

## 가상주행 실험을 통한 VMS 교통정보의 이용자 심리적 반응에 관한 연구

A Study on Driver's Psychological Responses to VMS Traffic Information Using Driving Simulator

임준범\*      홍지연\*\*      이수범\*\*\*      정성화\*\*\*\*      황정래\*\*\*\*\*  
(Joon-Bum Lim)      (Ji-Yeon Hong)      (Soo-Beom Lee)      (Sung-Hwa Jung)      (Jung-Rae Hwang)

### 요약

가변전광표지판(VMS)은 교통정보제공 서비스 매체중 가장 이용자가 많고, 정부기관에서 제공·운영하고 있는 대표적인 매체라고 할 수 있다. 그리하여 VMS는 이용자 중심의 서비스를 제공할 필요성이 있으므로 VMS 교통정보 이용자의 심리적 반응에 관한 연구를 수행하였다. 총 3가지 시나리오를 구성하여 주행실험을 실시하였다.

첫 번째 시나리오인 VMS설치위치에 관한 스트레스 지수분석 결과 출구 1.5km전 일때 가장스트레스가 적게 나타났다. 이는 국토해양부 VMS운영지침에서 도시부 고속도로의 경우 VMS정보는 출구 1~2km전에 제공해야 한다는 항목과 일치하는 결과를 나타내며 이용자의 심리상태를 고려하여 보다 더 정확한 제공거리를 산출한 것이라 할 수 있다. 두 번째 시나리오인 VMS정보제공 내용(소통정보, 시간정보, 속도정보)에 관한 스트레스 지수분석결과 시간정보가 가장 스트레스가 적게 나타났다. 제공한 정보 내용이 비교적 장거리(가양->천호 약 28km)이라는 점을 감안할 때 속도나 소통에 대한 정보는 운전자들이 경로선택을 위해 고민을 해야 하지만 시간정보는 걸리는 시간을 바로 알 수 있으므로 유용하다고 할 수 있다. 본 연구를 통해 운전자들의 심리적 반응측면에서 출구 1.5km전에는 정보를 주는 것이 좋고, 시간정보를 다른 정보내용보다 쉽게 받아들이는 것을 알 수 있다.

### Abstract

The variable message sign(VMS) is a representative traffic information service medium which has the largest users and is provided and operated by a governmental agency. In this paper, we focused on psychological responses of individuals who use VMS traffic information in the light of the need for VMS to provide user-oriented service. A total of 3 scenarios were plotted to conduct our experiment on a virtual test track. A stress index analysis on VMS location, the first scenario, showed the lowest stress value at the point of 1.5 kilometers before the exit. A stress index analysis on the contents of VMS information (communication, time, and speed), the second scenario, showed the lowest stress value at time information.

**Key words:** VMS installation location, VMS information, driving simulator, psychological reaction

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원(07교통체계-기능08)에 의해 수행하였습니다.

\* 주저자 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정

\*\* 공저자 및 교신저자 : 서울시립대학교 교통공학과 박사과정

\*\*\* 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 교수

\*\*\*\* 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정

\*\*\*\*\* 공저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 선임연구원

† 논문접수일 : 2010년 4월 16일

† 논문심사일 : 2010년 5월 20일

† 게재확정일 : 2010년 5월 26일

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

도로건설과 같은 물리적 요소증가는 현재 교통이 처한 문제를 해결하기에 한계가 있어 신속하고 안전한 이동을 위해 첨단교통시스템(ITS: Intelligent Transport System)을 도입하게 되었다. 이는 교통수단 및 교통시설에 전자, 통신 및 제어 등의 첨단기술을 접목하여 교통정보 및 서비스를 제공하고 이를 활용함으로써 교통체계의 운영 및 관리를 과학화·자동화 하고, 교통의 효율성과 안전성을 향상시키는 교통체계이다 [1].

1996년 과천시 ITS 시범사업으로 시작된 국내 ITS 사업은 국비 및 기술력을 지원을 통해 현재 서울특별시, 부산광역시를 비롯한 30여개의 지자체에서 교통정보·신호제어를 위한 교통정보센터를 구축하는 등 ITS사업이 활발히 진행 중에 있다.

ITS의 여러 분야 중에서 첨단교통정보분야(ATIS: Advanced Traveler Information Systems)의 주요 기능은 교통정보제공(TRIS: Traffic & Road Information Service), 종합여행안내(TIS: Traveler Information Service) 및 최적경로안내(RGS: Route Guidance Service)이며, 소통정보와 실시간 최적경로 안내를 통한 교통혼잡 완화 및 이동시간·수단·경로에 대한 최적선택 기능으로 개인의 합리적 시간 및 일정관리, 교통사고와 도로공사, 기상변화 등 운행여건에 대한 전반적인 정보제공으로 교통사고 예방 및 교통정보시스템과 관련된 첨단산업 육성을 기대할 수 있다.

오늘날 인터넷과 IT기술의 발달로 휴대폰, TPEG 등 첨단교통정보제공 매체들의 이용자가 증가하고 있으나, 운전자들이 가장 쉽게 가장 많이 이용하는 매체는 가변전광표지(VMS: Variable Message Sign)라고 할 수 있다. VMS는 운전자들이 운전 중에 별도의 기계조작 없이 해당도로를 주행하는 운전자 누구나 정보를 제공받을 수 있는 매체로 도로공사나 시설관리공단 등 정부기관에서 제공·운영하고 있는 공공의 매체라고 할 수 있다.

이와 같이 VMS를 통한 교통정보제공 서비스가

교통정보제공 매체들 중에서 가장 이용하는 사람이 많고 정부 예산으로 공공서비스와 같은 개념으로 제공된다는 측면에서 이용자들의 선호도나 이용자들의 심리적 반응을 고려한 이용자 중심의 콘텐츠 로 제공되어야 한다. 여기서 심리적 반응이란 정보를 인지, 판단, 행동을 할 때 겪는 스트레스 정도를 말하며 운전 중 스트레스는 운전자의 운전수행 요구사항에 어려움을 야기한다 [2].

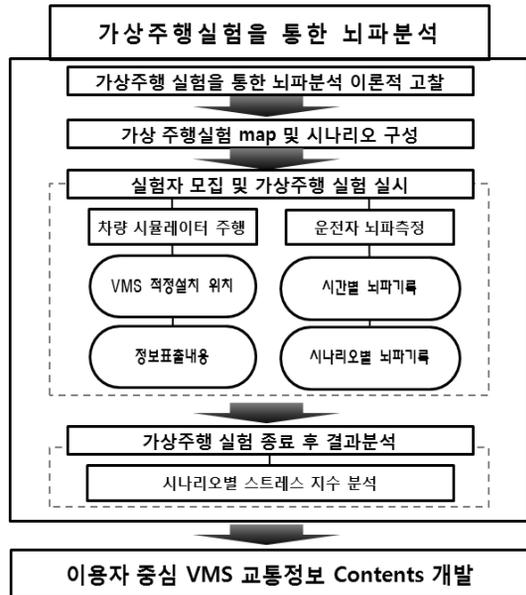
그러나 현재까지 도로이용자들에게 제공되는 VMS 교통정보내용은 운전자들의 심리적 반응이나 이용자의 선호도 등을 고려하지 못하고, 정보제공자의 판단에 의해 구성되고 있다. 그리하여 이러한 정보내용들은 정보제공 대상 노선이나 VMS별로 일률적이지 않은 실정이다.

본 연구는 각계 각 분야에서 고객중심의 서비스 산업을 위해 부단히 노력하고 투자하고 있는 시대적 상황에 맞추어 VMS 교통정보제공도 서비스의 일종으로서 이용자 중심의 교통정보를 제공하는 것이 목적이다. VMS 교통정보의 제공내용, 제공위치, 제공형식 등에 따른 이용자의 심리적 반응을 과학적으로 분석하여 이용자 중심의 VMS 교통정보 제공 방향을 제시하고자 한다.

### 2. 연구의 방법 및 내용

주행 중인 운전자의 생체반응을 알아보기 위해서 피실험자가 실제 도로상을 주행하면서 다양한 측정과 실험을 하는 것은 운전자의 생명을 보장할 수 없을 정도로 위험하기 때문에 본 연구는 차량시뮬레이터를 이용하여 가상주행 실험을 하는 동안 나타나는 운전자의 뇌파를 분석하였다. 가상주행 시뮬레이터는 안전한 환경 및 다양한 조건에서 실험이 가능하고 조건의 변경이 용이하며 모든 피실험자에게 같은 상황을 설정 및 제공할 수 있으므로 운전 상황변화에 따른 변수를 배제할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는 VMS 교통정보의 제공내용과 제공 위치에 따른 운전자 심리적 반응을 측정하기 위하여 국도77번(자유로) 이산포 IC에서 가양대교를 지나 강변북로 성산대교 복단 램프까지 이어지는 20km



<그림 1> 연구의 흐름도  
<Fig. 1> Process of study

구간에 대한 가상 주행실험 맵과 실험 시나리오를 구성하였다.

운전경력 1년 이상의 피실험자들을 성별과 연령을 고려하여 무작위로 모집하여 뇌파분석 전극을 부착하고 가상주행을 실시하여, 피실험자들의 시나리오별 심리적 반응 차이를 분석하였다.

여기서 심리적 반응이란 정보를 인지, 판단, 행동을 할 때 겪는 스트레스 정도를 말하며, 운전 중 스트레스는 운전자의 운전수행 요구사항에 어려움에 야기함에 따라 본 연구에서는 운전자들의 스트레스를 줄일 수 있는 이용자 중심의 교통정보 콘텐츠 제공 방향을 제시함으로써 VMS의 효용성을 높이고자 하였다.

## II. 선행연구 고찰

### 1. 선행 연구

김태형 등(2007)은 다양한 정보량의 VMS 메시지를 차량 시뮬레이터에 표출하고 운전자의 정보량에 따른 판독시간을 측정하였다. 그 결과 VMS 판독시간

에는 도로선형과 주행속도는 크게 영향을 미치지 않고 정보단위가 가장 큰 영향을 미치는 것을 밝혀냈으며 그 모형식은 “판독시간 =  $0.851 \times x^{0.860}$ ” 이다 [3].

송태진 등(2008)은 이동식가변전광표지(PVMS : Portable Variable Message Signs)에서 표출되는 교통정보는 운전자가 보다 쉽게 이해하고, 눈에 잘 띄고, 적정거리 내에 판독하기 쉬워야 하는 조건을 만족해야 한다고 보고 운전자의 인적요인(Human Factor) 특성을 고려하여 PVMS의 설치 및 운영방안을 제시하였다. 그 결과 PVMS 판독거리에 영향을 미치는 변수는 문자높이, 성별, 연령, 주야 임을 밝히고 그 변수로 판독거리 산출모형을 개발하였다[4].

김남선 등(2009)은 VMS 표출방안에 대해서 제공 글자제, 메시지 전환방식, 정력방식, 표출색상 등을 정의하고 통일하여 운전자들의 혼란을 줄일 수 있는 VMS 운영방안을 제시하였다 [5].

김태호 등(2008)은 차량 시뮬레이터 실험을 통하여 VMS정보를 판독하여 유출시절로 우회가 가능한 설치위치를 산정하였다. 그 결과 지방부는 최소 3.2km의 이격거리가 필요한 것으로 나타났다 [6].

도철웅 등(2005)은 차량시뮬레이터와 아이카메라를 이용하여 주행속도, 차량위치, 차량 가·감속도, 시가 주시영역폭 등을 분석하여 도로선형 안전성 평가기법을 개발하였다 [7].

정순철 등(2001)은 동적 시뮬레이터를 통하여 속도와 운전형태 변화에 따른 운전자의 감성을 평가하였다. 메스꺼움, 안구운동불편, 방향감각상실 3가지 항목을 종합한 Total Simulator Sickness(TSS)와 주관적 평가를 분석하여 시뮬레이터 중 운전자들의 감성을 측정하였다. 그 결과 속도 증가에 따라 쾌활성과 긴장감이 증가하는 주관적 평가는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 속도에 따른 생리반응은 유의한 차이를 보이지 않았다[8].

홍지연 등(2009)은 VMS 교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 모형을 구조방정식을 이용하여 정립하였으며, VMS 교통정보의 글자크기 등과 같은 이해성 항목이 영향이 가장 큰 것으로 나타났다 [9].

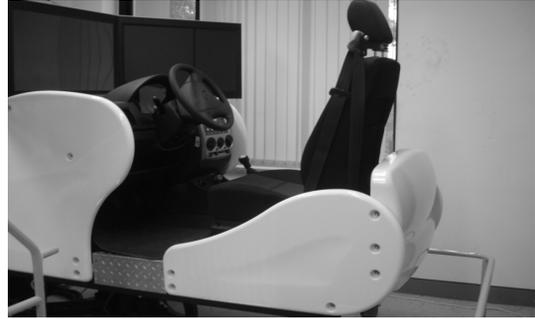
Dudek 등(2005)은 가상주행실험을 이용하여 1현시

세줄 메시지 전체 점멸표출방법, 1현시 세줄 메시지 중 한 줄 점멸표출방법, 세줄 메시지 중 두줄은 고정하고 한줄만 2현시로 표출하는 3가지 VMS 표출방식의 효과를 분석하였다. 그 결과 1현시 세줄 메시지 전체 점멸표출시 독해평균 시간은 항시표출과 차이가 없으며, 이해도 역시 차이가 없는 것으로 나와 가장 효과가 좋은 것으로 나왔다 [10].

## 2. 연구의 차별성

선행연구 논문들을 종합하여 보면, 주행 시뮬레이터를 이용하여 VMS의 운영방안에 대해 연구한 내용은 주로 VMS의 현시, 설치위치 등 판독에 관한 것들이 주를 이루고 있다. 그러나 본 연구는 VMS정보를 제공받아 인지하고 판단하여 행동하기 까지 운전자들의 스트레스 지수를 분석하여 운전자들에게 가장 편안하게 정보를 받아들일 수 있는 교통정보 제공 내용과 설치위치를 제시하고자 한다.

또한 VMS를 원하는 위치에 세우고 VMS제공 내용이나 현시 등을 원하는 대로 바꾸는 것은 현실에서는 불가능하기 때문에 가상 시뮬레이터로 연구하는 방법이 효과적이라고 판단된다.



<그림 2> 차량 시뮬레이터  
<Fig. 2> Driving simulator

## 2) 생체계측시스템

뇌파(EEG:Electro Encephalo Gram)란 뇌세포 집단의 미세하며 율동적인 전기활동을 두피에 전극을 부착하여 유도하고 이를 뇌파계(electroencephalograph)로 증폭시켜 전위를 증축, 시간을 횡축으로 해서 기록하는 것으로 수시로 변화하는 뇌의 기능 상태를 잘 나타내는 생체신호이다.

본 연구의 뇌파측정은 다원생체계측시스템(PolyG-I)

<표 1> 뇌파의 주파수 대역과 특징

<Table 1> EEG Frequency bands and character

구분	주파수	의식상태	주요 생성부분
δ파 (delta wave)	0.2-3.99 Hz	깊은수면, 내면의식	-
θ파 (theta wave)	4-7.99 Hz	깊은수면, 내면의식	전두엽, 측두엽
α파 (alpha wave)	8-12.99 Hz	휴식, 내면의식과 표면의식의 교량	후두엽, 두정엽
βL파 (beta Low wave)	13-20 HZ	활성상태, 표면의식, 주의, 집중	전두엽, 중심엽, 측두엽
βH파 (beta High wave)	21-40 HZ	활성, 흥분, 스트레스, 표면의식, 초조, 긴장	전두엽, 중심엽, 측두엽
γ파 (gamma wave)	41- HZ	동조의식, 스트레스, 흥분	-
SMR파 (SMR wave)	12-15 HZ	각성, 준비상태	-

## Ⅲ. 가상주행 실험 설계

### 1. 가상주행 실험 장비

#### 1) 가상주행 시뮬레이터

본 연구에서 가상주행 실험을 위해 사용된 시뮬레이터는 I-drive 3ch. 2DOF MP폼종으로서, PCIG영상엔진, 32인치 3채널 LCD 모니터, 100% 실차부품을 이용한 1/4차량 형태 캐빈 및 CFLS, ASWS(Active Steering Wheel System) Logic, 5.1채널 디지털 사운드, 2축 전기식 1인승 모션플랫폼, 운영 computer 1식, 조명 및 Air Conditioner 1식으로 구성되어 있다.

본 연구에서 가상주행 피실험자의 주행속도, 주행시간, 충돌여부, 주행거리, 주행좌표 등 기초자료를 기록하는 S/W는 Data Logger이며 0.02초 간격으로 모든 data가 기록, 저장된다.



<그림 3> 생체계측시스템(PolyG-I)  
<Fig. 3> Body measure system(PolyG-I)

를 사용하였다. PolyG-I 시스템은 인체에서 발생하는 뇌파, 심전도, 근전도, 맥파, 호흡, 안전도, 피부전기 반사 총 16(14+AUX2)채널의 생리신호를 동시에 측정 가능하며 인체에 센서를 부착하여 실시간 데이터를 수집한다. EEG(뇌파) 8채널, ECG(심전도) 1채널, PPG(맥박) 1채널, RESP(호흡) 1채널, EMG(근전도) 2채널, GSR(피부전기반사) 1채널을 측정할 수 있다. 본 연구에서 운전자의 스트레스 측정을 위해 필요한 뇌파는  $\alpha$ 파,  $\beta$ 파이므로 주요 생성 부분인 후두엽(O1, O2)과 전두엽(Fp1, Fp2) 4곳에서 측정을 실시하였다.

뇌파측정 및 분석을 하는 S/W는 Telescan으로서 실시간으로 뇌파를 측정하고 원하는 시간과 원하는 채널, 원하는 주파대역을 분석하고 파워스펙트럼으로 수치를 계산할 수 있다.

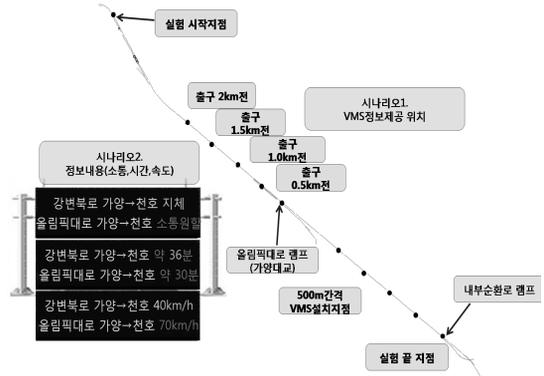
## 2. 가상주행 실험 과정

### 1) 가상주행 실험 맵 구축 및 시나리오 구성

가상주행 실험을 위해 구축된 맵은 국도77번(자유로) 이산포 IC에서 가양대교를 지나 강변북로 성산대교 북단 램프까지 이어지는 20km 구간이다.



<그림 4> 가상주행 실험 구축 맵  
<Fig. 4> Building map in driving simulator



<그림 5> 실험 시나리오  
<Fig. 5> Experiment scenario

피실험자들은 구축된 맵을 시뮬레이터를 통해서 주행하게 되며 본 연구에서 진행할 실험시나리오는 2가지가 있다. 첫 번째 시나리오는 VMS 설치위치에 따른 운전자 스트레스 비교이며, 출구 500m전, 1km 전, 1.5km전, 2km전에서 정보를 제공했을 때 운전자가 가장 덜 스트레스 받는 위치를 알아보고자 한다. 두 번째 시나리오는 VMS 정보제공 내용에 따른 운전자 스트레스 비교이며, 소통정보(정체, 지체, 원활), 시간정보, 속도정보를 주었을 때 운전자가 가장 덜 스트레스 받는 정보내용을 알아보고자 한다.

피실험자들은 주행실험에 앞서 실험가상 상황에 대해서 설명을 듣게 되고 정확한 뇌파분석을 위해 주행이 시작되면 말을 하거나 움직일 수 없도록 하였다. 피실험자에게 가정된 상황은 “오늘 당신은 오후 1시에 서울시 광장동 위커힐 호텔에서 중요한 계약이 있는 날입니다. 1시까지 도착을 못하게 되면 큰 계약이 무산되는 상황입니다. 당신의 집인 일산 대화동에서 출발하여, 현재(12시 20분) 강변북로 행주대교 부근을 지나고 있습니다. 남은 시간은 40분이며, VMS 교통정보를 잘 보시고 목적지까지 꼭 약속 시간내에 도착하도록 주행하시기 바랍니다.”이다.

### 2) 가상주행 실험 자료 분석 방법

피실험자 48명의 data Logger에 기록된 기초 주행 자료와 Telescan에 기록된 뇌파자료를 소프트웨어를 이용하여 분석하였다.

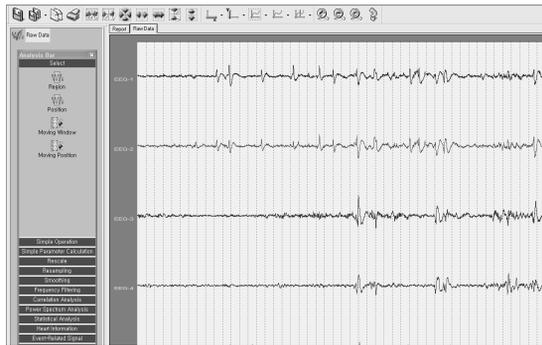
기초 주행자료는 피실험자가 해당 시나리오의 VMS를 통과한 시간을 알 수 있으며, 그 때 속도와 브레이크 파워, 충돌유무, 이상현상 등을 파악할 수 있다. 특별히 충돌이나 이상현상으로 인한 감속 등이 나타나지 않으면 피실험자에게 주어진 시나리오

외에는 모든 조건이 같다고 볼 수 있으며 뇌파분석을 통한 스트레스 지수는 순수 시나리오에 의해 산출된 것으로 볼 수 있다.

피실험자의 해당 시나리오에 의해서 제공받은 VMS 설치지점을 지나는 시점에서 이전 3초와 이후 5초 총 8초간의 뇌파기록을 추출하여 스트레스 지수를 계산하였다. 모든 피실험자들은 동일하게 8초간의 스트레스 지수를 분석하였다. 스트레스 지수 산출식은 고베타파( $H\beta$ 파)/알파파( $\alpha$ 파)이다.

<표 2> 피실험자 기초주행 자료(예시)  
<Table 2> Researcher's basic driving data(sample)

주행 시간 (초)	브레이크 파워	속도 (km/h)	RPM	x좌표	y좌표	충돌 여부
0	0	1.739	800	-6308.9	5409.42	0
1	0	3.507	2311.92	-6304.1	5403.36	0
2	0	5.002	2600.13	-6300.8	5399.03	0
3	0	6.105	2859.99	-6295.6	5392.36	0



<그림 6> 뇌파자료(예시)  
<Fig. 6> EEG data(sample)

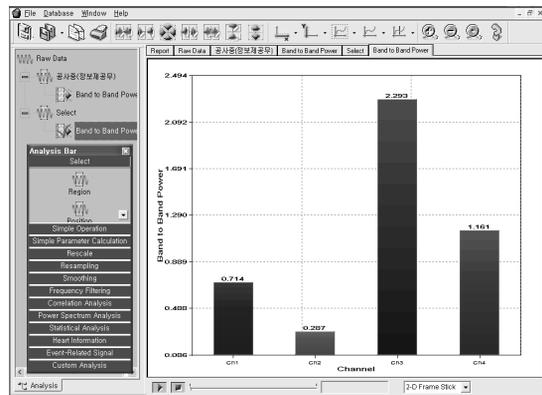
#### IV. 시나리오별 가상 주행실험 결과

##### 1. 실험개요

본 가상주행 실험에 참여한 총 인원은 48명으로 운전경력 1년이상자이며, 예비실험을 거쳐 실험 시나리오를 점검한 후 본 실험을 실시하였다. 남성과 여성의 비율은 3대1로 구성하였고 연령별 비율은 동일하게 구성하였다.

##### 1. 시나리오1-VMS 설치위치에 따른 스트레스

첫 번째 시나리오인 VMS설치위치에 따른 운전자들의 스트레스 지수를 비교하면 좌뇌 전두엽과 우뇌 전두엽이 동일하게 출구 500m전에 정보를 주었을 경우 가장 스트레스를 많이 받고, 출구 1.5km전이가장 스트레스를 덜 받는 것으로 분석되었다.



<그림 7> 스트레스 지수산출(예시)  
<Fig. 7> Stress index calculation(sample)

<표 3> 실험의 개요  
<Table 3> Experiment outline

분류	내용
실험일자	- 예비실험 : 2009년 12월 28일(월) ~ 2009년 12월 30일(수) (3일간) - 1차실험 : 2010년 1월 18일(월) ~ 2010년 1월 20일(수) (3일간) - 2차실험 : 2010년 2월 1일(월) ~ 2010년 2월 3일(수) (3일간)
실험장소	- 0000대학교 0000과 시뮬레이터 실험실
피실험자 구성	- 총 피실험자 48명 - 남성 : 여성 = 3 : 1 - 연령별 구성 : 20대~ 50대 각12명씩

<표 4> VMS 제공위치별 스트레스 지수(좌뇌 전두엽)  
 <Table 4> A stress index on VMS installation location  
 (the frontal lobe of left brain)

	좌뇌 전두엽			
	2km	1.5km	1km	0.5km
1	5.4	4.578	2.158	11.97
2	0.5233	0.441	3.959	13.86
3	3.148	3.412	1.607	7.49
4	2.621	3.819	3.547	5.127
5	4.34	1.607	2.76	0.5316
6	1.138	2.743	1.165	1.327
7	1.741	0.357	2.746	8.43
8	0.5772	6.19	0.932	6.38
9	0.714	0.884	0.955	0.6573
10	0.4748	0.5964	3.509	9.14
11	4.417	1.138	4.994	10.14
12	5.79	0.441	5.179	6.93
13	2.501	2.19	5.454	9.14
14	2.9	6.62	2.531	3.147
평균	2.591	2.501	2.964	6.733

<표 5> VMS 제공위치별 스트레스 지수(우뇌 전두엽)  
 <Table 5> A stress index on VMS installation location  
 (the frontal lobe of right brain )

	우뇌 전두엽			
	2km	1.5km	1km	0.5km
1	1.37	2.76	2.158	5.68
2	0.5283	0.643	3.959	8.44
3	2.251	1.978	1.931	3.18
4	5.91	2.05	5.062	2.762
5	5.38	2.096	1.53	0.5283
6	0.501	5.088	0.886	0.515
7	1.048	0.281	2.63	7.07
8	0.5435	1.93	0.849	4.59
9	0.287	0.682	0.858	0.3479
10	0.46	0.5849	1.829	4.18
11	1.823	0.501	2.59	5
12	3	0.523	1.835	9.68
13	1.936	1.312	3.19	4.18
14	1.381	4.73	2.879	1.9
평균	1.887	1.797	2.299	4.146

Pair 1	vms1.5km - vms0.5km	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
		-4.23233	5.01882	1.34000	-7.12802	-1.33576	-3.157	13	.008

<그림 8>시나리오1. t-test 검증결과(좌뇌)

<Fig. 8> Scenario1. paired sample t-test result(left brain)

Pair 1	VAR0006 - VAR0008	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
		-2.34550	3.90203	1.05641	-4.43815	-0.05304	-2.220	13	.045

<그림 9> t-test 검증결과(우뇌)

<Fig. 9> Paired sample t-test result(right brain)

스트레스를 가장 많이 받는 출구 500m전과 스트레스를 가장 적게 받는 출구 1.5km전 그룹에 대하여 평균의 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 다음과 같은 가설을 세우고 spss를 통해 대응표본 t검정(paired sample t-test)을 실시하였다.

$H_0$  : 출구 1.5km전에 VMS정보를 제공받았을 때 스트레스 지수와 출구 500m전에 VMS정보를 제공받았을 때 스트레스 지수평균은 같다.

$H_1$  : 출구 1.5km전에 VMS정보를 제공받았을 때 스트레스 지수와 출구 500m전에 VMS정보를 제공받았을 때 스트레스 지수평균은 같지 않다.

대응표본 t검정(paired sample t-test)결과, 좌뇌와 우뇌 모두 Sig.값이 0.05를 넘지않아 귀무가설을 기각하여 두 그룹의 평균은 같지 않다고 할 수 있으므로 출구 1.5km전에 정보를 제공하는 것이 운전자들에게 가장 스트레스가 적다고 할 수 있다.

첫 번째 시나리오에 대한 실험결과 운전자들에게 가장 스트레스를 적게 주는 VMS 정보제공 위치는 출구 1.5km전 이라는 결론을 얻을 수 있다. 이는 VMS운영관리지침(국토해양부)에서 제시한 출구 1~2km전 이라는 범위에 포함되는 결과이며 더욱 세분화된 적정위치임을 알 수 있다.

## 2. 시나리오2-VMS 제공내용에 따른 스트레스

두 번째 시나리오인 정보제공 내용에 따른 운전자들의 스트레스 지수를 비교하면 좌뇌 전두엽과 우뇌 전두엽이 동일하게 시간정보가 운전자들이 가장 덜 스트레스를 받으며, 속도정보가 가장 많이 스트레스 받는 것을 알 수 있다.

스트레스를 가장 많이 받는 속도정보와 스트레스를 가장 적게 받는 시간정보 그룹에 대하여 평균의 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 다음과 같은 가설을 세우고 통계패키지 spss를 통해 대응표본 t검정(paired sample t-test)을 실시하였다.

$H_0$  : 시간정보를 제공받았을 때 스트레스 지수와 속도정보를 제공받았을 때 스트레스 지수평균은 같다.

$H_1$  : 시간정보를 제공받았을 때 스트레스 지수와 속도정보를 제공받았을 때 스트레스 지수평균은 같지 않다.

대응표본 t검정(paired sample t-test)결과, 좌뇌와

<표 6> VMS 제공내용별 스트레스 지수(좌뇌 전두엽)  
<Table 6> A stress index on the contents of VMS information provision(the frontal lobe of left brain)

	좌뇌 전두엽		
	소통정보	시간정보	속도정보
1	0.5233	0.441	2.9
2	3.819	0.714	2.531
3	13.86	0.932	2.501
4	11.97	4.417	4.005
5	5.4	6.38	2.19
6	7.49	0.5964	3.147
7	3.959	0.4748	12.07
8	4.578	6.19	6.85
9	1.608	0.5772	6.93
10	5.127	0.357	10.14
11	3.547	1.138	6.15
12	3.148	4.994	5.179
13	3.412	3.509	9.14
14	2.621	0.6573	6.62
15	2.158	0.955	5.454
16	0.441	0.884	8.27
평균	4.603	2.076	5.879

우뇌 모두 Sig.값이 0.05를 넘지 않아 귀무가설을 기각하여 두 그룹의 평균은 같지 않다고 할 수 있으므로 시간정보를 제공하는 것이 운전자들에게 가장 스트레스가 적다고 할 수 있다.

두 번째 시나리오의 실험결과 운전자들에게 가장 스트레스를 적게 주는 VMS 정보내용은 시간정보라는 결론을 얻을 수 있다. 제공한 정보 내용이 비교적 장거리(천호->성수)이라는 점을 감안할 때 속도나 소통에 대한 정보는 운전자들이 경로선택을 위해 고민

<표 7> VMS 제공내용별 스트레스 지수(우뇌 전두엽)  
<Table 7> A stress index on the contents of VMS information provision(the frontal lobe of right brain)

	좌뇌 전두엽		
	소통정보	시간정보	속도정보
1	0.4177	0.523	1.381
2	2.05	0.287	2.879
3	8.44	0.849	1.936
4	5.68	1.823	5.092
5	1.37	4.59	1.312
6	3.18	0.5849	1.9
7	1.298	0.46	3.5
8	2.251	1.93	3.47
9	1.931	0.5435	9.68
10	2.762	0.281	5
11	5.062	0.501	2.93
12	1.666	2.59	1.835
13	1.831	1.829	4.18
14	3.621	0.3479	4.73
15	2.367	0.858	3.19
16	0.523	0.682	3.35
평균	2.778	1.167	3.522

<그림 10> 시나리오2. t-test 검증결과(좌뇌)

<Fig. 10> Scenario2. paired sample t-test result(left brain)

Paired Samples Test									
Pair 1	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper				
시2ch1 - 속도ch2	-3.80377	4.02246	1.00601	-5.94719	-1.66036	-3.783	15	.002	

<그림 11> 시나리오3. t-test 검증결과(우뇌)

<Fig. 11> Scenario3. paired sample t-test result(right brain)

Paired Samples Test									
Pair 1	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper				
시2ch2 - 속도ch2	-2.95536	2.62600	.66075	-4.25845	-1.65226	-3.575	15	.003	

을 해야 하지만 시간정보는 걸리는 시간을 바로 알 수 있으므로 유용하다고 할 수 있다. 그러므로 장거리 구간에 대한 정보를 줄 때는 운전자의 반응, 판단, 행동의 시간을 줄이기 위해서 한번의 자극으로 정보 내용을 바로 인지할 수 있는 시간정보를 주는 것이 운전자 입장에서 편안한 정보이며, 가장 안전한 주행을 할 수 있게 하는 정보내용이라고 판단된다.

## V. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 이용자 중심의 VMS정보 제공을 위한 운전자 심리적 반응을 연구하였으며 가상주행 실험(driving simulator)과 뇌파분석을 이용하였다.

VMS를 통한 교통정보 Contents에 관한 두가지 시나리오에 대하여 가상주행 실험을 실시하고 피실험자들의 뇌파를 통해 스트레스 지수를 비교·분석하였다. 첫 번째 시나리오 실험으로서, 출구 500m전, 출구 1.0km전, 출구 1.5km전, 출구 2.0km전에서 각각 VMS 정보를 제공하였을 때 운전자들의 스트레스 지수를 비교하였다. 그 결과는 출구 500m전이 가장 스트레스 지수가 높았고 출구 1.5km전이 가장 스트레스 지수가 낮은 결과 나타났다. 이는 국토해양부 VMS운영지침에서 도시부 고속도로의 경우 VMS정보는 출구 1~2km전에 제공해야 한다는 항목과 일치하는 결과를 나타내며 이용자의 심리상태를 고려하여 좀 더 정확한 제공거리를 산출한 것이라 할 수 있다.

두 번째 시나리오 실험으로서, 소통정보, 시간정보, 속도정보를 제공하였을 때 운전자들의 스트레스 지수를 비교하였다. 그 결과 시간정보를 제공 받은 운전자들의 스트레스 지수가 가장 적게 나타났으며, 속도정보를 받은 운전자들의 스트레스 지수가 가장 높게 나타났다. 제공한 정보 내용이 비교적 장거리(가양->천호 약 28km)이라는 점을 감안할 때 속도나 소통에 대한 정보는 운전자들이 경로선택을 위해 고민을 해야 하지만 시간정보는 걸리는 시간을 바로 알 수 있으므로 유용하다고 할 수 있다. 따라서 운전자들이 소요시간 정보 등과 같이 1번의 자극으로 의사전달이 가능 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 그러나 단거리의 정보를 줄 때는 속도정보와 소통정보도

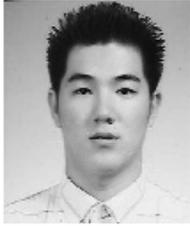
운전자들이 느끼는 스트레스의 차이는 적을 것으로 생각되며 향후 연구할 내용으로 생각된다.

더욱 이용자 중심의 VMS 교통정보를 제공하기 위한 향후과제로 제공거리와 정보내용(소통정보, 시간정보, 속도정보)의 조합에 따른 스트레스 차이, 실제 교통상태(원할, 지체, 정체)에 따른 스트레스 차이, 대안경로에 대한 제시여부에 따른 스트레스 차이, 대안경로 존재여부에 따른 스트레스 차이를 연구해 볼 필요성이 있겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] ITS코리아(<http://www.itskorea.or.kr>), ITS 정의
- [2] R. Fuller and J. A. Santos, *Human Factors for Highway Engineering*, Pergamon, 2002.
- [3] 김태형, "Driving Simulator를 이용한 VMS메시지 판독시간모형 개발," *한국ITS학회논문지*, 제6권, 제3호, pp. 24~32, 2007. 6.
- [4] 송태진, "운전자 인적요인을 고려한 PVMS 메시지 판독특성 분석," *한국ITS학회논문지*, 제7권, 제4호, pp. 25~35, 2008. 8.
- [5] 김남선, "고속도로 VMS Message Set연구 및 이용자 선호도 평가," *한국ITS학회논문지*, 제8권, 제4호, pp. 1~13, 2009. 8.
- [6] 김태호, "고속도로 유출지점 경로안내용 도로전광 표지의 설치위치 산정방안에 관한 연구," *한국도로학회논문집*, 제10권, 제1호, pp. 101~113, 2008. 6.
- [7] 도철웅, "차량시물레이터 및 아이카메라를 이용한 도로안전성 평가기법 개발," *한국도로학회지*, 제7권, 제4호, pp. 185~202, 2005. 12.
- [8] 정순철, "동적 시물레이터에서 속도와 운전 형태 변화에 따른 운전자의 감성평가," *산업경영시스템학회지*, 제24권, 제65집, pp. 51~63, 2001. 11.
- [9] 홍지연, "VMS 교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 모형 개발," *한국ITS학회지*, 제8권, 제3호, pp. 11~19, 2009. 6.
- [10] C. L. Dudek, S. D. Schrock, and G. L. Ullman, "Impact of using dynamic features to display message signs," FHWA, Aug. 2000.

저자소개



임 준 범 (Lim, Joon-Bum)

2009년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정



홍 지 연 (Hong, Ji-Yeon)

2009년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 교통공학과 박사과정

2004년 7월 ~ 2006년 11월 : 인천광역시 교통국 교통전문직

2002년 12월 ~ 2004년 6월 : 교통개발연구원 도로교통연구실 위촉연구원

2000년 11월 ~ 2001년 12월 : 교통개발연구원 광역교통연구실 위촉연구원

2001년 2월 : 연세대학교 공과대학 도시공학과 공학석사(교통공학 전공)



이 수 범 (Lee, Soo-Beom)

2002년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 교수

2002년 1월 ~ 2002년 2월 : 교통개발연구원 도로교통실장

2001년 7월 ~ 2002년 1월 : 교통개발연구원 기획조정실장

1999년 6월 ~ 2001년 7월 : 교통개발연구원 도로교통팀장

1995년 8월 : 미국 위스콘신대학 토목공학과 공학박사(교통공학전공)

1990년 5월 : 미국 위스콘신대학 토목공학과 공학석사(교통공학 전공)



정 성 화 (Jung Sung-Hwa)

2009년 3월 - 현재 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정



황 정 래 (Hwang Jung-Rae)

2008년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 박사후과정

2007년 9월 ~ 2008월 8월 : 부산대학교 연구교수

2007년 3월 ~ 2007년 8월 : 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소

2007년 2월 : 부산대학교 지리정보공학과 졸업(공학박사)

2001년 2월 : 부산대학교 지리정보공학과 졸업(공학석사)