

# AMIS기법 개발에 관한 연구

## Development of AMIS Method

정진혁

(중앙대학교 도시공학과 조교수)

---

### 목 차

---

- |                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| 1. 서론           | 3. 사례를 통하여 본 AMIS의 문제 분석 능력 |
| 2. 새로운 기법인 AMIS | 4. 결론 및 향후 연구 과제            |
- 

### ABSTRACT

The methods currently in use to evaluate traffic impacts on the transportation network involve some fundamental shortcomings. First, the methods do not properly take into account regional and local traffic impacts on the transportation network simultaneously. Second, temporal distribution of traffic, a major contributor to transportation problems, is not accurately accounted for. Third, traffic impact studies require costly and labor-intensive efforts to collect necessary data and to establish traffic impact models.

In this research, a new method called AMIS is developed for congestion management, access control, and impact simulation to overcome the shortcomings involved in the current methods. The new method is designed for a variety of scenarios such as access management strategies, land use policies, traffic impacts, and other congestion management strategies. This method can effectively be used, with little modification, anywhere in the United States. It is an improvement over the current traffic impact simulation methods that produces more reliable and accurate traffic impact estimates.

The case studies conducted in this research have offered evidence that the new method, AMIS, is a credible congestion management tool. Most importantly, a case study presented in this paper illustrates how the new method can be used not only to estimate regional and local impacts of alternate supply management policies in the course of a day, but virtually on an hour-by-hour basis.

### 1. 서론

미국의 교통 시스템은 방대하며, 비교적 잘 정비된 시스템 중의 하나로 인식되어 왔으며, 미국 경제발전에 큰 역할을 담당하여 왔다. 그러나, 지속적인 경제성장과 최근 교통 이용자들의 성향의 변화는 급격한 교통 수요 증가를 낳았으며, 교통 시설 공급의 부족은 심각한 교통 문제를 야기 시키고 있다. 이와 더불어, 도시 성장 함께 도시내 지가상승 및 거주 성향의 변화는 중심도시 거주자는 점차 감소하는 반면 주변 도시[Suburban] 거주자는 빠른 속도로 증가하고 있는 현상을 볼 수 있다. 이러한 위성도시의 발달은 출퇴근시간 동안 주간선도로에 - 특히 위성도시와 도시중심을 연결하는 - 심각한 교통 혼잡을 유발시키고 있다. 이와 유사한 현상은 대도시뿐만이 아니라 계획도시가 아닌 중소도시에서도 쉽게 발견할 수 있다 (Giuliano, 1990).

급격히 증가하는 교통 수요를 적절하게 수용하기 위한 방법은 여러 가지가 존재하겠으나, 가장 기본적인 방법은 교통 시스템의 증축과 보완이라 할 수 있다. 그러나, 교통 시스템의 공급 증가 -증축과 보완-는 많은 자본과 시간을 필요로 하기 때문에 교통시설 관리자들은 (미국의 경우 교통국) 특히 도시 발전과 함께 발생하는 기존 대형 건물의 증축이나 새 건물의 건설로부터 발생하는 교통 수요 증가를 수용하기 위한 사회기반시설의 증축과 보완에 큰 경제적 부담을 느끼고 있다. 미국 정부는 인프라 구축의 경제적 부담을 줄이고, 보다 효율적인 교통망 운영을 위해 기존의 건물과 새로 건축된 건물로 인해 유발되는 교통량의 정확한 예측과 교통망에서의 영향을 정확히 평가할 수 있는 방법을 절실히 필요로 하고 있다 (Griffiths and Goulias, 1994).

본 논문에서는 새롭게 개발한 교통영향평가 기법을 소개하고 개발한 기법을 사례에 적용, 기법의 신뢰성 및 문제점, 그리고 향후연구 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 새로운 기법 AMIS

현재 사용되고 있는 교통영향평가 기법은 크게 네 가지로 구분할 수 있다. 그 네 가지는 (1) 교통 공학자들의 주관적 판단에 의해 평가하는 방법, (2) Manual "engineering" 방법, (3) MINUTP, EMM/2, TRIP, QRS II 와 같은 4 단계 수요 추정 소프트웨어를 이용하는 방법, (4) TRAFFIX, SITE, IMPAX등과 같은 교통영향프로그램을 이용하는 방법등을 들 수 있다. 위의 방법들은 각각 장단점을 가지고 있으나, 가장 큰 문제점은 광역적 영향(Regional impact)과 국지적 영향 (Local Impact)을 동시에 고려할 수 없다는 것이다. 일반적으로 광역 모델인 경우에는 교통망의 특성을 정밀한 시각 (Microscopic Level)에서 분석할 수 없다는 큰 약점을 가지고 있다. 예를 들어, 교통망에서의 신호 체계, 노면 주차 시설, 접근로 형태와 간격 등과 같은 정보를 교통망 해석시 고려하기에 어려움이 있다 (Paaswell, 1992; Williams and Sokolow, 1994).

이들 교통영향평가 기법들이 가지고 있는 또 다른 문제점은 시간에 따른 교통량의 변화를 적절히 고려하지 못한다는 점을 들 수 있다. 교

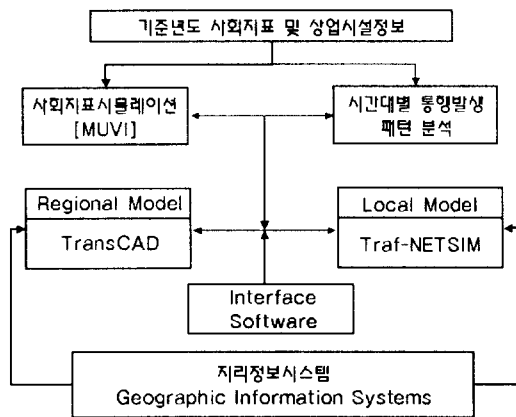
통량의 시간대별 변화는 교통망 설계시 가장 중요한 설계요소임에도 불구하고, 적절한 접근 방법이 제시되어 있지 않은 상태이다. 특히, 교통영향평가 기법 중 가장 많이 사용되고 있는 사단계추정법에서는 시간대별 교통량 변화에 대한 고려가 매우 미비한 상태라 할 수 있다 (Supernak, 1987; Kitamura, 1994). 위에서 언급되어진 문제점과 함께 보완되어야 할 점은 자료수집과 모델 구축에 많은 인력과 자본을 필요하다는 점을 들 수 있다. 다시 말해서, 교통망 영향 해석에 필요한 모델의 구축은 지역적 그리고 시간적 특성에 따라 재수집, 재구성 하는데 많은 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서 개발된 AMIS (Access Management Impact Simulation)는 교통 혼잡 해결에 종합적으로 사용될 수 있게 설계되었으며 다음과 같은 사항을 기본설계에서 고려하였다. (1) 통합적인 교통영향평가기법인 AMIS는 여러분야에 적용할 수 있는 유동적인 (Flexible) 기법이 되어야 한다. (2) AMIS는 교통 모델 구축에 있어 고질적인 문제인 지역적 특성으로 인한 모델 개발의 어려움을 없애기 위하여 미국 어느 지역에서나 약간의 수정과 보완만 있다면 쉽게 적용할 수 있어야 한다. (3) AMIS는 이해하기 쉽고, 실제 문제에 적용이 쉬워서 일반 사용자들이 용이하게 사용할 수 있도록 해야한다. (4) 교통 영향 조사시 사용되는 기법보다 저비용으로 정확하고 신뢰할 수 있는 교통영향을 평가할 수 있어야 한다. 이를 위하여 개발 초기에 설정되어진 위의 네 가지 목표점들을 달성하기 위하여 AMIS 개발에 있어서 네 가지 주된 시스템 요소들을 설정하였으며, 그 네 가지 요소들은 다음과 같다.

- (1) 광역 모델 (Regional Model)과 국지 모델 (Local Model)의 결합
- (2) 진화엔진(Evolutionary Engine)을 이용한 미래의 사회지표의 예측
- (3) 시간별 교통발생량 변화의 고려
- (4) 지리정보시스템의 이용

AMIS 시스템은 <그림 1>에서 볼 수 있듯이 크게 5가지 요소로 구성되어 있다. AMIS의 구조를 정보의 흐름을 통하여 주요요소를 설명하여 보면 다음과 같다. AMIS의 기본 입력 자료는 1980 U.S. Census 자료와 1995년 기준의 상업 자료들 (Business Information)이다. 이 중 1980 U.S. Census 자료는 사회지표 시뮬레이터

인 MUVI의 입력 자료로 이용되며, 2010년의 사회지표까지 매년 시뮬레이션 하였다. 또한, MUVI로부터 얻어진 사회경제지표는 시간대별 통행분석 모듈과 연계되어서 목표 연도의 시간대별 개인 통행량을 산정하게 된다. 그 다음 요소는 지리정보시스템 [GIS]기술로 구축된 광역 모델을 이용하여 보다 안정되고 신뢰도 높은 미래의 교통 수요를 예측하였다. 광역 모델 분석을 위해서는 Caliper Inc.의 TransCAD를 사용하였다. 광역 모델에서 예측된 교통량과 모델에서 사용된 지리정보시스템 자료들을 본 연구에서 개발된 Interface Software를 이용하여 국지 모델인 Traf-NETSIM에 필요한 입력 자료를 작성한다. 이 단계에서 교통 시뮬레이션 프로그램으로는 가장 많이 사용되고 있는 Traf-NETSIM의 가장 큰 약점인 입력화일구성의 난해함과 복잡함을 Interface Software로부터 해소할 수 있게 설계되어졌다. 이 국지 모델로부터 보다 자세한 교통망 정보를 고려할 수 있으며, 의사 결정자들에게 신뢰성 높은 결과를 제공할 수 있다.



<그림 1> AMIS SYSTEM STRUCTURE

### 3. 실례를 통하여 본 AMIS의 분석 능력

본 연구에서 개발된 AMIS의 효율성과 신뢰성을 검증하기 위하여, AMIS를 실례에 적용하였다. 대상지역은 미국 펜실바니아 주에 위치한 센터카운티 [Centre County]로 설정하였다. 펜실바니아주 중심에 위치한 센터카운티는 1,115 평방 마일에 약 110,000명의 주민이 거주하고 있으며, 전원적인 주변환경을 가지고 있다. 위

치는 Washington D.C., Philadelphia, New York, Pittsburgh 까지 승용차로 3시간에서 4시간에 도달할 수 있는 위치이기도 하다. 주된 산업은 농업과 임업이며, 이중 가장 많은 인구가 거주하고 있는 지역은 펜실바니아 주립대학교와 대규모 연구소들이 위치한 State College라 할 수 있다. (Census Population and Housing, 1991). State College와 연계된 주요도로망은 U.S. 322와 Route 26이며, 이들 도로들을 따라서 대부분의 상업들이 번성하고 있다.

### 1. 진화엔진(Evolutionary Engine)을 이용한 미래의 사회지표의 예측

개인별/가구당 사회지표예측을 위한 진화 엔진의 개발 및 이용은 시간의 진행에 따라 변화/진화되는 개개인의 사회지표자료들의 상호관계를 이용하여 미래의 개인별 사회지표자료들을 예측하는 것이 주요 기능이다. 이 시뮬레이터 [Stochastic Simulator]는 인간 내면에 포함되어 있는 무작위성 (Randomness)과 사회지표의 진화를 동시에 고려할 수 있게 설계되었다. 본 연구에서 개발된 사회지표 시뮬레이터인 MUVI (Midas - USA - Version - I)는 1980 U. S. Census를 기본입력자료로 사용하였으며, MUVI 안에 내재된 계량모델들은 1980 PUMS [Public Use Microdata Sample], NPTS [Nationwide Personal Transportation Survey], PSTP [Puget Sound Transportation Panel]을 사용하여 만들었으며, 예측능력은 우수한 것으로 나타났다 (Chung and Goulias, 1996).

새로운 기능들을 내재한 MUVI는 1991년 캘리포니아 대학 (University of California at Davis)의 Kitamura 교수와 Goulias 의 연구결과에서 나온 MIDAS [Microanalytic Integrated Demographic Accounting System]을 기초로 하여 발전 개발되었다. <표 1>는 미국 펜실바니아 주의 센터카운티에 MUVI를 적용하여 구한 1990년도 가구별 인구수 예측결과와 1990년의 Census의 실측자료를 비교한 것이다. <표 1>에서 볼 수 있듯이, 예측된결과와 실측치는 어느정도 유사한 패턴과 인구수를 가진 것을 볼 수 있으나, 부분적으로 특히 가구수가 7인 인상의 가족수에 대해서는 MUVI가 높게 예측한 것으로 나타났다.

<표 1> 센터카운티의 MUVI의 인구 예측 결과와 U.S. Census 실측자료와의 비교

가족수	MUVI의 결과	1990 U.S. Census
1	12,888	10,045
2	15,000	14,315
3	6,304	8,140
4	5,174	6,704
5	2,216	2,690
6	1,026	725
7+	864	165
Centre County에 거주인 수		
	106,124 명	108,840 명

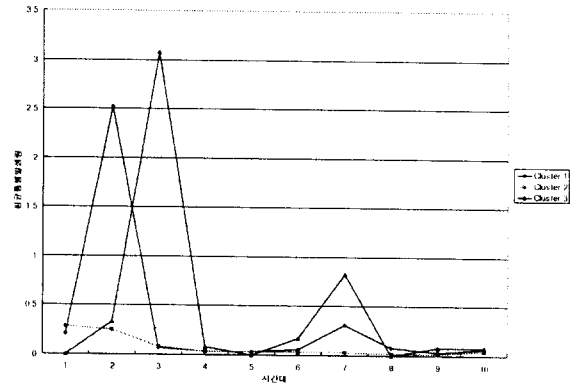
**(2) 시간대를 고려한 교통유출 모형**

시간대별 통행발생 특성을 파악하기 위하여 1990년 NPTS [Nationwide Personal Transportation Survey]를 사용하였다. NPTS 자료에는 개개인 사회지표자료와 일정기간에 발생시킨 통행발생자료 내용이 조사 기록되어 있다. (User's Guide for the Public Use Tape, 1991). NPTS 중 펜실바니아의 표본을 이용하여 765개의 가구별 자료를 통합하여 분석에 사용하였으며 시간별 통행 유출 모형을 개발하는데 사용하였다.

시간대별 목적별 교통 유출형태가 유사한 그룹으로 분류하기 위하여 Cluster 분석을 사용하였으며, <그림 2>는 Cluster분석에 의하여 분류된 “기점이 집이고 통행목적이 출근인 시간대별 통행 발생”을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 각 그룹별 출근 통행 형태는 독특한 형태를 가지고 있는 것을 볼 수 있다. 각 그룹별의 특성을 가구당의 특성을 이용하여 다항로지트모형을 구축하였다.

**(3) 시간대를 고려한 교통유입 모형**

정확한 교통수요 예측모델의 개발을 위해서는 정확하고 신뢰도 높은 교통유출모델의 개발도 중요하지만 이에 못지 않게 교통유입 모델 역시 매우 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 보다 정확한 교통유입모델을 개발하기 위하여 세 가지 자료를 이용하였다. 그 세 가지 자료들은 미국 펜실바니아 주에 위치한 이리카운티 [Erie



<그림 2> 시간대별 목적별 통행량 분포의 예

County]와 센터카운티에 존재하는 상업, 공업, 공공시설자료, 위의 지역의 사업, 공업, 공공시설에 대한 실제 전화 설문조사를 실시하여 얻어진 자료, 그리고 미국의 ITE [Institute of Transportation Engineers]에 개발한 교통유입 모형을 사용하였다.

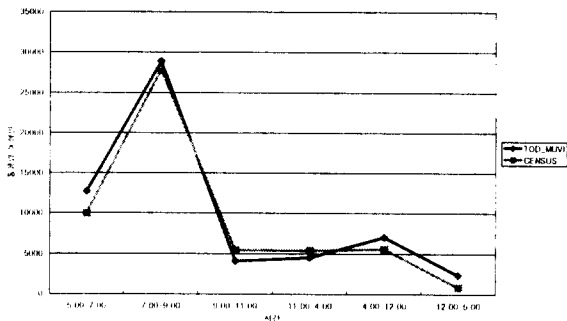
American Business Inc. 구축한 이리카운티와 센터카운티의 상업시설, 정부시설의 정보에는 표준상업분류코드 (SIC: Standard Industrial Classification), 상업시설 이름, 주소, 전화번호, 고용인수 등의 세부 자료가 포함되어 있다. 또한, 층화표본추출법 (Stratified Random Sampling)을 이용하여 약 500개 업체에 대하여 전화 설문조사를 실시하였다. 전화설문조사에서는 시간대별 교통유입량에 대한 자료와 상업시설자료들의 신뢰도를 검증하기 위하여 여러 형태의 질문을 실시하였다. 연구조사 결과 상업시설의 고용자들의 출근시간대를 살펴보면, 상업시설이 상당히 상이함에도 불구하고 고용인들의 출근시간대는 오전 7시에서 9시에 집중되어 있는 것을 발견할 수 있었으며, 이에 반하여 이용자들의 출입형태는 매우 상이하게 분포되어 있는 것을 발견할 수 있었다. 위의 분석 결과는 4단계분석법에서 사용하고 있는 존을 기준으로 한 접근방법의 단점을 단적으로 보여주는 결과라 할 수 있다. 이 결과로부터 최근 교통수요예측에서 사용되고 있는 개별적 수요예측 접근방법으로만이 위에서 볼 수 있는 시간대별 교통수요를 예측 가능할 것으로 판단된다.

**4. 실례를 통해서 본 TOD\_MUVI 능력**

본 연구에서 개발된 TOD-MUVI

(Time-of-Day-MUVI)의 정확성과 실용성을 검증하기 위하여 1990년 Census에서 제공되고 있는 자료 중 각 지역별 (즉, Block Group 단위자료)로 “ 몇 시에 집에서 일터로 출발하십니까?”의 자료와 TOD-MUVI와의 결과중 “집을 기점으로 하고 종점이 일터인 통행 발생량”과 비교하여 TOD-MUVI의 정확한 예측력을 평가하였다. 본 사례에서 사용된 입력 자료로는 1980년도 Census자료만을 TOD\_MUVI입력자료로 사용하여, 10년 동안 시뮬레이션한 결과를 비교에 사용하였다. 그러나, 두 자료의 단위가 Census의 경우 인(人)인데 반하여 TOD-MUVI의 결과는 통행량 [Trips]이어서 직접적인 비교에는 문제점이 있으나, 일반적으로 한 명의 취업자는 일일기준으로 하여 하나의 출근 통행을 발생시키는 것이 일반적이기 때문에, 대략적인 비교자료로 사용하였다.

<그림3>에서 나타난 것과 같이 TOD\_MUVI와 1990년 Census 실측치는 시간대에 따른 통행량의 분포나 크기에 매우 유사한 점을 보여주고 있다. 특히 첨두 시간대인 오전 7시에서 9시 사이의 통행량의 경우 예측치와 실측치 값이 각각 28,927 통행과 27,847인을 나타냄으로써 매우 우수한 TOD\_MUVI의 예측력을 보여주는 일례라 할 수 있다. 더욱이 시간대별 교통량의 분포의 유사성은 TOD\_MUVI가 실제의 시간대별 교통수요를 정확하고 신뢰도 높게 예측할 수 가능성을 보여주고 있다.



<그림 5> TOD\_MUVI의 예측치와 1990년 Census의 실측치 비교

(5) 광역모델의 분석

TIGER/LINE 자료와 펜실바니아주의 HPMS를 기초로 구축된 교통망을 이용하여 두 개의 광역모델이 구축되었다. 대상지역으로는 펜실바니아 주립대학 주변의 주거지역으로써 출퇴근시

주간선도로의 체증으로 인하여, 우회도로로 주거지역의 도로를 선택하는 차량이 증가하여서, 지역주민의 안전에 많은 문제점을 야기시키고 있는 지역이다. 지방 정부에서는 이러한 민원을 해결하기 위하여, 다이버터 (Diverter)를 설치하여, 우회도로를 차단하였다. 본 연구에서는 AMIS를 이용하여서 다이버터 설치 전과후의 교통량의 변화와 영향을 평가하였다. 1996년 오후 5:00-6:00 사이를 분석 시간으로 설정하였으며, 이로부터 분석된 결과는 다이버터의 설치 후 주간선도로의 교통량이 약 300대의 교통량 증가를 일으킨 것으로 나타났다.

(6) 국지모델의 분석

GIS를 이용하여 구축된 광역모델에서 교통망과 정보들이 Interface Software를 통하여, 국지모델에 필요한 자료로 변환되어있으며, 이를 이용 국지모델에 분석에 사용될 Traf-NETSIM 프로그램의 입력파일을 생성하였다. 각 예당 각각 다른 난수를 사용하여 100번의 독립적인 시뮬레이션을 실행하였다. 오후 혼잡 시간인 5:00에서 6:00 까지를 시뮬레이션 시간으로 선정했으며, 두 경우에 대하여 국지 교통망 전체의 서비스를 비교하였다. 교차로 운영행태의 측정을 위하여 사용되어진 MOE [Measure of Effectiveness]는 Total delay time, Delay per vehicle, 그리고 Queue per vehicle이다. 100 번의 독립적인 시뮬레이션으로부터 나온 결과는 <표 2>에서 보여주듯이 하나의 노선을 교통망에서 제거시킨 후 시스템의 운영효율이 떨어졌

<표 1> Case 1 과 Case 2의 교통망 전체의 MOEs의 비교

MOES	Case 1		Case 2	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차
Total Delay Time (min./mile)	365.85	23.48	431.56	12.56
Delay per Vehicle (min./veh-trip)	4.37	0.33	6.45	0.28
Queue per Vehicle (min./veh-trip)	2.73	0.28	4.19	0.24

음을 알 수 있다. 이 두 경우의 차이를 분석하기 위하여 Paired-t test를 이용하여 5% 유의수준에서 검정하였다. 이 검정결과 두 경우의 운

영이 크게 다를 수 있었다.

#### 4. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 교통 혼잡 관리 (Congestion Management)와 교통 영향 (Impacts on the transportation network)을 보다 정확하고 신뢰도 높게 시뮬레이션 할 수 있는 새로운 기법을 만들고자 했던 1차적 목적과 교통 모델 구축시 일반적으로 요구되어지는 인력 자본과 시간을 최소화하며, 미국 어느 지역에서나 쉽게 적용할 수 있는 기법을 만들고자 했던 2차적 목표를 설정하였었다.

새로운 기법인 AMIS의 가장 큰 장점 중의 하나는 모델 구축 및 예제에 사용된 자료들이 현재 사용 가능한 자료들만을 사용하였다는 점이다. 다시 말해서, AMIS는 미국 내 어느 지역에서나 적용할 수 있으며, AMIS를 적용하기 위하여서는 아주 작은 부분만 수정한다면 쉽게 사용할 수 있다.

미국 펜실바니아주 센터카운티의 1980 U.S. Census 자료를 입력자료로 MUVI가 예측한 1990 사회지표자료는 1990 Census와 비교하여 볼 때 가구 수와 인구수는 3%이내의 오차의 결과를 보여주어, MUVI의 뛰어난 예측 능력을 보여주었으나, 가구 형태와 가구 인원수의 예측에 있어서는 오차를 발생시켰다. 이러한 오차는 U.S. Census가 가지고 있는 자료 성질이 Cross-Section 자료라는 점에서 모델 개발시 시간을 변수로 가질 수 없었던 약점에 기인한 것으로 판단되어지며, 이러한 문제점은 Panel 자료가 존재하거나, 조사되어 진다면 문제는 많은 부분 해결될 것으로 보여진다. 교통량 예측에 있어서의 시간 변수에의 고려는, 입력 자료를 MUVI가 예측한 사회지표자료를 시간 모델에 적용하여 얻어진 시간대별 개인 통행량을 1990 U.S. Census 자료 비교 결과 7%이내의 신뢰성있는 결과를 제공하였다.. 또한, 위에서 언급된 자료들과 GIS를 기초로 한 모델들을 사용한 AMIS를 실제 예제에 적용해본 결과, 우수한 능력을 보여 주었다고 판단되어 진다.

이 연구에서 개발된 AMIS는 교통 계획자로서 나가야 할 통합교통예측시스템 [Integrated Forecasting System]을 향한 작은 발걸음일 것이다. 현재의 AMIS를 보다 신뢰성 높고 효과적인 기법으로 발전시키기 위해서는 몇 가지

보완되어야 할 점들이 있다. 그 하나는 MUVI로부터 얻어진 미래의 사회지표정보를 어떠한 방법으로 광역 모델에 배분할 것인 지의 문제는 매우 중요한 사항이라 할 수 있을 것이다. 미래의 토지 사용 예측과 분포의 변화는 미래 교통량 예측에 있어서 결과의 신뢰도를 결정할 수 있는 가장 큰 변수들 중 하나라 하겠다. 둘째로, MUVI는 위에서 언급했듯이 모델 개발에 있어서 Cross-section 자료를 사용하여서, 인간 생활에 있어 유동적인 현상들을 (Dynamic Nature)을 설명하기에 부족함이 있었다. 이를 보완하기 위해서는 Panel 조사를 통한 보다 세밀한 자료를 필요로 할 것이다.

#### 참고문헌

1. Census of Population and 1990: Summary Tape File 1B and 3A, Extract on CD-ROM, Prepared by the Bureau of the Census, Washington D.C., 1991
2. Chung, J. and K. G. Goulias, Development of Microsimulation tool for Pennsylvania, Transportation Research Record #1551, TRB, National Research Council, Washington, D. C., 1996.
3. Giuliano, G., *Literature Synthesis: Transportation and Urban Form*, University of Southern California, University Park, CA, 1990.
4. Griffiths, C. and K. G. Goulias, Local Right-of-way Preservation Program Course Handbook, Prepared for Commonwealth of Pennsylvania Department of Transportation, The Pennsylvania Transportation Institute, University Park, PA, 1994.
5. Kitamura, R., Time-of-Day Characteristics of Travel; An Analysis of 1990 NPTS Data, Draft Report for FHWA, Kyoto University, Japan, 1994.
6. Paaswell, R. E. (ed.), Site impact Traffic Assessment-Problems and Solutions, Proceeding of ASCE, 1992.
7. Supernak, J. C., A Method for Estimating Long-Term Changes in Time-of-Day Travel Demand, Transportation Research Record 1138, TRB, National Research Council, Washington, D. C., 1987, pp. 18-26.