

■ 論 文 ■

베이지안 망을 이용한 통행발생 모형의 설계 및 구축

Design and Implementation of Trip Generation Model
Using the Bayesian Networks

김 현 기

(교통개발연구원 책임연구원)

이 상 민

(교통개발연구원 연구위원)

김 강 수

(교통개발연구원 연구위원)

목 차

I. 서론

II. 기존 연구의 고찰

III. 베이지안 망의 설계

1. 분석 자료

2. 베이지안 망의 설계

IV. 통행발생 모형의 구축 및 분석

1. 베이지안 망의 구축

2. 종속적 카테고리 모형의 분석

V. 결론 및 향후 과제

참고문헌

Key Words : 베이지안 망(Bayesian Networks), 베이지안 통계 이론(Bayesian Statistics Theory), 종속적 카테고리 분석(Dependent Category Analysis), 통행발생(Trip Generation), 회귀모형(Regression Model)

요 약

베이지안 망(Bayesian Networks)은 인공 신경망, 유전자 알고리즘, 전문가시스템, 퍼지이론 등과 더불어 데이터마이닝의 중요한 기법 중의 하나로서, 베이지안 통계 이론(Bayesian Statistics Theory)을 적용하여 변수들간의 확률적인 관계를 기호화함으로써, 설명변수들과 종속변수들간의 인과관계를 파악할 수 있다.

이 연구는 2002년도 수도권 가구통행실태조사 자료의 가구, 개인 및 통행 특성(가구수입, 승용차 보유대수, 주택규모, 통행목적 등)을 반영하여, 베이지안 망을 이용한 통행발생 모형을 처음으로 설계·구축하여, 각 변수들간의 상관관계와 인과관계를 분석함으로써, 설명변수인 가구수입의 구성비가 변화했을 때 승용차 보유대수와 주택규모 구성비의 변화율(확률)을 예측한다. 그리고 승용차 보유대수와 주택규모의 구성비가 변화했을 때 통행목적 구성비의 확률을 예측한다. 또한 통행목적의 발생량이 변화했을 때, 가구 특성 구성비의 변화에 따른 발생량을 예측한다.

따라서, 이 연구는 현실에는 존재하지만 설명변수들간의 복잡한 상관성을 배제하고 설명변수와 통행목적간의 단순한 직선관계를 가정하는 기존 통행발생 모형의 한계를 극복할 수 있는 가능성을 제시한다. 또한 선택되지 않은 통행목적에 대한 정보의 부족으로 인한 통행발생 모형 구축의 어려움을 극복한다. 또한 통행목적의 변화를 실시간으로 모의실험(Simulation) 할 수 있는 방법론을 개발하여 다양한 교통정책에 확대·적용할 수 있을 것이다.

I. 서론

대도시권의 인구집중 및 소득수준의 향상에 따른 교통수요는 계속해서 증가하고 있으나, 이에 따른 효과적인 교통정책 및 교통시설의 부족으로 도시교통문제가 가중되고 있다. 이러한 교통문제의 완화를 위해서 사람과 화물의 통행발생에 따른 통행분포, 통행수단 선택 및 통행배정에 관한 상세한 자료가 필요하며, 이를 통하여 적절한 교통계획 및 교통정책을 수립할 수 있다.

베이저안 망(Bayesian Network)은 인공 신경망, 유전자 알고리즘, 퍼지이론, 전문가시스템 등과 더불어 데이터마이닝의 중요한 기법 중의 하나로서, 베이저안 통계 이론(Bayesian Statistics Theory)를 적용하여 변수들간의 확률적인 관계를 기호화함으로써, 설명변수들과 종속변수들간의 인과관계를 파악할 수 있다.

이 연구는 기존에 적용되지 않은 베이저안 망을 이용하여 수도권 통행발생 모형을 설계한다. 2002년도 수도권 가구통행실태조사 자료의 가구, 개인 및 통행 특성을 반영하여 베이저안 망을 이용한 통행발생 모형을 구축하여, 각 변수들간의 상관관계와 인과관계를 분석함으로써, 설명변수인 가구수입의 구성비가 변화했을 때 승용차 보유대수와 주택규모의 발생량을 예측한다. 또한 승용차 보유대수와 주택규모의 구성비가 변화했을 때 통행목적의 발생량을 예측한다.

따라서, 이 연구는 현실에는 존재하지만 설명변수간의 복잡한 상관성을 배제하고 설명변수들과 통행목적들간의 단순한 직선관계를 가정하는 기존 통행발생 모형의 한계를 극복할 수 있는 가능성을 제시한다. 또한 선택되지 않은 통행목적에 대한 정보의 부족으로 인한 통행발생 모형 구축의 어려움을 극복한다. 또한 다양한 교통정책에 따른 통행목적 발생량의 변화를 실시간으로 모의실험(Simulation) 할 수 있는 방법론을 개발한다.

II. 기존 연구의 고찰

통행발생 모형은 전통적인 4단계 모형의 첫번째 단계로서 과거추세연장법, 회귀분석법, 카테고리분석법 등이 주로 쓰인다.

국내의 경우 기초자료가 부족하기 때문에 대부분 회귀분석 모형을 사용하고 있다. 외국의 경우는 일반적으로 가정기반 통행과 비가정기반 통행으로 나누어 통행모형을 적용하고 있다. 국내의 통행발생 모형에서는 인

구, 고용자수, 학생수 등을 주로 사용하고 있다.

경기지역 도로, 전철 교통망 장기 개발계획(1992)에서는 자동차 보급률, 학생수, 인구, 고용자수를 변수로 통행 발생량과 도착량의 회귀모형을 정립하였다.

서울시 교통개선 방안에 관한 연구(1992)에서는 출근, 등교, 기타 통행으로 나누어 회귀모형을 정립하였다.

서울시 교통정비 기본계획(1994)에서는 통행목적별 출근, 등교, 업무, 귀가, 기타 등으로 나누어 회귀모형을 적용하였다.

김익기(1997)는 전통적인 교통수요 4단계 분석과정 중 통행발생, 통행분포 및 통행수단선택의 각 분석 과정의 교통수요분석에서 통행목적별 O-D 접근 방법과 P-A 접근 방법의 이론적인 비교 연구를 실시하였다. 이 연구에서는 행태적 측면에서 P-A 접근 방법은 O-D 접근 방법과 비교할 때, 통행패턴을 보다 더 잘 표현하고 있으며, 또한 집합화 오차도 더 적으므로 P-A 접근 방법이 더 우수하다고 주장하였다.

장수은·김대현·임강원(2000)은 신경망 이론을 통행발생 모형에 적용하여 회귀모형과 비교하여, 역전파 신경망(Backpropagation) 모형이 회귀모형의 설명력과 안정성을 상회하는 결과를 보였으며, 통행발생 모형으로의 적용 가능성을 보이는 것으로 해석하였다.

김진자·이종호(2004)는 1996년과 2002년 교통센서스 자료를 이용하여 출근 및 등교 통행의 발생량을 예측하여 카테고리 분석과 회귀 분석을 방법을 적용하여 카테고리 분석이 회귀 분석의 취약점을 보완할 수 있음을 주장하였다.

또한 외국의 사례를 살펴보면, Chang-Jen Lan & Patricia S. Hu(2000)는 1995년 Nationwide Personal Transportation Survey에서 가구의 통행 발생률을 음지수 확률분포를 사용한 일반화된 선형모형으로 통행 발생률을 추정하는 방법을 제안하였다.

카테고리 모형(Category Model)은 1960년대 후반에 통행 발생량과 가구 특성과의 관계 접근에서 시작된 모형이다. 일반적으로 자동차보유대수, 가구원수, 가구수입 그리고 가구위치 등의 조합을 카테고리로 사용한다.

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

첫째, 관측된 자료로 만들어진 통행 발생률의 적합성을 판단할 수 있는 통계적 방법이 없다.

물체, 셀의 샘플이 다르거나 어떤 셀은 샘플이 없을 수도 있기 때문에, 셀값의 신뢰도가 일정하지 않다.

셋째, 시행착오 방법을 제외하고 카테고리의 가장 좋은 조합을 결정하기 위한 효율적인 방법이 없다.

넷째, 통행 발생률은 교통운영 체계와 토지 이용패턴이 크게 변하지 않는 지역에서 이용이 가능하다.

위의 여러 가지 연구의 단점을 보완하기 위한 방법으로 Stopher & McDonald(1983)는 카테고리를 효율적으로 선택하기 위한 방법으로 적합도 검정(Goodness-of-Fit Test)을 사용한 다중 카테고리 분석을 제안하였다. 또한 Rengaraju & Satyakumar(1994)는 불충분하거나 데이터가 없는 셀의 통행 발생률을 산출하는 선형통계 모형을 제안하였다.

Michael D. Anderson & Justin P. Olander (2002)는 작은 도시의 통행모델에 있어서 교통분석 존에 대한 발생-유인량(Production & Attraction)을 생성하기 위해서 단일 통행목적용을 이용할 것을 제안하였다. 통행 길이가 유사한 여러 통행목적용을 가지고 있는 작은 도시지역(Alabama)의 통행에 있어서, 3개의 통행목적(Home-based-Work, Home-based-Other, Non-home-based)을 가지고 있는 The Quick-Response 기법과 단일 목적 기법의 총 발생-유인량은 유사한 결과를 나타냈다. 따라서 작은 지역에서 여러 개의 통행목적들이 통행분포에 매우 필수적인 요인이 아니라면, The Quick-Response 기법은 통행발생에 대한 단순한 단일 통행목적 기법을 대신해서 사용할 수 있을 것이라고 주장하였다.

Daniel A. Badoo & Chin-Cheng Chen(2004)은 캐나다의 토론토 지역의 가구가 표본 단위일 때, 가구통행실태조사에서 모형 추정 자료를 선정하기 위한 통행발생 모형을 위한 분석 단위로 가구의 중요성을 주장하였다. 또한 경험적으로 통행량을 예측하는 데 있어서 가구와 교통준 수준에서의 가구통행발생 모형이 개인통행발생 모형보다 부분적으로 더 정확함을 주장하였다.

III. 베이지안 망의 설계

이 절에서는 2002년도 서울시 가구통행실태조사 자료를 이용하여, 국내·외의 연구로는 처음으로 가구, 개인 및 통행 특성 변수를 반영한 베이지안 망을 통행 발생 모형에 적용하여, 통행목적에 대한 가구특성변수의 분담율(확률)을 제시하고, 설명변수들의 변화에 따

른 장래의 통행목적에 따른 통행 발생량을 예측한다.

1. 분석 자료

2002년도 4월 17일(수) 기준인 수도권 가구통행실태조사 자료가 이 연구에서 사용되었다. 2002년도 수도권 6,548,616 가구 중 조사된 가구 수는 197,898 가구이며(유효표본율: 2.5%), 이 중 실제로 서울시에서 공개한 53,351 가구(32.89%)에 대한 가구, 개인 및 통행 자료를 이 연구의 분석에 이용하였다.

가구 속성(미취학 아동수, 차량보유 여부 및 현황, 주택 종류, 규모 및 소유형태, 가구수입 등), 개인 속성(성, 연령, 직업, 고용형태, 운전면허보유 및 장애 여부 등), 통행 속성(출생연도, 통행일자, 출발 및 도착 시간, 출발지 및 도착지, 대중교통요금, 승차인원, 주차비지불여부 등)에 대한 속성들이 조사되었다.

특히 이 연구에서는 통행 발생량을 예측하고 분석하기 위해서 월평균 가구수입, 승용차 보유대수, 주택규모, 통행목적 등이 사용되었다.

2. 베이지안 망의 설계

이 절에서는 베이지안 망(Bayesian Networks)을 이용한 통행발생 모형의 설계에 대해서 설명한다. 먼저 베이지안 망의 개념에 대해서 예를 들어 설명하고, 이를 통행발생 모형의 설계 시에 활용하는 방법에 대해서 설명한다.

도시 S의 통행목적에 가장 큰 영향을 미치는 요소가 월별가구수입(이하 가구수입)이며, 가구수입에 따른 통행목적 분담율이 <표 1>과 같이 주어졌다고 가정하자.

<표 1> 가구수입에 따른 통행목적의 선택 확률(예)

독립 변수	상태	통행목적 (P)		선택 확률
		출근	통학	
가구 수입 (I)	45	0.0128	0.0113	0.0242
	104	0.0716	0.0499	0.1215
	135	0.0712	0.0537	0.1249
	165	0.0715	0.0550	0.1265
	195	0.0905	0.0739	0.1644
	225	0.0616	0.0510	0.1126
	255	0.0463	0.0369	0.0833
	295	0.0542	0.0413	0.0955
	360	0.0403	0.0296	0.0699
	425	0.0444	0.0328	0.0772
선택확률	-	0.5645	0.4355	1.0000

〈표 1〉은 설명변수인 가구수입 (I: 45, 105, 135, 165, 195, 225, 255, 295, 360, 425 만원)에 대한 종속변수인 통행목적 (P: 출근, 통학)에 대한 도시 S의 통행목적 분담율을 보여주고 있다.

가구수입에 따른 통행목적 선택의 변화를 분석하기 위해 관측된 도시 S의 조사결과를 이용하여 월평균 가구수입이 225만원이고 출근을 선택할 결합확률(Joint Probability)인 P(225만원, 출근)는 식(1)과 같은 사전정보(Prior Information)와 사후정보(Posterior Information)로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P(I=225\text{만원}, P=\text{출근}) &= P(225\text{만원}) \cdot P(\text{출근} | 225\text{만원}) \\
 &= P(\text{출근}) \cdot P(225\text{만원} | \text{출근}) \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서,

- P(225만원) : 0.1126
- P(225만원, 출근) : 0.0616
- P(225만원 | 출근) : (0.0616/0.5645)=0.1091
- P(출근 | 225만원) : (0.0616/0.1126)=0.5471

조사자료를 통해 베이저안 통계량(사전정보 및 사후정보)을 구성하는 식(1)을 통해 가구수입에 따른 통행목적의 확률관계를 정립할 수 있고, 이러한 확률관계를 통해 장래의 가구수입의 구성비 변화에 따른 통행목적 선택 확률의 변화를 분석하고 예측할 수 있다. 예를 들어, 장래 가구수입의 구성비 P(225만원)가 현재의 11.26%에서 장래에 6.26%로 5.0% 작아지고, P(295만원)가 현재의 9.55%에서 장래에 14.55%로 5.0% 커지는 경우, 이에 따른 P(출근)의 변화는 조사 자료를 통해 구축되어진 P(가구수입, 출근), P(가구수입 | 출근), P(출근 | 가구수입)으로 분석할 수 있다.

한편, 이러한 가구수입과 통행목적 선택의 베이저안 종속관계를 보다 명확히 하기 위해 방향성이 있는 비순환 그래프(DAGs: Directed Acyclic Graphs)로 표현한 것이 베이저안 망(BNs: Bayesian Networks)이다.

〈그림 1〉은 가구수입에 따른 통행목적의 변화를 예측하기 위한 베이저안 망을 나타내고 있으며, 이는 변



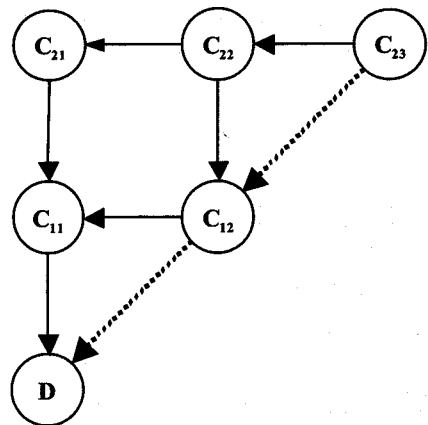
〈그림 1〉 가구수입에 따른 베이저안 망

수들간의 확률적인 관계를 기호화함으로써 설명(독립) 변수인 가구수입과 종속변수인 통행목적간의 인과관계를 모형화하고 있다.

〈그림 1〉에서 가구수입(I)과 통행목적(P)은 베이저안 망에서 노드라고 하며, 일반적으로 설명변수(I)와 종속변수(P)를 의미한다. 그리고 노드간의 종속적인 관계는 노드간의 연결선(Arc)을 통해 확인할 수 있다. 즉 〈그림 1〉에서는 가구수입이 통행목적 선택에 종속적임을 의미하며, 연결선은 속성들간의 종속적인 관계(Dependent Relationship)를 나타내는 방향성이 있는 비순환 그래프이다. 여기서 I={45, ..., 225, ..., 425}를 가구수입 노드의 속성(Bs)이라 한다. 즉 {45, ..., 225, ..., 425, 출근, 통학}은 Bs로 나타낼 수가 있으며, 조건부 확률 P(P | I)를 Bp로 표기하는 경우 전체적인 베이저안 망은 B={Bs, Bp}로 나타낼 수 있다.

이를 일반화한 전형적인 베이저안 망은 〈그림 2〉와 같다. 여기서 Ci(i=11, 12, 21, 22, 23)는 가구수입과 같은 설명(독립, 조건)변수가 되며, D는 통행목적과 같은 종속(결정)변수임을 의미한다. 〈그림 2〉에서 각 설명변수간에도 상호 종속적일 수 있어서 C23의 경우 C12를 통하여 D에 영향을 미침을 알 수 있다.

이러한 베이저안 망은 대용량의 자료에 존재하는 자료간의 관계, 예기치 않은 패턴, 새로운 규칙 등을 탐색적으로 찾아내고, 이를 모형화함으로써 유용하게 쓰이고 있다. 특히 베이저안 통계 이론을 적용하여 변수들간의 확률적인 관계를 기호화함으로써 설명변수와 종속변수간의 인과관계를 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한 실제 데이터베이스에 내재하고 있는 지식을 확률을 포함한 규칙의 형태로 도출할 수 있는 특징을 가지고 있다.



〈그림 2〉 일반적인 베이저안 망

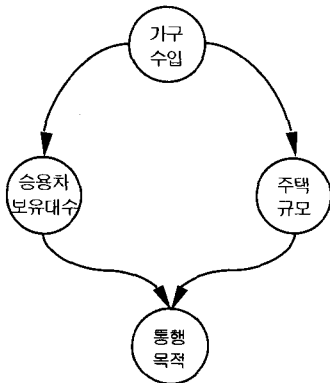
N. 통행발생 모형의 구축 및 분석

이 절에서는 베이지안 망을 이용한 통행발생 모형의 구축 및 분석을 통하여 가구, 개인 및 통행 속성에 따른 통행목적 분담율을 구하고, 설명변수의 변화에 따른 민감도 분석을 실시한다.

1. 베이지안 망의 구축

이 절에서는 서울시 가구통행실태조사자료(2002)와 베이지안 망을 이용하여 통행발생 모형을 구축하고, 다양한 시나리오에 의한 분석을 실시한다. 이때 기존 문헌을 고찰하여 통행목적에 영향을 미치는 설명변수로는 가구수입, 승용차 보유대수, 주택규모 등을 설정한다. <그림 3>은 가구, 개인 및 통행의 특성을 반영한 베이지안 망이다.

한편 베이지안 망에서는 각 노드를 카테고리화하여 각 카테고리의 확률을 산출할 필요가 있다. 이때 가구수입, 승용차 보유대수, 주택규모와 통행목적에 반영한 상관관계 분석(Correlation Analysis) 및 카테고리 분석(Category Analysis)을 실시하여 <표 2>와 같이 카테고리화 및 급간을 결정하였다.



<그림 3> 출근의 통행발생 모형

2. 종속적 카테고리 모형의 분석

1) 가구수입 분포의 추정 방법

가구 또는 통행자의 가구수입 분포를 추정하기 위해서는 먼저 기준연도의 소득수준의 분포를 알아야 한다. 그리고 소득수준의 분포는 표본조사자료를 이용하여, 소득의 표본평균과 표본분산을 분석하여, 좌

<표 2> 가구 특성을 반영한 카테고리 설정

변수	속성	분포	누적분포	
통행목적	출근	100.00	100.00	
	가구수입 (만원)	0~89	2.27	2.27
		90~119	12.69	14.96
		120~149	12.61	27.57
		150~179	12.67	40.24
		180~209	16.03	56.28
		210~239	10.92	67.20
		240~269	8.21	75.41
		270~319	9.60	85.00
		320~399	7.13	92.14
400~		7.86	100.00	
승용차 보유대수 (대)	0	35.53	35.53	
	1	57.96	93.49	
	2~5	6.51	100.00	
주택규모 (평)	1~12	5.26	5.26	
	13~18	20.36	25.62	
	19~34	59.67	85.29	
	35~48	10.02	95.31	
	49~	4.69	100.00	

비대칭형의 감마 분포함수(Gamma 또는 Erlang Distribution)를 이용하여 추정하며, 소득분포함수는 다음과 같다.

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \cdot \beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}, x \in R^+$$

여기서,

$$E(X) = \bar{X} = \alpha \cdot \beta : \text{가구수입의 표본평균} \quad (2)$$

$$V(X) = S^2 = \alpha \cdot \beta^2 : \text{가구수입의 표본분산} \quad (3)$$

위의 식(2)와 식(3)에 의해서 α, β 를 구할 수 있으며, 또한 장래의 월평균 가구수입은 가구수입 분포의 모수 중 α 는 가구수입 분포의 불평등도를 나타내며 (Shape Parameter), 이 값이 작을수록 불평등이 심한 좌비대칭분포이다. 또한 β 는 가구수입 분포의 크기 (Scale Parameter)를 나타내며, 이 값이 작을수록 가구수입 분포가 커짐을 알 수 있다.

2) 가구수입의 분포와 통행량

가구 특성(가구수입, 주택규모, 승용차 보유대수 등)에 따른 통행목적(출근)의 통행 발생률(확률)을 예측하기 위한 가구수입의 카테고리, 대표값, 분포(확률)는 <표 3>과 같으며, 기대가구수입은 217만원으로 나타났다.

또한 가구수입 분포에 따른 기대통행량은 <그림 4>와

같으며, 가구수입이 가장 큰 경우의 대표값은 195만원 이고, 그 때의 확률은 0.1603이며 통행량은 9,600통행 으로 나타났다.

3) 가구수입의 표본분포와 추정분포

2002년의 발생 통행량에 영향을 주는 설명변수의 속성을 분석하기 위해 <표 4>와 같은 가구수입의 실제 표본분포(Sample Distribution), 과소추정분포(Under

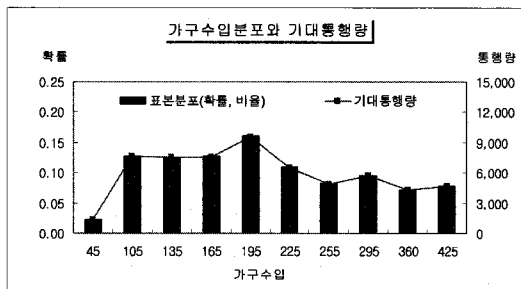
Estimation Distribution)와 과대추정분포(Over Estimation Distribution)를 추정하였으며, 이때 기대가구수입은 실제 표본분포인 경우는 217만원, 과소 추정분포 $Ga(\alpha=5, \beta=39)$ 인 경우는 210만원이고, 과대추정분포 $Ga(\alpha=6, \beta=39)$ 인 경우는 244만원으로 나타났다.

또한 2006년의 총통행량은 「국가교통DB구축사업」의 「수도권 및 지방 5개 광역권 여객통행량 분석(2002)」에서 예측한 수도권의 목적별 발생량을 2002년 총통행량과 비교하기 위해서 「2002 서울시 가구통행실태조사」 자료의 유효표본을 2.50%를 교통개발연구원에서 취득한 유효표본율의 32.93%를 고려한 총 74,737통행을 고려하였다.

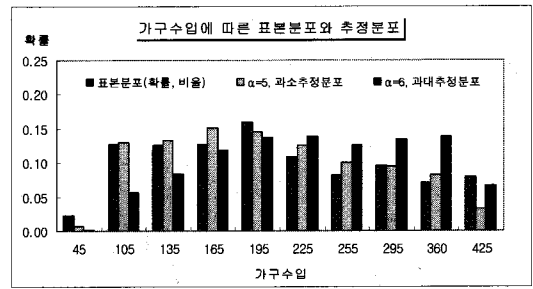
또한 가구수입의 표본분포와 추정분포, 2002년도 가구수입분포에 따른 추정분포의 통행량과 기대가구수입의 경향, 2006년도 가구수입분포에 따른 추정 통행량과 추정 기대가구수입의 경향은 <그림 5>, <그림 6>, <그림 7>에 나타나 있다.

<표 3> 가구수입 분포와 통행량

대표값	확률	기대가구수입	기대통행량
45	0.0227	1.0237	1,362
105	0.1269	13.3210	7,596
135	0.1261	17.0210	7,549
165	0.1267	20.9109	7,588
195	0.1603	31.2657	9,600
225	0.1092	24.5691	6,538
255	0.0821	20.9327	4,915
295	0.0960	28.3155	5,747
360	0.0713	25.6799	4,271
425	0.0786	33.4971	4,708
계	1.0000	216.5366	59,874



<그림 4> 가구수입분포와 기대통행량의 경향



<그림 5> 가구수입에 따른 표본분포와 추정분포의 경향

<표 4> 가구수입에 따른 표본분포와 추정분포

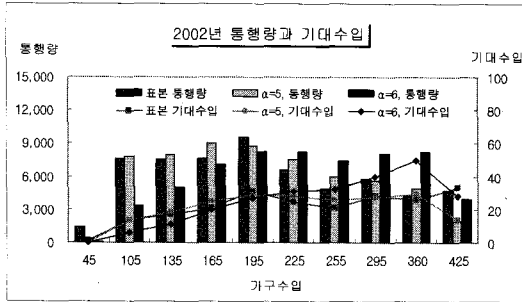
년도	분포	가구수입 (만원)											
		45	105	135	165	195	225	255	295	360	425	계	
2002년	확률	표본	0.0227	0.1269	0.1261	0.1267	0.1603	0.1092	0.0821	0.0960	0.0713	0.0786	1.0000
		a=5	0.0064	0.1298	0.1330	0.1512	0.1459	0.1258	0.0998	0.0940	0.0816	0.0325	1.0000
		a=6	0.0012	0.0562	0.0839	0.1188	0.1374	0.1381	0.1252	0.1348	0.1383	0.0661	1.0000
	통행	표본	1,362	7,596	7,549	7,588	9,600	6,538	4,915	5,747	4,271	4,708	59,874
		a=5	383	7,772	7,963	9,053	8,736	7,532	5,975	5,628	4,886	1,946	59,874
		a=6	72	3,365	5,023	7,113	8,227	8,269	7,496	8,071	8,281	3,958	59,874
기대수입	표본	1.0237	13.3210	17.0210	20.9109	31.2657	24.5691	20.9327	28.3155	25.6799	33.4971	216.5366	
	a=5	0.2880	13.6290	17.9550	24.9480	28.4505	28.3050	25.4490	27.7300	29.3760	13.8450	209.9755	
	a=6	0.0540	5.9010	11.3265	19.6020	26.7930	31.0725	31.9260	39.7660	49.7880	28.1586	244.3876	
2006년	통행	a=5	478	9,701	9,940	11,300	10,904	9,402	7,459	7,025	6,099	2,429	74,737
		a=6	90	4,200	6,270	8,879	10,269	10,321	9,357	10,075	10,336	4,940	74,737
		표본	0.2880	13.6290	17.9550	24.9480	28.4505	28.3050	25.4490	27.7300	29.3760	13.8450	209.9755
	기대수입	a=5	0.0540	5.9010	11.3265	19.6020	26.7930	31.0725	31.9260	39.7660	49.7880	28.1586	244.3876
		a=6	0.0540	5.9010	11.3265	19.6020	26.7930	31.0725	31.9260	39.7660	49.7880	28.1586	244.3876
		표본	0.0540	5.9010	11.3265	19.6020	26.7930	31.0725	31.9260	39.7660	49.7880	28.1586	244.3876

4) 주택규모의 표본분포와 추정분포

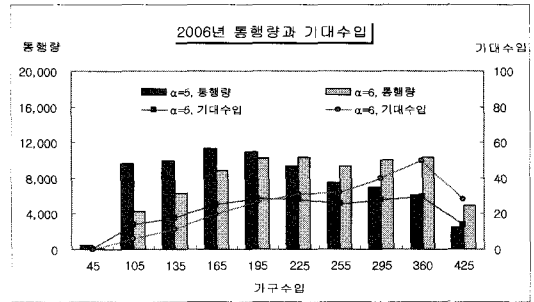
가구수입에 따른 주택규모의 표본분포와 추정분포의 확률과 통행량은 <표 5>와 같다.

<그림 8>과 같이 가구수입에 따른 주택규모가 19~

34평일 때 표본분포 및 과소추정 분포인 경우, 가구수입이 195만원일 때 가구수입이 가장 높고, 또한 과대추정 분포일 때는 가구수입 225만원이 가장 높은 경향을 나타내고 있다.



<그림 6> 2002년 가구수입에 따른 통행량과 기대수입의 경향



<그림 7> 2006년 가구수입에 따른 통행량과 기대수입의 경향

<표 5> 주택규모에 따른 표본분포와 추정분포

주택 규모	분포	가구수입 (만원)											
		45	105	135	165	195	225	255	295	360	425	계	
1 ~ 12	확률	표본	0.0040	0.0156	0.0114	0.0075	0.0061	0.0029	0.0020	0.0015	0.0007	0.0007	0.0526
		a=5	0.0011	0.0160	0.0121	0.0090	0.0056	0.0033	0.0025	0.0015	0.0008	0.0003	0.0522
		a=6	0.0002	0.0069	0.0076	0.0071	0.0053	0.0037	0.0031	0.0021	0.0014	0.0005	0.0379
	통행량	표본	240	937	685	451	368	173	122	91	43	39	3,149
		a=5	84	1,197	902	672	418	249	185	111	61	20	3,899
		a=6	16	518	569	528	394	273	232	160	104	41	2,834
13 ~ 18	확률	표본	0.0069	0.0385	0.0376	0.0323	0.0347	0.0190	0.0120	0.0113	0.0063	0.0049	0.2036
		a=5	0.0019	0.0394	0.0397	0.0385	0.0316	0.0219	0.0146	0.0111	0.0072	0.0020	0.2080
		a=6	0.0004	0.0171	0.0250	0.0302	0.0298	0.0241	0.0183	0.0159	0.0121	0.0042	0.1770
	통행량	표본	412	2,308	2,253	1,932	2,080	1,139	717	678	375	296	12,190
		a=5	145	2,948	2,967	2,877	2,363	1,638	1,088	829	535	153	15,542
		a=6	27	1,276	1,871	2,261	2,225	1,798	1,365	1,189	908	311	13,230
19 ~ 34	확률	표본	0.0100	0.0629	0.0675	0.0753	0.1008	0.0728	0.0553	0.0636	0.0459	0.0426	0.5967
		a=5	0.0028	0.0644	0.0712	0.0899	0.0917	0.0839	0.0672	0.0623	0.0525	0.0176	0.6034
		a=6	0.0005	0.0279	0.0449	0.0706	0.0864	0.0921	0.0843	0.0893	0.0890	0.0358	0.6208
	통행량	표본	596	3,768	4,039	4,511	6,037	4,358	3,309	3,807	2,748	2,552	35,725
		a=5	209	4,812	5,318	6,718	6,857	6,267	5,022	4,654	3,924	1,317	45,098
		a=6	39	2,084	3,355	5,278	6,458	6,880	6,300	6,674	6,650	2,678	46,395
35 ~ 48	확률	표본	0.0011	0.0068	0.0068	0.0081	0.0127	0.0100	0.0093	0.0139	0.0123	0.0192	0.1002
		a=5	0.0003	0.0070	0.0072	0.0096	0.0116	0.0115	0.0113	0.0136	0.0141	0.0079	0.0941
		a=6	0.0001	0.0030	0.0045	0.0076	0.0109	0.0126	0.0141	0.0195	0.0239	0.0161	0.1124
	통행량	표본	66	407	408	483	763	597	555	832	738	1,150	5,999
		a=5	23	520	537	719	867	859	842	1,017	1,054	593	7,031
		a=6	4	225	339	565	816	942	1,057	1,459	1,786	1,207	8,400
49 ~	확률	표본	0.0008	0.0029	0.0027	0.0035	0.0059	0.0045	0.0035	0.0057	0.0061	0.0112	0.0469
		a=5	0.0002	0.0030	0.0029	0.0042	0.0053	0.0052	0.0043	0.0055	0.0070	0.0046	0.0424
		a=6	0.0013	0.0018	0.0033	0.0050	0.0057	0.0054	0.0054	0.0080	0.0119	0.0094	0.0519
	통행량	표본	48	176	164	211	352	271	212	339	367	671	2,811
		a=5	17	225	216	314	400	390	322	414	524	346	3,168
		a=6	3	97	136	247	377	428	404	594	888	704	3,878
계	확률	표본	0.0227	0.1269	0.1260	0.1267	0.1603	0.1092	0.0821	0.0960	0.0713	0.0786	1.0000
		a=5	0.0064	0.1298	0.1330	0.1512	0.1459	0.1258	0.0998	0.0940	0.0816	0.0325	1.0000
		a=6	0.0012	0.0562	0.0839	0.1188	0.1374	0.1381	0.1252	0.1348	0.1383	0.0661	1.0000
	통행량	표본	1,362	7,596	7,549	7,588	9,600	6,538	4,915	5,747	4,271	4,708	59,874
		a=5	478	9,701	9,940	11,300	10,904	9,402	7,459	7,025	6,099	2,429	74,737
		a=6	90	4,200	6,270	8,879	10,269	10,321	9,357	10,075	10,336	4,940	74,737

5) 승용차 보유대수의 표본분포와 추정분포

가구수입에 따른 승용차 보유대수의 표본분포와 추정분포의 확률과 통행량은 <표 6>과 같다.

<그림 9>와 같이 가구수입에 따른 승용차 보유대수가 1대일 때 표본분포 및 최소추정분포인 경우, 가구수입 195만원이 가장 높고, 또한 최대추정분포일 때는 가구수입 360만원이 가장 높은 경향을 나타내고 있다.

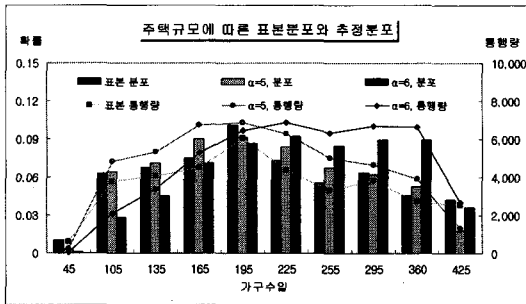
6) 승용차 보유대수와 주택규모의 표본분포와 추정분포

승용차 보유대수와 주택규모에 따른 통행목적(출근)의

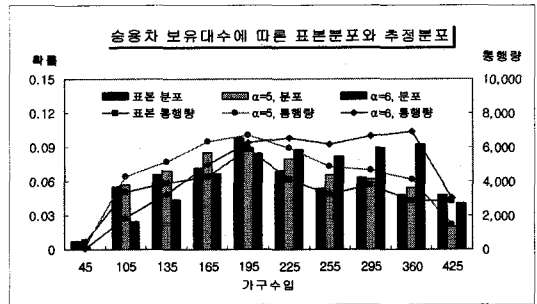
표본분포와 추정분포의 확률과 통행량은 <표 7>과 같다.

<그림 10>과 같이 승용차 보유대수가 1대일 때의 출근 통행량은 주택규모가 19~34평형인 경우, 실제 표본분포는 21,984 통행, 최소추정분포는 26,314 통행, 최대추정분포는 28,327 통행으로 가장 많게 나타났다.

또한 <그림 11>과 같이 주택규모가 19~34평형일 때의 출근 통행량은 승용차 보유대수가 1대인 경우, 실제 표본분포는 21,984 통행, 최소 추정분포는 26,314 통행, 최대추정 분포는 28,327 통행으로 가장 많게 나타났다.



<그림 8> 주택규모(19~34평)에 따른 표본분포와 추정분포의 경향



<그림 9> 승용차 보유대수(1대)에 따른 표본분포와 추정분포의 경향

<표 6> 승용차 보유대수에 따른 표본분포와 추정분포

승용차수	분포	가구수입 (만원)											
		45	105	135	165	195	225	255	295	360	425	계	
0대	확률	표본	0.0149	0.0689	0.0577	0.0521	0.0560	0.0337	0.0229	0.0229	0.0142	0.0120	0.3553
		α=5	0.0042	0.0705	0.0609	0.0621	0.0509	0.0388	0.0279	0.0224	0.0162	0.0050	0.3590
		α=6	0.0008	0.0305	0.0384	0.0488	0.0480	0.0426	0.0350	0.0322	0.0275	0.0101	0.3139
	통행량	표본	894	4,123	3,457	3,119	3,351	2,019	1,374	1,371	848	718	21,274
		α=5	314	5,265	4,552	4,645	3,806	2,903	2,085	1,676	1,211	370	26,828
		α=6	59	2,280	2,871	3,650	3,584	3,187	2,616	2,403	2,052	753	23,456
1대	확률	표본	0.0074	0.0555	0.0654	0.0711	0.0982	0.0690	0.0538	0.0632	0.0478	0.0481	0.5796
		α=5	0.0021	0.0568	0.0690	0.0849	0.0894	0.0795	0.0654	0.0619	0.0547	0.0199	0.5835
		α=6	0.0004	0.0246	0.0435	0.0667	0.0842	0.0872	0.0821	0.0888	0.0927	0.0404	0.6106
	통행량	표본	446	3,326	3,915	4,259	5,880	4,130	3,223	3,784	2,862	2,880	34,705
		α=5	157	4,248	5,155	6,343	6,679	5,939	4,891	4,626	4,087	1,486	43,609
		α=6	29	1,839	3,252	4,983	6,290	6,520	6,136	6,633	6,926	3,022	45,631
2대	확률	표본	0.0004	0.0025	0.0030	0.0035	0.0062	0.0065	0.0053	0.0099	0.0094	0.0185	0.0651
		α=5	0.0001	0.0025	0.0031	0.0042	0.0056	0.0075	0.0065	0.0097	0.0107	0.0077	0.0575
		α=6		0.0011	0.0020	0.0033	0.0053	0.0082	0.0081	0.0139	0.0182	0.0156	0.0756
	통행량	표본	22	147	177	210	369	389	318	592	561	1,110	3,895
		α=5	8	188	233	313	419	559	483	724	801	573	4,300
		α=6	1	81	147	246	395	614	605	1,038	1,358	1,165	5,650
계	확률	표본	0.0227	0.1269	0.1260	0.1267	0.1603	0.1092	0.0820	0.0960	0.0713	0.0786	1.0000
		α=5	0.0064	0.1298	0.1330	0.1512	0.1459	0.1258	0.0998	0.0940	0.0816	0.0325	1.0000
		α=6	0.0012	0.0562	0.0839	0.1188	0.1374	0.1381	0.1252	0.1348	0.1383	0.0661	1.0000
	통행량	표본	1,362	7,596	7,549	7,588	9,600	6,538	4,915	5,747	4,271	4,708	59,874
		α=5	478	9,701	9,940	11,300	10,904	9,402	7,459	7,025	6,099	2,429	74,737
		α=6	90	4,200	6,270	8,879	10,269	10,321	9,357	10,075	10,336	4,940	74,737

7) 종속적 카테고리 분석의 결과

이 연구에서 통행발생 모형에 처음으로 제안한 종속적 카테고리 분석(DCA: Dependent Category Analysis), S.M.Kim's BNs는 2002년 서울시 가구통행실태조사자료를 이용하여 가수수입의 표본분포를 추정하였으며, 이 가구수입의 표본분포를 적용하여 승용차 보유대수와 주택규모의 표본분포를 추정하였고, 이 결과를 출근 목적 통행량을 추정하는 데 응용하였다.

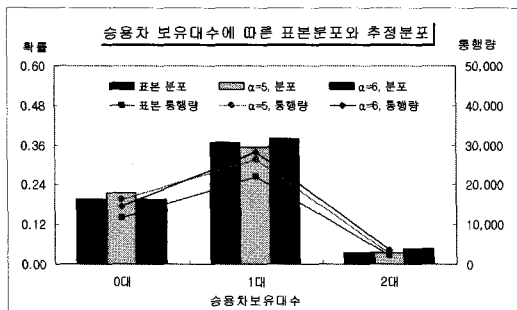
이 결과는 기존의 단순한 카테고리 분석을 확장(Extension)한 개념으로 설명변수와 종속변수들간의

확률적인 관계를 기호화함으로써, 설명변수와 종속변수들간의 인과관계를 파악할 수 있다. 또한 종속적 카테고리 분석은 종속변수인 통행목적에 영향을 주는 설명변수들의 변화를 실시간으로 반영하여 그 결과를 알아낼 수 있으며, 이 결과를 다시 피드백(Feedback)하여 본래의 모형에 다시 반영하여 사용할 수 있다.

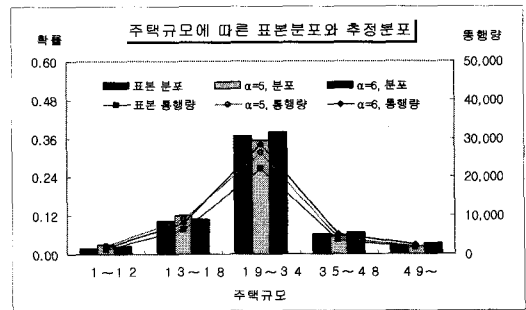
따라서, 이 연구의 결과를 종합하면 다음과 같다.

(1) 가구수입의 분포에 따른 통행 발생량 분석

표본조사자료에 의한 통행량은 59,871통행이고, 그때 기대가구수입의 214만원으로 나타났다. 또한 실제분포



〈그림 10〉 승용차보유대수에 따른 표본분포와 추정분포의 경향



〈그림 11〉 주택규모에 따른 표본분포와 추정분포의 경향

〈표 7〉 승용차 보유대수와 주택규모에 따른 표본분포와 추정분포

승용차수	분포		주택규모 (평)					계
			1~12	13~18	19~34	35~48	49~	
0대	확률	표본	0.0329	0.0949	0.1954	0.0225	0.0096	0.3553
		a=5	0.0187	0.0746	0.2166	0.0338	0.0152	0.3590
		a=6	0.0119	0.0556	0.1948	0.0353	0.0163	0.3139
	통행량	표본	1,969	5,683	11,701	1,345	576	21,274
		a=5	1,400	5,579	16,189	2,524	1,137	26,828
		a=6	889	4,152	14,561	2,636	1,217	23,456
1대	확률	표본	0.0190	0.1044	0.3672	0.0620	0.0270	0.5796
		a=5	0.0304	0.1213	0.3521	0.0549	0.0247	0.5835
		a=6	0.0232	0.1081	0.3790	0.0686	0.0317	0.6106
	통행량	표본	1,137	6,252	21,984	3,715	1,617	34,705
		a=5	2,275	9,068	26,314	4,103	1,848	43,609
		a=6	1,730	8,078	28,327	5,129	2,368	45,631
2대	확률	표본	0.0007	0.0043	0.0341	0.0157	0.0103	0.0651
		a=5	0.0030	0.0120	0.0347	0.0054	0.0024	0.0575
		a=6	0.0029	0.0134	0.0469	0.0085	0.0039	0.0756
	통행량	표본	43	255	2,040	939	618	3,895
		a=5	224	894	2,595	405	182	4,300
		a=6	214	1,000	3,507	635	293	5,650
계	확률	표본	0.0526	0.2036	0.5967	0.1002	0.0469	1.0000
		a=5	0.0522	0.2080	0.6034	0.0941	0.0424	1.0000
		a=6	0.0379	0.1770	0.6208	0.1124	0.0518	1.0000
	통행량	표본	3,149	12,190	35,725	5,999	2,811	59,874
		a=5	3,899	15,542	45,098	7,031	3,168	74,737
		a=6	2,834	13,230	46,395	8,400	3,878	74,737

를 바탕으로 가구수입을 과소추정(Under Estimation)하는 감마분포 $Ga(\alpha=5, \beta=39)$ 에 의한 기대가구수입은 210만원이고, 과대추정(Over Estimation)하는 감마분포 $Ga(\alpha=6, \beta=39)$ 에 의한 기대가구수입은 244만원으로 나타났다.

가구수입의 대표값이 225만원인 경우의 표본분포는 0.1092이고 이때 6,538통행, 과소추정분포는 0.1258이고 이때 통행량은 7,532통행, 과대추정분포는 0.1381이고 이때 통행량은 8,269통행으로 나타났다.

(2) 가구수입의 분포에 따른 장래의 통행 발생량 예측

표본조사자료에 의한 통행량은 59,871통행이고, 2006년도의 통행 발생량은 74,739통행으로 나타났다. 이때 과소추정분포는 0.1258이고 이때 통행량은 9,102통행인 반면, 과대추정분포는 0.1381이고 이때 통행량은 10,321통행으로 나타났다.

(3) 가구수입의 분포에 따른 주택규모의 장래의 통행 발생량 예측

가구수입이 225만원이고, 주택규모가 19~34평형인 경우, 표본조사자료에 의한 통행분포는 0.0728이고 통행량은 1,358통행이고, 2006년도의 과소추정분포는 0.0839이고 이때 통행량은 6,267통행인 반면, 과대추정분포는 0.0921이고 이때 통행량은 6,880통행으로 나타났다.

(4) 가구수입의 분포에 따른 승용차 보유대수의 장래의 통행 발생량 예측

가구수입이 225만원이고, 승용차 보유대수가 1인 경우, 표본조사자료에 의한 통행비율은 0.0690이고 통행량은 4,130통행이고, 2006년도의 과소추정분포는 0.0795이고 이때 통행량은 5,939통행인 반면, 과대추정분포는 0.0872이고 이때 통행량은 6,520통행으로 나타났다.

(5) 승용차 보유대수와 주택규모에 따른 통행목적(출근)의 장래의 통행 발생량 예측

승용차 보유대수가 1대이고, 주택규모가 19~34평형인 경우의 출근목적 통행량은 실제 조사자료에 의한 통행비율은 0.3673이고 통행량은 21,984통행이고 2006년도의 과소추정확률은 0.3521이고 이때 통행량은 26,314통행인 반면, 과대추정확률은 0.3790이고, 이때

통행량은 28,327통행으로 나타났다.

따라서, 승용차 보유대수가 1대이고 19~34평형인 경우의 출근 통행량이 가장 크게 나타났으며, 이에 대한 집중적이고 상세한 연구가 필요하다.

(6) 통행발생 모형의 상세 비교·분석 및 특징

수도권 통행발생 모형에서 가구수입분포를 추정하여, 가구수입의 카테고리별 발생량, 가구수입에 따른 승용차 보유대수의 발생량, 가구수입에 따른 주택규모의 발생량, 승용차 보유대수와 주택규모에 따른 목적통행 발생량을 분석하고 예측하였다.

또한 기존의 카테고리분석 방법과는 달리 가구수입의 분포에 따른 발생량이 다른 설명변수에 직접적으로 영향을 주고, 그 영향이 곧 바로 다른 설명변수에 전달되어 그 결과를 상세 비교·분석할 수 있는 새로운 접근 방법을 제시하였다.

V. 결론 및 향후 과제

이 연구에서는 기존에 적용된 바가 없는 베이지안 망을 적용하여 수도권 통행발생 모형을 설계·구축하였다. 통행목적과 가구수입, 승용차 보유대수, 주택규모의 확실적인 관계를 베이지안 망으로 구축한 후, 가구수입의 설명변수가 변화했을 때, 통행목적의 변화율(확률)을 예측하였다.

이 연구를 통해 현실에서는 내재하나 설명변수간의 복잡한 상관성을 배제하고 설명변수와 통행목적의 단순한 직선관계를 가정하는 기존 통행발생 모형의 한계를 극복할 수 있는 가능성을 제시하였다. 또한 선택되지 않은 통행목적에 대한 정보의 부족으로 인한 통행발생 모형 구축의 어려움을 극복할 수 있다. 또한, 다양한 교통정책에 따른 통행목적의 변화를 실시간으로 모의실험(Simulation) 할 수 있는 방법론이 개발되었다.

이 연구의 한계 및 향후 과제는 아래와 같이 요약할 수 있다.

첫째, 각 설명변수의 카테고리를 설정함에 있어서 통계적이고 보다 정책적인 접근방법이 필요하다. 그리고 이 연구에서는 가구수입의 경우, 기존의 연구를 참고하여 10개의 카테고리로 구분하였으나, 이에 대한 구분은 연구자의 판단(상관관계 및 카테고리 분석)에 의해 이루어졌다. 또한 발생 통행량의 예측 및

분석을 위해서 지역적·공간적인 특성을 반영한 가구위치 독립변수(분석단위: 수도권 33개 시·군, 수도권 25개 구 등)의 도입이 요구된다.

둘째, 이 연구에서는 단순히 종속변수인 통행목적과 설명변수인 가구특성만이 베이지안 망의 설계 및 구축에 고려되었다. 그러나 각 설명변수들간에도 종속관계나 상호관계가 있을 수 있으며 종속변수에 영향을 미치는 과정과 단계도 다양할 수 있으며 이에 대한 연구가 필요하다.

셋째, 최적의 베이지안 망을 설계하고 구축하는 데 있어서, 망의 구성을 연구자의 판단에 의해 순차적으로 가정했으나, 이에 대한 검증 방법은 존재하지 않는다. 따라서 각 변수들간의 상관관계와 종속관계를 고려하는 최적의 베이지안 망 구축에 대한 연구가 필요하다.

넷째, 가구, 개인 및 통행의 사회·경제 지표(성, 연령, 통행 시간 및 비용, 등)에 따른 종속적 카테고리 분석 모형의 도입이 요구되며, 특히 고령화 사회¹⁾, 고령 사회, 초고령 사회에 대한 통행발생 모형의 연구가 요구된다.

참고문헌

1. 경기도(1998), "경기도 교통종합기본 계획", 경기도.
2. 서울시(1997), "서울시 교통센서스 및 데이터베이스 구축", 서울시.
3. 서울시(2003), "2002 서울시 가구통행실태조사", 서울시.
4. 교통개발연구원(2000), "가구통행실태조사 및 기초 분석 -5개 광역시-", 교통개발연구원.
5. 교통개발연구원(2001), "가구통행실태 상세분석 -5개 광역시-", 교통개발연구원.
6. 교통개발연구원(2002), "개인통행실태조사 -5개 광역권-", 교통개발연구원.
7. 교통개발연구원(2004), "수도권 및 지방 5개 광역권 가구통행실태조사자료결과의 상세분석", 교통개발연구원.
8. 김익기(1997), "교통수요분석에서 통행목적별 O-D 접근방법과 P-A 접근방법의 이론적 비교 연구", 대한교통학회지, 제15권 제1호, 대한교통학회, pp.45~62.

9. 김진자·이종호(2004), "수도권지역의 통행발생모형의 검증", 대한교통학회지, 제22권 제3호, 대한교통학회, pp.49~58.
10. 김현기·김강수·이상민(2004), "데이터마이닝의 베이지안 망 기법을 이용한 통행수단선택 모형의 설계 및 구축", 대한교통학회지, 제22권 제2호, 대한교통학회, pp.77~86.
11. 김현기의 다수(1999), 통계학 개론, 백산 출판사.
12. 장수은·김대현·임강원(2000), "신경망 이론을 이용한 통행발생모형 연구(선형/비선형 회귀모형과의 비교)", 대한교통학회지, 제18권 제4호, 대한교통학회, pp.95~105.
13. Chang-Jen, L. & Patricia, S. H.(2000), "A Mixed Generalized Linear Model for Estimating Household Trip Production", TRB.
14. Chatterjee, A., Khasnabis, & Slade, L. J. (1977), "Household Stratification Models for Travel Estimation", Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol.103, pp.199~213.
15. Daniel, A. B. & Chin-Cheng, C.(2004), "Unit of Analysis in Conventional Trip Generation Modelling: An Investigation", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.31, pp.272~280.
16. Finn, V. J.(1996), "An Introduction to Bayesian Networks", Springer.
17. Finn, V. J.(2001), "Bayesian Networks and Decision Graphs", Springer.
18. Goodman, L. A., & Kruskal, W. H.(1979), "Measures of Association for Cross Classifications", Springer-Verlag.
19. James, S. P.(1989), "Bayesian Statistics", Wiley Interscience.
20. Jose, M. B. & ADRIAN, F. M. S(1994), "Bayesian Theory", Wiley.
21. Michael, D.A., & Justin, P.O.(2002), "Evaluation of Two Trip Generation Techniques for Small Area Travel Models", Journal of Urban Planning and Development, Vol.128, pp.77~88.
22. Morris, H. and Peg, Y.(1994), "Statistical

1) 전체 인구 중 65세 이상의 고령인구 비율이 7%~14%이면 고령화 사회로 분류된다. 또한, 고령인구 비율이 14%~20%이면 고령 사회이고, 20%이상이면 초고령 사회로 분류된다.

- Analysis for Decision Making”, Dryden.
23. Pearl, J.(2000), “Causality Models, Reasoning and Inference”, Cambridge.
 24. Pham, D. T. & Karaboga, D.(2000), “Intelligent Optimisation Techniques”, Springer.
 25. Rengaraju, V. R. & Satyakumar, M.(1994), “Structuring Category Analysis Using Statistical Technique”, Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol.120, pp.930~939.
 26. Rich, E.N.(1997), “Learning Bayesian Networks”, Pearson Prentice Hall.
 27. Simon, P. W., Matthew, G. K. & Fred, L. M. (2003), “Statistical and Econometric Methods For Transportation Data Analysis”, Chapman & 30. Hall/CRC.
 28. Stopher, P. R. & McDonald, K. G.(1983), “Trip Generation by Cross-Classification: Alternative Methodology”, Transportation Research Record, Vol.944, pp.84~91.

- ✉ 주 작 성 자 : 김현기
- ✉ 논문투고일 : 2004. 10. 13
- 논문심사일 : 2004. 10. 29 (1차)
- 심사판정일 : 2004. 10. 29
- ✉ 반론접수기한 : 2005. 4. 30