

# 국도 인지도와 VMS 교통정보를 고려한 국도 우회율 분석

Diversion Behavior of National Road Users based on VMS Traffic Information and Knowledge of Roadway Network

문병섭

(한국건설기술연구원, 책임연구원) (아주대학교 교통공학, 박사과정)

장정아

최기주

(아주대학교 교통공학, 교수)

Key Words : SP 기법, 국도 인지도, VMS 교통정보, 우회율, 로짓모형

## 목 차

### I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 방법론 및 내용
- II. SP 조사 설계
  1. 이론적 배경

### 2. 경계가치(Boundary Values) 를 이용한 SP 설계

### III. SP 조사 및 분석결과

1. 조사의 개요
2. 결과 분석

### IV. 결론 및 향후 연구과제

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

ITS(지능형교통시스템; Intelligent Transport Systems, 이하 ITS)의 도입은 수송로 및 터미널시스템, 차량 그리고 운전자(통행자)로서의 인간의 세 가지 주요 요소에 정보(information)와 기술(Technology)의 요소를 부가하여 교통문제에 중요한 혁신을 가져오게 되었다. 최근 국도 변 RTMS(Rural Traffic Management System; 이하 RTMS)의 구축사업이 수도권에서 전국적으로 단계적으로 구축되고 있다. 이는 기 구축되어 있는 고속도로의 FTMS(Freeway Traffic Management System; 이하 FTMS)와 함께 우리나라 중요 근간 도로축의 정보화와 과학화의 한 단계 성장을 가져올 것으로 예상된다.

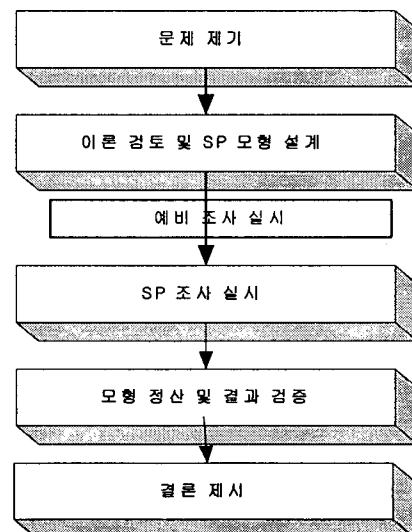
이러한 교통계의 변화는 운전자들에게 어떠한 영향을 미칠 것인가. 특히 RTMS와 FTMS의 동시 가동으로 각기 수집된 교통정보에 대한 교환과 피드백은 어떻게 이루어질 것인지에 대한 확인이 필요하다. 이를 통해 시스템의 통합적 제어와 운영의 효율화를 극대화 할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 현재의 추이를 고려하여, 국도의 RTMS의 교통정보가 FTMS의 VMS(도로전광판, Variable Message Signs; 이하 VMS)에 제공될 경우의 운전자 행태를 검토하고자 한다. 즉 고속도로를 운행하는 운전자가 고속도로와 국도의 교통상황 정보를 제공받을 경우 그들이 국도로의 우회라는 적극적 경로변경의사를 어느 정도 하게 될 지에 대해 분석하였다. 연구에서는 SP(선호경향, Stated Preference; 이하 SP) 조사를 통해 운전자 경로변경 모형을 수립하고 상황별 국도 우회 율을 도출하고 있다.

최종적으로 ITS 효과분석에서 널리 이용되고 있는 시뮬레이션 분석의 중요 입력변수가 될 수 있는 국도 우회 율을 도출하였다. 또한 모형의 구축 결과 고속도로의 통행시간 가치 값도 계량화되어 제시하고 있다.

### 2. 연구의 방법론 및 내용

본 연구의 방법론은 다음 [그림 1]과 같은 흐름을 따라 이루어진다. 2장에서는 SP 조사 설계에 대한 이론적 배경과 더불어 본 연구의 설계안을 기술하고, 3장에서는 SP 조사의 실시와 분석 결과를 설명하고 있다. 4장에서는 본 연구의 결론과 향후과제에 대한 부분을 도출하고 있다.



<그림 1> 연구의 과정도

## II. SP 조사 설계

### 1. 이론적 배경

교통수요 및 교통정책을 분석하기 위해 많이 사용되어지는 SP 기법은 1980년대 중반이후 교통학에 본격적으로 도입되어 그 신뢰성이 검증되어지고 있다. SP 기법은 조사응답자에게 가상의 시나리오를 제공하고, 주어진 시나리오를 바탕으로 응답자 개인의 선호를 표시하게 하는 일련의 기법을 말하는 것이다.

가상적인 대안은 그 대안을 대표하는 설명변수(서비스나 특성)로 표현되며 대안들은 실험계획법에 기초하여 조합하게 된다. 우리나라의 경우 SP 기법은 교통수단선택모형(금기정외, 1992)이나 주차장 선택모형(김강수, 1995), 교통정보에 따른 경로선택모형(남궁문, 1995), 승용차 보유자의 출근통행에서 혼잡통행료 부가가 교통수단선택에 미치는 영향에 관한 연구(조남권, 1999) 등 다양하게 적용되고 있다.

해외 사례로서 VMS에 의해 제공된 교통정보에 관한 효과 분석 시에 SP기법이 1988년 소개된 이후(Kroes, 1988) 지속적으로 많은 연구자들에게 의해 분석되었다. 특히 최근 교통정보에 의해 통행자들의 의사선택과정을 조사하기 위한 연구로 다각적으로 분석되고 있다(Abdel-Aty, 1997, Wardman, 1997)

이러한 SP 기법은 연구자가 실험상황을 통제할 수 있고, 분석 자료간의 독립성을 유지할 수 있는 등의 장점이 있으나, 가상의 상황에서의 표현된 선호가 과연 실제 행동으로 이어지는가에 대한 문제점이 있다.

SP 조사의 설계에서는 조사대상 및 표본수, 응답자 선호표현방법, 선택대안 및 선택 대안수, 선택대안을 설명하는 속성 변수 및 속성변수 수, 수준 및 수준수, 가상의 시나리오의 조합방법들을 설계해야 한다. 연구에서는 경계가치를 이용하여 각 대안들을 비교하면서 속성변수의 수준변화를 결정하였다. 여기서 경계가치란 각 대안들을 비교하면서 모든 대안에 대한 선호가 무차별적인 경우 각 변수의 비교 상해 값을 말하는 것으로 경계가치를 이용한 설계방법은 응답자가 각 선택대안을 비교할 때 Trade-off 선택대안을 결정한다는 가정에서 출발한다.(교통개발연구원, 2001)

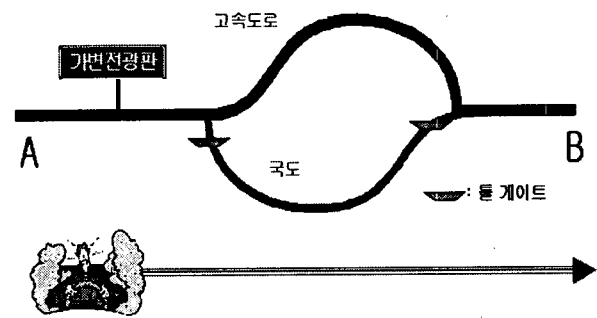
### 2. 경계가치(Boundary Values) 를 이용한 SP 설계

#### 1) 가상의 상황의 구성

본 연구에서의 주 목적은 국도 교통정보가 고속도로 운전자들에게 제공될 경우 운전자들이 경로 선택을 어떻게 하는지를 확인하는 것이다. 따라서 고속도로를 운행하는 운전자들의 경로 선택과정을 감안한 가상의 상황의 구성이 필요하다. 일반적으로 고속도로를 운행하는 경우 첫째, 장거리 통행이 잦고, 둘째, 고속도로의 요금과 통행시간의 요인으로 경로 선택을 하는 것도 있지만 우회로인 국도에 대한 인식도가 그들의 경로 선택에 중요한 영향을 미친다. 즉 고속도로와 국도라

는 두 대안의 특유상수로서 도로에 대한 친숙도 혹은 인지도가 운전자의 의사결정에 중요한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

따라서 이러한 것을 고려하여 운전자들의 경로선택을 위한 네트워크로 다음과 같은 네트워크를 구상하였다. 응답자에게 A지역에서 B지역으로 고속도로를 지속적으로 운행하려 하는데 운전자인 당신이 가변전광판을 통해 고속도로와 국도 교통정보를 제공받을 경우 국도로 우회할 것인지에 대하여 설문하였다. 이때, 교통정보로서 두 도로의 통행시간정보를 제공하였고, 운전자에게 국도 인지도는 제 3수준중 하나의 경우로, 또한 통행요금에 대하여 알려주고 그들의 경로선택의사결정에 대하여 물었다. 단 이때 국도로의 우회에 대한 불편성 등에 대하여서는 별도의 설문지 구성을 하지 않았다.



<그림 2> 가상 네트워크

#### 2) 변수와 대안의 선정

교통수단선택에 영향을 미치는 변수로서 대안의 속성에 따른 변수와 통행자의 속성에 따른 변수를 다음과 같이 선정하였다.

- 대안속성 변수 : 통행요금, 통행시간,
- 일반적인 속성 변수 : 성별, 통행목적, 연령 대
- 대안특유의 상수: 국도에 대한 인지도(혹은 친숙도)

각 변수들의 속성변수에 대한 설명은 다음과 같으며, 각 상세 수준은 BVOT의 분포 결정을 통해 이루어졌다.

교통상황에 대하여 고려하여 본다면 국도의 교통상황이 원활할 경우 고속도로의 교통상황이 지체에서 사고에 이르기까지 원활하지 못할 경우 VMS에 의해 적극적 우회 전략을 제공할 수 있다. 본 설문에서는 교통상황에 대하여 정성적인 고속도로의 원활, 지체, 사고의 정보를 제공하지 않고, 고속도로와 국도의 통행시간정보를 제공하는 정량적 정보제공을 가정하였다. 최종적으로 교통상황정보 제공 수준을 다음과 같이 제 3수준을 제시하였다.

- 교통상황1: 고속도로 32분소요, 국도 35분소요
- 교통상황2: 고속도로 47분소요, 국도 40분소요
- 교통상황3: 고속도로 60분소요, 국도 45분소요

여기서, 통행요금의 경우 다음과 같은 공식으로 계산하였다.

- 고속도로 통행요금 = 고속도로 톨 비 + 고속도로차량운행비 $\times$ (원/km) $\times$ 고속도로운행거리(20km)

- 국도 통행요금 = 톨 비(0원) + 국도차량운행비용<sup>2)</sup>(원/km)\*  
고속도로운행거리(23km)

이때 고속도로의 톨 비용은 다음절의 경계시간가치분포를 감안하여 통행시간과 trade-off되는 시점으로 그 수준을 결정하였다.

또한, 국도에 대한 인지도란 운전자가 대안 국도에 대한 사전경험 혹은 정보에 대한 부문을 정하고자 하는 변수로 3수준을 사용하였으며 그 내용은 다음과 같다.

- 국도 인지도1= 국도를 전혀 알지 못한다.
- 국도 인지도2= 국도의 길은 잘 알고 있으며 신호등이 많고 운전하기에 편하지 않다고 알고 있다.
- 국도 인지도3= 국도의 길은 잘 알고 있으며 운전하기가 고속도로 수준만큼 편하다고 알고 있다.

이러한 국도의 인지도 수준을 운전자에게 설명한 후 통행시간과 통행요금에 따라 경로선택을 설문하였다. 이러한 결과를 요약하면 다음 표와 같다.

<표 1> 변수에 대한 설명

변수의 종류	변수명	수준수	상세설명
대안속성변수	통행시간	3수준	- 교통상황1 - 교통상황2 - 교통상황3
	통행요금	3수준	- 고속도로(3200원, 4100원, 5000원) - 국도(3800원)
대안특유의 상수	국도에 대한 인지도	3수준	- 국도 인지도1 - 국도 인지도2 - 국도 인지도3
일반적인 속성변수	성별	2수준	-남성 -여성
	연령대	5수준	-24세이하 -25-34세 -35-44세 -45-54세 -55세 이상

### 3) 경계시간가치(BVOT)의 분포

본 SP 설문의 경우 대안특정상수인 ASC(Alternative Specific Constant; 이하 ASC)인 도로에 대한 인지도의 3수준이 고려되어 효용이 구성되어야 한다. 만약 응답자가 국도와 고속도로의 통행시간과 요금이 동일한데도 불구하고 고속도로를 타기 위해 요금을 더 지불한다고 할 때 응답자는 고속도로에 대해서 양의 ASC를 갖는다고 할 수 있다. 이는 효용 함수 내에 다음과 같이 표현되어 질 수 있다.

$$U_{\text{국도}} = C_{\text{국도}} + VOT * T_{\text{국도}}$$

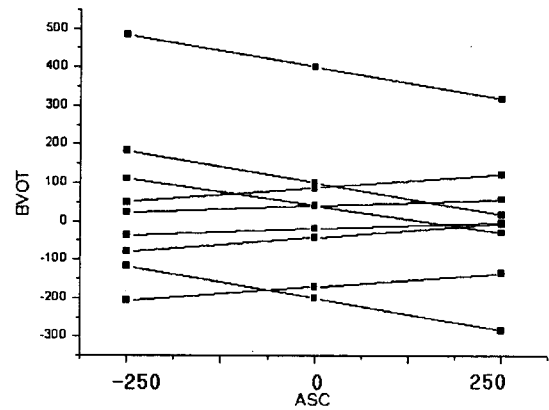
- 1) KDI의 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제3판) 기준, 승용차 기준 평균 80, 60, 30km/h 운행시 차량운행비용(원/km) 사용
- 2) 동일 지침에서, 일반도로의 차량운행비용은 일본의 사례와 국토연구원에 조사된 연료 향상율을 감안하여 고속도로 기준으로 볼 때 승용차 125%수준이 더 소요된다는 기준을 사용, 승용차 기준 평균 40km/h 운행시 차량운행비용(원/km) 사용

$$U_{\text{고속도로}} = C_{\text{고속도로}} + VOT * T_{\text{고속도로}} + ASC$$

이 경우 경계시간가치(BVOT)는 다음과 같이 계산되어 진다.

$$BVOT = \frac{C_{\text{고속도로}} - C_{\text{국도}} - ASC}{T_{\text{국도}} - T_{\text{고속도로}}}$$

통행시간, 통행요금의 각 3수준으로 총 3<sup>3</sup>=27번의 실험이 필요하나 두 변수의 교호작용을 무시하고 주효과만을 고려하여 일부 조합을 추출하여 사용하는 Fractional Factorial Design 방법에 의해 총 9개의 설문으로 구성될 수 있다. 이후 고속도로의 톨 요금과 각 도로의 통행 시간의 값을 조정하는 과정에 대하여 재 반복 수행하여 경계시간가치(Boundary Values of Time; 이하 BVOT)의 분포를 다양화하였다. 최종적으로 앞의 [표 1]과 같이 구성하게 되었으며, 이때 설문 1-9의 BVOT의 분포는 다음 [그림 3]과 같다.



<그림 3> 설문지의 BVOT의 분포

이후 설문지의 BVOT의 타당성을 검증하기 위해 예비조사를 실시하여 그 결과를 확인하였다.

### 3. 모형의 수립

본 연구에서는 정산이 용이한 로짓 모형으로 모형을 구축하였으며 모형구조는 다음과 같다.

$$P(a) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{i=1}^I e^{V_i}} = \frac{e^{\sum_k \theta_k X_k}}{\sum_i e^{\sum_k \theta_k X_k}} \quad (\text{단 } i=1, 0)$$

- P(1) : 우회도로인 국도를 선택할 확률
- P(0) : 기존 도로인 고속도로를 그대로 선택할 확률 (1-P(1))

여기서, 대안별 효용함수는 다음처럼 정립된다.

$$V_i = \theta_1 TT_i + \theta_2 C_i + \theta_3 F_i + d_i$$

$V_i$  : 대안 i의 효용 (i=0 기존도로, i=1 우회도로)

$\theta_k$  : 독립변수의 계수(k=1, 2, 3, ..., 7)

$TT_i$  : 도로 i의 통행시간 (단위: 분)

$C_i$  : 교통수단  $i$ 의 통행비용 (단위: 원)

$F_j$  :  $j$ 는 국도에 대한 인지도(친숙도) 1,2,3으로 각  $j = 1, 2, 3$  으로  $F_j = 0$  또는 1을 가짐

$d_i$  : 상수

모형에 대한 정산으로 종속변수와 설명변수의 관계를 규명하는 방법으로는 회귀분석법, 판별분석법, 최우추정법 등이 제시되고 있으며, 본 연구에서는 최우추정법에 의하여 모형을 정산하였다.

### III. SP 조사 및 분석결과

#### 1. 조사의 개요

본 연구에서는 설문을 두 가지 형태로 실시하였다. 첫째, 1번 국도, 3번국도변의 휴게소에서 국도 이용자를 대상으로 한 SP 설문을 1:1 면접 조사를 통하여 실시하였다. 둘째, Web을 통한 이메일 송부를 통하여 SP 설문을 물어보고 그 응답치를 얻었다. 그 결과 총 2157개의 유효 샘플수를 수집하였다.

#### 2. 결과 분석

##### 1) 추정된 변수

모형의 정산 결과 다음 [표 2]와 같이 모형의 변수 추정치 값이 제시되었으며, 각 변수의 통계적 유의성은 유의수준 5%에서  $p$ -값에 따라 더미변수, 통행시간, 통행요금, 연령 그리고 도로에 대한 인지도변수가 유의함을 볼 수 있다.

또한 모형의 적합도(goodness-of-fit)인 우도비  $\rho^2$ (rho-squared; likelihood ratio index)의 값이 0.228의 값을 보이고 있으며, 이 값은 0.2와 0.4사이의 값만 가져도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가진다고 평가되므로(McFadden, 1976) 본 모형이 우수하다고 판단할 수 있다.

<표 2> 모형의 변수 추정치

변수	추정치값	표준편차	p-value	채택여부
더미 변수	0.7225	0.2427	0.0029	채택
월소득	0.0010	0.0006	0.0835	-
통행시간	-0.1168	0.0088	0.0001	채택
통행요금	-0.0007	0.0001	0.0001	채택
연령	-0.0127	0.0057	0.0250	채택
남성	0.0000	-	-	-
여성	-0.1701	0.1298	0.1900	-
국도 인지도3	0.0000	-	-	-
국도 인지도2	0.6904	0.1203	0.0001	채택
국도 인지도1	1.5801	0.1261	0.0001	채택
$L(0) = -1297.347$				
$L(\beta) = -1488.028$				
$\rho^2 = 0.228$				
$N = 2156$				

##### 2) 국도에 대한 인지도에 따른 우회율 산정 결과

국도에 대한 인지도 1,2,3에 따라 교통상황이 1,2,3으로 고속도로의 VMS에서 제공될 경우 우회율을 산정하여 보면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다. 이때 톨 요금은 톨비 및 차량운행비 포함하여 고속도로 3200원, 국도 3800원이라고 가정하여(가정된 각 도로의 거리를 감안하여 가장 현실적인 가정임) 각각의 확률값을 구하였다.

##### ① 국도에 대한 인지도가 1인 경우

즉 국도를 전혀 알지 못할 경우의 고속도로 및 국도 이용률은 다음과 같다. 즉 고속도로의 교통상황이 2배정도 나빠져도 대안도로로 전환할 우회율은 단지 4.7%를 보이고 있다.

<표 3> 국도에 대한 인지도가 1인 경우의 우회율

확률 \ 교통상황	교통상황1 (원활)	교통상황2	교통상황3
고속도로 이용률(%)	99.8	99.11	95.09
국도 이용률(%)	0.2	0.89	4.91
원활대비 우회율(%)	0	0.69	4.71

##### ② 국도에 대한 인지도가 2인 경우

즉 국도를 잘 알고 있으나, 신호등이 많고 운행이 편리하지 않다고 알고 있을 경우 고속도로의 교통상황이 2배정도 나빠지면 우회율이 19.1%에 달할 것으로 보인다.

<표 4> 국도에 대한 인지도가 2인 경우의 우회율

확률 \ 교통상황	교통상황1 (원활)	교통상황2	교통상황3
고속도로 이용률(%)	99.05	94.78	79.96
국도 이용률(%)	0.95	5.22	20.04
원활대비 우회율(%)	0	4.27	19.09

##### ③ 국도에 대한 인지도가 3인 경우

즉 국도를 잘 알고 있으며 운행하기가 고속도로 수준만큼 편하다고 알고 있을 경우의 우회율은 고속도로의 교통상황이 2배 정도 나빠지면 원활대비 우회율이 35.6%에 이를 것으로 사료된다.

[표 5] 국도에 대한 인지도가 3인 경우의 우회율

확률 \ 교통상황	교통상황1 (원활)	교통상황2	교통상황3
고속도로 이용률(%)	97.72	88.17	62.1
국도 이용률(%)	2.28	11.83	37.9
원활대비 우회율(%)	0	9.55	35.62

만약 운전자들의 국도에 대한 인지도에 대하여 정성적으로 위와 같이 세 가지로 분류할 때 동일한 분포로 나타나고, 일반적인 교통상황이 위와 같이 동일한 확률로 나타난다고 가정 한다면 교통정보제공에 의한 평균 우회율은 8.2%로 산정가능하다. 실제적으로 우회율은 지점별, 시간대별로 운전자들의 분포가 다르고, 국도에 대한 인프라 정도가 다르기 때문에 이에 대한 조사 결과를 참조해야 통합 평균된 우회율 보다는 정확한 우회율이 산정 가능할 것이다. 이러한 부문은 RP 및 지점별 조사를 통해 보완 조사할 필요성이 있다. 그러나 일반적으로 ITS 효과 분석 시뮬레이션으로 널리 사용하고 있는 INTEGRATION, IDAS와 같은 툴들에서는 도로망 전체에 대하여 동일한 우회율을 적용하고 있기에 이러한 평균 우회율도 유용하게 사용가능하다.

### 3) 통행시간가치(VOT)

통행시간 가치(value of travel time; VOT)는 통행시간과 통행비용의 한계 대체율(marginal rate of substitution: MRS)을 살펴봄으로서 측정 가능한 값이다. 본 연구의 모형에서의 우회도로인 국도에 대한 통행시간의 화폐가치는 다음과 같이 계산 가능하다.

$$\text{통행시간의 가치(단위시간 당)} : \frac{\frac{\partial V_i}{\partial TT_i}}{\frac{\partial V_i}{\partial C_i}} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$$

따라서 본 연구의 결과로

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{-0.01168}{-0.0007} = 163.41 \quad (\text{원/분}) = 9,804 \quad (\text{원/시})$$

으로 계량화 가능하다.

통행시간 가치는 개인이 1단위의 통행시간을 단축하기 위하여 지불할 용의가 있는 금액 값을 의미하므로, 어느 개인의 시간가치가 9,804원 이상이 되면 그 개인은 국도보다는 고속도로를 선택하게 된다. 단 여기에는 교통상황과 국도에 대한 인지도는 고려되지 않는다.

이러한 값은 우리나라의 승용차의 업무와 비업무 통행의 평균시간가치인 9,413(원/시)<sup>3)</sup>에 값보다는 약간 높게 산정된 값이다. 그리고 미국의 경우, Minnesota Ramp Metering 지표 및 평가에서 사용된 통행시간가치 \$9.83/시<sup>4)</sup> 보다는 싸게 산정된 값으로 계량화되었다. 본 연구에서 제시된 통행시간 가치는 비교적 타당성이 있는 값으로 사료된다.

## IV. 결론 및 향후 연구과제

최근 활발히 추진되고 있는 다양한 ITS의 구축은 운전자들의 경로선택과정에 영향을 미쳐 교통량의 분산으로 교통 혼잡의 완화를 가져오고 있다. 이러한 시점 본 연구에서는 향후 단

계적으로 확대 실시될 RTMS의 결과 고속도로와 국도의 인프라에서 ITS의 교통정보제공의 효과가 어느 정도 교통량 분산의 효과가 있을 지에 대하여 분석하고 있다.

고속도로의 FTMS와 국도의 RTMS에서 고속도로의 교통흐름에 문제가 발생하였을 경우 국도로의 우회라는 우회율을 확인하기 위해 가상의 시나리오를 구성하여 SP 기법을 도입 조사하였다.

주요 SP 변수로서 국도 인지도 변수, 통행시간변수, 통행요금 변수를 이용하여 모형을 구축하여 95% 신뢰수준하에서 그 변수의 추정치 값을 통계적으로 유의한 수준으로 각각 제시하였다. 또한 현재의 통행요금하에서 교통상황과 국도 인지도 수준에 따라 각각의 국도 우회율을 산정하였고, 고속도로의 통행시간 가치를 정량화 제시하였다.

본 연구에서 제시된 모형의 결과는 통계적으로 우수하며, 최종적으로 제시된 우회율 지표는 향후 ITS의 효과분석 혹은 정보제공의 효과 분석시에 널리 사용가능하리라 사료된다.

그러나, 본 연구는 몇 가지 연구의 한계를 가지고 있다.

첫째, 가상의 SP 상황에 대한 분석결과이므로 실제와는 차이가 날 수 있는 오차요인이 있다. 따라서 이를 보완하기 위한 RP 조사 등이 필요하다.

둘째, 연구를 위해 가정된 국도 인지도 수준은 다소 주관적인 요인이 있는 변수로서 유의한 통계적 의미가 있다고 제시되었지만, 이에 대한 보완 연구가 필요할 것이다.

셋째, 최종적으로 제시된 교통정보의 제공에 의해 분산되는 우회율을 8.2%로 제시하고 있는데, 이는 산술적 평균(교통상황과 국도인지도에 대한 운전자 분포가 동일하다는 가정 하에)으로 제시된 것이다. 따라서 보다 현실적인 우회율 값은 우회지점(IC별)을 운영하는 운전자의 분포 및 주말, 평일 및 명절 때의 교통상황에 따라 다르게 분포되어 평균화되어야 한다. 즉 공간적(지점별), 시간적(시간대별) 우회율을 산정함으로써 정확한 ITS 효과분석지표로서 사용가능할 것으로 판단된다. 이러한 부문은 향후 지속적으로 조사 및 연구 추진되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김강수, Stated Preference 조사 설계 및 분석 방법론에 대한 금기정,신연식, SP data에 의한 지방도시의 교통수단 선택요인 분석에 관한 연구, 대한교통학회지, 제 10권 제 3호, 1992
2. 김강수, Stated Preference 조사 설계 및 분석 방법론에 대한 연구(1단계), 교통개발연구원, 2001
3. 김강수, Stated Preference 조사 설계 및 분석 방법론에 대한 연구(2단계), 교통개발연구원, 2002
4. 남궁문 외 2인, 운전자의 경로선택에 대한 교통정보의 영향, 대한토목공학회학술집, 제15권 제 6호, 1995
5. 서채연 외 3인, 교통정보제공시 운전자의 경로선택에 관한 기초적 연구, 대한국토·도시계획학회지, 제30권 제3호, 1995
6. 윤대식, 교통수요분석, 박영사, 2001
7. 이상용, 이선혜, 선호도 조사를 이용한 교통수요전환을 산정

3) 공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침(건설교통부, 2002)

4) ITS 사업의 지속적인 효과증진을 위한 평가방법 및 평가체계 구축(시정개발연구원, 2002)

- 연구, 교통개발연구원, 2000
8. 조남권, 승용차 보유자의 출근통행에서 혼잡통행료 부과가 교통수단선택에 미치는 영향에 관한 연구 : SP 조사기법의 적용을 중심으로, 서울대학교 환경대학원, 1999
  9. 공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침, 건설교통부, 2002
  10. 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제3판), 한국개발연구원, 2001
  11. ITS 사업의 지속적인 효과증진을 위한 평가방법 및 평가체계 구축, 시정개발연구원, 2002
  12. Abdel-Aty, M. A., Kitamura, R. and Jovanis, P. P , Using stated preference data for studying the effect of advanced traffic information on drivers' route choice. *Transportation Research-C* 5, 39-50. 1997
  13. Ben-Akiva, M. and Lerman, D., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, 1985
  14. Khattak, A. J., Koppelman, F. S. and Schofer, J. L , Stated preferences for investigating commuters' diversion propensity. *Transportation Research-A* 20, 107-127, 1993
  15. Kroes, E. P. and Sheldon, R. J, Stated preference methods: an introduction. *Journal of Transport Economics and Policy* 22, 11-25. 1988
  16. McFadden, D. The theory and practice of disaggregate demand forecasting for various modes of urban transportation. University of California-Berkeley, Institute of Transportation Studies, Working paper No. 7623, 1976
  17. Wardman M. P., Bonsall P. and Shires J. D. Driver response to variable message signs: a stated preference investigation, *Transportation Research-C* 5, No. 6, 389-405, 1997