

■ 論 文 ■

수도권지역의 통행발생모형의 검증 (회귀모형과 카테고리모형을 중심으로)

Improvement of Trip Generation Model in Seoul Metropolitan Area

김진자

(국토연구원 SOC·건설경제연구실 연구원)

이종호

(경기대학교 첨단산업공학부 도시·교통공학전공 교수)

목 차

I. 서론	V. 1996년과 2002년 통근통행발생물 및 등교통행발생물의 비교
II. 관련문헌고찰	1. 통근통행발생물 비교
III. 회귀분석법에 의한 통행발생예측	2. 등교통행발생물의 비교
1. 분석자료	VI. 통근통행발생량 및 등교통행발생량의 예측값과 관측값의 비교
2. 기존회귀모형을 이용한 2002년도 통근통행 및 등교통행 발생량의 예측	1. 통근통행발생량 비교
IV. 카테고리 분석법에 의한 통행발생물 예측	2. 등교통행발생량의 비교
1. 분석자료	VII. 요약 및 결론
2. 통근통행발생물 추정	참고문헌
3. 등교통행발생물 추정	

Key Words : 카테고리분석, 회귀분석, 교통센서스 조사, 통행발생모형, 4단계모형

요 약

본 논문에서는 서울시와 경기도에서 발표한 통근 및 등교통행발생 회귀모형과 「1996년 교통센서스 조사」 자료로 만든 통근통행발생물 및 등교통행발생물을 이용하여 2002년의 통근 및 등교통행발생량을 예측하였다. 그리고 「2002년 교통센서스 조사」의 관측값과 비교하여 기존 통행발생모형의 개선방법을 제시하였다. 연구의 결과, 경기도의 통근통행발생회귀모형과 카테고리모형의 예측은 유사한 분포를 보이는 반면, 서울시의 통근통행발생 회귀모형으로 예측한 경우 인천광역시와 경기도에서 관측값보다 평균 40.16% 과대 예측되었다. 등교통행발생 예측값과 관측값이 서울시와 경기도 지역에서 비슷하게 예측되었다. 인천광역시 지역의 경우 경기도에서 발표한 회귀모형으로 예측한 값이 관측값보다 평균 79.71% 작게 예측되었다. 분석 결과 수도권에서의 장래 통근과 등교통행발생량 예측에서 카테고리분석법이 회귀분석법 보다 예측력이 우수한 것으로 나타났다. 우리나라에서는 장래 카테고리화된 자료의 부재로 카테고리 분석의 장래의 통행량 예측에 어려움이 따른다. 이에 카테고리분석을 적용하여 회귀분석의 취약점을 보완할 수 있는 것으로 판단된다.

I. 서론

교통수요분석에서 전통적으로 가장 많이 사용되어 오면서 대부분의 도시교통 분석의 근간을 이루고 있는 방법은 4단계모형이다. 이 접근법은 다양한 도시교통여건에 적용되었으며 대부분의 교통수요예측에 표준적 과정으로 자리 잡고 있다. 4단계모형이 다른 접근법과 구별되는 특징은 수요예측의 순차성에 있다. 즉 통행발생, 통행배분, 수단선택, 노선배정의 개별적 과정을 거치게 된다. 이 과정에서 개별 단계는 선행단계의 추정 결과에 근거해 모형을 수립하므로 선행단계의 중요성은 매우 크다고 할 수 있다. 특히 통행발생은 4단계모형의 처음 단계이므로 이 단계의 추정결과에 따라 전체 수요예측에 크게 영향을 미치므로 더욱 중요한 의미를 지닌다.

일반적으로 통행발생단계에서는 계획 대상 도시지역의 장래 지표에 대한 정량적 예측을 기반으로 각 존별 통행의 발생량을 예측하는 것이다. 통행발생량은 통행자의 속성과 통행목적에 따라 변화하게 된다.

현재 통행발생모형으로 도시 교통이나 고속도로 등의 계획에 널리 사용되고 있는 것은 선형회귀모형이다. 대부분의 선형회귀모형은 오차에 대한 무리한 가정과 각종 사회경제지표와 통행발생량의 관계가 선형임을 전제로 한다. 이러한 경직된 가정은 현실을 왜곡하게 되고, 변수와 입력 자료에 따라 모형의 설명력이 큰 차이를 보이게 된다. 그럼에도 회귀모형이 널리 사용되는 이유는 적용이 간편하고 결과해석이 용이하기 때문이다.

그동안 우리나라에서 카테고리분석을 하기 위한 적합한 자료(가구(Household)를 기준으로 하는 자료)가 부족했기 때문에 카테고리 분석이 어려웠다. 가구원수별 승용차 보유대수별 자료를 1996년과 2002년 통행실태조사 자료의 조사 자료로부터 구함으로써 카테고리 분석의 결과를 실측 자료와의 비교가 가능하게 되었다.

이에 본 논문에서는 「1996년 교통센서스 조사」 자료를 승용차 보유대수별 가구원수를 기준으로 카테고리의 통행발생률을 구하여 2002년도 통행발생량을 예측하여 보고, 「1996년 교통센서스 조사」 자료를 기준으로

서울시와 경기도에서 발표한 선형회귀분석으로 예측한 값과 「2002년 교통센서스 조사」 자료의 관측값과 비교하여 회귀분석과 카테고리분석의 예측력을 검증하여 보고 기존통행발생모형의 개선방향을 제시하고자 한다.

II. 관련문헌고찰

통행발생모형은 전통적인 4단계모형의 첫 번째 단계로서 과거추세연장법, 회귀분석, 카테고리분석법 등이 주로 쓰인다. 국내의 경우 기초자료가 부족하기 때문에 대부분 회귀분석 모형을 사용하고 있다. 외국의 경우는 일반적으로 가정기반 통행과 비가정기반 통행으로 나누어 통행특성에 따라 통행모형을 적용하고 있다.

국내에서는 변수로 주로 인구, 고용자수, 학생수 등을 사용하고 있다. 서울시 교통정비 기본계획(1994)¹⁾에서는 통행의 목적을 등교, 출근, 귀가, 업무 기타통행으로 나누어 회귀모형을 정립하였다. 변수로는 거주인구, 고용자수와 연상면적을 사용하였다. 경기지역 도로, 전철교통망 장기개발계획(1992)²⁾에서는 승용차보급률, 학생수, 인구, 고용자수를 변수로 통행발생과 도착량의 회귀모형을 정립하였다. 서울시 교통개선 방안에 관한 연구(1992)³⁾에서는 등교, 출근과 기타통행으로 나누어 회귀모형을 정립하였다. 사용된 변수로는 거주인구, 주거연상면적, CBD까지의 거리를 이용하였다.

외국의 사례를 살펴보면 회귀분석, 카테고리분석과 원단위법 등을 주로 사용한다. 디트로이트에서는 쇼핑통행 발생과 기타통행발생을 가구규모와 가구별 자동차 보유대수를 기준으로 카테고리분석을 하였다. 등교통행발생은 가구크기와 가구별 생활주기(5가지 분류)를 기준으로 카테고리분석을 하였다. 출근통행발생과 출근, 쇼핑, 기타, 등교도착모형의 경우는 회귀분석을 하였다. 피츠버그의 경우 출근통행발생과 나머지 통행발생을 가구별 소득수준, 가구별 자동차보유수준과 저밀도와 고밀도의 지역구분으로 카테고리분석을 하였다. 도착통행은 가구수 및 직종별 종사자수로 원단위법으로 모형을 정립하였다.

신경망 이론을 이용한 통행발생 모형연구(2000)⁴⁾에서는 신경망이론을 통행발생 모형에 적용하여 회귀모형과

1) 서울시(1994), 서울시 교통정비 기본계획.

2) 경기도(1992), 경기지역 도로, 전철교통망 장기개발계획.

3) 교통부(1992), 서울시 교통개선 방안에 관한 연구.

4) 장수은(2000), 대한교통학회지 제18권 제4호, 신경망 이론을 이용한 통행발생 모형연구, pp. 95~105.

비교를 하였다. 역전파 신경망 모형(Backpropagation Neural Networks)은 회귀모형의 설명력과 안정성을 상회하는 결과를 보였으며 통행발생모형으로 적용가능성을 보이는 것으로 해석하였다.

Chang-Jen Lan and Patricia S. Hu⁵⁾(2000)는 1995 Nationwide Personal Transportation Survey에서 가구의 통행발생률을 추정하는 모델을 제안하였다. 음지수확률분포를 사용한 일반화된 선형모형으로 통행발생률을 제안하였다.

카테고리 모형은 1960년대 후반에 통행발생량과 가구의 특성과의 관계의 접근에서 시작된 모형이다. 일반적으로 자동차보유대수, 가구원수, 가구수입 그리고 가구위치 등의 조합을 카테고리 사용한다. 회귀모형과 비교하여 카테고리분석은 종이 아닌 가구의 특성에 따라 통행발생이 된다고 가정한다.

Gooman and Kruskal (1979), Stopher and McDonald(1983), Chatterjee et al. (1977), Kitamura (1981)은 카테고리모형의 단점을 다음과 같이 언급하였다.

- ① 관측된 자료로 만들어진 통행발생률의 적합성을 평가할 수 있는 통계적 방법이 없다.
- ② 셀값의 신뢰도가 일정하지 않다. 이는 셀의 샘플 수가 다르기 때문이고, 어떤 셀은 샘플이 없을 수도 있다.
- ③ 시행착오방법을 제외하고 카테고리의 가장 좋은 조합을 결정할 수 있는 효과적인 방법이 없다.
- ④ 오직평균값만이 통행발생률에 사용된다.
- ⑤ 통행발생률은 교통 운영 체계와 토지이용 패턴이 크게 변하지 않는 지역에서 이용가능하다.

여러 연구에서 이런 단점을 최소화하기 위한 방법을 제안하였다. Stopher and McDonald(1983)은 카테고리의 선택을 통계적으로 하기 위해 goodness-of-fit test를 사용하여 다중 카테고리 분석을 제안하였다. Rengaraju and Satyakumar (1994)는 불충분하거나 데이터가 없는 셀의 통행발생률을 산출하는 선형 통계모형을 제안하였다.

III. 회귀분석법에 의한 통행발생예측

회귀분석법은 통행유입·유출량과 해당 지역의 사회

경제적·토지이용적 특성을 나타내는 변수 사이의 관계를 나타내는 회귀식을 구하고 이 식에 의해 장래 유입·유출량을 추정하는 방법이다.

1. 분석자료

「1996년 교통센서스 조사」는 서울시와 경기도에서 각각 실시하였다. 서울시의 경우 1996년 11월 27일 수요일을 기준으로 실시하였고 부득이한 경우 11월 26일 화요일에서 29일 금요일 사이에서 하루를 선택하여 조사하였다. 표본수는 127,920 / 3,417,958 가구이고 유효율은 2.07%로 나타났다.

존구분은 서울시는 구별로 25개의 존으로 구분하였고 인천광역시와 경기도는 지역특성에 따라 대존의 일부를 통합하여 시·군·구 단위의 19개 존으로 구분하여 정리하였다. 외부존은 강원도, 충청남·북도, 대전광역시, 전라남·북도, 광주광역시, 경상남·북도, 대구광역시, 부산광역시로 구분하여 조사하였다. 경기도의 경우 1997년 9월 25일 목요일을 기준으로 9월 25일에서 10월 1일 수요일까지 일주일중 하루를 선택하여 조사하였다. 경기도에서 실시된 교통센서스 조사의 표본수는 99,780 / 2,866,655 가구로 나타났다. 유효율은 2.14%로 나타났다. 경기지역과 인접해 있는 서울시 및 인천시를 내부존으로 설정하고 강원도, 충청남·북도, 전라남·북도, 경상·남북도 지역을 합쳐 외부존으로 설정하였다. 경기도는 도내 31개 시군을 대존으로 설정하고 서울시는 25개 구, 인천시는 8개구와 강화 및 옹진을 1개 군으로 묶은 대존으로 설정하여 내부존 65개 외부존 1개의 총 66개의 존으로 구분하였다.

「2002년 교통센서스 조사」의 경우 서울시와 인천·경기 지역 모두 2002년 4월 17일 수요일을 기준으로 부득이한 경우에는 2002년 4월 16일 화요일에서 2002년 4월 18일 목요일 중 하루의 통행에 대해 조사를 실시하였다. 표본수는 서울시 112,012 / 3,109,809 가구, 인천시 24,150 / 747,297 가구 그리고 경기도는 84,958 / 2,691,510 가구를 조사하였다. 유효율은 서울시 2.3%, 인천광역시 2.7%, 경기도 2.6%로 나타났다.

「2002년 교통센서스 조사」에서는 행정체계를 기반으로 소존 1,142개, 대존 58개로 설정되었으며, 소존

5) Chang-Jen Lan and Patricia S. Hu(2000), TRB, A Mixed Generalized Linear Model for Estimating Household Trip Production.

1,020개와 대존 45개로 구성되었던 「1996년 교통센서스 조사」의 존재계보다 좀더 세분화 하였다.

회귀모형과 카테고리모형의 2002년도 예측에 사용되는 사회·경제지표는 「2002년 교통센서스 조사」가 2002년 4월 17일 수요일에 조사되었기 때문에 2002년 12월 31일 보다는 2001년 12월 31일 기준으로 하는 것이 시점상 타당하다고 생각하여 2001년 12월 31일 기준으로 하였다. 2002년 12월 31일 기준의 자료는 공식적으로 발표된 곳과 그렇지 않은 곳이 있어 시점을 동일하게 하기 위하여 2001년 12월 31일 자료를 사용하였다. 그리고 서울시의 회귀분석모형의 경우 자료를 보완해야 하는 변수가 있는데 이는 「2000년 인구센서스 조사」자료와 2001년 12월 31일 자료(이하 2002년 자료)를 이용하여 조사하였다.

2. 기존회귀모형을 이용한 2002년도 통근통행 및 등교통행 발생량의 예측

「1996년 교통센서스 조사」를 기준으로 서울시와 경기도에서 발표한 회귀식과 카테고리 분석을 비교하기 위하여 발표된 목적별 식중에서 서울시회귀모형식과 경기도 회귀모형식의 직접적 비교가 가능한 통근통행과 등교통행을 분석대상 목적으로 하였다. 존구분은 서울시는 45개, 경기도는 66개로 구분되어 있어 존구분이 다른 인천광역시와 경기도의 존을 통합하여 서울시의 존재계를 따랐다.

1) 서울시

취업자의 경우 통계청에서 제공되고 있는 거주지를 기준으로 집계되는 취업자수는 동별 통계가 제공되지 않기 때문에 「1996년 교통센서스 조사」의 「가구통행실태 표본조사」자료를 근거로 가구규모별 취업자수를 구한 뒤, 이를 해당년도의 가구규모별 가구수를 곱하여 전수화된 취업자수를 구하였다. 전수화된 자료가 통계청에서 제시된 자료와 다른 이유는 분류기준이 다르기 때문이다. 「가구통행실태조사」에서는 학생과 무직/전업주부를 제외한 직업항목 작성자를 취업자로 분류하

였으나, 통계청의 분류기준은 파트타임 아르바이트, 전업농부 등이 포함되어있기 때문이다.

대존별 가구규모별 가구당 가구수는 2002년 기준으로 존별 가구수는 조사된 자료가 있으나 가구규모별로 조사된 자료가 없기 때문에 「2000년 인구센서스」 자료를 기초로 2002년 가구규모별 자료로 보완하였다. 보정한 취업자수를 가지고 2002년도 통행발생량을 $0.9880 \times (0.9386 \times \text{취업자수})^{6)}$ 의 회귀모형으로 예측하였다.

거주학생의 경우에는 매년 조사되는 자료가 없기 때문에 「2000년 인구센서스 조사」자료를 근거로 2002년도의 기준자료를 예측하였다.

예측방법은 각 존별 인구대비 학생비율이 일정하다는 가정하에 2000년의 인구대비 학생비율을 적용하여 식(1)과 같이 산출하였다.

$$\begin{aligned} 2002\text{년도 거주학생수} &= 2002\text{년도 인구} \times \\ &2000\text{년도 거주학생수} / 2000\text{년도 인구}^{7)} \end{aligned} \quad (1)$$

식(1)에 의해 산출된 거주학생수를 가지고 $1.0227 \times (0.9346 \times \text{총 거주지 학생수})^{8)}$ 의 회귀모형에 의해 2002년 존별 등교통행발생량을 예측하였다.

2) 경기도

경기도회귀모형의 경우는 인구조로 예측을 하였다. 통근통행발생 예측값은 $-1.081 + 0.35 \times \text{인구}^{9)}$ 의 회귀모형을 사용하여 예측하였다. 등교통행발생의 예측은 $-1.874 + 0.22 \times \text{인구}^{10)}$ 의 식을 이용하여 예측하였다.

V. 카테고리 분석법에 의한 통행발생률 예측

카테고리 분석법(Category Analysis) 또는 교차분류법(Cross Classification)은 가구의 속성분류에 따라 통행발생들이 예측 기간내에 일정하다는 가정 하에서 개발된 기법이다. 카테고리 분석법은 가구당 통행발생량과 같은 종속변수를 소득이나 자동차보유대수 등의

6) 서울시경제발전연구원(1998), 서울시 교통수요예측모형 정립, 서울시경제발전연구원

7) 서울시경제발전연구원(1998), 서울시 교통수요예측모형 정립, 서울시경제발전연구원

8) 서울시경제발전연구원(1998), 서울시 교통수요예측모형 정립, 서울시경제발전연구원

9) 경기도(1998), 경기도 교통종합기본계획, 경기도

10) 경기도(1998), 경기도 교통종합기본계획, 경기도

설명변수들에 의해 교차분류시켜 도출해 내는 단순하고 이해하기 쉬운 모형이다. 카테고리분석법이 종속변수와 설명변수간 회귀식의 형태에 관하여 별도의 가정이 필요 없는 회귀분석방법이라고도 할 수 있다.

1. 분석자료

카테고리 분석 역시 회귀분석과 마찬가지로 「1996년 교통센서스 조사」와 「2002년 교통센서스 조사」를 기준으로 하여 분석하였다. 카테고리화 하는 기준은 교통센서스 조사와 인구센서스 조사 항목에서 가구 특성으로 가구별 통행발생량을 적절하게 설명해줄 수 있는 가구별 가구원수와 자동차보유대수로 하였다.

통행발생률의 유효성은 각각의 카테고리의 가구의 샘플 수로 결정된다. 만약 카테고리를 4×4로 나누게 된다면 카테고리의 수는 16(4×4)이 된다. ITE Trip Generation Manual(5th Edition)에 따르면 90%의 신뢰구간에서 각각의 셀안에 80개의 샘플이 필요한데 총 1280(16×80)개의 가구가 필요하다. 카테고리의 수를 너무 세분화하면 이는 각 카테고리의 샘플수를 감소시키게 된다. 본 논문에서는 가구별 가구원수를 1인, 2인, 3인, 4인 이상으로 자동차보유대수는 0대, 1대, 2대, 3대이상으로 분류하였다.

「1996년 교통센서스 조사」의 통행실태조사의 '가구조사'에서 각 카테고리별 '가구수'를 구하였고 '일기식 통행조사'에서 '목적별 통행수'를 구하였다. 각 셀별로 '목적별 통행수'를 '가구수'로 나누어 각 셀의 목적별 통행발생률을 구하였다.

2. 통근통행발생률 추정

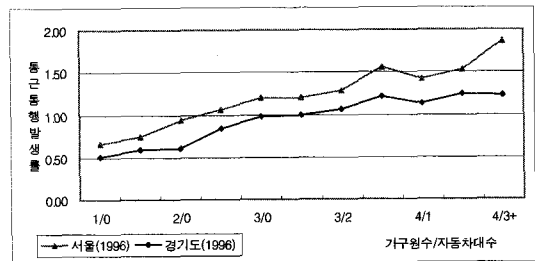
「1996년 교통센서스 조사」의 자료에서 서울시의 가구원수별 자동차보유대수별 가구수와 통근통행수를 구

〈표 1〉 서울시 통근통행발생률(1996년)
(단위 : 통근통행/가구/일)

		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자 동 차	0	0.67	0.94	1.2	1.56	1.09
	1	0.74	1.07	1.2	1.42	1.11
	2	-	0.92	1.29	1.53	0.94
	3+	-	-	0.45	1.86	0.58
평균		0.35	0.73	1.04	1.59	0.93

〈표 2〉 경기도의 통근통행발생률(1996년)
(단위 : 통근통행/가구/일)

		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자 동 차	0	0.51	0.6	0.98	1.21	0.83
	1	0.59	0.84	0.99	1.13	0.89
	2	0.37	0.73	1.06	1.24	0.85
	3+	-	0.53	1.11	1.22	0.72
평균		0.37	0.68	1.04	1.2	0.82



〈그림 1〉 1996년 서울시와 경기도 통근통행발생률의 비교

하여 셀별로 통근통행발생률을 구하여 보면 〈표 1〉와 같고 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 3대 이상 일때 1.86 통근통행/가구/일로 가장 높았다.

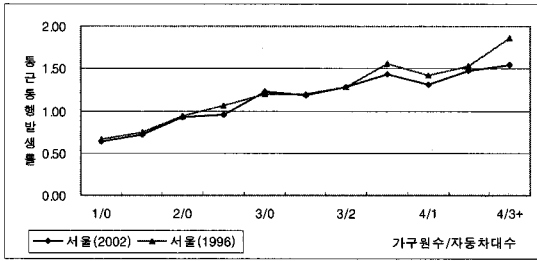
「1996년 교통센서스 조사」의 자료에서 경기도의 가구원수별 자동차보유대수별 가구수와 통근통행수를 구하여 셀별로 통근통행발생률을 구하여 보면 〈표 2〉과 같이 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 2대 일 경우에 1.24 통근통행/가구/일로 가장 높았다.

서울시와 경기도의 통근통행발생률을 비교하여 보면 〈그림 1〉과 같이 가구원수가 증가할수록, 자동차대수가 증가할수록 통근통행발생률이 증가하는 경향을 보였다. 경기도의 통근통행발생률에 비하여 서울시의 통근통행발생률이 높았다.

3. 등교통행발생률 추정

「1996년 교통센서스 조사」 자료를 기준으로 통근통행발생률을 구한 방법으로 서울시의 등교통행발생률을 구해보면 〈표 3〉과 같고 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 3대 이상인 경우가 1.3 등교통행/가구/일로 가장 높았다.

「1996년 교통센서스 조사」 자료를 기준으로 경기도의 등교통행발생률을 구해보면 〈표 4〉와 같고 가구원수가 4명 이상이고 자동차를 보유하지 않은 경우가 1.14 등교통행/가구/일로 가장 높았다.

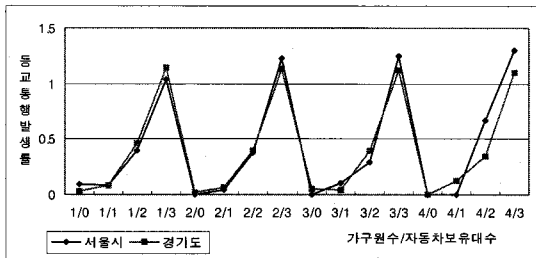


〈그림 4〉 서울시 통근통행발생률의 비교

〈표 3〉 서울시 등교통행발생률(1996년)

(단위 : 등교통행/가구/일)

		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자동차	0	0.09	0.08	0.40	1.04	0.40
	1	-	0.04	0.38	1.23	0.41
	2	-	0.1	0.29	1.25	0.41
	3+	-	-	0.67	1.3	0.49
평균		0.02	0.06	0.44	1.21	0.43



〈그림 2〉 1996년 서울시와 경기도 등교통행발생률의 비교

〈표 4〉 경기도의 등교통행발생률(1996년)

(단위 : 등교통행/가구/일)

		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자동차	0	0.03	0.08	0.46	1.14	0.43
	1	0.02	0.06	0.40	1.13	0.40
	2	0.05	0.04	0.40	1.12	0.40
	3+	-	0.13	0.35	1.10	0.40
평균		0.03	0.08	0.40	1.12	0.41

1996년도의 서울시와 경기도의 등교통행발생률을 비교하여 보면 〈그림 2〉와 같다. 등교통행발생률의 경우 통근통행발생률의 경우와 다르게 서울시와 경기도가 거의 비슷한 경향을 보였다. 통근통행발생률의 경우 가구원수가 증가할수록 자동차보유대수가 증가할수록 증가하는 경향을 보인 반면 등교통행발생률의 경우 자동차보유대수보다는 가구원수가 많아질수록 등교통행발생률이 높아지는 것으로 분석되었다.

V. 1996년과 2002년 통근통행발생률 및 등교통행발생률의 비교

1. 통근통행발생률 비교

「2002년 교통센서스 조사」자료에서 가구원수별 자동차보유대수별 가구수와 통근통행수를 구하여 셀별로 통근통행발생률을 구하여 보면 〈표 5〉와 같고 1996년의 자료와 같이 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 3대 이상 일때 1.55 통근통행/가구/일로 가장 높았다.

「2002년 교통센서스 조사」의 자료로 경기도의 각 셀별의 통근통행발생률을 구하여 보면 〈표 6〉과 같다. 경기도의 1996년 통근통행발생률이 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 2대일 경우에 가장 높았던 반면 2002년 통근통행발생률의 경우 가구원수가 4명

〈표 5〉 서울시의 통근통행발생률(2002년)

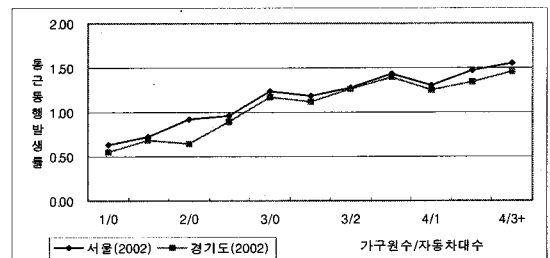
(단위 : 통근통행/가구/일)

		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자동차	0	0.63	0.92	1.23	1.44	1.06
	1	0.72	0.96	1.19	1.30	1.04
	2	0.20	0.81	1.28	1.48	0.94
	3+	-	0.16	0.60	1.55	0.58
평균		0.39	0.71	1.08	1.44	0.90

〈표 6〉 경기도의 통근통행발생률(2002년)

(단위 : 통근통행/가구/일)

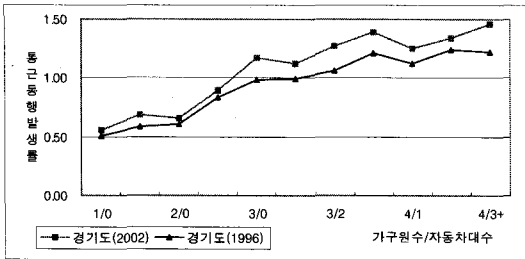
		가구원수				평균
		1	2	3	4+	
자동차	0	0.55	0.58	1.18	1.40	0.93
	1	0.72	0.89	1.15	1.27	1.01
	2	0.50	0.99	1.20	1.35	1.01
	3+	-	0.80	1.07	1.63	0.88
평균		0.44	0.82	1.15	1.41	0.96



〈그림 3〉 2002년 서울시와 경기도 통근통행발생률의 비교

이상이고 자동차 보유대수가 3대 이상 일때 1.63 통근통행/가구/일로 가장 높았다.

「2002년 교통센서스 조사」를 이용하여 구한 서울시와 경기도의 통근통행발생률을 비교하여 보면 <그림 3>과 같다. <그림 1>와 비교하여 보면 서울시와 경기도의 통근통행발생률의 차이가 <그림 3>에서는 서울시와 경기도의 통근통행 발생률이 거의 비슷해진 것을 알 수 있다.



<그림 5> 경기도 통근통행발생률의 비교

서울시의 1996년과 2002년의 통근통행발생률을 비교하여 보면 <그림 4>에서처럼 전체적으로는 비슷한 경향을 보이지만 가구원수가 높은 경우에 1996년에 비하여 통근통행발생률이 감소하였다.

경기도의 1996년과 2002년의 통근통행발생률을 비교하여 보면 <그림 5>에서 보이는 것처럼 전반적으로 증가하였다.

2. 등교통행발생률의 비교

「2002년 교통센서스 조사」 자료를 「1996년 교통센서스 조사」에서 등교통행발생률을 구한 방법으로 2002년도의 등교통행발생률을 구하여 보면 <표 7>과 <표 8>과 같다. 2002년의 서울시의 등교통행발생률을 살펴보면 가구원수가 4명 이상이고 자동차보유대수가 1대 일때 1.22 등교통행/가구/일로 가장 높았다.

2002년의 서울시의 등교통행발생률을 살펴보면 <표 8>과 같이 가구원수가 4명 이상이고 자동차를 보유하지 않았을때 1.96 등교통행/가구/일로 가장 높았다.

2002년도의 서울시와 경기도 등교통행발생률을 그래프로 나타내보면 <그림 6>과 같다. 1996년도의 등교통행발생률인 <그림 2>와 비교하여 보면 1996년도에는 서울시와 경기도의 등교통행발생률이 비슷하였던 반면 2002년도의 경우 경기도의 등교통행발생률이 증가하여 서울시와 차이가 났다.

<표 7> 서울시의 등교통행발생률(2002년)

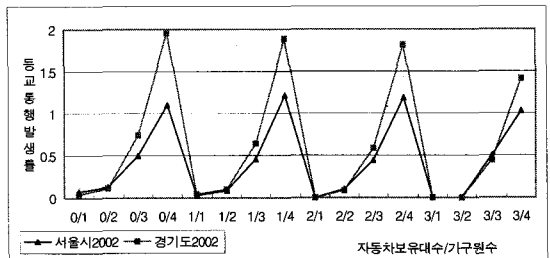
(단위 : 등교통행/가구/일)

		가구원수				
		1	2	3	4+	평균
자동차	0	0.08	0.12	0.50	1.10	0.45
	1	0.03	0.08	0.46	1.22	0.45
	2	-	0.1	0.45	1.18	0.43
	3+	-	-	0.5	1.03	0.38
평균		0.03	0.07	0.48	1.13	0.43

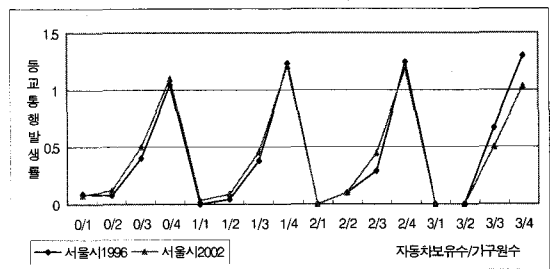
<표 8> 경기도의 등교통행발생률(2002년)

(단위 : 등교통행/가구/일)

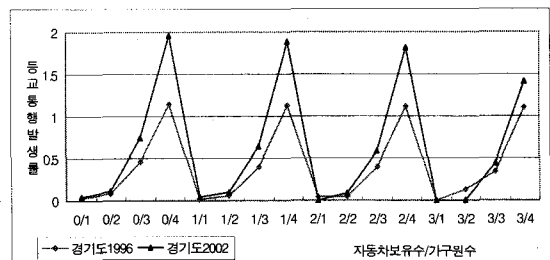
		가구원수				
		1	2	3	4+	평균
자동차	0	0.04	0.11	0.75	1.96	0.71
	1	0.04	0.09	0.65	1.88	0.67
	2	-	0.08	0.58	1.81	0.62
	3+	-	-	0.45	1.41	0.47
평균		0.02	0.07	0.61	1.76	0.62



<그림 6> 2002년 서울시와 경기도 등교통행발생률의 비교



<그림 7> 서울시 등교통행발생률의 비교



<그림 8> 경기도 등교통행발생률의 비교

2002년도와 1996년도의 서울시의 등교통행발생률을 비교하여 보면 <그림 7>과 같고 1996년과 2002년의 등교통행발생률이 거의 변화가 없었다.

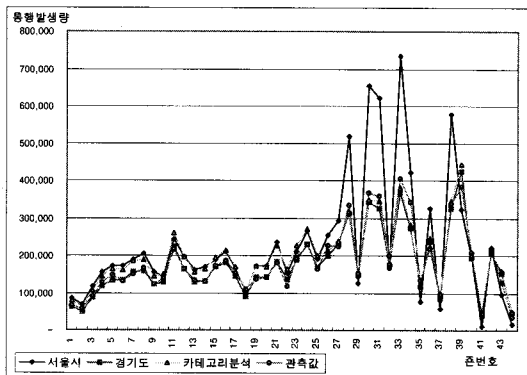
1996년과 2002년의 경기도 등교통행발생률을 비교하여 보면 <그림 8>과 같다. 1996년과 비교하여보면 2002년도의 경기도 등교통행발생률이 증가하였다.

VI. 통근통행발생량 및 등교통행발생량의 예측값과 관측값의 비교

1. 통근통행발생량 비교

「2002년 교통센서스 조사」의 관측값과 서울시와 경기도에서 발표한 회귀모형과 「1996년 교통센서스 조사」를 사용한 카테고리 분석을 이용하여 예측한 존별 통근통행발생량을 비교하여 보면 <그림 9>와 같다.

존 1에서 존 25까지는 서울시, 존 26에서 존 29까지는 인천광역시를 나머지는 경기도이다. 서울시의 경우 관측값과 회귀모형과 카테고리 모형을 이용하여 예측한 예측값이 비슷한 분포를 보였다.(서울시회귀모형 : 19.36%¹¹⁾, 경기도회귀모형 : 4.97%, 카테고리모형 : 17.74%) 인천광역시(서울시회귀모형 : 28.78%, 경기도회귀모형 : 6.71%, 카테고리모형 : 4.45%)와 경기도(서울시회귀모형 : 43.19%, 경기도회귀모형 : 11.87%, 카테고리모형 : 11.58%)의 일부존에서 서울시의 회귀모형으로 예측한 값이 평균 40.16% 과대예측 되었다.



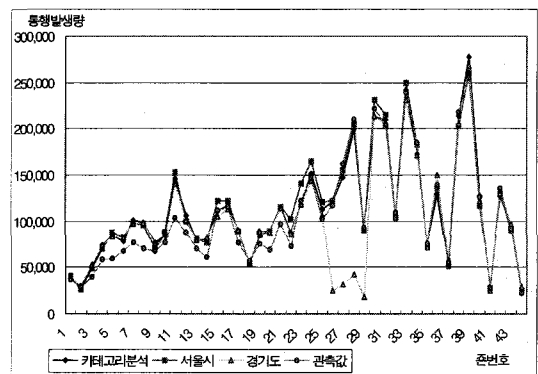
<그림 9> 존별 통근통행발생 예측값과 관측값의 비교

2. 등교통행발생량의 비교

「2002년 교통센서스 조사」의 관측값과 서울시와 경기도에서 발표한 회귀모형과 카테고리 분석을 이용하여 예측한 존별 등교통행발생량을 비교하여 보면 <그림 10>과 같다.

존 1에서 존 25까지는 서울시, 존 26에서 존 29까지는 인천광역시를 나머지는 경기도를 나타낸다. 서울시를 예측한 부분은 서울시와 경기도의 회귀모형과 카테고리모형과 관측값이 비슷한 분포를 보였다.(서울시회귀모형 : 19.72%, 경기도회귀모형 : 17.28%, 카테고리모형 : 17.95%) 인천광역시를 예측한 부분은 경기도의 회귀모형으로 예측한 부분이 평균 79.71% 작게 예측 되었다.(서울시회귀모형 : 3.25%, 경기도회귀모형 : 79.71%, 카테고리모형 : 4.47%) 경기도의 경우 서울시와 경기도의 회귀모형과 카테고리모형으로 예측한 값이 거의 비슷한 분포를 보였다.(서울시회귀모형 : 4.04%, 경기도회귀모형 : 6.72%, 카테고리모형 : 3.73%)

수도권지역에서 장래 통근 및 등교통행발생량 예측값과 관측값을 비교하여본 결과 카테고리분석법이 회귀분석법 보다 예측력이 우수한 것으로 나타났다.



<그림 10> 존별 등교통행발생 예측값과 관측값의 비교

VII. 요약 및 결론

본 연구에서는 서울시와 경기도에서 발표한 통근통행발생 회귀모형과 「1996년 교통센서스 조사」 자료로 만든 통근통행발생률을 이용하여 2002년의 통근통행발생량을 예측하였다. 그리고 「2002년 교통센서스 조사」의 관측값과 비교하여 기존 통행발생모형의 개선방법을 제시하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

11) | 예측값-관측값 | / 관측값 × 100, 평균값

첫째, 1996년 서울시의 평균통근통행발생률은 평균 0.93 통근통행/가구/일, 경기도는 0.82 통근통행/가구/일로 나타났다. 2002년 서울시의 평균통근통행발생률은 평균 0.90 통근통행/가구/일, 경기도는 0.96 통근통행/가구/일로 서울시는 감소하였고 경기도는 0.06 통근통행/가구/일이 증가하였다. 1996년 평균등교통행발생률은 서울시 0.43 등교통행/가구/일, 경기도는 0.41 등교통행/가구/일로 나타났다. 2002년 평균등교통행발생률은 서울시 0.43 등교통행/가구/일, 경기도는 0.62 등교통행/가구/일로 서울시는 변화가 없고 경기도는 0.21 등교통행/가구/일 증가하였다.

둘째, 서울시와 경기도에서 발표한 통근통행발생 회귀모형식과 「1996년 교통센서스 조사」 자료로 구축한 통근통행발생률을 이용하여 2002년의 예측한 통근통행발생량과 「2002년 교통센서스 조사」의 관측값과 비교하였다. 결과 경기도의 통근통행발생회귀모형과 카테고리모형의 예측은 유사한 분포를 보이는 반면, 서울시의 통근통행발생 회귀모형으로 예측한 경우 인천광역시와 경기도에서 관측값보다 평균 40.16% 과대 예측되었다. 등교통행발생의 경우 회귀모형식과 카테고리모형에 의한 예측값과 관측값이 서울시와 경기도 지역에서 비슷하게 예측되었다. 인천광역시 지역의 경우 경기도에서 발표한 회귀모형으로 예측한 값이 관측값보다 평균 79.71% 작게 예측되었다.

셋째, 분석 결과, 수도권에서의 통근과 등교통행발생량 예측에서 카테고리분석법이 회귀분석법 보다 예측력이 우수한 것으로 나타났다. 이 결과는 Douglas (1973)과 Dobson and McGarvey(1977)의 연구 결과와도 일치한다. 그러나 우리 나라의 경우 카테고리분석을 이용하여 장래 통행발생예측시 예측된 카테고리별 자료(예, 가구수, 자동차보유대수 등)가 필요한데, 이러한 자료들을 이용하기가 용이하지 않다. 따라서, 현재로서는 카테고리모형을 사용하는데 제약이 따른다. 그러나 한가지 대안으로 카테고리분석을 이용하여 회귀분석의 취약점을 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

향후, 우리나라에서도 「1996년 교통센서스 조사」와 「2002년 교통센서스 조사」가 이루어지고 「1995년 인구센서스 조사」와 「2000년 인구센서스 조사」등 지속적인 자료의 축적으로 신뢰성있는 카테고리별 자료의 장래 예측이 가능해져, 카테고리분석으로 장래 통행발생

예측이 가능해질 것으로 보인다.

참고문헌

1. 경기도(1998), 경기도 교통종합기본계획, 경기도.
2. 서울시(1997), 서울시 교통센서스 및 데이터베이스 구축, 서울시.
3. 서울시(2003), 2002 서울시 가구통행 실태조사, 서울시.
4. 서울시정개발연구원(1998), 서울시 교통수요예측 모형 정립, 서울시정개발연구원.
5. 원제무(1995), 도시교통론, 박영사.
6. 이종호(2003), Improvement of Trip Generation Forecast with Category Analysis in Seoul Metropolitan Area, EASTS-Fukuoka '03.
7. 장수은·김대현·임강원(2000), 신경망 이론을 이용한 통행발생 모형연구 (선형/비선형 회귀모형과의 비교), 대한교통학회지, 제18권 제4호, 대한교통학회, pp..95~105.
8. Baltimore Metropolitan Council (1993), Household Travel Study Data Users Guide, Maritz Marketing Research, Inc. June 10, 1994.
9. Baltimore Metropolitan Council(1997), Baltimore Regional Household Travel Survey : Findings, Task Report 97-3, Baltimore, Maryland.
10. Baltimore Metropolitan Council(2000), Baltimore Region Travel Demand Model, 1996 Validation. Task Report 00-1, Baltimore, Maryland, March 2000.
11. Chang-Jen Lan and Patricia S.Hu(2000), TRB, A Mixed Generalized Linear Model for Estimating Household Trip Production.
12. Chatterjee, A., Khasnabis., and Slade, L. J.(1977) Household stratification models for travel estimation, Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol.103(1), pp.199~213.
13. Douglas,A. (1973) "Home-Based Trip-End Models - A Comparison Between Category Analysis and Regression Analysis Procedures",

- Transportation Vol. 2, pp.53~70.
14. Dobson, R and McGarvey, W. (1977) "Empirical Comparison of Disaggregate Category and Regression Trip Generation Analysis Techniques", Transportation Vol. 6, pp.287~307.
 15. Goodman, L.A. and Kruskal, W.H.(1979) Measures of Association for Cross classifications, Spring Series in Statistics, Springer-Verlag, p.32.
 16. Institute of Transportation Engineers (1991), Trip Generation, An Information Report, 5th Edition, Institute of Transportation Engineers, Washington DC.
 17. Kikuchi, S and J.Rhee (2003), Adjustment of Trip Rates in the Cross-Classification Table Using Fuzzy Optimization Method, Transportation Research Board 82nd Annual Meeting, Washington, D.C.
 18. Kitamura, R. (1981) A Stratification Analysis of Taste Variations in Work Trip Mode Choice, Transportation Research, 15A(6), pp.473~485.
 19. Ortuzer, J.D. and Willumsen, L. G.(1994), Modeling Transport, John Wiley & Sons, Ltd, pp.132~139.
 20. Rengaraju, V.R. and Satyakumar, M. (1994) Structuring Category Analysis Using Statistical Technique, Journal of Transportation Engineering, ASCE Vol. 120(6), pp.930~939.
 21. Stopher, P.R. and McDonald, K. G.(1983) Trip Generation by Cross-Classification: An Alternative Methodology, Transportation Research Record, 944, pp.84-9.
 22. Wootton, H.J. and Pick, G. W.(1967) A Model for Trips Generated by Households, Journal of Transport Economics and Policy, I(2), pp.137~153.

✉ 주 작 성 자 : 김진자

✉ 논문투고일 : 2003. 11. 15

논문심사일 : 2004. 3. 11 (1차)

2004. 4. 7 (2차)

2004. 5. 31 (3차)

심사판정일 : 2004. 5. 31

✉ 반론접수기한 : 2004. 10. 31