตั้งแต่เริ่มแรกตลอดจนสิ้นสุดโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] Jeff Price, Danielle Blackshear, Wesley Blount, Jr., and Laura Sandt. Micromobility: A Travel Mode Innovation. Public Roads - Spring 2021.U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, (2021).

[2] ไมโครโมบิลิตี้เติมช่องว่างที่เกิดขึ้นได้เมื่อผลกระทบของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ขยายออกไป.สืบค้นจาก http://www.ibikeiwalk.org/ข้อมูลความรู้/บทความ/2020/04/23/ไมโครโมบิลิตี้เติมช่อง/

[3] หลักการสร้างแบบสอบถามที่ดี. สืบค้นจาก http://www.cmmet.tmd.go.th/KM_Cmmet/042560/Questionnaire1.pdf

[4] การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติคแบบไบนารีสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. อรทัย เจริญสิทธิ์.สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.(2017)