

■ 論 文 ■

Portable Variable Message Signs(PVMS)를 이용한
 교통안전 경고정보 메시지 이용자 선호도 분석
 Analysis of User Preferences for Traffic Safety Warning Information
 using Portable Variable Message Signs(PVMS)

박 재 흥

(한양대학교 교통시스템공학과 석사과정)

오 철

(한양대학교 교통시스템공학과 교수)

송 태 진

(한양대학교 교통시스템공학과 석사과정)

오 주 택

(한국교통연구원 도로교통연구실 책임연구원)

목 차

- I. 서론
 - II. 기존문헌고찰
 - III. 이용자 선호도 조사
 - 1. 실험개요
 - 2. 조사 내용 및 결과
 - 1) TEXT 표출방법
 - 2) '픽토그램 또는 기호' 표출방법
 - 3) TEXT와 '픽토그램 또는 기호'의 조합을 통한 표출방법
 - 4) 이용자 선호도 조사 결과
 - 5) 현장주행 분석 결과
 - IV. 결론 및 향후 과제
- 참고문헌

Key Words : 교통안전, 경고정보, 이용자 선호도, VMS 메시지, 분산분석
 traffic safety, warning information, user preference, VMS message, ANOVA test

요 약

VMS(Variable Message Signs)는 도로를 주행하는 불특정 다수의 운전자에게 실시간으로 교통정보를 제공하는 대표적인 수단으로써 널리 보급되어 있다. VMS를 통해 제공되는 메시지는 운전자에게 교통운영 및 교통제어의 기능을 수행하며, 경고정보 메시지는 교통사고와 직접적으로 관련된 개별차량의 속도와 운전자의 주행경로 선정에 많은 영향을 미친다. 그러나 VMS를 통한 정보제공 방안 중 교통사고 예방을 위한 경고정보 메시지 설계에 대한 연구는 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 경고정보 메시지를 효과적으로 전달 할 수 있는 메시지 설계 방안을 도출하기 위하여 특정지점에 이동하여 설치·운영할 수 있는 PVMS(Portable Variable Message Signs)를 이용한 실험 및 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 실험을 1·2차로 구분하여 실시하였다. 1차 실험은 TEXT 표출방법, '픽토그램 또는 기호' 표출 방법, TEXT와 '픽토그램 또는 기호'의 조합을 통한 표출방법으로 구분하여 이용자 선호도를 조사하였다. 또한, 2차 실험은 1차 실험(이용자 선호도 조사)의 결과를 조합하여 PVMS 메시지를 설계 후 실제 주행환경에 적용하여 1차 실험 결과의 현장 적용 타당성을 평가하였다. 본 연구 결과는 정보 설계를 위한 기초자료로서 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

Variable message signs (VMS) are a useful tool for providing real-time traffic information to drivers. In particular, effective warning information provision leading to safer driving would be an important countermeasure to prevent traffic accidents. The purpose of this study was to identify users' preferences for traffic safety warning information formats. A variety of warning information scenarios using text and pictograms were devised and investigated for the purpose of selecting more effective methods to provide warning information. A portable variable message sign (PVMS) was used to evaluate users' preferences. The results of this study can be used for designing better warning information for the enhancement of traffic safety.

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(06-교통핵심-C01)에 의해 수행되었습니다.

I. 서론

도로를 주행하는 운전자에게 정보를 제공하는 VMS (Variable Message Signs)는 불특정 다수에게 실시간으로 교통정보를 제공하는 대표적인 수단으로써 널리 보급되어 있다. 또한, ITS(Intelligent Transport Systems) 산업의 활성화로 인해 VMS의 기술적 요소가 발달을 거듭하고, 운전자에게 효과적인 정보제공을 하기 위한 방법으로 VMS의 메시지 표출방식을 달리하여 교통정보를 제공하고자 하는 노력이 다양하게 시도되고 있다.

VMS를 통해 제공되는 메시지는 단순한 소통 및 사고정보를 전달하는 기능뿐만 아니라 교통운영 및 교통제어의 기능을 담당하므로 운전자가 도로를 주행하는데 많은 도움을 제공한다. 특히, 경고정보 메시지는 교통사고와 직접적으로 관련된 개별차량의 속도와 운전자의 주행경로 선정에 많은 영향을 미친다. 그러므로 VMS를 통해 제공되는 경고정보를 운전자에게 어떻게 제공하느냐는 매우 중요한 문제이다.

VMS를 설계하기 위해서는 VMS의 설치안전성, 위치적정성, 정보시인성, 표출문안의 일관된 기준에 대한 검토가 필요하지만, 본 연구에서는 경고정보의 표출문안에 대한 연구로 범위를 한정시키고 PVMS(Portable Variable Message Signs)를 이용하여 VMS 경고정보 메시지 설계연구를 실시하였다.

따라서, PVMS에서 제공되는 문자 크기, 설치높이, 도로로부터의 거리, 운전자의 판독거리, 시인성등의 변수설정에 대한 초점 보다는 VMS에서 제공되는 메시지를 피실험자에게 효과적으로 전달하기 위한 이용자 선호도 분석을 실시하였다. 또한, PVMS 내용을 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보로 구분하여 이용자 선호도 분석을 실시하였다.

본 연구에서는 경고정보 메시지 설계 연구를 위해 실제 도로상에서 경고정보를 인지하고 주행하는 운전자의 관점을 고려할 수 있는 이용자 선호도 조사 방법을 PVMS를 이용하여 실시하였다. 각 문항에 따라 이용자가 선호하는 순서대로 우선순위를 기입하거나, 만족도를 수치화시킨 점수(-5점~5점)를 부여하는 방법을 실시하여 운전자의 선호도가 높은 항목을 도출하였다. 또한, 선호도가 높은 항목을 실제 주행환경에 적용하고 결과를 도출하여 이용자 선호도 분석결과와 비교하였다.

II. 기존문헌고찰

VMS 메시지 설계를 위한 기존의 국·내외 연구를 살펴

보면 연지윤 등(2008)은 메시지 표출 방법 및 메시지 운영 전략과 관련하여 40명의 운전자를 대상으로 실내 이미지 조사를 실시하였다. 송태진 등(2008)은 운전자의 인적요인이 PVMS를 통해 제공되는 정보처리에 미치는 영향을 메시지 판독거리를 중심으로 분석하였다. 장경욱 등(2007)은 VMS 정보표출 형식에 따른 최소문자 높이를 산정하고 VMS 모듈 크기에 따라 최대 표출 가능한 정보량을 제시하였다. 금기정 등(2005)은 정보를 인지하고 판단하는 운전자 관점에서 보다 실용적이고 효과적인 정보 전달을 위하여 인지반응 특성요소를 효과적으로 활용하여 표출방식간 유의성 검증을 실시하였다. Wang et al.(2006)은 운전자 시뮬레이션 실험환경에서 PVMS의 표출형식과 메시지의 줄 수, 차로수간의 상호관계에 대하여 연구하였다. Miller et al.(1995)은 VMS의 적절한 위치와 VMS 메시지 설계에 관한 연구를 실시하였다. Linda et al.(2004)은 돌발상황과 날씨에 관계하는 교통정보를 차량 내부와 차량외부에 사용할 때로 구분하여 분석하였다.

기존 문헌고찰을 살펴보면 VMS 메시지 표출 형식에 관한 많은 연구들이 수행되었지만 교통안전, 사고 예방을 위한 경고정보에 대한 선호도를 평가하여 보다 효과적으로 메시지를 설계하고자 하는 노력은 없었던 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 교통안전, 사고예방과 관련된 경고정보 메시지 설계에 대한 실험을 수행하였으며, 경고정보 메시지 설계에 대한 실험 방법으로 이용자 선호도 조사를 수행하고 분석하였다.

III. 이용자 선호도 조사

1. 실험 개요

경고정보 메시지 설계 실험은 인간공학적 관점에서 PVMS를 통해 제공되는 메시지를 피실험자의 인식성을 높여 쉽고 빠르게 제시하는 것이다. 따라서, 경고 메시지 설계형식은 기존 VMS에 제시되어 표출되는 형식과 본 연구에서 제시한 형식을 동시에 제시하였다. 기존 VMS에서 제공되는 설계형식의 경우 학습에 의한 결과를 나타낼 수 있다. 하지만 본 연구의 목적은 각 세부 실험항목에 대하여 결과를 도출하여 경고정보를 효과적으로 제공하는 표출형식을 찾는 것이므로 학습에 의한 결과도 이용자가 원하는 선호도로써 의미를 가질 수 있다. 또한, VMS모듈성능에 의한 시인성 차이가 존재하지 않는 것으로 가정하여 PVMS 자체의 기계적인 특성으로 인해

발생될 수 있는 문제를 배제하였다.

본 연구에서는 1차 실험으로 PVMS를 통해 제공되는 메시지에 대한 이용자 선호도 조사를 실시하였다. 또한, 이용자 선호도 조사를 통해 분석된 결과를 조합하여 실제 주행 환경에서 운전자 반응 만족도 실험을 2차로 진행하였다. 1차 실험과 2차 실험에 사용된 분석방법은 상용화된 통계 프로그램인 SPSS 12.0K를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 또한, 각각의 모집단의 평균이 어느 모집단의 평균과 차이가 있는지를 분석하기 위해 Tukey's Pairwise Comparison을 사후분석방법으로 사용하였다.

1차 실험은 TEXT 표출방법, '픽토그램 또는 기호' 표출방법, TEXT와 '픽토그램 또는 기호'의 조합을 통한 표출방법으로 구분하였다. TEXT 표출방법에서는 글자속성(글씨체)실험, 메시지 정렬방법 실험, 메시지 전환시 휴지시간 실험, 메시지 전환방법 실험, 메시지 표출순서 실험, 메시지 표출 정보량 실험(줄, 현시), 메시지 점멸(주요 메시지 점멸)실험, 메시지 색 실험으로 구분하였다. '픽토그램 또는 기호' 표출방법에서는 경고메시지를 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보로 분류한 뒤 '픽토그램 또는 기호'점멸 실험, '픽토그램 또는 기호'위치

실험, '픽토그램 또는 기호' 색 실험으로 구분하였다. 마지막으로 TEXT와 '픽토그램 또는 기호'의 조합을 통한 표출 방법 실험에서도 속도제한, 차로변경, 안전거리확보로 메시지 내용을 분류하고 TEXT와 '픽토그램 또는 기호'조합 실험과 정보제공단위 실험을 실시하였다.

PVMS에서 제공되는 문자높이는 20cm이며, 판독거리인 문자높이를 변수로 설정하여 산출하였다. 따라서, 기존논문(송태진 등, 2008)의 모형식을 이용한 110m를 선정하여 실험결과와 효율성을 증진시켰다.

실험장소는 <그림 1-a>에서 제시한 한양대학교(안산캠퍼스)교내에 위치한 왕복 2차로 도로이며, 전체 실험 인원 134명 중 인적특성(성별, 연령대, 운전경력)과 시간대(주간, 야간)를 구분하여 이용자 선호도 조사 분석을 실시하였다. 실험자를 인적특성으로 분류하면 성별은 남성 70명, 여성 64명, 연령대는 20대 36명, 30대 28명, 40대 28명, 50대 이상 42명으로 분류되었다. 시간대별 분류에서는 주간(10시~18시)인원 75명, 야간(18시~24시)인원 59명, 운전경력은 1년 미만 11명, 1년~3년 44명, 3년 초과 79명으로 분류되었으며, 피실험자의 특성별 비율을 <그림 2>에 제시하였다.

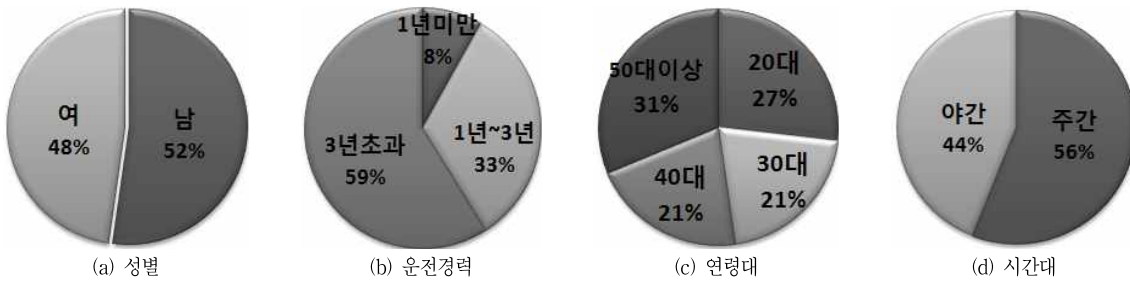


(a) 이용자 선호도 조사(1차실험)



(b) 현장 주행환경 실험(2차실험)

<그림 1> 실험진행 사진



<그림 2> 피실험자 인적특성 및 시간대 구분

이용자 선호도 조사 방법은 전체 실험인원 134명의 응답결과의 평균값 산출을 통해 선호도를 제시했으며, 동일한 조사항목에 대해 인적사항과 시간대별로 구분한 결과가 전체 선호도(피실험자 134명의 선호도)와 다른 경우에는 특성별 선호도(피실험자를 인적특성 및 시간대를 구분하여 분석한 각각의 선호도)로써 해당 결과 값을 제시하였다. 지면관계상 전체선호도 결과만을 제시했으며, 특성별 선호도 결과가 전체 선호도 결과와 다를 경우 특성별 선호도 값을 함께 제시하였다.

2차 실험은 이용자 선호도 조사 결과가 실제 주행환경에서 적용되는지 여부를 판단하기 위하여 현장 주행 분석을 실시하였다. <그림 1-b>에 제시된 한양대학교 교내 직선부 400m 도로를 2차 실험장소로 선정하고, 운전경력이 있는 20대 남성 10명을 피실험인으로 선정하였다.

2차 실험에서는 1차 실험(이용자 선호도 조사)에서 만족도가 높은 글자속성 실험결과와 TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’의 조합 결과에 대해 이용자 선호도 조사와 비교하였다. 실험방법은 실험차량을 50km/h로 주행시킨 후, PVMS내용(속도제한)을 피실험자에게 반응시켜 판독반응시간 및 운전자 반응 만족도를 조사하였다.

2. 조사 내용 및 결과

1) TEXT 표출방법

(1) 글자 속성 실험

글자 속성 실험은 현재 VMS에 사용되고 있는 명조체, 굴림체, 고딕체에 5가지 글씨체를 추가하여 <그림 3>과 같이 8가지 글씨체(굴림체, 돋움체, 바탕체, HY



<그림 3> 글자 속성 실험

<표 1> 글자 속성 실험

	제공합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	903.54	7	129.08	26.91	0.00
집단-내	5103.25	1064	4.80		
합계	6006.79	1071			
제공내용		N	1	2	3
Tukey HSD	HY신명조	134	-0.22		
	궁서체		-0.18		
	바탕체		-0.10		
	HY중고딕			1.22	
	HY그래픽				1.41
	돋움체				1.52
	HY울릉도M			1.99	
	굴림체			2.10	
유의확률			1.00	0.08	0.17

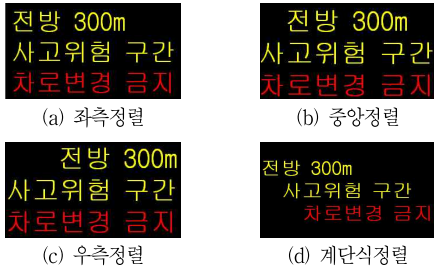
그래픽, 궁서체, HY중고딕, HY울릉도M, HY신명조)를 제시하였다. 글자속성 실험의 경우 문자간격, 줄간격등에 의해 피실험자의 선호도에 영향을 미칠 수 있다. 하지만 본 연구의 실험에서는 각 글자속성마다 동일한 간격을 부여하여 피실험자의 선호도가 간격에 영향을 받지 않도록 설계하였다.

글자 속성 실험에 대한 선호도 조사 결과 <표 1>과 같이 굴림체에 대한 피실험자들의 만족도가 2.10으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 유의확률이 0.00으로 나타나므로 글씨체간의 평균이 같다는 귀무가설을 기각하여 글씨체에 대한 피실험자들의 선호도가 다르다는 것을 알 수 있다. 또한, 사후분석 결과 굴림체, HY울릉도M, 돋움체, HY그래픽은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 특성별 선호도 조사결과 주간, 남성, 20대, 30대의 경우 HY울릉도M체를 선호하는 것으로 분석됐으며, 50대 이상의 경우 돋움체를 선호하는 것으로 나타났다. 따라서 VMS를 통한 경고메시지 설계시 글씨체는 굴림체, HY울릉도M, 돋움체를 사용하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(2) 메시지 정렬방법 실험

국내의 VMS 메시지 정렬방법은 가운데 정렬을 주로 사용하고 있으며, 본 연구에서는 <그림 4>와 같이 좌측 정렬, 우측정렬, 계단식 정렬을 가운데 정렬(중앙정렬)에 추가하여 피실험자의 선호도 조사를 하였다.

메시지 정렬방법에 대한 선호도 조사 결과 <표 2>와 같이 중앙정렬에 대한 만족도가 2.72로써 선호도가 가장 높게 나타났으며, 특성별 선호도의 결과도 중앙정렬에 대한 선호도가 높게 나타났다. 기존연구(연지윤 외,



<그림 4> 메시지 정렬방법 실험

<표 2> 메시지 정렬방법 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	1004.15	3	334.72	68.44	0.00
집단-내	2601.78	532	4.89		
합계	3605.94	535			
제공내용		N	1	2	3
Tukey HSD	계단식정렬	134	-0.53		
	우측정렬		-0.38		
	좌측정렬			1.62	
	중앙정렬				2.72
유의확률			0.95	1.00	1.00

2008)에서도 VMS를 통한 경고메시지 제공시 중앙정렬에 대한 선호도가 높은 것으로 나타나므로 경고메시지 설계시 중앙정렬로 메시지를 표출하는 것은 적절하다고 할 수 있다.

(3) 메시지 휴지시간 실험

휴지시간이란 표출되는 메시지와 메시지간의 시간간격을 의미하며 메시지간의 시간간격을 0초, 0.5초, 1초 간격으로 구분하여 피실험자의 선호도를 조사하였다. 본 연구에서는 휴지시간 변화에 따른 이용자 선호도를 분석하기 위하여 기존 논문의 실험과 달리 동일한 메시지의 정보를 피실험자에게 제공하였다.

메시지 휴지시간에 대한 선호도 조사 결과는 <표 3>에 제시했으며, 휴지시간 0.5초에 대한 만족도가 2.00으로써 선호도가 가장 높게 나타났다. 특성별 선호도에

<표 3> 메시지 휴지시간 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	207.60	2	103.80	17.71	0.00
집단-내	2338.31	399	5.86		
합계	2545.91	401			
제공내용		N	1	2	
Tukey HSD	휴지시간1초	134	0.31		
	휴지시간0초		0.74		
	휴지시간0.5초				2.00
유의확률			0.31	1.00	

서는 40대의 경우 1초에 대한 선호도가 높게 나타났지만, 40대의 사후분석결과 각각의 휴지시간에 대한 선호도가 동일한 것으로 분석되었다. 따라서 경고정보 메시지 전환시 휴지시간 간격을 0.5초로 설정하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(4) 메시지 전환방법 실험

국내의 VMS를 통한 메시지 전환방법은 별도의 효과 없이 나타내기 방법을 주로 사용하며, 본 연구에서는 밀어내기, 닦아내기 방법을 추가하여 선호도 조사를 하였다. 나타내기는 일반적인 메시지 표출방법과 동일하게 별도의 효과 없이 메시지를 전환하는 방법이며, 밀어내기는 메시지를 좌에서 우로 이동시켜 메시지를 전환하고, 닦아내기는 상에서 하로 메시지를 이동시켜 전환하는 방법이다.

메시지 전환방법에 대한 선호도 조사 결과를 <표 4>에 제시하였다. 나타내기 전환방법에 대한 만족도가 2.61로써 선호도가 가장 높은 것으로 나타났으며 특성별 선호도에서도 나타내기에 대한 선호도가 높게 나타났다. 기존연구(한국교통연구원, 2008)의 메시지 전환방법 실험에서도 나타내기>밀어내기>닦아내기 순으로 선호도 결과가 나타나므로 경고메시지 설계시 나타내기에 의한 전환방법을 사용하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

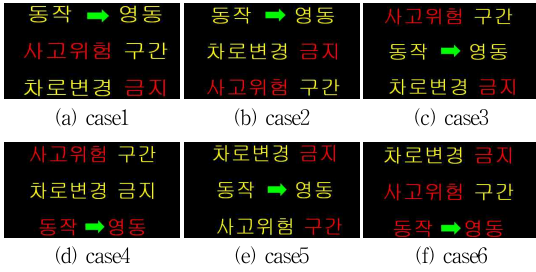
<표 4> 메시지 전환방법 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	171.36	2	85.68	16.52	0.00
집단-내	2069.61	399	5.19		
합계	2240.98	401			
제공내용		N	1	2	
Tukey HSD	닦아내기	134	1.13		
	밀어내기		1.34		
	나타내기				2.61
유의확률			0.73	1.00	

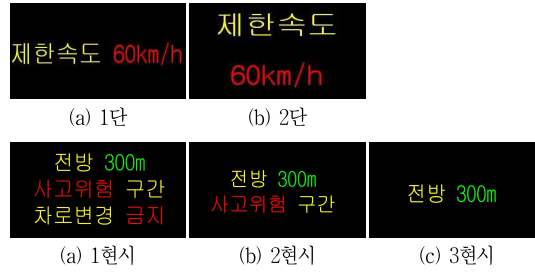
(5) 메시지 표출순서 실험

메시지 표출순서 실험은 구간(동작→영동), 경고정보(사고위험구간), 운전자행동(차로변경 금지)에 대한 정보내용의 순서를 <그림 5>와 같이 6가지로 변화시켜 선호도 조사를 하였다. 표출지속시간은 기존연구(한국교통연구원, 2007)에서 제시된 정보단위당 판독시간을 고려하여 5초를 선정하였다. 메시지 표출순서 실험에서는 피실험자가 경고정보를 인식할 때, 구간, 경고정보, 운전자행동 중 어떤 항목에 중요성을 부여하는지를 분석할 수 있다.

메시지 표출순서에 대한 선호도 조사 결과를 <표 5>



<그림 5> 메시지 표출순서 실험



<그림 6> 메시지 표출 정보량 실험

<표 5> 메시지 표출순서 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	772.47	5	154.49	30.10	0.00
집단-내	4069.54	798	5.13		
합계	4869.01	803			
제공내용	N	1	2	3	
Tukey HSD	case6	134	-0.24		
	case4		0.07		
	case5		0.29		
	case3			0.83	
	case2				1.87
	case1				2.47
유의확률			0.39	0.07	0.26

에 제시하였다. 분석결과 case1(구간>경고정보>운전자 행동)에 대한 만족도가 2.47로 가장 높은 선호도를 나타냈으며, 사후분석 결과 case1과 case2(구간>운전자 행동>경고정보)는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다. 특성별 선호도 분석결과도 전체 선호도 분석결과와 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 경고 메시지 설계시 case1과 case2와 같이 구간에 대한 정보를 먼저 제시하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(6) 메시지 표출 정보량 실험

메시지 표출 정보량 실험은 동일한 경고정보 메시지 표출 정보량을 <그림 6>과 같이 1단과 2단으로 구분하여 제공 하였다. 또한 표출되는 경고 메시지가 3단인 경우 3단씩 1현시로 제공하는 경우와 2단과 1단으로 분리하여 2현시로 제공하는 경우, 마지막으로 1단씩 3현시로 메시지를 제공하는 경우로 나누어 선호도 조사를 하였다.

메시지 표출 정보량에 대한 선호도 조사 결과 경고정보 메시지를 2단으로 제시 했을 때 만족도가 1.63으로써 1단에 대한 선호도 보다 높게 나타났으며, 유의확률은 0.00으로 1단과 2단에 유의한 차이가 존재하는 것으로 분석되었다. 현시에 대한 메시지 표출 정보량 실험 결과를 <표 6>에 제시하였다. 기존연구(Dudek et al.,

<표 6> 메시지 표출 정보량 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	130.88	2	65.44	190.42	0.00
집단-내	137.12	399	0.34		
합계	268	401			
제공내용	N	1	2	3	
Tukey HSD	3현시	134	1.20		
	2현시			2.30	
	1현시				2.50
유의확률			1.00	1.00	1.00

2001)에서 두 줄에 대한 메시지의 상기성은 91%로 나타나지만, 한 줄의 경우는 75%로 나타나며 현시가 늘어날수록 독해시간이 13%증가하는 것으로 분석되었다. 따라서 2줄에 대한 선호도가 높은 것과 현시가 증가할수록 선호도가 낮게 나타나는 것에 대한 분석결과는 적절하므로 경고정보 메시지 설계시 2단 1현시로 제공하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(7) 메시지 점멸 실험

메시지 점멸 실험은 속도제한과 차로변경제어에 관한 메시지를 피실험자에게 제공한 뒤, 주요 경고 정보메시지 ("60km/h", "금지")에 1초 간격으로 점멸효과를 부여하였다.

<표 7>에는 메시지 점멸 실험결과를 제시했으며, 점멸 일 경우 만족도가 1.70으로 피실험자의 선호도가 높은 것으로 분석되었다. 평균의 동일성에 대한 검정에서 유의확률이 0.00으로 나타났다. 또한 특성별 선호도에서도 점멸을 선호하는 것으로 나타나므로 경고메시지 설계시 주요 메시지에는 점멸을 사용하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

<표 7> 메시지 점멸 실험

구분	메시지 표출정보량	N	평균	t-value	유의확률
속도제한	비점멸	134	1.29	-7.18	0.00
	점멸		1.71		
차로변경제어	비점멸	134	1.30	-7.50	0.00
	점멸		1.70		

(8) 메시지 색 실험

TEXT 메시지 색 실험은 “전방 300m 사고위험 구간”이라는 경고정보 메시지의 글자색을, 정보단위로 변화시켜 선호도 조사를 실시하였다. 실험에 사용된 색은 현재 VMS 메시지에 사용되고 있는 적색, 황색, 녹색을 사용하였다. 적색은 정지나 금지 등의 의미를 표현하는 경우에 사용하고, 황색은 운전자의 주의가 필요한 경우에 사용하며, 녹색은 운전자가 주의를 기울이지 않아도 되는 양호한 상태에 사용하는 색상이다.

TEXT 메시지 색에 대한 선호도 조사 결과를 <표 8>에 제시하였으며, “사고위험”-적색, “전방”-“구간”-황색, “300m”-녹색으로 제시한 메시지의 만족도가 2.17로써 가장 높은 선호도를 나타냈다. 분산분석결과 유의확률이 0.00으로 나타나므로 메시지 색에 대한 운전자들의 선호도 차이가 존재하며, 사후 분석결과 “사고위험”-적색, “전방”, “300m”, “구간”-황색으로 제시한 메시지와 같은 집단을 형성하는 것으로 분석되었다. 특성별 선호도에서 여

<표 8> 메시지 색 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	1481.65	7	211.66	38.56	0.00
집단-내	5841	1064	5.49		
합계	7322.65	1071			
제공내용	N	1	2	3	4
Tukey HSD	case7	134	-1.34		
	case5		-0.59		
	case2		-0.54		
	case6		-0.44		
	case8			-0.01	
	case4			0.52	
	case1				1.95
	case3				2.17
유의확률		0.10	0.46	0.59	0.99

자, 40대, 50대이상은 “사고위험”-적색, “전방”, “300m”, “구간”-황색으로 제시한 메시지에 대한 선호도가 높으므로 “사고위험”과 같은 주요 메시지에는 적색으로 강조를 하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

2) ‘픽토그램 또는 기호’ 표출방법

(1) ‘픽토그램 또는 기호’ 점멸 실험

‘픽토그램 또는 기호’ 점멸 실험에서 <표 9>와 같이 속도제한, 차로변경제어 기호의 점멸, 비점멸을 통한 선호도조사를 실시하였다. 안전거리확보는 후행차량 픽토그램의 점멸, 안전거리 픽토그램의 점멸, 차량 및 안전거리 픽토그램 점멸로 구분하여 선호도 조사를 실시하였다. 실험에 사용된 속도제한과 안전거리확보의 기호 및 픽토그램은 실제 VMS에 사용되고 있으며, 차로변경제어의 경우 본 연구에서 제작한 기호를 사용하였다.

‘픽토그램 또는 기호’ 점멸에 대한 선호도 조사 결과 <표 9>와 같이 속도제한과 차로변경제어 실험의 경우 평균만족도가 각각 1.71, 1.62로 점멸에 대한 선호도가 높게 분석되었고 유의확률이 0.00으로 나타나므로 점멸에 대한 선호도 차이가 존재하였다. 또한, 안전거리확보의 사후분석 결과, <표 10>과 같이 점멸 1과 점멸 2에 대한 선호도가

<표 10> ‘픽토그램 또는 기호’ 점멸 실험

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	13.90	2	6.95	10.91	0.00
집단-내	254.10	399	0.64		
합계	268	401			
제공내용	N	1	2		
Tukey HSD	점멸3	134	1.77		
	점멸2			2.01	
	점멸1			2.22	
유의확률		1.00	0.07		

<표 9> ‘픽토그램 또는 기호’ 점멸 실험

구분	비점멸		점멸1		점멸2		점멸3	
	설계안	만족도	설계안	만족도	설계안	만족도	설계안	만족도
속도제한 (유의확률 : 0.00)	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	1.29	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	1.71				
차로변경제어 (유의확률 : 0.00)	 사고위험 구간 차로변경 금지	1.38	 사고위험 구간 차로변경 금지	1.62				
안전거리확보 (유의확률 : 0.00)	 전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보	-	 전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보	2.22	 전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보	2.01	 전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보	1.77

같은 그룹으로 형성되므로 경고정보 메시지 설계시 점멸효과를 부여하는 것은 적절하다고 할 수 있다.

(2) ‘픽토그램 또는 기호’ 위치 실험

‘픽토그램 또는 기호’ 위치 실험에서 속도제한과 차로변경제어는 기호위치를 좌, 우로 변경하고, 안전거리확보는 픽토그램을 상, 하로 변경하여 실험하였다. 실험에 사용된 ‘픽토그램 또는 기호’는 <표 11>에 제시하였다.

‘픽토그램 또는 기호’ 위치에 대한 선호도 조사 결과 속도제한, 차로변경제어의 경우 좌측에 기호, 우측에 메시지 정보를 위치시킨 경우의 만족도가 각각 1.68, 1.63으로 case1보다 높은 선호도를 나타내었다. 안전거리확보의 경우 픽토그램을 하단에 위치시키며 메시지정보를 상단에 위치시킨 경우에 대한 만족도가 1.69로써 case1보다 높은 것으로 나타났다. 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보의 위치 실험에 대한 유의확률은 0.00으로 선호도에 대한 차이가 존재하는 것으로 나타나며 전체선호도와 특성별 선호도가 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 ‘픽토그램 또는 기호’를 통한 경고메시지 제공시 ‘픽토그램 또는 기호’를 좌측에 위치시키는 경우가 적절하며, 상, 하로 구분 할 경우 하단에 위치시키는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(3) ‘픽토그램 또는 기호’ 색 실험

‘픽토그램 또는 기호’ 색 실험은 피실험자에게 동일한 ‘픽토그램 또는 기호’를 속도제한 5가지, 차로변경제어 8가지, 안전거리확보 9가지로 구분하여 제시하였다. TEXT메시지 색 실험과 동일하게 적색, 황색, 녹색을 사용하여 피실험자의 ‘픽토그램 또는 기호’에 대한 선호도 조사를 실시하였다. ‘픽토그램 또는 기호’ 색 실험 결과, 속도제한 “60”-황색, “테두리”-적색으로 제시한 ‘픽토그램 또는 기호’는

2.54, 차로변경제어 “선행/후행 차량-황색”, “테두리-적색”으로 제시한 ‘픽토그램 또는 기호’는 2.01, 안전거리확보 “선행차량 픽토그램-황색”, “후행차량 픽토그램-녹색”, “안전거리 픽토그램-적색”으로 제시한 ‘픽토그램 또는 기호’는 1.83의 만족도로 가장 높은 선호도를 나타내는 것으로 분석됐다. TEXT 메시지 색 실험결과와 동일하게 적색으로 강조 표시를 한 경우에 대한 선호도가 높게 나타난 것을 확인 할 수 있으며, ‘픽토그램 또는 기호’를 이용하여 경고정보를 제공할 경우 강조하는 부분에 적색과 황색을 사용하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

3) TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’의 조합을 통한 표출 방법

(1) TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’ 조합 실험

TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’ 조합 실험은 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보로 구분하여 ‘픽토그램 또는 기호’, TEXT+‘픽토그램 또는 기호’, TEXT만을 제공하여 피실험자에게 제공하였다. TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’ 조합 실험은 조합에 대한 운전자의 인지 선호도를 조사하기 위한 실험으로 선호도 조사 결과는 <표 12>와 같으며, ‘픽토그램 또는 기호’와 TEXT를 동시에 제공한 경우 선호도가 높게 나타나는 것으로 분석되었다.









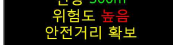
(2) 정보제공단위 실험

정보제공단위실험은 경고정보 내용을 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보로 구분하여 <표 13>과 같이 8가지로 제공하여 선호도 조사를 하였다. 정보제공단위란 운전자가 메시지를 끊어 읽는 단위를 말하며 8~9개의 단위정보가 고속주행 중인 운전자들의 정보처리 한계라는 국내지침(건설교통부, 1999)에 따라 최대 정보단위를 6으로 설정하였다. case1~4의 경우 TEXT만으로 구성하여 정보단위를 2, 4, 6으로 변화시켰으며, case5

<표 11> ‘픽토그램 또는 기호’ 위치

구분	(a) case1		(b) case2	
	설계안	만족도	설계안	만족도
속도제한 (유의확률 : 0.00)		1.32		1.68
차로변경제어 (유의확률 : 0.00)		1.37		1.63
안전거리확보 (유의확률 : 0.00)		1.31		1.69

<표 12> '픽토그램 또는 기호' 조합 실험

구분	'픽토그램 또는 기호'		'픽토그램 또는 기호'+TEXT		TEXT	
	설계안	만족도	설계안	만족도	설계안	만족도
속도제한 (유의확률 : 0.00)		1.81	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	2.75	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	1.45
차로변경제한 (유의확률 : 0.00)		1.65	 사고위험 구간 차로변경 금지	2.80	 전방 300m 위험도 높음 차로변경 금지	1.55
안전거리확보 (유의확률 : 0.00)		1.70	 전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보	2.76	 전방 300m 위험도 높음 안전거리 확보	1.54

<표 13> 정보제공단위 실험

구분	정보제공단위							
	설계안	만족도	설계안	만족도	설계안	만족도	설계안	만족도
속도제한 (유의확률 : 0.00)	 제한속도 60km/h	1.11	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	1.88	 전방 300m 위험도 높음 제한속도 60km/h	1.59	 전방 500m 사고위험 구간 제한속도 60km/h	1.69
	(a) case1		(b) case2		(c) case3		(d) case4	
		0.36	 사고위험 구간 제한속도 60km/h	2.29	 60 제한속도 60km/h	1.39	 60 전방 500m 사고위험 구간 제한속도 60km/h	0.51
	(e) case5		(f) case6		(g) case7		(h) case8	
	차로변경제한 (유의확률 : 0.00)		0.22	 사고위험 구간 차로변경 금지	1.51	 전방 300m 위험도 높음 차로변경 금지	1.30	 전방 500m 사고위험 구간 차로변경 금지
안전거리확보 (유의확률 : 0.00)	(a) case1		(b) case2		(c) case3		(d) case4	
		1.72	 사고위험 구간 차로변경 금지	2.08	 전방 300m 위험도 높음 차로변경 금지	0.87	 전방 500m 사고위험 구간 차로변경 금지	1.07
	(e) case5		(f) case6		(g) case7		(h) case8	
	 앞차거리 50m 확보	0.49	 돌발상황 발생 안전거리 확보	1.51	 전방 300m 위험도 높음 앞차거리 80m 확보	1.46	 전방 500m 돌발상황 발생 안전거리 확보	1.51
	(a) case1		(b) case2		(c) case3		(d) case4	
 안전거리 확보	-0.05	 사고위험 구간 안전거리 확보	2.26	 전방 300m 위험도 높음 안전거리 확보	1.24	 전방 500m 사고위험 구간 안전거리 확보	1.51	
(e) case5		(f) case6		(g) case7		(h) case8		

8은 '픽토그램 또는 기호'와 TEXT를 조합하고 TEXT 정보단위를 2, 4, 6으로 구분하였다.

정보제공단위 실험에 대한 선호도 조사 결과, case6 ('픽토그램 또는 기호'와 TEXT 조합, TEXT 정보단위 4)에 대한 만족도가 속도제한 2.29, 차로변경제한 2.08, 안전거리확보 2.26으로 나타났다. 분산분석결과 속도제한, 차로변경제한, 안전거리확보 각각에 대하여 유의확률이 0.00으로 나타나므로 정보제공단위에 대한 운전자들의 선

호도에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 사후분석결과 속도제한은 case2, case3, case4, case6은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 특성별 분석결과 속도제한은 50대 이상의 경우 case4에 대한 선호도가 높으며, 안전거리확보의 경우 50대 이상은 case3, 여성의 경우 case5, 차로변경제한에서 50대 이상의 경우 case4에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 속도제한, 차로변경제한, 안전거리확보의 실험결과를 종합하면 운전자에게

경고정보메시지를 제공시 ‘픽토그램 또는 기호’와 TEXT 정보단위 4로 제공하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

4) 이용자 선호도 조사 결과

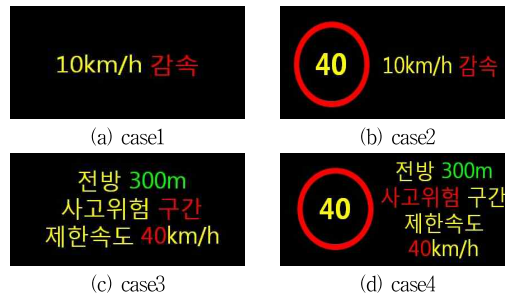
본 연구의 이용자 선호도 조사는 TEXT(글자속성 실험, 정렬방법 실험, 휴지시간 실험, 전환방법 실험, 표출 순서 실험, 표출정보량 실험, 메시지 점멸 실험, 메시지 색 실험)표출방법과 ‘픽토그램 또는 기호’(점멸 실험, 위치 실험, 색 실험)표출방법, TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’의 조합(조합실험, 정보제공단위 실험)표출방법으로 나누어서 실시하였다. 본 연구의 이용자 선호도 조사의 실험으로 도출된 결과는 <표 14>에 제시하였다.

5) 현장주행 분석 결과

이용자 선호도 조사는 정지한 차량에서 피실험자의 만족도가 조사되었으므로 실제 주행환경에서의 만족도와 차이가 발생할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 이용자 선호도 조사를 통해 도출된 결과가 실제 주행환경에서 적용되는지에 대한 효용성 평가를 위해 실제 주행환경에서 실험을 실시하였다. 실제 주행환경에서 사용된 PVMS 메

시지는 <그림 7>에 제시하였다. <그림 7>은 글자속성 실험 결과로써 도출된 굴림체와 TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’결과를 조합한 4개의 PVMS 메시지로 구성되었다.

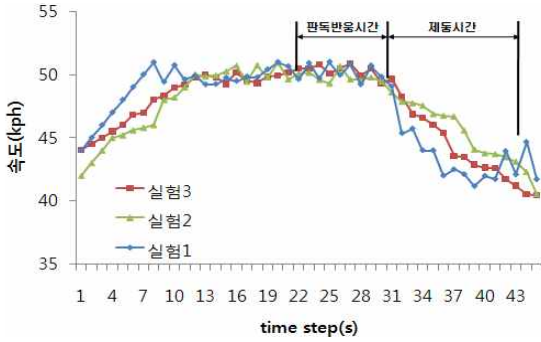
현장주행 분석에는 속도제한에 관한 정보를 PVMS 메시지로 적용하고 판독반응시간과 운전자 반응 만족도를 효과적으로 설정하였다. 본 연구에서는 판독반응시간을 피실험자가 PVMS 메시지를 인지하고 판독을 완료한 뒤, 메시지에 따른 반응행동을 시작하는 시점까지의 시간으로 정의하고 <그림 8>에 개념도를 제시하였다. 또한, 운전자 반응 만족도는 실제 주행환경에서의 PVMS 메시지 만족도를 1~5점으로 수치화시킨 척도이다.



<그림 7> 현장주행 분석 실험

<표 14> VMS기반 경고정보 설계방안

구분		전체 선호도	구분	전체 선호도			
글자속성실험		굴림체	TEXT 메시지 색, ("전방, 구간"-황색, "300m"-녹색 "사고위험"-적색)	전방 300m 사고위험 구간			
메시지정렬방법실험		중앙정렬					
메시지 전환시 휴지시간실험		0.5초					
메시지 전환방법 실험		나타내기					
메시지 표출순서실험		동작 → 영동 사고위험 구간 차로변경 금지	픽토그램 색	속도제한 ("60"-황색, "테두리"-적색)	60		
메시지 표출 정보량 실험	단	2단				차로변경제어 ("선행/후행 차량"-황색, "테두리"-적색)	차로변경 금지
	현시	1현시					
메시지점멸	주요메시지점멸	점멸				안전거리확보 ("선행차량"-황색, "후행차량"-녹색, "안전거리 픽토그램"-적색)	안전거리 확보
기호점멸 실험	속도제한	점멸					
	픽토그램 또는 기호조합	속도제한	기호+TEXT	정보제공 단위별 선호도	속도제한	60 사고위험 구간 제한속도 60km/h	
차로변경제어		기호+TEXT	차로변경제어				차로변경 금지
안전거리확보		기호+TEXT					
픽토그램 또는 기호위치	속도제한	60 사고위험 구간 제한속도 60km/h	안전거리확보	안전거리 확보			
	차로변경제어	차로변경 금지					
	안전거리확보	전방 300m 사고위험 구간 안전거리 확보					



<그림 8> 판독반응시간 개념도

기존연구(김태형 등, 2009)에 의하면 판독시간은 정보단위량에 따라 달라진다고 제시되었으므로 이용자 선호도 조사 결과로써 가장 높은 만족도를 나타낸 정보단위량 4를 사용하지 않았다. 따라서, 정보단위량에 따른 판독반응시간을 평가하기 위해 case 1과 2는 최소 정보단위량인 2로 설정하고, case 3과 4는 최대 정보단위량인 6으로 설정하였다. case 2와 4에는 TEXT와 기호를 조합하여 ‘픽토그램 또는 기호’조합 실험결과와 비교하였다.

<표 15>에서 정보단위량이 2인 경우 정보단위량이 6인 경우보다 판독반응시간이 1.84, 1.96초로 작게 나타났다. 사후분석결과 case 1, 2와 case 3, 4가 구분되어 2개의 집단을 형성하고 유의확률이 0.000으로 나타났다. 따라서, 판독반응시간은 정보단위량에 영향을 받는 것으로 분석되며, PVMS 메시지 설계시 판독반응시간을 고려가 필요한 것으로 판단되었다.

<표 16>에서 ‘픽토그램 또는 기호’를 사용한 경우의 운전자 반응 만족도가 각각 3.70, 4.20으로 나타났으며, ‘픽토그램 또는 기호’를 사용하지 않았을 때보다 운전자 반응 만족도가 높은 것으로 분석되었다. 또한, 사후분석 결과 ‘픽토그램 또는 기호’의 유·무에 따라 집단이 구분되며, 유의확률이 0.016으로 나타나므로 통계적으로 유의한 결과로 분석되었다. 따라서, TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’를 동시에 제공한 경우에 대한 이용자 선호도 조사 결과 만족

<표 15> 판독반응시간 분석 결과

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	30.912	3	10.304	11.762	0.000
집단-내	31.538	36	0.876		
합계	62.451	39			
제공내용		N	1	2	
Tukey HSD	case 1	134	1.84		
	case 2		1.96		
	case 4			3.47	
	case 3			3.81	
유의확률			0.992	0.852	

<표 16> 운전자 반응 만족도 분석 결과

	제공합	자유도	평균제공	F	유의확률
집단-간	9.400	3	3.133	3.944	0.016
집단-내	28.600	36	0.794		
합계	38.000	39			
제공내용		N	1	2	
Tukey HSD	case 3	134	3.00		
	case 1		3.10		
	case 4			3.70	
	case 2			4.20	
유의확률			0.311	0.597	

도가 높게 나타났다는 이미지 선호도 분석 결과는 실제 주행환경에서도 적용되는 것으로 판단되었다.

IV. 결론 및 향후 과제

본 연구는 운전자에게 필요한 경고정보를 효과적으로 제공하고 경고정보 메시지에 대한 이해도를 높일 수 있는 경고정보 메시지를 설계하기 위해 실시되었다. 따라서 경고정보 메시지를 설계하기 위한 방안으로 이용자 선호도를 수행하였으며, 피실험자에게 사전에 준비된 경고정보 메시지를 제공하여 선호도가 높은 메시지 설계방안을 분석하였다. 또한, 이용자 선호도 분석결과를 실제 주행환경에 적용시켜 분석하였다.

TEXT 표출방법에서 글씨체는 굴림체, 정렬방법은 중앙정렬, 휴지시간 0.5초, 전환방법 나타내기 방법을 사용하는 것이 적절한 것으로 분석되었다. 또한, 메시지 표출순서는 ‘구간’정보를 우선순위로 제시하는 것에 대한 선호도 결과가 높았다. 또한 TEXT와 ‘픽토그램 또는 기호’에 대한 결과로 점멸효과와 적색으로 경고정보를 제공하며, ‘픽토그램 또는 기호’와 TEXT를 동시에 제공하는 것이 효과적으로 나타났다. 또한, 정보제공단위별 선호도에서는 ‘픽토그램 또는 기호’와 정보단위가 4인 TEXT를 함께 사용하는 것에 대한 선호도가 높은 것으로 나타났다.

이용자 선호도 분석결과를 실제 주행환경에 적용한 결과, 실제 주행환경에서도 의미있는 결과가 도출되는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계 및 향후 수행되어야 할 과제는 다음과 같다.

첫째, 이용자 선호도 조사결과를 ‘픽토그램 또는 기호’ 조합의 실험결과를 제외하고는 실제 주행도로에 적용시키지 않고 차량을 정지시킨 상태에서 실험을 실시하였다. 따라서, 실제 도로 현장의 환경조건을 반영하지 못하였으므로 주행속도, 정보량이 반영된 분석이 미비하였다. 또한, 휴지시간, 메시지 표출 정보량, 점멸실험은 속

도에 따른 운전자 판독시간과 연관성이 높으므로 실험결과가 차이가 발생할 수 있는 한계를 가진다.

둘째, 본 연구에서는 속도제한, 차로변경제어, 안전거리확보에 대한 한정된 내용의 경고정보 메시지를 제공하여 이용자 선호도 실험을 실시하였다. 따라서, 좀 더 다양한 상황의 경고 메시지를 제공한다면 실험결과의 객관성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구에서는 피실험자의 인적특성을 성별, 운전경력, 연령대로만 구분했으나, 피실험자의 시력특성과 같은 이용자 선호도 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 추가적인 변수 설정이 필요한 것으로 판단된다.

마지막으로 경고정보 메시지의 표출방식에 대한 피실험자의 만족도만을 분석했으나, 이미지 선호도 분석 결과를 반영하여 제작된 경고정보에 대해 실제주행환경에서 운전자가 얼마나 이해하고 효과적으로 반응하는지에 대한 추가적인 연구를 수행해야 한다.

본 연구에서 제시된 한계를 고려한 종합적인 이용자 선호도 실험이 실시되어야 하며 본 연구의 경고정보 메시지에 대한 운전자 선호도는 향후 VMS 경고메시지 운영을 위한 기초 연구자료로써 활용될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. “가변전광표지(VMS)설치 및 운영방안 연구”(2007), 한국교통연구원.
2. 금기정 · 손영태 · 배덕모 · 손승녀(2005), “도로상 VMS 표출방식별 운전자 유의성 검증에 관한 연구”, 한국도로학회 논문집, 제7권 제4호, pp.151~162.
3. “도로안전시설 설치 및 관리지침(도로전광표지 편) (1999.11), 건설교통부.
4. 송태진 · 오철 · 김태형 · 연지윤(2008.8), “운전자 인적요인을 고려한 PVMS 메시지 판독특성 분석”, 한국 ITS학회 논문집, 제7권, pp.25~34.
5. 연지윤 · 김태형 · 오철(2008.8), “VMS 메시지 이용자 선호도 평가”, 한국 ITS학회 논문집 제7권 제4호, pp.36~48.
6. 장경욱 · 고승영 · 박준식 · 노관섭(2007), “VMS의 인간공학적 요소를 고려한 판독소요시간 및 표출 가능 정보량 산정”, 한국도로학회, 2007학술발표논문집, 제9권, pp.61~69.
7. Boyle L. N., and Mannering F.(2004), “Impact of traveler advisory systems on driving speed : Some new evidence”, Transportation Research Part C12, pp.57~72.
8. Dudek, Conrad L., and Ulman, and Gerald L.(2001), “Variable Message Sign Operations Manual Final Report” Federal Highway Administration.
9. Kim Tae hyung, Oh, C., Yeon J. Y., and Kim S.(2009), “Estimation of Message Reading Time for Variable Message Signs”, Transportation Research Board.
10. Miller J. S., Smith B. L., Newman B. R., and Demetsky M. J.(1995), “Effective use of variable message signs : Learned through development of users’ manuals”, Transportation Research Board, pp.1~8.
11. Wang J., and Y. Cao(2005), “Assessing message display formats of portable variable message signs”, Transportation Research Record, pp.113~119.

✉ 주 작성자 : 박재홍

✉ 교신저자 : 오철

✉ 논문투고일 : 2009. 4. 7

✉ 논문심사일 : 2009. 5. 21 (1차)

2009. 7. 30 (2차)

2009. 8. 19 (3차)

✉ 심사판정일 : 2009. 8. 19

✉ 반론접수기한 : 2010. 2. 28

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필