ISSN 2509-2817 KiDRS Korea Institute of Design Research Society 통권 28호, 2023. Vol.8 No.3

디지털 교통안전표지판의 사용성평가 지표 개발 연구

지능형 차량과속경보시스템을 중심으로

A Study on the Development of Usability Evaluation Indicators for Digital Traffic Safety Signs

Focusing on Intelligent Vehicle Speed Warning System

주 저 자 : 배예나 (Bae, Ye Na) 인제대학교 컴퓨터디자인과 교수
baejjangg@gmail.com

https://doi.org/10.46248/kidrs.2023.3.191

접수일 2023. 8. 25. / 심사완료일 2023. 9. 1. / 게재확정일 2023. 9. 9. / 게제일 2023. 9. 30.

Abstract

The aim of this study is to develop usability evaluation indicators to analyze factors that affect user convenience, such as easily recognizing intelligent vehicle speed warning systems for drivers and pedestrians passing through the pedestrian safety zones, understanding expressed information, and actively reducing speed. For empirical and scientific usability evaluation from a user's point of view, this research defines evaluation items and establishs 13 evaluation indicators and a survey questionnaire was designed for user survey evaluation through the expert Delphi analysis and detailed indicator evaluation. The usability evaluation indicator was categorized into Usefulness and Satisfaction, each derived into four evaluation areas, and the detailed evaluation items were derived into 3 Perceptibility, 5 Functionality, 2 Sensibility, and 3 Trust. The outcomes of this indicator analysis and development are anticipated to be useful as a universal evaluation criterion for the usability evaluation of smart traffic safety signs, and by improving the system interface based on this, it is expected to contribute to supporting citizens' pleasant walking environment and spreading awareness of safe driving in the future.

Keyword

Usability evaluation(사용성평가), usability evaluation indicators(사용성평가 지표),
Digital Traffic Safety Signs(디지털 교통안전표지판)

요약

본 연구는 보행자보호구역을 통과하는 운전자와 보행자를 대상으로 지능형 차량과속경보시스템을 쉽게 인지하고 표출된 정보를 이해하는지, 능동적으로 속도를 줄이는데 도움을 주는지 등 사용자 편의에 영향을 주는 요인이 무엇인지를 분석하고자 사용성평가 지표를 개발하는데 목적이 있다. 사용자 관점에서 실증적이고 과학적인 사용성평가를 위해 평가 항목 정의 및 13개의 평가 지표를 개발하고, 전문가 델파이 분석 및 세부 지표 평가를 통해 사용자 설문 평가를 위한 조사 설문지를 설계하였다. 사용성평가 지표는 유용성(Usefulness)과 만족성(Satisfaction)으로 구분되어 각각 4개의 평가 영역으로 도출되었고, 세부 평가항목은 지각성(Perceptibility) 3문항, 기능성(Functionality) 5문항, 감성(Sensibility) 2문항, 신뢰성(Trust) 3문항 등으로 세분화하여 도출되었다. 이러한 지표 분석 및 개발 결과는 스마트 교통안전표지판의 사용성 평가를 위한 보편적인 평가 기준으로 유용하게 활용되고, 이를 기반으로 한 시스템 인터페이스 개선을 통해 향후 시민들의 쾌적한 보행환경 지원 및 안전 운전 인식 확산에 기여 할 것으로 기대한다.

목차

1. 서론

1-1. 연구 배경

1-2. 연구 목적 및 방법

2. 이론적 배경

2-1. 지능형차량과속경보시스템

2-2. 사용성 평가의 개념

2-3. 사용성평가 사례

3. 사용성평가 지표 개발

3-1. 사용성 평가 항목 도출 및 정의

3-2. 전문가 델파이 분석

4. 설문 평가 설계 및 조사 설문지 개발

4-1. 설문 문항 설계 및 측정 항목 정의

4-2. 사용자평가 설문지 개발

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 배경

교통안전은 사고를 최소화하고 안전한 도로 환경을 조성하기 위한 지속적인 노력과 함께 전 세계의 가장 중요한 관심사 중에 하나다. 우리나라 교통사고 자료 분석 결과에 따르면, 사고 발생비율이 12세 이하의 어린이와 65세 이상의 고령자층에서 높게 나타나며, 특히 횡단보도 부근 및 교차로 부근에서 노인교통사고가 많이 발생하고 주로 운전자 과실로 인한 사고가 증가 추세에 있는 것으로 분석되고 있다.[1] 이 중 도로 상에 설치되어 있는 교통표지판은 운전자와 보행자에게 규제, 주의, 지시 등의 방법으로 도로 상황에서의 교통안전과 교통에 대한 소통을 유도하는 표지로서의 역할을 한다.[2] 그러므로 무엇보다도 안전과 시인성이 확보되도록 설치해야 하며, 혼선을 일으키지 않고 간단 명료하게 그 의미가 전달될 수 있도록 하는 것이 중요하다.[3] 그러나 현재 우리나라의 상황은 교통표지판에 대한 판독의 어려움이 고령자들의 사고 위험을 높이는 요소로 분석되며, 복잡한 교통상황에서 적절한 대응이 어렵다는 문제로 대두되고 있다.[4] 또한 도로이용자들의 가장 큰 불만요인으로 교통표지판이 잘 보이지 않는다는 점을 문제점으로 지적하고 있다.[5] 이렇듯 교통안전표지판에 대한 시인성과 안전에 대한 요구가 증대되는 상황에서 주 이용대상인 운전자 및 보행자에 대한 이해를 기반으로 사용성평가가 수행되어야 하며 이를 통한 시스템 개선에 반영하는 것이 필요하다. 그러나 현재 디지털 교통안전표지판은 설치된 지역이 일부 제한적이며 이에 적합한 사용성평가 지표가 부족한 실정이다. 연구 대상인 지능형 차량과속경보시스템(UXDFS)은 ㈜퀀텀게이트에서 설치 및 개발 중인 디지털 교통안전표지판으로, 개발 초기단계이므로 사용성평가 지표가 없으며 사용성이 높은 디지털 교통안전표지판 개발을 수행하기 위해서는 본 시스템의 특성에 적합한 사용성평가를 위한 평가지표 개발이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 시스템의 사용성을 체계적으로 평가하기 위한 사용성평가 지표를 개발 및 제안하고자 한다. 이를 통해 디지털 교통안전표지판의 사용성 평가를 위한 전용 평가 기준을 제시할 수 있으며, 향후 시스템 개선을 위한 사용성 평가 시 가이드라인으로 유용하게 활용될 수 있다.

1) 지우석, 노인 보행자 교통사고원인 분석 및 대책, 한국노년학회, 2010. 9, Vol.30, No.3, p.843.

2) 임창재, 김대원, C-ITS 환경에서 차량의 고속도로 주행 시 주변 환경 인지를 위한 실시간 교통정보 및 안내 표지판 인식, 전자공학회논문지, 2017. 1, Vol.54, No.1, p.56.

3) 최기주, 최병운, 도로표지 시인거리에 관한 연구, 대한교통학회지, 2001. 8, Vol.19, No.4, p.123.

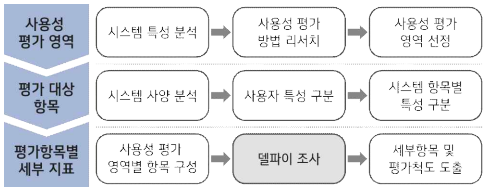
4) 추병선, 도로명판 및 교통표지판 인지에 미치는 시기능의 영향, 대한교통학회지, 2011, Vol. 29, No.1, p.48.

5) 이정윤, 김주영, 도료표지 설계에 사용성 평가기법 도입방안 검토 연구, 도로교통 제96호, 한국도로교통협회, 2004, p.32.

1-2. 연구 목적 및 방법

본 논문의 연구 목적은 보행자보호구역을 통과하는 운전자와 보행자가 지능형 차량과속경보시스템을 쉽게 인지하고 표출된 정보를 이해하는지, 사용자 편의에 영향을 주는 요인이 무엇인지를 분석하고자 사용성평가 지표를 개발하는 것이다. 이를 통해 해당 시스템이 얼마나 사용자 친화적으로 디자인되었는지 평가함과 동시에 설치 대상 지역 주민들의 인식에 영향을 주는 요인이 무엇인지를 파악하여 향후 시스템 인터페이스 개선 방안을 위한 전용 평가 기준으로서 활용하고자 한다.

연구 방법은 차량과속경보시스템의 사용성평가 지표를 개발하기 위해 사용자 조사 문헌 및 델파이 조사 등 3가지 영역에서 사용성평가 항목을 도출하고 이를 범주화하였다. 문헌연구를 통한 기존의 사용성 평가 기준 분석, 사용성평가 영역 선정 및 항목 도출, 델파이 분석기법을 활용한 사용성평가 지표 검증 등 사용성평가 항목 및 평가척도 도출을 위한 과정은 그림 1과 같다.



[그림 1] 사용성 평가항목 도출과정

전문가 델파이 분석(Delphi Technique)은 평가영역별 평가요인 및 평가항목 도출 등 개발된 사용성평가 지표를 대상으로 세부 평가항목 및 평가척도, 평가범위 등에 대한 전문가 분석 및 검증 과정을 진행하였다. 이를 위해 델파이 조사 평가 지침을 개발하고 전문가 분석 및 자문 설계 항목을 정립한 후, 평가지표의 적합성 및 타당성 검증 과정을 진행하였다. 전문가는 공학 및 디

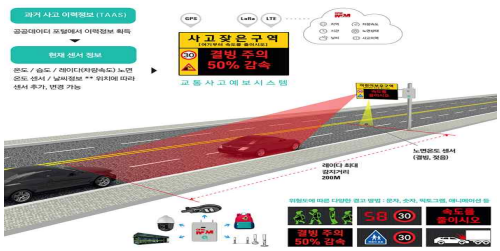
자인학 전공 교수와 사용자경험디자인 분야의 전문가 6명을 선정하여 진행하였고, 각각의 영역에서 도출된 사용성평가 항목을 통합하여 최종 디지털 교통안전표지판의 전용 평가 기준을 수립하였다. 향후 실질적인 사용자 설문조사를 위해 최종 도출된 사용성평가 지표를 활용하여 설문 대상 표집단을 위한 설문 평가 문항 설계와 조사 설문지를 개발하였고, 이는 사용자들의 의견 및 동의 정도를 측정할 수 있는 문항으로 구성하여 지능형 차량과속경보시스템이 설치된 지역의 교통시설물을 이용하는 사용자의 의견을 수집할 수 있도록 설계하였다.

2. 이론적 배경

2-1. 지능형 차량과속경보시스템

지능형 차량과속시스템은 보행자보호구역(어린이, 노인, 장애인 등) 및 사고다발지역에서 운행 차량의 위험 정도를 분석하여 경고하는 교통안전표지판 및 정보제공 시스템이다. 해당 시스템은 일반적인 교통안전표지판과 달리 운전자에게 사고발생 위험도를 실시간으로 경고하여 운전자 스스로 구간 진입 전 감속을 능동적으로 할 수 있도록 유도하고 있다.

시스템 작동 원리는 그림 2와 같이 시스템이 설치된 도로에 진입하는 차량에게 해당 지점의 과거사고 이력 정보, 차량의 현재 속도 정보, IoT센서(대기 온습도, 기압, 노면온도 등) 정보를 통해 결빙이나 젖음 등의 노면상태를 파악하고, 이러한 정보에 기초하여 위험도 분석알고리즘을 통해 LED 판넬에 주의, 경고, 위험 등으로 노출하여 표시하는 형식이다. 표출되는 경고 형식은 위험도를 직관적으로 전달하기 위해 문자, 숫자, 픽토그램, 애니메이션 등의 다양한 정보로 표시되고, 분석된 정보는 엣지 컴퓨팅 시스템(Edge Computing System)으로 인근 스마트 디바이스와 연동하여 시스템 기능을 확장할 수 있다. 또한 IoT 글로벌 표준기술인 oneM2M 기술로 개발되어 확장성이 높다는 장점이 있다.



[그림 2] 지능형 차량과속경보시스템 서비스 개념도

이 지능형 차량과속경보시스템의 경우 보호구역 및 사고다발지역 구간의 특징을 명확하게 전달하고, 동적인 화면으로 즉각적인 반응과 특히 신체 능력이 떨어지는 고령 운전자의 구간 인지 강화로 선제적인 방어운전을 유도하는 역할을 한다. 현재 서울시 금천구, 성동구, 이천시, 동두천시, 동해시 등 일부 어린이 보호구역에 시범적으로 설치되어 있으며, 동해시 망상초등학교 앞에 설치된 시스템의 경우 2023년 4월 기준 속도 데이터 분석결과, 규정속도 40Km 위반 비율이 설치 전 85%에서 설치 후 53%의 결과로 32%의 감소 효과가 나타난 것을 알 수 있다.

[그림 3] 어린이보호구역 설치 예

2-2. 사용성 평가의 개념

사용성(Usability)이란 사용자가 제품이나 시설 등을 사용하면서 발생하는 상호작용에서의 효과(Effectiveness)나 효율성(Efficiency)을 나타내는 수준이다.[6] 이러한 관점에서 사용성을 향상시키고자 하는 것이 사용성평가 방법이며, 사용성의 개념적 정의는 국제표준기구 및 학자들의 연구와 적용되는 대상에 따라 다양하게 적용되고 있다.

이에 따라 사용성 평가에 대한 다양한 모델과 전략이 제시되고 있는데, 국제표준화기구(ISO:International Organization for Standardization)에 따르면 시스템의 사용성 검증을 위한 사용성 원칙을 효과성(effectiveness), 효율성(efficiency), 만족성(satisfaction)의 3가지 범주로 구분지어 규정하고 있으며, ISO/IEC 9216-1에서는 사용성의 개념을 제품의 이해성(Understandability), 학습용이성(Learnability), 조작(Operability), 매력성

6) 이정윤, 김주영, 도로표지 설계에 사용성 평가기법 도입방안 검토 연구, 도로교통 제96호, 한국도로교통협회, 2004, p.33..

(Attractiveness)의 개념으로 정의하고 있다[7]. 연구자별로 제시된 보편적인 사용성 평가 지표를 정리한 내용은 다음의 표 1과 같다.

[표 1] 보편적 사용성 평가 항목

연구자	사용성 지표
Jakob Nielsen (1993)	효율성, 기억용이성, 학습용이성, 오류 허용성, 만족도
ISO 9241-11 (1998)	효과성, 효율성, 만족도
Preece.J,sRoger.D (1993)	유효성, 효율성, 안전성, 기능성, 학습용이성, 기억용이성
ISO/IEC 9216-1 (2001)	이해성, 학습용이성, 조작, 매력성
Peter Morville (2005)	유용성, 사용성, 만족성, 신뢰성, 발견가능성, 접근가능성, 가치
허재은, 조계엽, 이금주, 송경원, 황정원 (2021)	조작성, 안전성, 효과성, 효율성, 습득력, 만족도
노지혜, 우승현, 박진영 (2023)	효과성, 학습용이성, 효율성, 만족도, 신뢰성, 기능성

2-3. 사용성 평가 사례

사용성 평가에는 사용 용이성, 효율성 및 제품에 대한 전반적인 사용자 만족도를 평가하기 위해 설계된 다양한 기술과 접근 방식이 포함된다[8]. 사용성평가 방법은 전문가의 휴리스틱 평가, 인지 워크스루, 사용자의 벤치마킹 테스트, 설문조사, 인터뷰 등이 있다.

사용성평가는 가전제품, 생활용품, 웹사이트, IT 제품, 앱 등의 다양한 제품에서 시행되고 있지만, 대부분 특정 제품에 국한되어 추진되고 있는 실정이다. 특히 교통안전표지판의 경우 사용성평가에 대한 연구는 매우 제한적이며, 주로 일반적인 도로 표지판이나 산업안전 표지의 인식률 향상을 위한 연구에 국한된 경우가 많다. 이사야, 조익현, 김채희, 이중섭, 김승준, 이은종(2021)은 주행 공공 안내표지판의 시인성 향상을 위해 평가 관점을 직관성, 일관성, 적합성 등의 항목으로 설정하여 분석한 결과로 표지판 디자인을 제안하였고, 서주찬, 홍진혁(2020)은 표지판 가시성 평가를 위한 표지판 색상에 대한 분석 및 연구를 제안하였다. 박도윤, 이지현(2021)은 길찾기표지판에 대한 시인성 향상을 위한 연구로 전문가 인터뷰를 통해 표지판을 디자인할 때 유용한 디자인 시뮬레이션 저작 툴을 제안하였다. 서주찬, 전준렬, 홍진혁(2021)의 연구에서는 시선추적 비디오 시뮬레이션을 활용한 표지판 시인성 분석을 시행하였다.

도로표지판의 경우 도로표지규칙(국토교통뷰령 제882호)에 의해 설치되고 있기 때문에, 표지판의 기본 규격 및 내용 등이 정해져 있고, 설치장소에 따른 각 지자체의 자체규정에 의거하여 일괄적으로 설치되고 있다. 따라서 교통안전표지판의 시각정보(표시)에 대한 사용성평가에 대한 연구가 부족한 실정이며, 특히 디지털 교통안전표지판에 대한 사용성 평가 기준은 부재하다. 이에 본 연구에서는 디지털 교통안전표지판의 사용성 평가에 영향을 미치는 보편적인 지표를 개발하여 체계적인 사용성평가 수행을 위한 도구로서 활용하고, 향후 도로교통표지판에 대한 사용성 평가를 시행할 때 사용자 분석 및 시스템 개선을 위한 가이드라인으로 활용될 수 있도록 제안하고자 한다.

3. 사용성평가 지표 개발

3-1. 사용성평가 항목 도출 및 정의

사용성평가 항목 도출을 위해 먼저 제품, 시스템, 서비스, 소프트웨어, 인터페이스, 공공 정보 디스플레이 등을 대상으로 한 문헌연구를 살펴보고, 본 시스템의 특징에 부합하는 사용성(Usability)의 의미를 분석하여 유효성(Usefulness)과 효율성(Efficieney)의 측면으로 선정하여 정리하였다. 문헌연구를 통해 분석된 사용성 평가 항목들 중에 이 중 가장 많은 개념으로 언급된 보편적 사용성평가 정의를 기반으로 추출하여 지능형차량과속경보시스템의 평가 영역을 유용성(Usefulness)과 만족성(Satisfaction)으로 선정하였다. 연구 대상 시스템은 정보 표출이 주를 이루는 시스템으로, 제품과 사용자간의 상호작용이 거의 존재하지 않으므로 ISO/IEC가 제시하는 유효성 및 효율성 등의 인터랙션을 평가하는 항목을 제외하였고, 유용성이라는 대표 항목을 기준으로 사용성평가 지표를 설정하였다. 문헌 연구 및 제품 분석을 통해 도출된 사용성평가 항목 및 요소는 다음의 표 2와 같다.

7) 국제표준화기구, ISO 9241-11:1998, ISO/IEC GUIDE 9126-1:2001

8) ISO 9241-11:2018, Ergonomics of human-system interaction-Part 11: Usability: Definitions and concepts, International Organization for Standardization, 2018

[표 2] 사용성 평가 항목 및 요소

평가 영역	평가 항목	평가 요소	평가 속성
유용성 (Usefulness)	시인성 (Visual Cognizability)	가시성 (Visibility)	형태가 명료하여 식별하기 쉬운가
		간결성 (Conciseness)	전달하고자 하는 정보의 표출이 단순·간결한가
		직관성 (intuitiveness)	정보에 대한 이해(의미 전달)가 바로 가능한가
	유용성 (Usefulness)	효용성 (Utility)	제시된 표지가 정보 전달의 목적에 부합하는 아이템인가
		일치성 (Conformity)	정보의 제시방식이 사용자 기대, 목적과 부합되는가
		보편성 (Universality)	제시된 표지의 형식이 개인의 능력 차이를 고려하여 누구나 이해가 가능한가
		순응성 (conformability)	제시된 표지가 제시하는 바에 따라 거부감없이 행위를 수정해야겠다고 느끼는가
만족성 Satisfaction)	감성 Sensibility	심미성 (Aesthetic Quality)	제시된 표지가 도시경관과 조화롭고 미적인 효과를 발휘하는가
		매력성 (Attractiveness)	제시된 표지가 흥미롭고 주의를 끄는가
	신뢰성 Reliability	공감성 (Empathizability)	본 교통안전표지가 설치되어 있는 상황이 납득할만한가
		가치성 (Value)	기존 교통안전표지가 가지는 가치를 보다 증대시키고 있는가
		안전기대성 (Safety Expectation)	시스템이 안전보호에 역할과 도움이 될 것이라고 기대하는가
		확장성 (Scalability)	제시된 표지가 기타 보호구역에도 확장해서 적용할만한 것이라고 보는가
		의향성 (Will for Continuous Use)	안전을 위해 지속적으로 시스템에 도움을 받고자 하는 의향이 있는가

3-2. 전문가 델파이 분석

평가영역별 평가요인 및 평가항목 도출 등 개발된 사용성평가 지표를 대상으로 타당성을 검증하기 위해 세부 평가항목 및 평가척도, 평가범위에 대한 전문가 6명을 선정하여 델파이 분석을 진행하였다. 델파이 분석은 표 3과 같이 공학 및 디자인학 전공 교수, 사용자경험 디자인 분야 등 전문가로 구성하고, 본 시스템의 특징을 이해하고 고려하여 평가할 수 있도록 평가 지침에 대한 개발도 병행하였다. 평가에 앞서 시스템에 대한 설명을 먼저 안내하였으며, 평가자들의 자율성을 고려하였다.

[표 3] 델파이 수행 전문가

구분	전문분야	경력(년)
1	인간공학, 교통공학	20
2	인간공학	30
3	OR	20
4	디자인매니지먼트	26
5	컴퓨터공학	30
6	디자인학	25

델파이 조사는 예비평가와 본 평가로 총 2회를 시행하여 지표의 필요성과 타당성을 평가하고, 평가자들은 지표의 삭제 및 구성요소 보완의 경우 부적절한 이유 및 보완 사유에 대한 의견을 작성하였다. 평가 속성에 대한 정의 검토와 평가 측정 방식 설정, 추가 항목에 대한 의견 기입 등 각각의 항목에 대한 검토의견 및 전문가 견해를 분석하기 위해 전문가 수행 평가지를 개발하고, 해당 결과에 대한 검토 의견의 근사치를 도출하여 지표의 적합성 및 타당성에 대한 검증을 완료하였다. 다음의 그림 4는 전문가 델파이 분석을 통해 평가된 전문가 의견 및 사용성평가 지표 분석·평가지 예시이다.

❶ 평가 항목	❷ 평가 요소	❷-1 명칭 수정	❸ 평가 속성 정의	❸-1 정의 수정	❹ 선정 (O, X)	❺ 측정 방법	❻ 의견
시인성 Visual Cognizability	가시성 Visibility	가인성 Legibility	형태가 명료하여 식별하기 쉬운가	디자인된 내용을 인지하기 쉬운가		①+②	법령체가 있으므로 가시성은 당연히 보장되는 것이고 보다 중요한 것은 인지성이 얼마나 좋은가임. 이 때 legibility를 사용하는 것이 더 적절함. 가시성과 가인성 27개를 다 표함할 수 도 있음.
	간결성 Conciseness		전달하고자 하는 정보의 표출이 단순·간결한가			①	
	직관성 Intuitiveness	명료성 clarity	정보에 대한 이해(의미 전달)가 바로 가능한가	정보에 대한 정확한 이해가 가능한가		①+②	직관성은 해석의 범위가 주관적일 여지가 있어 단순하면서 명료함지를 평가하는 것이 일반적임
❼ 추가 항목							
유용성 Usefulness	효용성 Utility		제시된 표지가 정보 전달의 목적에 부합하는 아이템인가	표지가 전달하고자 하는 내용이 사용자에게 유용한 정보인가		①	utility라는 정의에 맞게일부 수정함
	일치성 Conformity		정보의 제시방식이 사용자 기대, 목적과 부합되는가	정보의 제시방식이 사용자의 정신모형과 일치하는가?		①	Conformity의 대상은 정신모형이어야함. 기대와 목적이라는 표현보다 구체적일 필요가 있음.
	보편성 Universality		제시된 표지의 형식이 개인의 능력 차이를 고려하여 누구나 이해가 가능한가			①	
	순응성 Conformability	순응성 Affordance	제시된 표지가 제시하는 바에 따라 거부감없이 행위를 수정해야겠다고 느끼는가	제시된 표지에 따라 자연스럽게 행위가 유도 되는가		①	영어 표현이 conformity와 차이가 없어, affordance로 바꾸고 이에 따라 부분 수정함
❼ 추가 항목							
감성 Sensibility	심미성 Aesthetic Quality		제시된 표지가 도시경관과 조화롭고 미적인 효과를 발휘하는가			①	
	매력성 Attractiveness		제시된 표지가 흥미롭고 주의를 끄는가	제시된 표지가 매력적으로 보이는가		①	굳이 "매력"이라는 표현을 피할 필요가 없을 듯 합니다

[그림 4] 사용성평가 지표 분석/평가지 예

평가를 통해 제안된 전문가들의 주관적 의견을 일부 발췌·정리한 내용은 다음의 표 4와 같다. 평가항목, 평가 요소, 명칭의 수정, 평가 속성 정의, 정의 수정, 추가 지표 항목, 의견 사항 등에 대한 상세 분석지를 통해 사용성평가 지표에 대한 수정 및 보완 작업을 진행하였다.

[표 4] 사용성평가 지표 분석·평가 의견 예

구분	평가 의견
전문가 A	순응성은 교통표지판의 중요한 역할이나 디자인만으로 순응성에 영향을 줄수는 없다고 생각됩니다. 순응성 대신, 사용자가 취해야하는 행동이 명확하게 인식되는가에 대한 지표가 추가되면 좋을 것 같습니다. 우선은 익숙한 행동유도성으로 제안드립니다.
	이 항목은 표지판 디자인 영역보다는 사용자의 인식으로 생각됩니다. 또한 안전기대성과도 일부 개념이 중복됩니다. 다른 항목으로 변경하는 것이 더 적절하다고 생각됩니다. 의향성이라는 표현대신 지속이용의도로 표현을 바꿔보는 것은 어떨까요
전문가 B	발광체가 있으므로 가시성은 당연히 보장되는 것이고 보다 중요한 것은 인지성이 얼마나 좋은가임. 이 때, legibility를 사용하는 것이 더 적절함. 가시성과 가인성 2가지를 다 포함할 수도 있음.
	가치성이라는 항목의 의미가 너무 광범위 함. 비용대비 시설비의 가치? 안전의 가치? 의미를 구체화할 필요가 있음.
전문가 C	단순 간결함에 대한 판단이 결국 가시성에 대한 판단으로 이어질 것이기에 굳이 별도의 항목으로 제시될 필요능 없을 듯 합니다. 만약 심미성의 카테고리가 있다면 그쪽으로 옮기는 것은 고려해 볼 수 있을 것입니다.
	평가 항목인 “유용성”이 평가 요소를 아우르는 적절한 표현인지 의문입니다. “보편성을 제외한다면” 차라리 “기능성(functionability)”이 더 적절할 것으로 생각됩니다. 즉, 기능성 밑에 (의미적) 적합성, (방법적) 일치성, (사용자) 순응성을 두는 것을 고려해 보시면 좋을 듯 합니다. “보편성”의 경우도 ‘누구나’가 중요하다면 명칭은 그대로 두는 것이 좋겠으나. ‘이해’가 중요하다면 ‘이해성(understandability)“으로 수정하는 것을 고려해 보시면 좋겠습니다. 그렇게 수정을 한다면, ”기능성“의 하위 평가 요소로 그대로 유지하는 것도 가능할 듯 합니다.

전문가들의 의견을 종합한 최종 델파이 분석을 토대로 80% 이상의 전문가 동의를 얻은 평가요소를 수용하고, 수집된 의견을 종합하여 평가 요소 및 용어에 대한 수정·보완 작업을 진행하였다. 델파이 분석을 통해 최종 완성된 평가지표는 표 5에 제시된 바와 같이 유용성, 만족성의 총 2개의 영역별 항목으로 구분되고, 지각성(하위 3항목), 기능성(하위 5항목), 감성(하위 2항목), 신뢰성(하위 3항목)으로 총 13개의 항목으로 구성되었다.

[표 5] 최종 사용성평가 지표

평가 영역	평가 항목	평가 요소	평가 속성
유용성 (Usefulness)	지각성 (Perceptibility)	가시성 (Visibility)	교통표지판의 형태가 명료하여 식별하기 쉬운가
		가독성 (Legibility)	표지판에 표시된 정보를 쉽게 판독할 수 있는가
		직관성 (intuitiveness)	제시된 정보가 명료해서 그 의미를 신속, 정확하게 이해할 수 있는가
	기능성 (Functionality)	효용성 (Utility)	표지가 전달하고자하는 내용이 사용자에게 유용한 정보인가
		일치성 (Conformity)	정보의 제시방식이 사용자의 정신모형과 일치하는가
		보편성 (Universality)	제시된 표지의 형식이 개인의 능력 차이와 관계없이 누구나 이해 가능한가
		안전유발성 (Safety Induction)	시스템이 보행자 및 운전자의 안전과 보호에 도움이 되고 있는가
		행 동 유 도 성 (Affordance)	제시된 표지의 내용에 부합하는 행위가 자연스럽게 유발되는가
만족성 Satisfaction)	감성 (Sensibility)	조화성 (Reconcilability)	제시된 표지가 주변 경관과 조화로운가
		심미성 (Aesthetic Quality)	제시된 표지가 미적 효과와 매력이 있는가
	신뢰성 (Trust)	수용성 (Acceptability)	본 교통안전표지가 설치되어 있는 상황이 거부감 없이 받아들여지는가
		가치성 (Value)	기존의 교통안전표지에 비해 (안전을 위한) 필요성을 느끼게 해주는가
		확장성 (Extendability)	기타 보호구역에도 확대 적용하여 지속적으로 시스템의 도움을 받고자 하는 마음이 드는가

4. 설문 평가 설계 및 조사 설문지 개발

4-1. 설문 문항 설계 및 측정 항목 정의

최종 도출된 사용성평가 지표에 기반한 지능형 차량 과속경보시스템의 사용성 평가와 사용자 응답을 확인할

수 있도록 사용자 의견과 동의 정도를 측정할 수 있는 설문 항목을 설계하였다. 본 설문지는 지능형 차량과속경보시스템의 사용성 평가 연구를 위해 시스템이 설치된 보행자보호구역을 통과하는 운전자를 대상으로 얼마나 사용자 친화적으로 되어 있는지를 평가하는 것이 목적이다. 또한 시스템에 대한 보행자 및 대상 지역 주민의 인식에 영향을 주는 요인이 무엇인지 파악하기 위한 연구 목적으로 개발되었다. 일반적인 교통안전표지판과는 다르게 지능형 차량과속경보시스템은 기존의 조명, 반사형 표지판과 달리 디지털 발광판(LED)로 제작되어 있는 것이 특징이다. 또한 기존의 반사형 교통안전표지판의 색상 배경이 LED 발광판의 도입에 따라 일부 검정색 배경으로 바뀐 부분과, 기타 표식의 크기 및 배치가 미세하게 조정된 점을 고려하여 사용자의 입장에서 보다 구체적인 사용성평가를 수행할 수 있도록 특화된 설문 문항으로 설계하였다. 이를 위해 설문 대상 표집단이 시스템을 이해할 수 있도록 사전에 가상 이미지 모형을 제작하여 본 연구대상의 시스템을 확인 및 구분할 수 있도록 개발하였다.

설문 평가 대상은 설치지역 거주자(주민)를 대상으로 설정하고, 해당 지역의 교통시설물을 이용하는 사용자에게 추가로 서술형 의견을 병행하여 수집할 수 있도록 설계하였다. 해당 설문 조사지 또한 사용성평가 지표 개발에 참여한 전문가들로 평가단을 구성하여 설문 문항 항목 및 설명 내용에 대한 검토과정을 진행하여 타당성에 대한 검증 작업을 수행하였다. 본 설문 문항은 사전 조사단계인 예비평가 문항으로 범주화하고, 앞서 개발했던 사용성평가 지표 중 실제 운전자의 로드테스트 및 관찰측정을 위한 설문 내역을 제외한 사전 단계에서 진행할 수 있는 항목(지각성, 기능성, 감성)만을 우선적으로 추출하여 구성하였다.

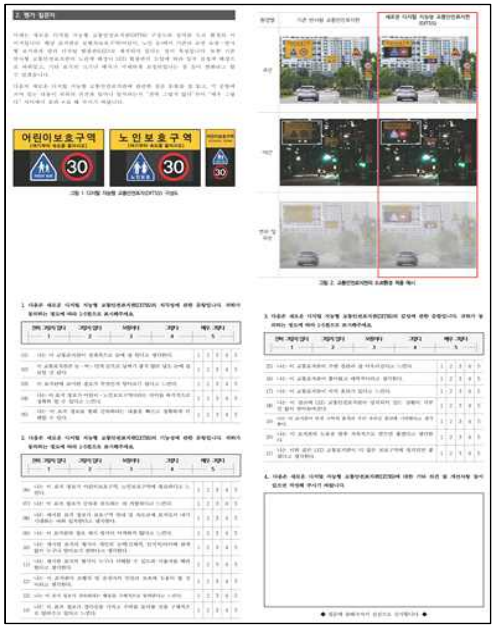
4-2. 사용자평가 설문지 개발

앞서 도출된 3개의 평가 항목을 기준으로 최종 설문지 평가 문항을 총 21개의 사용성평가 문항으로 구성하고, 각각 지각성 5문항, 기능성 9문항, 감성 7문항으로 설정하였다. 사용자 조사를 위한 설문지는 측정 항목의 적절성 등에 대한 응답자의 동의 수준을 리커트(Likert) 5점 척도로 측정하도록 하며, 기준은 1-전혀 그렇지 않다, 2-그렇지 않다, 3-보통이다, 4-그렇다, 5-매우 그렇다로 구분한 정략적 항목으로 구성하였다. 본 설문지는 정량적 평가와 동시에 정성적 평가도 수행할 수 있도록 사용자의 의견을 수렴하는 주관식 항목을 포함하여 개발되었다. 사용자평가 설문지 문항은 표 6과 같이 제시되며, 가상 이미지 모형이 포함된 실제 평가 설문지 예시는 그림 5와 같다.

[표 6] 사용자평가 설문지 문항

구분	설문 문항
일반적 사항	응답자 특성
지각성 (5)	나는 이 교통표지판이 전체적으로 눈에 잘 띈다고 생각한다.
	이 교통표지판은 눈·비·안개 등으로 날씨가 좋지 않은 날도 눈에 잘 보일 것 같다.
	표지판에 표시된 정보가 무엇인지 알아보기 쉽다고 느낀다.
	나는 이 표지가 어린이·노인보호구역이라는 의미를 즉각적으로 정확히 알 수 있다고 느낀다.
	나는 이 표지 정보를 통해 감속하라는 내용을 빠르고 정확하게 이해할 수 있다
기능성 (9)	나는 이 표지가 어린이 보호구역, 노인 보호구역에 필요하다고 느낀다.
	나는 이 표지가 감속을 유도하는 데 적합하다고 느낀다.
	나는 제시된 정보가 보호구역 안내 및 속도규제 표지로서 내가 기대하는 바와 일치한다고 생각한다.
	나는 이 표지판의 정보 제시 방식이 어색하지 않다고 느낀다.
	나는 제시된 표지의 형식이 개인의 능력(신체적, 인지적)차이에 관계없이 누구나 알아보기 편하다고 생각한다.
	나는 제시된 표지의 형식이 누구나 이해할 수 있도록 사용자를 배려한다고 느낀다.
	나는 이 표지판이 보행자 및 운전자의 안전과 보호에 도움이 될 것이라고 생각한다.
	나는 이 표지 정보가 감속하라는 행동을 구체적으로 알려준다고 느낀다.
	나는 이 표지가 경각심을 가지고 주위를 둘러볼 것을 구체적으로 알려주고 있다고 느낀다.
감성 (7)	나는 이 교통표지판이 주변 경관과 잘 어우러진다고 느낀다.
	나는 이 교통표지판이 흥미롭고 매력적이라고 생각한다
	나는 이 교통표지판이 미적 효과가 있다고 느낀다.
	나는 이 장소에 LED 교통안전표지판이 설치되어 있는 상황이 거부감 없이 받아들여진다.

	나는 이 표지판이 안전 구역의 품격과 주민 자부심 증진에 기여한다고 생각한다
	나는 이 표지판의 도움을 향후 지속적으로 받으면 좋겠다고 생각한다.
	나는 이와 같은 LED표지판이 더 많은 보호구역에 설치되면 좋겠다고 생각한다.
의견 사항	기타 의견 및 개선사항 : 정성적 평가항목



[그림 5] 평가 설문지 예

5. 결론

본 연구는 지능형 차량과속경보시스템의 사용성평가 기준을 도출하기 위해 수행되었다. 사용자가 연구 대상 시스템을 쉽게 인지하고 표출된 정보를 이해하는지, 운전자가 능동적으로 속도를 줄이는 데 도움을 주는 지 등에 대한 실증적인 평가를 위해 구체적인 사용성평가 기준을 수립하고 이를 위한 평가항목 수립과 지표를 개발하였다. 특히 디지털 교통안전표지판의 사용성평가 기준 부재에 따라 추후 해당 시스템 개선 및 유사 시스템 등의 사용성평가 측면에서 유용하게 활용될 수 있다. 본 연구 대상인 지능형 차량과속경보시스템의 경우 개발 초기 단계로 다양한 지역 확산 및 보행자보호구역에 설치 및 적용을 위해 사용성평가 기준 마련과 사용성 향상을 위한 평가지표 개발이 반드시 필요하다.

기존의 교통안전표지판에 대한 연구 중 디자인적 관점에서 부족하였던 사용성평가 항목을 명확하게 규명하고, 사용성평가 요소 및 지표 개발과 사용자 평가 설문지를 도출을 수행한 본 연구의 결론 및 논의는 다음과 같다.

첫째, 문헌연구 및 시스템 분석, 사용자 조사 및 델파이 검증 등을 통해 사용성평가 항목을 도출하고 이를 범주화하여 '지각성(Perceptibility)', '기능성(Functionality)', '감성(Sensibility)', '신뢰성(Trust)' 등의 4가지 평가 영역을 도출하였다. 사용성평가 항목에 따라 각각의 하위 항목으로 지각성 항목에는 가시성, 가독성, 직관성의 3가지 평가요소와, 기능성 항목에는 효용성, 일치성, 보편성, 안전유발성, 행동유도성의 5가지 평가요소, 감성 항목에는 조화성, 심미성의 2가지 평가요소, 신뢰성 항목에는 수용성, 가치성, 확장성의 3가지 평가요소를 도출하여 총 13개의 사용성평가 지표가 개발되었다.

둘째, 개발된 최종 사용성평가 지표를 기반으로 실질적 사용자 조사를 위한 설문 평가지를 개발하였으며, 이는 지각성 5문항, 기능성 9문항, 감성 7문항의 총 21개의 사용성 평가 문항으로 제시된다. 이는 일반적인 교통안전표지판과는 다르게 디지털로 제작된 반사형 표지판임을 고려하여 기존의 보편적인 사용성평가 설문 문항과는 확실히 구분되어야 하고, 사용자의 입장에서 보다 구체적인 사용성평가를 수행할 수 있도록 본 시스템에 최적화된 내용으로 설계에 반영한 결과이다.

셋째, 본 연구는 기존의 교통안전표지판에 대한 사용성평가 연구의 한계점을 보완하고, 디지털 교통안전표지판에 대한 새로운 평가기준 수립과 사용성평가 지표에 대한 가이드를 제시했다는 점에서 의의가 있다. 다만 본 연구 결과는 사용성평가의 실질적 수행에 앞서 지표 개발에 대한 준비 단계라는 한계점이 있으며, 향후 시스템의 사용성 향상을 위해서는 설문 대상 표집단의 운전 중 관찰 측정을 위한 주행평가 방법 설계 및 프로세스 검증 절차가 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이에 운전자가 실제 주행 시 도로에서 지능형 차량과속경보시스템을 발견하는 시점과 감속하는 시점에 대한 확인 및 검증을 할 수 있는 사용성평가 프로세스 수립 및 분석 설계를 위한 후속연구가 필요하다. 후속연구에서는 이 점을 고려하여 추가적인 로드테스트 설계와 주행 시의 운전자를 위한 별도의 전용 설문 평가지 등을 포함하여 보다 구체적으로 연구범위를

확장시킬 필요성이 있다.

이상을 논의를 종합한 결과, 본 연구결과인 사용성 평가 지표 분석 및 개발 결과는 향후 스마트 교통안전 표지판의 사용성 평가를 위한 보편적인 평가 기준으로 유용하게 활용되고, 이를 기반으로 한 시스템 인터페이스 개선을 통해 시민들의 쾌적한 보행환경 지원 및 안전 운전 인식 확산에 기여 할 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 노지혜, 우승현, 박진영, 의료서비스 로봇의 사용성 평가를 위한 사용성 평가 지표 개발: 병원 안내 로봇, 키즈 로봇 중심으로, 한국HCI학회학술대회발표논문집, 한국HCI학회, 2023.2
2. 박도윤, 이지현, 길찾기표지판의 시인성 향상을 위한 표지판 디자인 시뮬레이션 툴 설계, 한국HCI학회학술대회발표논문집, 한국HCI학회, 2021.1
3. 서주찬, 전준렬, 홍진혁, 시선추적 비디오 시뮬레이션을 활용한 표지판 시인성 분석 연구, 한국소프트웨어종합학술대회논문집, 한국정보과학회, 2021
4. 서주찬, 홍진혁, 표지판 가시성 이해를 위한 배경 대비 표지판의 색상 분석 연구, 한국소프트웨어종합학술대회논문집, 한국정보과학회, 2020
5. 이사야, 조익현, 김채희, 이중섭, 김승준, 이은종, 주행 공공 안내표지판의 맥락적 시인성 향상을 위한 표지판 디자인 연구, 한국스마트미디어학회, 2021, Vol.10, No.4.
6. 임창재, 김대원, C-ITS 환경에서 차량의 고속도로 주행 시 주변 환경 인지를 위한 실시간 교통정보 및 안내 표지판 인식, 전자공학회논문지, 2017. 1, Vol.54, No.1.
7. 지우석, 노인 보행자 교통사고원인 분석 및 대책, 한국노년학회, 2010. 9, Vol.30, No.3.
8. 추병선, 도로명판 및 교통표지판 인지에 미치는 시기능의 영향, 대한교통학회지, 2011, Vol. 29, No.1.
9. 최기주, 최병운, 도로표지 시인거리에 관한 연구, 대한교통학회지, 2001. 8, Vol.19, No.4.
10. 허재은, 조계엽, 이금주, 송경원, 황정원, 배설 보조로봇 사용성평가 지표 개발 연구, 한국재활복지공학회 정기학술대회, 2021
11. 이정윤, 김주영, 도료표지 설계에 사용성 평가기법 도입방안 검토 연구, 도로교통 제96호, 한국도로교통협회, 2004
12. ISO 9241-11, Ergonomic Requirements for Of Tice Work with Visual Display Terminals (VDT)s-Part II Guidanceon Usability, 1998
13. ISO/IEC 9126-1, Software engineering, product quality, Part 1: Quality model. Geneva, International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2011
14. J. Nielson, Usability Engineering, Acadenic Press, Inc., 1993
15. J. Preece and D. Benyon, A guide to usability:Human factors in computing, Addison-Wesley, 1993
16. P. Morville, Ambient Findability, O'Reilly Media, Inc., 2005