

# 미래 교통환경 변화 대응을 위한 도로표지 기능 다변화 전략: 시민의 도로표지 활용성을 중심으로

## Road Sign Function Diversification Strategy to Respond to Changes in the Future Traffic Environment : Focusing on Citizens' Usability of Road Signs

최 우 철\* · 정 규 수\*\* · 나 준 엽\*\*

\* 주저자 및 교신저자: 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 전임연구원

\*\* 공저자 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 연구위원

Woo-Chul Choi\* · Kyu-Soo Cheong\* · Joon-Yeop Na\*

\* Dept. of Future & Smart Construction Research, KICT

† Corresponding author : Woo-Chul Choi, wechoi@kict.re.kr

Vol. 21 No.3(2022)  
June, 2022  
pp.30~41

pISSN 1738-0774  
eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.3.30>

Received 3 May 2022  
Revised 13 May 2022  
Accepted 30 May 2022

© 2022. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요 약

자율주행, 전동 키보드, 드론, 스마트도로 등의 출현에 따라 도로안내체계에서의 도로교통 환경변화 대응이 필요한 시점이다. 하지만 도로를 안내하는 도로표지는 내비게이션, 스마트폰 등의 디바이스 등장으로 예전에 비해 활용도가 감소되는 실정이다. 이에 본 연구는 미래사회의 변화 환경에 적용될 도로표지 관련 이슈 및 활용방안을 도출하고자 대국민 설문조사를 수행하였고, 이를 토대로 시민의 도로표지 활용성에 미치는 영향요인을 분석하여 도로표지 기능 다변화 전략을 제시하였다. 그 결과, 첫째, 교통, 기상, 지역행사 등 사용자 요구를 반영한 가변형 도로안내 정보를 실시간으로 제공해야 된다. 둘째, 도로표지정보의 정밀도로지도 반영 등 디지털 도로표지 정보화 작업이 필요하다. 셋째, 다양한 미래 모빌리티 및 도로환경이 반영된 도로정보 안내 가상환경 실증기술 개발이 필요하다. 향후 각 전략별 심도 깊은 구체화 방안, 현장에 반영하기 위한 실증/정책 연구 등 후속연구가 활발히 진행되어, 국민들이 더욱 안전하고 편리한 도로안내 서비스를 제공받을 수 있기를 기대한다.

핵심어 : 도로표지, 도로안내, 자율주행, 전문가심층조사, 순서형 로짓 분석

### ABSTRACT

With the advent of autonomous driving, personal mobility, drones, and smart roads, it is necessary to respond to changes in the road traffic environment in the road guidance system. However, the use of road signs to guide the road is decreasing compared to the past due to the advent of devices such as navigation and smartphones. Therefore, in this study, a large-scale survey was conducted to derive road sign issues and usage plans to respond to future changes. Based on this, this study presented a strategy to diversify road sign functions by analyzing the factors affecting the use of road signs by citizens. As a result, first, it is necessary to provide real-time variable road guidance information that reflects user needs such as traffic, weather, and local events. Second, it is necessary to informatize digital road signs such as reflecting maps with precision. Third, it is necessary to demonstrate road guidance in a virtual environment that reflects various future mobility and road environments.

Key words : Road Sign, Road Guide, Autonomous Driving, FGI, Ordered logit model

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

최근 4차산업혁명시대에 들어서며 교통분야에서도 자율주행, PM(Personal Mobility), 스마트도로 등 새로운 개념의 도로교통 환경 변화가 이루어지고 있다. 또한 내비게이션, 스마트폰 등 도로안내 역시 다양한 방법으로 이용자에게 제공되고 있다. 이에 도로표지의 활용도는 예전에 비해 낮아지고 있으며, 고정 인프라인 특징 때문에 도로환경 변화에 신속히 대응하기 쉽지 않은 상황이다. 주요 선진국에서는 도로환경 변화에 따른 도로표지의 패러다임 전환 필요성을 인지하여 정책적 개선 필요성 및 발전방안을 제시하고 있다. 미국은 자율주행 등 도로환경 변화에 따라 도로표지의 발전방안 필요성을 꾸준히 제기하고 있으며, 영국은 자율주행 정책보고서 'UK Connected Automated Mobility Roadmap to 2030'에서 '25년 도로표지 디지털 신호화 및 '28년 대체 차량신호 구축 등의 도로표지 개선방향을 제시하였다(GSMA, 2020). 국내의 경우 '20~'21년에 국토교통부 도로표지센터 운영 업무대행사업에서 교통, 자율주행, 디자인 등 도로표지 관련 분야별 전문가로 구성된 미래 도로표지 준비위원회를 운영한 바 있다. 미래 도로표지 준비위원회는 교통/안전 분야, 스마트시티/자율주행 분야, 디자인/구조 분야로 구성되어 도로표지 관련 심층적인 문제점과 해결방안을 도출하고 효율적인 미래 도로표지 발전방안을 제시하고자 하였다. 본 연구는 해당 위원회에 참여하는 스마트시티/자율주행 분야 전문가 심층 면접조사(Focus Group Interview, FGI)를 기반으로 미래사회의 변화 환경에 적용될 도로표지 관련 이슈 및 활용방안을 도출하고자 한다. 또한 대국민 설문조사를 토대로 시민의 도로표지 활용성에 미치는 영향요인을 분석하여, 미래 교통환경 변화 대응을 위한 도로표지 기능 다변화 전략을 제시하고자 한다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

#### 1) 연구의 범위

국내에서의 표지 관리는 속도제한, 규제, 지시 등을 목적으로 하는 경찰청 소관의 교통안전표지와 목적지 안내, 방향 안내, 노선 안내, 거리 안내 등을 목적으로 하는 국토교통부 소관의 도로표지가 나뉘어 관리되고 있다. 속도제한, 규제, 지시 등을 목적으로 한 교통안전표지와는 다른 개념이다. 도로표지는 경계표지, 이정표지, 방향표지, 노선표지, 안내표지로 구분되며, 도로관리청에서 안내방식에 따라 인지도, 유발 교통량 등을 고려하여 안내지명을 선정·표기하고 있다. 본 연구는 운전자도 도로시설을 쉽게 이용하고, 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 설치된 도로표지를 그 대상으로 한다. 내용적 범위를 살펴보면, 본 연구는 미래 교통환경 변화 대응을 위한 스마트시티 및 자율주행 분야에서의 도로표지 활용방안을 다루고자 한다. 구체적으로 도로교통 빅데이터 및 AI 활용, 자율협력주행, 미래 모빌리티, 가상실증 등을 도로표지와 접목한 미래 도로표지 기능의 다변화 전략을 도출하고자 한다.

#### 2) 연구의 방법

본 연구는 스마트시티, 자율주행 분야에서의 도로표지 활용방안을 모색하고자 분야별 전문가와의 심층 면접조사(FGI)를 통해 미래 도로표지의 이슈 및 활용방안을 도출한다. 미래 도로표지 활용방안을 토대로 설문조사를 수행한 뒤, 순서형 로지스틱 회귀분석을 사용하여 도로표지 활용성을 중심으로 한 영향요인을 분석한다. 미래 도로표지 활용방안 중요도 영향력 등을 비교하여 미래 교통환경 변화 대응을 위한 도로표지 기능 다변화 전략과 그 시사점을 도출하도록 한다.

## II. 선행연구 고찰

본 연구는 도로표지 활용성을 중심으로 순서형 로지스틱 회귀모형을 사용하여 그 영향요인을 분석하고자 한다. 로지스틱 회귀모형을 활용한 도로표지 관련 선행연구를 살펴보면, Moon et al.(2019)은 도로 공사구간 동적표지판, 즉 이동식 가변도로전광표지판(Portable Variable Message Sign, PVMS) 안전효과에 대한 평가 연구를 수행하였다. 종속변수로는 동적표지판의 설치전과 설치후 과속여부, 독립변수로는 지점별 주야간 과속 비율로 설정하였다. 분석 결과, 정적 표지판에 비해 동적 표지판이 평균속도와 과속차량 비율 감소가 긍정적으로 영향을 끼치는 것으로 확인되었다. 교통안전표지의 경우 도심부도로의 교통안전표지 설치현황을 고려한 도로유형별 교통사고 분석 연구가 진행된 바 있다(Bhim et al., 2020). 해당 연구에서는 종속변수를 교통사고 심각도로 설정하였으며, 독립변수는 사고내용 관련 변수, 구간별 도로환경요인 관련 변수, 그리고 500m 구간별 교통안전표지(교통표지, 경고표지, 지시표지, 보조표지 등) 변수로 설정하였다. 분석 결과, 사고심각도가 높은 구간에 교통안전표지 설치개수가 많은 것으로 분석되어 사후적 관계에서의 상관성이 높게 나타났으나, 명확한 인과관계 파악 및 교통안전표지 설치효과 파악은 한계로 제시하였다. 미래 교통분야로 넓혀보면, Bhim and Son(2019a)은 자율주행셔틀 이용경험이 사회적 수용성 변화에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다. 구체적으로 살펴보면, 제로셔틀 상용화시 이용의사와 제로셔틀 운행으로 인한 사회적 수용성 상승정도를 종속변수로 설정하여 순서형 로짓모형(Ordered logit model) 기반의 영향요인을 분석하였다. 셔틀 이용지불 의사 요금을 높게 평가할수록, 자율주행차 상용화시기가 가까워졌다고 생각할수록 제로셔틀 상용화시 이용 의사 및 사회적 수용성 상승 정도를 높게 분석되었다. Choi and Jung(2020)은 다수준 순서형 로짓모형을 활용하여 Personal Mobility 공유서비스 이용의향에 미치는 영향요인 연구를 수행하였다. PM 이용의향(4점척도)을 종속변수로 하여 PM 공급특성, 개인 속성, 통행 특성, 지역 특성에 대한 영향요인을 분석하였다. Son and Lee(2019)는 순서형 로짓모형 기반의 전기차 이용 만족도 및 요인 실증분석을 수행하여 전기차 관련 정책 추진 필요성을 제기하였다. Jang et al.(2008)은 순서형 프로빗 모델을 기반으로 무선교통정보수집제공시스템 서비스의 이용료 지불 방식별 이용 행태 예측 모델을 구축하였다. 일반 교통분야에서는 순서형 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 교통사고에 끼치는 영향요인 분석 연구가 여럿 수행된 바 있다. Bhim and Son(2019b)은 순서형 로짓 모형을 이용하여 버스운전자 안전운행지원을 위한 교통사고 심각도 분석 연구를 수행하였으며, Park et al.(2019)은 도로기하구조가 기상상태에 따라 고속도로 교통사고 심각도에 미치는 영향요인을 분석하였다. 이와 같이 순서형 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 순서를 갖는 서열척도로 구성되어, 척도(예. 5점척도) 기반의 만족도, 심각도, 중요도 등에 대한 영향요인을 분석할 때 주로 활용되고 있다. 지금까지 도로표지 분야에서는 순서형 로지스틱 회귀분석 뿐만 아니라, 분석 데이터로 활용될 대규모 시민조사가 이뤄진 적이 없었다. 본 연구에서는 2020년 수행한 대국민 설문을 토대로 3,000개에 가까운 표본과, 이를 기반으로 한 순서형 로지스틱 회귀분석을 수행하여 의미있는 결과를 도출하고자 한다.

## III. 분석 방법론

### 1. 전문가 심층 면접조사(FGI)

도로표지와 융·복합화할 수 있는 미래 기술 및 서비스를 도출하기 위해 전문가 심층 면접조사(FGI)를 수행하였다. FGI 방법은 관련 선행연구가 부족할 때 기초자료 수집을 목적으로 활용 가능한 기법이다(Park and Lee, 2019). 미래 도로표지 관련 선행연구가 부족하고 새로운 관점의 다양한 문제점 및 해결방안 발굴이 필

요한 본 연구에서 필요한 방법론이다. 이를 위해 ‘20~’21년 국토교통부 도로표지센터 운영 업무대행사업에서 진행했었던 미래 도로표지 준비위원회의 스마트시티/자율주행 분과위원을 본 FGI의 전문가그룹으로 구성하였다. 전문가그룹은 교통공학 및 빅데이터 관련 교수 3명, 스마트시티, 도시, 교통, 자율주행 등 관련 연구원 6명 등 총 9명으로 구성되어 본 연구 관련 전문성을 확보할 수 있었다. FGI는 미래 도로표지의 기능 다변화 및 발전방안에 대하여 집중 토론하였다. FGI 초반에는 도로표지가 스마트시티, 자율주행 등 미래 교통환경 변화 대응에 필요한 사례들을 분석한 뒤, 현 문제점에 대하여 개방형으로 질문하여 미래 도로표지 관련 이슈 및 하위 세부 문제점을 도출하였다. 이후 관련 사례 및 도출된 문제점을 교차적 관점에서의 논의를 거친 후 미래 도로표지의 문제 해결 방향성을 설정하고, 이를 기반으로 한 미래 도로표지 활용방안을 도출하였다. 해당 도로표지 활용방안은 미래 도로표지 발전방안 도출을 위한 대시민 설문조사에 포함되어, 도로표지 활용성을 중심으로 한 영향요인 실증분석의 주요 독립변수로 활용된다.

## 2. 순서형 로지스틱 회귀분석

본 연구의 목적인 미래 도로표지 기능의 다변화 전략을 도출하기 위해 도로표지 활용성을 대상으로 인구 통계학적 특성, 운행 특성, 미래 도로표지 활용방안 중요도에 대한 영향요인을 분석하였다. 종속변수인 도로표지 활용성은 설문 상 5점척도로 구성되어 있으므로, 이항로지트모형(Binary Logit Model)에서 확장한 순서형 로지트모형(Ordered Logit Model)을 활용하였다. 순서형로지트모형은 다항로지트모형(multinomial logit model)과 유사한 성격을 갖지만, 명목형 변수를 종속변수로 하는 다항로지트모형과는 달리 서열변수에 대한 선택확률을 산정한다는 점에서 차별성을 갖는다(Choi et al., 2013). 본 설문처럼 ‘매우활용’, ‘활용’, ‘보통’, ‘활용하지 않음’, ‘전혀 활용하지 않음’과 같은 척도가 순서를 갖는 기준, 즉 일종의 현시선호(Revealed Preference)의 관계가 규정됨을 가정한다(Pindyck and Rubinfeld, 2001). 본 연구는 도로표지 활용 정도에 대한 5개의 순서를 갖는 범위를 설정하여, 종속변수가 취할 수 있는 결과가  $g(g \geq 4)$ 개이다. 그 결과는 1부터  $g$ 까지의 순위로 측정된 경우 사용된 순서형로지트모형은 누적확률(cumulative probability)에 대한 오즈비(odds ratios)로 해석된다.  $j$ 범주 이하로 속하는 종속변수  $Y$ 에 대한 식은 다음과 같다(Agresti, 1996).

$$P(Y \leq j) = \pi_1 + \dots + \pi_j, j = 1, \dots, J \dots\dots\dots (1)$$

$$\log\left[\frac{P(y \leq j|x)}{1 - P(y \leq j|x)}\right] = \mu_j - \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \quad (\text{단, } j=1,2,\dots, J-1) \dots\dots\dots (2)$$

독립변수에 대한 모형의 오즈비(Odds ratio)는 다음과 같다.

$$\log\ddot{P}(Y \leq j) = \alpha_j + \beta x, j = 1, \dots, J-1 \dots\dots\dots (3)$$

$$\left[\frac{P(Y \leq j|X=x_2)/P(Y > j|X=x_2)}{P(Y \leq j|X=x_1)/P(Y > j|X=x_1)}\right] \dots\dots\dots (4)$$

## IV. 실증분석

### 1. FGI 기반 미래 도로표지 활용 설문 설계

FGI 수행 초반 미래 교통환경 변화 대응에 필요한 도로표지의 주요 요인에 대하여 개방형으로 질문한 뒤

토의를 진행하였다. 주요 미래교통 변화요인으로는 자율주행, 도로교통 빅데이터, 신교통수단의 등장, 가상 실증 등이 제시되었다. 자율주행 분야의 경우 도로표지를 대상으로 한 상용화 기술 개발이 이루어지지 않은 상황이나, 교통안전표지는 표지와 신호등 정보를 분류 인식하고 자율주행을 지원하는 연구 및 실험이 진행된 바 있다(NVIDIA Drive Labs). 또한 차량의 센싱 기술로만 표지정보를 습득하기엔 기상조건, 주변 시설/환경 간섭 등에 따른 오인식 한계가 있기에 안전한 도로안내 및 주행을 위해서는 도로표지의 동적정밀지도(LDM : Local Dynamic Map) 반영, 자율주행 차량 위치보정 등 도로표지의 역할 부여 및 강화에 대한 논의가 이어졌다. 도로교통 빅데이터 분야의 경우 플랫폼 및 내비게이션 기업에서 목적지 안내정보 관련 빅데이터 분석기술을 선도하고 국토교통부 스마트시티 챌린지 사업을 통해 관광객 행태분석 및 유동인구 빅데이터 기반의 주요 관광목적지 선정기술이 개발되고 있는 동향에 대한 논의가 진행되었다. 또한 앞서 논의된 자율주행 뿐 아니라 공유 모빌리티, 퍼스널 모빌리티 등 신교통수단의 등장과 기존 교통수단과의 공존을 위한 안내 정보 및 표지방범 검토 등도 함께 논의되었다. 마지막으로 다양한 미래 모빌리티 환경에 일일이 대응하기 어렵고 신규 표지 표출방식의 다양한 실험을 위한 가상실증의 필요성이 제기되었다.

앞서 논의된 개방형 질문들에 대한 주요 토의내용을 토대로 미래 교통환경 변화 대응에 필요한 도로표지의 현 문제점을 도출하였다. 크게 단방향 정보 제공, 자율주행 등 연관 미래산업 연계 및 대비 미흡, 차량 운전자 위주의 안내, 미흡한 안전 확보방안 등의 4개의 주요 요인과 하위 13개의 세부 문제점이 도출되었다. 구체적으로 살펴보면, 첫째, ‘단방향 정보 제공 요인’의 경우 빅데이터 활용이 미진한 고정된 정보의 제공, 맞춤형/실시간 정보 제공의 한계가 문제점으로 도출되었다. 둘째, ‘연관 미래산업 연계 및 대비 미흡 요인’에는 주로 자율주행 분야와 관련된 문제점이 도출되었다. 자율주행 대비 정밀도로지도에서의 도로표지 데이터 미연계, 도로표지 인식이 불가능한 상황의 존재, 교통안전표지에만 국한된 차량센서 기반 표지인식, 해외 선도 사례 데이터 세트 적용의 어려움, 자율주행과 비자율주행 혼재 상황에서의 도로표지의 모호한 역할, 자율주행 대비 복잡한 주행환경 개선 노력의 미흡 등이다. 셋째, ‘차량 운전자 위주의 안내 요인’에서는 차량 운전자에만 한정된 정보 제공, 드론, UAV 등 공중도로에 대한 고려 미흡 문제점이 도출되었다. 넷째, ‘미흡한 안전 확보방안 요인’에서는 스마트시티 로드맵을 고려한 검증/실증 필요, 미래 도로표지 콘텐츠에 대한 실험환경 부재 문제점이 도출되었다.

FGI에서는 해당 문제점을 도출한 뒤, 미래 교통환경 변화요인과의 교차적 관점에서의 논의를 이어나갔다. 먼저 큰 틀에서 미래 도로표지 이슈의 주요 요인과 미래 교통환경 변화요인과의 연관성을 고려한 내용적 연계를 통해 방향성을 모색하였다. 주요요인 ‘1. 단방향 정보 제공’은 도로교통 빅데이터 활용을 통해 사용자 중심의 맞춤형 가변적 정보를 제공하고, ‘2. 연관 미래산업 연계 및 대비 미흡’은 도로표지 인프라 및 관련 데이터를 활용한 미래 도로 상황에서의 안내방식을 마련하고자 한다. ‘3. 차량 운전자 위주의 안내’는 다양화되고 있는 교통수단과 미래도로 이용자를 예상하여 신규 모빌리티 맞춤형정보를 제공하고, ‘4. 미흡한 안전 확보방안’은 가상 실험환경 조성 등 미래도로 운용을 위한 안내기술을 개발하고자 한다. 미래 도로표지의 문제 해결 방향성을 토대로 세부 활용방안을 도출하였다. 첫째, 빅데이터 기반 이용자 요구가 반영된 안내정보 제공, 둘째, 정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공, 셋째, 첨단 디스플레이 기반 AI 정보 제공, 넷째, 자율주행 지원정보 제공, 다섯째, 다양한 모빌리티 맞춤형정보 제공, 여섯째, 미래도로 운용을 위한 안내기술 개발이다(Table 1). 해당 6개 도로표지 활용방안에 대한 중요도 평가 문항을 대시민 설문조사에 포함하여, 이를 토대로 실증분석에서의 도로표지 활용성에 대한 영향력을 비교 분석하고자 하였다.

<Table 1> Road sign utilization plan for future traffic environment

Factor	Problem	Utilization Plan
1. Provision of one-way information	1-1. Limitations of providing fixed information with insufficient use of big data	A. Big data based guide information to respond to user demand
	1-2. Limitations of providing optimized information	
	1-3. Limitations of providing real-time information	
2. Insufficient connection and preparation for related future industries	2-1. Unlinked road sign data on precision map	B. Provision of real-time change information based on precision map
	2-2. Road sign recognition failure	
	2-3. Vehicle sensor based sign recognition confined to traffic signs	C. Provision of advanced display-based AI information
	2-4. Difficulty in applying leading case data sets	
	2-5. The role of unclear road signs in a mixed environment of autonomous and non-autonomous driving	D. Provision of autonomous driving support information
	2-6. Insufficient efforts for autonomous driving	
3. Limits on road guidance for drivers only	3-1. Limited information for vehicle drivers	E. Provision of various mobility-optimized information
	3-2. Insufficient consideration of future aerial roads such as drones and UAVs	
4 Insufficient safety measures	4-1. Insufficient demonstration considering the smart city road map	F. Development of guidance technology for future road operation
	4-2. Insufficient experimental environment for future road sign content	

## 2. 순서형 로짓모형 기반 미래 도로표지 기능 다변화 전략

### 1) 분석 개요

앞서 도출된 미래 도로표지 활용방안을 포함하여 도로표지 활용 및 발전방안 도출을 위한 대시민 설문조사를 진행하였다. 설문은 2020년 10월 15일부터 11월 4일, 약 3주간 진행되었으며, 도로표지 설문임에 따라 면허 응시자격을 갖춘 만 18세 이상 운전면허증 소지자 3천여 명을 대상으로 진행하였다. 표본추출방법은 경찰청 운전면허 소지자 현황 통계에 근거한 성별, 연령, 지역별 비례할당 기반 하에 추출하였으며, 불성실한 응답 등을 제외한 유효 표본은 2,884개이다.

### 2) 변수 구성 및 응답자 특성

종속변수는 평상시 도로표지 활용 정도에 대한 5점척도(1: 전혀 활용하지 않음, 2: 활용하지 않음, 3: 보통, 4: 활용, 5: 매우 활용) 응답으로 구성하였다. 매우 활용 7.6%(218명), 활용 51.6%(1,488명) 등 도로표지 활용 긍정응답이 59.2%인데 반하여 활용하지 않음(전혀 활용하지 않음 포함) 응답은 5.6%로 나타났다. 즉, 보조적 활용을 포함(보통 응답)하여 대부분 운전자(94.4%)가 도로표지를 활용하는 것으로 판단된다. 독립변수는 인구통계학적 특성, 운행 특성, 미래 도로표지 활용방안 중요도로 대별되며, 이 중 인구통계학적 특성과 운행 특성은 더미변수로 구성하였다. 성별의 경우 여자를 1, 남자를 0(참조)으로 구분하였으며, 운전면허 소지자 성별 비례에 따라 할당되어 남성(58.7%)이 여성(41.3%)보다 높은 비중을 차지하고 있다. 연령은 참조변수를 60대 이상으로 설정한 뒤 30대 이하와 40~50대를 더미변수화 하였다. 연령 역시 운전면허 소지자 비례할당에 따라 30대 이하 35.4%, 40~50대 45.7%, 60대 이상 18.9%로 설정됨을 알 수 있다. 거주지역은 지방(시군)을 참조변수로 하여 서울과 광역시를 더미변수로 설정하였다. 서울 응답자 19.2%, 인천, 부산, 광주 등 광역시

응답자가 24.6%, 기타 지방 응답자가 56.2%로 구성되었으며, 해당 분류를 통해 도시 규모 및 지역적 특성에 따른 도로표지 활용성에 대한 차이를 확인하고자 한다. 운행 특성의 경우 분류되는 항목별 표본 수가 적정한 지를 함께 고려하여 변수 특성 기준을 설정하였다. 운전경력의 경우 21년 이상(30.5%)을 참조변수로 하여 3년 이내(12.1%), 4~10년(28.7%), 11~20년(28.6%)을 더미변수화 하였다. 주간 평균 운전시간의 경우 참조변수는 8시간 이상(8.0%), 더미변수는 2시간 이내(32.5%), 3~4시간(39.0%), 5~7시간(20.5%)으로 설정하였다. 앞서 3장에서 도출된 6개의 미래 도로표지 활용방안의 경우 5점척도(1: 전혀 중요하지 않음, 2: 중요하지 않음, 3: 보통, 4: 중요, 5: 매우 중요) 응답으로 구성하여 서열 변수(연속형 변수)로 처리하였다. 평가된 평균값을 살펴보면, 'B. 정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공'이 3.85로 가장 높았으며, 'C. 첨단 디스플레이 기반 AI 정보 제공(3.58)', 'E. 다양한 모빌리티 맞춤형 정보 제공(3.56)'순으로 나타났다. 'D. 자율주행 지원정보 제공'은 3.39로 가장 낮게 평가되었다. 변수 구성 및 응답자의 기초통계량은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Basic statistics

classification		variable	frequency	ratio	Min	Max	Mean	STD	
dependent variable	use of road signs	1	12	0.4%	1	5	3.61	0.720	
		2	149	5.2%					
		3	1017	35.3%					
		4	1488	51.6%					
		5	218	7.6%					
independent variable	demographic characteristics	gender (dummy variable)	man(ref.)	1693	58.7%	-	-	-	-
			woman	1191	41.3%	-	-	-	-
		age (dummy variable)	under 30	1021	35.4%	-	-	-	-
			40~50	1317	45.7%	-	-	-	-
			over 60(ref.)	546	18.9%	-	-	-	-
		Residential Area (dummy variable)	Seoul	553	19.2%	-	-	-	-
	metropolitan city		710	24.6%	-	-	-	-	
	provinces(ref.)		1621	56.2%	-	-	-	-	
	driving characteristics	driving experience (dummy variable)	under 3 years	350	12.1%	-	-	-	-
			4~10	829	28.7%	-	-	-	-
			11~20	825	28.6%	-	-	-	-
			over 21 years	880	30.5%	-	-	-	-
		the average weekly driving time (dummy variable)	under 2 hours	936	32.5%	-	-	-	-
			3~4	1126	39.0%	-	-	-	-
			5~7	591	20.5%	-	-	-	-
over 8 hours	231	8.0%	-	-	-	-			
importance of future road signs utilization plan	A. Big data based guide information to respond to user demand		-	-	1	5	3.43	0.772	
	B. Provision of real-time change information based on precision map		-	-	1	5	3.85	0.754	
	C. Provision of advanced display-based AI information		-	-	1	5	3.58	0.809	
	D. Provision of autonomous driving support information		-	-	1	5	3.39	0.860	
	E. Provision of various mobility-optimized information		-	-	1	5	3.56	0.898	
	F. Development of guidance technology for future road operation		-	-	1	5	3.52	0.834	

### 3) 도로표지 활용 영향요인 분석

도로표지 활용 영향요인을 분석하기 위해 순서형 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 그에 앞서 독립변수간 상관관계를 확인하기 위해 다중 공선성 진단을 수행하였다. 분산팽창계수(VIF, Variable Inflation Factor) 값은 1.094~3.652로 양호한 수준으로 나타났다. 우도비 추정결과, Chi-Square 값은 314.114, df=17, p-value<0.0001로 모형이 적합한 것으로 나타나며, 모형설명력을 나타내는 Nagelkerke  $R^2$ 는 0.117로 산정되었다. Nagelkerke  $R^2$ 이 다소 낮은 편이나, 로지스틱 회귀분석에서는 일반적인  $R^2$ 에 비해 비교적 적은 값으로 산정되어 참고 정보로 이용되고 있다(Jang et al., 2008; Kim et al., 2003). 해석의 용이성을 위해  $\beta$ 값을 지수화(exponential)한 각 변수의 참조변수에 대한 확률 비율인 odds ratio 위주로 해석하고자 한다.

인구통계학적 특성을 살펴보면, 성별변수가 남성에 비해 여성일수록 도로표지 활용도가 1.181배 높은 영향을 주는 것으로 분석(5% 수준에서 유의)되어 여성 운전자의 도로표지 활용 의존도가 상대적으로 높다는 것을 알 수 있었다. 거주지역의 경우 참조변수인 지방(시군)에 비해 서울 거주 응답자가 1.222배 도로표지 활용도가 높은 것으로 나타났다(5% 수준에서 유의). 복잡한 도로구조를 갖는 서울시의 지역적 특성이 반영된 결과로 해석된다. 연령변수는 유의하지 않게 나타났다. 운행 특성을 살펴보면, 운전경력에 경우 21년 이상 경력자(참조변수)에 비해 3년 이내 경력자가 1.791배, 4~10년 경력자가 1.708배 도로표지 활용도가 높은 것으로 분석되었다(두 변수 모두 0.1% 수준에서 유의). 주간 평균 운전시간의 경우 8시간 이상 응답자(참조변수)에 비해 2시간 이내 응답자가 1.959배(0.1% 수준에서 유의), 3~4시간 응답자가 1.728배(0.1% 수준에서 유의), 5~7시간 응답자가 1.466배(5% 수준에서 유의) 도로표지 활용도가 높게 나타났다. 운전경력과 운전시간이 적을수록 도로표지 활용도에 대한 높아짐을 알 수 있었으며, 특히 운전시간의 영향력 차이가 더욱 커지는 것을 확인할 수 있었다. 도로표지 활용도가 낮다는 것은 운전 안전성에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 운전경력자 및 장시간 운전자를 위한 도로표지 활용 홍보 및 경고성 안내방안이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구의 핵심인 미래 도로표지 활용방안에 대한 중요도가 도로표지 활용 정도에 미치는 영향을 분석한 결과, 총 6개 중 4개의 변수가 유의한 것으로 분석되었다. 가장 영향력이 높은 변수는 ‘B. 정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공’으로, 해당 활용방안을 중요시 할수록 도로표지를 활용할 확률이 1.440배 증가하는 것으로 분석되었다(0.1% 수준에서 유의). 도로 및 교통정보의 실시간성을 중요시하는 시민의 내재된 가치가 반영된 것으로 해석된다. 큰 차이는 없으나, 이어서 ‘A. 빅데이터 기반 이용자 요구가 반영된 안내정보 제공’ 변수의 odds ratio가 1.411(0.1% 수준에서 유의)로 나타났다. 고정된 정보가 아닌 사용자 요구(Needs)에 맞는 가변적 안내정보에 대한 선호가 반영된 것으로 해석 가능하다. ‘F. 미래도로 운행을 위한 안내기술 개발’과 ‘E. 다양한 모빌리티 맞춤형 정보 제공’ 변수는 각각 1.152배, 1.115배의 영향력을 갖는 것으로 분석되었다(두 변수 모두 5% 수준에서 유의). 퍼스널 모빌리티, 드론, 자율주행차량 등 급속도로 변화되는 도로환경에 대한 도로표지의 시의적절한 대응이 필요할 것으로 판단된다. ‘C. 첨단 디스플레이 기반 AI 정보 제공’과 ‘D. 자율주행 지원정보 제공’은 유의하지 않게 나타났다(Table 3).

<Table 3> Analysis result

classification	variable	$\beta$	odds ratio	std_error	p-value
dependent variable (use of road signs)	Intercept1	0.467	-	0.536	0.383
	Intercept2	3.139***	-	0.460	0.000
	Intercept3	5.748***	-	0.464	0.000
	Intercept4	8.851***	-	0.484	0.000



classification		variable	$\beta$	odds ratio	std_error	p-value	
independent variable	demographic characteristics	gender(dummy, ref.: man)		0.166*	1.181	0.083	0.045
		age(ref. : over 60)	under 30	0.216	1.241	0.138	0.118
			40~50	1.058	0.107	0.271	0.603
		Residential Area (ref. : provinces)	Seoul	0.200*	1.222	0.097	0.039
			metropolitan city	0.116	1.123	0.088	0.189
		driving characteristics	driving experience (ref. : over 21)	under 3	0.583***	1.791	0.163
	4~10			0.536***	1.708	0.128	0.000
	11~20			0.163	1.177	0.107	0.129
	the average weekly driving time (ref. : over 8)		under 2	0.672***	1.959	0.148	0.000
			3~4	0.547***	1.728	0.145	0.000
			5~7	0.383*	1.466	0.155	0.013
	importance of future road signs utilization plan	A. Big data based guide information to respond to user demand		0.344***	1.411	0.053	0.000
		B. Provision of real-time change information based on precision map		0.364***	1.440	0.054	0.000
		C. Provision of advanced display-based AI information		0.070	1.073	0.052	0.181
		D. Provision of autonomous driving support information		-0.052	0.949	0.057	0.360
		E. Provision of various mobility-optimized information		0.109*	1.115	0.047	0.020
F. Development of guidance technology for future road operation		0.141*	1.152	0.059	0.017		

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

※ Chi-Square=314.144,  $p<0.0001$

※ Cox & Snell  $R^2=0.103$ , Nagelkerke  $R^2=0.117$

#### 4) 미래 도로표지 기능 다변화 전략

앞서 분석된 도로표지 활용 영향요인 분석 결과, 6개 미래 도로표지 활용방안 중 ‘빅데이터 기반 이용자 요구가 반영된 안내정보 제공( $\beta=0.344***$ )’과 ‘정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공( $\beta=0.364***$ )’ 요인의 영향력이 크게 나타났다. 교통정보, 기상정보, 재난정보, 이벤트 정보(예. 지역행사 등) 등 사용자 요구를 반영한 가변형 도로안내 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 기술 개발이 필요하다고 할 수 있다. 표출수단으로는 VMS(Variable Message Sign)를 접목한 새로운 가변형 도로표지 시설물과, 유의하진 않았으나 ‘첨단 디스플레이 기반 AI 정보 제공’ 요소를 접목시킨 내비게이션 및 스마트폰 등 차량 내부에서 확인 가능한 디바이스 또는 임베디드 형태가 가능할 것으로 판단된다. 또한 현재 도로표지정보가 제공되지 않는 정밀도로지도에 국토교통부 도로표지시스템 정보를 추가하고 디지털 도로표지 정보화를 통해 자율주행의 인프라 네트워크 허브 역할을 기대할 수 있다. 세 번째로 높은 영향력을 나타냈던 ‘미래도로 운용을 위한 안내기술 개발( $\beta=0.141*$ )’과 네 번째의 ‘다양한 모빌리티 맞춤형 정보 제공( $\beta=0.109*$ )’의 경우 교통안전과 밀접한 연관을 갖는 활용방안이다. 최근 퍼스널 모빌리티, 전동 자전거 등 신규 모빌리티의 등장은 이동 편의성 측면에서의 획기적인 수단으로 각광받았지만, 별도의 안내체계가 없기에 보행자와 일반 차량의 안전에는 위협이 되는 요소이기도 하다. 향후 자율주행 뿐 아니라 드론, UAV 등의 공중 모빌리티, 대심도, 입체교차로 등의 복잡해지는 도로체계는 운행 안전성 측면에서 더 큰 위협이 될 수 있다. 이를 대비하기 위해서는 다양한 미래 모빌리티까지 도로이용자의 범위를 확장하여 체계를 정립해야 하며, 실제 환경을 그대로 구현한 디지털트윈을 기반으로 다양한 실험 및 데이터를 수집·분석할 수 있는 가상환경 실증 테스트가 필요하다. 즉, 다양한 미래 모

빌리티 및 도로환경이 반영된 도로정보 안내 시뮬레이터 기술 개발이 필요할 것으로 판단된다. 비록 일반 시민 설문 기반의 영향요인 분석에서는 유의하게 나타나진 않았지만, FGI에서는 ‘자율주행 지원정보 제공’ 역시 중요한 전략으로 논의되었다. 자율협력주행, K-City 등 한국형 자율주행 연구에 도로표지 정보를 접목시켜 보다 안전한 자율주행 환경 조성을 도모하는 것이 필요하다. 이를 위해 AI 기반 한국형 자율주행 도로표지 데이터셋 구축, 자율주행 위치 보정/제공, 디지털 정보 제공 등의 기술 개발이 필요할 것으로 판단된다.

## V. 결 론

본 논문은 미래사회의 교통환경 변화에 대응하기 위해 시민의 도로표지 활용성을 중심으로 미래 도로표지 기능 다변화 전략을 도출하였다. 이를 위해 전문가 심층 면접조사(FGI)를 통해 빅데이터 기반 이용자 요구가 반영된 안내정보 제공, 정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공, 첨단 디스플레이 기반 AI 정보 제공, 자율주행 지원정보 제공, 다양한 모빌리티 맞춤형 정보 제공, 미래도로 운행을 위한 안내기술 개발 등 6개 미래 도로표지 활용방안을 도출하였으며, 이를 반영한 대시민 설문조사(n=2,884)를 수행하였다. 설문조사 데이터를 기반으로 5점척도의 도로표지 활용성을 종속변수, 인구통계학적 특성, 운행 특성, 미래 도로표지 활용방안 중요도를 독립변수로 한 순서형로지분석을 수행하였다. 그 결과, 남성에 비해 여성일수록, 지방(시군)에 비해 서울 거주자일수록, 운전 경력과 주간 운전시간이 적을수록 도로표지 활용도에 끼치는 영향이 큰 것으로 분석되었다. 가장 중요한 미래 도로표지 활용방안에 대한 중요도의 경우, 영향력이 큰 변수는 ‘정밀도로 기반 실시간 변화정보 제공(odds ratio=1.440)’과 ‘빅데이터 기반 이용자 요구가 반영된 안내정보 제공(odds ratio=1.411)’으로 나타났으며, 이어서 ‘미래도로 운행을 위한 안내기술 개발(odds ratio=1.152)’, ‘다양한 모빌리티 맞춤형 정보 제공(odds ratio=1.115)’ 순으로 분석되었다. 나머지 두 개 변수는 유의하지 않았다. 이러한 주요 분석결과를 토대로 미래 도로표지 기능 다변화 전략을 수립하였다. 첫째, 가변형 도로표지 시설물, 차량 내부 임베디드 등의 표출 형태를 고려하여 교통, 기상, 재난, 지역행사 등 사용자 요구를 반영한 가변형 도로안내 정보를 실시간으로 제공하는 기술이 필요하다. 둘째, 국토부에서 추진하고 있는 정밀도로지도에 도로표지시스템 정보를 추가하는 디지털 도로표지 정보화 작업이 필요하다. 셋째, 다양한 미래 모빌리티까지 도로이용자 범위 확장과 체계 정립과, 이를 기반으로 한 다양한 미래 모빌리티 및 도로환경이 반영된 메타버스 기반 도로정보 안내 가상환경 실증기술 개발이 필요하다. 추가적으로 한국형 자율주행 도로표지 데이터셋 구축, 자율주행 위치 보정/제공기술 개발 등 자율주행 접목 연구 역시 필요할 것으로 판단된다. 도로표지는 정보취약계층에게 반드시 필요한 공공재로서 모든 정보의 디지털화는 주행 안전성에 위협을 줄 수도 있다. 이에, 하드웨어와 소프트웨어적 접근을 조화롭게 추진해야 될 필요가 있다.

본 연구는 과거에 비해 이용자의 활용도가 낮아지고 있으며, 고정 인프라인 특징에 따라 도로환경 변화에 대응하기 어려운 도로표지의 한계에 대한 패러다임 전환의 초기연구란 점에서 의의를 갖는다. 국토부에서 진행한 미래 도로표지 준비위원회의 스마트시티, 자율주행 분야 최고의 전문가 의견을 반영한 미래 도로표지 활용방안을 도출했으며, 3천부에 가까운 대규모 시민 설문조사를 실시함에 따라 다양한 인구통계학적 특성, 운행 특성 등의 변수 활용과, 응답자선호가 반영된 시민체감형 전략을 수립할 수 있었다. 본 연구를 통해 기존 하드웨어적 도로인프라였던 도로표지는 사용자 요구를 반영하고, 다양한 미래 모빌리티를 고려하며, 전력 사용이 어려운 고정 인프라라는 한계를 디지털 정보화하여 극복하는 등 도로정보 안내 관련 기능 다변화를 통한 도로표지의 소프트웨어적 역할의 확장을 도모할 것으로 기대된다. 향후 각 전략별 심도 깊은 구체화 방안, 현장에 반영하기 위한 실증 및 정책 연구 등 후속연구가 활발히 진행되어 국민들이 더욱 안전하고 편

리한 도로안내 서비스를 제공받을 수 있기를 기대한다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부의 연구비 지원(20200360-001)에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Agresti, A.(1996), *An Introduction to Categorical Data Analysis*, John Wiley & Sons, Inc.
- Bhim, M. Y. and Son, S. K.(2019a), “A Study on the Evaluation of Social Acceptability after Boarding Automated Shuttle Bus: Pangyo Zero Shuttle”, *Korean Society of Transportation*, vol. 37, no. 5, pp.375-386.
- Bhim, M. Y. and Son, S. K.(2019b), “The Analysis of Bus Traffic Accident to Support Safe Driving for Bus Drivers”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 1, pp.14-26.
- Bhim, M. Y., Son, S. K., Kim, J. Y. and Chae, W. R.(2020), “A Study on the Analysis of Traffic Accidents by Road Type considering Traffic Safety Signs on the Urban Road”, *Korean Society of Transportation*, vol. 38, no. 5, pp.390-403.
- Choi, M. H. and Jung, H. Y.(2020), “A Study on the Influencing Factor of Intention to Use Personal Mobility Sharing Services”, *Korean Society of Transportation*, vol. 38, no. 1, pp.1-13.
- Choi, Y., Kim, H. J. and Kim, S. J.(2013), “An Analysis on the Determinants of Mountainous and Coastal Area’s Housing Value Caused by the Characteristics of the Natural Environment”, *Korean Society of Civil Engineers Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, vol. 33, no. 2, pp.811-819.
- Global System for Mobile communications Association(2020), *UK Connected Automated Mobility Roadmap to 2030*.
- Jang, S. Y., Jung, H. Y. and Kho, S. S.(2008), “Disaggregate Demand Forecasting and Estimation of the Optimal Price for UTIS Service”, *Korean Society of Transportation*, vol. 26, no. 5, pp.101-115.
- Kim, S. G., Jung, D. B. and Park, Y. S.(2003), *Understanding Logistic Regression and its Applications using SPSS*, Statistical Package for the Social Sciences(SPSS) Academy.
- Moon, J. P., Lee, S. K. and Cho, J. H.(2019), “Evaluating the Safety Effects of Dynamic Message in a Work Zone: A Case Study”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 3, pp.46-57.
- NVIDIA DRIVE Labs Ep. 9: Classifying Traffic Signs and Traffic Lights with AI, <https://www.youtube.com/watch?v=Uz5mIdRtdeA>, 2022.03.22.
- Park, S. J., Kho, S. Y. and Park, H. C.(2019), “The Effects of Road Geometry on the Injury Severity of Expressway Traffic Accident Depending on Weather Conditions”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 2, pp.12-28.

- Park, S. W. and Lee, W. J.(2019), “Improvement of Management of Long-Term Care Facilities Through FGI”, *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 19, no. 1, pp.587-597.
- Pindyck, R. S. and Rubinfeld, D. L.(2001), *Microeconomics* (5th ed.), Prentice Hall.
- Son, S. H. and Lee, S. J.(2019), “Analyzing Satisfaction of Battery Electric Vehicle Users and Factors Associating with the Satisfaction: A Case Study of Jeju”, *Korean Society of Transportation*, vol. 37, no. 2, pp.168-177.