

## 차선이탈경고장치(LDWS) 이용자 만족도 평가 연구

주신혜<sup>1</sup> · 오철<sup>2\*</sup> · 이재완<sup>3</sup> · 이은덕<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 한양대학교 교통공학과, <sup>2</sup> 한양대학교 교통·물류공학과, <sup>3</sup> 교통안전공단 자동차성능연구소

### Evaluating Effectiveness of Lane Departure Warning System by User Perceptions

JOO, Shin Hye<sup>1</sup> · OH, Cheol<sup>2\*</sup> · LEE, Jae Wan<sup>3</sup> · LEE, Eun Deok<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Transportation Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 426-791, Korea

<sup>2</sup>Transportation and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 426-791, Korea

<sup>3</sup>Korea Automobile Testing & Research Institute, Korea Transportation Safety Authority, Gyeonggi 445-871, Korea

#### Abstract

A lane departure warning system (LDWS) is an effective technology-based countermeasure for preventing traffic crashes as it provides warning information to drivers. Understanding the characteristics of perception and satisfaction levels on LDWS is fundamental for deriving better performance and functionality enhancements of the system. The purpose of this study is to evaluate the user satisfaction of LDWS. A survey to collect user perception and user preference data was conducted. Both cross-tabulation analysis and binary logistic regression technique were adopted to identify the factors affecting user satisfaction for LDWS. The results revealed that the accuracy and timeliness of warning information was significant for evaluating the effectiveness of LDWS. In particular, the warning accuracy at a curve segment on the road was the most dominant factor affecting user satisfaction. The outcome of this study would be valuable in evaluating and designing LDWS functionalities.

본 연구에서는 첨단안전장치의 운전지원장치중 하나인 차선이탈경고장치(Lane Departure Warning System; LDWS)의 이용자 만족도 분석에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 국내 실제 화물자동차 이용자를 대상으로 차선이탈경고장치를 보급하여 사용후 차선이탈경고장치의 사용만족도 및 교통사고예방효과등을 설문조사를 수행하였다. 설문분석을 통해 차선이탈경고장치의 효과를 이용자 중심 측면에서 분석하였다. 대부분 장거리 운전자가 응답대상이었으며, 사고발생의 경우 장시간 운전으로 인해 졸음운전등에 위험이 있는 것으로 나타났다. 교차분석 결과, 사용만족도는 평균주행거리, 경고제공시기, 차로이탈검지정확성, 날씨에 따른 검지정확성, 곡선도로주행시 검지정확성, 경고제공방식만족도와 관련성이 높은 것으로 도출되었다. 또한, 교통사고 예방효과는 경고제공시기, 차로이탈 검지정확성, 날씨에 따른 검지정확성, 속도에 따른 검지정확성, 곡선도로주행시 검지정확성이 관련성이 높은 것으로 나타났다. 이항 로지스틱 회귀분석결과 사용만족도는 곡선도로에서의 경고정보시스템 정확성이 이용만족도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 본 연구결과는 추후 LDWS와 같은 첨단장비를 장착한 차량들의 확대 보급시 교통안전 효과분석을 위한 기초자료로 활용 가능할 것이다. 또한 차로이탈경고장치의 연구 및 보완시 도출된 변수에 초점을 맞춘다면 장치의 효과를 극대화 할 수 있을 것으로 판단된다. 아울러 LDWS기능 및 성능 개선을 위한 평가 방법 개발에도 연구결과가 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### Key Words

Advanced Safety Vehicle, Lane Departure Warning System, User Perception, Survey, Evaluation  
첨단안전차량, 차선이탈경고장치, 이용자 만족도, 설문조사, 평가

\* : Corresponding Author  
cheolo@hanyang.ac.kr, Phone: +82-31-400-5158, Fax: +82-31-436-8147

## 1. 서론

자동차의 이용증가에 따른 교통사고로 인한 손실또한 증가하고 있다. 국내에서 매년 5,500명 정도의 교통사고로 인한 사망자가 발생하며(도로교통공단, 2010), 전 세계에서 120만명 이상의 사망자가 발생한다(한국자동차공학회, 2010). 이에 따라 자동차 사고를 줄이기 위해 기존의 자동차에 센서나 통신 등 첨단 IT기술을 융합하여 교통사고 사상자수를 획기적으로 감소시킬 수 있는 안전성이 뛰어난 장치로 첨단안전장치에 대한 연구가 진행중이며, 이미 상용화되어 보급되고 있는 장치도 있다. 첨단안전장치는 크게 운전지원장치, 예방안전장치, 충돌안전장치로 구분된다. 운전지원장치는 사전경고등의 정보를 제공하여 사고를 예방하며, 예방안전장치는 제어를 통해 사고회피 지원 및 충돌완화를 유도한다. 충돌안전장치는 안전장치제어를 통해 사고시 상해감소를 유도한다.

본 연구에서는 첨단안전장치의 운전지원장치중 하나인 차선이탈경고장치(Lane Departure Warning System: LDWS)의 이용자 만족도 분석에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다. 차선이탈경고장치는 도로 주행중 방향지시등을 작동하지 않은 상태에서 줄음운전이나 운전자 부주의 등으로 차선이탈을 하게 되면 운전자에게 경고를 제공하여 미연에 사고를 예방하는 장치이며, 60kph~130kph에서 작동된다. 이 장치는 도로이탈로 인한 단독사고 및 전복방지, 차선이탈로 인한 정면·측면 충돌방지, 급격한 조향으로 인한 전복사고 방지효과가 있다. 또한 다차로 도로에서 타 차로에 있는 자동차와의 충돌방지효과가 있다. 유럽의 실제 연구사례에 의하면 차선이

탈경고장치 장착시 12%의 교통사고 사망자의 감소효과가 있는 것으로 나타났다(Figure. 1) 참고). 현재 국내의 차량회사에서 상용화가 시작되어 적용되고 있으며, 유럽 및 일본에서는 2011년까지 신법규 제정 및 2013년부터 중대형 승합차, 화물자동차에 대해 의무적으로 장착예정중이다.

이에 본 연구에서는 국내 실제 화물자동차 이용자를 대상으로 차선이탈경고장치를 보급하여 사용후 차선이탈경고장치의 사용만족도 및 교통사고예방효과등을 설문조사를 수행하였다. 설문분석을 통해 차선이탈경고장치의 효과를 이용자 중심 측면에서 분석하였다.

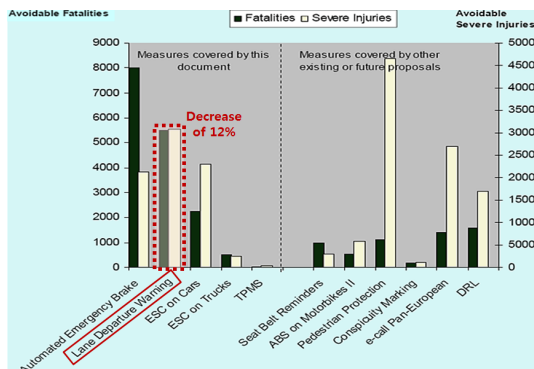
본 연구의 2장에서는 첨단안전장치 효과평가 및 설문조사분석을 통한 효과분석에 관한 국내·외 기존문헌을 고찰하였으며, 3장에서는 분석개요 및 분석방법을 제시하였다. 4장에서는 이용자 설문분석결과를 제시하였으며, 5장에서는 본 연에서 도출된 결론 및 향후과제를 제시하였다.

## II. 기존문헌고찰

### 1. 첨단안전장치 효과평가 관련

오철등(2006)은 다양한 첨단차량기술 중 보행자 보호를 위한 AHLS의 적용시 얻게 될 교통안전측면의 효과를 계량화하는 방법론을 제시하였다. 시뮬레이션 자료를 교통사고 분석자료와 함께 활용하여 보행자 머리가 차량의 후드에 충격함으로써 사망하게 되는 보행자 수를 추정하여 효과를 분석하였다. 오철등(2007)은 보행자 안전기준이 도입될 경우 얻게 될 교통안전측면의 효과를 계량화 할 수 있는 방법론을 정립하고 실제 사고자료를 적용하여 분석하였다. 기준적용으로 인한 실질적인 수혜자, 즉 편익으로 얻게 될 잠재적인 부상자수 감소분을 추정하는 방법론을 제시하였다. 최지은등(2010)은 ITS서비스중 첨단차량의 도로 도입시 온실가스를 정량적으로 산정하는 방법론을 개발하였다. 첨단의 자동운전차량들로 구성된 교통상황과 일반차량으로 구성된 교통상황에서의 통행시간을 각각 산출하여 속도를 비교·검토 및 CO<sub>2</sub> 배출량을 산정하여 첨단차량의 환경적 효과를 분석하였다.

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (1996)에서는 충돌방지시스템인 후미충돌회피시스템 및 차로변경사고방지시스템의 안전성 효



<Figure 1> Effectiveness of Advanced Safety Vehicle (ASV)  
(ref.: European Commission, WP.29-145-08-e)

과분석을 위하여 시뮬레이션을 이용한 사고상황을 구현하여 속도 및 Headway를 분석하여 사고확률을 도출하였다. Yoixhi Sugimoto and Craig Sauer(2005)는 후미추돌을 방지하기 위한 운전자 지원시스템인 Collision Mitigation Brake System(CMBS)의 효과를 분석을 위하여 사고 시나리오자료, 차량모델, 운전자모델을 적용하여 시뮬레이션을 통해 충돌속도, 충돌각, 주행궤적, 위치등의 결과를 도출하여 시스템의 효과를 평가하였다. National Highway Traffic Safety Administration(NHTSA)(2007)에서는 도로이탈경고시스템의 개발 및 시스템의 효과분석을 제시하였다. 사고예방 및 심각도 분석, 속도분석, 충돌 노출정도등을 분석하여 도로이탈경고시스템의 안전적 측면에서의 효과를 도출하였다. Erick Coelingh et al.(2007)은 실제 안전성 측면에서 시뮬레이션 및 물리실험을 통하여 자동제어시스템이 장착된 충돌경고시스템을 평가하였다. 시스템의 유무에 따른 충돌시 부상위험 노출정도를 추정하여 분석하였다. Charles M.Farmer(2008)은 사각지대검지·경고 시스템, 충돌경고·완화시스템, 긴급제동시스템, 차선이탈방지시스템, 자동전조등시스템등 5개의 사고회피기술을 평가하였다. National Automotive Sampling System General Estimates System (NASS GES)와 Fatality Analysis Reporting System(FARS)의 사고자료를 이용하여 사고회피기술로 인한 잠재적 사고예방정도를 추정하였다.

## 2. 설문조사 분석을 통한 효과분석 관련

박현석 외(2006)는 국도ITS 교통정보 제공효과를 이용자 설문조사 방식으로 분석하여 문제점 및 개선방안을 도출하고 구축시설의 설치 타당성 및 확대 구축방안을 제시하였다. 채범석(2007)은 화물대형차 교통사고 예방대책 마련을 위하여 화물대형차 직접운전자의 인터뷰와 설문조사의 빈도분석을 통해 화물대형차 교통사고 원인규명 및 문제점을 도출하고 제도 개선안을 제시하였다. 고준희 외(2009)는 설문조사를 이용하여 철도소음 정량평가를 수행하였다. 분석대상지역인 복합소음지역을 설정하여 지역내 거주민을 대상으로 소음에 대한 민감도 및 만족도를 조사하여 열차별 비교 및 청각반응실험결과를 도출하였다. 이철기 외(2011)는 교통운영체계 선진화 방안 사업의 평가를 위해 사업 시행 전·후 비교 및 이용자 설문조사를 통한 인지도와 만족도를 조사하였다. 조사결과를 바탕

으로 사업의 효과입증 및 문제점 보완을 제시하였다.

Aderson et al.(2001)은 Pickup truck 운전자를 대상으로 설문조사를 실시하여 Pickup truck 운전자 특성을 분석하였다. Balsas(2003)은 각 대학 유형별 자전거 이용자의 설문조사를 통해 이용행태 및 자전거 안전인지도 등을 분석하였다. Agrawal et al.(2010)은 캘리포니아 주민을 대상으로 설문조사를 통해 녹색교통수단 세금등에 대한 분석을 수행하였다. 이용자 특성해 따른 녹색 마일리지, 녹색요금등에 관한 질문을 통해 지원액등을 분석하였으며, 이항로지스틱모형을 통해 녹색 부담금과 이용자특성의 관계를 모형화하였다.

## 3. 기존연구와의 차별성

기존 첨단안전장치에 대한 연구는 기술의 성능평가등을 위한 시뮬레이션 및 비디오분석을 통하여 효과를 평가하였다. 기술적인 측면에서의 안전성 효과평가는 진행되었으나 이용자 측면에서의 교통안전예방효과 인지도 및 실제 도입 후 첨단안전장치 이용자 만족도등의 효과 분석의 연구가 미비하다. 또한, 설문분석을 통한 효과분석 관련 연구는 주로 설문조사 결과의 빈도분석에 그쳐 설문조사 항목간의 관계를 도출한 연구 미비하다.

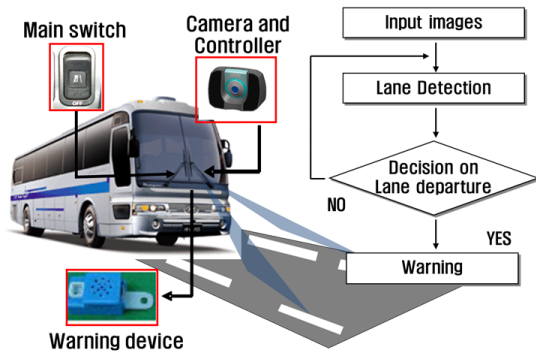
본 연구에서는 실제 화물자동차 운전자를 선정하여, 장치 보급·장착 운행 후, 차선이탈경고장치의 만족도 및 교통사고예방효과를 조사하였다. 또한, 설문조사결과를 통계적인 방법을 이용하여 다각도로 분석하여 설문조사 변수간 유의관계를 도출하여 차선이탈경고장치의 보완 및 개선시 적용방안을 제시하는데 차별성이 있다.

## III. 분석방법론

### 1. 자료수집

#### 1) 차선이탈경고장치(LDWS ; Lane Departure Warning System)

차선이탈경고장치(LDWS)는 운전자가 부주의나 졸음운전등으로 주행 중 차선을 이탈하면 운전자에게 경고를 제공하는 시스템이다. 이는 실시간으로 분석하기위하여 윈드 실드 글라스 상단부에 카메라가 설치되어 차선을 감지하며 방향지시등, 비상경고등, 차량 속도, 와이퍼 작동신호등을 입력받아 운전자 부주의 및 졸음운전을 판단하도록 되어있다. 또한 운전자의 차선변경등의 의도적



<Figure 2> Conceptual illustration of LDWS

인 차선 이탈의 경우 경보음이 발생하지 않도록 방향지시 신호를 입력받는다. <Figure. 2>에 차선이탈경고장치 구성도를 제시하였다.

이 장치는 도로이탈로 인한 단독사고와 전복방지, 차선이탈로 인한 정면·측면 충돌방지, 급격한 조향으로 인한 전복사고 방지효과가 있다. 또한 다차로 도로에서 타차로에 있는 자동차와 충돌방지 효과가 있다.

2) 설문조사 대상선정

본 연구에서는 장거리운전으로 피로 및 졸음운전으로 인해 잠재적 차선이탈사고를 유발할 것으로 판단되는 화물자동차운전자를 대상으로 설문조사를 수행하였다. 화물자동차의 지역별 판매현황등을 고려하여 국내 실제 화물자동차 운전자를 선정하고 차선이탈경고장치 40대를 보급하였다. 차선이탈경고장치는 2011년 8월 보급을 시작하여 차선이탈경고장치 장착운행을 수행하였다. 2011년 10월 설문조사지 배부를 통해 설문분석을 수행하였다. 설문조사 응답자는 1주~8주의 다양한 사용기간 경과 후 설문분석을 수행하였으며 응답자의 72%(28명)가 4주이상 차선이탈경고장치를 사용하였으므로 본 장치에 대한 충분한 인식 및 사용후 설문에 응답한 것으로 판단하였다. 차선이탈경고장치를 장착한 화물자동차 운전자에 대한 설문조사 및 통계분석을 통하여 차선이탈경고장치의 효과를 검증하였다. 설문조사 응답자의 90%(36명)은 1일 평균운행시간이 6시간 이상으로 응답자의 대부분이 장거리 운전자로 나타나 본 설문조사 대상선정 목적에 부합하는 것으로 판단하였다.

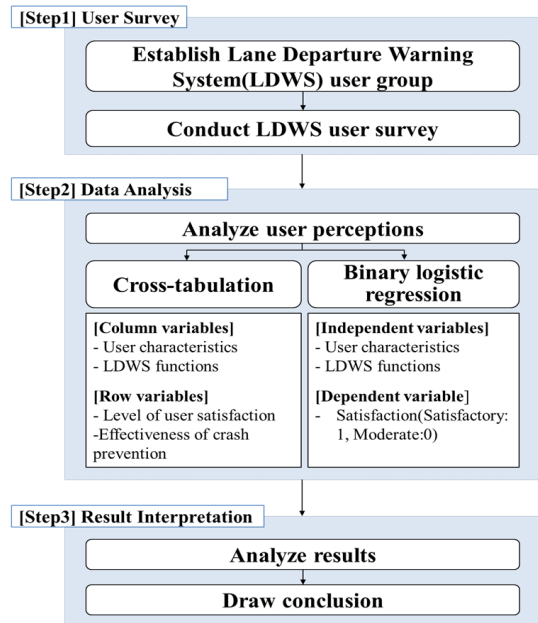
3) 설문조사 항목

본 연구의 설문조사 항목은 이용자 특성 및 차선이탈

경고장치에 대한 만족도, 교통사고예방효과에 대한 평가, 기타사항으로 구분하여 조사하였다. 이용자 특성은 연령, 운전경력, 연간평균주행거리, 1일평균운행시간, 주운행시간대, 주운행도로, 사고경험, 차선이탈경고장치 운행경험여부, 차선이탈경고장치 사용기간등이다. 차선이탈경고장치에 대한 만족도에는 경고제공의 적시성, 경고제공의 정확성, 날씨에 따른 경고제공 정확성, 주행속도에 따른 경고제공 정확성, 곡선도로에 따른 경고제공 정확성등 다양한 상황에 따라 경고정보가 정확히 제공 되는가의 질문으로 차선이탈경고장치의 정확성 여부를 조사하였으며, 경고제공방식에 따른 만족도, 차선이탈경고장치에 대한 사용만족도등이다. 교통사고예방 효과에 대한 평가항목에는 차선이탈경고장치 장착 운행중 교통사고예방 경험 및 교통사고예방측면에서의 차선이탈경고장치 만족도, 설치 필요성등을 조사하였으며, 기타사항으로 타 첨단안전장치의 인지여부 및 추천여부 등을 조사하였다. 정확성 및 만족도항목은 5점척도로 조사하였다.

2. 분석방법론

본 연구에서는 설문조사결과에 대한 통계분석을 위하여 교차분석 및 이항로지스틱 회귀분석을 수행하였다. <Figure 3>에 분석흐름도를 제시하였다.



<Figure 3> Proposed study procedure

<Table 1> Variable descriptions

Variables	Variables type	Descriptions
Age	Continuous	ex) age of 25, 35, ...
Driving experience	Continuous	ex) 15(years), 27(years), ...
Annual average mileage	Continuous	1, 13, ... (unit : 10,000km)
Daily average driving time	Continuous	3hr, 10hr, ...
Time of day	Nominal	nighttime : 1, daytime : 0
Road type	Nominal	highway : 1 otherwise : 0,
Crash experience	Nominal	yes : 1, no : 0
Service time of LDWS	Continuous	7days, 36days, ...
Timeliness of warning message	Nominal	good : 1, poor : 0
Accuracy of detecting lane departure	Nominal	good : 1, poor : 0
Detection accuracy by weather	Nominal	good : 1, poor : 0
Detection accuracy by operating speed	Nominal	good : 1, poor : 0
Detection accuracy at curve section	Nominal	good : 1, poor : 0
Satisfaction	Dependent variable	satisfactory : 1, moderate : 0

1) 교차분석(Cross-tabulation)

교차분석은 설문조사분석에 많이 사용되는 통계분석 방법의 하나로 설문조사를 통해 수집된 변수들간의 관계를 파악하기 위하여 사용되는 통계적인 방법이다. 범주형자료인 두 개 혹은 그 이상의 변수에 대한 변수들의 관련성을 알아보기 위해 결합분포를 나타내는 분할표를 작성함으로써 변수 상호간의 독립성과 관련성 존재 여부를 분석하는 방법이다. 본 연구에서는 개별 변인과 종속변수와의 관계를 규명하기 위해 교차분석을 수행하였다.

Column변수를 이용자 특성으로 연령, 운전경력, 연간 평균주행거리, 1일 평균운행시간, 주운행시간대, 주운행도로, 사고경험 유무 및 사용기간으로 설정하였다. 차선이탈경고장치에 대한 변수로는 경고제공시기, 차로이탈검지 정확성, 날씨영향에 따른 검지정확성, 속도영향에 따른 검지정확성, 곡선도로영향에 따른 검지정확성, 제동방식 만족도 및 사고예방경험으로 설정하였다. 또한 Row변수로는 사용만족도와 사고예방효과를 설정하였다. Column변수와 Row변수간의 교차분석을 통해 높은 관계를 나타내는 변수를 도출하였다. Chi-Square tests의 Pearson Chi-Square Asymp.Sig. (2-sided) 과 Symmetric Measure의 Contingency Coefficient 를 모두 만족하는 변수관계를 유의하다고 판단하여 관련성이 높은 변수로 도출하였다.

2) 이항로지스틱 회귀분석(Binary Logistic Regression)

이항로지스틱회귀분석은 양적인 척도 또는 질적인 척

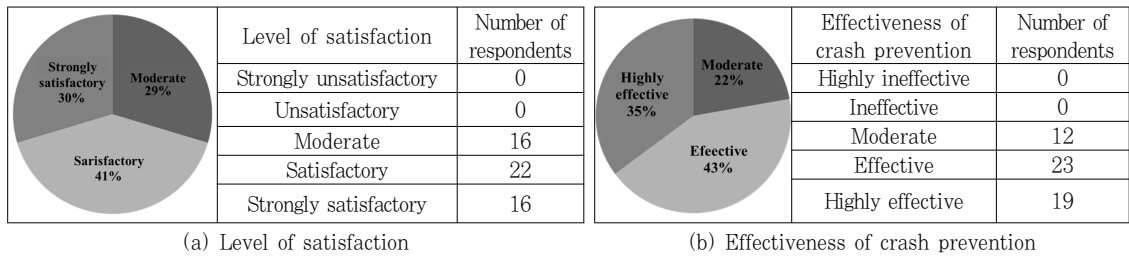
도로 이변량의 값을 가지는 종속변수와 독립변수들 간의 관련성을 추정하는 통계기법이다. 이분형 변수는 이항분포를 따르며, 더미분석을 이용하여 서열척도나 명목척도를 예측변수로 취할 수 있다. 두 개의 값만을 갖는 종속변수와 독립변수들 사이의 인과관계를 분석하는 통계기법으로 사건발생확률을 예측하는 데 우수한 기법으로 적용이 용이하며, 최우추정법이 가지는 모든 통계적 장점을 가지는 분석방법이다. 본 연구에서는 전체 독립변수와 종속변수와의 관계를 도출하기 위하여 이항로지스틱 회귀분석을 수행하였다.

독립변수를 이용자 특성으로 연령, 운전경력, 평균주행거리, 운행시간, 운행시간대, 운행도로, 사고경험, 사용기간으로 설정하였으며, 차선이탈경고장치에 대한 변수로는 경고정보적시성, 차로이탈검지 정확성, 환경에 따른 정확성, 주행속도에 따른 정확성, 곡선도로의 정확성으로 설정하였다. 또한 5점척도로 조사된 사용만족도를 매우만족, 만족을 “만족(1)”, 보통을 “보통(0)”으로 종속변수를 설정하여 이항로지스틱회귀분석을 수행하였다. 변수구분 및 변수설명을 <Table 1>에 제시하였다.

IV. 분석결과

1. 설문조사 결과

설문에 참여한 응답자의 대부분이 장거리 운전자로 졸음운전 및 운전자 부주의로 인한 잠재적 사고위험이 높은 이용자로 판단된다. 또한 주로 차선이탈경고장치의



<Figure 4> Result of survey

사용기간이 4주이상으로 충분히 차선이탈경고장치에 대한 인식 및 사용 후 설문응답이 이루어져 설문결과가 유의한 것으로 판단하였다. 도로이탈로 인한 사고를 경험한 응답자 6명을 대상으로 사고정보를 조사한 결과 사고 유형의 경우 주로 장거리운전으로 인한 피로누적에 의해 졸음운전(4명, 67%)을 유발하며, 차-시설, 차-차 충돌 사고로 2차 피해를 유발시키는 것(4명, 80%)으로 나타났다. 응답자의 대부분이 차선이탈경고장치의 검지정확성이 높은 것으로 응답(36명, 91%)하였으며, 졸음운전 방지, 급차로변경등의 위험운전방지, 운전자부주의 방지 등 교통사고 예방의 이유로 사용만족도가 높은 것(30명, 75%)으로 나타났다. 3명의 응답자가 차선이탈경고장치 장착 중 직접적 사고예방을 경험하였으며, 야간시 졸음운전으로 인한 사고발생위험이 있었으나 차선이탈경고장치의 경고제공으로 미연에 사고를 방지하였음을 응답하였다. 이용자의 차선이탈경고장치의 사용만족도 및 교통사고 예방효과 설문조사 결과를 <Figure. 4>에 제시하였다.

## 2. 교차분석결과

이용자 특성변수 8개, 차선이탈경고장치 관련변수 7개의 Column변수와 사용만족도 및 사고예방효과 Row 변수간의 교차분석을 통해 높은 관계를 나타내는 변수를 도출하였다. Chi-Square tests의 Pearson Chi-Square Asymp.Sig.(2-sided)과 Symmetric Measure의 Contingency Coefficient를 모두 만족하는 변수관계를 유의하다고 판단하여 관련성이 높은 변수로 도출하였다. Pearson Chi-Square Asymp.Sig.(2-sided)(유의확률)이 0.05보다 작을 경우 H0(변수의 관계는 독립적이다)를 기각하여 H1(Column변수에 따라 Row변수는 달라진다)를 채택하게 되어 유의한 관계로 판단하였다. 또한 Contingency Coefficient(분할계수)는 효과크기를 나타내는 지표로서 두 변수의 크기를 나타내며, 분할계수가 클수록 두 변수의 관계는 크다고 할 수 있다. 분할계수가 0.40이상일 경우 영향효과 크기가 큰 관계로

<Table 2> Result of cross-tabulation : Significant variables and statistics

Variables		Chi-Square tests	Symmetric Measure
Column	Rows	Pearson Chi-Square Asymp.Sig.(2-sided)	Contingency Coefficient
Annual average mileage	Satisfaction	0.045	0.533
Timeliness of warning message	Satisfaction	0.015	0.567
	Effectiveness of crash prevention	0.024	0.553
Accuracy of detecting lane departure	Satisfaction	0.019	0.525
	Effectiveness of crash prevention	0.002	0.590
Detection accuracy by weather	Satisfaction	0.026	0.514
	Effectiveness of crash prevention	0.000	0.629
Detection accuracy by operating speed	Effectiveness of crash prevention	0.001	0.597
Detection accuracy at curve section	Satisfaction	0.005	0.565
	Effectiveness of crash prevention	0.003	0.578
Satisfactory of provide type	Satisfaction	0.029	0.510

Chi-Square tests : If Pearson Chi-Square Asymp.Sig.(2-sided)  $\alpha \leq 0.05$ , then 'significant'  
 Symmetric Measure : If Contingency Coefficient  $\geq 0.40$ , then 'significant'

0.40 이상의 값을 갖는 변수관계를 유의한 관계로 도출하였다. 분석결과, 연령, 운전경력, 운행시간, 운행시간대, 운행도로, 사고경험, 사용기간, 사고예방경험은 유의한 관련성이 낮은 것으로 나타났다. 유의한 변수관계로는 평균주행거리-사용만족도, 경고제공시기-사용만족도·사고예방효과, 차로이탈검지정확성-사고예방효과, 날씨 영향에 따른 검지정확성-사용만족도·사고예방효과, 속도 영향에 따른 검지정확성-사고예방효과, 곡선도로영향에 따른 검지정확성-사용만족도·사고예방효과, 제공방식 만족도-사용만족도로 도출되었다. 유의한 변수관계 및 통계량을 <Table 2>에 제시하였다. 특히 분할계수가 0.629인 날씨에 따른 검지정확성과 사고예방효과가 관련성이 가장 높은 관계로 분석되었다. 이와 같은 결과는 다음과 같이 해석할 수 있다.

- 1) 평균주행거리가 길어질수록 사용만족도가 상승함을 의미하며, 장거리 운전자일수록 피로 등에 의한 줄음운전 등을 예방할 수 있어 사용만족도가 상승한다고 판단된다.
- 2) 경고제공시기가 적절할수록 이용자의 사용만족도 및 사고예방효과가 커진다고 판단함을 의미하며, 사전에 차로이탈 경고제공을 함으로써 사고예방효과가 커진다고 판단된다.
- 3) 차로변경 등을 제외한 차로이탈의 검지정확성이 높아질수록 사용만족도 및 차로이탈사고 등의 교

- 통사고예방효과가 있는 것으로 판단 가능하다.
- 4) 안개, 우천시 또는 강설등 날씨에 영향을 받지 않고 검지정확성이 높아질수록 사용만족도 및 사고예방효과가 증가함을 의미한다.
  - 5) 80kph이상의 고속주행시에도 경고제공의 정확도가 높아질수록 사고예방효과가 증가하는 것을 판단된다.
  - 6) 곡선도로 주행시 경고제공의 정확성이 높아질수록 사용만족도 및 사고예방효과가 증가함을 의미한다.
  - 7) 이용자가 운행중 차로이탈에 대한 경고제공방식 (예:경고음 등)에 만족할수록 사용만족도가 상승함을 의미한다.

관련성이 높은 변수관계를 고려하여 추후 사용만족도 및 차로이탈경고장치의 연구·보완시 관련 변수를 이용한 다면 장치 및 교통사고예방효과를 극대화 할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 이항로지스틱 회귀분석결과

이항로지스틱 회귀분석 결과, 유의한 독립변수로 곡선도로의 정확성으로 도출되었으며, 이항로지스틱 회귀분석 결과를 <Table 3>에 제시하였다. 곡선도로의 정확성에 대한 Coefficient가 양수로 나타나 곡선도로의 정확성이 높을수록 사용만족도는 향상되는 것으로 판단된

<Table 3> Result of binary logistic regression

(a) Model Summary

-2 Log Likelihood	Cox & Snell R-Square	Nagelkerke R-Square
31.637	0.279	0.411

(b) Omnibus tests of model coefficients

	Chi-Square	df	Sig.
Step	-2.405	1	0.121
Block	12.766	2	0.002
Model	12.766	2	0.002

(c) Hosmer and Lemeshow test

Chi-Square	df	Sig.
7.592	4	0.108

(d) Variables in the equation

	B	S.E.	Wals	df	Sig.	Exp(B)
Detection accuracy at curve section	2.620	0.963	7.405	1	0.007	13.736
Constants	3.375	1.917	3.102	1	0.078	29.231

다. 또한,  $\text{Exp}(B)$  값이 13.736으로 독립변수의 한수준 증가시 사용만족도가 13.764배 증가하는 것으로 곡선도로의 정확성 영향이 매우 큰 것으로 분석되었다. 모형의  $-2\log$  Likelihood는 모형의 적합도를 의미하며 0에 가까울수록 모형의 적합도가 완벽한 것으로 분석된다. 도출된 모형의  $-2\log$  Likelihood는 31.637, Nagelkerke R-Square는 0.411로 산출된 모형은 유의미한 수준인 것으로 판단된다(〈Table 3-(a)〉 참고). 도출된 모형식은 모형계수 전체테스트의 Chi-Square는 12.766, 자유도(df)는 2이며, 유의확률(Sig.)이 0.002 (〈  $\alpha=0.05$  )으로 통계적으로 유의한 모형인 것으로 나타났다(〈Table 3-(b)〉 참고). 또한 Hosmer and Lemeshow 검정의 Chi-Square는 로지스틱 회귀모형의 전체적인 적합도를 나타낸다. Chi-Square검정은 종속변수의 실제로 관측된 값과 모형에 의한 예측된 값의 일치정도를 나타내며, Chi-Square값이 작을수록 모형의 적합도가 높다고 분석된다. 따라서, Chi-Square는 7.592, 유의확률 0.108로 그값이 비유의적으로 나타났음은 종속변수의 실제값과 예측값 간에 차이가 작으며 모형의 적합도가 수용할 만한 수준인 것으로 나타났다. 분류정확도 또한 전체 82.1%로 결과 예측력이 높게 나타나 유의한 모형으로 판단된다. 이항로지스틱 회귀분석 결과를 통해 도출된 모형을 식(1)에 제시하였다.

$$y = \frac{\exp(3.375 + 2.620X_{AC})}{1 + \exp(3.375 + 2.620X_{AC})} \quad (1)$$

$y$  : 사용만족도

$X_{AC}$  : 곡선도로에 따른 검지 정확성

(Detection accuracy at curve section)

## V. 결론

본 연구에서는 국내 실제 화물자동차 이용자를 대상으로 차선이탈경고장치를 보급하여 사용후 차선이탈경고장치의 사용만족도 및 교통사고 예방효과등을 설문조사를 수행하여, 설문분석을 통해 차선이탈경고장치의 효과를 이용자 중심 측면에서 분석하였다.

설문조사결과 대부분 장거리 운전자가 응답대상이 되었으며, 사고발생의 경우 장시간 운전으로 인해 졸음운전등에 위험이 있는 것으로 나타났다. 설문조사결과에

대한 통계분석을 위하여 교차분석 및 이항로지스틱 회귀 분석을 수행하였다.

교차분석 결과, 사용만족도는 평균주행거리, 경계제공시기, 차로이탈검지정확성, 날씨에 따른 검지정확성, 곡선도로주행시 검지정확성, 경계제공방식만족도와 관련성이 높은 것으로 도출되었다. 또한, 교통사고 예방효과는 경계제공시기, 차로이탈 검지정확성, 날씨에 따른 검지정확성, 속도에 따른 검지정확성, 곡선도로주행시 검지정확성이 관련성이 높은 것으로 나타났다. 특히 날씨에 따른 검지정확성과 사고예방효과가 관련성이 가장 높은 관계로 분석되었다. 이와 같은 결과를 바탕으로 추후 사용만족도 및 사고예방효과의 증대를 위한 차로이탈경고장치의 연구 및 보완시 관련 변수에 초점을 맞춘다면 효과를 극대화 할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 이항 로지스틱 회귀분석결과 사용만족도와 관련성이 높은 변수로 곡선도로에 따른 검지정확성이 유의한 모형계수로 도출되었다. 곡선도로의 정확성이 높을수록 사용만족도는 향상되는 것으로 판단된다. 독립변수의 한수준 증가시 사용만족도가 13.764배 증가하는 것으로 곡선도로의 정확성 영향이 매우 큰 것으로 분석되었다.

본 연구결과는 추후 첨단안전차량 개발에 따른 효과 분석시 기초자료로 활용가능하며, 이용자 요구사항에 부합하는 시스템개발에 적용가능할 것으로 기대된다. 또한 이항로지스틱 회귀분석에서 도출된 유의한 모형계수인 곡선도로의 정확성은 사용만족도에 가장 큰 영향을 주는 변수로 차선이탈경고장치 개발 및 평가시 곡선도로 검지 및 정보제공의 정확도 향상을 위한 연구에 고려·적용하여 기능 및 효과가 향상 될 것으로 예상된다.

본 연구에서 제시한 방법론 및 결과에 대한 보다 높은 신뢰성을 확보하기 위해서는 다음과 같은 추가적인 연구가 필요하다. 첫째, 보다 다양한 차량 및 도로 이용자의 사용만족도 및 요구사항 분석을 위하여 추가적인 장치 보급 및 설문조사가 필요하다. 둘째, 본 연구에서의 최소 사용기간 1주에서 최대 사용기간 8주이므로 차선이탈경고장치의 장기간 사용 후 2차 조사를 통해 지속적인 효과검증이 수행되어야 한다. 셋째, 차선이탈경고장치 외 타 첨단안전장치와 관련하여 적용·장착 후 이용자의 사용만족도 및 교통사고예방효과를 분석하여 첨단안전장치의 전반적인 효과분석이 필요하다. 넷째, 교통사고자료를 이용한 수해자그룹추정 및 경제성분석을 통해 첨단안전차량에 대한 경제적·안전성 효과분석이 필요하다.



## 감사의 글

본 연구는 국토해양부의 교통체계효율화사업에 의해 수행되었다. (과제번호 : 09PTSI-C054119-01)

## REFERENCES

1. Oh C., Kang Y. S., Kim W. K. and Kim B. I.(2005), Estimation of Fatality Reduction by Introducing Technical Regulation on Pedestrian Protection, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.23, No.3, Korean Society of Transportation, pp.49~57.
2. Oh C., Kim B., Kang Y. and Yoon Y.(2006), Methodology for Optimizing Parameters of Vehicle Safety Regulation on Pedestrian Protection, Transaction of KSAE, Vol.14, No.5, pp.186~494.
3. Oh C., Kang Y. S. and Kim B. I.(2006), Development of Pedestrian Fatality Model using Bayesian-Based Neural Network, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.24, No.2, Korean Society of Transportation, pp.139~145.
4. Oh C., Kang Y. S., Kim B. I. and Kim W. K.(2006), Assessing the Safety Benefit of an Advanced Vehicular Technology for Protecting Pedestrian (Focused on Active Hood Lift System (AHLs)), Journal of Korean Society of Transportation, Vol.24, No.3, Korean Society of Transportation, pp.95~102.
5. Park H. and Moon H.(2006), A Study on Estimation of National Highway Traffic Information (VMS, KIOSK) Services, 2006 Proceedings of the Korea Institute of Intelligent Transport systems Conference 5th.
6. Oh C., Kim B., Kang Y. and Shin M.(2007), Assessing Traffic Safety Benefits of Technical Regulation for Pedestrian Leg, Transaction of KSAE, Vol.15, No.4, pp.1~9.
7. Chae B.(2007), Research on characteristics of method of prevention for accidents of heavy duty truck, Proceedings of the KOR-KST Conference 55th.
8. 고준희, 장서일(2009), 특집 : 철도소음의 규제기준 및 저감대책 ; 도로교통소음과 철도소음 혼재지역에서 3차원 소음지도와 설문조사를 이용한 철도소음 정량평가, 한국소음진동공학회지, 제19권 제1호(통권제97호), 한국소음진동공학회, pp.16~25.
10. Choi J. and Bae S.(2010), Development of Quantitative Analysis Methodology on Environmental Effect through Adaptation of Advanced Safety Vehicle, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol.9, No.6, pp.94~104.
11. Lee C., Yoon., Oh H. and Kim S.(2011), Study on the Effectiveness Analysis of Policies for the Advancement of Traffic Control & Operation Systems, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol.10, No.2, The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, pp.35~41.
12. Robotics Institute(1996), RUN-OFF-ROAD COLLISION AVOIDANCE USING IVHS COUNTERMEASURES, National Highway Traffic Safety Administration, TASK 6 INTERIM REPORT.
13. NHTSA Benefits Working Group(1996), Preliminary Assessment of Crash Avoidance Systems Benefit, National Highway Traffic Safety Administration.
14. Craig L. Anderson, Phyllis F. Agran and Daine G. Winn(2001), Pickup truck use in the National Personal Transportation Survey, Accident Analysis and Prevention 33 pp.499~506.
15. Carlos J. L. Balsas(2003), Sustainable transportation planning on college campuses, Transport Policy 10 pp.499~506.
16. Erik Coelingh, Lotta Jakobsson, Henrik Lind and Magdalena Lindman(2004), COLLISION WARNING WITH AUTO BRAKE

- A REAL-LIFE SAFETY PERSPECTIVE, Proc. IRCOBI Conference on Biomechanics of Impacts.
17. Yoichi Sugimoto and Craig Sauer(2005), Effectiveness Estimation Method for Advanced Driver Assistance System and its Application to Collision Mitigation Brake System, Dynamic Research, Inc., USA, The 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Washington, paper No.05-0148-O.
  18. Bruce H. Wilson, Mary D. Stearns, Jonathan Koopmann and C. Y. David Yang(2007), Evaluation of an Automotive Rear-End Collision Avoidance System, National Highway Traffic Safety Administration.
  19. Charles M. Farmer(2008), Crash Avoidance Potential of Five Vehicle Technologies, Insurance Institute for Highway Safety.
  20. Asha Weinstein Agrawal, Jennifer Dill and Hilary Nixon(2010), Green transportation taxes and fees: A survey of public opinion in California, Transportation Research Part D15, pp.189~196.

✉ 주 작성자 : 주신혜  
✉ 교신저자 : 오철  
✉ 논문투고일 : 2011. 11. 8  
✉ 논문심사일 : 2011. 12. 13 (1차)  
2012. 2. 24 (2차)  
✉ 심사판정일 : 2012. 2. 24  
✉ 반론접수기한 : 2012. 8. 31  
✉ 3인 익명 심사필  
✉ 1인 abstract 교정필