

운전자-차량-환경에서 부호의 양립성에 대한 연구 -주행편의장치 부호의 다중평가-

손일문
동명대학교 자동차공학과

A Study on the Compatibilities of Symbols in Driver-Automotive-Environment System

Il-Moon Son

Dept. of Automotive Engineering, Tongmyong University

요약 자동차의 새로운 운전편의장치들이 급속히 적용됨으로서 관련된 자동차용 부호 개발의 필요성이 증가되고 있다. 좋은 자동차용 부호는 인간공학적 측면에서 검출성, 식별성, 학습용이성, 반응성, 인식성, 이해성 등의 특성을 잘 갖추어 궁극적으로 그 자체가 잘 설명되면서 올바른 상황에서 잘 사용되어야 한다.

이 연구에서는 자동차용 부호를 개발하거나 평가하고자 할 때 고려되는 이해성, 인지성, 적절성 등으로 구성된 다중평가를 포함하는 자동차용 부호의 개발절차 및 평가방법을 제시하였다. 또한 이를 적용하여 오늘날 비교적 새로운 추가 기능인 차선 이탈경보시스템(LDWS), 정속주행시스템(CCS), 충돌경보시스템(CWS) 등의 주행편의장치를 중심으로 28가지 부호를 평가하였다. 평가의 결과, 대부분의 주행편의장치의 부호는 2개 회사의 자동차 보다 KS R ISO 2575의 부호가 이해성, 인지성, 적절성이 높았다. 그 외 선루프, 카메라 등의 부호는 KS R ISO 2575의 부호가 낮았고, 그리고 표준으로 제시되고 있는 많은 2개 회사의 자동차에서 사용되고 있는 지능형안전장치 등의 최신 기능의 부호는 이 세 가지 평가점수가 매우 낮아 표준의 개발이 필요한 것으로 나타났다.

이 연구의 자동차용 부호에 대한 인간공학적 측면에서의 다중평가의 방법은 수행도 예측 가능한 이론적 연구가 부족한 상황에서 관련 부호의 개발 및 평가에 대한 유효한 방법론을 제공할 것이다.

Abstract Automotive symbols are more widely needed for new, convenient driving devices in automobiles. Good automotive symbols should be detectable, identifiable at first glance, easily learned, recognizable, and produce quick responses after practice. In this paper, a methodology for developing and evaluating automotive symbols is suggested. It includes multiple tests, such as comprehension, perceptual quality, appropriateness, and integrated evaluation. 28 symbols were tested and evaluated by the suggested methodology for convenient driving systems, such as a lane departure warning system (LDWS), cruise control (CCS), and a collision warning system (CWS). Most of the KS R ISO 2575 symbols had higher scores of comprehension, perceptual quality, and appropriateness, but the sunroof and camera symbols had lower scores. Standard symbols with several new functions should be developed. This methodology could be useful for developing and evaluating automotive symbols.

Keywords : Appropriateness, Automotive Symbols, Comprehension, Driver-Automotive-Environment System, KS R ISO 2575:2014, Perceptual Quality

1. 서론

주행성은 운전자-차량-환경에서 자동차와 운전자 상호작용에 초점을 맞추므로써 이루어진다. 여기서 주행환경에는 도로특성, 도로표지 등 외부 환경요인들이 있다[1].

인간공학(ergonomics) 측면에서 자동차의 안전성과

이 논문은 2014학년도 동명대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음(2014A011).

*Corresponding Author : Il-Moon Son(Tongmyong Univ.)

Tel: +82-51-629-1623 email: imson@tu.ac.kr

Received August 2, 2016

Revised September 5, 2016

Accepted September 9, 2016

Published September 30, 2016

차량에 표시된 부호는 이러한 운전자-차량-환경의 상호 작용에 중요한 매개 역할을 담당하는 한 부분이다.

부호(symbol)는 기호, 심볼 또는 아이콘(icon)으로도 불리 운다. 부호는 표현하고자하는 개념인 준거대상(referent)들 즉 물체, 기능, 시스템 또는 이와 연관된 상태 등을 표현하는 데 사용되는 작고, 간단한 이미지이다. 부호는 일반적으로 단색이며 정적이고, 문장을 포함하지 않으며 단어, 약자와 함께 자동차의 표시장치(displays)와 조종장치(controls)에 많이 사용되고 있다[2]. 오늘날 IT를 비롯한 신기술이 자동차에 빠르게 적용되면서 새로운 조종장치, 지시기(indicators) 및 자동표시기(tell-tales)에 대한 새로운 부호의 필요성이 증가되고 있다[3].

자동차용 부호는 주행 특성에 의한 운전자의 좁은 시각, 자동차 페널의 좁은 공간적 제약, 고령 운전자의 시력 등의 이유로 사용되고 있다. 나아가 자동차 시장이 글로벌화되어 특정 국가의 언어를 뛰어넘는 표준화된 표기가 필요하기 때문이고, 일부는 유행이나 미학적인 이유로 사용되기도 한다[2]. 자동차에 사용되는 좋은 부호란 궁극적으로 운전자에게 자체적으로 잘 설명되어서 올바른 상황에서 잘 사용되어야 한다. 이는 부호를 새로이 만들 때 가장 중요한 사항이다[3].

이 연구에서는 이해성(comprehension), 인지성(perceptual quality), 적절성(appropriateness) 등을 고려한 자동차용 부호의 개발절차 및 다중평가방법을 제시하고, 오늘날 자동차에 새로이 추가되고 있는 주행편의장치인 차선이탈경보시스템(LDWS; lane departure warning system), 정속주행시스템(CCS; cruise control system), 충돌경보시스템(CWS; collision warning system) 등을 대상으로 제시된 평가방법을 적용하여 그 부호를 평가하여 설계지침을 제공하고자 한다.

2. 자동차용 부호의 인적 요인(Human Factors) 및 평가방법

2.1 자동차용 부호의 인적 요인(Human Factors)

도로표지판과 같은 부호는 부호의 “재암호화”(recoding)를 최소화하기 위해 상징하고자하는 것을 시각적으로 암시해야한다. 그리고 이러한 부호의 암호화(coding)는 양립성(compatibility)을 가져야하고 그 부호

자체에 의미를 지녀야한다. 인간공학에서 양립성이란 자극들간의, 반응들간의, 혹은 자극-반응 조합의 (공간, 운동, 또는 개념적) 관계가 인간의 기대와 모순되지 않는 것을 말한다[4].

부호를 식별하는 속도와 정확도는 형태 심리학(Gestalt Psychology)에서 말하는 형태 체제화의 원리(Gestalt organizational principles)에 의해서 영향을 받는다[5]. 형태 심리학은 형태의 체제화를 결정하는 요인과 지각집단화(perceptual grouping)를 결정하는 요인들을 연구하는 분야이다. 형태 체제화의 원리는 근접성(proximity), 유사성(similarity), 연속성(continuity), 폐쇄성(closure) 등 4가지의 법칙으로 설명하고 있다[6]. 이러한 게스탈트 심리학은 시 지각에 대한 지식을 기반으로 조형의 이론과 실제에 미치는 영향은 크다[7].

한편, Easterby[8]는 부호 암호화(symbolic codes)가 쉽게 이해되기 위한 6가지 일반적인 체제화 원리(general organizational principles)로서 그림/바탕 안정성(Figure/Ground Stability), 연속성(Continuity), 그림 단일성 및 태두리(Figure Unity and Closure), 단순성(Simplicity), 선 및 대비 경계(Line and Contrast Boundaries) 등을 제시하였다. 여기서 부호에서 그림과 배경은 분명히 구별되어야 되고 그림이 모호하지 않아야 된다고 하였다. 또한 부호는 가능하면 간단하고 대칭적이어야 한다고 제안하였다. 그리고 속이 차고 폐쇄된 외곽선을 사용하는 것이 가장 좋으며, 단속될 필요가 없다면 이러한 외곽선은 완만하고 연속적이어야 한다고 하였다. 나아가 부호의 디자인에서의 약간의 미묘한 변화는 부호의 지각적 확립과 총체적인 유효성에 영향을 미친다고 예시하고 있다.

Zwaga와 Easterby(1984)[9]는 공공 정보 부호의 개발 및 평가방법을 제시하였다. 그리고 KS S ISO 22727:2009[10]에서는 부호 사용의 혼란을 최소화하고 모든 사람들이 쉽게 인식할 수 있도록 공공안내 그래픽 부호에 대한 제작과 적용에 대한 표준을 제시하고 있다. 여기서는 공공시설, 교통시설, 관광 및 문화 시설, 스포츠 시설, 상업 시설, (공공 안전을 제외한) 대중의 행동 등의 범주에 속하는 공공 안내 그림표지에 대한 표준을 정하고 있다. 이의 그래픽 부호의 중요 설계 요소로서 이해성, 의도한 의미와의 관련성, 다른 부호와의 구분성, 이해에 필요한 세부사항만 포함하는 간결성 등을 요구하고 있다.

자동차용 부호도 앞에서 언급한 일반 부호의 모든 인간공학적 특성을 담아야함은 물론 반응시간과 관계없이 운전자의 눈에 잘 띄고 다른 것과 쉽게 구별되며 의미성이 잘 전달되어야한다[2]. 그리고 필요한 경우 적절한 사후 행위가 이루어져야한다. 이러한 것이 안전에 관련된 문제일 때는 아주 중요한 문제이다.

자동차용 부호의 여러 연구[2,3,10,11]를 고찰하면, 좋은 자동차용 부호의 특성으로 검출성(detectability), 식별성(identified at first glance), 학습용이성(easily learned), 반응성(res 앞의 일반 그래픽 부호의 특성에서 언급한 poned to quickly after practice), 인식성(recognizability) 등을 요약할 수 있다. 이들 연구에서는 공통적으로 의미성(meaningfulness) 또는 이해성(comprehension)을 가장 중요한 요소로 언급하고 있다. 이것은것과 유사한 내용이다. 그리고 부호가 이미 학습된 상태라면 검출성이 그 다음으로 중요한 요소라고 하였다. 결국, 자동차의 부호에서는 이해성이 가장 중요한 인적 요인이며 다음은 검출성, 그리고 변별성(discriminability)의 순으로 중요하다고 할 수 있다.

2.2 자동차용 부호의 개발절차 및 평가방법

가장 중요한 특성인 이해성의 평가를 살펴보면, 조종장치에서는 주로 준거대상에 대한 부호의 일치성 시험(matching test), 표시장치에서는 자유반응 실험을 몇몇 연구에서 행하여 왔다[2,3,10,11]. 그러나 자동차용 부호의 평가 또는 시험의 방법론에서 아직까지 유효한 연구는 없고, 수행도를 예측 가능한 이론적 연구도 부족한 실정이다. 따라서 자동차용 부호를 개발하고 평가하고자 할 때는 앞에서 언급한 여러 가지 인적 요인의 측면에서 다중 평가할 필요가 있다.

이 연구에서는 Fig. 1과 같이 자동차용 부호의 개발 및 평가절차를 제시하였다. 여기서 중요 단계는, 제작(production) 시험, 이해도(comprehension) 시험, 인지성(perceptual quality) 시험, 적절성(appropriateness) 또는 일치성(matching) 시험 등으로 이루어진 다중 평가과정이다.

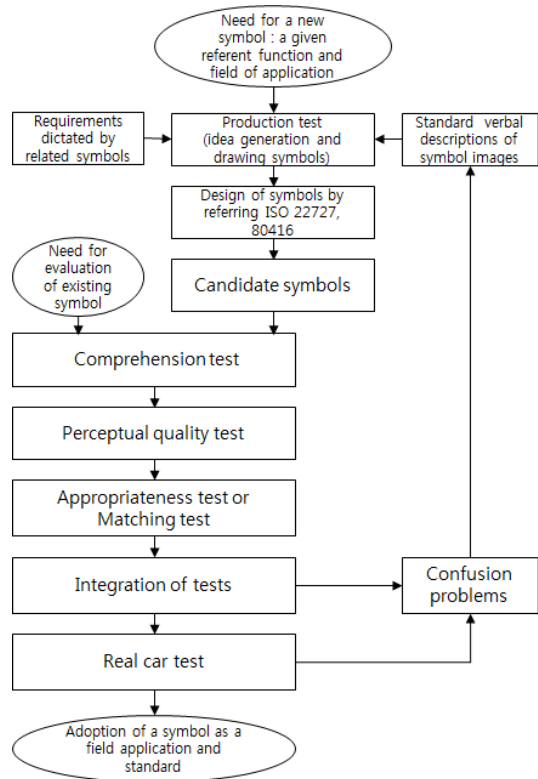


Fig. 1. The suggested diagram of development and evaluation of automotive symbols

2.2.1 이해성(comprehension) 시험

이해성 시험에서는 적절한 상황과 부호를 제시하고 부호의 뜻과 이후 조치 행동에 대한 것을 질문한 후 이에 대하여 자유롭게 서술하게 한다(자유반응 실험). 이해성은 이러한 응답자의 응답을 평점 척도 및 점수에 의하여 응답을 분류하여 정답의 비율을 수량화한 것이다 [13]. Campbell et. al.(2004)[12]과 Campbell et. al. (2007)[12]의 연구에서는 이해성의 평점척도 및 점수를 9가지 범주로 분류 구분하였으나, 이는 범주 간의 구분이 너무 세분화되어 그 경계가 모호할 수도 있으며 연구 결과는 4가지 범주로 해석하고 있다.

본 연구에서는 비교적 범주간의 구분이 명확한 Table. 1과 같이 KS S ISO 9186-1:2014[13]의 응답분류를 채택하였다. 여기서, 범주 4는 응답이 전혀 없는 경우이며, 범주 3은 어떤 표시를 한 응답으로 모르는 경우로서 범주 4와 구분한다. 범주 2b는 정반대의 의미를 응답한 것으로서 안전과 관련된 별도로 목록을 작성하는 경우이다.

Table 1. Rating scales for categorizing and scoring participant responses to the symbols

Comprehension Categories (Scores)	Description
1	correct answer
2a	incorrect answer
2b	incorrect answer-just oppositely answer on the contrary an intended meanings
3	Unknowing
4	No answer

2.2.2 인지성(perceptual quality) 시험

인지성은 정확하게 식별하는 식별 가능성 즉, 식별성(identifyability)을 말한다. 이 연구에서는 KS S ISO 9186-2:2009[14]의 방법을 채택하였다. 여기서는 부호를 제시한 후, 이의 이미지 내용의 요소를 질문하는 것이다. 인지성은 부호의 모든 요소를 정확하게 묘사하는 응답자의 비율을 수량화한 것이다.

2.2.3 적절성(appropriateness) 시험

ISO 9186-3:2014[15]에서는 그래픽 부호와 그것의 준거대상과의 연관성을 시험하는 방법을 규정하였다. 이 연구에서는 보다 간편한 방법으로서 해당 부호에 대한 적절한 상황 또는 준거대상을 제시하고, 비교 대상의 부호 대안들을 한꺼번에 제시하고 순위를 매기게 한다. 적절성은 대안의 부호들 중에서 1 순위의 응답비율을 수량화한 것이다.

2.2.4 다중평가의 통합 평가

앞에서 행한 이해성, 인지성, 적절성 등의 다중 평가를 통합하여 해당 부호를 종합적으로 분석하고 해당 준거대상에 대한 부호를 선택하는 단계이다. 서로 척도가 다른 각각의 평가항목들을 하나의 평가척도로 통합하기 위하여 먼저, 각각 표준화 점수(standard or z-score), $z_i = (x_i - \mu_i) / \sigma_i$ ($i =$ 평가항목) 을 구하고, 각 평가항목의 중요도에 따라서 가중치, w_i 를 부여하여 각 부호의 표준화 점수의 가중평균, $WA = \sum_i z_i w_i$ 을 구한다. 따라서 가중평균이 가장 높은 부호를 해당 준거대상의 가장 적절한 부호로 선택한다.

2.3 자동차용 부호의 표준

KS R ISO 2575(2014)[16]에서는 승용차, 경상용차,

중상용차 및 버스 등의 조종장치, 표시기 및 자동표시장치에 사용되는 부호를 규정하고 있다. 이 표준의 인용표준은 KS R ISO 15008(도로 차량 - 수송 정보 및 제어 시스템의 인간공학적면-차량 내에서의 시각적인 표시에 대한 제원 및 승인 절차)[17]으로서 필수적이다. 따라서 이 표준의 목적도 당연히 인간공학적인 측면인 운전자의 가독성(readability), 구별성(discriminability), 식별성을 보장하기 위한 것이다. 우리나라에서는 ISO를 번역하여 채택하기 위한 심의과정에서 인간공학 전문가는 전문하여 용어의 번역 또는 개념의 오류가 다소 있다.

KS R ISO 2575(2014)에서는 Table 2와 같이 11개 부속서(Annex)에 총 328개 자동차용 부호의 그래픽 디자인과 부호의 (용어) 해설/적용 등을 규정하고 있다.

Table 2. Symbols of Road Vehicles in KS R ISO 2575(2014)

Annex	Description	# of Symbols
A	Lighting and signalling devices	31
B	Breaking systems	18
C	Visibility	24
D	Cab environment and comfort	42
E	Maintenance and load functions	13
F	Engine	26
G	Fuel system	13
H	Transmission	16
I	Power drive	29
J	Vehicle handling and cruise control	18
K	Active and passive safety systems	22
L	Security	19
M	Electric functions in general and electric or hybrid electric road vehicles	11
N	information and communication	7
W	Generic vehicle shapes	17
X	Miscellaneous	6
Y	Special symbols	5
Z	Special signs	11

3. 실험의 설계 및 결과




























3.1 실험의 설계







최근의 새로운 주행편의장치의 부호들은 운전자에게 익숙하지 못하며, 이로 인하여 부호의 사용에 난해함을

호소하고 있다. 또한 표준화가 미비하여 제조사별로 별도의 부호를 사용하고 있기도 하다. 이 연구에서는 이러한 차선이탈경보시스템(LDWS), (능동형) 정속주행시스템((adaptive) CCS), 정면 또는 후측방 충돌경보시스템 (forward or side rear CWS) 등의 부호를 대상으로 앞에서 제시한 평가절차와 방법을 적용하였다. 그리고 기타 ISO 표준과 상이하거나 새로운 부호에 대하여서도 평가하여 부호의 제작지침을 제공하고자 하였다.

평가 대상은 Table 3과 같이 국산 승용차(A사), 수입 승용차(B사), ISO 등의 총 28개의 부호이다.

Table 3. Symbols tested in the experiment

Categories	A	B	ISO
LDWS	 (1)  (2)	 (3)	 K.16 (4)*
CCS	None	 (5)  (7)  (9)  (10)	 J.08(6)  J.09(8)
CWS	 (11) the Others equal to ISO	 (12)  (13)	 K.15  K.17
Otherwise			
Immobilizer Smart key	 (14)	None	 L.07(15)  L.19(16)
Instrument Panel Illumination	 (17)	equal to ISO	 A.15(18)
Roof Ventilation	 (19)	 (20)	 D.17(21)
Camera	 (22)	None	 K.20(23)
Intelligent Safety System		 (24)  (25)	None

Automatic Engine start and stop	None	 (26)	 F.13  OFF Y.01  AUTO Y.02
Onboard computer	None	 BC (27)	None
Trip computer/Hybrid information	 (28)	None	None

※ ISO ID Numbers(ID Numbers in the experimental) of Symbols

총 81명의 피험자가 실험에 참여하였는데, KS S ISO 9186-1(2014)[13]의 권고(50명 이상)에 따라 이해성 시험과 적절성 시험은 Table 4와 같이 52명, 적절성 시험은 Table 5와 같이 KS S ISO 9186-2(2009)[14]의 권고(25명 이상)에 따라 이와는 별도의 피험자군은 29명이다. 인지성 시험에서는 실험의 주 목적에 부합하고자 부호에 대한 학습표과를 배제하기 위해서 이해성 및 적절성 시험에 참여한 피험자를 제외시켰다.

Table 4. Age, gender, and number of participants in the comprehension and appropriateness test

Age \ Gender	~29	30~39	40~49	50~	Σ
Male	8	5	10	6	29
Female	7	5	7	4	23
Σ	15	10	15	10	52

Table 5. Age, gender, and number of participants in the perceptual quality test


Age \ Gender	~29	30~39	40~49	50~	Σ
Male	4	4	6	3	17
Female	5	3	2	2	12
Σ	7	7	6	5	29

각 시험에서 고려된 인구통계학적 요인은 연령 및 성별, 교육수준, 운전면허 취득일 및 실제 운전경험 년수 등이다.

3.1.1 이해성 시험의 설계

실험 지침서(booklet)는 피험자 인구통계학적 조사, 실험의 소개 및 설명, 예시 및 훈련, 28개의 평가 부호, 응답지의 순서로 구성되었다. Fig. 2는 이러한 실험 지침서의 예시 및 예행 훈련에 대한 내용이다. 피험자는 실험 지침서에 기술된 실험에서의 내용대로 부호의 이해성 시험에 대한 훈련과 학습을 행하고 난후 임의의 순서로 제시되는 28개의 평가대상 부호를 동일한 방식으로 평가하였다. 시험 예시내용은 Fig. 2와 같이 먼저, 운전자가 부호를 직면하게 되는 상황 또는 준거대상이 제시되고 그 아래에 해당 부호를 보게 된다. 부호의 크기는 KS S ISO 9186-1(2014)[13]에서 28 mm 이상을 권고하고 있어 이 시험에서는 28 mm의 크기를 사용하였다. 한편, KS R ISO 2575(2014)[16]에서는 부호의 크기를 75mm의 격자 안의 크기로 권고하고 있다. 이러한 부호의 제시 이후에는 2 가지의 질문을 받게 된다. 질문 A는 가능하면 반드시 답하여야 하는 것이고 질문 B는 해당사항이 있을 경우 작성하게 하였다.

이 그래픽 부호는 여러분이 운전 중일 때, 갑자기 계기판에 노란색으로 점등될 수 있습니다.



A. 이 그래픽 부호가 뜻하는 바는 정확하게 무엇이라고 생각합니까?
타이어에 공기압이 손실된 경고

B. 이 그래픽 부호에 대하여 여러분은 어떠한 행동을 취하겠습니까?
자동차를 안전한 곳에 세우고 타이어를 점검한 뒤 타이어를 교체하거나 출동 서비스를 부른다.

Fig. 2. An example and training in the comprehension test booklet

3.1.2 인지성 시험의 설계

인지성 시험에 사용된 실험 지침서는 실험의 소개, 피험자 인구통계학적 조사, 인지성 조사 응답(서술) 훈련, 29개의 평가 부호(임의의 순서로 제시), 응답지 등의 순서로 구성되어 있다. 여기서, 인지성 조사 응답(서술) 훈련은 KS S ISO 9186-2 (2009)[14]의 부속서 B에서 제

시하고 있는 5가지 훈련 내용을 사용하였다.

3.1.3 적절성 시험의 설계

적절성 시험은 이해성 시험 직 후에 행하여 졌다. 이의 실험 지침서는 실험의 소개, 적절성 시험을 위한 준거대상별 9개 비교 범주, 응답지 등으로 구성되었다.

3.2 실험의 결과 및 분석

3.2.1 이해성 시험의 결과

52명의 피험자를 대상으로 28개의 부호에 대한 이해성을 시험한 결과, 전체 부호에 대한 이해성의 순위는 Table 6과 같다. 전체적으로 이해성(응답자의 범주 1의 응답비율)의 평균은 23.4%였다. Campbell et. al.(2004) [12]의 능동형 안전장치 부호의 연구에서는 이해성의 평균이 36.1%였다.

Table 6. Comprehension ratings of symbols

Ranking	Comprehension Categories Symbols	High		Low		None	
		1	2a	2b	3	4	
1	19	76.9%	17.3%	0.0%	3.8%	1.9%	
2	25	73.1%	11.5%	0.0%	13.5%	1.9%	
3	4(K.16)	65.4%	23.1%	5.8%	3.8%	1.9%	
4	2	59.6%	26.9%	0.0%	11.5%	1.9%	
5	16(L.19)	55.8%	40.4%	0.0%	1.9%	1.9%	
6	21(D.17)	53.8%	36.5%	0.0%	7.7%	1.9%	
7	14	32.7%	46.2%	5.8%	9.6%	5.8%	
8	3	30.8%	40.4%	1.9%	21.2%	5.8%	
9	12	28.8%	36.5%	0.0%	26.9%	7.7%	
10	22	26.9%	32.7%	0.0%	32.7%	7.7%	
11	18(A.15)	23.1%	63.5%	0.0%	9.6%	3.8%	
12	28	21.2%	48.1%	0.0%	26.9%	3.8%	
13	1	17.3%	48.1%	1.9%	25.0%	7.7%	
14	17	15.4%	48.1%	0.0%	28.8%	7.7%	
15	6(J.08)	13.5%	61.5%	0.0%	19.2%	5.8%	
16	8(J.09)	9.6%	65.4%	0.0%	19.2%	5.8%	
17	23(K.20)	9.6%	51.9%	0.0%	30.8%	7.7%	
18	5	5.8%	46.2%	0.0%	40.4%	7.7%	
19	7	5.8%	51.9%	0.0%	30.8%	11.5%	
20	20	5.8%	46.2%	0.0%	44.2%	3.8%	
21	9	3.8%	59.6%	0.0%	32.7%	3.8%	
22	10	3.8%	61.5%	0.0%	30.8%	3.8%	
23	15(L.07)	3.8%	84.6%	0.0%	7.7%	3.8%	
24	11	3.8%	59.6%	0.0%	30.8%	5.8%	
25	13	3.8%	36.5%	48.1%	7.7%	3.8%	
26	26	1.9%	61.5%	0.0%	30.8%	5.8%	
27	27	1.9%	28.8%	0.0%	57.7%	11.5%	
28	24	0.0%	65.4%	0.0%	30.8%	3.8%	

여기서 특히, 아래 Fig. 3과 같은 수입 승용차(B사)에서 사용되고 있는 부호 13(차선이탈경보시스템)은 범주 2b에 해당하는 응답비율이 48.1%에 달하고 있는 데, 이는 부호를 설계하고 적용한 의도인 ‘차선유지’와는 정반대로 차선을 변경하라는 의미로 이해하고 있는 것이다. 따라서, 이 부호는 안전과 직접적 연관된 심각한 사안이므로 즉시 수정되어야 할 것이다.



Fig. 3. The symbol 13 having highly opposite understanding responses

피험자의 인구통계학적 요인인 나이, 성별, 학력, 면허취득 및 실제 운전 년수 등에 대한 개별 이해성의 유의적인 상관관계나 차이를 발견할 수 없었다. 여기서 개별 이해성은 각 피험자의 28개 부호의 정답비율이다. 그리고, 나이, 면허취득(year 1) 및 실제 운전 년수(year 2)는 Table 7과 같이 서로 상관관계가 강하게 나타나고 있어 하나의 요인으로 대별할 수 있다.

Table 7. Correlation coefficients of demographic factors

	Age	year 1	year 2
Age	1	-	-
year 1	0.751	1	-
year 2	0.752	0.885	1

부호 4(ISO K.16, 차선이탈경보시스템), 부호 6(ISO J.08, 정속주행장치) 등과 같은 일부 부호에서는 남자보다 여자가 다소 이해성이 떨어지는 유의적인 차이를 나타내었다(부호 4 : $p=0.038541$, $\chi^2=4.66$, 부호 6 : $p=0.0000$, $\chi^2=0.00$). 이러한 결과는 Green(1993)[2]의 연구에서 의미성에 대한 남녀의 차이가 있다고 한 것과 동일한 것이다.

3.2.2 인지성 시험의 결과

29명의 피험자를 대상으로 28개의 부호에 대한 인지성을 시험한 결과, 전체 부호에 대한 인지성의 순위는 Table 8과 같다. 전체적으로 인지성(응답자의 그림요소

에 대한 정답비율)의 평균은 77.2 %였다.

Table 8. Perceptual quality ratings of symbols

Ranking	Symbols	Perceptual quality
1	15(L.07)	100.0%
2	14	96.6%
3	16(L.19)	96.6%
4	28	96.6%
5	1	93.1%
6	4(K.16)	93.1%
7	19	93.1%
8	21(D.17)	93.1%
9	11	89.7%
10	25	89.7%
11	22	86.2%
12	12	86.2%
13	23(K.20)	82.8%
14	27	82.8%
15	20	75.9%
16	18(A.15)	72.4%
17	6(J.08)	69.0%
18	8(J.09)	69.0%
19	3	65.5%
20	5	65.5%
21	7	65.5%
22	24	65.5%
23	26	62.1%
24	9	55.2%
25	10	55.2%
26	17	55.2%
27	13	55.2%
28	2	51.7%

피험자의 인구통계학적 요인인 나이, 면허취득(year 1) 및 실제운전 년수(year 2) 상호간의 상관계수는 Table 9와 같다. 인지성에서도 이해성과 마찬가지로 이들 요인 간에는 상관관계가 강하게 나타나고 있다.

Table 9. Correlation coefficients of demographic factors

	Age	year 1	year 2
Age	1	-	-
year 1	0.799	1	-
year 2	0.656	0.926	1

나이, 면허취득 및 실제 운전년수에 대한 피험자의 개별 인지성은 각각 -0.25, -0.39, -0.41로서 약한 음의 상

관관계를 나타내었다. 즉, 나이가 많을수록 인지성이 약간씩 떨어진다 할 수 있다. 그러나, 학력 및 성별에 대하여서는 인지성의 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 그리고, 각 부호에서도 인구통계학적 요인에 의한 인지성의 유의적인 차이를 발견할 수 없었다.

3.2.3 적절성 시험의 결과

이해성을 시험한 동일한 52명의 피험자를 대상으로 28개의 부호의 준거대상별 적절성은 Table 10과 같다. 여기서, ‘범주 1’의 응답율이 적절성의 척도가 된다. 따라서 준거대상별 순위는 이러한 적절성이 가장 높은 부호(음영 표시 부호)가 1 순위가 된다.

Table 10. Appropriateness ratings of symbols

Referents	Symbol	1	2	3	4	Ranking
1.LDWS	1	1.9%	13.5%	44.2%	40.4%	4
	2	21.2%	44.2%	19.2%	15.4%	2
	3	11.5%	23.1%	28.8%	36.5%	3
	4(K.16)	65.4%	19.2%	7.7%	7.7%	1
2.CCS	5	11.5%	88.5%	0.0%	0.0%	2
	6(J.08)	88.5%	11.5%	0.0%	0.0%	1
3.Adaptive CCS	7	36.5%	63.5%	0.0%	0.0%	2
	8(J.09)	65.4%	34.6%	0.0%	0.0%	1
4.Forward CWS	11	5.8%	34.6%	59.6%	0.0%	3
	12	13.5%	48.1%	38.5%	0.0%	2
	K.15	80.8%	17.3%	1.9%	0.0%	1
5.Side Rear CWS	13	11.5%	88.5%	0.0%	0.0%	2
	K.17	88.5%	11.5%	0.0%	0.0%	1
6.Immobilizer/ Smartkey	14	30.8%	42.3%	26.9%	0.0%	2
	15(L.07)	21.2%	17.3%	61.5%	0.0%	3
	16(L.19)	48.1%	40.4%	11.5%	0.0%	1
7.Instrument Panel Illumination	17	25.0%	75.0%	0.0%	0.0%	2
	18(A.15)	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	1
8.Roof Ventilation	19	78.8%	19.2%	1.9%	0.0%	1
	21(D.17)	17.3%	63.5%	19.2%	0.0%	2
	20	3.8%	17.3%	78.8%	0.0%	3
9.Camera	22	86.5%	13.5%	0.0%	0.0%	1
	23(K.20)	13.5%	86.5%	0.0%	0.0%	2

3.2.4 다중평가의 통합분석

앞에서 행한 부호의 이해성, 인지성, 적절성의 다중평가를 통합하여 대상 준거별 부호의 우위를 평가하고 채택하기 위하여, Table 6, Table 8, Table 10의 이해성, 인지성, 적절성의 각각의 표준화 점수(standard or z-score), z_1, z_2, z_3 을 구하면 Table 11과 같다. 평가항










목의 중요도에 따라서 준거대상별 z-점수의 산술 평균이나 가중평균을 구하여 가장 좋은 부호를 최종적으로 선택할 수 있다.

Table 11. Z-scores of comprehension, perceptual quality, appropriateness

Referents	Symbol	z_1	z_2	z_3	Arithmetic Mean	Ranking	Weighting Mean	Ranking
1.LDWS	1	-0.25718	1.025912	-1.20812	-0.14646	2	-0.19075	4
	2	1.543095	-1.64623	-0.5851	-0.22941	3	0.479591	2
	3	0.315633	-0.75552	-0.89661	-0.4455	4	-0.14104	3
	4(K.16)	1.788587	1.025912	0.847849	1.220783	1	1.447904	1
2.CCS	5	-0.74817	-0.75552	-0.89661	-0.8001	2	-0.77933	2
	6(J.08)	-0.42084	-0.53284	1.595474	0.213931	1	-0.03998	1
3.Adaptive CCS	7	-0.74817	-0.75552	-0.08668	-0.53012	2	-0.61734	2
	8(J.09)	-0.58451	-0.53284	0.847849	-0.08983	1	-0.2877	1
4.Forward CWS	11	-0.83	0.803233	-1.08351	-0.37009	3	-0.55405	3
	12	0.233802	0.580555	-0.83431	-0.00665	2	0.089531	2
	K.15	0.247539		1.346266	0.796902	1	0.68703	1
5.Side Rear CWS	13	-0.83	-1.42355	-0.89661	-1.05005	2	-0.96203	2
	K.17	0.38545		1.595474	0.990462	1	0.869459	1
6.Immobilizer/ Smart key	14	0.397464	1.24859	-0.27359	0.457489	2	0.433479	2
	15(L.07)	-0.83	1.471269	-0.5851	0.018725	3	-0.32076	3
	16(L.19)	1.379433	1.24859	0.287131	0.971718	1	1.134804	1
7.Instrument Panel Illumination	17	-0.33901	-1.42355	-0.46049	-0.74102	2	-0.58022	2
	18(A.15)	-0.01169	-0.31016	1.15936	0.27917	1	0.162826	1
8.Roof Ventilation	19	2.279572	1.025912	1.283964	1.529816	1	1.829718	1
	21(D.17)	1.297602	1.025912	-0.7097	0.537938	2	0.841803	2
	20	-0.74817	-0.08748	-1.14582	-0.66049	3	-0.69556	3
9.Camera	22	0.151971	0.580555	1.533172	0.755233	1	0.513928	1
	23(K.20)	-0.58451	0.357876	-0.83431	-0.35364	2	-0.44599	2

Table 11에서 3가지 다중평가항목들의 상관관계를 고려할 때, 이해성과 인지성, 이해성과 적절성의 상관계수가 각각 0.4096, 0.3475로서 약한 상관관계를 가지고 있으나, 인지성과 적절성은 상관계수가 0.0878로서 서로 상관관계가 전혀 없는 것으로 나타났다. 이러한 상관관계나 주요인을 분석하여 다중평가항목의 기여도나 중요도에 따라서 가중평균을 사용하는 것이 바람직하다. 여기서는 이해성, 인지성, 적절성의 가중치를 각각 3/5, 1/5, 1/5로 적용하였다. 최종적으로 각 준거대상별 최적의 부호로 선택된 것은 Table 12와 같다.

Table 12. Symbols in the referents as good symbols by the integrated evaluation

Referents	Good symbols
LDWS	 4(K.16)
CCS	 6(J.08)
Adaptive CCS	 8(J.09)
Forwarding CWS	 K.15
Rear side CWS	 K.17
Immobilizer Smart key	 16(L.19)
Instrument Panel Illumination	 A.15(18)
Roof Ventilation	 (19)
Camera	 (22)

이 연구에서는 적절성평가와 통합평가의 결과, 나아가 표준화 점수의 산술평균과 가중평균의 결과가 거의 동일하거나 유사하였다.






결과를 요약하면, 연구의 중심 대상인 차선이탈경보시스템(LDWS), 정속주행시스템(CCS), 충돌경보시스템(CWS) 등의 주행편의장치의 부호는 기존의 ISO의 표준을 채택하는 것이 바람직하다. 그 외 쉼루프, 카메라는 ISO 표준인 D.17, K.20 보다 국산 승용차(A사)에서 사용하고 있는 Table 12의 부호 19, 22가 다중평가의 모든 항목에서 훨씬 높게 평가되었다. 따라서 관련 ISO 표준 부호인 D.17과 K.20은 자체의 재검정 및 수정이 필요하다. 특히, Fig. 6의 ISO의 카메라 부호(K.20)는 인지성은 82.8%로 높으나 이해성은 9.6%로 낮았다. 이는 쉽게 인지되고 있으나 밧테리라고 응답하는 비율이 많아 혼돈에 의한 구별성 낮아 결국 이해성이 낮게 나타나는 결과로 보여진다.



Fig. 6. The symbol 23(K.20) having highly confused with battery

마지막으로, Table 13은 ISO에서 표준을 제시하고 있지 않는 그 외 부호들이다. 여기서, 부호 25(대인충돌경보시스템)를 제외한 나머지 부호는 Table 6, Table 8의 결과가 같이 이해성 또는 인지성이 낮으므로 사용하지 않거나 수정하는 것이 바람직하다.

Table 13. The other Symbols evaluated

Referents	Symbols
Intelligent Safety System	 (24)  (25)
Automatic Engine start and stop	 (26)
Onboard computer	 BC(27)
Trip computer/Hybrid information	 (28)

4. 결론

이 연구에서는 이해성, 인지성, 적절성 등의 다중평가 및 통합평가를 포함하는 자동차용 부호의 개발절차 및 평가방법을 제시하였다. 또한 이를 적용하여 표준 부호와는 달리 기존에 여러 가지 형태로 사용하고 있는 차선이탈경보시스템(LDWS), 정속주행시스템(CCS), 충돌경보시스템(CWS) 등의 주행편의장치를 중심으로 28가지 부호를 평가하였다.

이의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 주행편의장치의 부호는 국산 A사와 수입 B사의 승용차에서 적용되었던 것 보다 ISO K.16(Lane departure warning system), J.08(Cruise control), J.09(Adaptive cruise control), K.15(Forward collision warning system), K.17(Obstacle warning system, side rear) 등이 이해성, 인지성, 적절성이

높아 표준을 사용하는 것이 바람직하다.

2. 그 외 ISO A.15(Instrument panel illumination), L.19 (Smart card/smart key)도 좋은 부호로 평가되었다.
3. 반대로 국산 A사의 쉐루프, 카메라 부호는 ISO 표준 보다 더 좋은 평가를 받았다.
4. ISO K.20(Camera)은 배터리와 혼돈을 가져오는 경향이 많아 수정이 필요하다.
5. 지능형안전장치(Intelligent Safety System), 자동엔진시동 및 정지(Automatic Engine start and stop), 온보드 컴퓨터(Onboard computer), 트립 컴퓨터/하이브리드 정보(Trip computer/Hybrid information) 등의 비교적 새로운 기능의 부호는 대부분 인지성과 이해성이 낮아 부호의 재수정이 필요하며 나아가 ISO 표준 부호의 개발이 필요하다.

이러한 자동차용 부호에 대한 인간공학측면에서의 다중평가의 방법은 수행도 예측 가능한 이론적 연구가 부족한 상황에서 관련 부호의 개발 및 평가에 대한 유효한 방법론을 제공할 것이다.

향후, 새로운 부호 설계에의 적용과 실차 적용 실험을 필요하며, 나아가 부호의 새로운 평가항목을 개발하여 보다 다양한 다중 평가하는 것이 바람직할 것이다.

References

- [1] I. M. Son, J. S. Lee, and H. Y. Kwack, "A Review: Studies on Automotive Ergonomics in Korea", *Proceedings of Busan · Ulsan · Gyeongnam KSAE Spring Conference*, pp. 114-128, 2007.
- [2] P. Green, "Design and evaluation of symbols for automobile controls and displays", *Automotive Ergonomics*, in B. Peacock & W. Karwowski (Eds.), chapter 12, pp. 237-268, London, UK: Taylor and Francis, 1993.
- [3] D. Sjöqvist, "The Creation of Symbols for Road Vehicles, Especially for Heavy Trucks", *SAE Technical Paper Series in Truck and Bus Meeting and Exposition*, Portland, Oregon Dec. 4-6, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.4271/2000-01-3410>
- [4] K. S. Park, *Ergonomics*, Yongji Publishers, pp. 149-150, 210-211, 2004.
- [5] R. W. Proctor and T. V. Zandt, *Human Factors in Simple and Complex Systems*, Allyn and Bacon, pp. 169-170, 1994.
- [6] N. B. Im, H. G. Jang, J. H. An, B. J. Jung, J. H. Lee, H. J. Shin, and B. K. Jung, *Introduction to Psychology*, Education and Science, p. 185, 1990.
- [7] S. W. Han, *Design : Ergonomics*, Johyeongsa, p. 68, 1988.
- [8] R. S. Easterby, "The perception of symbols for machine displays", *Ergonomic*, 13, pp. 149-158. Adapted with permission of Taylor & Francis, 1970.
- [9] H. J. Zwaga and R. Easterby, "Developing Effective Symbols for Public Information, in R. Easterby and H. J. Zwaga (Eds.), *Information Design*, pp. 262-263, Chichester, UK: Wiley, 1984.
- [10] KS S ISO 22727:2009, *Graphical symbols - Creation and design of public information symbols - Requirements*, 2009. 10. 21.
- [11] J. L. Campbell, D. H. Hoffmeister, R. J. Kiefer, D. J. Selke, P. Green, and J. B. Richman, "Comprehension testing of active safety symbols", *Proceedings of the SAE 2004 World Congress(SAE Technical Paper No.2004-01-0450)*. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers. (Also published by SAE in SP-1877, *Human Factors in Driving and Telematics, and Seating Comfort*). (2004 SAE World Congress Detroit, Michigan March 8-11, 2004.
- [12] J. L. Campbell, and K. Kludt, and R. J. Kiefer, "Evaluation of In-vehicle Symbols for an Intersection Crash Avoidance System", *14th Asia Pacific Automotive Engineering Conference*, Hollywood, California, USA August 5-8, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.4271/2007-01-3518>
- [13] KS S ISO 9186-1:2014, *Graphical symbols - Test methods -- Part 1: Method for testing comprehensibility*, 2014. 12. 18.
- [14] KS S ISO 9186-2:2009, *Graphical symbols - Test methods - Part 2: Method for testing perceptual quality*, 2009. 10. 21.
- [15] ISO 9186-3:2014, *Graphical symbols - Test methods - Part 3: Method for testing symbol referent association*, 2014. 10. 1.
- [16] KS R ISO 2575 : 2014, *Road vehicles - Symbols for controls, indicators and tell-tales*, 2014. 8. 18.
- [17] KS R ISO 15008:2005, *Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems - Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation*, 2005.

손 일 문(II-Moon Son)

[종신회원]



- 1988년 2월 : 동아대학교 대학원 산업공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 동아대학교 대학원 산업공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동명대학교 자동차공학과 교수

<관심분야>

차량 인간공학, Robot Application in CIM(자동화 및 자동 제어), 공학교육