บทที่ 2

ทฤษฎีและการทบทวนการศึกษาที่ผ่านมา

2.1 บทนำ

การเดินทางจะต้องมีจุดเริ่มต้น (Origin) และจุดหมายปลายทาง (Destination) จึงได้มีการพัฒนาระบบการขนส่งขึ้นมาเพื่อรองรับการเดินทางให้สามารถเคลื่อนย้ายมนุษย์และสินค้า (peoples and goods) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างสะดวกและปลอดภัย โดยการเดินทางของคนหรือการขนส่งสินค้าเองแล้ว มิใช่วัตถุประสงค์โดยตรงของมนุษย์ แต่สิ่งของจะถูกขนส่งและคนจะเดินทางเมื่อเห็นว่าการไปยังจุดหมายปลายทาง จะก่อให้เกิดประโยชน์มากกว่าอยู่ที่จุดเริ่มต้น ผลประโยชน์ในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจเท่านั้น แต่จะรวมถึงความพอใจที่ได้บรรลุความต้องการส่วนบุคคลหรือด้านสังคมด้วย

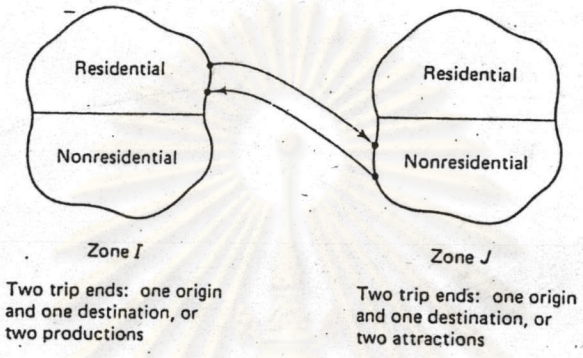
จุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของการเดินทางเหล่านี้ มักจะกระจายอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ภายในหรือนอกเมือง และมักจะสัมพันธ์กับรูปแบบการใช้ที่ดิน (land use) ประเภทใดประเภทหนึ่งหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งของมนุษย์ ปกติแล้วกิจกรรมของคนจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแทบทุกครั้ง ดังนั้นเมื่อมีกิจกรรมเกิดขึ้นก็จะมีความต้องการการขนส่ง และสถานที่ที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นมักจะบ่งบอกถึงตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและตำแหน่งจุดหมายปลายทางโดยอัตโนมัติ

ปัญหาการจราจรมักจะเกิดขึ้น เนื่องจากระบบการขนส่งมีความจำกัดในการรองรับการขนส่งและความต้องการการเดินทางเพื่อไปประกอบกิจกรรมต่างๆ โดยใช้ระบบการขนส่งนั้นๆ มักจะมีปริมาณมากและบ่อยครั้งจะมากเกินความสามารถในการให้บริการที่ออกแบบไว้ (capacity) เพื่อที่จะแก้หรือบรรเทาปัญหาเหล่านี้จำเป็นจะต้องเข้าใจลักษณะของการเกิดการเดินทาง (trip generation characteristics) รูปแบบ และพฤติกรรมการเดินทางของการใช้ที่ดินในแต่ละประเภท

2.2 การเกิดการเดินทาง (Trip generation)

การเกิดการเดินทาง เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางที่เกิดขึ้น (Trips - ตัวแปรตาม) กับตัวแปรต่างๆ (ตัวแปรอิสระ) ที่มีผลต่อการเดินทางเช่น กิจกรรมต่างๆ ที่มีอยู่ภายในเมือง (activities) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ (socio-economic characteristics) ฯลฯ โดยที่การเดินทางนี้จะเป็นการเดินทางที่จุดปลาย (Trip end) ซึ่งการเดินทางที่จุดปลายนี้สามารถแบ่งได้เป็นการเดินทางจากจุดเริ่มต้นกับการเดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง หรืออาจจะแบ่งเป็น Trip production กับ Trip attraction

การเดินทางจากจุดเริ่มต้นกับ Trip production และการเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางกับ Trip attraction มีความหมายที่แตกต่างกันในแต่ละคู่ รูปที่ 2.1 แสดงถึงความแตกต่างดังกล่าว



รูปที่ 2.1 ความหมายของการเดินทางที่จุดปลาย (Trip end)

โดยทั่วไปแล้วพื้นที่แต่ละพื้นที่จะประกอบด้วยที่อยู่อาศัย (residences) และการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ (non-residential landuse) เช่นสถานที่ประกอบธุรกิจ โรงเรียน โรงงาน ฯลฯ ในการพิจารณาการเดินทางไปทำงานของคนๆ หนึ่งที่มีที่อยู่อาศัยในพื้นที่ I. และสถานที่ทำงานอยู่ในพื้นที่ J. วันทำงานปกติในตอนเช้าเขาจะเดินทางจากบ้านในพื้นที่ I. ไปยังสถานที่ทำงานในพื้นที่ J. และในตอนเย็นเขาจะเดินทางจากที่ทำงานในพื้นที่ J. กลับไปยังบ้านในพื้นที่ I. ในตอนเช้าพื้นที่ I. เป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทางและพื้นที่ J. เป็นจุดหมายปลายทางของการเดินทาง ในทางกลับกันตอนเย็นพื้นที่ J. เป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทางและพื้นที่ I. เป็นจุดหมายปลายทางของการเดินทาง ดังนั้นจุดเริ่มต้นกับจุดหมายปลายทางจะเกี่ยวข้องกับทิศทาง (direction) ของการเดินทาง จากตัวอย่างดังกล่าวในเวลา 1 วันพื้นที่ทั้ง 2 จะมีการเดินทางที่จุดปลาย 2 ครั้งคือ การเดินทางจากจุดเริ่มต้น 1 ครั้งและเดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง 1 ครั้งส่วน Trip production กับ Trip attraction จะไม่เกี่ยวข้องกับทิศทางในการเดินทาง แต่จะเกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดินที่จุดปลายของการเดินทางนั้นๆ โดยที่ Trip production เป็นการเดินทางที่จุดปลายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย และ Trip attraction เป็นการเดินทางที่จุดปลายที่เกี่ยวกับการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย จากตัวอย่างนี้พื้นที่ I. ทำให้เกิดการเดินทาง 2 ครั้ง ขณะที่พื้นที่ J. ดึงดูดการเดินทาง 2 ครั้ง

สาเหตุที่กำหนดการเดินทางที่จุดปลายให้มีความแตกต่างดังกล่าวข้างต้นก็เพราะว่าสามารถจะทำนายการเดินทางที่เกิดขึ้นได้อย่างสะดวกจากสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ และทำนองเดียวกันกับการดึงดูดการเดินทางสามารถทำนายได้อย่างสะดวกจากกิจกรรมต่างๆ ที่มีภายในเมืองนั้นๆ

2.3 แบบจำลองการเดินทาง (Trip generation model)

วัตถุประสงค์หลักของแบบจำลองการเกิดการเดินทางคือ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางที่เกิดขึ้นกับการใช้ที่ดิน และสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์นี้จึงได้มีการพัฒนาวิธีการในการสร้างแบบจำลองขึ้น 3วิธี คือ

ก. แบบจำลองอัตราการเดินทาง (Trip - rate model)
ข. แบบจำลองจำแนกความสัมพันธ์ (Cross - classification model) หรือแบบจำลองวิเคราะห์แยกประเภท (Category analysis model)
ค. แบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis model)

ก. แบบจำลองอัตราการเดินทาง (Trip - rate model)

เป็นวิธีการที่ใช้ยุคแรกๆ ของการศึกษาด้านการขนส่งที่ใช้ expansion หรือ growth factor เพื่อประมาณหาการเดินทางที่จุดปลายที่จะเกิดขึ้นโดย expansion factor หามาได้จากอัตราส่วนระหว่างข้อมูลปริมาณการเดินทางกับข้อมูลทางด้านการใช้ที่ดิน ตัวอย่างเช่น อาคารสำนักงานขนาด 3000 ตารางฟุต มีการเดินทางเกิดขึ้น 6000 ครั้ง อาคารจะมี

$$\text{อัตราการเดินทาง (trip - rate)} = \frac{6000}{3000} = 2 \text{ trip/ft}^2$$

ถ้ามีอาคารสำนักงานใหญ่ขนาด 6000 ตารางฟุต สามารถหาการเดินทางที่เกิดขึ้นได้จากอัตราการเดินทาง (trip - rate) คูณด้วยขนาดของอาคาร ดังนี้

$$\text{ปริมาณการเดินทาง} = 2 \times 6000$$
$$= 12000 \text{ trips}$$

ตารางที่ 2.1 และ 2.2 เป็นตัวอย่างอัตราการเดินทางของสถานที่ประกอบธุรกิจและที่อยู่อาศัย(Commercial and residential generator) ซึ่งได้มาจากการศึกษาของ Institute of Transportation Engineers ในตารางที่ 2.1 อัตราการเดินทางจะอยู่ในหน่วย trip per residential unit ส่วนตารางที่ 2.2 จะอยู่ในหน่วย trips per 1000 ft^2 gross floor area

ตารางที่ 2.1 อัตราการเดินทางสำหรับที่อยู่อาศัย

Residential generator	A.M. peak			P.M. peak		
	In	Out	Total	In	Out	Total
Single-family residence subdivision	0.23	0.58	0.81 trips/unit	0.60	0.40	1.00 trips/unit
Multifamily apartments	0.08	0.49	0.57 trips/unit	0.46	0.23	0.69 trips/unit

SOURCE: Institute of Transportation Engineers [8.6], p. 40.

ตารางที่ 2.2 อัตราการเดินทางสำหรับสถานที่ประกอบธุรกิจ

Commercial generator	Peak hour of operation	P.M. peak street-hour
Drive-in restaurants	257 trips/1,000 ft² GFA[a]	108 trips/1,000 ft² GFA
Sit-down restaurants	35 trips/1,000 ft² GFA	25 trips/1,000 ft² GFA
Food stores	14 trips/1,000 ft² GFA	12 trips/1,000 ft² GFA
Neighborhood shopping centers	15 trips/1,000 ft² GFA	14 trips/1,000 ft² GFA
Automobile service stations	28 trips/h	23 trips/h
Motels	0.8 trips/unit	0.6 trips/unit
Office buildings	2.3 trips/1,000 ft² GFA	2.3 trips/1,000 ft² GFA
Hospitals	1.0 trips/bed	0.7 trips/bed

[a]GFA—Gross floor area of building.

SOURCE: Institute of Transportation Engineers [8.6], p. 40.

ตารางที่ 2.3 แบบจำลองจำแนกความสัมพันธ์สำหรับการเกิดการเดินทางประเภทไปทำงาน

Cars		Persons/household						
		1	2	3	4	5	6+	Total
0	A*	255	1,231	1,149	1,111	827	1,081	5,654
	B†	828	1,341	652	549	389	443	4,202
	C‡	0.308	0.92	1.76	2.03	2.13	2.44	1.35
1	A*	301	4,844	5,781	7,466	4,956	4,879	28,227
	B†	344	2,793	2,472	3,092	2,046	1,889	12,636
	C‡	0.875	1.73	2.34	2.41	2.42	2.58	2.23
2+	A*	8	644	2,220	3,231	2,424	3,002	11,521
	B†	5	294	717	1,022	726	870	3,634
	C‡	1.6	2.16	3.10	3.16	3.34	3.45	3.17
Total	A*	564	6,719	9,150	11,808	8,207	8,962	45,410
	B†	1,177	4,428	3,841	4,663	3,161	3,202	20,472
	C‡	0.48	1.52	2.38	2.53	2.60	2.80	2.215

*Trip productions of households in category.
†Number of households in category.
‡Trip productions per household in category.

ข. แบบจำลองจำแนกความสัมพันธ์หรือแบบจำลองวิเคราะห์แยกประเภท (Cross – classification or Category analysis model)

สำหรับวิธีการนี้สามารถพูดได้ว่าเป็นส่วนที่พัฒนาต่อมาจากแบบจำลองอัตราการเดินทาง โดยหลักการแล้ววิธีนี้คล้ายกับหลักการของแบบจำลองอัตราการเดินทางคือหาอัตราส่วนระหว่างการเดินทางกับตัวแปรการใช้ที่ดินหรือสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจเช่น trip ต่อตารางเมตร trip ต่อครัวเรือน ฯลฯ แบ่งแยกตามตัวแปรการใช้ที่ดินหรือสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจอื่นๆ วิธีนี้มักใช้กับ Trip production ซึ่งมักจะเป็นระดับครัวเรือน (trip per household) ซึ่งผลที่ได้จะละเอียดมากกว่าระดับพื้นที่ (zone) ตารางที่ 2.3 เป็นตัวอย่างของแบบจำลองนี้ ซึ่งเป็นการเดินทางไปทำงาน (work-trip production) จำแนกโดยจำนวนคนและจำนวนรถที่มีในครอบครอง

ค. แบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis model)

วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้บ่อยมากในการสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง รูปแบบของแบบจำลองเป็นดังนี้

$$Y_e = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \ldots + \beta_n X_n \qquad (2.1)$$

โดยที่

Y_e = ตัวแปรตาม (dependent variable)
$X_1 \ldots X_n$ = ตัวแปรอิสระ (independent variable)
$\beta_0 \ldots \beta_n$ = พารามิเตอร์ (parameters) ของแบบจำลอง

ในแบบจำลอง Trip production ตัวแปรตาม Y จะเป็นปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นส่วนแบบจำลอง Trip attraction ตัวแปรตาม Y จะเป็นปริมาณการเดินทางที่ถูกดึงดูดเข้ามา และตัวแปรอิสระ $X_1 \ldots X_n$ จะเป็นลักษณะการใช้ที่ดิน สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณก็คือการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ($\beta_0 \ldots \beta_n$) ของแบบจำลองจากข้อมูลที่สำรวจมาได้ (ปริมาณการเดินทาง ลักษณะการใช้ที่ดิน สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ ฯลฯ) โดยอาศัยสมมติฐานดังนี้

1. ค่าความแปรปรวน (variance) ของตัวแปรตาม Y จากเส้นถดถอยจะต้องมีค่าเท่ากันสำหรับตัวแปรอิสระทุกๆ ค่า
2. ค่าของตัวแปรตาม Y ที่เบี่ยงเบนไปจากเส้นถดถอยต้องเป็นอิสระจากกัน และมีการกระจายแบบปกติ (normal distribute)
3. ค่าของตัวแปรอิสระ X จะต้องสามารถหาค่าได้โดยไม่ผิดพลาด

ส่วนหลักการในการเลือกตัวแปรอิสระ X เพื่อใช้ในแบบจำลองมีหลักดังนี้

1. ต้องมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับตัวแปรตาม Y (ตัวแปร X หรือ transformed X)
2. ต้องมีสหสัมพันธ์ (Correlation) สูงกับตัวแปรตาม Y
3. ต้องไม่มีสหสัมพันธ์ที่สูงมากนักกับตัวแปรอิสระ X อื่นๆ
4. ต้องง่ายในการทำนายค่า

ในการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง จะใช้วิธี Least square estimation ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าพารามิเตอร์จากการ minimize ผลรวมของค่าแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจกับค่าที่ทำนายจากแบบจำลองยกกำลังสอง วิธีการนี้จะทำได้โดยให้

$$Q=\sum_{i=1}^{n}(Y_i-Y_{ei})^2 \qquad (2.2)$$

โดยที่

Q = ผลรวมของค่าแตกต่างระหว่างค่าที่สำรวจได้กับค่าที่ทำนายได้ยกกำลังสอง

จากสมการที่ (2.1) เราสามารถเขียนได้อีกรูปหนึ่ง ดังนี้

$$Y_{ei}=a+\beta_1(X_1-\overline{X_1})+\ldots+\beta_n(X_n-\overline{X_n}) \qquad (2.3)$$

โดยที่

a = ค่าคงที่ใหม่

$\overline{X_1}\ldots\overline{X_n}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

จากสมการที่ (2.3) เราสามารถเขียนสมการที่ (2.2) ได้ใหม่เป็น

$$Q=\sum_{i=1}^{n}(Y_i-a-\beta_1(X_1-\overline{X_1})-\ldots-\beta_n(X_n-\overline{X_n})) \qquad (2.4)$$

แล้วทำการ minimize สมการที่ (2.4) โดยการ differentiate เทียบกับพารามิเตอร์แต่ละ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่า

$$\frac{\partial Q}{\partial a} = 2\sum [Y_i - a - \beta_1 (X_{1i} - \overline{X_1}) - \ldots - \beta_n (X_{ni} - \overline{X_n})] = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_1} = 2\sum \{[Y_i - a - \beta_1 (X_{1i} - \overline{X_1}) - \ldots - \beta_n (X_{ni} - \overline{X_n})] (X_{1i} - \overline{X_1})\} = 0$$

.

.

.

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_n} = 2\sum \{[Y_i - a - \beta_1 (X_{1i} - \overline{X_1}) - \ldots - \beta_n (X_{ni} - \overline{X_n})] (X_{ni} - \overline{X_n})\} = 0 \qquad (2.5)$$

จากสมการแรก จะได้

$$\sum Y_i - na - \beta_1 \sum (X_{1i} - \overline{X_1}) - \ldots - \beta_n \sum (X_{ni} - \overline{X_n}) = 0$$

แต่จากทฤษฎีทางสถิติ เราทราบว่าเทอม $\sum (X_{1i} - \overline{X_1}) = \ldots = \sum (X_{ni} - \overline{X_n}) = 0$

ดังนั้น

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} = \overline{Y} \qquad (2.6)$$

แทนค่า a กลับลงไปในสมการที่เหลือของสมการที่ (2.5) จะได้

$$\beta_1 \sum (X_{1i} - \overline{X_1})^2 + \beta_2 \sum (X_{1i} - \overline{X_1}) (X_{2i} - \overline{X_2}) + \ldots + \beta_n \sum (X_{1i} - \overline{X_1}) (X_{ni} - \overline{X_n}) = \sum (X_{1i} - \overline{X_1}) (Y_i - \overline{Y})$$

.

.

.

$$\beta_1 \sum (X_{1i} - \overline{X_1}) (X_{ni} - \overline{X_n}) + \beta_2 \sum (X_{2i} - \overline{X_2}) (X_{ni} - \overline{X_n}) + \ldots + \beta_n \sum (X_{ni} - \overline{X_n})^2 = \sum (X_{ni} - \overline{X_n}) (Y_i - \overline{Y}) \qquad (2.7)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แล้วทำการแก้สมการ (2.7) โดยใช้วิธีการแก้สมการ linear simultaneous ซึ่งจะได้ค่าของพารามิเตอร์เฉพาะ $\beta_1 \ldots \beta_n$ ส่วนค่า β_0 จะได้จากการแก้สมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.3) ดังนี้

$$Y_e = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \ldots + \beta_n X_n$$

$$= a + \beta_1 (X_1 - \overline{X_1}) + \ldots + \beta_n (X_n - \overline{X_n})$$

$$\beta_0 = a - \beta_1 \overline{X_1} - \ldots - \beta_n \overline{X_n}$$

และเพื่อที่จะได้แบบจำลองที่เหมาะสม จะต้องพิจารณาถึงค่าทางสถิติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณการ (Standard error of estimate, S_e)

เป็นค่าที่แสดงให้เห็นความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่สำรวจมาจากเส้นถดถอย โดยจะคำนวณได้จาก

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (Y_i - Y_{ei})^2}{N-k-1}} \qquad (2.9)$$

โดยที่

S_e = ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณการ
Y_i = ค่าของตัวแปรตามที่สำรวจมาได้
Y_{ei} = ค่าของตัวแปรตามที่คำนวณจากแบบจำลอง
N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด
k = จำนวนตัวแปรอิสระในแบบจำลอง

2. ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2)

เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของแบบจำลอง ในการอธิบายค่าของตัวแปรตามที่สำรวจมา ถ้าค่า R^2 เข้าใกล้ 1 แสดงว่าแบบจำลองสามารถอธิบายตัวแปรตามได้อย่างดี ในทางกลับกันถ้าค่า R^2 เข้าใกล้ 0 แสดงว่าแบบจำลองไม่สามารถอธิบายถึงตัวแปรตามได้ ค่า R^2 คำนวณได้จาก

$$R^2 = \frac{\sum (Y_e - \overline{Y})^2}{\sum (Y - \overline{Y})^2} = 1 - \frac{\sum (Y - Y_e)^2}{\sum (Y - \overline{Y})^2} \qquad (2.10)$$

โดยที่

R^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

$\sum (Y_e-\overline{Y})^2$ = regression sum of square

$\sum (Y-Y_e)^2$ = residual sum of square

$\sum (Y-\overline{Y})^2$ = total sum of square

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R)

เป็นค่าที่บ่งบอกว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีความเป็นเส้นตรงหรือไม่ ค่านี้หาได้จาก

$$R=\frac{\sum (X-\overline{X})(Y-\overline{Y})}{(N-1)S_XS_Y} \qquad (2.11)$$

โดยที่

R = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\frac{\sum (X-\overline{X})(Y-\overline{Y})}{N-1}$ = covariance

S_X = standard deviation ของตัวแปรอิสระ

S_Y = standard deviation ของตัวแปรตาม

หรืออาจหาได้จากการถอดรากที่สองของ R^2 ค่า R จะมีค่าอยู่ระหว่าง −1 กับ 1 ซึ่งมีความหมายดังนี้

- R = −1 หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงอย่างสมบูรณ์แต่จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะผกผัน (เมื่อค่าตัวแปรอิสระเพิ่มตัวแปรตามจะมีค่าน้อยลง)
- R = 1 หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงอย่างสมบูรณ์
- R = 0 หมายความว่า ตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง (แต่ไม่ได้หมายความว่าไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ระหว่างตัวแปรทั้งคู่)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018298

4. การทดสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์ (Hypotheses testing)

เป็นการทดสอบสมมติฐานว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \beta = 0$ คือ ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

$H_1 : \beta \neq 0$ คือ ตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน

ส่วนค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$t = \frac{\beta}{S_\beta} \qquad (2.12)$$

โดยที่

t = ค่า t-statistic ของพารามิเตอร์

β = ค่าของพารามิเตอร์

S_β = standard deviation ของพารามิเตอร์

$$= \frac{S_e}{S_X\sqrt{(N-1)\,(1-R_X^2)}}$$

S_e = standard error of estimate

S_X = standard deviation ของตัวแปรอิสระ X

R_X^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่าง X กับตัวแปรอิสระอื่นๆ

ในการทดสอบสมมติฐาน จะต้องกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significant level, α) เพื่อใช้ในการทดสอบ โดยทั่วไปจะเป็น 5% หรือ 10% การทดสอบทำได้โดยนำค่า t ของพารามิเตอร์ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับค่า t ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด และมีระดับความเป็นอิสระ (degree of freedom) = n-2 จากตาราง standent's t ถ้าค่าที่คำนวณได้มากกว่าค่าที่ได้จากตารางก็สามารถสรุปได้ว่า $\beta \neq 0$

โดยปกติแล้ววิธีการที่มักใช้ในการสร้างแบบจำลองวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นวิธี stepwise regression ซึ่งเป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมมาใช้ในแบบจำลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 : เลือกตัวแปรอิสระที่มีสหสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตามเพื่อเข้าแบบจำลองแล้วจึงทำการทดสอบ F - test โดยตั้งสมมติฐานว่าพารามิเตอร์ (β) ของ

ตัวแปรนั้นมีค่าเท่ากับ 0 ค่า F-statistic คำนวณได้จาก

$$F_i = t_i^2 \qquad (2.13)$$

โดยที่

Fi = ค่า F-statistic

t_i = ค่า t-statistic จากสมการที่ (2.12)

ระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบมักจะเป็น 5% หรือ 10% และใช้ตาราง F-distribution เพื่อหาค่า F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดโดย degree of freedom = k, N-k-1 (k = จำนวนตัวแปรอิสระในแบบจำลอง, N = จำนวนข้อมูล) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่า F ที่คำนวณได้ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มากกว่าค่า F จากตารางก็สามารถสรุปได้ว่า $\beta \neq 0$ แต่ถ้าสรุปออกมาว่า $\beta = 0$ ก็จะยุติการคำนวณโดยไม่มีแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนั้น

ขั้นที่ 2 : เลือกตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เหลือจากขั้นที่แล้วที่มีสหสัมพันธ์บางส่วน (partial correlation, P_r^2) สูงที่สุดเพื่อเข้าไปในแบบจำลอง ค่าสหสัมพันธ์บางส่วนคำนวณได้จาก

$$Pr_i^2 = \frac{R^2 - R_i^2}{1 - R_i^2} \qquad (2.14)$$

โดยที่

P_r^2 = ค่าสัมประสิทธิ์บางส่วนของตัวแปรอิสระที่ i

R^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของตัวแปรอิสระทุกตัว (รวมทั้งตัวที่ i ด้วย)

R_i^2 = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของตัวแปรทุกตัวแต่ไม่รวมตัวที่ i

แล้วทำการทดสอบ F-test เหมือนขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 : ตรวจสอบค่า F-statistic ของตัวแปรอิสระทุกๆ ตัวที่อยู่ในแบบจำลองโดยใช้ F-test เพื่อพิจารณาเอาตัวแปรอิสระที่ไม่เหมาะสมออกจากแบบจำลอง (ข้อสรุปที่ว่า $\beta = 0$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 4 : ย้อนกลับไปทำขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 จนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระใดๆ เข้าไปในแบบจำลองอีกหรือไม่มีตัวแปรอิสระใดๆ เหลืออยู่ในแบบจำลองอีก

สำหรับกรณีที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระไม่เป็นเส้นตรงเราสามารถที่จะทำการแปลง (transform) ความสัมพันธ์นั้นๆ ให้เป็นเส้นตรงได้ การแปลงที่ใช้กันมากมักจะเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบ Geometric function

$$Y=\beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \ldots \tag{2.15}$$

สามารถแปลงให้อยู่ในรูปเส้นตรงได้ดังนี้

$$\log Y=\log\beta_0+\beta_1\log X_1+\beta_2\log X_2+\ldots \tag{2.16}$$

2. รูปแบบ Exponential function

$$Y=\beta_0\beta_1^{X_1}\beta_2^{X_2}\ldots \tag{2.17}$$

สามารถแปลงให้อยู่ในรูปเส้นตรงได้ดังนี้

$$\log Y=\log\beta_0+X_1\log\beta_1+X_2\log\beta_2+\ldots \tag{2.18}$$

หลังจากทำการแปลงรูปแบบความสัมพันธ์ให้เป็นเส้นตรงแล้วก็สามารถใช้วิธี stepwise regession เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่อไปตามปกติ

2.4 การศึกษาและงานวิจัยที่ผ่านมา

การศึกษาและงานวิจัยในอดีตทางด้านแบบจำลองการเกิดการเดินทางมักจะศึกษาในระดับของเมืองทั้งเมือง เพื่อการวางแผนระบบการขนส่งของเมืองนั้นๆ ดังเช่น Detroit Metropolitan Area Traffic Study, Chicago Area Transportation Study (CATS) ฯลฯ ส่วนการศึกษาด้านผลกระทบ (impact) เนื่องจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ นั้นยังคงมีอยู่น้อยมาก การศึกษาที่เด่นๆ ในด้านนี้เป็นการศึกษาของ Louis E. Keefer กับ David K. Witheford ซึ่งทำการศึกษาให้กับ Transportation Research Board (TRB) ภายใต้โครงการ NCHRP Project 7-1 ซึ่งแบ่งเป็น 2 phase ดังนี้

ก. NCHRP Report 24, "Urban Travel Patterns for Airports, Shopping Centers, and Industrial Plants".

ข. NCHRP Report 62, "Urban Travel Patterns for Hospitals, Universities, Office Buildings, and Capitols".

แต่การศึกษาแบบจำลองการเกิดการเดินทางของสนามกีฬานั้น มีแต่การศึกษาของ Institute of Transportation Engineers หรือ ITE เท่านั้น

2.5 แบบจำลองการเกิดการเดินทางสำหรับสนามกีฬาของ ITE

การศึกษาของ ITE มีวัตถุประสงค์ที่จะรวบรวมแบบจำลองการเกิดการเดินทางของการใช้ที่ดินทุกรูปแบบไว้ในคู่มือเพียงเล่มเดียวเพื่อความสะดวกในการอ้างอิงของวิศวกรขนส่งและจราจร

ข้อมูลที่ใช้ในการเตรียมคู่มือเล่มนี้ ได้มาจากหน่วยงานราชการ บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา มหาวิทยาลัย และ ITE เอง สำหรับการเตรียมคู่มือเล่มนี้ของ ITE จะไม่มีการออกไปเก็บข้อมูลใหม่ ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. ปริมาณการเดินทางเข้า-ออก จากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ
2. ปริมาณการจราจรในบริเวณใกล้เคียงกับการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ
3. ข้อมูลของการใช้ที่ดินเช่นจำนวนที่จอดรถ จำนวนการจ้างงาน ฯลฯ

วิธีการที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองจะเป็นวิธีอัตราการเดินทางกับวิธีวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งแบ่งเป็นช่วงเวลาต่างๆ ดังนี้

1. Average Weekday Vehicle Trip Ends เป็นปริมาณการเดินทางเฉลี่ยใน 1 วัน ทั้งเข้าและออกจากการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ (ช่วงจันทร์ - ศุกร์)

2. Peak Hour of Adjacent Street Traffic เป็นปริมาณการเดินทางในช่วงเวลา 1 ชม. ที่สูงที่สุดของถนนข้างเคียงทั้งเข้าและออกจากการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ หรือทั้งคู่ (ช่วง 7.00-9.00 และ 16.00-18.00)

3. Peak Hour of Generator เป็นปริมาณการเดินทางในช่วง 1 ชม. ที่สูงที่สุดของการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ ทั้งเข้าและออก หรือทั้งคู่ (โดยมากแล้ว peak hour ของการใช้ที่ดินนั้นมักจะเป็นคนละช่วงเวลากับ peak hour ของถนนข้างเคียง)

4. Saturday Vehicle Trip Ends เป็นปริมาณการเดินทางในช่วง 24 ชม. ทั้งเข้าและออกจากการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ ในวันเสาร์

5. Saturday Peak Hour of Generator เป็นปริมาณการเดินทางในช่วง 1 ชม. ที่สูงที่สุดของการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ ทั้งเข้าและออกหรือทั้งคู่ในวันเสาร์ โดยที่ peak hour นี้อาจอยู่ในเวลากลางวันหรือกลางคืนก็ได้

6. Sunday Vehicle Trip Ends เป็นปริมาณการเดินทางในช่วง 24 ชม. ทั้งเข้าและออกจากการใช้ทีดินประเภทนั้นๆ ในวันอาทิตย์

7. Sunday Peak Hour of Generator เป็นปริมาณการเดินทางในช่วง 1 ชม. ที่สูงที่สุดของการใช้ที่ดินประเภทนั้นๆ ทั้งเข้าและออกหรือทั้งคู่ในวันอาทิตย์

สำหรับสนามกีฬาซึ่งเป็นการใช้ที่ดินประเภทที่ 450 ในคู่มือ จะมีเฉพาะอัตราการเดินทางเท่านั้นเพราะข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีน้อยมาก (1 สนามกีฬา) ดังนั้นการนำอัตราการเดินทางนี้ไปใช้ในการทำนายปริมาณการเดินทางที่จะเกิดขึ้น ณ. สนามกีฬาแห่งอื่นต้องพิจารณาด้วยความระมัดระวัง แบบจำลองนี้แสดงในรูปที่ 2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LAND USE: 450
STADIUM

DESCRIPTION AND TRIP CHARACTERISTICS

A stadium is a large structure in which spectator events are held. These events vary from professional football and baseball to non-sporting events such as concerts or religious services. Stadiums are generally provided with large parking facilities except when located in or around the downtown of a large city.

Data from only one stadium are contained herein. This stadium was located on 166 acres of land with 15,000 parking spaces.

AVERAGE WEEKDAY TRANSIT TRIP ENDS

No data available.

DATA LIMITATIONS

More data are needed in order to draw valid conclusions.

STADIUM (450)

Average Vehicle Trip Ends vs: EMPLOYEES
On a: WEEKDAY

TRIP GENERATION RATES

Average Weekday Vehicle Trip Ends per Employee				
Average Trip Rate	*Range of Rates*	*Standard Deviation*	*Number of Studies*	*Average Number of Employees*
22.162	*	*	1	370.0

CAUTION—USE CAREFULLY—SMALL SAMPLE SIZE.

NO PLOT OR EQUATION AVAILABLE—INSUFFICIENT DATA

DIRECTIONAL DISTRIBUTION: Not available.

รูปที่ 2.2 แบบจำลองการเกิดการเดินทางสำหรับสนามกีฬา

STADIUM (450)

Average Vehicle Trip Ends vs: ACRES
On a: WEEKDAY

TRIP GENERATION RATES

Average Weekday Vehicle Trip Ends per Acre				
Average Trip Rate	*Range of Rates*	*Standard Deviation*	*Number of Studies*	*Average Number of Acres*
49.398	*	*	1	166.0

CAUTION—USE CAREFULLY—SMALL SAMPLE SIZE.

NO PLOT OR EQUATION AVAILABLE—INSUFFICIENT DATA

DIRECTIONAL DISTRIBUTION: Not available.

STADIUM (450)

Average Vehicle Trip Ends vs: PARKING SPACES
On a: WEEKDAY

TRIP GENERATION RATES

Average Weekday Vehicle Trip Ends per Parking Space				
Average Trip Rate	*Range of Rates*	*Standard Deviation*	*Number of Studies*	*Average Number of Parking Spaces*
0.547	*	*	1	15000.0

CAUTION—USE CAREFULLY—SMALL SAMPLE SIZE.

NO PLOT OR EQUATION AVAILABLE—INSUFFICIENT DATA

DIRECTIONAL DISTRIBUTION: Not available.

รูปที่ 2.2 (ต่อ)