

존 간 교차통행량 예측치에 대한 보정계수 추정

Estimation of Adjustment Coefficients to Improve Accuracy of Predictions of Inter-zonal Trips

전용현* · 노정현**

Yong-Hyun, Jeon · Jeong-Hyun, Rho

Abstract

The gravity model is the most widely used trip distribution model. This model is based on the assumption that the travel cost is inversely proportional. However, the gravity model has limitations for predicting inter-zonal trips in accuracy and reliability. In previous studies to complement these limitations, some methods applying factors to adjust predictions into observations are applicable. However previous studies still have some limitations in terms of implementation of the model for forecasting inter-zonal trips of target years. In this study, not only socio-economic variables used in the previous studies but variables related to spatial structure within a city and transportation services in each zone are introduced in inter-zonal trips. Adjustment coefficients are estimated by multiple regression analysis methods. Variables such as Residential Density, Accessibility of Subway, Accessibility of Highway were significant. The results of calibration are tested and checked in respect to the appropriateness and applicability. Comparing to the predictions from the traditional gravity model, the models suggested in this paper show improved results. Applying adjustment coefficients for each zone-pair reduced RMSEs in 9% and SE in 16%.

키 워 드 ▪ 통행분포, 지역 간 교차통행량, 중력모형, 엔트로피 모형, 일치비율

Keywords ▪ trip distribution, inter-zonal trips, gravity models, entropy maximization model, coincidence ratio

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

통행 수요추정 4단계 중 통행분포 단계는 통행발생 단계에서 추정된 지역별 통행 유출·유입량을 존 간 교차 통행량으로 배분하는 과정이다. 이러한 통행배분 과정에서는 중력모형(Gravity model)이 주로 사용된다.

일반적으로 중력모형은 존 간 통행비용(travel costs)만을 설명변수로 사용하여 교차 통행량을 산출하며, 교차 통행량과 통행비용은 반비례한다는 가정을 기초로 하고 있다. 하지만, 중력모형은 이론적으로 두 존 간 교차통행의 특성을 통행비용만으로 설명하는 것이므로 다수 존 간의 교차통행 특성을 설명하기에는 정밀성 및 신뢰성 면에서 한계를 보이고 있다. 예를 들어, 중력모형을 이용하여 산출된 존 간 교차통행량 예상치(predictions)가 대표적인

* Hanyang University (kipon7@naver.com)

** Hanyang University (Corresponding author: jrho@hanyang.ac.kr)

주거지역(은평, 강서, 관악, 강동)에서 중심 업무지역(강남, 여의도, 서초)으로 이동하는 통행은 과소 추정되는 경향이 있으며, 일부는 과대 추정되기도 한다. 이러한 중력 모형의 한계점은 다핵구조 도시에서 더욱 뚜렷하게 나타나고 있다. 이는 전통적인 중력 모형의 구조상 존 간의 사회 경제적 상호 관계를 고려하지 못하기 때문이다.

이러한 한계점을 보완하기 위해 많은 연구들이 수행되어 왔다. 이들은 주로 지역별 종사자 수, 취업자 수 등의 사회경제지표를 이용하여 존 간 통행량의 예상치 또는 예측치(forecasts)를 보정하는 방식이었다. 하지만 이들 보정 과정에서 사용하는 변수가 장래 예측이 불가능하거나 어려워 교차통행량 예측치의 신뢰성을 얻기 어렵다. 또한 지역별 사회경제지표만을 주로 사용하므로 존 간의 상호 관계를 충분히 설명하지 못하는 한계를 갖고 있다.

따라서 본 연구는 존 간 교차 통행량의 관측치와 예상치 간의 비율을 추정하고 이를 이용하여 존 간 교차통행량의 예상치 또는 예측치를 보정하기 위한 방법을 개발하고자 한다. 이 때 존간 교차통행량의 관측치와 예상치 간의 비율을 '보정계수(adjustment coefficients)'라고 정의한다. 본 연구에서는 존 간 상호관계를 반영한 존 간 보정계수를 추정한 뒤, 이를 이용하여 통행비용만을 설명변수로 하는 중력모형에 의해 산출된 추정치를 보정하여 존 간 교차통행량 예측치의 정밀성과 신뢰성을 향상시키고자 한다. 이 과정에서 보정계수를 설명할 수 있는 변수는 미래에도 예측이 가능하도록 하였다.

참고로 본 연구는 모형의 추정치를 관측치로 단순 보정하는 방법과는 달리, 기준년도의 관측치와 추정치의 비율을 산출하고, 이를 기존 중력모형이 설명하지 못하는 지역 간의 연계성을 설명할 수 있는 변수로 가정하고, 이를 추정하여 장래 예측치를 조

정하는 계수로 적용하고자 하는 것이 차별성이 있다. 또한 지역 간 통행거리에 따른 편차를 줄이기 위해 3중 제약 중력모형에 도입된 K-factor와는 달리 지역 간 연계성을 설명하고자 한다는 점에 차별성이 있다.

2. 연구의 범위

본 연구는 서울시 522개동 간의 출근 통행목적 교차통행량을 대상으로 한다. 분석의 기초 자료는 2006년 서울시 가구통행실태조사 자료와 2009년 KTDB 배포자료(O/D 및 네트워크자료)를 사용하였다.

II. 기존문헌고찰

1. 선행연구 검토

Ortuzar & Willumsen(1994)과 Stopher & Mayburg(1980)는 교차 통행량 추정에 있어 통행비용만을 설명변수로 하는 중력모형의 한계로 인해 발생하는 오차는 지역 간에 나타나는 사회경제적 상호 관계에서 발생하는 통행 형태라고 주장하였다. 아울러 이를 극복하기 위해서 사회·경제적 요인을 중력 모형에 적용하는 연구가 필요하다고 제시하였다.

사회·경제적 요인을 적용한 중력모형 개선 연구는 임성빈(1981), 김순관(1998), 유선(2001), 김태균(2006), 박형일(2009) 등의 연구가 있다.

임성빈(1981)은 기준년도의 용도 시설별 연상 면적 비율과 사회·경제적 변수를 사용하여 지역 간 교차 통행량 보정 계수를 산출하여 단순히 목표년도 예측치를 조정하는 방법을 도입하였다.

김순관(1998)은 2중 제약 엔트로피 모형에 통행 그룹별 균형계수를 추가한 3중 제약 엔트로피 모형

으로 교차 통행량을 추정하였다. 통행 그룹별 균형 계수는 일정 통행거리를 통행그룹으로 나누어 각 그룹별로 값을 설정한 것이다. 이는 모형의 적합성 보다는 통행거리 간의 가중치를 부여하여 오차를 최소화하는데 중점을 두었다.

유선(2001)은 수도권 일부 지역의 교차 통행량이 중력모형의 가정에 위배된다고 주장하였다. 이러한 교차 통행량은 통행거리보다는 지역 간의 의존성 때문이라고 보고, 지역의 취업자, 고용자 등의 사회경제지표를 이용하여 지역 간의 의존성을 고려한 보정 계수를 산출하여 중력모형을 적용하였다.

김태균(2006)은 취업자, 취업자 노령화 비율, 직주 비율, 종사자 등의 독립변수를 신경망 모형에 도입하여 지역 간 상대적 의존성 추정하고, 이를 엔트로피 극대화 모형에 적용하여 오차를 개선하는데 중점을 두었다.

박형일(2009)은 기종점 통행자료의 관측치를 활용한 통행분포 모형의 신뢰성 제고 방안을 제시하였다. 지역별 유출량과 유입량의 비율을 이용한 존 간 보정계수를 산출하여 중력모형에 적용하였다.

2. 연구의 착안점

보정계수를 산출하기 위해 선행연구에서 사용된 변수는 주로 각 지역별 인구통계학적 특성 변수(인구, 취업자, 종사자, 고용자 등)이다. 이러한 변수는 일반적으로 지역별 특성만을 반영하고 지역 간의 특성을 반영하지 못하는 한계를 갖고 있으며, 기준년도의 모형 정산은 가능하지만 이들 변수들에 대한 장래 예측은 어렵다. 김태균(2006)은 이러한 점을 고려하여 이들 값의 절대값이 아닌 직주비율을 사용하였으나 이 또한 장래 예측에 한계를 갖고 있다.

이에 본 연구에서는 다음과 같은 착안점을 통하여

보정계수를 추정하고자 한다.

첫째, 보정계수 추정에 있어 사회경제지표 외에 공간적 특성 변수(토지이용 특성)를 반영한다.

둘째, 존 간의 교통서비스 특성(지하철 역사, 간선도로 IC) 등을 고려한 접근성을 반영한다.

셋째, 목표년도에 대한 예측이 가능한 설명 변수를 도입한다.

III. 보정계수 추정모형의 변수설정

1. 종속변수 설정

교차통행량 추정치에 대한 보정계수 추정 모형은 다중회귀분석모형을 사용한다. 모형의 종속변수는 (식 1)과 같이 교차통행량에 대한 예상치(predictions)에 대한 관측치(observations)의 비율로 정의한다(이를 존 간 교차통행량에 대한 보정계수(r_{ij})로 정의). 여기서 교차통행량의 예상치는 음지수를 저항함수로 하는 중력모형을 통해 산출한다.

$$r_{ij} = T_{ij}^o / T_{ij}^p \quad (\text{식 1})$$

여기서 T_{ij}^o : 조사된 지역 간 교차통행량

T_{ij}^p : 중력모형(식 2)으로 산출된 존 간 교차통행량 예상치

$$T_{ij}^p = A_i^* O_i^o B_j^* D_j^o \exp(-\beta^* c_{ij}^o) \quad (\text{식 2})$$

여기서 O_i^o : 조사된 통행유출량

D_j^o : 조사된 통행유입량

c_{ij}^o : 존 간 통행비용(관측치)

β^* : 추정된 저항계수

A_i^*, B_j^* : 추정된 균형계수

종속변수 값인 추정치에 대한 조사치의 비율은 Figure 1과 같이 최소 0.013, 최대 28.5362로 편차가 큰 것으로 나타났다.

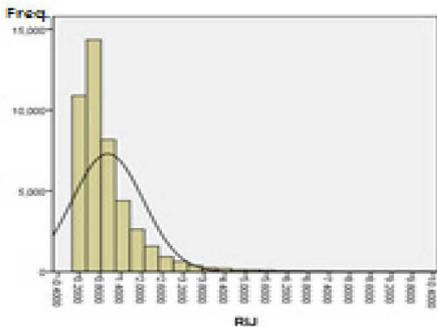


Figure 1. Distribution of Dependent Variables

2. 독립변수 설정

보정계수를 산출하기 위한 독립변수는 Table 1과 같다. 통행발생 단계에서 사용되는 존별 사회경제지표는 배제하고, 통행분포에 영향을 줄 수 있는 존별 토지이용분포, 주거 밀도 등의 변수를 사용하였다. 또한 존별 교통서비스 특성, 서울시 권역 간 연계성 변수 등도 도입하였다. 특히 본 연구에서는 서울시의 공간구조가 큰 변화가 없을 것이라는 가정 아래 권역 간 연계성 데미변수를 도입하였으며, 장래 교통시설의

변화로부터 산출이 가능한 지하철 및 전철 접근성, 고속도로 접근성 데미변수, 그리고 토지이용 분포, 주거밀도 등 합리적인 수준에서 예측이 가능한 변수들을 설명변수로 도입하였다.

결국 독립변수로 주거 밀도, 토지이용별 면적 비율, 토지이용별 특화도(SI: Specialization Index), 교통시설 접근도, 권역 간 연계 데미(dummy) 등을 사용하였다, 여기서 토지이용 용도 구분은 업무, 주거, 상업, 공업으로 하였으며, 그 규모는 연상면적으로 하였다.

토지이용 용도별 특화도는 (식 3)과 같이 산출한다.

$$\text{용도별 특화도} = \frac{\frac{\text{존 } i \text{의 해당 용도 면적}}{\text{서울시 전체의 해당 용도 면적}}}{\frac{\text{존 } i \text{의 전체 면적}}{\text{서울시 전체 면적}}} \quad (\text{식 3})$$

또한 지역별로 교통시설 접근의 편리성에 따라 존 간 교차통행량분포가 차이를 보일 것으로 판단하여 서울시 간선도로(올림픽대로, 강변북로, 내부순환로)와 고속도로(경인고속도로, 경부고속도로)의 IC 접근성과 지하철 접근성을 변수로 도입하였다. 즉, 고속도로 IC 인접 500미터 지역은 IC 접근이 가능한 것으로, 지하철 역이 지역 내부에 있는 경우와 없는 경우를 데미변수로 설정하였다.

권역 간 연계 특성을 반영하기 위하여 서울시를 5개 권역으로 구분하여 권역 간 연계여부를 데미변수로 활용하였다. 권역은 서울시의 지리적 영향을 주는 한강과 구조적 특성을 고려하여 서울시를 중심권역(종로, 용산, 중구), 북서권역(은평, 서대문, 마포구), 북동권역(광진, 노원, 성동, 동대문, 중랑, 성북, 강북구), 남서권역(강서, 영등포, 구로, 금천, 관악, 동작구), 남동권역(강남, 서초, 강동, 송파구) 등으로 나누어 적용하였다.

Table 1. Definition of Independent Variables

Variable	Contents
Residential Density	Persons/Area
Land-use Ratio by Types	Area of Land-uses / Total Area
Specialization Index by Land-use Types	$SI_{r_i} = \frac{AREA_{r_i} / AREA_{i^*}}{AREA_{r^*} / AREA_{i^*}}$ <i>where r: sector, i: zone</i>
Subway Station (Dummy)	0 : w/o Subway Station 1 : w Subway Station
Highway IC (Dummy)	0 : w/o Interchange 1 : w Interchange

IV. 보정계수 추정 모형의 설정 및 정산

1. 모형의 설정

본 연구에서는 서울시의 존 간 교차통행량을 관측통행량과 근접시키기 위한 보정계수를 추정하는 모형을 개발하였다. 이 모형의 신뢰성을 검증하기 위해 추정된 보정계수를 적용할 경우 교차통행량의 추정치가 얼마나 개선되는가를 분석한다.

서울시 전체 522개 동을 교통존으로 하고, 존 내의 통행을 제외하고 이들 존 간 교차통행을 대상으로 존 간 보정계수를 다중회귀분석을 통하여 추정한다. 본 연구에서는 장래에는 의미가 없는 상수항은 배제한 회귀모형을 사용하였다.

2. 모형의 정산 : 보정 계수 추정

모형의 통계적 검증결과는 Table 2에서 제시하였다. R^2 는 0.79로 약 79%의 설명력을 가지며, 계수는 95% 신뢰수준을 기준으로 모두 유의한 것

으로 나타났다. 변수들 간의 다중 공선성을 여부를 판단하는 VIF(Variance Inflation Factor) 값은 4.0이하로 변수간의 다중 공선성이 없는 것으로 확인되었다.

Table 2. Results of Calibration for Model

R^2	Adjust- R^2	Std. Error of Est.
0.79	0.63	1.48

Variables	Est. Coeff.		Std. Coeff.	t-value	Sig.	VIF	
	Coeff.	SE					
Residential Density of Origin Zone	1.08	.02	.54	50.73	.000	3.93	
Accessible Subway at Origin & Destination Zone (Dummy)	.10	.03	.03	3.82	.000	1.64	
Accessible Highway at Origin or Destination Zone (Dummy)	.29	.02	.09	11.79	.000	1.87	
Inter-relation between regions (Dummy)	C-NE	1.65	.15	.06	11.23	.000	1.01
	C-NW	1.19	.18	.04	6.54	.000	1.01
	C-SW	1.24	.17	.04	7.34	.000	1.02
	NE-NE	.48	.04	.08	11.83	.000	1.46
	NE-NW	.92	.11	.04	8.08	.000	1.04
	NE-SW	.99	.08	.07	11.97	.000	1.09
	NE-NE	.31	.05	.04	5.95	.000	1.24
	NW-NE	1.08	.14	.04	7.90	.000	1.03
	NW-NE	.46	.07	.04	6.59	.000	1.11
	NW-NW	.62	.10	.03	6.18	.000	1.05
	SW-C	.47	.07	.04	6.73	.000	1.10
	SW-NE	1.94	.12	.09	16.37	.000	1.03
	SW-NW	.88	.10	.05	9.00	.000	1.05
	SW-SW	.41	.04	.06	9.55	.000	1.33
SW-SE	.71	.06	.07	12.67	.000	1.17	
SE-NE	.81	.09	.05	9.13	.000	1.06	
SE-NW	1.17	.15	.04	7.83	.000	1.02	
SE-SW	.91	.09	.06	10.63	.000	1.06	

Est. Coeff. : Estimated Coefficients
SE : Standard Error of Estimates
Std. Coeff. : Standardized Coefficients

보정 계수를 설명하는 대표적인 독립변수는 출발지 주거 밀도(0.54)가 가장 높은 비중을 나타냈으며, 교통서비스 특성 변수인 간선도로 접근성(0.03)과 지하철 접근성(0.09)도 영향력을 가지고 있는 것으로 나타났다.

권역 간 터미변수 중 북동-남서 권역 터미(0.07)와 남서-북동 권역 터미(0.09)가 높은 영향력을 나타내고 있는 것으로 확인되었다. 그 외에도 상당수의 권역 간 터미변수가 유의한 것으로 나타났다. 위의 변수에 대한 추가적인 해석은 다음과 같다.

첫째, 주거 밀도가 높을수록 보정계수 값이 큰 것으로 나타났다. 이는 주거 밀도가 높은 지역이 교차통행 분포에 상대적으로 주거 밀도가 낮은 지역보다 큰 비중을 갖는다는 것을 의미한다.

둘째, 교통서비스 특성인 간선도로 IC와 지하철역이 있는 지역이 보정계수에 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 간선도로와 지하철 등의 교통시설에 대한 접근이 용이한 지역이 상대적으로 교차통행 분포 면에서 양(+)의 영향을 준다는 의미를 갖는다. 권역 간 터미 변수는 기본적으로 각 권역간의 통행을 보장하는데 기여하는 변수이다. 특히 한강을 중심으로 남동-북서, 남서-북동의 보정계수가 높게 나타났다. 이는 대표적인 주거 지역인 강남, 서초, 강동구에서 업무지구인 서대문, 마포구의 통행과 동작, 강서, 기양구등의 주거지역에서 동대문, 성동구 등의 업무지역의 통행을 보장해주는 것으로 해석된다.

이러한 권역 간 터미 변수의 경우 존 간 통행에 있어 통행비용과 존의 특성 이외의 존 간의 연계성을 보장하는 변수로서 실제 통행패턴을 설명하는데 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

V. 모형의 검증: 예상치 개선 결과 검증

모형의 검증은 보정계수를 도입하여 보정한 교차통행량(AP: Adjusted Prediction)이 기존의 전형적인 중력모형에 의한 교차통행량 예상치(BAP: Before Adjusted Prediction)에 비하여 관측치(참값)를 얼마나 더 잘 설명하는지를 비교하는 방법을 사용하였다. 여기서 RMSE(Root Mean Squared Error), Theil의 부등계수, 총 오차량, 그리고 보다 세부적인 검증을 위한 누적 오차량 등에 대한 개선효과를 검증하였다. 또한 관측치와 예상치의 적합성을 검증하기 위하여 일치비율(CR: Coincidence Ratio)을 검증하였다.

Table 3은 RMSE, Theil의 부등계수, 총 오차량을 비교한 결과로 본 연구에서 제시한 모형이 전통적인 중력모형에 비해 RMSE는 9%, Theil's 부등계수는 9%, 총 오차량은 16%가 개선되는 것으로 나타났다.

Table 3. Measurement of Predictability

Measurement of Predictability	BAP	AP
RMSE	76.5	69.3
Theil's Inequality Coefficient	0.55	0.50
Sum of Errors	1866199	1565117

Figure 2와 3은 출발지를 기준으로 각 교차통행량의 누적 오차량 변화를 비교한 그림이다. 그 결과 누적 오차량이 50%이상 되는 지역이 495개에서 265개로 현저히 줄어들었음을 확인할 수 있었다.

Table 4는 기존 중력 모형에 비하여 누적 오차율이 15% 이상 감소한 244개의 행정동 중 일부이다. 가장 크게 개선된 것은 (신림본동)-

(성수 1가 2동)과 (화곡 1동)-(성수 2가 3동)의 교차통행량으로 약 94%에 이른다.

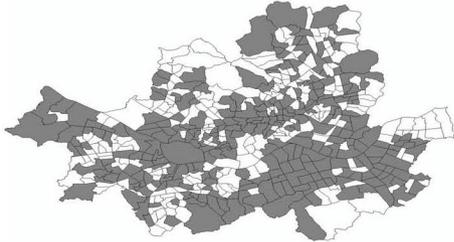


Figure 2. Zones of More than 50% in Terms of Accumulated Errors: BAP

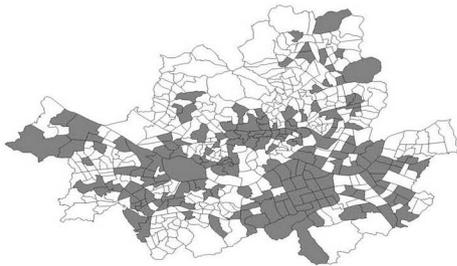


Figure 3. Zones of More than 50% in Terms of Accumulated Errors: AP

Table 4. Rate of Cumulative Errors for Inter-zonal Trips by Models (Examples)

O-D Pairs		Rate of Errors	
Origin	Destination	BAP	AP
Hwanghak	Seongsu 1-ga 2	64%	17%
Sungin 2	Gonghang	64%	28%
Jangwi 1	Singil 3	64%	20%
Muk 1	Sindorim	61%	17%
Jeonnong 1	Guro 5	61%	21%
Mia 5	Garibong 1	60%	17%
Sillimbon	Seongsu1-ga1	56%	3%
Hwagok 1	Seongsu 2-ga 3	55%	3%
Wolgok 1	Cheongun	55%	45%
Sinjeong 6	Suyu 3	54%	7%
Yeongdeungpo 1	Bogwang	54%	31%
Deungchon	Hwagok 4	53%	26%
Hagye 2	Gasan-dong	53%	12%
Jamsilbon	Jamsil 1	50%	35%
Jeungsan	Yongdap	49%	3%

Table 5는 BAP과 AP에 의한 교차통행량 추정치의 누적 오차율 감소 정도를 급간으로 나누어 비교한 것이다. 그 결과 상대적으로 보정계수를 적용한 교차통행량 추정치의 누적 오차율이 감소되어 통행 분포 모형이 개선된 것을 알 수 있다.

Table 5. Number of Zone-pairs by Intervals of Errors

Interval of Errors	Frequency (Number of Zone-pairs)	
	BAP	AP
Less 5%	4,054	5,282
6 ~ 15%	4,113	5,363
16 ~ 20%	3,889	5,162
21 ~ 35%	3,874	4,561
36 ~ 45%	3,702	3,546
46 ~ 55%	3,339	2,753
56 ~ 65%	2,848	2,169
66 ~ 75%	2,166	1,753
76 ~ 85%	1,555	1,295
86 ~ 95%	1,068	985
Over 95%	2	0

끝으로, Table 6은 관측치와 추정치 간의 일치 정도를 나타내는 일치비율(CR: Coincidence Ratio)을 보여준다. 이는 (식 4)와 같이 0~1 사이의 값으로 산출되며, 1에 가까울수록 모형의 추정치가 실측치와 유사한 분포를 갖는다고 해석할 수 있다. 여기서 통행거리의 급간은 1 킬로미터로 하였다.

$$CR = \left\{ \frac{\sum_t [\min(P P_t, P O_t)]}{\sum_t [\max(P P_t, P O_t)]} \right\} \quad (\text{식 4})$$

여기서 CR = 일치 비율
 PP_t = 급간 t 의 추정치 비율
 PO_t = 급간 t 의 관측치 비율
 t = 통행거리 급간

보정계수를 도입하여 추정치를 보정한 AP의 CR 값이 0.6281로 나타나 BAP의 CR값인 0.5165 보다 커 모형의 적합성이 개선되었음을 의미한다.

Table 6. Coincidence Ratio

Model	Coincidence Ratio
BAP	0.5165
AP	0.6281

Figure 4는 존 간 거리별 일치비율(CR)을 그림으로 보여준다. 여기서 x-좌표는 존 간 거리, y-좌표는 일치비율을 나타낸다. 0~4Km 구간에 보정계수 적용 모형(AP)이 중력 모형(BAP) 보다 관측치에 근접하며, 중거리 통행인 15km이상 구간에서도 관측치에 가장 근접한 것으로 나타났다.

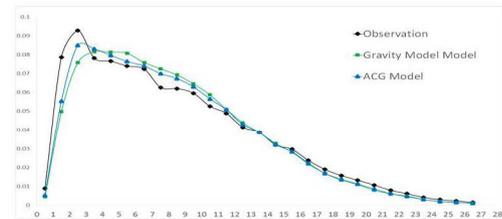


Figure 4. Coincidence Ratio of Inter-zonal trips

VI. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구에서는 교통수요예측의 두 번째 단계인 통행분포 모형에 주로 사용되는 중력모형의 교차통행량 추정치를 보정하기 위하여 존쌍(zone-pair) 별 보정계수를 추정하는데 목적을 두었다.

존쌍별 보정계수는 지역의 다양한 특성(토지이용, 인구통계학적)과 존 간 특성(교통서비스, 권역별 특성)을 반영하여 추정하였다. 보정계수를 추정하여

적용한 결과, 출발지의 주거 비중도가 가장 큰 영향력이 있는 것으로 나타났다. 교통시설 관련 변수에 있어 지하철 역사유무, IC유무가 보정계수에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

보정계수 산출결과를 바탕으로 존간 교차통행량 예측의 영향요인을 파악 할 수 있었다.

첫째, 존간 교차통행량 예측에 있어 도착지 보다는 출발지의 특성이 보다 영향력이 크며, 토지이용 용도 중 주거 관련 변수가 가장 영향력이 있다.

둘째, 존 간의 교통 접근성(IC, 지하철 역사유무)등이 존 간 교차통행량에 양(+)의 영향을 준다.

셋째, 권역 간의 연계성이 존 간 교차통행량에 영향력이 있는 것을 확인할 수 있었다.

모형의 검증에 위해 산출된 보정계수를 도입하여 교차 통행량을 추정한 결과와 일반적 중력 모형과 비교결과 교차통행량의 추정력이 개선되는 효과가 나타났다. RMSE는 9%, Theil's 부등 계수는 9%, 총 오차량은 16%의 개선 효과가 나타났다. 누적 오차량이 50%이상 되는 지역이 495개에서 265개로 현저히 줄어들었음을 확인할 수 있었다. CR(Coincidence Ratio)도 관측치와 근접한 패턴을 보여주는 것으로 나타났다.

2. 향후 연구과제

본 연구는 공신력 있는 자료를 기반으로 모형을 개발하였지만 다음과 같은 한계를 내재하고 있다.

첫째, 자료 수집에 대한 한계이다. 통행 분포에 영향을 미칠 수 있는 토지이용 및 사회경제 지표외의 기타 변수(지가, 소득 등)의 구득에 한계점을 가지고 있다.

둘째, 분석 대상에 대한 한계이다. 본 연구는 서울시를 대상으로 한 연구결과로 수도권을 포함한 지방 광역권 등으로 확대한 지역 간 교차통행량 추정에 적용하는 연구가 필요하다고 판단된다.

향후 이와 같은 연구를 통해 부족한 부분들이 보완되어 교통수요예측 및 계획분야에서 활용될 수 있을 것이다.

알 립

This study is a part of the research project(Grant No. 09-TSIP-I06) sponsored by KICTTEP(Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning). The financial support is gratefully acknowledged.

인용문헌

References

1. 김순관, 1998. 「서울시 교통수요 예측모형 정립1」, 서울: 서울연구원
.Kim S. K, 1998. *Seoul Travel Demand Forecasting Model Formulation 1*, Seoul Development Institute, Seoul.
2. 김태균, 2006. “도시 내 지역 간 상대적 유인력 변수를 도입한 통행분포모형, 한양대학교 박사학위 논문
.Kim T. K., 2006. *Development of a trip distribution model introducing interzonal relative attractiveness*, Ph. D. Dissertation, Hanyang University.
3. 노정현, 1999. 「교통계획:통행수요이론과 모형」, 경기: 나남출판
.Rho J. H., 1999. *Transportation Planning Travel Demand Theory and Models*, Gyeonggi: Nanam.

4. 류선, 2001. “지역 간 상호 의존성을 고려한 통행배분모형 개발”. 한양대학교 석사학위논문.
RU. S., 2001. *Development of a trip distribution model reflecting interregional dependency: on the basis of work trip in Sudokwon*, Master's Degree Dissertation, Hanyang University.
5. 박형일, 2009. “관측 기·종점자료를 활용한 통행분포모형의 신뢰성 제고 방안 연구”, 공주대학교 석사학위논문.
Park. H. I., 2009. *Enhancement of reliability for trip distribution model utilizing observed trip interchange - On the basis of work trip in Seoul*, Master's Degree Dissertation, Kongju National University.
6. 임성빈,이부원 1996. “1990년 서울특별시 O/D 자료를 이용한 중력모형적용에 관한연구”, 「대한교통학회지」, 14(1):29-42.
Im. S. B. , Lee. B. W., 1996. “A study on the Application of Gravity Model using 1990 Seoul O/D Data”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 14(1):29-42.
7. Kanafani A., 1983. *Transportation Demand Analysis*, U.S.: McGraw-Hill.
8. Stopher P. R., Meyburg A. H., 1980. *Urban Transportation Modeling and Planning*, U.K.: Lexington Book.
9. 경기도, 서울시, 인천시, 수도권 교통본부 2007. 「2006 수도권가구통행실태조사」, 서울특별시.
Gyeonggi-do, Seoul, Incheon., Metropolitan Transportation Authority (2007), *2006 Seoul Metropolitan area Household Travel Survey*, Seoul.
10. 수도권 교통본부, 2009. 「수도권 장래교통 수요예측 및 대응방안 연구」, 서울.
Metropolitan Transportation Central, 2009. *Metropolitan Forecasting Transportation Demand and Response*, Seoul.
11. <http://www.sdi.re.kr/>
12. www.kostat.go.kr

Date Received 2015-06-04
Date Reviewed 2015-10-16
Date Accepted 2015-10-16
Date Revised 2015-10-26
Final Received 2015-10-26