

가변안내표지판 메시지 표출형식 및 지체수준 별 운전자 우회율 분석 연구

An Analysis of Diversion Rate by The types of Display and The levels of Delay on VMS (Variable Message Sign)

유수인*
(Su-In Yu)

김병종**
(Byung-Jong Kim)

김원규***
(Won-Kyu Kim)

요약

본 연구는 가변안내표지판(VMS, Variable Message Sign)의 표출방식과 제공되는 정보의 지체수준에 따른 운전자 우회율을 분석하는 것이 주요 목적이다. 이를 위하여 20대 이상의 운전면허소지자를 대상으로 차량시뮬레이터를 이용한 가상주행 실험 후 SP 조사를 실시하였고, 조사결과에 대하여 로짓모형을 구축하였다. 분석결과 문자식과 도형식 간 표출형식에 따른 운전자 우회율은 차이가 없었다. 또한 우회도로가 원활상태 일 경우, 주도로의 지체수준 125% 시점에서 우회하기 시작하였고, 지체수준이 증가함에 따라 우회율은 근소하게 증가하는 것으로 나타났다. 우회도로가 지체상태 일 경우, 주도로의 지체수준 125% 시점에서 우회하기 시작하였고, 지체수준이 증가함에 따라 우회율은 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 운전자의 우회시점에 대한 기준점을 제시하고 있으며, 향후 교통성능향상을 위한 교통정보제공 전략 수립 시 이를 반영한 교통정보제공전략이 검토·적용 되어야 할 것이다.

핵심어 : 지체수준, 표출유형, 우회율, 가변안내표지판, 운전자 행태

Abstract

The main purpose of this study is to analyze the diversion rate by the levels of delay and the types of display. For this study, we developed the logit model by analyzing the result of SP survey of drivers who have driver's licence after manipulating a virtual driving simulator. The result of analysis was that the types of display was not statistically significant to the diversion rate. On the other hand, the levels of delay was very meaningful factor with the diversion rate. When the main road was flowing smoothly, drivers started to detour at the levels of delay 125% under the traffic free flow state. Similarly, when the levels of delay got worse, the diversion rate kept the same percentage as it was at the levels of delay 125% state which represented a smooth road condition. Likewise, when the main road's traffic flow was slow, drivers appeared to make detours at the same state of the levels of delay 125%. It was found that as the levels of delay got worse, the diversion rose higher than the diversion rate at the condition of slow traffic flow situation with the levels of delay 125%. The result of this study suggests the criterion of drivers detour point. For the conclusion, the result of study would be a reasonable reference for establishing transportation strategies by reflecting drivers' detouring property and would improve the efficiency of traffic flow.

Keywords : Diversion Rate, VMS, Driver behavior, ITS, Traffic Information

† 본 연구는 국토교통부 교통체계효율화사업(10PTSI-B056303-01)지원으로 수행되었습니다.

* 주저자 및 교신저자 : 한국항공대학교 석사과정

** 공저자 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

*** 공저자 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

† 논문접수일 : 2013년 10월 22일

† 논문심사일 : 2013년 12월 17일

† 게재확정일 : 2013년 12월 20일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

가변안내표지판(VMS, Variable Message Sign)은 지능형 교통체계 (ITS, Intelligent Transport System)를 구성하는 시스템의 한 부분으로 도로이용자에게 실시간으로 교통정보를 제공한다.

VMS는 주요 도시고속도로에 설치되거나 고속도로 분기점 등 우회도로가 분명한 지점에 설치되어 운영되고 있으며, 이는 운전자의 경로변경에 대한 의사결정을 하는 매체로 그 역할이 매우 중요하다.

2012년 말 기준 국내 VMS는 전체 고속도로 4,043km에 1,066대, ITS가 구축된 일반 국도 2,566km에 582대가 구축될 정도로 널리 활용되고 있다. 기존에는 우회도로가 분명한 구간에 대하여 문자식 VMS위주로 설치가 되었으나 최근에는 도심 내 주요 지점에 도형식, 혼합형 등 다양한 표출형태의 VMS 설치가 확대되고 있다.

VMS와 관련하여 VMS 정보제공에 따른 운전자 우회 영향요인이나 우회율 산출, 표출정보 제공 방안에 대한 연구가 이루어졌으나, 표출형태나 지체수준이 운전자의 우회에 미치는 영향은 분석된 바가 없다.

본 연구는 기존의 연구가 다루지 않은 VMS 표출 형태와 주도로의 지체수준이 우회율에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 VMS의 표출방식 중, 널리 쓰이고 있는 문자식과 최근 도입이 확대되고 있는 도형식을 비교하여 운전자 우회 및 의사결정에 효과적인 표출 방식을 제안하고자 한다.

또한 지체정보 제공 시, 운전자가 우회를 시작하는 지체수준 시점을 도출하여, 효율적인 교통 성능 유지 관리를 위한 운전자의 우회시점을 제시하고자 한다.

본 연구를 위하여, 관련 연구 및 문헌 등을 통해

우회 여부에 영향을 주는 요인들을 도출하고 각 특성별로 변수를 선택하였다.

피실험자의 우회 여부는 SP 조사 기법을 이용하였으며, 특정 정보가 주어졌을 때 운전자의 선호를 체크하였다.

기존 SP 조사 기법은 연구자가 실험을 통제할 수 있고, 분석 자료 간 독립성을 유지할 수 있는 장점이 있으나, 가상 상황에서 선택한 선호와 실제 상황의 행동과 차이가 발생하게 되는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 가상주행환경을 구축하였다. 피실험자가 실제 환경을 모사한 가상도로를 주행 후, 설문지에 응답하여 가상 선호와 실제 행동 간 차이를 줄일 수 있도록 하였다.

실험을 통하여 수집한 데이터는 명목척도 및 서열척도로 측정된 데이터로 비모수 통계 검증 방법을 이용하였으며, 분석프로그램의 경우 통계패키지인 SPSS(Statistical Package for the Social Science)를 이용하였다. 데이터 구성 재작업 등 필요에 따라 Microsoft Excel을 이용하였다.

II. 기존 연구검토

1. 국내·외 관련 연구

VMS 정보 제공에 따른 우회율 산출과 관련하여 진행된 연구결과는 다음과 같다.

정현영(2011)은 운전자들의 예상 통행단축시간을 제공하였을 때, 우회도로 인지 별로 경로선택에 미치는 영향을 분석하고 이에 대한 경로전환 예측모형을 구축하였다.

강진웅(2011)은 운전자의 우회의사결정과정에서 내포된 비선형성과 불확실성을 밝혀내기 위하여 의사결정나무와 신경망 이론이 결합된 모형을 통해 우회결정요인 분석을 실시하였다. 또한 기존의 로짓모형과 의사결정나무 단독모형을 검토하고, 우회도로의 인지여부와 VMS 신뢰도가 운전자 우회결정요인에 가장 영향을 미치는 요인임을 밝혀냈다.

최재성(2010)은 고속도로를 대상으로 VMS 교통정보에 따른 우회율 산출을 위하여 본선교통량과

우회도로까지의 거리를 우회율에 주요 영향을 미치는 요인으로 선택하고 로짓모형을 구축하였다.

손승녀(2010)는 운전자 경로전환 행태에 영향을 주는 관측 불가능한 내적요소 파악에 초점을 맞추어 경로전환에 영향을 미치는 심리적 요인을 파악하였다. 또한 이러한 심리적 요인간의 연계관계 및 상호간 영향정도를 파악하여 경로전환 행동예측모형을 구축하였다.

최윤희(2010)은 소통상황에 따라 정보매체의 이용패턴 변화를 분석하고, 매체의 특성에 따라 각 소통상황에 따른 정보매체별 우회이용률 변화를 분석하여, 원활의 소통상황에서는 VMS, 네비게이션 등을 이용한 우회결정의 비율이 높은 것을 밝혀냈다.

금기정(2005)은 VMS 표출방식별로 운전자 인지반응에 대한 차이를 분석하기 위하여 인지반응 특성요소(현재성, 판독성, 이해성)를 척도로 표출방식간 유의성을 검증하고 VMS 표출방식에 효과적인 방식으로 플래시 방식을 제안하였다.

장정아(2005)는 고속도로의 FTMS와 국도의 RTMS에서 고속도로의 교통흐름에 문제가 발생하였을 때, 국도 우회효과를 분석하기 위하여 국도 인지여부와 통행시간, 통행이용을 변수로 현재 통행비용하에서 교통상황과 국도 인지수준에 따른 국도 우회율을 분석하고, 통행시간 가치를 정량화하여 제시하였다.

최기주(2003)는 SP 조사를 바탕으로 우회율에 영향을 미치는 변수들을 도출하고, VMS에서 제공되는 교통정보 메시지와 VMS 순응도에 따라 우회율이 크게 달라지는 것을 밝혀냈다.

G.Divekar(2012)은 연령으로 구분한 두 개의 집단에 대하여 주도로에 대한 지체정보가 제공되었을 때 우회패턴을 분석하고, 511(미국 교통정보 제공번호)에서 제공하는 지체시간, 메시지 정보, 우회도로 친숙도에 따른 우회 패턴의 변화를 분석하였다.

Alena Erke(2007)는 폐쇄구간 정보와 우회도로 정보를 제공하여, 실제 주행차량의 VMS 순응도를 분석하였다. 또한 메시지가 표출될 때와 표출되지 않을 때 VMS에 접근하는 차량 속도와 정지행태를 분석하여 VMS 운영으로 인한 운전자 주의분산 위험

성을 지적하였다.

Srinivas Peeta(2000)는 VMS 정보에 따른 운전자의 반응을 분석하여, 제공되는 정보 수준이 우회에 영향을 미친다는 것을 밝혀냈다. 또한 사회경제적 특성, 경로 인지 여부, VMS 신뢰에 따라 우회에 차이를 보이며, 차종도 어느 정도 영향을 미친다고 밝혀냈다.

2. 기존 연구와의 차별성

기존 연구 검토 결과, VMS와 관련하여 개인 속성, 우회도로 인지여부, VMS 신뢰도, 정보 제공 내용 등을 중심으로 운전자 우회율 산출 모형 개발이나 경로전환 예측 모형 개발 등의 연구가 주로 이루어졌다. 그러나 기존 연구의 경우 우회도로 대비 주도로의 지체수준을 비교하여 운전자가 우회를 시작하는 지체수준에 대한 연구가 이루어진 바가 없다. 또한 최근 문자식 외에 다양한 표출형태의 VMS 설치가 확대됨에도 불구하고 표출형태가 운전자의 우회에 미치는 영향은 분석된 바가 없다.

본 연구는 VMS 표출형태와 우회도로 지체수준 대비 주도로의 지체수준이 우회에 미치는 영향을 분석하였다.

III. 본 론

1. 실험 및 데이터 수집

1) 실험 방법 및 변수 정의

피실험자는 주행 중 현재 주행 중인 주도로와 우회도로의 교통정보를 총 2회 제공받는다. 주행도로

<표 1> 실험 구간

<Table 1> The experiment sections

| Direction | Route | |
|-------------------|----------------------|------------------|
| | Main Route | Detour |
| Seongsu→Seongsan | Gangbyeon Expressway | Naebu Expressway |
| Myeongdong→Hanman | Namsan Tunnel 1 | Sowol-gil |
| Dongjak→Dangsan | Olympic highway | Nodeul-gil |

는 현재 서울시 주요 도로 및 도시고속도로 중 우회 경로가 분명한 3곳을 모사하였다.

피실험자는 가상시뮬레이션 환경에서 총 10회 주행 후, 설문지를 작성하였다.

변수는 기존 연구 검토 결과와 본 연구에서 도출하고자 하는 바를 감안하여 선정하였다.

〈표 2〉 변수 및 변수 수준
 〈Table 2〉 Variables and levels of variables

| Classification | | Variable | Levels | Coding |
|----------------------|--------------------------------|--|--|---------------------------------|
| Dependent variable | | Detour | Not Detour Detour | (0) (1) |
| Independent variable | Individual Characteristics | Sex | Men Women | (0) (1) |
| | | Ages | 20's 30's 40's over 50's | (1) (2) (3) (4) |
| | characteristics of information | Frequency of using a traffic Information | Always Frequently Sometimes Rarely Never | (1) (2) (3) (4) (5) |
| | | Credibility of VMS | A lot Some Not at all | (1) (2) (3) |
| | | Recognition of Detour Route | Very well Substantially Not at all | (1) (2) (3) |
| | | Types of Display | Word type Figure type | (0) (1) |

VMS에 대한 시인성 및 이해도는 SP 설문 조사 시, 운전자가 실제로 표출화면을 이해하였는지 별도로 체크하였고 변수 반영에서는 제외하였다.

2) 실험환경 구현

기존 SP 조사 기법은 연구자가 실험을 통제할 수 있고, 분석 자료 간 독립성을 유지할 수 있는 장점이 있으나, 가상 상황에서 선택한 신호와 실제 상황의 행동과 차이가 발생하게 된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 가상주행환경을 구축하여, 피실험자가 실제 환경을 모사한 가상도로를 주행 후, 설문

지에 응답함으로써, 가상 신호와 실제 행동 간 차이를 줄일 수 있도록 하였다.

차량시뮬레이터를 이용하여 실험을 수행하는 경우, 독립변수를 조정하기 간편하고 실내에서 실험을 수행할 수 있어 안전하다는 장점이 있다. 그러나 실제 주행환경을 충분히 모사하지 못하거나 충분한 표본 수의 피실험자 군에 대해 실험을 수행하지 못하는 등의 한계가 있었다. 따라서 본 연구의 가상주행 시뮬레이터를 활용한 실험 환경 구축 시 다음과 같은 점을 고려하였다.

첫째, 실제 주행환경과 유사하게 구성을 하며 실험 변수 외에 다른 변수는 시나리오 내에서 동일하게 구성하였다.

둘째, 가상주행 시 피실험자가 메시지를 판독할 수 있는 적정거리를 확보하고, 시인성 및 가독성이 좋은 표출면을 제공하였다.

셋째, 주변 교통량 및 주행 속도는 VMS에서 제공되는 주도로 소통정보와 동일하게 생성하고, 통행하도록 하였다. 또한 실험차량도 주변 교통류와 유사한 속도로 주행하도록 구성하였다.

넷째, 표출되는 교통정보는 실제 상황을 반영하여 지·정체수준을 적용하였다. 주도로와 우회도로의 통행 시간은 평상시 도로 상황이 원활할 때 통행시간을 최적 통행시간으로 하며, 해당 시간보다 더 빠른 통행시간은 없다고 가정하였다.

3) 시뮬레이션 구성

시뮬레이션은 가상주행 시뮬레이션인 Winroad 패키지를 이용하여 구현하였다. Winroad 패키지는 구성이 간편하면서도, 영상의 질이 타 가상 주행 시뮬레이션 패키지와 비교하여도 떨어지지 않는다는 장점이 있다.

〈표 3〉 시뮬레이션 사양
 〈Table 3〉 Specification of simulation

| Composition | Specification |
|-------------|------------------------------------|
| Computer | -Intel i7 Ghz, GTX 460, 4GB Ram |
| Display | -50" PDP -Resolution 1920×1080 |
| Controller | -Driving Controller (wheel, pedal) |

시뮬레이션은 고성능 랩탑에서 구동되고, 50인치 고해상도디스플레이 3면을 통해 표출된다. 피실험자는 핸들과 엑셀레이터를 모사한 컨트롤러를 이용하여 시뮬레이터를 조작하게 된다.

시뮬레이션은 주행 상황에 적절한 소음을 생성하고, 이를 스피커를 통해 재생한다.

피실험자가 실제 운전환경과 동일하게 느끼는 시점에 맞춰서 디스플레이와 의자의 높이를 조정하였으며, 실험에 방해되는 요소를 제거하였다.

4) 표출면 구성

시뮬레이터 내 VMS의 크기는 현재 서울시 VMS의 실제 소프트웨어 비율과 동일하도록 384×196 비율로 설정하였다. VMS의 높이는 도로안전시설 설치 및 관리지침 : 도로전광표지판(국토해양부)를 참조하여 지표면과 가변안내표지의 밑 부분 사이의 간격이 6m가 되도록 설정하였다.

표출화면 구성은 현재 서울시 도시고속도로 문형식 VMS와 유사하게 반영하였다. VMS 교통정보는 문자식과 도형식으로 표출되며, 교통정보로 제공되는 도로상황은 현실의 지·정체 수준을 고려하여 적용하였다. 무작위로 선출한 경로 3곳과 지·정체수준, 표출형태를 조합하여 구성한 화면 예는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 표출화면 예시
<Fig. 1> Examples of display on vms

5) 피실험자군 및 설문지 구성

피실험자는 수도권 내 거주자 중, 운전면허소지자에 한하여 모집하였다. 피실험자 수는 「교통조사지침(국토해양부, 2006)」에서 제시한 표본 수 산정 방법을 이용하여 산정하였다.

$$n = \frac{Nz^2p(1-p)}{Ne^2 + z^2p(1-p)} = 384 \quad (1)$$

여기서, n = 결과 분석 수
 N = 모집단의 수
 z = 1.96 (신뢰도 95%)
 p = 0.5 (표본비율)
 e = 0.05 (최대허용오차)

2013년 상반기 운전면허소지자 수 기준, 신뢰도 95%에서 최대허용오차 5% 미만일 때 최소 표본 수는 384개로 산정되었다. 실제 실험 시에는 유효하지 않은 데이터가 수집될 경우를 고려하여 최소 40명 이상의 주행 실험을 통해 400개 이상의 데이터를 확보 할 수 있도록 하였다.

설문지는 개인특성변수와 관련된 질문과 교통정보의 이용 빈도 및 교통정보에 대한 신뢰여부를 질문하였다. 또한 해당 경로에 대한 인지여부를 조사하고, 피실험자가 주행 시 판독한 메시지를 기재하여 시뮬레이션 내 표지판의 시인성 및 이해도를 확인하였다.

2. 데이터 분석

피실험자 1인당 총 10회 가상 주행 실험을 시행하여 총 440개의 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 통계분석패키지인 SPSS(Statistical Package for the Social Science)를 이용하여 우회에 영향을 줄 것으로 예상되는 변수에 따른 우회 여부를 분석하였다. 분석 조건 외에 다른 변인들은 통제하여야 하나 다른 조건은 우회여부에 영향을 미치지 않는다는 가정 하에 하나의 조건이 우회여부에 미치는 영향을 분석하였다.

본 실험을 통하여 수집한 데이터의 경우 명목척도 및 서열척도로 측정된 데이터로 비모수 통계검증방법을 이용하여 검증하였다.

1) 기초통계량 분석

실험에 참여한 피실험자 속성은 다음과 같다.

<표 4> 피실험자 개인 속성
<Table 4> Personal attributes of subjects

| Classification | | Number of Data | (%) |
|---|---------------|----------------|-----|
| ①Sex | Men | 300 | 68% |
| | Women | 140 | 32% |
| ②Ages | 20's | 70 | 16% |
| | 30's | 180 | 41% |
| | 40's | 110 | 25% |
| | over 50's | 80 | 18% |
| ③Credibility of VMS | A lot | 310 | 70% |
| | Some | 130 | 30% |
| | Not at all | 0 | 0% |
| ④Frequency of using a traffic information | Always | 50 | 11% |
| | Frequently | 210 | 48% |
| | Sometimes | 90 | 20% |
| | Rarely | 80 | 18% |
| ⑤Recognition of Detour Route | Very well | 62 | 14% |
| | Substantially | 232 | 53% |
| | Not at all | 146 | 33% |

2) 개인속성에 따른 우회여부 분석

동일한 정보 제공 시, 개인속성인 성별 및 연령에 따른 우회여부를 분석하여 우회 여부에 차이가 있는지 확인하였다. 동일한 정보란 표출되는 지체수준을 의미한다. 성별에 따른 우회여부 분석 결과, 동일한 정보 제공 시, 남자가 여자보다 우회에 더 적극적인 것으로 나타났다.

<표 5> 성별에 따른 우회여부
<Table 5> Diversion rate by sex

| Classification | | Men | | Women | |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|--------|------------|
| Traffic situation on Detour | Levels of delay on main road | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Free of Traffic | 100% | 4 | 22 | 1 | 17 |
| | 125% | 25 | 9 | 5 | 5 |
| | 150% | 23 | 3 | 14 | 4 |
| | 175% | 28 | 6 | 8 | 2 |
| | 200% | 20 | 6 | 17 | 1 |
| Traffic congestion | 100% | 4 | 30 | 0 | 10 |
| | 125% | 19 | 7 | 11 | 7 |
| | 150% | 25 | 9 | 7 | 3 |
| | 175% | 18 | 8 | 15 | 3 |
| | 200% | 32 | 2 | 8 | 2 |

연령에 따른 우회여부 분석 결과, 동일한 정보 제공 시, 연령층이 낮을수록 우회에 더 적극적인 것으로 나타났다.

<표 6> 연령에 따른 우회여부
<Table 6> Diversion rate by ages

| Classification | | 20's | | 30's | | |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|------------|------------|------------|
| Traffic situation on Detour | Levels of delay on main road | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour | |
| Free of Traffic | 100% | 1 | 9 | 0 | 16 | |
| | 125% | 2 | 2 | 14 | 6 | |
| | 150% | 10 | 0 | 13 | 3 | |
| | 175% | 4 | 0 | 18 | 2 | |
| Traffic congestion | 200% | 10 | 0 | 13 | 3 | |
| | 100% | 0 | 4 | 1 | 19 | |
| | 125% | 10 | 0 | 10 | 6 | |
| | 150% | 3 | 1 | 13 | 5 | |
| (continue) | 175% | 8 | 2 | 13 | 3 | |
| | 200% | 4 | 0 | 19 | 0 | |
| | | | 40's | | over 50's | |
| | | | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Free of Traffic | 100% | 4 | 8 | 0 | 6 | |
| | 125% | 8 | 2 | 6 | 4 | |
| | 150% | 10 | 2 | 4 | 2 | |
| | 175% | 8 | 2 | 6 | 4 | |
| | 200% | 10 | 2 | 4 | 2 | |
| Traffic congestion | 100% | 2 | 8 | 1 | 9 | |
| | 125% | 8 | 4 | 2 | 4 | |
| | 150% | 10 | 2 | 6 | 4 | |
| | 175% | 8 | 4 | 4 | 2 | |
| | 200% | 10 | 1 | 7 | 3 | |

3) 정보제공변수에 따른 우회여부 분석

교통정보 신뢰도에 따른 우회여부 분석 결과, 교통정보에 대한 피실험자의 신뢰도가 높을수록 우회

<표 7> 교통정보 신뢰도에 따른 우회여부
<Table 7> Diversion rate by credibility

| Classification | | A lot | | Some | | Not at all | |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|--------|------------|------------|------------|
| Traffic situation on Detour | Levels of delay on main road | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Free of Traffic | 100% | 5 | 29 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 125% | 21 | 7 | 9 | 7 | 0 | 0 |
| | 150% | 29 | 5 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| | 175% | 26 | 2 | 10 | 6 | 0 | 0 |
| | 200% | 29 | 5 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| Traffic congestion | 100% | 3 | 25 | 1 | 15 | 0 | 0 |
| | 125% | 22 | 12 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| | 150% | 23 | 5 | 9 | 7 | 0 | 0 |
| | 175% | 25 | 9 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| | 200% | 27 | 1 | 13 | 3 | 0 | 0 |

에 적극적인 것으로 나타났다.

교통정보 이용 빈도에 따른 우회여부 분석 결과 교통정보에 대한 피실험자의 이용 빈도가 높을수록 우회에 더 적극적인 것으로 나타났다.

〈표 8〉 교통정보 이용 빈도에 따른 우회여부
〈Table 8〉 Diversion rate by frequency of use

| Classification | | Always | | Frequently | |
|-----------------------------|------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Traffic situation on Detour | Levels of delay on main road | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Free of Traffic | 100% | 2 | 2 | 2 | 22 |
| | 125% | 4 | 2 | 11 | 7 |
| | 150% | 4 | 0 | 17 | 7 |
| | 175% | 4 | 2 | 14 | 4 |
| | 200% | 4 | 0 | 18 | 6 |
| | Traffic congestion | 100% | 1 | 5 | 2 |
| 125% | | 2 | 2 | 13 | 11 |
| 150% | | 4 | 2 | 11 | 7 |
| 175% | | 3 | 1 | 17 | 7 |
| 200% | | 4 | 2 | 17 | 1 |
| Sometimes | | Rarely | | Never | |
| Detour | Not Detour | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| 0 | 8 | 1 | 5 | 0 | 2 |
| 8 | 2 | 7 | 3 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 |
| 10 | 0 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 5 | 1 | 2 | 0 |
| 0 | 10 | 1 | 9 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 6 | 0 | 2 | 0 |
| 10 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | 5 | 1 | 2 | 0 |
| 9 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 |

피실험자의 구간 내 우회도로 인지에 따른 우회여부 분석 결과, 큰 차이는 없으나 우회도로에 대한 인지도가 높을수록 우회에 긍정적인 것으로 나타났다.

〈표 9〉 구간 내 우회도로 인지에 따른 우회 여부
〈Table 9〉 Diversion rate by recognition

| 구분 | Very well | | Substantially | | Not at all | |
|------------------|-----------|------------|---------------|------------|------------|------------|
| | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Naebu Expressway | 23 | 9 | 61 | 37 | 10 | 8 |
| Sowol-gil | 0 | 0 | 37 | 23 | 56 | 32 |
| Nodeul-gil | 21 | 9 | 50 | 24 | 26 | 14 |

동일 정보 제공 시, 표출형태에 따른 우회여부 분석 결과, 표출 유형에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

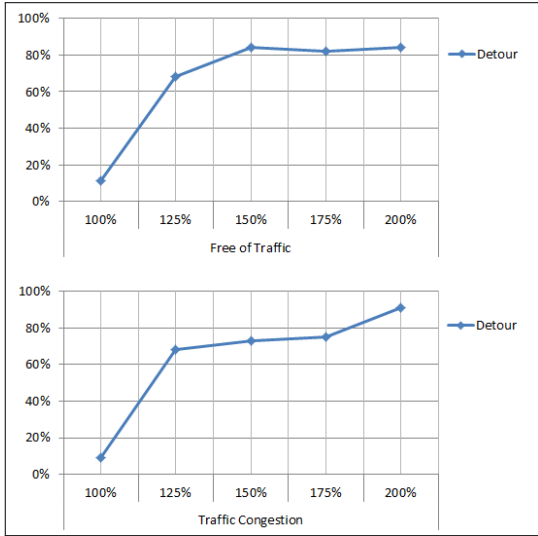
〈표 10〉 표출형태에 따른 우회여부
〈Table 10〉 Diversion rate by the types of display

| Classification | Levels of delay on main road | Word Type | | Figure Type | |
|--------------------|------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|
| | | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| Free of Traffic | 100% | 3 | 19 | 2 | 20 |
| | 125% | 16 | 6 | 14 | 8 |
| | 150% | 18 | 4 | 19 | 3 |
| | 175% | 18 | 4 | 18 | 4 |
| | 200% | 18 | 4 | 19 | 3 |
| Traffic congestion | 100% | 1 | 21 | 3 | 19 |
| | 125% | 15 | 7 | 15 | 7 |
| | 150% | 17 | 5 | 15 | 7 |
| | 175% | 16 | 6 | 17 | 5 |
| | 200% | 20 | 2 | 20 | 2 |



〈그림 2〉 표출유형에 따른 우회여부
〈Fig. 2〉 Diversion rate by the types of display

우회도로 소통상황 대비 주도로의 지체 수준에 따른 우회여부를 분석 결과, 우회를 시작하는 시점은 비슷하였으나, 우회도로가 원활 상태일 때 우회율이 더 높았다. 또한, 우회도로가 지체 상태일 때 지체가 증가할수록 더 많은 운전자가 우회하는 것으로 나타났다.



〈그림 3〉 지체수준에 따른 우회여부
 〈Fig. 3〉 Diversion rate by the levels of delay

본 연구에서 수집한 데이터는 명목척도 및 서열척도로 측정된 데이터이므로 통계적 검정 방법으로 독립성검정을 이용하였다.

〈표 11〉 통계 검정 결과
 〈Table 11〉 The results of statistic Test

| Classification | χ^2 | contingency coefficient | ψ | CramerV | λ | |
|--|------------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------|
| Sex | 0.872 (0.350) | 0.044 (0.350) | -0.045 (0.350) | 0.045 (0.350) | 0.000 (-) | |
| Ages | 10.950 (0.012) | 0.156 (0.012) | 0.158 (0.012) | 0.158 (0.012) | 0.000 (1.000) | |
| Credibility of VMS | 4.685 (0.030) | 0.103 (0.030) | -0.103 (0.030) | 0.103 (0.030) | 0.000 (-) | |
| Frequency of using a traffic Information | 8.945 (0.062) | 0.141 (0.062) | 0.143 (0.062) | 0.143 (0.062) | 0.000 (-) | |
| Recognition of Detour | Naebu Expressway | 2.114 (0.348) | 0.069 (0.348) | 0.069 (0.348) | 0.069 (0.348) | 0.000 (-) |
| | Sowol-gil | 0.216 (0.642) | 0.022 (0.642) | -0.022 (0.642) | 0.022 (0.642) | 0.000 (-) |
| | Nodeul-gil | 0.875 (0.646) | 0.045 (0.646) | 0.045 (0.646) | 0.045 (0.646) | 0.000 (-) |
| Types of Display | 0.000 (1.000) | 0.000 (1.000) | 0.000 (1.000) | 0.000 (1.000) | 0.000 (-) | |
| Levels of Delay | 149.010 (0.000) | 0.503 (0.000) | 0.582 (0.000) | 0.582 (0.000) | 0.449 (0.000) | |

검정결과, 우회여부와 상관이 있을 것으로 예상되는 변수로는 연령, 교통정보 신뢰도, 지체수준 정도이며, 이용횟수 또한 어느 정도 우회여부와 상관관계가 있을 것으로 예상된다. 우회여부와 유관할 것으로 예상된 성별, 우회도로 인지의 경우 본 연구에서는 통계적으로 유의미하게 나타나지 않았다.

3. 모형 개발

1) 경로 선택 모형

본 연구에서는 VMS 정보 제공 특성에 따른 운전자 우회율 산출 모형 개발에 일반적으로 경로선택 모형에서 많이 이용되는 로짓모형을 사용하였다.

로짓모형은 확률효용이론을 기초로 개발되었으며, 확률적 효용요소가 와이블 분포(Weibull Distribution)를 가지면서 독립적이고 동일하게 분포되어 있다고 가정한다. 분포의 모양이 정규분포와 거의 유사하고 계산이 용이하여 확률 선택 모형 중 가장 많이 이용된다.

$$P_n(i) = \text{Prob}(U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in C_n) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^I e^{V_{jn}}} \quad (2)$$

여기서, $P_n(i)$: 개인 n 이 대안 i 를 선택할 확률
 U_{in} : 개인 n 을 위한 대안 i 의 총 효용
 V_{in} : 개인 n 을 위한 대안 i 의 관측이 가능한 효용 요소
 C_n : 개인 n 이 선택할 수 있는 대안 i 들의 집합(Choice.Set)

로짓모형은 두 개의 반응 범주를 취하는 이변량 자료 Y 를 공변량 X 로 설명하기 위한 모형으로 독립변수들의 효과를 분석하기 위하여, 사건이 발생한 경우와 발생하지 않은 경우를 예측하기 보다는 사건이 발생할 확률을 예측한다.

$$E(Y) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X)} = \pi_x \quad (3)$$

$E(Y)$ 는 Y 가 1의 값을 취할 확률, 즉 어떤 사건이 발생할 확률 π_x 를 의미하며, S자 형태의 비선형 관계를 가정한다. 회귀계수 부호가 양수이고, 값이 커지면 성공확률이 증가하고, 부호가 음수이고 절대

값이 커지면 성공확률이 낮아진다.

2) 모형 개발

수집된 SP 데이터를 바탕으로 로지스틱 회귀분석을 시행결과, 우회도로 소통상황에 따라 운전자 우회 행태에 다소 차이가 있어 우회도로 상태가 원활일 경우와 지체일 경우 두 그룹으로 나누어 모형을 개발하였다. 입력변수는 운전자 우회여부에 영향을 미치는 요인으로 분석된 변수와 유의수준 0.1 이내로 포함되는 변수까지 선정하였다. 변수는 Wald 검정 값을 기준으로 선택하였다.

우회도로 원활 상태 모형의 경우 신뢰도, 지체수준이 유의미한 변수로 선택되었다. 로짓모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Log}\left(\frac{\pi_x}{1-\pi_x}\right) = & -1.885 - 1.020D_1X_{\text{신뢰도}} \\ & + (3.059D_1 + 3.846D_2 + 3.837D_3 + 3.846D_4)X_{\text{지체수준}} \end{aligned} \quad (4)$$

모형의 통계적 검정결과는 다음과 같다.

<표 12> 우회도로 원활 상태 시 모형 통계 검정 결과
<Table 12> The results of statistic test on logit model in free of traffic

| Classification | B. | p-value | Exp(B) |
|-------------------------|--------|---------|--------|
| Credibility of VMS (D1) | -1.020 | 0.008 | 0.361 |
| Levels of Delay | - | 0.000 | - |
| Levels of Delay (D1) | 3.059 | 0.000 | 21.303 |
| Levels of Delay (D2) | 3.846 | 0.000 | 46.824 |
| Levels of Delay (D3) | 3.837 | 0.000 | 46.407 |
| Levels of Delay (D4) | 3.846 | 0.000 | 46.824 |
| Constant | -1.885 | 0.000 | 0.128 |

우회도로 대비 주도로 지체 수준이 125%일 때, 지체수준 100%일 때 우회할 확률보다 21.3배 증가하는 것으로 나타났다. 지체수준이 증가할수록 우회 확률은 비슷한 수준으로 유지되는 것으로 보인다.

우회도로 지체 상태 모형의 경우 우회도로 원활 상태 모형과 달리, 지체 수준 외에 신뢰도보다 연령이 우회에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 로짓모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Log}\left(\frac{\pi_x}{1-\pi_x}\right) = & -1.484 + (-0.747D_1 - 0.780D_2 - 1.754D_3)X_{\text{연령}} \\ & + (3.012D_1 + 3.433D_2 + 3.367D_3 + 4.808D_4)X_{\text{지체수준}} \end{aligned} \quad (5)$$

우회도로 지체 상태 시 모형의 통계적 검정결과 는 다음과 같다.

<표 13> 우회도로 지체 상태 시 모형 통계 검정 결과
<Table 13> The results of statistic test on logit model in traffic congestion

| Classification | B. | p-value | Exp(B) |
|----------------------|--------|---------|---------|
| Ages | - | 0.041 | - |
| Ages (D1) | -0.747 | 0.206 | 0.474 |
| Ages (D2) | -0.780 | 0.212 | 0.458 |
| Ages (D3) | -1.754 | 0.007 | 0.173 |
| Levels of Delay | - | 0.000 | - |
| Levels of Delay (D1) | 3.012 | 0.000 | 20.323 |
| Levels of Delay (D2) | 3.433 | 0.000 | 30.977 |
| Levels of Delay (D3) | 3.367 | 0.000 | 29.003 |
| Levels of Delay (D4) | 4.808 | 0.000 | 122.514 |
| Constant | -1.484 | 0.035 | 0.227 |

우회도로 대비 주도로 지체 수준이 125%일 때, 지체수준 100%일 때 우회할 확률보다 20.3배 증가한다. 지체수준이 증가할수록 우회확률은 계속 증가하는 것으로 나타났다

3) 모형 검증

로짓모형에서 모형적합도는 카이제곱통계량, Hosmer-Lemeshow 통계량, 분류표, ROC 곡선 등을 이용하여 평가한다. 본 연구에서는 모형적합도를 평가하기 위하여 Hosmer-Lemeshow 통계량을 이용하였으며, 모형의 판별력은 ROC 곡선을 이용하여 진단하였다.

Hosmer-Lemeshow 검정의 카이제곱 값은 로지스틱 회귀모형의 전체적인 적합도(Fit)를 나타내는 값이다. 이 값은 종속변수의 실제치와 모형에 의한 예측치 간의 일치정도(Correspondence)를 나타낸다. 그 값이 작을수록 모형적합도가 높다. 즉, 귀무가설이 '모형이 적합하다' 이기 때문에 유의확률이 유의수준(0.05)보다 크면 좋은 모형이 된다[12,13].

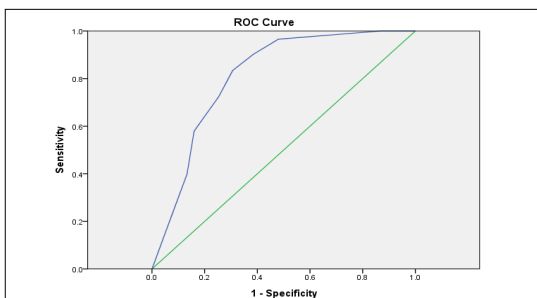
ROC 곡선은 모형을 통해 예측한 값과 실제 데이터의 값을 그래프를 통해 모형의 판별력을 판단한다. 그래프 하단의 넓이가 넓을수록, 즉 곡선이 좌상의 꼭짓점에 가까울수록 평가모형이 우수하다는 것을 의미한다. 단, ROC 곡선은 모형의 판별력만을 의미하며 모형적합도를 설명할 수 없다.

우회도로 원할 상태 시 모형의 Hosmer-Lemeshow의 카이제곱 값은 2.165이고 유의확률은 0.950로 나타났다. 유의확률이 유의수준(0.05)보다 큰 값을 갖는다. 이는 종속변수의 실제치와 예측치 간의 차이가 작으며 모형의 적합도가 수용할 만한 수준임을 나타낸다. 따라서 본 모형의 전체적인 모형적합도는 비교적 높은 것으로 보인다.

〈표 14〉 우회도로 원할 상태 적용 모형 통계 검정 결과
〈Table 14〉 The results of statistic Test on Logit Model in free of traffic

| | | |
|-------------------------|---------------|------|
| Hosmer-Lemeshow test | 2.165 (0.950) | |
| Classification Table(%) | sensitivity | 52.0 |
| | specificity | 96.6 |
| | Average | 81.4 |

또한 모형의 판별력을 검증하기 위하여 ROC 곡선의 AUC를 검토한 결과 0.812로 나타났으며, 이는 어느 정도 유의한 수준임을 나타냈다.



〈그림 3〉 우회도로 상태 원할 시 (ROC 곡선)
〈Fig. 3〉 ROC Curve in free of traffic

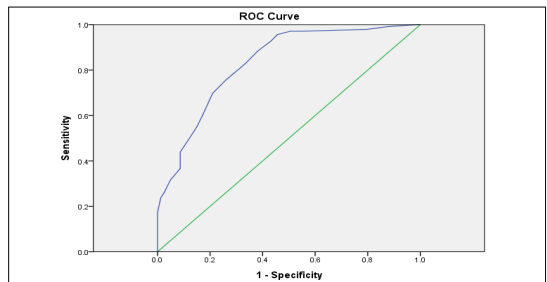
우회도로 지체 상태 시 모형의 Hosmer-Lemeshow의 카이제곱 값은 6.441이고 유의확률은 0.489로 유의수준(0.05)보다 큰 값을 갖는다. 따라서 본 모형의

적합도는 비교적 높은 것으로 보인다.

〈표 15〉 우회도로 지체 상태 적용 모형 통계 검정 결과
〈Table 15〉 The results of statistic Test on Logit Model in Traffic Congestion

| | | |
|-------------------------|---------------|------|
| Hosmer-Lemeshow test | 6.441 (0.489) | |
| Classification Table(%) | sensitivity | 54.3 |
| | specificity | 95.7 |
| | Average | 80.5 |

또한 모형의 판별력을 검증하기 위하여 ROC 곡선의 AUC를 검토한 결과 0.831로 나타났으며, 이는 어느 정도 유의한 수준임을 나타냈다.



〈그림 5〉 우회도로 상태 지체 시 (ROC 곡선)
〈Fig. 5〉 ROC Curve in traffic congestion

4) 모형 예측 값 검토

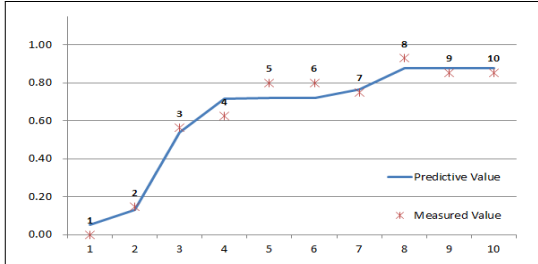
모형검증을 위해 통계적 검정 외에 모형 예측 값과 실제 DATA의 우회율을 비교 검토 하였다. 모형

〈표 16〉 모형 예측 값과 실제 우회율 결과 값 비교
(우회도로 원할 상태 모형)

〈Table. 16〉 Comparison results with the value of logit of model in free of traffic

| No. | Credibility of VMS | Levels of Delay | Measured value | Predictive Value |
|-----|--------------------|-----------------|----------------|------------------|
| 1 | Some(2) | 100% | 0.00000 | 0.05190 |
| 2 | A lot(1) | 100% | 0.14706 | 0.13179 |
| 3 | Some(2) | 125% | 0.56250 | 0.53834 |
| 4 | Some(2) | 175% | 0.62500 | 0.71754 |
| 5 | Some(2) | 150% | 0.80000 | 0.71935 |
| 6 | Some(2) | 200% | 0.80000 | 0.71935 |
| 7 | A lot(1) | 125% | 0.75000 | 0.76380 |
| 8 | A lot(1) | 175% | 0.92857 | 0.87569 |
| 9 | A lot(1) | 150% | 0.85294 | 0.87666 |
| 10 | A lot(1) | 200% | 0.85294 | 0.87666 |

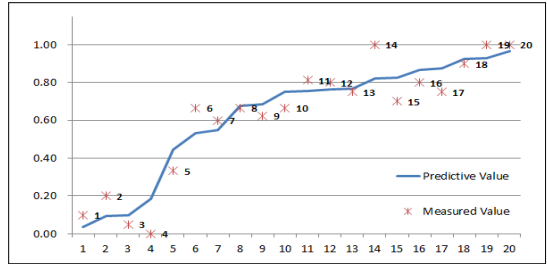
에 반영 된 변수를 기준으로, 조합 가능한 모든 집단 별로 실제 우회율과 모형 예측 값을 비교하였다. 모형 예측 값은 오름차순으로 정렬한 값이다.



〈그림 6〉 우회도로 원할 상태 모형 예측 값
 〈Fig. 6〉 Comparison results with the value of logit of model in free of traffic

〈표 17〉 모형 예측 값과 실제 우회율 결과 값 비교
 (우회도로 지체 상태 모형)
 〈Table. 17〉 Comparison results with the value of logit of model in traffic congestion

| No. | Ages | Levels of Delay | Measured value | Predictive Value |
|-----|--------------|-----------------|----------------|------------------|
| 1 | over 50's(4) | 175% | 0.10000 | 0.03777 |
| 2 | 40's(3) | 150% | 0.20000 | 0.09417 |
| 3 | 30's(2) | 125% | 0.05000 | 0.09706 |
| 4 | 20's(1) | 100% | 0.00000 | 0.18488 |
| 5 | over 50's(4) | 150% | 0.33333 | 0.44373 |
| 6 | over 50's(4) | 100% | 0.66667 | 0.53237 |
| 7 | over 50's(4) | 125% | 0.60000 | 0.54872 |
| 8 | 40's(3) | 125% | 0.66667 | 0.67873 |
| 9 | 30's(2) | 100% | 0.62500 | 0.68597 |
| 10 | 40's(3) | 200% | 0.66667 | 0.75093 |
| 11 | 30's(2) | 175% | 0.81250 | 0.75713 |
| 12 | 40's(3) | 100% | 0.80000 | 0.76304 |
| 13 | 30's(2) | 200% | 0.75000 | 0.76904 |
| 14 | 20's(1) | 200% | 1.00000 | 0.82173 |
| 15 | over 50's(4) | 200% | 0.70000 | 0.82785 |
| 16 | 20's(1) | 150% | 0.80000 | 0.86805 |
| 17 | 20's(1) | 175% | 0.75000 | 0.87541 |
| 18 | 40's(3) | 175% | 0.90000 | 0.92720 |
| 19 | 30's(2) | 150% | 1.00000 | 0.92942 |
| 20 | 20's(1) | 125% | 1.00000 | 0.96526 |



〈그림 7〉 우회도로 지체 상태 모형 예측 값
 〈Fig. 7〉 Comparison results with the value of logit of model in traffic congestion

분석 결과 우회도로 원할 상태 모형과 우회도로 지체 상태 모형의 경우 모두 실제 우회율과 예측 값이 유사한 형태로 나타났다. 위에서 로짓모형을 통해 계산된 확률 값은 계단 형태로 나타나는데, 이는 로짓모형에 반영되는 변수가 더미변수로써 구성 가능한 집단이 제한적인데 원인이 있다. 따라서 본 연구에서 도출되는 확률 값은 불연속적으로 나타난다.

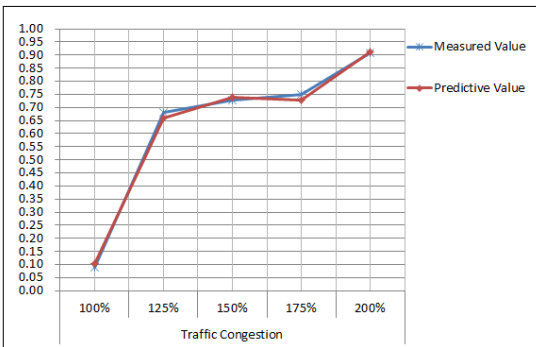
한편, 실제 도로상황에서 우회율 예측 시에는 본 모형의 변수인 운전자의 개인특성변수를 반영할 수 없으므로, 로짓모형에서 개인속성변수를 제외하고 지체수준만을 반영하여 예측한 모형 값과 실제 우회율을 비교하였다.

〈표 18〉 모형 예측 값과 실제 우회율 비교
 〈Table. 18〉 Comparison predictive value with measured diversion rate

| Classification | | Measured Value | | Predictive Value | |
|-----------------------------|------------------------------|----------------|------------|------------------|------------|
| Traffic situation on Detour | Levels of delay on main road | Detour | Not Detour | Detour | Not Detour |
| | | | | | |
| Free of Traffic | 100% | 0.11364 | 0.88636 | 0.09186 | 0.90814 |
| | 125% | 0.68182 | 0.31818 | 0.65115 | 0.34885 |
| | 150% | 0.84091 | 0.15909 | 0.79797 | 0.20203 |
| | 175% | 0.81818 | 0.18182 | 0.79657 | 0.20343 |
| | 200% | 0.84091 | 0.15909 | 0.79797 | 0.20203 |
| Traffic congestion | 100% | 0.09091 | 0.90909 | 0.10347 | 0.89653 |
| | 125% | 0.68182 | 0.31818 | 0.65754 | 0.34246 |
| | 150% | 0.72727 | 0.27273 | 0.73905 | 0.26095 |
| | 175% | 0.75000 | 0.25000 | 0.72712 | 0.27288 |
| | 200% | 0.90909 | 0.09091 | 0.91243 | 0.08757 |



〈그림 8〉 우회도로 원할 상태 비교 그래프
 〈Fig. 8〉 Comparison predictive value with measured diversion rate in free of traffic



〈그림 9〉 우회도로 지체 상태 비교 그래프
 〈Fig. 9〉 Comparison predictive value with measured diversion rate in traffic congestion

비교 결과, 우회도로 원할 상태 시 모형과 우회도로 지체 상태 시 모형 모두 실제 우회율과 유사한 형태를 보였다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 최근 다양한 형태의 VMS 확대·보급에 따라 VMS가 교통 성능 향상에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이에 VMS 표출형태와 주도로의 지체수준이 우회율에 미치는 영향을 분석하였다.

기존 연구에서 고려하였던 운전자의 개인속성변수, 통행특성변수, 정보제공변수와 VMS 표출형태, 지체수준을 반영하였다. 수도권 거주 20대 이상 운전면허소지자를 대상으로 가상주행실험을 통해 SP

데이터를 수집하였고 이 자료를 이용하여 운전자 행태 모형을 개발하였다.

본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 운전자는 우회 시 주도로와 우회도로의 소통 상황을 어느 정도 고려한다는 것이다. 우회도로의 소통 상황이 원활일 경우와 지체일 경우 우회 시점은 모두 100~125% 사이의 시점으로 유사하나, 이후 우회 경향을 살펴본 결과 지체일 경우 지체수준이 증가할수록 우회에 더 적극적이었다.

둘째, 우회도로 소통 상황에 따라 우회에 미치는 영향요인에 차이가 있다는 것이다. 지체수준 이외에 우회도로의 소통 상황이 원활일 때 우회에 영향을 미치는 주요 요인은 신뢰도이며 우회도로 소통 상황이 지체일 때 우회에 영향을 미치는 요인은 연령이었다.

셋째, 실제 VMS의 표출형태는 운전자의 우회 의사 결정에 크게 영향을 받지 않는다는 것이다.

이러한 결과를 바탕으로 운전자들의 우회를 유도하기 위하여 주도로 및 우회도로에 대한 지체 정보를 함께 제공하는 것이 바람직하며, 표출형태보다는 운전자의 정확한 정보 가독을 위한 VMS 설치가 중요하다라는 결론을 내릴 수 있었다.

향후 연구가 필요할 것으로 예상되는 부분은 다음과 같다.

본 연구에서는 가상주행실험구간에 대하여 우회구간이 분명한 도시고속도로 구간(강변북로-내부순환로, 올림픽도로-노들로) 및 도심 내 도로 1구간(남산터널-소월로)에 대하여 실험을 수행하였으나, 최근 도심 내 VMS 설치가 확대됨에 따라 도심 내 VMS의 정보제공으로 인한 운전자 행태에 대한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

또한 본 모형에서는 우회도로 소통 상태 대비 주도로의 지체를 25% 간격으로 차이를 주었으나, 분석결과 100~125% 수준 사이에서 세분화하여 우회시점을 도출해내야 할 것이다.

또한 VMS 인지여부에 따라 표출형태와 지체수준이 우회에 미치는 영향 요인은 차이가 있을 것으로 예상되므로, 향후 연구 시 집단 간 VMS 인지여부의

차이를 반영할 경우 VMS 구축 사업 시행 시 표출 형태면 결정이나 도로 계획에 활용 가능 할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] H. Y. Jung, "The Influence of Traffic Information based on VMS(variable Message Sign) on the selection of Drivers' Route", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, vol. 31, pp.193-201, Mar. 2011.
- [2] J. W. Kang, "Drivers Detour Decision Factor Analysis with Combined Method of Decision Tress and Neural Network Algorithm", (Journal of the Korean Society of Road Engineers, vol. 13, pp.167-176, Sep. 2011.
- [3] J. S. Choi, "Analysis of Influencing Factors of Travel Detour Making Behavior for Providing Freeway VMS Information", Journal of KITS, vol. 9, pp.41-50, Jun. 2010.
- [4] Y. H. Choi, "Relationships Between Using Rate of Information Media on Diversion by Traffic Condition", Journal of the Korean Society of Transportation, vol. 28, pp.39-46, Feb. 2010.
- [5] J. S. Han, "Search for An Optimal Considering Various Attributes", Journal of the Korean Society of Transportation, vol. 26, pp.145-153, Feb. 2008.
- [7] Y. H. Choi, "A Methodology for Estimating Diversion Flows on Expressways", Journal of the Korean Society of Transportation, vol. 26, pp.79-88, Feb. 2008.
- [6] K. J. Kum, "A Study on Significance Testing of Driver's Visual Behavior due to the VMS Message Dipay Forms on the Road", (Journal of the Korean Society of Road Engineers, vol. 9, pp.151-162, Dec. 2005.
- [8] J. A. Jang, "Assessment of Diversion Rate by Detour Traffic Information Provision in Freeway", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, vol. 25, pp.221-226, Mar. 2005.
- [9] B. K. Choi, "Driver Behavior Analysis Using Internet Based Route Choice Simulator", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, vol. 24, pp.37-43, Jan. 2004.
- [10] K. Ch. Choi, "Diversion Rate Analysis for Various Detour Information on VMS-focusing on National Road Number 3", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, vol. 24, pp.873-880, Nov. 2004.
- [11] D. S. Yun, "Analysis of Urban Worker's Travel Behavior Change by Traffic Information", Journal of the Korean Planners Association, vol. 36, pp.101-115, Apr. 2001.
- [12] Y. I. Lee, "A Study on the effect of a Traffic information in Driver's Diversion Behavior", Journal of the Korean Planners Association, vol. 33, pp.177-191, Aug. 1998.
- [13] J. S. Hong, "Bivariate ROC Curve", Journal of the Korean Statistical Society, vol. 19, pp.277-286, Feb. 2012.
- [14] G. Divekar, "Predicting Route Choices of Drivers Given Categorical and Numerical Information on Delays Ahead: Effects of Age, Experience, and Prior Knowledge", Transp Res Rec. Author manuscript, Nov. 2012
- [15] Alena Erke, "Effects of route guidance variable message signs (VMS) on driver behaviour", Transportation Research, Part F 10, pp.447 - 457, Mar. 2007
- [16] S. N. Son, "Development of Driver's Route Diversion Model based on the Theory of Planned Behavior", Myong-ji Univ., Feb. 2008
- [17] S. G. Kim, "Understanding Logistic Regression and its Application using SPSS", Hannarae Academy, 2008
- [18] H. S. Lee, "SPSS 18.0 Manual", Jyphyunjae

저자소개



유 수 인 (Yu, Su-In)

2013년 한국항공대학교 석사과정 (교통전공)

2012년 2월 : 한국항공대학교 항공교통물류학부 교통융합 전공

e-mail : siyu@kau.ac.kr

연락처 : 02-3158-0190



김 병 중 (Kim, Byung-Jong)

1994년 2월 ~ 현 재 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

1993년 : 국토개발연구원 교통연구실 책임연구원

1993년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (공학박사)

1990년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (공학석사)

1982년 : 고려대학교 산업공학과 졸업

e-mail : bjkim@kau.ac.kr

연락처 : 02-300-0152



김 원 규 (Kim, Won-Kyu)

1999년 2월 ~ 현 재 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

1997년 ~ 1999년 : 한국교통연구원 책임연구원

1996년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (공학박사)

1990년 : 연세대학교 대학원 건축공학과 도시계획전공 (공학석사)

1988년 : 연세대학교 건축공학과 졸업

e-mail : wkim@kau.ac.kr

연락처 : 02-300-0158