운전자 판독능력을 고려한 VMS 메시지 설계 방법론 개발 및 적용

Method for Designing VMS Messages Based on Driver's Legibility Performance

김 성 민
(한양대학교, 교통공학과, 석사과정, miniks97@nate.com)

오 철
(한양대학교, 교통공학과, 전임강사, cheolo@hanyang.ac.kr)

장 명 순
(한양대학교, 교통공학과, 교수, hytran@hitel.net)

김 태 형
(한국교통연구원, 첨단교통기술연구실, 책임연구원, thkim@koti.re.kr)

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 기존연구고찰 및 연구방법론
Ⅲ. 실험환경구축 및 자료 수집
1. 실험환경구축
2. 자료수집
3. 기초분석
Ⅳ. 모형 개발
1. VMS 정보 인식 확률 모형
2. VMS 단어 인식 확률 모형
3. VMS 글자 인식 확률 모형
Ⅴ. 활용방안
Ⅵ. 결론 및 향후연구과제
참고문헌

Ⅰ. 서론

최근 교통 혼잡의 완화 및 원활한 교통흐름을 유지하고 도로이용자의 안전한 운행을 도모하기 위해서 각 지자체를 중심으로 도시부내 지능형교통체계(ITS: Intelligent Transportation System)에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

ITS의 한 분야인 첨단교통정보체계(ATIS: Advance Traveler Information System)는 운전자들에게 통행 전, 통행 중 교통정보를 제공하여 다양한 경로를 제공함으로써 교통량 분산 효과를 추구하는 시스템으로 교통방송, 도로전광판, 인터넷, ARS, FAX, CNS(Car Navigation System)등을 정보제공매체로 사용한다(이창우, 2004). 이 중의 하나인 도로전광판(VMS: Variable Message Sign, 이하 VMS)은 단순현황정보뿐만 아니라 통행 중 운전자에게 돌발상황 또는 지·정체 등 교통상황 및 도로조건에 대한 정보를 실시간으로 제공하여 도로 이용자의 안전을 높이고 도로 시스템 전체의 성능을 증진시키는 역할을 수행한다.

VMS 메시지는 운전자에게 필요한 정보를 적절한 형태로 제공하는 것으로, 주행 중인 운전자가 메시지를 읽고 이해할 수 있도록 적정 수준의 표출정보량을 제공하는 것이 중요하다. 그러나 VMS 메시지의 표출현시가 증가하여 정보량이 많아지면 운전자는 일부 정보에 대해 소실을 갖게 된다. 이는 운전자 인지특성과 관련된 것으로 운전자 정보처리 한계를 벗어나는 정보 제공은 정보의 중요도 및 필요도에 상관없이 운전자에게 무용한 정보가 된다(정준화, 2001).

이에 본 연구에서는 정보제공시간과 정보량이 운전자 인식률에 미치는 영향을 살펴보고, 운전자 인식률을 높일 수 있는 적정 정보제공시간 및 정보량에 관한 정보인식률 모형을 구축하여 효과적인 VMS 메시지 설계 및 운영을 위한 활용방안을 제시하고자 한다.

본 연구는 제3장에서 실내실험을 위한 환경을 구축하고 자료수집 및 기초분석을 시행하였

다. 제4장은 운전자의 VMS 정보인식확률 모형을 개발하였고, 제5장은 산출된 모형을 활용하여 VMS 메시지의 주기당 현시운영 및 정보제공시간 설계 전략을 제시하였다.

II. 기존연구고찰 및 연구방법론

건설교통부(1999)는 인간의 시지각 정보 처리 한계상 가능한 한 하나의 메시지(화면)에 정보 단위가 4개보다 많게 설계하여서는 안 되며, VMS 문자높이와 문자두께 등 물리적인 부분에 주 관점을 두고 1주기당 표출되는 총 정보량은 12단위를 넘지 않는 것이 바람직하다고 권고하고 있다. 또한 일반적인 정보 단위당 판독시간은 0.5~1.0초를 사용하도록 권고하고 있다.

정준화(2001)는 올림픽대로의 VMS를 대상으로 한 정보 인지 특성 실험을 통하여 설계 시 표시면당 정보수는 최대 4개, 표시면당 두 줄로 표현하면 한 줄당 2개 정보, 줄당 10문자 정도가 적절한 것으로 보았다. 정보 단위당 인지시간은 운전자의 경우 1.7~2.1초, 비운전자의 경우 1.6~1.7초 정도로 조사되어 운전자 부하 등을 감안하면 설계 시 1초 정도로 가정하는 기존의 정보 인지 시간을 재검토할 필요가 있다고 언급하였다.

금기정, 손영태, 배덕모, 손승녀(2005)는 3-D 시뮬레이션을 통하여 VMS 표출방식간 유의성 검증을 실시하였다. 그 결과 현저성은 플래쉬 방식이 가장 좋았고, 판독성은 고정식과 플래쉬 방식의 차이는 없었고 스크롤 방식의 경우만이 유의미한 차이로 판독시간이 증가함을 알 수 있었다. 이해성은 플래쉬>고정식>스크롤 순으로 나타나 플래쉬 방식의 성능이 우수함을 알 수 있었다.

정준화, 김현정(1999)은 현장 실험을 통해 표지 정보량이 운전 부하 관점에서 적절한 지 살펴보았다. 일반국도의 편지식 표지를 대상으로 한 실험 결과에 의하면, 도로 표지에 대한 운전자의 정보 인지율 관점에서 한 지점당(편지식의 경우 표지당) 표지 지명의 수는 3개까지가 바람직하며 최대 4개까지 가능하고 5개 이상은 정보 부하가 과다하여 인지율이 떨어지므로 피해야 한다고 하였다.

여운웅, 박종규(1996)는 운전자가 주어진 시간 내에 교통안전표지를 인지하고 교통상황에 대처할 수 있는 적정표지 설치량의 산정을 목적으로 주어진 시간 내에 표지수에 따른 운전자 인지능력을 측정해 봄으로서 최대허용설치량을 구하기 위해 실내 모의실험을 실시하였다. 그 결과 교통안전표지의 기능을 발휘하기 위해서는 1개 지점 혹은 지주에서 운전자들이 표지를 이해할 수 있는 임계치(표지판수)인 3개 이하로 개선할 필요가 있다고 하였다.

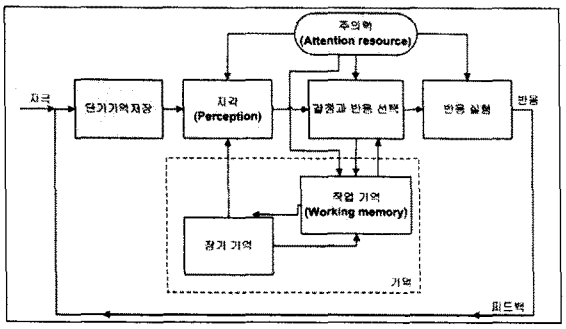
장경욱, 고승영, 박준식(2006)은 운전자의 정보 요구조건에 대한 분석을 통하여 정보 표출의 우선순위를 결정하고, 정보 표출 방식(문자식+Pictogram형식, 문자식 형식, 도형식+문자식)을 포괄하는 가능한 조명기술과 운전자의 인지율을 높이는 메시지 내용을 정립하여 운영전략을 도출해야 한다고 언급했다.

Dudek & Schrock(2002)은 Texas에서 개발한 TTI Driving Environment Simulator를 사용하여 CMS(Changeable Message Sign)의 표출방식을 전체 세 라인을 동시에 플래쉬 방식을 사용할 경우, 맨 윗 라인만 플래쉬 방식을 사용하고 나머지 두 라인은 고정식 방식을 사용할 경우에 대하여 판독시간과 이해도를 측정하였다. 그 결과 모든 방식에 대하여 고정식보다는 판독시간이 길어졌으며, 이해도도 고정식이 높다는 결론을 얻었다.

Dudek(1991)은 영어의 경우 8단어 메시지(전치사 제외, 단어당 4~8문자)가 고속 주행 중인 운전자들의 정보 처리 한계라고 하며, 6정보 단위(12단어)로 하면 메시지 기억 능력은 크게 떨어진다고 하였다.

Hasim, Abdul Rahman(2002)은 도로표지 연구에서 정보의 이해정도가 교육수준, 국적, 월수입, 성별에 따라 차이가 있음을 제시하였다. 또한 표지판에 사용되는 기호의 이해도 나이, 성별, 교육, 수입에 따라 차이가 있음을 제시하고 있다.

Wickens(1992)는 인간 정보 처리 모델(Model of human information processing)은 어떻게 정보가 지각되고 주의가 모아지고 기억공간에서 처리되고 저장되는가에 대한 것이라 하였다.



<그림 1> 인간 정보 처리 모델
(출처: Wickens, Christopher D., op.cit, p.17)

<그림 1>에서 외부로부터의 자극은 자극의 종류에 따라 시각, 청각 등의 수용기에 의해 받아들여지고 운영기억(단기 감각 저장: STSS)을 거친다. 이 때 감각기마다 지니는 제한점들은 감각되는 정보의 질과 양에 영향을 미치게 된다. 단기 감각 저장을 거쳐 지각의 단계에 이르면 비로소 주의(Attention)가 기울여짐으로써 정보가 지각된다. 지각된 정보에 따라 무엇을 할 것인가를 결정하고 그에 따라 반응하게 된다. 지각과 결정의 단계에서는 기억 장소에 있는 이전의 정보에 의해 영향을 받으며, 또한 새로운 정보를 저장하기도 한다.

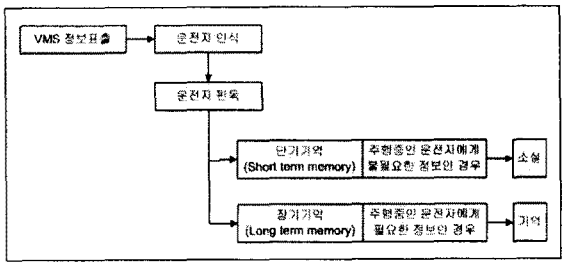
도로 이용자들에게 적절한 정보를 제공하여 도로 이용자들의 행태 변화를 유도하고 이를 통해 전체 가로망의 효율을 높이는 것이 ITS의 궁극적인 목표 중 하나이기 때문에 교통정보를 수집하고 유효한 정보로 가공하여 이를 운전자에게 제공하기 위한 ITS 시설물 설치 시 운전자의 반응과 행태 변화와 같은 인간공학적 요소에 대한 고려가 요구된다. 운전자에 있어 시각적 요소는 가장 중요하며, 운전 중 정보를 인지하는데 사용되는 감각기관으로 90% 이상의 정보를 시각을 통해 얻는다(장경욱 외, 2006). 때문에 VMS 메시지는 운전자들이 주의를 기울이지 않고 이해하기에 충분한 판독시간을 보장해야 하며, 제한된 정보제공시간 때문에 그 시간 내에 습득 가능한 정보의 양은 제한적이다. 이러한 이유로 VMS 메시지를 정확하게 인식하기 위한 정보량과 정보제공시간의 관계를 규명하는 것은 매우 중요한 일이다.

본 연구는 VMS 메시지 설계 및 운영 시 인간공학적 요소 중 하나인 인간의 시지각 특성과 관련하여 정보인식률을 측정함으로써 메시지 표출방식과 관련한 운영전략을 수립하도록 한다.

III. 실험환경구축 및 자료 수집

1. 실험환경구축

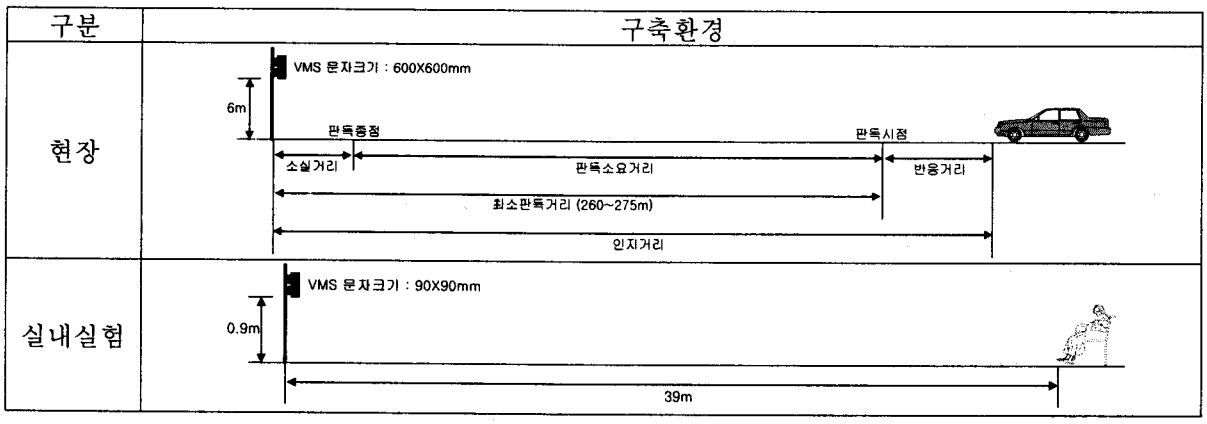
본 연구의 실험은 VMS에서 표출되는 모든 정보는 본인의 의사결정에 꼭 필요한 정보이므로 기억할 필요성이 있고 따라서 운전자의 판독사항이 장기기억장치에 저장되도록 한다는 가정을 하였다. <그림 2>는 실험의 가정에 따른 운전자 기억장치 구조도이다. 또한 도로조건 및 교통상황이 이상적이고 주행 중 어떤 영향도 받지 않고 VMS만 보고 차량을 운전하는 것으로 가정하므로 정보인식에 영향을 주는 교통표지, 신호기, 노면표시, 광고물 등에 대해서는 고려하지 않는다, 마지막으로 실험은 실내실험으로 정적상황 하에서 이루어지므로 속도에 대한 영향은 고려하지 않으며, 현장에서 발생할 수 있는 태양광의 영향도 고려하지 않는다.



<그림 2> VMS 정보표출에 대한 운전자 판독과 기억장치 구조도

본 실험은 VMS 메시지 Set을 정보제공시간과 정보량별로 시나리오 구성을 한 후 시나리오별 인식률을 측정하는 실험으로, 실내실험용 VMS 규격은 모듈Size 128×128mm, 3단 8열로 구성되어 있다.

<그림 3>에서 보는 바와 같이 현장 메시지의 문자 크기를 600×600mm, VMS 설치 높이를 6m라 하면 판독가능거리는 260~275m이다. 따라서, 실내실험에서는 문자 크기를 90×90mm, VMS 설치 높이를 0.9m, 판독거리를 39m로 설치하고 실험하였다.



<그림 3> 실내실험 구축환경

피실험자는 미리 준비된 VMS 메시지 시나리오에서 각 메시지를 판독하고 표출 메시지가 종료되면 즉시 그 내용을 구두로 말한다. 실험 보조자는 피실험자가 인식한 메시지 내용을 기록한다. 총 메시지 시나리오는 56개로 구성되었으며, 메시지 표출시간은 1~8초, 메시지 표출 간격은 10초로 구성하였다.

VMS 메시지 시나리오 구성을 위한 제공 정보는 현재 올림픽대로, 강변북로, 내부순환도로에서 실제 표출된 교통상황정보, 통행시간정보, 교통사고정보, 공사구간정보로 구성하였다.

2. 자료수집

피실험자는 색맹, 색약 등 시각 장애가 없는 신체 건강한 남·녀 성인으로, 운전면허를 취득하기 위한 현 도로교통법상의 교정시력 0.8 이상의 53명을 대상으로 하였다.

다음 <표 1>은 피실험자의 인적자료 중 연령과 성별에 대한 자료이다.

<표 1> 연령과 성별 분포

성별 / 연령	남자	여자	합계
20대	17	7	24
30대	19	1	20
40대	5	1	6
50대	3	0	3
합계	44	9	53

다음 <표 2>는 피실험자의 인적자료 중 운전면허 소지 여부와 운전경력에 대한 자료이다.

<표 2> 운전면허 소지여부와 운전경력 분포

운전면허 / 운전경력	유	무	합계
0	10	6	16
5년 미만	14	0	14
5~10년 미만	14	0	14
10년 이상	9	0	9
합계	47	6	53

실험을 통한 자료 수집의 한계성으로는 총 56개 시나리오로 구성되어 있어 실험 시작 후 피실험자의 집중이 분산되는 시점이 나타나 정보를 판독하고도 내용을 전혀 인식하지 못하는 데이터가 발생하였고, 정적인 상황에서의 실험으로 인해 피실험자가 지루함을 나타내 주의력이 떨어지는 경향을 보였다. 또한 VMS 표출 메시지의 지명이 생소한 피실험자의 경우 정보를 인식하는 것에 어려움을 호소하는 등의 한계성이 나타났다.

3. 기초분석

실내실험을 통해 피실험자가 표출되는 정보를 얼마만큼 기억(인식)하는지를 검토하기 위해 인식할 수 있는 정보량의 상대적인 평가로 인식률을 산출하였다. 이 비율은 실험자가 판독한 총 정보량 중 기억하고 있는 정보량의 비율(인식률=인식정보량/총 정보량)로 하였다. 예로, '반포 → 잠실 정체' 메시지를 판독한 피실험자가 '반포, 잠실'을 기억하고 있다면 정보인식률은 67%(2/3=0.67)로 산출하는 것이다.

그리고 본 연구에서는 인식률을 정보인식률,

<표 3> 표출 메시지 설계 예

	표출 메시지	정보단위	단어수	글자수
첫 번째 메시지	곤지암 → 성남 정체	3단위/1메시지	3단어/1메시지	7글자/1메시지
두 번째 메시지	③ 광주까지 20분 소요	2단위/1메시지	4단어/1메시지	10글자/1메시지
세 번째 메시지	③ 성남까지 20분 소요	2단위/1메시지	4단어/1메시지	10글자/1메시지
총합		7단위/1주기	11단어/1주기	27글자/1주기

단어인식률, 글자인식률로 분리하여 분석 및 모형개발을 하였는데 그 이유에 대해 논의하면 다음과 같다.

정보량이란, 정보의 수량 개념으로 정보 1단위는 독립적인 정보 1단위를 뜻한다.[1] 그러나 이에 대한 정의는 일반적으로 이해하기에는 애매모호한 의미를 가지고 있다.

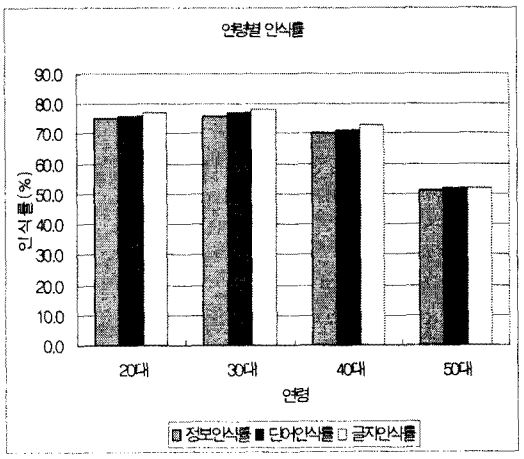
실례로 <표 3>의 '표출 메시지 설계 예'를 살펴보자.[2]

표출 메시지 중 두 번째 메시지를 예로 보면, 정보단위는 '③ 광주(까지)[3], 20분 소요'의 2정보단위로 나타낼 수 있으며, 단어수는 '③, 광주(까지), 20분, 소요'의 4단어, 글자수는 '③, 광, 주, 까, 지, 2, 0, 분, 소, 요'의 10글자로 나타낼 수 있다.

<표 3>에서 정보단위의 관점에서 보면 첫 번째 메시지가 가장 큰 것으로 나타났으나 단어수, 글자수의 관점에서 보면 두 번째, 세 번째 메시지가 가장 큰 것으로 나타났다.

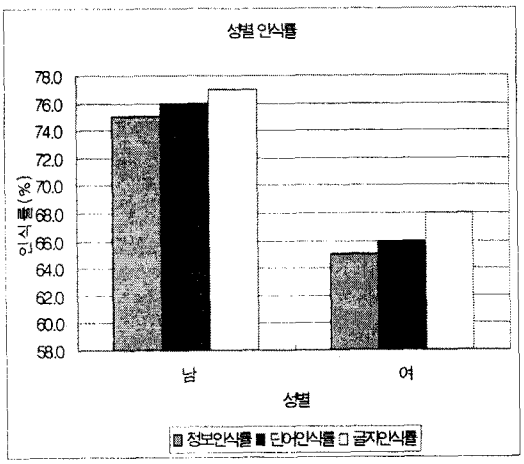
따라서, 정보단위당 판독시간으로 정보제공시간을 결정하는 것은 문제가 있다고 판단하여 정보단위, 단어수, 글자수로 세분화하였다.

연령별 정보인식률은 <그림 4>에서 보는 바와 같이 20대와 30대는 75~76%로 차이가 거의 없지만, 40대에서 70%로 조금 감소하고 50대에서 51%로 급감하는 경향을 나타내고 있다. 단어인식률과 글자인식률도 정보인식률과 비슷한 경향을 나타내고 있다.



<그림 4> 연령별 인식률

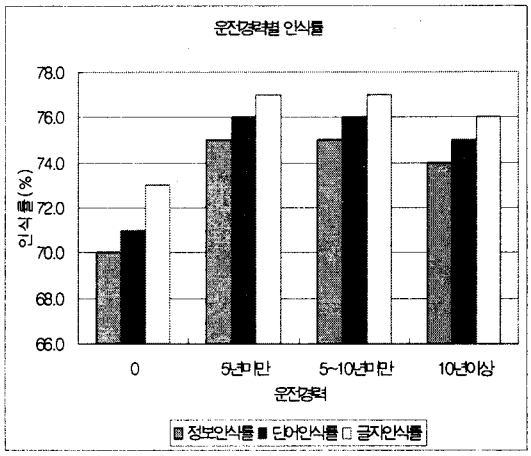
성별 정보인식률은 <그림 5>에서 보는 바와 같이 남성이 75%, 여성이 65%로 남성이 여성보다 약 10%정도 인식률이 높은 것으로 나타났다. 단어인식률과 글자인식률도 정보인식률과 비슷한 경향을 나타내고 있다.



<그림 5> 성별 인식률

1), 2) 건설교통부, 『도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 도로전광표지 편』, 1999.
3) '까지' 등의 조사는 주요 메시지 내용이 아니므로 생략

운전경력별 정보인식률은 <그림 6>에서 보는 바와 같이 운전경력이 없는 집단이 70%, 운전경력이 1년 이상 되는 집단에서는 74~75%로 나타나 운전경력에서의 차이는 없으나 운전경험이 없는 집단과는 차이가 나타나는 것으로 분석되었다. 단어인식률과 글자인식률도 정보인식률과 비슷한 경향을 나타내고 있다.



<그림 6> 운전경력별 인식률

IV. 모형 개발

로지스틱 회귀분석을 이용하여 VMS 정보인식 확률 모형을 개발하기 위해 종속변수로는 인식률(정보, 단위, 글자)을 선정하였고, 설명변수로는 정보제공시간, 정보량(정보단위, 단어수,

<표 4> 로지스틱 회귀분석 결과

로지스틱 회귀분석 결과	Stat.	Cons.	x_1	x_2	x_3	x_4	검정 결과
정보단위	Wald	297.119	365.637	663.436	80.790	93.593	• Correct classification rate : 77.9%
	S.E.	0.280	0.028	0.045	0.006	0.143	• -2 log likelihood : 2639.438
	β	4.832	0.527	-1.168	-0.055	-1.380	• Model Chi-square : 1291.290
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	• Nagellerke R-square : 0.484
단어수	Wald	277.549	407.137	655.095	82.649	96.229	• Correct classification rate : 78.5%
	S.E.	0.287	0.030	0.036	0.006	0.148	• -2 log likelihood : 2557.078
	β	4.776	0.612	-0.929	-0.058	-1.448	• Model Chi-square : 1372.919
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	• Nagellerke R-square : 0.508
글자수	Wald	286.042	385.446	655.619	84.758	98.328	• Correct classification rate : 78.6%
	S.E.	0.294	0.030	0.017	0.006	0.149	• -2 log likelihood : 2534.634
	β	4.966	0.581	-0.424	-0.059	-1.474	• Model Chi-square : 1396.094
	Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	• Nagellerke R-square : 0.515

<표 5> VMS 정보 인식 확률 모형

모형	모형식
정보인식확률모형	$P(F\|y)=\frac{1}{1+\exp[-(4.832+0.527x_1-1.168x_2-0.055x_3-1.380x_4)]}$
	$P(F\|y)$:정보인식률이 y일 경우 정보인식확률 x_1=정보제공시간, x_2=정보단위, x_3=연령, x_4=성별(남:0, 여:1)
단어인식확률모형	$P(F\|y)=\frac{1}{1+\exp[-(4.776+0.612x_1-0.929x_2-0.058x_3-1.448x_4)]}$
	$P(F\|y)$:단어인식률이 y일 경우 단어인식확률 x_1=정보제공시간, x_2=단어수, x_3=연령, x_4=성별(남:0, 여:1)
글자인식확률모형	$P(F\|y)=\frac{1}{1+\exp[-(4.966+0.581x_1-0.424x_2-0.059x_3-1.474x_4)]}$
	$P(F\|y)$:글자인식률이 y일 경우 글자인식확률 x_1=정보제공시간, x_2=글자수, x_3=연령, x_4=성별(남:0, 여:1)

글자수), 연령, 성별을 선정하였다.

이 모형은 정보에 대한 인식률이 100%일 경우 1, 그 외일 경우 0으로 설정하여 확률을 예측하였다.

로지스틱 회귀분석을 위해 다음과 같은 연구가설을 설정하였다.

[연구가설 1] 정보제공시간은 인식률에 유의적인 영향을 미친다.

[연구가설 2] 정보량(정보단위, 단어수, 글자수)은 인식률에 유의적인 영향을 미친다.

[연구가설 3] 연령은 인식률에 유의적인 영향을 미친다.

[연구가설 4] 성별은 인식률에 유의적인 영향을 미친다.

<표 4>는 설명변수가 포함되어 있는 모형의 적합성 분석 결과를 정리한 것으로 VMS 정보 인식 확률 모형은 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 분류정확도는 약 78% 정도인 것으로 분석되었다.

<표 5>는 정보단위, 단어수, 글자수에 따른 VMS 정보 인식 확률 모형의 모형식을 정리한 것으로서, 운전자가 VMS 메시지를 100% 정확히 인식할 수 있는 확률을 추정할 수 있다.

V. 활용방안

교통운영 및 관리자가 VMS 메시지를 설계할 때 중요하게 고려해야 할 사항은 운전자의 메시지 판독능력이며, 이러한 판독능력을 계량화하여 설계에 반영할 수 있다면 보다 효과적이고 실효성 있는 VMS 메시지 운영이 가능하다. 본 연구에서 개발한 VMS 정보 인식 확률 모형은 운전자의 판독능력을 확률로서 계량화 할 수 있는 도구로서 유용하게 활용될 수 있다. 예를 들어 30세 남성운전자를 대상으로 메시지를 설계하는 경우 표출되는 정보단위 및 정보제공시간에 따른 메시지 인식확률은 본 연구에서 개발한 모형을 이용하여 <표6>과 같이 산출될 수 있다.

<표 6> VMS 정보인식확률(%) - 30세 남성

정보단위 \ 정보제공시간	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	93	96	97	98	99	99	100	100	100
2	80	87	92	95	97	98	99	99	100
3	55	68	78	86	91	94	97	98	99
4	28	39	52	65	76	84	90	94	96
5	11	17	25	37	49	62	74	83	89

<표 6>에서 메시지 설계를 위한 고려 대상자인 30세 남성이 표출된 메시지를 100% 인식하기 위해서는 1정보단위에 7초 이상의 정보제공시간을 주어야 함을 의미한다. 한편 2정보단위에는 9초의 정보제공시간을 주어야 한다. 그러나 이는 실제 현장에서 운영하기에는 부적절하므로, 교통공학분야에서 일반적으로 적용하는 engineering judgement인 85%를 적용하여, 1정보단위에 1초, 2정보단위에 2초, 3정보단위에 4초의 정보제공시간을 주면 메시지 인식률이 85% 이상이 됨을 의미한다.

그러나 30세 남성운전자를 기준으로 메시지를 설계하여 3정보단위에 4초의 정보제공시간을 줄 경우, <표 7>에서 보는 바와 같이 45세 여성운전자의 메시지 인식률은 40% 정도로 감소되는 것으로 나타났다. 따라서 운영자는 이러한 분석을 통하여 주이용 대상자만을 고려할 것인지 또는 인식률 약자인 여성이나 노령운전자를 메시지 설계를 위한 고려대상에 포함할 것인지 판단을 해야 할 것이다. 본 연구에서 개발한 모형은 이러한 운전자의 특성을 고려한 VMS메세지 설계 및 운영을 위한 지원을 하게 된다.

<표 7> VMS 정보인식확률(%) - 45세 여성

정보단위 \ 정보제공시간	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	58	70	80	87	92	95	97	98	99
2	30	42	56	68	78	86	91	95	97
3	12	19	28	40	53	65	76	84	90
4	4	7	11	17	26	37	50	63	74
5	1	2	4	6	10	15	24	34	47

다음으로 본 연구의 모형을 활용하여 현장에서 실제 활용 가능한 VMS 메시지의 주기당 현시의 운영방안에 대한 전략을 제시하였다.

현장의 유동적 상황을 반영하여 <표 6>의 30세 남성운전자 대상 85% 정보인식확률값을

<표 8> VMS 정보제공전략

제공정보량 (정보단위)	통행속도(km/h) (a)	20	40	60	80	100
	판독가능시간(초) (b)	39.6	19.8	13.2	9.9	7.9
1	현시별 표출시간(초) (c)	1	1	1	1	1
	주기당 현시운영수(Phase) (d)	39	20	13	10	8
2	현시별 표출시간(초)	2	2	2	2	2
	주기당 현시운영수(Phase)	20	10	6	5	4
3	현시별 표출시간(초)	4	4	4	4	4
	주기당 현시운영수(Phase)	10	5	3	2	2
4	현시별 표출시간(초)	6	6	6	6	6
	주기당 현시운영수(Phase)	6	3	2	1	1
5	현시별 표출시간(초)	9	9	9	9	9
	주기당 현시운영수(Phase)	4	2	1	1	-

- 판독가능시간(b) : 판독소요거리 220m를 통행속도(a)로 나누어 산출함
- 현시별 표출시간(c) : 본 연구에서 개발한 정보인식확률모형을 기반으로 산출된 30세 남성운전자가 메시지를 85%이상 판독하기 위한 최소표출시간
- 주기당 현시운영수(d) : 판독가능시간(b)을 현시별 표출시간(c)으로 나누어 산출함

이용하여 속도에 따른 주기당 현시의 운영방안에 대해 알아본다. 최소판독거리 산출을 위해 『도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 도로전광표지 편』에서 제시한 최소판독거리 산정식을 활용하였다. 최소판독거리 산정식은

$$y = 304.55\ln(x) - 969.96 \quad (1)$$

y : 판독가능거리(m)

x : 문자 높이(cm)

이고, 문자두께는 기본적인 설계값인 0.125H를 사용하였으며, 문자높이는 본 실험에서 적용한 60cm를 사용하였다. 식(1)을 통해 추정된 최소판독거리는 277m를 사용하였다. 소실거리는 VMS 설치 높이 6m, 표시면 설치각은 기본값 6° 를 적용하여 다음 식(2)를 통하여 추정하였다.

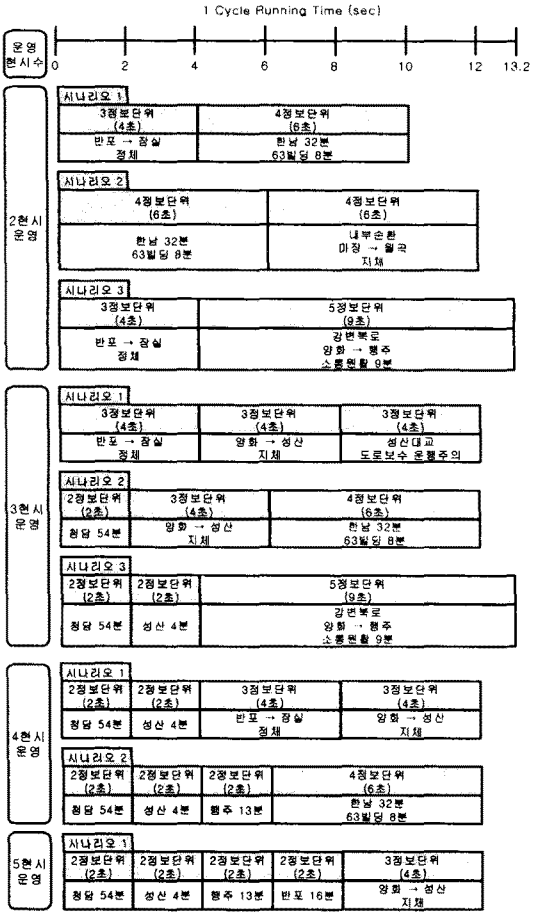
$$\text{소실거리} = \text{표지중심높이} / \tan\Theta \quad (2)$$

Θ : 표시면 설치각

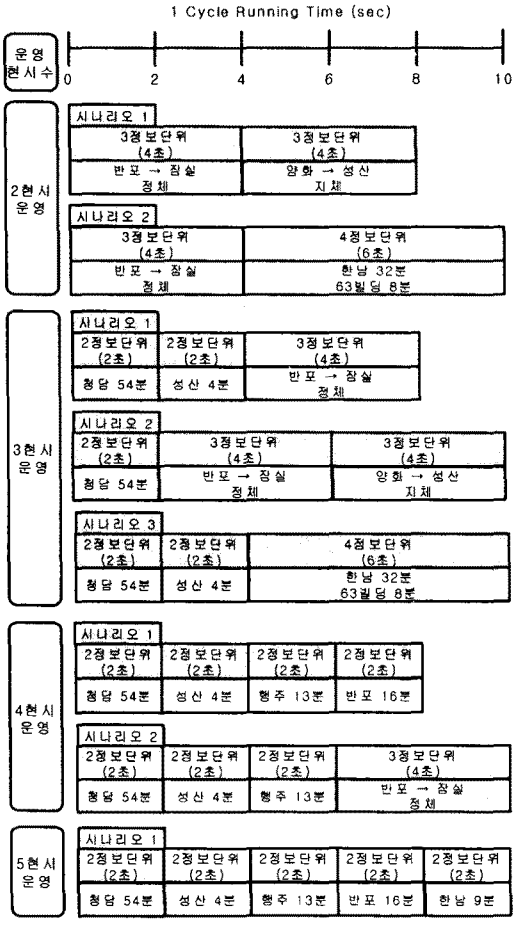
식(2)를 통하여 추정된 소실거리는 57m이며, 따라서 판독소요거리는 최소판독거리에서 소실거리를 뺀 220m이다.

<표 8>은 속도에 따른 VMS 표출 메시지의 제공정보단위당 현시운영수를 정리한 것으로, 1정보단위로 VMS 메시지 운영을 하는 것은 현실적으로 불가능하므로 메시지는 최소 2정보단위 이상으로 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 만일 2정보단위로만 운영한다면 통행속도 80km/h에서 5현시, 100km/h에서 4현시로 운영이 가능하다. 그러나 <표 8>의 음영부분에서 보듯이 3정보단위로 운영하면 통행속도 80km/h에서 2현시, 100km/h에서 2현시의 운영이 가능하고, 4정보단위 이상이 되면 1현시운영 또는 표출시간이 판독가능시간을 초과하여 운영이 불가능하다. 이는 현실 운영상황에서 적용이 불가능하므로 최대 4정보단위로 운영하고 불가피할 경우 5정보단위로 운영하며 그 이상은 VMS 메시지 운영을 피하는 것이 바람직하다고 판단된다.

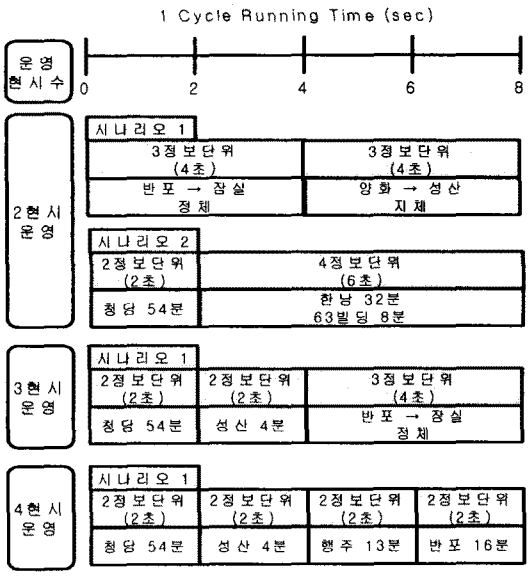
실제 운영상황에서는 1주기당 메시지 정보단위를 고정적으로 운영하는 것보다 제공정보에 따라 다양한 정보단위로 운영하는 것이 효과적인 운영에 도움이 될 것으로 판단되며, 통행속도 60km/h 이상에서 운영가능한 현시조합을 찾아 활용하는 방안을 <그림 7>~<그림 9>에서 제시하였다. <그림 7>에서 통행속도 60km/h일 때의 VMS 정보제공전략방안의 현시운영은 2~5현시까지 가능하며, 2현시 운영 시 최대 5정보단위, 5현시 운영 시 최대 3정보단위까지 사용이 가능하다. <그림 8>에서 통행속도 80km/h일 때의 VMS 정보제공전략방안의 현시운영은 2~5현시까지 가능하며, 2현시 운영 시 최대 4정보단위, 5현시 운영 시 최대 2정보단위까지 사용이 가능하다.



<그림 7> VMS 정보제공전략(통행속도 60km/h)



<그림 8> VMS 정보제공전략(통행속도 80km/h)



<그림 9> VMS 정보제공전략(통행속도 100km/h)

<그림 9>에서 통행속도 100km/h일 때의 VMS 정보제공전략방안의 현시운영은 2~4현시까지 가능하며, 2현시 운영 시 최대 4정보단위, 4현시 운영 시 최대 2정보단위까지 사용이 가능하다. VMS 정보제공을 위한 현시 운영은 주기당 현시수가 증가할수록 단순정보를 제공하고 상세한 정보를 제공하고 싶다면 현시운영수를 줄이고 정보제공시간을 늘려주어야 한다.

VI. 결론 및 향후연구과제

본 연구는 VMS 메시지 설계 및 운영에 있어 운전자 인지 특성 및 Human Factor의 요소를 고려하여 운전자 정보처리 내에서 인식률을 높일 수 있는 모형을 구축하고 효과적인 설계 및 운영을 위한 활용방안을 제시하고자 하였다.

현재 올림픽대로 및 강변북로, 내부순환로에서 실제 사용된 VMS 메시지 Set으로 실내실험을 하여 운전자 인식률에 대한 자료를 수집·분석한 결과 연령별 정보인식률은 20, 30대는 75~76%로 비슷한 인식률을 나타내었고, 40대에서 인식률이 70%로 나타났으며 50대에서 51%로 인식률이 현격히 저하되는 것으로 나타났다. 성별 정보인식률은 남성이 75%, 여성이 65%인 것으로 나타나 성별에 따라 인식률에 차이가 있는 것으로 나타났다. 운전경력별 정보인식률은 운전경력이 없는 집단이 70%, 운전경력이 1년 이상 되는 집단에서는 74~75%로 나타나 운전경력에서의 차이는 없으나 운전경력이 없는 집단과는 차이가 나타나는 것으로 분석되었다.

VMS 정보 인식 확률 모형은 설계한 VMS 메시지를 운영할 때 특정 대상자의 전체 몇 %가 표출된 정보를 완전하게 읽고 이해할 수 있는지에 대한 분석 모형이다.

이 모형을 활용하여 VMS 메시지의 주기당 현시의 운영방안에 대한 전략을 제시하여 현장에서 실제 활용할 수 있는 방안을 모색해 보았다. 그 결과 VMS 현시 운영은 주기당 현시수가 증가할수록 단순정보를 제공하고 상세한 정보를 제공하고 싶다면 현시운영수를 줄이고 정보제공시간을 늘려주도록 하여야 한다.

본 연구결과는 기존의 정보제공시간과 정보량만으로 VMS 메시지 설계 및 운영에 대한 지침을 제시한 것과는 달리 운전자 인지 특성 및 Human Factor를 고려하여 VMS 정보 이용자 그룹별로 적정 메시지 설계 및 운영의 지원방안을 제시하였다는 점에서 그 의의가 있다.

본 연구의 한계와 향후 수행되어야 할 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 실내 모의실험에 의한 접근방법으로 현장을 직접 모사하지 못하는 정적 실험 결과를 제시하였다. 즉 도로주변상황(식재, 건축물, 도로안내표지, 신호기 등) 및 날씨, 기상(특히 태양광)에 영향을 고려하지 못했으며, 자동차의 주행속도에 따른 동적 시력의 변화 등을 고려하지 못하는 한계가 있다. 따라서 추후 실험에서는 실제도로상에서의 주행실험 혹은 실내실험이라도 동적 시뮬레이터를 이용한다면 이러한 부분에 대한 한계를 최소화할 수 있을 것이다.

둘째, 채택한 피실험자 53인은 전체 운전자 모집단을 대표하는 선택집단으로 보기 어려우므로 향후 더 많은 실험자를 대상으로 한 분석을 통해 전체 운전자를 대표하는 객관적인 모형으로의 발전을 모색해야 한다.

셋째, VMS 인식률에 영향을 미치는 요소로 인간공학적 측면에서 Human Factor의 요소를 모색하고 더 많이 반영해야 할 것이다. 인간의 주시특성, 시력 등도 VMS 인식률에 영향을 미치는 한 예로 볼 수 있다.

참고문헌

1. 건설교통부(1999), "도로 가변정보 안내시설 설치 및 관리 지침 제정 연구, 최종보고서".
2. 건설교통부(1999), "도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 도로전광표지 편".
3. 금기정, 손영태, 배덕모, 손승녀(2005), "도로상 VMS 표출방식별 운전자 유의성 검증에 관한 연구", 한국도로학회.
4. 정준화(2001), "도로전광표지 시인성 조사연구", 교통안전연구논문.
5. 정준화, 김현정(1999), "도로 표지 판독성 실험 연구", 교통안전연구논문.
6. 여운웅, 박종규(1996), "교통안전표지의 최대허용 설치수에 관한 연구", 교통안전연구논문.
7. 장경욱, 고승영, 박준식(2006), "인간공학적 요소를 고려한 ITS 도로 시설물 설치기준 정립을 위한 기초연구", 대한교통학회.
8. 이창우(2004), "운전자 행태를 고려한 VMS의 실시간 경로안내 정보제공에 관한 연구", 중앙대학교 석사학위논문.
9. 이기영, 유태호, 오영태(2006), "도로표지내 글자간 적정 여백률에 관한 실험적 연구", 대한교통학회.
10. 이종민(2001), "도로전광판 운영전략에 관한 연구 - 돌발상황을 중심으로", 한양대학교 석사학위논문.
11. 신대균(2001), "읽기 형태, 줄 길이, 줄 간격이 웹 브라우저에서의 가독성에 미치는 영향", 한양대학교 석사학위논문.
12. 고희청(2004), "자동차용 TFT스크린에서 한글 디지털 폰트의 형태변인이 가독성에 미치는 영향", 홍익대학교 석사학위논문.
13. 정영해 외(2005), "SPSS 12.0 통계자료분석", 한국사회조사연구소.
14. 노형진(2005), "SPSS 12.0에 의한 조사방법 및 통계분석", 형설출판사.
15. C. L. Dudek & S. D. Schrock(2006), "Flashing Message Features on Changeable Message Signs", TRB Annual Meeting.
16. C. L. Dudek(1997), "Changeable Message Signs, NCHRP Synthesis of Highway Practice", TRB.
17. Hashim AI-Madani & Abdul Rahman AI-Janahi(2002), "Role of Drivers' Personal Characteristics in Understanding Traffic Sign Symbols", Accident Analysis & Prevention.
18. Wickens, Christopher D.(1992), "Engineering Psychology and Human Performance", HarperCollins.