

แบบจำลอง Multinomial Logit Model สำหรับ
ความต้องการเดินทาง : ปัญหาในการพัฒนาและแนวทางแก้ไข
**MULTINOMIAL LOGIT MODEL FOR TRANSPORT DEMAND:
PROBLEMS AND MEASURES IN DEVELOPMENT.**

ครรชิต ผิวนวล D.Eng*
ธวัชชัย เหล่าศิริหงษ์ทอง**

ABSTRACT

Multinomial Logit Model is a new mathematical computation techniques that can be used to study travel demand within a complex urban area. The model is suitable for prediction of total or part of travel demand, mode choice selection and suitable mode for different destination. The model became increasingly popular especially during the past 5-10 years and expected that the models will be used extensively in the future to study trip attraction to center of activities such as shopping center, terminals, etc. However, in development of the models, engineer/s may encounter a number of problems ranging from mathematical fomular, variables and parameters to be included and convergence of the final results. This paper explains expected problems and measures to tackle with them. Also described are computation algorithm that will solve the problem of convergence. The paper also concluded the application of the models to the transportation situation in Bangkok.

- * รองศาสตราจารย์ หัวหน้าหน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ** คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ ผู้ช่วยนักวิจัย นิสิตระดับปริญญาโทบัณฑิต หน่วยวิจัย
การจราจร และการขนส่ง

1. คำนำ

แบบจำลอง Multinomial Logit Model (MNL) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดหนึ่งที่สามารถอธิบายถึงพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่กำหนดขึ้น โดยมีสมมติฐานว่า คนจะตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าของสมการคุณประโยชน์ (Utility function) ซึ่งเป็นสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าคุณประโยชน์ของทางเลือกและตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ เช่น เวลา และค่าใช้จ่าย เป็นต้น

ในปัจจุบันแบบจำลอง MNL ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจอย่างกว้างขวางและขณะนี้หน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทดลองนำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการทำนายความต้องการเดินทางและการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการตัดสินใจเพื่อเดินทาง โดยบทความนี้จะเสนอถึงการทดลองพัฒนาแบบจำลองดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะกล่าวถึงการทดลองนำแบบจำลอง MNL มาประยุกต์ใช้กับการทำนายความต้องการการเดินทาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกจำนวนครั้งที่เดินทางต่อวัน (Frequency of Trip per day) และการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง (Travel Model) สำหรับการเดินทางนั้นพร้อมกันในที่เดียว โดยจะเน้นในส่วนของการทดลองพัฒนาแบบจำลอง การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ปัญหา และแนวทางการแก้ไขการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง MNL

3. แบบจำลอง Multinomial Logit Model

จากที่กล่าวในตอนต้นที่ว่า การตัดสินใจเลือกทางเลือกสามารถอธิบายได้โดยการเปรียบเทียบค่าของสมการคุณประโยชน์ โดยที่บุคคลทั่วไปจะเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์ต่อตนเองสูงสุด สมการคุณประโยชน์ที่ใช้แสดงค่าคุณประโยชน์ของทางเลือกใด ๆ (U_i) สามารถแสดงได้ด้วยสมการ

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

เมื่อ V_i = Representative Utility ของทางเลือก i ซึ่งก็คือ ส่วนของสมการคุณประโยชน์ที่บ่งบอกเป็นมูลค่าได้

ε_i = Random Utility ของทางเลือก i ซึ่งก็คือส่วนของสมการคุณประโยชน์ที่รวมความไม่แน่นอนแต่มีอิทธิพลต่อการเลือกทางเลือกไว้

ถ้าให้ i คือ ทางเลือกที่ผู้ตัดสินใจเลือกและทางเลือก j คือทางเลือกอื่น ๆ ที่มีให้เลือกคนจะตัดสินใจเลือกทางเลือก i เมื่อ

$$U_i \geq U_j$$

ซึ่งก็คือ

$$(V_i + \varepsilon_i) \geq (V_j + \varepsilon_j)$$

จากการที่มีส่วนของความไม่แน่นอน ε_i และ ε_j ในสมการข้างต้นนี้เอง ทำให้การตัดสินใจในแต่ละครั้งอาจไม่เหมือนเดิม เพื่อแก้ปัญหาการแก้สมการนี้จึงมีการนำทฤษฎีของความน่าจะเป็นมาประยุกต์ เพื่อใช้อธิบายโอกาสที่จะเลือกทางเลือก i ($P(i)$) เขียนแทนได้ด้วยสมการ $P(i) = \text{Prob}[U_i > U_j]$

$$\begin{aligned} P(i) &= \text{Prob}[U_i > U_j] \\ &= \text{Prob}[V_i + \varepsilon_i > (V_j + \varepsilon_j)] \\ &= \text{Prob}[(V_i - V_j) \geq (\varepsilon_j - \varepsilon_i)] \end{aligned}$$

ซึ่งถ้าสมมติให้ ε_i และ ε_j เป็นอิสระต่อกัน และมีการกระจายแบบ Weibull ที่เหมือนกัน (Inde-

pendently and Identically Weibull Distributed)
แล้วก็จะได้สมการของแบบจำลอง MNL เป็น

$$P(i) = \frac{1}{1 + e^{\mu(V_i - V_j)}}$$

$$= \frac{e^{\mu V_i}}{e^{\mu V_i} + e^{\mu V_j}}$$

ซึ่งสามารถเขียนในรูปทั่วไปได้เป็น
(สมมติให้ $\mu = 1$)

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}}$$

ดังนั้น ในการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงต้องกำหนด
ให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หยุดการกระทำซ้ำ (iteration)
ด้วย % convergence ซึ่งประกอบด้วย

1) % convergence for dependent value
คือการเปรียบเทียบว่าค่า dependent value
($\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k}$) มีค่าต่างจากค่าที่ควรจะเป็น (คือเท่ากับ

ศูนย์) มากน้อยแค่ไหน เขียนในรูปสมการได้เป็น
% convergence = $\frac{(\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} - 0)}{\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k}} * 100$

2) % convergence for vector of increment in the attribute Value ซึ่งก็คือ การหาอัตรา
การเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์เทียบกับค่า ของ
พารามิเตอร์นั้น ๆ (β_k) ที่ประมาณค่าขึ้นนั่นเอง

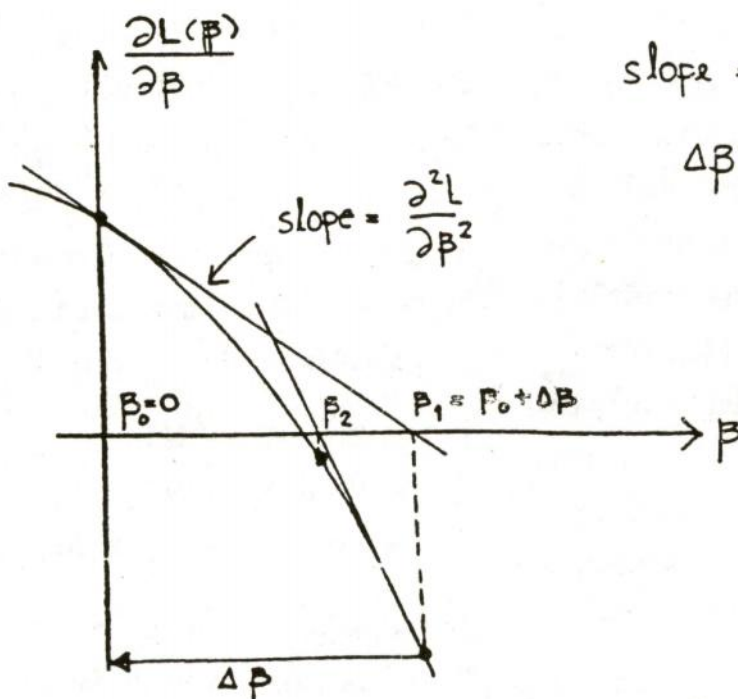
$$\% \text{ convergence} = \frac{\Delta \beta_k}{\beta_k} * 100$$

โดยที่ vector of increment in the
attribute value ($\Delta \beta_k$) สามารถคำนวณได้จาก

สูตร $\begin{matrix} K = K \\ l = l \end{matrix}$

$$\Delta \beta_k = \sum_{l=1}^K \frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} * \left(\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k \partial \beta_l} \right)$$

ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบ
จำลองจะสิ้นสุด (converge) เมื่อค่า % conver-
gence ของตัวแปรแต่ละตัวที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า
ค่า % convergence ที่กำหนดไว้นั่นเอง



$$\text{slope} = \left(\frac{\partial L}{\partial \beta} / \Delta \beta \right)$$

$$\Delta \beta = \frac{\partial L}{\partial \beta} * \frac{1}{\text{slope}}$$

$$= \frac{\partial L}{\partial \beta} / \frac{\partial^2 L}{\partial \beta^2}$$

รูปที่ 1 ลักษณะวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยวิธี Newton Raphson และการหาค่าปรับแก้
ค่าพารามิเตอร์ ($\Delta \beta$)

เมื่อ $V_{in} = \beta X_{in}$, $V_{jn} = \beta X_{jn}$

J_n คือ เซตของทางเลือกทั้งหมดที่มีให้คนที่ n เลือก

β คือ เซตของพารามิเตอร์

X_i , X_j คือ เซตของตัวแปรของทางเลือก i และ j ตามลำดับ

4. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (β) เป็นค่าที่ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเลือกกับตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเลือก ซึ่งอยู่ในสมการคุณประโยชน์ (Utility function) การประมาณค่าพารามิเตอร์สามารถทำได้หลายวิธี แต่จากรูปแบบของตัวแบบจำลองพบว่าวิธี Maximum Likelihood Method เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ๆ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 : จัดทำ Log Likelihood Function ($L(\beta)$) ซึ่งก็คือ การนำโอกาสในการเลือกทางเลือกของคนแต่ละคนที่สำรวจมาเลือก ($P_n(i)$) มาคูณกัน แล้ว take natural Logarithm ดังสมการ

$$L^*(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i \in J_n} P_n(i)^{Y_{in}}$$

$$= \prod_{n=1}^N \prod_{i \in J_n} \left[\frac{e^{\beta X_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{\beta X_{jn}}} \right]$$

take natural log

$$\ln [L^*(\beta)] = \sum_{n=1}^N \sum_{i \in J_n} Y_{in} [\beta X_{in} - \ln \sum_{j \in J_n} e^{\beta X_{jn}}]$$

โดยที่ $y_{in} = 1$ เมื่อคนที่ n เลือกแนวทางเลือก i
และ $= 0$ เมื่อคนที่ n ไม่เลือกแนวทางเลือก i

- ขั้นตอนที่ 2 : หาค่าพารามิเตอร์ (β) ที่ทำให้ $L(\beta)$ มีค่าสูงสุด โดยมีเหตุผลว่าถ้าค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณขึ้นทำให้โอกาสในการเลือกทางเลือกของคนแต่ละคนที่นำมาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ($P_n(i)$) มีค่าสูงสุด ซึ่งหมายถึงมีการเลือกทางเลือกตามข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ผลคูณของ $P_n(i)$ ซึ่งก็คือ ค่า $L(\beta)$ จะมีค่าสูงสุด ด้วยหรือในทางกลับกัน ค่า β ที่ทำให้ $L(\beta)$ มีค่าสูงสุด ก็จะเป็นค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองนั่นเอง

การ Maximize ค่า $L(\beta)$ ก็คือ การหาค่าของ β_k ที่ทำให้ $\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_k} = 0$ นั่นเอง ซึ่งใน

การแก้สมการเพื่อหาค่าพารามิเตอร์นั้น $\partial(\beta_k)$ สามารถทำได้โดยเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการใช้ Newton Raphson Algorithm มาประมาณค่าพารามิเตอร์ วิธี Newton Raphson เป็นกรรมวิธีกระทำซ้ำ (Iteration Method)

5. การทดลองพัฒนาแบบจำลอง MNL

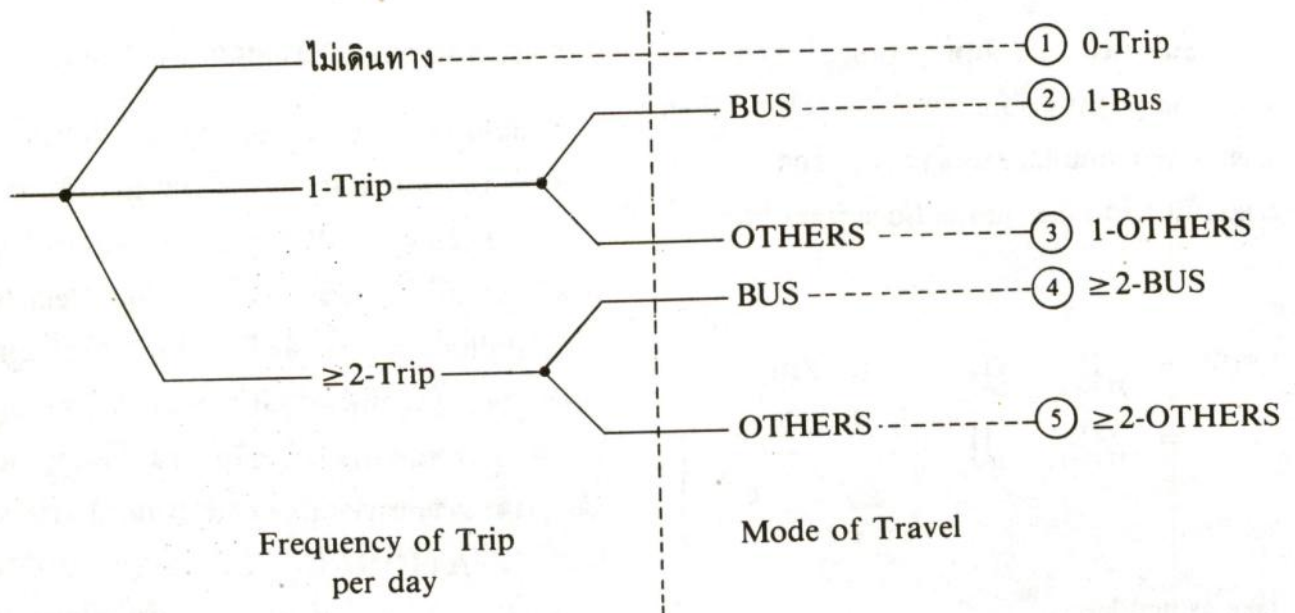
ตัวอย่างของแบบจำลอง MNL ที่เสนอในบทความนี้คือ แบบจำลองความต้องการการเดินทางประเภท Home-Base-Work (HBW) ของคนที่อยู่ในครัวเรือนที่ไม่มีรถส่วนตัวไว้ใช้ (Non Vehicle Availability : NVA) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลซึ่งคัดมาจากข้อมูลที่ทำการศึกษาครัวเรือนที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลไว้โดยหน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง (TRU) และ JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) ซึ่งทำการสำรวจไว้เมื่อประมาณปลายปี พ.ศ. 2530 และต้นปี พ.ศ. 2531 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

No.	รายการ	ข้อมูลที่สัมภาษณ์	ข้อมูลที่คัดเลือก
1	จำนวนครัวเรือนทั้งหมด	16206	931
2	จำนวนครัวเรือนที่ไม่มีรถส่วนตัวไว้ใช้ (NVA household)	8720	503
3	จำนวนคนทั้งหมด	53720	2995
4	จำนวนคนใน NVA household	27665	1502
5	จำนวนเที่ยวการเดินทางทั้งหมด	98311	5637
6	จำนวนเที่ยวการเดินทางประเภท NVA-HBW	18870	1082

แบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นแบบจำลองที่แสดงถึงพฤติกรรมการตัดสินใจเพื่อเลือกเดินทางทั้งในส่วน
ของจำนวนครั้งที่เดินทางต่อวัน (frequency of trip

per day) และรูปแบบการเดินทาง (mode of Travel) ที่มีให้เลือก โดยมีโครงสร้างของแบบจำลอง
ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเป็น



จากการกำหนดโครงสร้างข้างต้น ทำให้ผู้ตัดสินใจเลือกทางเลือกจะมีทางเลือกให้เลือกได้ 5 ทางเลือก คือ ไม่เดินทาง (0-Trip) เดินทาง 1 ครั้งต่อวันด้วยรถเมล์ (1, BUS) เดินทาง 1 ครั้งต่อวันด้วยรูปแบบอื่น ๆ (1, OTHERS) เดินทางมากกว่าหรือเท่ากับ

2 ครั้งต่อวันด้วยรถเมล์ ≥2, BUS) และเดินทางมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้งต่อวันด้วยรูปแบบอื่น ๆ (≥2, OTHERS) จากนั้นจึงทำการพัฒนาแบบจำลองซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- **ขั้นตอนที่ 1** : การกำหนดตัวแปรสำหรับทางเลือกต่าง ๆ

ขั้นตอนนี้ในตอนต้นจะใช้ประสบการณ์ของผู้พัฒนาแบบจำลองทดลองกำหนดตัวแปรที่น่าจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ และต้องการศึกษาของแต่ละทางเลือกขึ้นมาก่อน โดยที่ตัวแปรเหล่านั้นควรจะมีหลักการทางตรรกวิทยา (Logic) สัมพันธ์กับการเดินทางที่ทำการวิเคราะห์ ไม่ยากต่อการประมาณค่าสำหรับการเลือกที่ไม่ได้เลือก และไม่ยากต่อการนำ

มาวิเคราะห์และพยากรณ์ค่าของตัวแปร ซึ่งโดยปกติถ้าเป็นการศึกษาเรื่องการเดินทาง ตัวแปรที่สำคัญ ๆ มักจะเป็นเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จากการพิจารณาได้กำหนดให้ทางเลือก 0-Trip เป็นทางเลือกพื้นฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (Base Case) จึงให้สมการคุณประโยชน์ของทางเลือกมีค่าเป็นศูนย์ และได้กำหนดตัวแปรสำหรับทางเลือกอื่น ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวแปรเบื้องต้นสำหรับแต่ละทางเลือกของแบบจำลอง

Alternative	Variable	
	Mode Specific	Generic
O-Trip	—	—
1, Bus	BMMT, BMMC, BMIMT, BMIMC, BOFMMT, BOFMMC, BFARE, TP5	HHINC
1, OTHERS	OTMMT, OTMMC, TP5	
≥ 2, BUS	BMMT, BMMC, BMIMT, BMIMC, BOFMMT, BOFMMC, BFARE, TP5	
≥ 2, OTHERS	OTMMT, OTMMC, TP5	

Note:

- BMMT = Bus Main Mode Time (min)
- BMMC = Bus Main Mode Cost (Bath)
- BMIMT = Bus Minor Mode Time (min)
- BMIMC = Bus Minor Mode Cost (Bath)
- BOFMMT = Bus Out of Main Mode Time (min)
- BOFMMC = Bus Out of Main Mode Cost (Bath)
- BFARE = Bus Fare (Bath)
- OTMMT = Other Main Mode Time (min)
- OTMMC = Other Main Mode Cost (Bath)
- TP5 = No of Trip per Household population age ≥ 5 years
- HHINC = Household Income (*1000 Bath/month)

- ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกตัวแปร

ตัวแปรที่กำหนดไว้เบื้องต้นจะถูกนำมาคัดเลือกโดยการพิจารณาค่า Correlation ระหว่างตัวแปรคู่ใด ๆ ของแต่ละทางเลือก ถ้าตัวแปรคู่ใดมีค่า Correlation กันสูงควรจะต้องตัดตัวแปรตัวหนึ่งทิ้งไป หรือถ้าเป็นตัวแปรที่ต้องการศึกษาทั้งสองตัว ก็อาจเก็บไว้โดยนำตัวแปรทั้งสองมารวมกันในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง มิฉะนั้นจะไม่สามารถประมาณค่าของพารามิเตอร์ได้ (รายละเอียดจะกล่าว

ในหัวข้อถัดไป) แต่เนื่องจากเราไม่สามารถกำหนดค่า Correlation ที่จะทำให้เกิดปัญหาในการประมาณค่าได้ ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีทดลองตัดหรือรวมตัวแปร โดยเริ่มจากตัวแปรคู่ที่มีค่า Correlation กันสูงมากก่อน แล้วจึงทำตัวแปรคู่ที่มีค่า Correlation น้อยลงตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาข้างต้นทำให้ได้ตัวแปรที่สามารถนำมาพัฒนาแบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

Alternative	Variable	
	Mode Specific	Generic
0-Trip	—	—
1, Bus	BMMT, BFARE, TP5	HHINC
1, OTHERS	OTMMT, TP5	
>2, BUS	BMMT, BFARE, TP5	
>2, OTHERS	OTMMT, TP5	

- ขั้นตอนที่ 3 นำตัวแปรที่คัดเลือกไว้มารจัดรูปแบบของแบบจำลองตามสมมติฐานต่าง ๆ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษานี้ทดลองพัฒนาแบบจำลองไว้ 3 สมมติฐานคือ

Model 1: ให้ตัวแปร HHINC มีอิทธิพลต่อการเลือกทั้งจำนวนการเดินทางต่อวันและรูปแบบการเดินทาง

Model 2: ให้ตัวแปร HHINC มีอิทธิพลต่อการเลือกจำนวนการเดินทางต่อวันเท่านั้น

Model 3: ให้ตัวแปร HHINC มีอิทธิพลต่อการเลือกจำนวนการเดินทางเท่านั้น รูปแบบของแบบจำลองทั้งสาม แสดงไว้ในรูปที่ 4

- ขั้นตอนที่ 4 ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ซึ่งผลแสดงไว้ในตารางที่ 4

- ขั้นตอนที่ 5 การคัดเลือกแบบจำลองทำได้โดยพิจารณาเครื่องหมายและขนาดของพารามิเตอร์ที่ประมาณขึ้น รวมทั้งค่าทางสถิติของแบบจำลองซึ่งได้แก่ค่า t-value ของพารามิเตอร์ ค่า Log likelihood Ratio Index (p^2) และ % Overall correctly estimate

1) เครื่องหมายและขนาดของพารามิเตอร์ควรมีความสอดคล้องกับตัวแปรของพารามิเตอร์นั้น ๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางควรมีเครื่องหมายเป็นลบ ซึ่งหมายความว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางยิ่งมากโอกาสที่จะเลือกทางเลือกก็จะน้อยลงเป็นต้น ส่วนขนาดของค่าพารามิเตอร์ก็ควรจะมีค่าที่เหมาะสม

ซึ่งพิจารณาได้โดยเปรียบเทียบกับ ขนาดของพารามิเตอร์ของตัวแปรอื่น ๆ ที่มีหน่วยการวิเคราะห์เดียวกัน

2) ค่า **t-value** ของพารามิเตอร์ เป็นค่าที่ใช้ทดสอบว่าตัวแปรที่นำเข้ามาพิจารณาในการทำแบบจำลองมีความสำคัญ หรือมีอิทธิพลต่อการทำนายผลของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นนี้ ๆ หรือไม่ ซึ่งระดับความเชื่อมั่นที่นิยมจะใช้นั้นมาก คือ 90% และ 95% โดยมีค่า **t-value** เท่ากับ +1.45 และ +1.960 ตามลำดับ

3) p^2 เป็นค่าที่ใช้วัด Goodness-of-fit ของแบบจำลองที่ใช้วิธี Maximum Likelihood

Method ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่า p^2 จะมีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R^2) ของแบบจำลองที่พัฒนาโดยวิธีสมการถดถอย (Regression Analysis Method) โดยมีความหมายว่าถ้า $|p^2| = 1$ แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้อย่างสมบูรณ์

4) % Overall Correctly estimate เป็นตัวที่ใช้วัด Goodness-of-Fit อีกตัวหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาประกอบด้วยโดยวิธีการคำนวณค่าดังตัวอย่างต่อไปนี้

Predicted Choice \ Actual Choice	AUTO	TRANSIT	TOTAL
AUTO	58	4	62
TRANSIT	4	49	53
TOTAL	62	53	115

$$\% \text{ correct (AUTO)} = (58/62) * 100 = 94\%$$

$$\% \text{ correct (TRANSIT)} = (49/53) * 100 = 92\%$$

$$\text{และ } \% \text{ overall correct} = (94 + 92)/2 = 93\%$$

จากการพิจารณาแบบจำลองที่ทดลองพัฒนาขึ้นทั้ง 3 แบบจำลองตามขั้นตอนที่ 5 สรุปได้ว่า ควรใช้แบบจำลองแบบที่ 1 ดังนั้นแบบจำลองความต้องการเดินทางชนิด NVA-HEW จึงมีสมการค่าคุณประโยชน์ของแต่ละทางเลือกเป็น

$$V_{o-Trip} = 0$$

$$V_{1, Bus} = 13.1076 - 0.0810(BMMT) - 0.1586(BFARE) + 0.3324(TP5) + 1.2302 (HHINC)$$

$$V_{1, OTHER} = 14.5087 - 0.0810(OTMMT) + 0.3324(TP5) + 1.1976$$

(HHINC)

$$V_{>Z, BUS} = 17.3869 - 0.081(BMMT) - 0.1586(BFARE) + 0.3324(TP5) + 1.1738(HHINC)$$

$$V_{>Z, OTHERS} = 17.7634 - 0.0810(OTMMT) + 0.3324(TP5) + 1.1077(HHINC)$$

และมีรูปแบบทั่วไปของแบบจำลองเป็น

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}}$$

Model 1

Parameter Alternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-Trip											
1, BUS	1				BMMT	BFARE	TP5	HHINC			
1, OTHERS		1			OTMMT		TP5		HHINC		
>2, BUS			1		BMMT	BFARE	TP5			HHINC	
>2, OTHERS				1	OTMMT		TP5				HHINC

Model 2

Parameter Alternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-Trip									
1, BUS	1				OTMMT	BFARE	TP5	HHINC	
1, OTHERS		1			BMMT		TP5	HHINC	
>2, BUS			1		BMMT	BFARE	TP5		HHINC
>2, OTHERS,				1	OTMMT		TP5		HHINC

Model 3

Parameter Alternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-Trip									
1, BUS	1				BMMT	BFARE	TP5	HHINC	
1, OTHERS		1			OTMMT		TP5		HHINC
>2, BUS			1		BMMT	BFARE	TP5	HHINC	
>2, OTHERS,				1	OTMMT		TP5		HHINC

รูปที่ 4 รูปแบบของแบบจำลอง NVA-HBW ตามสมมติฐานต่าง ๆ

6. ลักษณะปัญหาและแนวทางการแก้ไข ปัญหาในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

โดยทั่วไปข้อมูลที่นำมาใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ จะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ แต่อาจมีบางกรณีที่ทำให้ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ ซึ่งจะแสดงผลใน 2 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่เมื่อประมาณค่าไปที่ระดับหนึ่งจะมีค่าปรับแก้ในแต่ละครั้งที่ประมาณค่า (Iteration) น้อยมาก ซึ่งหมายความว่าสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรส่วนนั้นได้ แต่ในขณะเดียวกันจะมีตัวแปรบางตัวที่มีค่าปรับแก้ในแต่ละ iteration เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่ง ค่าตัวแปรเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อให้ตัวแปรส่วนใหญ่ที่สามารถประมาณค่าได้ปรับค่าตามไปจนกระทั่งค่าของพารามิเตอร์มากเกินไปกว่าที่ความสามารถของเครื่องจะคำนวณได้ ปัญหาในลักษณะนี้ จะเกิดเนื่องจากตัวแปรที่มีค่าปรับแก้ในแต่ละครั้งที่ประมาณค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นั้น มีการกระจายของค่าของข้อมูลไม่ดี เช่น มีความแปรปรวนสูงหรือมีความไม่ต่อเนื่องของค่า เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่จะแสดงถึงผลของตัวแปรที่มีต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกได้ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยตัดตัวแปรตัวนั้นออกไป ก็จะทำให้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้

ลักษณะที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าปรับแก้ในแต่ละครั้งที่ประมาณค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่ง ค่าของพารามิเตอร์จะมากเกินไปกว่าที่ความสามารถของเครื่องจะคำนวณได้ปัญหาในลักษณะนี้ จะเกิดเนื่องจากตัวแปรบางคู่มี Correlation กันสูงมาก เช่น

ถ้า $X^2 = 2 \cdot X^1$ (X^1 และ X^2 มีค่า Correlation = 1)

ต้องการ $B^1 X^1 + B^2 X^2 = 4$ ----- ①

สามารถจัดรูปสมการที่ 1 ได้เป็น

$$B^1 X^1 + B^2 (2X^1) = 4$$

$$B^1 + 2B^2 = 4/X^1 \text{-----} ②$$

จากสมการที่ 2 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปร X^1 และตัวแปร X^2 จะเป็นค่าอะไรก็ได้ที่ทำให้ $B^1 + 2B^2 = 4/X^1$ สำหรับการแก้ปัญหาในลักษณะที่สองนี้ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ตัดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งที่มีค่า Correlation กับตัวแปรตัวอื่นออกไป หรือนำตัวแปรที่มีปัญหาเรื่อง Correlation มารวมกันในรูปแบบของความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดลองที่ผ่านมา เรายังไม่สามารถกำหนดขนาดของค่า Correlation ที่ทำให้เกิดปัญหาลักษณะนี้ได้ ผู้ทำการศึกษาจะต้องทดลองพิจารณาตัดหรือรวมตัวแปรเอง โดยเริ่มจากตัวแปรที่มีค่า Correlation กันสูงมากก่อน

อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจมีความจำเป็นต้องมีตัวแปรที่อาจทำให้เกิดปัญหาในการประมาณค่าไว้ในแบบจำลอง ผู้พัฒนาอาจจะประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยพิจารณาถึงค่าของ Loglikelihood function ($L(B)$) แทน ซึ่งทำได้โดยเลือกค่าพารามิเตอร์ของ iteration ที่ทำให้ค่า ($L(B)$) มีค่าสูงสุด และมีค่า % Convergence ของทั้ง dependent Value และ vector of attribute Value ต่ำที่สุดด้วย ซึ่งให้ความหมายว่าสำหรับกลุ่มตัวแปรที่นำมาสร้างแบบจำลองดังกล่าว ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าขึ้นนั้น จะเป็นค่าที่ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการนำแบบจำลองไปใช้งาน ควรจะตระหนักถึงผลของการไม่ Convergence ของตัวแปรที่มีปัญหานั้น ๆ ด้วย

7. ข้อสังเกตที่ได้จากการทดลอง

จากการทดลองพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางชนิด NVA-HBW พบว่า

- ถ้าสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้ (CONVERSE) เมื่อให้ค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์เท่ากับศูนย์ การประมาณค่าจะ CONVERSE ที่ประมาณ iteration ที่ 12
- ถ้าจำนวนทางเลือกที่มีให้เลือกมีมาก และบางทางเลือกหรือหลายทางเลือกมีสัดส่วน

ของการเลือกน้อยเช่น 1% หรือต่ำกว่า พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์อาจจะ Converse ซ้ำมากหรือไม่ Converse

- ถ้ามีจำนวนทางเลือกที่มีให้เลือกน้อย ค่าทางสถิติของแบบจำลองจะดีขึ้น
- การเลือกทางเลือกเพื่อใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบควรพิจารณาให้เหมาะสม เพราะจะมีผลต่อเครื่องหมายและค่าทางสถิติของพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าขึ้น

8. สรุป

แบบจำลอง MNL สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจในการเดินทางได้ ซึ่งจากการทดลองพัฒนาแบบจำลองความต้องการเดินทางชนิด NVA-HBW พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Maximum Likelihood Method ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ Log Likelihood Function มีค่าสูงสุดนั้น จะไม่สามารถประมาณค่าได้ถ้าการกระจายของค่าของข้อมูลที่นำมาใช้

ไม่ดี หรือข้อมูลของตัวแปรที่นำมาใช้มี Correlation กันสูง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการตัดตัวแปรที่มีปัญหาทิ้งหรือรวมตัวแปรดังกล่าวเข้ากับตัวแปรอื่นในรูปของความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการทำการศึกษ

9. เอกสารอ้างอิง

Moshe Ben-Akiva, and Steven R. Lerman, Discrete Choice Analysis : Theory and Application to Travel Demand, The Massachusetts Institute of Technology Press, 1988.

Thomas J. Adler, and Moshe Ben-Akiva, "Joint-Choice Model for Frequency, Destination, and Travel Mode for Shopping Trips", Transportation Research Record, 569, 1974.



ขอเชิญส่งบทความ

วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา

(Research & Development Journal of the Engineering Institute of Thailand)

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังเร่งพัฒนาตัวเอง ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อรองรับการเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมในด้านต่าง ๆ ให้สามารถก้าวไปสู่ความเป็นประเทศพัฒนาทางอุตสาหกรรมสมัยใหม่ (Newly Industrialized Country) ได้ การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิธีทำได้เร็วที่สุด คือ การซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ดังเช่น ประเทศญี่ปุ่นในสมัยสงครามโลก วิธีการนี้จะได้ผลเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาการวิจัย แต่ในขณะเดียวกัน นอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองเงินตราแล้ว ยังทำให้ประเทศนั้นต้องพึ่งพาประเทศอื่น ๆ อยู่ตลอดไป ประเทศที่ยอมซื้อไม่ว่าจะเป็นประเทศญี่ปุ่นจนมาถึงไต้หวัน เกาหลี และประเทศเพื่อนบ้านเรา คือ สิงคโปร์ในขณะนี้ ประเทศเหล่านี้ต่างมองการณ์ไกลเล็งเห็นถึงความสำคัญของการทำการวิจัยเพื่อพัฒนาวิทยาการต่าง ๆ ให้สามารถรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ เพื่อจะได้ค่อย ๆ ปลดตัวเองจากภาวะที่เกิดจากการเอารัดเอาเปรียบของประเทศที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีได้

ปัจจัยหนึ่งของการส่งเสริมการทำการวิจัย คือ การมีวารสารวิจัยและพัฒนา มารองรับเพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานของนักวิชาการและนักวิจัยเอาไว้ประโยชน์ที่มีนอกจากช่วยไม่ให้มีการทำการวิจัยซ้ำซ้อนกันแล้ว ยังช่วยให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักวิชาการและนักวิจัยที่สนใจในปัญหาเดียวกัน เกิดมีการวิพากษ์วิจารณ์เพื่อให้ผลงานที่ติดตามมามีคุณภาพดียิ่งขึ้น วารสารทางวิชาการนี้จึงเป็นทรัพยากรทางความรู้ที่สามารถใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคตสำหรับวิศวกร นักวิชาการ และนักวิจัยรุ่นหลังได้

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ได้เล็งเห็นความสำคัญของการมี “วารสารฉบับวิจัยและพัฒนา” จึงเห็นสมควรแยกเล่มออกมาจาก “วิศวกรรมสาร” (ซึ่งต่อไปจะเน้นไปทางสารคดีทั้งวิชาการและข่าวสารปริทรรศน์มากกว่า) ต่อไปนี้วารสารวิชาการของ ว.ส.ท. จะออกเป็นราย 6 เดือน โดยจะรวมทุกสาขาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกัน บทความทุกบทความที่ลงพิมพ์ในวารสารจะได้รับการประเมิน (Review) โดยกรรมการสาขาและผู้ที่ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่าทุกบทความที่ได้รับการลงพิมพ์ใน “วารสารฉบับวิจัยและพัฒนา” เป็นบทความที่มีคุณภาพและมีคุณค่าอย่างยิ่ง

การส่งบทความ เพื่อให้วารสารทางวิชาการมีมาตรฐานไม่ด้อยกว่าวารสารของสมาคมวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมได้ให้ข้อเสนอแนะให้ผู้เขียนจะได้ใช้ในการพิจารณาส่งบทความมาลงตีพิมพ์ “วารสารฉบับวิจัยและพัฒนา” ดังนี้

1. บทความที่จะส่งควรเป็นผลงานการค้นคว้าวิจัยของผู้เขียนเอง และมีคุณค่าทางวิชาการพอสมควร
2. ภาษาที่ใช้อาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่ชื่อบทความ (title) ต้องมีทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
3. เพื่อให้บทความมีความกะทัดรัดไม่เยิ่นเย้อ และบทความควรมีความยาวไม่เกิน 10 หน้า กระดาษพิมพ์ดีด รวมทั้งรูปและตาราง
4. บทความต้องมีบทคัดย่อยาวไม่เกิน 15 บรรทัดพิมพ์ โดยมีทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
5. ทุกบทความควรมีบทนำ (introduction) บทสรุป (Conclusion) และเอกสารอ้างอิง (Reference)
6. เอกสารอ้างอิงถ้ามาจากเอกสารภาษาต่างประเทศให้เขียนเอกสารอ้างอิงนั้นด้วยภาษาอังกฤษ เอกสารอ้างอิงจะต้องประกอบด้วยชื่อผู้เขียน ชื่อบทความ ชื่อเอกสารที่ตีพิมพ์ ผู้พิมพ์ สถานที่ตีพิมพ์ (ถ้าเป็นหนังสือ) ปีที่ตีพิมพ์ และหน้าของบทความดังกล่าวในเอกสารนั้น
7. ตารางและกราฟ ควรเป็นต้นฉบับที่ชัดเจน และมีคำบรรยายเป็นภาษาอังกฤษ รูปถ่ายควรแนบฟิล์มมาด้วย
8. โปรดส่งบทความมายังคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมฉบับวิจัยและพัฒนา ณ สำนักงานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กทม. 10330 โทร. 252-6051-2, 251-2504, 251-2506 และ 252-5001-10 ต่อ 474
9. บทความทุกบทความจะได้รับการประเมินเพื่อตีพิมพ์โดยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาเดียวกัน
10. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรม อาจให้ผู้เขียนปรับปรุงบทความให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น และทรงไว้ซึ่งสิทธิในการตัดสินใจตีพิมพ์บทความหรือไม่ก็ได้
11. ผู้เขียนบทความเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากบทความนั้น ๆ

RESEARCH AND DEVELOPMENT JOURNAL OF THE ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND

Notes for Contributors

1. Paper should be of original contribution and substantial technical quality.
2. The main body of the paper can be written either in Thai or English. Regardless of the language of the main body, the title, the summary of the paper and the author name (s) must be submitted both in Thai and English.
3. The manuscript should be typed one and a half space on one side of the paper. The total number of pages should normally not exceed 10 pages including figures and tables.
4. The paper should be reasonably divided into sections, which may include Introduction, Conclusions and References. Numbering of Sections should be avoided.
5. Reference should be quoted in the text sequentially by Arabic numerals and grouped together at the end in numerical order. References should include author (s), title, name of the publication (Journals, Reports, etc.), publisher, place and date of publication, and page numbers.
6. Original tables and figures must be submitted with the manuscript.
7. The manuscript should be submitted to the Chief Editor, Dr. Prida Wibulswas, The Engineering Institute of Thailand, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Henry Dunant Road, Bangkok 10330, Thailand, or any of the Associate Editors whose field is close to the nature of the paper.
8. All papers will be evaluated by reviewers before the final decision on publication is made. The editors reserve the right to recommend for revision as a condition for final acceptance.
9. In submission the manuscript, the author (s) transfers the copyright to R & D JEIT, but still accepts any legality consequence for having the paper published.