

Zone특성 분할을 통한 유형별 통행발생 모형개발

Development of Trip Generation Type Models toward Traffic Zone Characteristics

김 태 호 Kim, Tae-Ho	정희원 · 한양대학교 도시대학원 연구교수 · 주저자 (E-mail : traffic@hanyang.ac.kr)
노 정 현 Rho, Jeong-Hyun	비회원 · 한양대학교 도시대학원 교수
김 영 일 Kim, Young-Il	비회원 · 한양대학교 도시대학원 박사수료
오 영 택 Oh, Young-Taek	정희원 · 한양대학교 도시대학원 박사수료 · 교신저자 (E-mail : trlab0902@hanyang.ac.kr)

ABSTRACT

Trip generation is the first step in the conventional four-step model and has great effects on overall demand forecasting, so accuracy really matters at this stage. A linear regression model is widely used as a current trip generation model for such plans as urban transportation and SOC facilities, assuming that the relationship between each socio-economic index and trip generation stays linear. But when rapid urban development or an urban planning structure has changed, socio-economic index data for trip estimation may be lacking to bring many errors in estimated trip. Hence, instead of assuming that a socio-economic index widely used for a general purpose, this study aims to develop a new trip generation model by type based on the market separation for the variables to reflect the characteristics of various zones. The study considered the various characteristics (land use, socio-economic) of zones to enhance the forecasting accuracy of a trip generation model, the first-step in forecasting transportation demands. For a market separation methodology to improve forecasting accuracy, data mining (CART) on the basis of trip generation was used along with a regression analysis. Findings of the study indicated as follows : First, the analysis of zone characteristics using the CART analysis showed that trip production was under the influence of socio-economic factors (men-women relative proportion, age group (22 to 29)), while trip attraction was affected by land use factors (the relative proportion of business facilities) and the socio-economic factor (the relative proportion of third industry workers). Second, model development by type showed as a result that trip generation coefficients revealed 0.977 to 0.987 (trip/person) for "production" 0.692 to 3.256 (trip/person) for "attraction", which brought the necessity for type classifications. Third, a measured verification was conducted, where "production" and "attraction" showed a higher suitability than the existing model. The trip generation model by type developed in this study, therefore, turned out to be superior to the existing one.

KEYWORDS

trip generation, traffic zone characteristics, data mining(CART), regression model

요지

통행발생은 4단계 모형의 처음 단계로 전체수요예측에 상당한 영향을 미치게 되므로 정확성이 무엇보다 필요한 단계라 할 수 있다. 현재 통행발생모형으로 도시교통 및 SOC시설 등의 계획에 널리 사용되고 있는 것은 선형회귀모형이며, 각종 사회경제지표와 통행발생량의 관계가 선형임을 전제로 한다. 하지만 급격한 도시개발이나 도시계획구조가 변경되었을 때 통행량을 추정하기 위한 사회경제지표 자료가 부족하여 추정된 통행량의 오차가 많을 수 있다. 이에 본 연구는 일반적으로 널리 사용되는 사회경제지표를 선형이란 가정을 하지 않고, 다양한 존의 특성을 반영할 수 있는 변수에 대한 시장분할을 토대로 새로운 유형별 통행발생모형을 개발하고자 한다. 본 연구에서는 교통수요예측의 처음 단계인 통행발생 모형의 예측력을 개선하기 위하여 존의 다양한 특성(토지이용, 사회경제적 등)을 고려하였다. 예측력 개선을 위한 시장분할 방법론으로는 통행 발생률을 기반으로 한 Data Mining(CART)방법과 회귀분석을 이용하였다. 연구의 결과를 살펴보면, 첫째, CART분석을 활용한 존 특성 분석결과, 유출통행은 사회경제적 요인(남녀상대비중, 연령대(22~29세))에 영향을 받고 있으며, 유입통행은 토지이용 요인(업무시설상대비중), 사회경제적 요인(3차 종사자상대비중)으로 나타났다. 둘째, 유형별 모형개발 결과 통행발생 계수 값은 유출의 경우 0.977~0.987(통행/인)이며, 유입의 경우 0.692~3.256(통행/인)로 나타나 유형구분이 필요한 것으로 나타났다. 셋째, 실측검증을 수행하였으며, 유출 및 유입의 경우 기존 모형보다 적합도가 높아진 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 유형별 통행발생모형이 기존 연구보다 우수한 것을 알 수 있었다.

핵심용어

통행발생, 교통존 특성, 의사결정나무법(CART), 회귀분석모형

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

교통수요분석에서 전통적으로 가장 많이 사용되는 방법은 4 단계 통행수요예측 모형이라 할 수 있다. 전통적인 단계별 접근방식을 활용한 교통수요예측방법은 다양한 도시교통여건에 적용되고 있으며 대부분의 교통수요예측에 공통적으로 활용되고 있다. 4단계 통행수요예측 모형이 다른 접근법과 구별되는 특징은 수요예측의 순차성¹⁾에 있다. 특히, 통행발생은 4단계 모형의 처음 단계이므로 이 단계의 추정결과에 따라 전체수요예측에 크게 영향을 미치게 되므로 정확성이 무엇보다도 필요한 단계라 할 수 있다. 일반적으로 통행발생단계에서는 계획 대상 도시지역의 장래 지표에 대한 정량적 예측을 기반으로 각 존 단위로 통행발생량을 예측하는 것이며, 현재 통행발생모형으로 도시교통 및 SOC시설 등의 계획에 널리 사용되고 있는 것은 선형회귀모형이다. 대부분의 선형회귀모형은 오차에 대한 가정과 각종 사회경제지표와 통행발생량의 관계가 선형임을 전제로 한다. 다소 설명력의 차이는 있지만 적용이 간편하고 결과해석이 용이하기 때문에 회귀모형이 널리 사용된다. 하지만 급격한 도시개발이나 도시계획구조가 변경되었을 때 통행량을 추정하기 위한 사회경제지표 자료가 부족하여 추정된 통행량의 오차가 많을 수 있다. 이에 본 연구는 일반적으로 널리 사용되는 사회경제지표를 선형이란 가정을 하지 않고, 다양한 존의 특성을 반영할 수 있는 변수에 대한 시장분할²⁾을 토대로 새로운 유형별 통행발생모형을 개발하고자 한다.

본 연구에서 제시되는 새로운 유형별 통행발생 모형과 기존 선행연구(서울시정개발연구원)의 자료를 비교하여 예측력 개선에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

1.2.1. 연구의 범위

본 연구의 범위(공간, 시간)는 2002년(검증용), 2006년(분석용)에 실시한 서울특별시 가구통행실태조사, 통계청, 과세대장자료를 활용하였다. 또한, 본 연구의 대상은 출근 목적통행으로 한정하였다.

1.2.2. 연구의 방법

본 연구는 존의 특성을 반영한 유형별 통행발생 모형 개발을 위하여 다음과 같은 단계별 내용을 연구의 방법으로 정하였다.

첫째, 국내·외 선행연구 검토를 토대로 통행발생모형의 착안

점 및 자료수집에 대한 변수를 선정하였다.

둘째, 가구통행실태조사와 통계청자료를 활용하여 출근목적 통행(유입/유출)에 영향을 줄 수 있는 다양한 변수를 수집 정리하였다.³⁾

셋째, 존의 특성(토지이용, 사회경제적)을 규명하기 위하여 상관분석, Data Mining(CART)분석을 실시하고 유형별⁴⁾영향요인을 토대로 모형 구상을 실시하였다.

넷째, 확정된 변수를 바탕으로 출근목적통행량(유입·유출)을 예측할 수 있는 유형별 통행발생 모형을 도출하고, 실측검증(Case Study)을 수행하였다.

다섯째, 개발된 유형별 통행발생 모형의 검증결과를 종합하고, 향후 연구 과제를 제시하였다.

2. 이론 및 선행 연구 검토

2.1. 통행발생과 토지이용의 관계

도시나 지역을 유지시켜 주는 중요한 요인은 교통시스템(Transportation system)과 토지이용시스템(Land Use System)이다. 토지이용계획은 인간 활동에 필요한 토지의 양을 분석하여 합리적으로 공간상에 배분시키는 것이 목적이지만, 교통계획은 지리적 공간을 서로 신속하게 연결시켜 접근성을 높여 주는 데 그 목적이 있다. 따라서 토지이용시스템과 교통시스템의 관계는 상호 밀접한 연관관계를 가진다 할 수 있다. 결과적으로 수도권과 같은 도심지역에서 급격한 도시행태 변화 및 고밀개발을 진행할 경우 통행발생의 패턴은 지속적으로 영향을 받으며 변화할 것이다. 따라서 본 연구는 교통과 도시의 밀접한 관계를 대변할 수 있는 토지이용변수의 도입이 필요하다고 판단되며, 최근 과세대장자료 DB사업에서 활용되고 있는 행정구역별 연상면적(입체적)자료를 활용한다면 더욱 설명력 있는 통행발생 모형을 개발할 수 있을 것이라 판단된다.

2.2. 통행발생 영향요인 검토

통행발생과 관련 있는 영향요인을 검토해보면, 토지이용 외에도 존의 사회경제적 특성이 있다. 영향요인에 대하여 세부적으로 살펴보면, 첫째, 토지이용관련 요인은 교통 분석을 위해 구축된 존의 인구밀도, 토지이용 유형(사무실, 공업, 상업, 학교, 공원 등), 토지이용 밀도 등이 있다. 이들 변수들은 어떤 시점에서 존의 공간적 특성인 토지이용에 따라 변하므로 입지 변수 혹은 토지이용 변수로 불린다. 둘째, 사회경제적 요인을 살펴보면, 존의 차량보유대수, 가구소득, 구성원의 분포, 고용자

1) 4단계(통행발생(TG : Trip Generation), 통행분포(TD : Trip Distribution), 수단분담(MS : Modal Split), 통행배정(TA : Trip Assignment)의 개별적 과정을 거치게 되며, 개별 단계는 선행단계의 추정결과에 근거해 모형을 수립하므로 선행단계의 중요성은 매우 큼

2) Data Mining기법(CHAI, CART)을 활용하여 통행발생률(인/통행)의 유사성을 바탕으로 변수를 세분화하는 방법임.

3) 독립변수는 사회경제적 요인(인구, 성별분포, 취업자/종사자수 등), 토지이용 요인(주거, 상업, 업무의 연상면적 등)을 의미함.

4) 존의 통행 발생률에 영향을 미치고 있는 성별분포, 취업자수, 토지이용의 상대 비중 등을 의미함.

수 등이 있다. 이들 사회경제적 변수들은 시점의 변화에 따라 급격하게 변화할 소지가 크다는 점에서 예측의 어려움이 존재한다. 예컨대 가구의 승용차 보유대수는 시점의 변화에 따라 급격한 변화가 나타날 수 있다. 따라서 통행발생의 분석과 예측을 위해서는 이들 영향요인(토지이용, 사회경제적)을 적절하게 고려하는 것이 필요하며, 예측력을 향상시킬 수 있도록 사회경제적 요인에 대한 부분은 상대적 비중(LQ : Location Quotation)으로 변환하여 변수를 포함하는 것도 필요하다고 판단된다.

2.3. 선행연구 고찰

통행발생모형 중 출근통행과 관련된 선행연구 검토결과, 국외의 경우 가정기반 통행(Home-Based Trip)과 비가정기반 통행(Non Home-Based)으로 나누어 통행특성에 따라 통행발생(유출)과 통행도착(유입) 모형을 적용하고 있으나, 국내의 경우 기초 데이터가 부족하여 특정변수 한두 개를 활용한 회귀분석 모형을 사용하고 있다. 현재 국내의 대표적인 통행발생모형 개발시 OD접근방법으로만 접근하여 존 단위의 회귀분석법을 주로 사용하였다. 회귀분석법에 사용한 독립변수는 사회경제적요인(인구, 종사자수, 취업자수, 승용차 보유대수 등)을 중심으로 출근통행특성을 설명하기에는 한계가 있어 모형의 신뢰성이 낮을 수밖에 없었다.⁵⁾

이러한 연구결과들을 보완하기 위하여 다양한 국내의 연구들이 이루어졌으며, 출근통행을 중심으로 요약하여보면, 표 1과 같다.

표 1. 국내의 출근통행관련 발생모형 선행연구 고찰 종합표

연구보고서(연도)	분석 방법	대상	독립변수(Independent Variable)	
			발생/생성통행	도착 /유입통행
서울시교통개선 방안에 관한 연구(1983)	회귀 분석	출근	거주인구, CBD까지 거리	CBD접근거리, 고용자수, 비주거연상면적
경기지역 도로, 전철교통망 장기 개발계획(1992)	회귀 분석	전체 통행	승용차보급률, 학생수, 인구, 고용자수	승용차보급률, 학생수, 인구, 고용자수
서울시교통정비기본계획 (1994)	회귀 분석	출근	거주인구	고용자수
교통소통촉진을 위한 간선도로 정비기본계획 (1998, 2001)	회귀 분석	통근	인구	고용자
서울시교통수요 예측모형 정립(1998)	회귀 분석	통근	취업자수	종사자수
수도권 및 5대 광역권 여객 통행량 분석(2003, 2008)	회귀 분석	출근	-	종사자수
수도권 장래교통수요 예측 및 대응방안 연구(2009)	회귀 분석	출·퇴근	취업자수	1,2차 산업 종사자수 3차산업종사자수

5) 통근통행 모형에 결정적 변수로 활용되는 고용자수의 경우 통근도착 모형에 적용할 수 있으나 거주지 통근발생은 거주지 취업자수로 설명하여야 하기 때문에 통근발생 모형에 고용자수를 적용하는 것은 모형결과의 왜곡을 초래하게 됨.

다음으로 국외의 경우를 살펴보면, 볼티모어, 인디애나 주, 애틀랜타 등 다양한 연구들이 이루어지고 있으나, 회귀분석방법을 중심으로 요약 정리하였다.

전반적으로 국외의 경우 장래교통수요예측에서 통행발생모형은 카테고리 분석법(Category Analysis)을 사용하고 있으며, 유인 모형은 회귀분석법(Regression Analysis)을 활용하고 있다.

표 2. 국내외의 출근통행관련 발생모형 고찰 종합표

구 분	통행목적	독립변수
볼티모어	HBW (가정기반 출근)	가구내 종사자수
인디애나		가구원수, 승용차보유대수
디트로이트		소득, 생활주기, 취업자수 · 고용자수

2.4. 본 연구의 착안점⁶⁾

본 연구에서는 실제 교통수요예측(통행발생, 회귀분석법)에 활용되고 있는 연구들을 중심으로 문헌을 검토하였다. 지금까지 검토한 결과를 바탕으로 다음과 같은 연구의 착안점을 정립할 수 있다.

첫째, 예측력을 향상시키기 위하여 중요한 독립변수를 2개 이상 투입할 경우 회귀분석 모형에서 발생하는 다중공선성 문제이다. 이러한 경우 다중공선성에 대한 문제점을 포함하면서 독립변수로 고려하기 보다는 가장 상관관계(3.3 분석 참조)가 높은 변수를 독립변수로 선정 후, 다중공선성이 있는 독립변수를 유형분류에 활용한다면 예측력 향상이 가능할 것으로 판단된다.

둘째, 회귀분석법을 활용할 경우 선형함수임을 가정하는데,

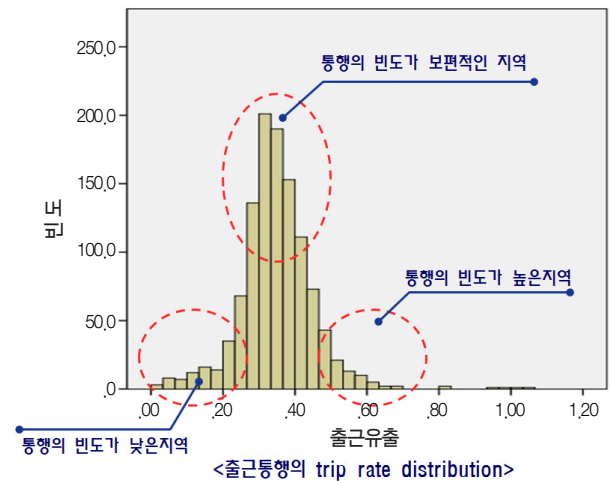


그림 1. 지역별 통행빈도 개념도⁷⁾

6) 회귀분석은 선형성에 대한 가정, 데이터가 회귀모형에 적합하지 않을 경우, 존 단위의 선형회귀모형은 통행출발·도착형태가 동질적이지 못할 경우 많은 오차가 유발됨.

7) 가구통행실태조사(2006)의 존 별 통행빈도를 나타낸 결과, 통행빈도가 높은 지역과 낮은 지역이 상당히 존재함을 알 수 있음. 이는 기존 독립변수(인구, 종사자수, 취업자수 등) 이외에 지역이 갖는 특성이 통행의 빈도에 영향을 주기 때문으로 판단됨.

통행발생량과 이를 결정하는 설명변수들 간에는 선형의 관계가 성립되지 않는 경우도 존재한다. 이러한 경우 지역특성(Traffic Zone)별로 구분하여 선형의 형태를 가지는 다양한 시장분할 기법을 활용하는 것이 바람직하다고 판단된다(그림 1참조).

셋째, 수도권과 같이 개발이 지속적으로 이루어지는 지역의 경우 토지이용 변수를 고려하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 최근 과세대장자료 DB화 사업에서 제시하고 있는 행정구역별 연상면적(입체적)을 고려하여 토지이용과 발생량간의 관계를 추가적으로 설명할 수 있는 모형을 개발하는 것이 적절하다고 판단된다.

3. 자료조사 및 변수선정

3.1. 자료의 개요⁸⁾

본 연구에서는 2002년부터 2006년까지 가구통행실태조사 자료, 통계청, 과세대장자료(국세청)를 대상으로 자료를 수집하였다. 수집된 변수의 세부적인 내용은 다음과 같다.

표 3. 수집된 자료 세부사항

구분	내용		척도
종속변수	출근 목적통행량(통행/일)		비율척도
독립변수	사회 경제적 요인	인구(5세 단위 연령대별 인구) 성별구성비(남, 여) 종사자수(1차, 2차, 3차)	비율척도
	토지이용 요인	유형별 연상면적 (주거, 상업, 업무 등)	
	조합변수 ⁹⁾	성별, 종사자, 토지이용에 대한 상대적 비중(LQ)	명목척도

주 1 : 조합변수는 LQ기법을 활용하여 비중이 높고 낮은 지역으로 구분하고 명목 척도(Nominal)임.

주 2 : 자료 수집대상은 서울특별시 522개 행정동(소존)을 대상으로 함.

3.2. 기초통계분석 : 통행발생률

본 연구의 대상인 종속변수(유입, 유출통행량)에 대한 분포를 표현한 것으로 그림 2와 같다.

통행 유출에 대한 집단별 평균 분포는 0.51~0.59통행/인이며, 유입의 경우 0.67~3.84통행/인으로 나타났다.

상대적으로 유입의 경우 시장분할에 대한 효과가 유출에 비해 높을 것으로 판단된다.

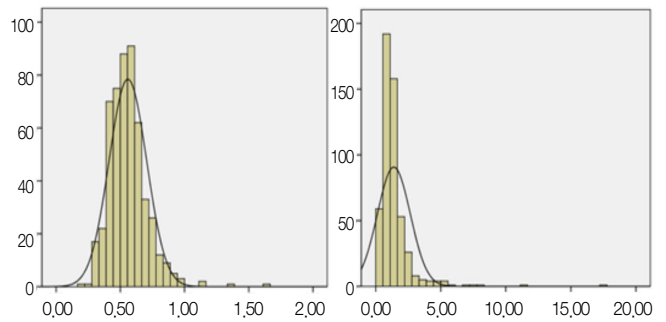


그림 2. 유출(左), 유입(右)통행량의 통행빈도 Graph

3.3. 상관분석 결과

연구의 착안점에서 언급한 다중공선성 있는 변수를 유형분류에 활용하기 위해서는 통행발생 모형에 가장 높은 영향을 주는 독립변수를 선정하는 것이 필요하다.

따라서 잠재적 종속변수와 독립변수들 간에 상관분석을 실시하고 가장 영향관계가 높은 변수를 선정하였다.

분석결과, 유출통행량의 경우 22~65세 남자인구(0.918), 유입통행량의 경우 총 종사자수(0.951)가 가장 높은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 상관분석을 통해 도출된 독립변수는 유형별 회귀모형을 개발할 때 독립변수로 활용한다.

나머지 변수들은 유형분류, 범주화에 활용하여 예측력을 향상시킬 수 있는 유형별 회귀분석을 개발하는데 활용한다.

표 4. 상관분석 결과

잠재적 종속변수	독립 변수
유출 통행량	총인구수(0.861**), 22~29세 인구(0.820*), 30~39세 인구(0.849**), 40~49세 인구(0.815**), 50~59세 인구(0.757**), 60~65세 인구(0.689**), 66세 이상 인구(0.678**), 22~65세 남자인구(0.918**), 22~65세 여자인구(0.862**)
유입 통행량	총 종사자수(0.951**), 1차 종사자수(0.531*), 2차 종사자수(0.816*), 3차 종사자수(0.915*), 2~3차 종사자수(0.921**)

4. 통행발생 시장분할 및 모형개발

4.1. 통행발생모형 영향 요인 규명

CART(Classification & Regression Tree)분석¹⁰⁾을 이용하여 통행발생률(유입·유출)의 예측 및 도표를 작성하여 보았다. 모든 데이터의 척도는 연속형(Scale)과 명목형(Nominal)

8) 통행발생·도착 모형에 적용된 설명변수 즉, 사회경제지표는 모형의 목적이 현상파악 및 분석에 따른 정책방향 도출에 있는 경우 세부적이고 복잡한 변수적용이 가능하지만, 장래예측에 목적이 있는 경우는 설명력이 높고 장래 예측이 가능한 설명변수가 선정되어야 함.

9) LQ법을 이용 평균이상(1) 평균이하(0)로 명명함.

10) CART분석은 Data Mining(의사결정나무법 : Decision Tree Analysis)의 하나로써 그룹 내 동질성(Homogeneity)이 높은 그룹을 판별하기 위해서 불순도함수(Impurity function)를 사용한다. 동질성이란 데이터의 특성 및 형태가 유사한 것들을 뜻하며, 불순도함수란 데이터들 간의 분산 등과 같은 흩어짐의 정도를 의미한다. 이러한 CART분석의 기본 개념을 이용하여 통행발생(유입·유출)이 유사한 데이터로 그룹을 형성하여 유형을 결정해주는 분석임.

이며, 분류기준은 분산의 감소량을 이용하여 나무의 가치를 분
리하였다. 가지치기의 기준은 표준오차가 0.5%⁴⁾로 설정하였다.

전체적인 CART 분석결과를 각 노드별로 조정하여 세부적으
로 살펴보면 다음의 그림 3, 그림 4와 같다.

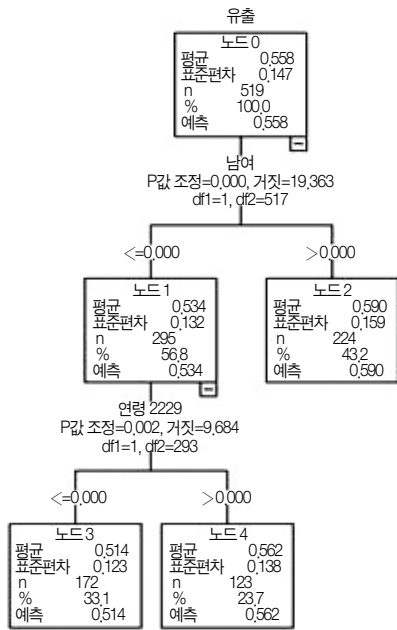


그림 3. CART분석을 활용한 시장분할 결과(유출통행)

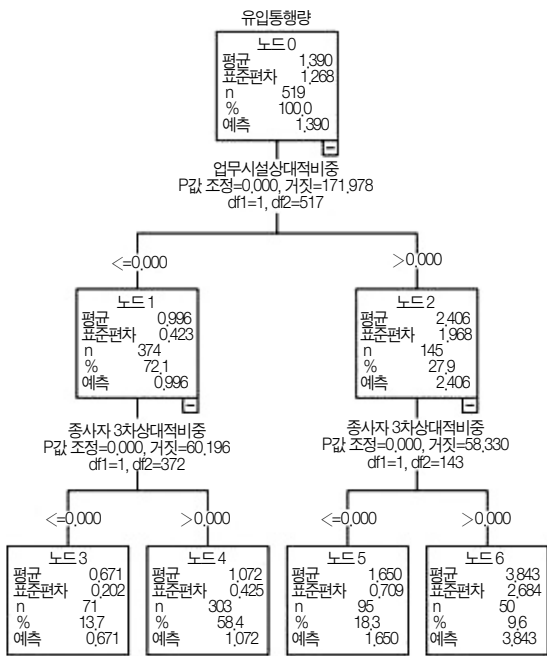


그림 4. CART분석을 활용한 시장분할 결과(유입통행)

유출통행에 가장 주요한 영향을 미치는 준특성은 남녀상대비
중이며, 다음으로 연령대 인구(경제활동인구)로 나타났다. 세
부적인 시장분할 결과는 다음의 표 5에 제시하였다.

표 5. 유출통행량 시장분할 종합표

유형구분 세부설명		모형 구분
Layer 1	Layer 2	
남자 비중 높은 지역 (0.590)	-	Model 1
남자 비중 낮은 지역 (0.534)	22~29세 연령대 구성비 높은 지역(0.562)	Model 2
	22~29세 연령대 구성비 낮은 지역(0.514)	Model 3

주 1 : ()안은 유형별 통행 발생률을 의미함.

유입통행에 가장 주요한 영향을 미치는 준특성은 토지이용특성
인 업무시설 상대비중이며, 다음으로 3차 종사자 상대비중으로
나타났다. 세부적인 시장분할 결과는 다음의 표 6에 제시하였다.

표 6. 유입통행량 시장분할 종합표

유형구분 세부설명		모형구분
Layer 1	Layer 2	
업무시설 비중 낮은 지역 (0.996)	3차산업 구성비 낮은지역 (0.671)	Model 1
	3차산업 구성비 높은지역 (1.072)	Model 2
업무시설 비중 높은 지역 (2.408)	3차산업 구성비 낮은지역 (1.650)	Model 3
	3차산업 구성비 높은지역 (3.843)	Model 4

주 1 : ()안은 유형별 통행 발생률을 의미함.

4.2. 유형별 통행발생모형 개발 및 검증

4.2.1. 모형 개발 방법론 구상

본 모형개발 방법론 구상을 위해 국내에서 공신력있는 조사기
관에서 수행한 자료에서 취득이 가능한 자료를 재정리하여 조합
하였다. 특히 본 연구의 가장 주요한 착안점을 증명하기 위해서
Data Mining(CART)기법을 활용하여 시장분할을 시도하였으
며, 통행발생량(유입·유출)에 영향을 미치는 변수들을 도출하였
다. CART 분석결과, 통행발생량(유입·유출)에 영향관계가 통
계적으로 입증된 인구통계학적 요인(성별, 연령대인구)과 토지
이용변수(업무시설 상대비중), 산업관련 요인(3차 종사자수 상
대비중)을 토대로 다음과 같은 유형별 모형 구상을 하였다.

표 7. 유형별 통행발생 모형 구상(안)

모형유형 구분		유형특성 세부설명
유입 Model	$Y_1 = a_1(X_1) + C$	남자성비 (H)
	$Y_2 = a_2(X_2) + C$	여자성비(H) & 경제활동인구(H)
	$Y_3 = a_3(X_3) + C$	여자성비(H) & 경제활동인구(L)
유출 Model	$Y_1 = a_1(X_1) + C$	업무시설비(L) & 3차 산업 종사자(H)
	$Y_2 = a_2(X_2) + C$	업무시설비(L) & 3차 산업 종사자(L)
	$Y_3 = a_3(X_3) + C$	업무시설비(H) & 3차 산업 종사자(H)
	$Y_4 = a_4(X_4) + C$	업무시설비(H) & 3차 산업 종사자(L)

주 1 : X_i : i 독립변수. Y_i : i 유형의 발생량(행정동 단위)

주 2 : H(High)로 상대비중이 높은 지역, L(Low)로 상대비중이 낮은 지역을 의미함.

4.2.2. 통행발생 모형 도출 : 유출

모델에 대한 결정계수(R Square)는 0.9 이상으로 전체 분산 중에서 약 90% 이상을 설명한다는 의미이다.

더빈-왓슨(Durbin-Watson) 통계량은 자기상관에 대한 검증을 하기 위한 검정통계량으로 더빈-왓슨값이 2에 가까우면 자기상관현상이 무시될만 하므로 여기에서는 1.942~1.999로 자기상관이 없다고 할 수 있다.

표 8. 유출 모형결과 요약

구 분	R	R ²	Adjusted-R ²	Durbin-Watson
모형 1	0.977	0.954	0.953	1.942
모형 2	0.987	0.957	0.957	1.999
모형 3	0.982	0.965	0.964	1.942

구 분	비표준 계수(B)	표준화 계수(Beta)	t 값	유의확률	
모형 1	인구 (22~65)	0.564	0.977	67.711	0.00
모형 2		0.554	0.978	52.146	0.00
모형 3		0.503	0.982	68.299	0.00

주 1 : 종속변수는 유출통행량(통행/일)

4.2.3. 통행발생 모형 도출 : 유입

모델에 대한 결정계수(R Square)는 0.9 이상으로 전체 분산 중에서 약 90% 이상을 설명한다는 의미이다.

더빈-왓슨(Durbin-Watson) 통계량은 자기상관에 대한 검증을 하기 위한 검정통계량으로 더빈-왓슨값이 2에 가까우면 자기상관현상이 무시될만 하므로 여기에서는 1.912~1.999로 자기상관이 없다고 할 수 있다.

표 9. 유입 모형결과 요약

구 분	R	R ²	Adjusted-R ²	Durbin-Watson
모형 1	0.948	0.900	0.898	1.912
모형 2	0.990	0.981	0.980	1.999
모형 3	0.962	0.926	0.965	1.942
모형 4	0.929	0.863	0.861	1.933

구 분	비표준 계수(B)	표준화 계수(Beta)	t 값	유의확률	
모형 1	총 종사자	0.692	0.948	25.050	0.00
모형 2		1.283	0.990	68.809	0.00
모형 3		1.080	0.962	61.295	0.00
모형 4		3.256	0.929	17.599	0.00

주 1 : 종속변수는 유출통행량(통행/일)

4.3. 통행발생 모형 실측검증 결과

본 연구에서 개발한 유형별 통행발생 모형과 서울시정개발연구원(SDI)에서 사용하고 있는 모형을 2002년도 실제 통행량 조사 자료와 비교하였다.

비교결과를 위해서는 오차율, RMSE(Root Mean Square Error), 산점도(Scatter Diagram)를 활용하여 제시하였으며, 수식은 다음과 같다.

오차율(%)

$$= \frac{\text{모형적용결과} - \text{2002년 서울시가구통행실측자료}}{\text{2002년 서울시가구통행실측자료}} \times 100$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(T_i^o - T_i^e)^2}{N}}$$

여기서, T_i^o : i 지역의 실측량

T_i^e : i 지역의 추정량

N : 분석대상존의 개수

4.3.1. 유입모형 검증결과

본 연구에서 개발한 유형별 통행발생 유입모형결과 기존 연구에서 제시된 모형보다 오차율과 RMSE가 낮게 나오는 것을 알 수 있다.

표 10. 유입모형에 대한 실측검증결과

구 분	오차율	RMSE
기존모형(SDI)	-1.28%	1660.5
본연구(유형별모형)	-0.89%	1366

이러한 결과는 평균적인 특성을 가지는 존 보다는 극단치(과소, 과대)가 존 특성을 통한 시장분할로 인하여 개선된 것임을 간접적으로 알 수 있다.

다음의 그림 5와 그림 6을 비교하여 보면, 그림 6의 경우가 중심으로부터 편차가 감소한 형태임을 알 수 있다.

4.3.2. 유출모형 검증결과

본 연구에서 개발한 유형별 통행발생 유출모형결과 기존 연구에서 제시된 모형보다 오차율과 RMSE가 낮게 나오는 것을 알 수 있다. 유입모형보다 시장분할에 따른 통행 발생률 차이가 있었던 결과와 연계해보면 개선효과가 유입보다 큰 것은 적절하다고 판단된다.

이러한 결과는 평균적인 특성을 가지는 존 보다는 극단치(과소, 과대)가 존 특성을 통한 시장분할로 인하여 개선된 것임을 간접적으로 알 수 있다.

표 11. 유출모형에 대한 실측검증결과

구 분	오차율	RMSE
기존모형(SDI)	-2.43%	4958.5
본연구(유형별모형)	-1.48%	3728.5

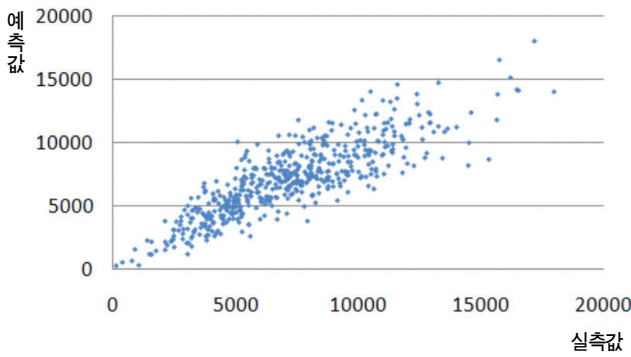


그림 5. 실측검정결과 비교 Graph (유입 : 기존모형)

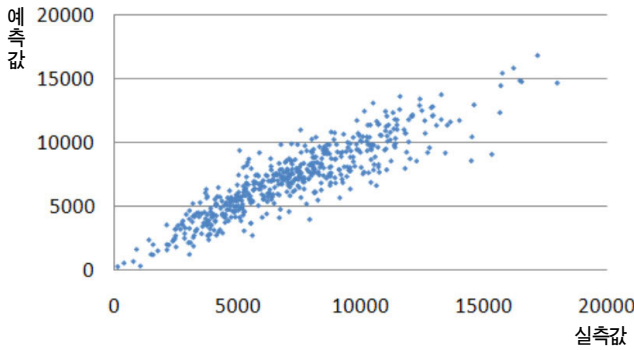


그림 6. 실측검정결과 비교 Graph (유입 : 본 연구모형)

다음의 그림 7과 그림 8를 비교하여 보면, 그림 7의 경우가 중심으로부터 편차가 감소한 형태임을 알 수 있다.

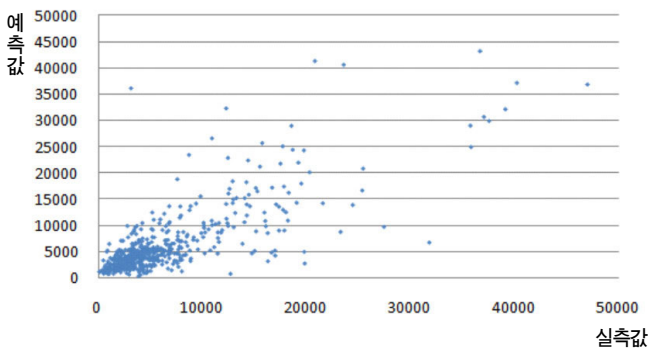


그림 7. 실측검정결과 비교 Graph (유출 : 기존모형)

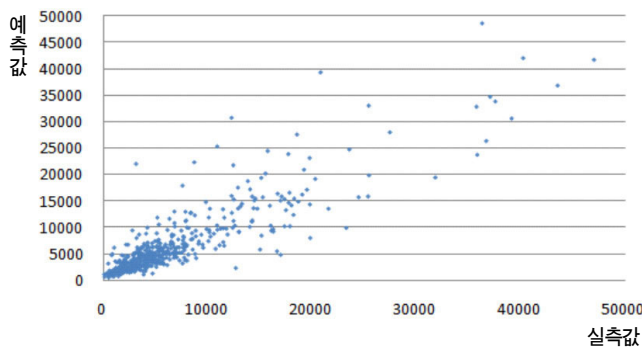


그림 8. 실측검정결과 비교 Graph (유출 : 본 연구모형)

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 교통수요예측의 처음 단계인 통행발생 모형의 예측력을 개선하기 위하여 존의 다양한 특성(토지이용, 사회경제적 등)을 고려하였다. 예측력 개선을 위한 시장분할 방법론으로는 통행 발생률을 기반으로 한 Data Mining(CART)방법을 이용하였다.

연구의 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, CART분석을 활용하여 존 특성을 분할한 결과, 유출 통행의 유형을 분류하는 요인으로는 사회경제적 요인인 남녀상대비중과 연령대(22~29세)에 영향을 받는 것으로 나타났다. 유입통행의 경우는 토지이용 요인인 업무시설 상대비중과 사회경제적 요인인 3차 종사자 상대비중으로 나타났다.

둘째, 시장분할 결과에 대한 통행 발생률의 차이를 살펴보면, 유출모형은 성별 상대비중으로 구분할 경우 평균 통행 발생률이 0.534~0.590(통행/인)이며, 22~29세 연령대의 상대비중으로 구분할 경우 평균 통행 발생률이 0.514~0.562의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 유입모형은 업무시설의 상대비중으로 구분할 경우 평균 통행 발생률이 0.996~2.408(통행/인)이며, 3차 산업의 상대비중으로 구분할 경우 평균 통행 발생률이 0.671~3.843(통행/인)의 차이를 가지는 것으로 나타났다. 결과적으로, 유출의 경우 사회경제적 요인에 의한 시장분할 할 경우 차이가 다소 낮지만, 유입의 경우는 토지이용과 사회경제적 요인에 의한 시장분할을 하지 않을 경우 발생할 오차가 크게 나타날 것으로 판단되어 시장분할을 통한 유형별 모형개발이 필요한 것으로 판단된다.

셋째, 유형별 모형개발 결과 통행발생 원단위에 해당하는 계수 값은 유출의 경우 0.977~0.987(통행/인)이며, 유입의 경우 0.692~3.256(통행/인)로 나타나 유형구분이 필요한 것으로 나타났다.

넷째, 2002년의 가구통행실태조사 자료를 활용하여 실측검증을 수행하였으며, 유출 및 유입의 경우 기존 모형보다 적합도가 높아진 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서 제시한 사회경제적, 토지이용 요인들을 활용한 시장분할 결과를 반영하여 유형별 통행발생모형을 개발한 결과가 기존 연구보다 우수한 것을 알 수 있었다.

본 연구는 공신력 있는 국가기관 데이터를 바탕으로 통행발생모형을 개발하였지만 다음과 같은 한계를 내재하고 있다.

첫째, 자료와 변수 수집에 대한 한계이다. 통행 발생률에 영향을 미치는 접근성(CBD) 등을 추가적으로 조사 분석한다면, 더욱 의미 있는 시사점을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 분석대상에 대한 한계이다. 본 연구는 서울을 대상으로 한 연구결과로 수도권권을 포함한 지방 광역권 등으로 확대 적용하는 연구가 필요하다고 판단된다.

향후 이와 같은 여러 연구를 통해 부족한 부분들이 보완되어

교통수요예측 및 계획분야에서 활용될 수 있도록 연구자의 관심이 요구되어진다.

알림

이 논문은 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 교통체계효율화사업(09교통체계-지능06)의 지원에 의해 수행되었습니다.

This study is part of a research project (Grant No. 09-TSIP-106) sponsored by KICTTEP(Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning). The financial support is gratefully acknowledged.

참고 문헌

건설교통기술평가원(2010), "교통체계효율화사업(09교통체계-지능06)의 여객수요모형부문 제2차 Workshop자료"

경기도(1992), "경기지역 도로, 전철교통망 장기개발계획"

경기도 교통 DB 센터 Homepage

교통개발연구원(2003), "국가교통 DB 구축사업 수도권 및 5대 광역권 여객수요분석"

교통부(1983), "서울특별시 교통개선 방안에 관한 연구"

국토해양부(2008), "광역권 여객 기종점 통행량 전수화"

김순관(1998), "서울시 교통수요 예측모형 정립"

류시균(2004), "경기도 교통수요관리안안 연구"

서울특별시(1994), "교통정비 기본계획"

서울특별시(1998), "교통소통촉진을 위한 간선도로 정비 기본계획"

수도권 교통본부(2007), "2006 수도권 가구통행실태조사"

수도권 교통본부(2009), "수도권 미래교통 수요예측 및 대응방안 연구"

수원시(2005), "수원시 가구통행실태조사 및 OD 구축"

지우석(1998), "경기도 통행유발원단위 산정방안"

통계청 Homepage

접 수 일 : 2010. 8. 9
 심 사 일 : 2010. 8. 9
 심사완료일 : 2010. 9. 10