

구조방정식 모형을 이용한 도형식 가변안내표지판의 운전자 선호도 평가 모형 개발

Developing a Structural Equation Model of Drivers' Preference on Route Diagrams of Variable Message Sign

권혜리*
(Hye Ri Kwon)

김병종**
(Byung Jong Kim)

김원규**
(Won Kyu Kim)

유수인***
(Su In Yu)

요약

도형식 가변안내표지판은 운전자들의 경로선택에 대한 의사결정을 지원하는 역할을 하며 운전자의 이해도와 시인성이 높아 도심부 도로 및 고속도로에 설치가 확대되고 있다. 그러나 도형식 가변안내표지판에 대한 운영방안이나 지침 등이 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 도형식 가변안내표지판 표출면 구성에 따른 운전자의 선호도를 평가하는 모형을 개발하기 위하여 차량 시뮬레이터를 활용한 실험 및 설문조사를 수행하였다. 연구 결과 표출면의 구성요소 중 도로선형, 외곽선, 문자체 등의 디자인적인 요소보다는 문자높이, 노드 수 등의 정보 제공 량이나 시인성과 관련된 부분이 운전자의 감성요인과 선호도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 도형식 가변안내표지판의 제공 정보 단위 수는 11단위 또는 12단위가 적절한 것으로 나타났으며, 이는 통행시간을 제공할 경우 3개의 노드, 통행 시간을 제공하지 않을 경우 5개 노드의 정보를 제공하는 것이 적절한 수준임을 의미한다. 따라서 가변안내표지판을 설치할 때 운전자의 감성요인과 선호도를 높일 수 있는 구성요소를 고려하여 표출면을 설계하여야 한다.

핵심어 : 가변안내표지판, 도형식 가변안내표지판, 차량 시뮬레이터, 구조방정식 모형, 감성공학

ABSTRACT

VMS(Variable Message Sign) helps drivers to choose their path to destinations on roadways. Some types of VMS often provide traffic information with clearly visible and comprehensible graphical route diagrams. Currently many diagramed types of VMS are installed on urban arterial and highways. This type of VMS surely enhances drivers' ability to comprehend traffic route information while they are driving on the roadway. Nevertheless, some of them are presented with so much information and design elements and they sometimes lead to decline of drivers' comprehensible level for traffic information. Drivers would fail to decide their preferable route in this state of information overflow. The purpose of this paper is to develop a drivers preference model for effective design principle including size and height of displaying font, and the amount of information in the route diagram considering driving speed, sex and age of the driver. This model is developed using structural equation modeling techniques. This model considers driver's emotional factor and, human factor and design component of route diagram. To collect data, we built driving simulator which is able to replicate real driving condition. 72 people who participated in the simulation were selected considering gender and age. The developed model showed that the amount of information, and visibility are more influential factors to the drivers' preference of the route diagram on VMS than design elements such as the shape and the font of the diagram.

Key words : VMS, Route Diagrams of Variable Message Sign, driving simulator, structural equation model, human sensibility ergonomics

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업 “지능형 다기능 가변안내표지판 개발” 과제(11PTSI-C056431-02) 지원으로 수행하였습니다.

* 주저자 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 석사

** 공저자 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

*** 교신저자 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 석사과정

† 논문접수일 : 2014년 02월 07일

† 논문심사일 : 2014년 05월 02일

† 게재확정일 : 2014년 05월 07일

I. 서론

1. 배경 및 목적

가변안내표지판(VMS: Variable Message Sign)은 원활한 도로 소통을 확보할 수 있으며, 교통사고 방지를 위한 부속시설로서 교통안전 확보 및 도로 위 돌발 상황 정보를 제공한다. 또한 우회 경로 전방에 설치되어 운전자들의 경로 선택 의사결정을 위한 교통정보를 제공한다. 그 중 도형식 VMS는 기존 VMS와 달리 도로 형태를 표출함으로써 시각적 효과를 높여 운전자의 이해도와 시인성이 높다. [1,2]

도형식 VMS의 시각적 효과와 높은 시인성에도 불구하고, 도형식 VMS의 운영 방안 등은 연구된 바 없으며, 국토교통부에서 고시한 「ITS 사업시행 지침-도로전광표지(VMS) 설치 운영 및 유지관리 지침」에서도 도형식 VMS의 운영과 관련된 내용은 다루고 있지 않다. 특히 각 지자체마다 설치되는 도형식 VMS에 대한 기준이 상이하고 시인성 등이 고려되지 않아, VMS로서의 기능을 상실한 경우가 발생한다. 이에 따라 운전자가 안전한 주행 환경에

서 효과적으로 정보를 얻을 수 있도록 운전자의 인지반응을 고려한 도형식 VMS 운영 방안 및 평가 기법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 도형식 VMS에 대한 운전자의 인지성능 및 선호도를 평가하는 모형을 개발하고 통계적인 분석을 통하여 운전자의 선호도를 반영한 도형식 VMS의 적절한 정보 제공량 및 표출면 설계 기준 등을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 도형식 VMS에 대한 운전자의 선호도 평가 모형을 개발하는데 목적이 있다. 선호도 평가 모형은 감성공학적인 접근 방법과 구조방정식 모형 이론을 결합하여 개발하였다. 본 연구의 전체 흐름은 <그림 1>과 같다.

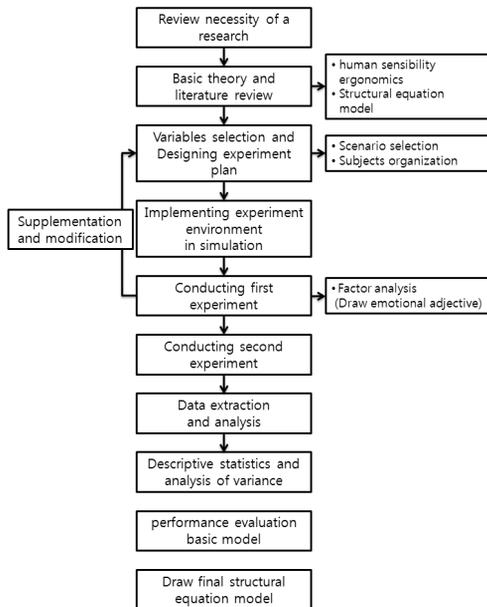
II. 이론적 배경 및 기존 연구 검토

1. 이론적 배경

1) 감성공학

감성공학이란 인간의 감성을 정성·정량적으로 측정 및 평가하여, 제품개발이나 설계 등에 응용하는 학문으로, 인간의 감성을 정량화하기 위하여 의미미분법과 상관분석, 수량화 이론 등의 다양한 통계 분석기법을 이용한다. 본 연구는 의미미분법을 활용하여 감성형용사 중 설명력이 높은 형용사를 도출하였으며, 도출된 감성요인을 바탕으로 도형식 VMS 선호도와와의 관계를 파악하였다.

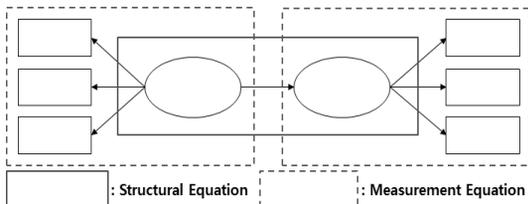
의미미분법은 설문 조사 시, 감성형용사의 순서적도에 응답자의 감성정도를 반영시키는 기법이다. 조사대상에 대하여 연상할 수 있는 형용사와 이에 정반대되는 형용사를 양 끝에 배치하고, 순서적도를 설정하여 통계적 분석을 수행한다. 통계 분석 결과를 바탕으로 대상에 대한 이용자의 감성을 측정하고 평가할 뿐만 아니라, 이용자가 선호하고 만족도가 높은 산출물을 개발하는데 활용할 수 있다.



<그림 1> 연구흐름도
<Fig. 1> Research Flow Chart

2) 구조방정식 모형

구조방정식 모형은 연구자가 설정한 인과관계에 대한 모형을 검증하기에 적합한 분석 기법이다. 일반 회귀분석에서는 변수의 측정오차를 고려하지 않으나, 구조방정식 모형은 모델에 포함된 관측변수의 측정오차를 고려하여 잠재변수간의 순수한 구조계수를 파악한다. 또한 동시에 다수의 독립변수와 다수의 종속변수 간의 관계를 추정할 수 있어 변수들 간의 관계를 파악하는데 용이하다. 일반적으로 구조방정식 모형은 Structural Equation(구조모델), Measurement Equation(측정모델)로 구성되며, 기본 구조는 아래 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 구조방정식의 기본 구조
<Fig. 2> Basic Structure of SEM

구조방정식은 먼저 각 측정모델이 정확하게 측정되었는지 통계적 검정을 수행 후, 잠재변수 간 관계를 분석하여 정해진 가설을 검증한다. 개발된 모형은 적합도 지수를 이용하여 모델 적합도를 검정하고, 수정을 통해 설명력이 높은 최종 모델을 도출한다.

2. 기존 연구 검토

왕이완 외(2010)는 터널경관에 대하여 터널의 구성요소와 운전자의 감성요인 간 관계를 분석하여 터널경관 평가방법을 제시하였다. 감성공학과 경관 분석 방법을 적용하여 운전자가 느끼는 경관 만족요인에 대하여 분석하고 선호도 모형을 구축하였다. 내부경관 요소로 조명의 배치, LED 시선유도시설, 음영비, 내벽타일의 높이, 밝은 조도, 측방 여유폭 등을 고려하여 9가지 유형의 터널에 대해 실험을 수행하였다. 그 결과 터널경관에 대한 감성형용

사로 안전성과 변화성이 도출되었고, 감성요인과 구성요소 간 상관관계를 분석을 통해 향후 터널 설계 방향을 제시하였다. [3]

이병주 외(2003)는 차량 시뮬레이터 실험을 통해 고속도로 혼합곡선부에 대한 운전자 안전성 모형을 도출하였다. 동적 반응 실험을 수행하여 주성분 분석 및 LISREL 모형을 구축하였으며, 안전성 향상을 위한 설계요인을 규명하고 안전한 설계 방안을 제시하였다. 분석 결과 정적 상태의 안전성과 가장 관련이 높은 요인은 주행속도이며, 동적 안전성에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 도로 이미지, 기하구조 등이었다. [4]

김장욱 외(2008)는 고속도로 이용자를 대상으로 고속도로 교통정보만족도에 대한 이용자의 인식과 만족도 간의 상관관계를 밝혔다. 수량화 이론을 바탕으로 정확성 및 신속성 이미지 요인을 설명변수로, 만족도를 외적기준으로 분석을 실시하였다. 그 결과 운전자가 만족도에 가장 큰 영향을 받는 요인은 교통정보 노출 횟수로 ‘교통정보를 통하여 경로변경이 수월하다.’가 중요한 설명변수로 나타났다. 또한 교통정보만족도에 정확성요인이 가장 큰 영향을 미치는 것을 밝혀냈다. [5]

강원의 외(2005)는 도로표지 글자 크기의 적정성 평가 방법을 정립하고, 차로변경길이, 반응거리 등의 변수를 검토하였다. 현장실험을 통해 실제 시인 거리를 산출하고, 실내실험을 통해 정보량에 따른 판독소요길이를 측정하였다. 현재 사용되고 있는 도로표지의 글자크기를 검토한 결과 현행 글자크기는 적정한 것으로 판단되었다. 그러나 피실험자 대상이 10명으로, 연구의 신뢰도를 향상시키기 위하여 추가 인원을 대상으로 실험이 필요하다. [6]

Ryoichi Sakano 외(2009)는 교통수단 선택 결정과정을 구조방정식 모형을 이용하여 파악하였다. 성별, 자동차 필요 유무, 통행비용, 통행시간, 수단의 효율 등의 관측변수를 사용하여 모형을 도출하였다. 또한 SP데이터와 RP데이터를 사용하여 모형의 적합성을 측정함으로써 적합성을 더욱 향상하였다. [7]

〈표 1〉 기존 연구 요약
 〈Table 1〉 Summary of Research

Researcher	Main Substance
Wang.(2010) [3]	Suggestion on the evaluation of tunnel using human sensibility ergonomics and sight analysis by grasping corelation between components of the tunnel and emotional factors.
Lee.(2003) [4]	Factor of safety in static conditions is the traveling speed, is the road image and the geometry of road in dynamic condition.
Kim.(2008) [5]	Main factor of satisfaction is the number of being provided traffic information and accuracy of information
Kang.(2005) [6]	Establishment of the evaluation of letter size adequacy of traffic sign. Verification of letter size adequacy of present traffic sign.
Sakano.(2009) [7]	Grasp process of modal split using SEM. Evaluation of the suitability of Model using SP data and RP data.

3. 기존 연구와의 차별성

기존 연구 검토 결과, 도형식 VMS의 운전자 선호도 평가와 관련된 연구 사례는 없는 것으로 판단된다. 유사한 사례로는 강원의 외(2005)가 수행한 ‘도로표지 정보의 판독성에 관한 실증 연구’가 있으나, 해당 연구의 경우 이는 일반 도로표지를 대상으로, 현행 도로표지의 글자크기 적정성을 연구하였으며, 이는 도형식 VMS에 적용하는 데는 무리가 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 감성공학과 구조방정식 모형을 바탕으로 도형식 VMS의 선호도 평가 모형을 개발하였다. 또한 운전자의 선호도를 반영한 적절한 정보제공량 및 도형식 VMS 표출면 설계 기준 등을 제시함으로써 향후 도형식 VMS 구축 시 활용 가능한 기준이 될 것으로 판단된다.

III. 실험 방법

1. 실험 방법 및 변수 정의

피실험자는 차량시뮬레이터를 이용하여 도심부

도로를 모사한 가상의 왕복 4차로 구간의 교차로를 주행하고, VMS 표출면에 대한 선호도 및 감성형용사에 대한 점수를 별도의 설문지에 응답하였다. 피실험자가 시뮬레이션 주행 환경 및 조작에 적응할 수 있도록 실험 전 임의의 시나리오로 연습 주행 후, 본 실험을 진행하였다. 또한 반복된 실험으로 인한 데이터 수집 오차를 방지하기 위하여, 시뮬레이터 주행은 1인당 8회로 제한하였다.

운전자의 선호도는 크게 운전자 개인 속성, 표출면 구성 요소, 개인의 감성적 요인에 의해 영향을 받을 것으로 판단하였다. 본 연구에서는 운전자 개인 속성으로 연령과 성별을 반영하였으며, 표출면 구성 요소는 <표 2>와 같이 반영하였다.

〈표 2〉 표출면 구성 요소 속성
 〈Table 2〉 Attributes of displays

Attribute	Level			
	Road line	Straight line		Curve line
Travel time	Not providing		Providing	
Outline and node	Nothing		Outline	Node
Font size (cm)	30		40	50
Font Type	Gothic type		Gulim type	Mingstyle type
Number of nodes	3	5	7	8
Speed (km/h)	30		40	50

직교계획법을 이용하여, 주행속도를 제외한 6가지 속성 조합 결과 총 16개의 조합이 도출되었다. 따라서 실험 시나리오는 표출면 구성(16개)과 속도(3개)의 조합에 따라 총 48개로 구성하였다.

표출면 크기는 4800*2400mm를 기본으로 설정하였으나 표출면 구성요소(정보량, 통행시간 제공 유무 및 문자높이 등)에 따라 화면을 구성하는데 어려움이 있었다. 따라서 표출면 구성요소에 따라 표출면 높이를 각 1.5배, 2배하였으며, 너비는 이와 비례하게 적용하였다. 각 표출면은 모두 전방 277m에서 시인성을 확보할 수 있도록 하였으며, <표 2>의 속성을 제외한 다른 구성 요소들은 <표 3>과 같이 고정하여 실험을 진행하였다.

감성요인의 경우, 마이크로소프트에서 개발한 제품반응카드의 형용사(118개)와 VMS 평가에 적합한

〈표 3〉 시뮬레이션 내 고정 요소
 〈Table 3〉 Fixed attributes in displays

Attribute	Applied in simulation
Day and night	Day
Ratio of width vs height	1:1 (in some cases 1:0.9)
Arrow thickness	0.5H
Space between words	0.375H
Space between letters	0.25H

* H: letter size

형용사(18쌍)을 도출하여 감성요인에 대한 대표 형용사를 선정하였다. [8] 상세한 내용은 IV. 데이터 분석의 1. 감성형용사 도출에 수록하였다.

2. 실험 환경 구현

실험 환경은 가상주행시뮬레이션 프로그램인 UC-Winroad 패키지를 이용하여 구현하였다. UC-Winroad 패키지는 구성이 간편하고 PC로 조작성이 용이하며, 다른 가상주행 시뮬레이션 패키지와의 비교하여 영상의 질이 떨어지지 않는다. 시뮬레이션의 구체적인 사양은 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 시뮬레이션 사양
 〈Table 4〉 Specification of simulation

Composition	Specification
Computer	-Intel i7 Ghz, GTX 460, 4GB Ram
Display	-50" PDP -Resolution 1920×1080
Controller	-Driving Controller (wheel, pedal)

시뮬레이션은 고성능 데스크탑에서 구동되고, 42인치 고해상도 디스플레이 3대에서 표출하였다.

피실험자는 차량 시뮬레이터에 탑승하고 실제 차량과 유사하게 구성된 핸들과 엑셀레이터를 조작하여 실험을 수행하였다. 시뮬레이션 내 주행구간은 일반 도심부 왕복 4차로 구간 교차로를 모사한 가상의 주행 구간이며, 1개의 교차로를 통과하고 다음 교차로 전방에서 VMS를 볼 수 있도록 구성하였다. 주행 구간은 도로 기하구조 등으로 인한 시인성 저하 등을 우려하여, 직선구간의 가상 주행도로를 구현하여 적용하였다.



〈그림 3〉 차량시뮬레이터 구현 환경
 〈Fig. 3〉 Driving Simulator Implementation Environment

3. 피실험자군 및 설문지 구성

피실험자는 운전면허 소지자를 대상으로 모집하였으며, 데이터 수집 시 특정 연령 및 성별에 집중되는 오류를 방지하고자 현실과 유사한 집단을 구성하고자 인구 구성 비율에 제한을 두어 모집하였다. 구성비는 <표 5>와 같다.

〈표 5〉 피실험자군 구성
 〈Table 5〉 Attributes of subjects

Human factor	Male	Female
20's	8	6
30's	10	8
40's	11	8
50's	8	5
More than 60's	5	3
Total	42	30

피실험자는 총 8회 주행을 수행하며, 매 회 시나리오 주행을 마치고 주행 중 판독한 VMS에 대한 감성형용사, 선호도를 작성하였다. 실험에 사용된

설문지는 별도 수록하였다.

IV. 데이터 분석

1. 감성형용사 도출 (1차 실험)

본 실험과는 별도로 감성형용사 도출을 위한 실험을 진행하였다. 대표 감성형용사를 도출하기 위한 감성형용사는 마이크로소프트에서 개발한 제품 반응카드의 118개의 형용사와 기존 연구 검토를 통해 VMS 평가에 적합한 형용사를 선정하였다. [8]

〈표 6〉 1차 실험 대상 감성형용사
〈Table 6〉 Emotional adjectives

Emotional adjectives	
easy to understand	difficult to understand
definite	not definite
reliable	unreliable
clear	dim
visible	invisible
noticeable	unnoticeable
refined	countrified
sensuous	not sensuous
interesting	not interesting
easy to knowable	difficult to knowable
harmonious	inharmonious
safe	unsafe
suitable information	unsuitable information
composed	not composed
natural	unnatural
comfortable	uncomfortable
helpful	unhelpful
conspicuous	inconspicuous

피실험자는 주행 실험 중, VMS 표출면에 대한 느낌을 각 형용사에 대하여, 5점 척도로 평가하였으며, 18개 형용사의 평가 점수 결과를 바탕으로 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 여러 변수들이 공통적으로 갖는 개념적 특성을 묶어 변수의 성질을 간결하게 기술하는 기법으로, 요인분석을 통해 위 18개의 형용사를 유사한 요인끼리 묶을 수 있다. 분석 결과 입력 변수들 간의 상관관계를 나타내는 KMO값은 0.875이고 유의확률이 0.000으로 요인분석이 의미가 있는 것으로 나타났다.

〈표 7〉 KMO와 Bartlett의 검정
〈Table 7〉 Test of KMO and Bartlett

Test of KMO and Bartlett		
Kaiser-Meyer-Olkin measurement		.875
Test of Bartlett sphericity	chi-square	1571.708
	degree of freedom	153
	p- value	.000

또한 모든 변수의 공통성이 0.5이상으로 나타나 각 형용사에서 추출된 요인들의 설명력이 높은 것으로 나타났다.

〈표 8〉 공통성분석 결과
〈Table 8〉 Result of commonness analysis

Emotional adjectives	Initial	Extraction
easy to understand	1.000	.875
definite	1.000	.883
reliable	1.000	.812
clear	1.000	.843
visible	1.000	.872
noticeable	1.000	.863
refined	1.000	.797
sensuous	1.000	.815
interesting	1.000	.788
easy to knowable	1.000	.868
harmonious	1.000	.727
safe	1.000	.912
suitable information	1.000	.832
composed	1.000	.820
natural	1.000	.782
comfortable	1.000	.837
helpful	1.000	.805
conspicuous	1.000	.784

한편, 고유값은 한 요인의 변수들이 가지고 있는 양의 분산을 설명하는 값으로, 요인이 설명할 수 있는 변수들의 분산 크기를 나타낸다. 고유값이 1보다 크다는 것은 하나의 요인이 변수 1개 이상의 분산을 설명해준다는 것을 의미한다. [9] 고유값(Eigen Value)이 1 이상인 성분을 대표 요인으로 도출한 결과 총 4개의 요인이 도출되었으며 이를 대표 형용사 그룹으로 선정하였다.

추출된 4개 요인에 포함되는 형용사가 속하는 요인을 구분하기 위하여, 변수들의 요인부하량(Factor

Loading, 각 변수와 요인 사이의 상관관계 정도)이 높게 나타나도록 요인 축을 회전시켰다. 요인 회전 방식은 직각회전에서 많이 쓰이는 Varimax 방식을 이용하였다.

〈표 9〉 회전된 성분행렬
〈Table 9〉 Rotated component matrix

Emotional adjectives	Component			
	1	2	3	4
visible	.856	.325	.158	.093
noticeable	.842	.335	.122	.165
clear	.831	.375	.000	.104
easy to understand	.788	.485	.138	-.005
definite	.755	.458	.158	.279
easy to knowable	.716	.576	.151	.025
natural	.632	.183	.529	.262
safe	.261	.907	.118	.090
comfortable	.340	.831	.167	.059
reliable	.354	.809	.151	.101
helpful	.354	.788	.238	-.032
composed	.386	.787	.142	.179
suitable information	.479	.688	.341	.115
sensuous	.180	.139	.874	-.018
refined	-.068	.211	.864	.037
harmonious	.384	.197	.668	.309
conspicuous	.159	-.002	.029	.871
interesting	.085	.164	.131	.858

제1성분은 “알아볼 수 있는, 분명한, 명확한, 이해하기 쉬운” 등 표출되는 정보 및 내용의 이해와 관련된 형용사들이 포함되어 있다. 이는 “대상에 대한 내용·형태를 인지하는 정도”에 해당하므로 제1요인을 “이해성”으로 명명하였다. 제2성분은 “안전한, 편안한, 도움이 되는, 적절한 정보” 등 표출되는 정보 및 내용에 대한 신뢰도를 나타내는 형용사들이 포함되어 있다. 이는 “대상에 대한 신뢰성 및 대상의 안전성”에 해당되며, 가장 설명력이 높은 형용사가 안전성에 관련된 형용사이므로 제2요인을 “안전성”으로 명명하였다. 제3성분은 “감각적인, 조화로운” 등 표출면 구성에 대한 형용사들이 포함되어 있다. 이는 표출면의 심미성을 설명하므로 제3요인은 “심미성”으로 명명하였다. 제4성분은 “눈에 잘 띄는, 주목을 끄는” 등 표출면에 대한 시각적 주의를 나타내는 형용사들이 포함되어 있다. 이는 “대상

이 시각적으로 눈에 잘 띄는 정도, 즉 주표출면에 대한 주목성”을 나타내므로, 제4요인을 “주목성”으로 명명하였다.

2. 선호도 분석

본 연구에서는 16개의 VMS 표출면에 대하여 실험을 수행하였으며, 각각의 표출면에 대한 피실험자의 선호도를 측정하였다. 표출면 구성 요소들은 여러 가지 속성을 가지고 있으며 속성 값 중 선호도가 높은 속성을 밝혀낼 경우, 이를 표출면 설계 시 활용할 수 있다. 또한 표출면 구성요소 뿐만 아니라 운전자 속도 선호도에 영향을 미치므로 선호도 분석 시 함께 고려하였다.

1) 운전자속성에 따른 선호도 분석

운전자 특성인 성별 및 연령에 따른 선호도를 분석하여 운전자속성에 따른 선호도 차이가 있는지 확인하였다.

〈표 10〉 운전자속성-선호도 기술통계분석
〈Table 10〉 Descriptive statistics of human factor-preference

Classification		N	Average	S.D
Sex	Male	328	65.4878	20.13881
	Female	248	60.0605	21.73135
Total		576	63.1510	20.99391
Age	20	112	66.3661	20.58338
	30	144	63.8264	19.47253
	40	152	64.7697	20.99368
	50	112	60.2321	20.93748
	60	56	56.4286	24.06798
Total		576	63.1510	20.99391

남성의 선호도 평균은 65.49로 여성 선호도 평균 60.06에 비해 높은 선호도를 보였으며 연령이 낮을수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 이는 여성보다는 남성이, 나이가 어릴수록 좀 더 편안하게 표출 정보에 대한 인식을 하는 것으로 판단된다. 분산분석 결과 성별, 연령의 유의확률은 유의수준 0.05보다 낮은 0.002, 0.020으로 집단 간 평균의 차이가 있는 것으로 나타났다.

〈표 11〉 운전자속성-선호도 분산분석 결과
 〈Table 11〉 Analysis of variance of human factor-preference

Classification		SS	df	MS	F- value	p- value
Sex	btw groups	4159.815	1	4159.815	9.579	.002
	In groups	249268.04	574	434.265		
	Total	253427.85	575			
Age	btw groups	5106.59	4	1276.647	2.936	.020
	In groups	248321.27	571	434.888		
	Total	253427.86	575			

2) 구성요소에 따른 선호도 분석

표출면 구성요소와 주행속도에 따른 선호도를 분석하였으며, 분석 결과는 <표 12>과 같다.

〈표 12〉 구성요소-선호도 기술통계분석
 〈Table 12〉 Descriptive statistics of component-preference

Classification		N	Avg.	S.D
Road line	Straight	288	64.5347	21.49221
	Curve	288	61.7674	20.42710
	Total			
Travel time	Not Providing	288	64.3333	18.80785
	Providing	288	61.9688	22.94522
Font size	30	288	58.8542	21.08601
	40	144	68.1736	21.10524
	50	144	66.7222	18.94764
Outline and node	Nothing	288	63.2917	20.51391
	Outline	144	62.9792	23.81381
	Node	144	63.0417	18.98578
Font	Gothic	288	64.2326	20.64849
	Gulim	144	59.3472	20.60936
	Ming-style	144	64.7917	21.72874
Number of nodes	3	144	73.2639	18.04152
	5	144	65.1181	19.33673
	7	144	58.7708	21.62934
	8	144	55.4514	20.47165
Travel speed	30	192	63.2240	20.17507
	40	192	65.7604	20.94783
	50	192	60.4688	21.60834
Total		576	63.1510	20.99391

분석 결과 각 구성요소에서 도로선형이 직선인 경우, 통행시간을 제공하지 않는 경우, 문자높이가 40cm인 경우, 외곽선을 표현하지 않은 경우, 문자체가 명조인 경우, 노드 수가 3개인 경우, 주행속도가

40km/h인 경우의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 속성별 선호도의 평균 차이가 크지 않은 것으로 나타나 집단 간 차이 검증을 위하여 분산분석을 수행하였다.

〈표 13〉 구성요소-선호도 분산분석 결과
 〈Table 13〉 Analysis of variance of component-preference

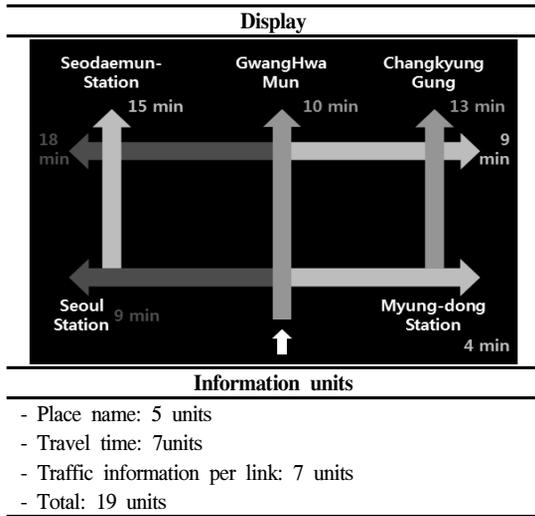
Classification		SS	df	MS	F- value	P- value
Road line	btw groups	1102.79	1	1102.79	2.51	.114
	In groups	252325.07	574	439.59		
	Total	253427.86	575			
Travel time	btw groups	805.14	1	805.14	1.83	.177
	In groups	252622.72	574	440.11		
	Total	253427.86	575			
Font size	btw groups	10786.44	2	5393.22	12.74	.000
	In groups	242641.42	573	423.46		
	Total	253427.86	575			
Outline and node	btw groups	11.67	2	5.84	.013	.987
	In groups	253416.19	573	442.26		
	Total	253427.86	575			
Font	btw groups	2808.06	2	1404.03	3.21	.041
	In groups	250619.80	573	437.38		
	Total	253427.86	575			
Number of nodes	btw groups	26583.80	3	8861.27	22.34	.000
	In groups	226844.06	572	396.58		
	Total	253427.86	575			
Travel speed	btw groups	2689.70	2	1344.85	3.07	.047
	In groups	250738.16	573	437.59		
	Total	253427.86	575			

분산분석 결과 유의확률이 유의수준 0.05보다 작은 문자높이, 문자체, 노드 수, 주행속도의 변수만이 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 집단 간 차이가 없는 것으로 나타난 도로선형, 외곽선은 표출 방식에 대한 변수로 운전자의 선호도는 표출 방식이나 디자인 등에 큰 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 또한 통행시간 제공 여부는 유의미하게 나타나지 않았으나 노드 수와 함께 전체 정보량을 결정짓는 변수이므로 단순히 통행시간 제공 여부보다는 노드 수와 함께 고려한 총 정보량에 대한 분석이 필요할 것으로 판단되어 이에 대한 분석을 추가로 진행하였다.

3) 표출 정보량에 따른 선호도 분석

총 정보량은 통행시간 제공 유무, 노드 수에 의해 결정되며 지명 정보, 통행시간 정보, 링크별 소통정보로 나뉜다. 정보량 산정 방식은 다음과 같다.

〈표 14〉 정보량 산정 방식
 〈Table 14〉 Method of amount of information calculation



* White Letter : Name of Destination
 * Arrow And Intersection : Link and Node

실험에 사용된 표출면의 정보량은 최소 7단위에서 최대 30단위로, 총 10개의 집단으로 구분되었으며 통계분석결과는 다음과 같다.

〈표 15〉 정보량-선호도 기술통계분석
 〈Table 15〉 Descriptive statistics of information-preference

Information units	N	Avg.	S.D
7	72	65.8611	17.01971
11	72	80.6667	15.96122
12	72	68.0556	17.94663
16	72	59.9444	21.99289
18	36	60.0833	14.63728
19	72	62.1806	20.33475
20	36	66.8611	19.13434
26	36	54.5278	22.38556
27	36	60.6667	20.10117
30	72	47.4306	20.39251
Total	576	63.1510	20.99391

기술통계 분석 결과 정보량이 많을수록 운전자 선호도가 감소하는 경향을 보였다. 정보량이 11단위(노드 수 3개, 통행시간 제공)일 때 선호도가 가장 높고 30단위(노드 수 8개, 통행시간 제공)일 때 가장 낮은 것으로 나타났다.

〈표 16〉 정보량-선호도 분산분석
 〈Table 16〉 Analysis of variance of information-preference

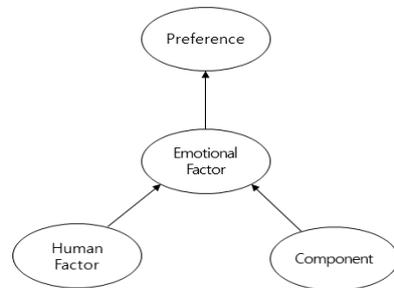
Information units	SS	df	MS	F-value	p-value
btw groups	46685.36	9	5187.26	14.201	.000
In groups	206742.50	566	365.27		
Total	253427.86	575			

분산분석 결과 유의확률이 0.000으로 유의수준 0.05보다 작으므로 집단 간 평균의 차이가 있는 것으로 나타났다.

V. 모형 개발

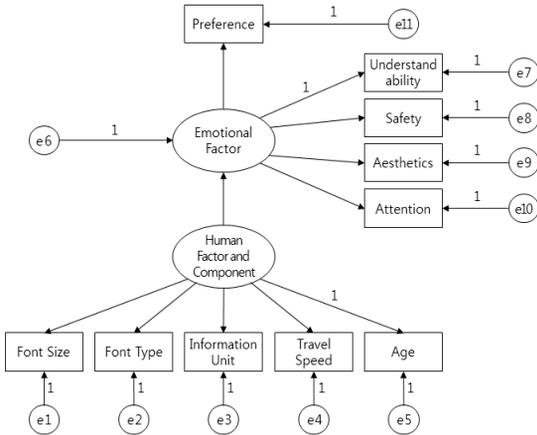
1. 구조방정식 모형 설계

본 연구에서는 운전자속성, 구성요소, 감성요인 등 각각의 요소가 선호도에 미치는 영향을 평가하고자 구조방정식 모형을 이용하였다. 구조방정식 모형 개발에 앞서 각 요소 간 관계를 통해 경로 도형을 구성하였으며, 경로 도형을 기반으로 하여 구조방정식 모형을 도출하는데 필요한 관측변수와 잠재변수간의 관계를 설정하였다. 경로 도형은 <그림 4>과 같다.



〈그림 4〉 선호도 평가 경로 도형
 〈Fig. 4〉 Driver's preference evaluation path analysis

모형 개발 시, 선호도에 영향을 미치지 않은 것으로 분석된 변수는 모형에 반영하지 않았으며, 정보량 변수를 추가하여 분석하였다. 또한 가장 적합하다고 판단된 운전자속성과 구성요소를 하나의 잠재변수로 구성하여 최종 모형을 결정하였다.



〈그림 5〉 선호도 평가 최종 모형
〈Fig. 5〉 Driver's performance evaluation model

이를 측정모델(행렬식)과 구조모델(수식)으로 정리하면 다음과 같다. (단, PRE(선호도), EMO(감성요인), ATT(운전자속성 및 구성요소)로 표현하며 운전자속성 및 구성요소의 관측변수는 $X_1 \sim X_6$, 감성요인의 관측변수는 $X_7 \sim X_{10}$ 으로 표현한다.)

Measurement Equation:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{x1} & 0 \\ \lambda_{x2} & 0 \\ \lambda_{x3} & 0 \\ \lambda_{x4} & 0 \\ \lambda_{x5} & 0 \\ \lambda_{x6} & 0 \\ 0 & \lambda_{x7} \\ 0 & \lambda_{x8} \\ 0 & \lambda_{x9} \\ 0 & \lambda_{x10} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_{EMO} \\ \eta_{ATT} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \\ \delta_9 \\ \delta_{10} \end{pmatrix} \quad (1)$$

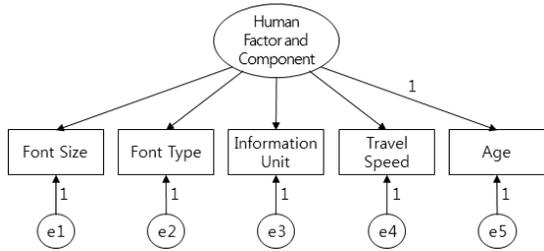
Structural Equation:

$$Y_{PRE} = \gamma_{PRE} \eta_{EMO} + \epsilon \quad (2)$$

$$\eta_{EMO} = \gamma_{ATT} \eta_{ATT} + \zeta_{EMO} \quad (3)$$

2. 측정 모델(Measurement Equation) 검증

잠재변수와 관측변수의 관계를 파악하기 위하여 요인점수(Factor Score Weight)를 이용하여 식을 도출하였다. [10] 운전자속성 및 구성요소는 문자높이, 문자체, 정보량, 주행속도, 연령 5개의 관측변수에 의해 결정되어지며 요인점수 및 모형은 <그림 6>과 같다.



〈그림 6〉 운전자속성 및 구성요소 확인적 요인분석
〈Fig. 6〉 Confirmatory factor analysis of human factor and component

확인적 요인분석 결과 운전자속성 및 구성요소 잠재변수에 대한 적합도 검정 결과는 <표 17>과 같다.

〈표 17〉 운전자속성 및 구성요소 확인적 요인분석 적합도 검정 결과

〈Table 17〉 Result of human factor and component CFA suitability

Suitability Index	Result	Criteria	Evaluating the Suitability
CMIN(χ^2)/p-value	1.045/0.984	p>0.05	suitability
CMIN/DF	0.174	Less than 2 excellent	suitability
SRMR	0.0112	Less than 0.05	suitability
GFI	0.999	More than 0.9	suitability
RMSEA	0.000	Less than 0.05 excellent	suitability

〈표 18〉 운전자속성 및 구성요소 요인점수

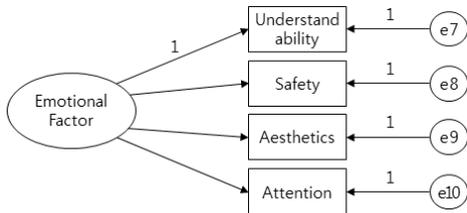
〈Table 18〉 Factor score weight of human factor and component

	Font size	Font	Information units	Travel speed	Age
Factor Score Weight	-0.121	0.002	0.185	0.037	0.082

확인적 요인분석 결과 요인점수(Factor Score Weight)가 다음과 같이 산출되었으며, 그에 따른 잠재변수와 관측변수간의 모형은 <표 18>과 같다.

$$\eta_{\text{E}} = -0.121 \times X_1 + 0.002 \times X_2 + 0.185 \times X_3 + 0.037 \times X_4 + 0.082 \times X_5 \quad (4)$$

감성요인은 이해성, 안전성, 심미성, 주목성 4개의 관측변수에 의해 결정되며 확인적 요인분석 결과는 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 감성요인 확인적 요인분석
<Fig. 7> Confirmatory factor analysis of emotional factor

확인적 요인분석 결과 적합도는 <표 19>와 같으며, 적합도 지수는 적합한 것으로 판단되었다.

<표 19> 감성요인 확인적 요인분석 적합도 검정 결과
<Table 19> Result of emotional factor CFA suitability

Suitability Index	Result	Criteria	Evaluating the Suitability
CMIN(χ^2)/p-value	4.61/0.10	p>0.05	suitability
CMIN/DF	2.31	Less than 3 good	suitability
SRMR	0.01	Less than 0.05	suitability
GFI	1.00	More than 0.9	suitability
RMSEA	0.04	Less than 0.05 excellent	suitability

확인적 요인분석 결과 요인점수(Factor Score Weight)가 <표 20>과 같으며, 그에 따른 감성요인 잠재변수와 관측변수간의 모형은 아래와 같다.

<표 20> 감성요인 요인점수(Factor Score Weight)
<Table 20> Factor score weight of emotional factor

	Understand Ability	Safety	Aesthetics	Attention
Factor Score Weight	0.314	0.192	0.153	0.144

$$\eta_{EMO} = 0.314 \times X_7 + 0.192 \times X_8 + 0.153 \times X_9 + 0.144 \times X_{10} \quad (5)$$

최종 모형의 계수 추정 결과 운전자 속성과 구성요소는 선호도와 음의 관계로 나타났다. 또한 운전자 속성과 구성요소는 문자높이와 음의 관계로 나타나, 문자높이가 높을수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 구성요소와 문자체, 정보량, 주행속도는 양의 관계로 나타났다. 제공되는 정보량이 적을수록, 속도가 낮을수록 선호도가 높다는 것을 의미한다. 또한 문자체는 명조보다는 고딕체의 선호도가 높은 것으로 나타났다. 모형의 추정 계수는 <표 21>과 같다.

<표 21> 선호도 평가 최종 모형의 추정계수
<Table 21> Model estimation coefficient

	Estimate	S.E.	C.R.	P
Font size ← Human factor and component	-0.752	0.349	-2.156	0.031
Font ← Human factor and component	0.012	0.024	0.514	0.608
Information units ← Human factor and component	1.776	0.646	2.748	0.006
Travel speed ← Human factor and component	0.153	0.236	0.65	0.516
Age ← Human factor and component	1			
Understand Ability ← Emotional factor	1			
Safety ← Emotional factor	0.868	0.033	26.197	***
Aesthetics ← Emotional factor	0.885	0.034	25.796	***
Attention ← Emotional factor	0.81	0.034	23.723	***
Emotional factor ← Human factor and component	-0.721	0.251	-2.872	0.004
Preference ← Emotional factor	16.312	0.568	28.737	***

김기혁(2012), 이주연(2008) 등의 기존 연구에서는 표준화 추정계수가 높을수록 변수 간 상관관계가 높아 내생 잠재변수에 미치는 영향이 높다고 판단하였다. [11,12] 본 연구의 표준화 추정계수의 수치를 검토한 결과 선호도에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 정보량으로 나타났으며, 문자체의 영향은 다소 낮은 것으로 나타났다. 이를 통하여 정보를 표출하는 방식보다는 제공 정보량이 선호도에 미치는 영향을 높은 것을 알 수 있었다. 표준화 추정계수 결과는 <표 22>와 같다.

<표 22> 선호도 평가 최종 모형의 표준화 추정계수
(Table 22) Model standardization estimation coefficient

	Estimate
Font size ← Human factor and component	-0.14
Font ← Human factor and component	0.023
Information units ← Human factor and component	0.372
Travel speed ← Human factor and component	0.029
Age ← Human factor and component	0.124
Understandability ← Emotional factor	0.889
Safety ← Emotional factor	0.826
Aesthetics ← Emotional factor	0.819
Attention ← Emotional factor	0.781
Emotional factor ← Human factor and component	-0.998
Preference ← Emotional factor	0.867

또한 감성요인의 4개 대표 형용사 그룹 중 이해성, 안전성이 큰 영향을 미치는 것으로 나타나, 운전자는 VMS의 심미성, 주목성보다는 이해성과 안전성을 중요시하는 것을 알 수 있었다.

3. 구조 모델(Structural Equation) 검증

1) 적합도 지수

본 연구에서 개발한 모형을 검증하기 위하여 $CMIN(\chi^2)/p$ 값, $CMIN/DF$, $SRMR$, GFI , $AGFI$, CFI , NFI , IFI , $RMSEA$ 의 적합도 지수를 고려하였다. 절대적합지수(absolute fit index)는 개발한 모형과 수집 데이터와의 차이를 측정하여 적합도를 검증하는 것

으로 모형의 validation의 수행 의미를 포함하고 있다. 많은 연구에서는 RMR 지수를 많이 사용하였으나, 본 연구는 관측변수의 척도가 다르기 때문에 이에 대한 영향을 받는 RMR 대신 표준화된 수치인 $SRMR$ 을 사용하였다. [13,14]

χ^2 는 표본과 추정 데이터의 공분산행렬의 차이에 표본의 크기를 곱한 값이다.

$$\chi^2 = (N-1) \times [\text{표본데이터공분산행렬}(S) - \text{모델추정공분산행렬}(\Sigma)] \quad (6)$$

RMR 은 표본과 추정값의 오차값을 계산한다.

$$RMR = \sqrt{\frac{\sum_{ij} (s - \sigma)^2}{k}} \quad (7)$$

GFI 는 표본 데이터의 공분산행렬 내의 분산과 공분산이 추정 공분산행렬에 의하여 설명되어지는 양을 의미한다. $AGFI$ 는 모델의 자유도를 이용하여 GFI 를 보정한 값이다.

$$GFI = 1 - F_{ML}/F_0 \quad (8)$$

$$AGFI = 1 - (1 - GFI)[v(v+1)/2df_M] \quad (9)$$

증분적합지수(incremental fit index)는 모든 상관관계를 0으로 가정하는 모델인 기초모델(null model)과 비교하여 얼마나 잘 측정되는지를 나타내는 척도로, CFI , NFI , IFI 등이 포함된다.

NFI 는 기초모델에 비해 연구모델이 통계적으로 어느 정도 향상되었는가를 나타낸다.

$$NFI = 1 - \chi_M^2/\chi_B^2 \quad (10)$$

CFI , IFI 는 NFI 의 단점을 보완한 지수로서 모델의 자유도를 함께 고려하여 표본의 크기에도 영향을 거의 받지 않는 장점이 있다.

$$CFI = 1 - \hat{\delta}_M/\hat{\delta}_B \quad (11)$$

$$(\hat{\delta} = \max(\chi^2 - df, 0))$$

$$IFI = \frac{(\chi_B^2 - \chi_M^2)}{(\chi_B^2 - df_M)} \quad (12)$$

2) 적합도 검증

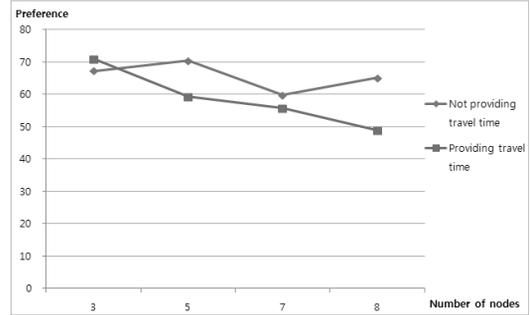
본 연구의 모형의 적합도 평가 결과, $CMIN(\chi^2)/p$ 값 적합도를 제외한 모든 적합도 지수가 적합한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 200개 이상의 표본을 사용함에 따라 표본의 크기에 민감한 $CMIN(\chi^2)/p$ 값이 부적합하다는 결과를 도출하였다고 판단하였다.[15] 이를 제외한 모든 적합도 지수가 적합한 것으로 판단되었으므로 본 모형은 종합적으로 적합하다고 판단된다. 각 적합도 지수 결과는 <표 23>과 같다.

<표 23> 모형의 적합도지수
<Table 23> Model suitability index

Suitability index	Result	Criteria	Evaluating the suitability
$CMIN(\chi^2)/p$ -value	103.04 /0.00	$p > 0.05$	unsuitability
$CMIN/DF$	2.94	Less than 3 good	suitability
SRMR	0.030	Less than 0.05	suitability
GFI	0.97	More than 0.9	suitability
AGFI	0.95	More than 0.9	suitability
RMSEA	0.06	Less than 0.08 good	suitability
CFI	0.97	More than 0.9	suitability
NFI	0.95	More than 0.9	suitability
IFI	0.97	More than 0.9	suitability

도출된 모형을 바탕으로 관측변수와 선호도의 관계를 파악한 결과 문자높이는 높을수록, 주행속도는 낮을수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 통행시간 제공유무를 구분하여 노드 수에 따른 선호도를 분석한 결과, 통행시간을 제공하지 않는 경우 노드 수가 5개일 때, 통행시간을 제공하는 경우는 노드 수가 3개일 경우 선호도가 가장 높았다.

통행시간을 제공하는 경우는 시간 정보에 의해 전체 정보량이 많아지므로 노드 수가 5개 이상인 경우 통행시간을 제공하지 않는 경우에 비해 선호도가 낮은 경향을 보였다. 따라서 작은 범위의 정보를 제공할 경우에는 통행시간을 제공하고, 그렇지



<그림 8> 선호도-노드 수 그래프
<Fig. 8> Graph of preference-the number of node

않을 경우 통행시간을 제공하지 않는 것이 운전자의 선호도를 높일 수 있다. 또한 통행시간을 제공하지 않는 경우 비대칭적인 정보범위인 노드 수 3개, 7개의 경우 선호도가 다소 낮은 것으로 나타났다. 이를 통하여 정보 제공 범위는 좌우 대칭으로 제공하는 것이 바람직할 것이다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 VMS에 대한 운전자의 인지성능 및 선호도를 평가하는 모형을 개발하기 위하여 차량 시뮬레이터를 이용하여 총 48개의 시나리오에 대하여 실험 및 설문조사를 수행하였다. 감성공학 적 접근법을 통하여 도형식 VMS의 선호도를 평가하는 이해성, 안전성, 심미성, 주목성을 대표하는 감성형용사를 도출하였다.

또한 도출된 감성형용사와 VMS 표출면 구성요소, 운전자속성을 변수로 하는 구조방정식 모형을 도출하여 운전자의 선호도에 미치는 영향을 확인하였다. 통계분석을 수행하여 적합하지 않은 변수를 제외하고 통행시간 제공과 노드 수를 동시에 고려한 새로운 변수 정보량을 제시하였다. 이러한 변수를 이용하여 구조방정식 모형을 개발하였으며 관측변수와 잠재변수간의 관계를 도출하였다. 문자높이가 높을수록 선호도가 높은 것을 알 수 있으며, 문자체, 정보량, 주행속도는 선호도와 음의 관계로 나타났다. 문자체는 명조체보다 고딕체의 선호도가 높은 것으로 나타났으며, 제공되는 정보량이 적을

수록, 속도가 낮을수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 또한 운전자의 속성의 추정계수를 통하여 남자인 경우, 나이가 어린 경우의 선호도가 더 높은 것으로 나타났다. 개발된 모형의 $CMIN(\chi^2)/p$ 값, SRMR, GFI, AGFI, CFI, RMSEA 등의 적합도 지수를 고려하여 모형의 적합도를 검증하였다.

구조방정식 모형 분석 결과 표출면의 구성요소 중 도로선형, 외곽선, 문자체 등의 디자인적 요소보다 문자높이, 노드 수 등의 정보제공량과 같은 이해성과 관련된 부분이 운전자의 감성요인과 선호도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 도형식 VMS 표출면의 제공 정보단위 수는 11단위 또는 12단위가 적합한 것으로 판단되었으며, 통행시간을 제공할 경우 3개의 노드, 제공하지 않을 경우 5개의 노드의 정보를 제공하는 것이 운전자의 선호도를 가장 높일 수 있을 것으로 나타났다. 따라서 도형식 VMS 표출면 설계 시, 운전자의 이해성을 높일 수 있도록 적절한 정보제공량을 고려하여 인지성능을 개선시켜야 할 것이다.

본 연구에서는 도형식 VMS에 대한 운전자의 선호도를 평가 모형 개발을 위하여 차량 시뮬레이터를 사용한 실험을 수행하였다. 실험 환경은 도로 주변 환경 및 교통상황 등을 고려하여 최대한 현실과 유사하게 모사하였으나, 주/야간, 날씨 등의 자연현상은 본 연구의 반영 요소에서 제외하였다.

또한 본 연구는 72명을 대상으로 가상주행실험을 통해 수집한 데이터로, 운전자 속성(성별, 연령), 운전경력 등 개개인의 특성을 구분하여 모형을 개발하기 위한 충분한 데이터를 확보하는데 있어 어려움이 있었다.

향후, 주/야간, 날씨 등 자연현상이 미치는 영향을 고려하기 위하여, 실제 VMS가 설치된 지점에서의 현장실험을 수행한다면 본 연구에서 개발된 모형을 검증하고 발전시킬 수 있을 것으로 판단된다. 또한 운전자 속성이 지닌 이질성에 의한 오차로 모형 개발 시 오차가 발생할 수 있으므로, 보다 많은 데이터를 확보하여 속성별로 개별 모형을 구축한 후, 본 연구의 모형과 비교·검토하는 연구도 필요할 것으로 판단된다. 추가로, 보다 설명력 높은 모형을

연구 위하여 성별, 연령의 운전자 속성 외에 운전경력, VMS 정보 이용 빈도, 지역 친숙도 등과 같은 운전자 속성을 추가로 고려할 필요성이 있다. 표출면 사이즈 역시 하나의 변수로 고려한다면 적절한 표출면 크기를 도출할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Land, *Infrastructure and Transport, Install and Management Guideline of Road Safety Facility Chapter VMS(Variable Message signs)*, 1999
- [2] Ministry of Land, *Infrastructure and Transport, ITS Project Implementation Guidelines - VMS Install · Operation and Maintenance*, 2010
- [3] Y. W. Wang, K. J. Kum, S. N. Son and J. S. Yu, "A Study on Development Evaluation Modeling Internal Landscape in Tunnel Considering Human Sensitivity Engineering", *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, vol. 12 no. 1, pp.9-20, Mar. 2010.
- [4] B. J. Lee, M. S. Park, S. B. Lee and M. Namgung, "Cognitive Evaluation of Geometrical Structure on Express Highway with Driving Simulator", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 21 no. 4, pp.91-101, Aug. 2003
- [5] J. W. Kim, T. H. Kim and S. B. Lee, "Development of Customer Satisfaction Model of Providing Traffic Information through VMS on the Freeway", *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, vol. 28 no. 5, pp.597-607, Sep. 2008.
- [6] W. E. Kang and Y. R. Kim, "An Actual Proof Study on the Legibility of the Road Sign Information", *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, vol. 25 no. 2, pp.265-273, Mar. 2005.
- [7] R. Sakano, J. M. Benjamin, "A Structural Equations Analysis of Revealed and Stated Travel Mode and Activity Choice", *Transportmetrica*,

- vol. 4 Issue 2, pp.97~115, Jan. 2009.
- [8] S. M. Park, B. J. Lee, and M. Namgung, "Analysis of Streetscape Estimation Factor of User by KANSEI Engineering", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 24 no. 3, pp.125-131, May. 2006.
- [9] K. S. Kim, *Analysis of Structural Equation Model*, Hannarae Academy, 2011.
- [10] K. Rowe, *The Measurement of Composite Variable from Multiple Indicators: Applications in Quality Assurance and Accreditation Systems - Childcare*, Australian Council for Educational Research, Aug. 2008.
- [11] K. H. Kim and M. K. Han, "A Study on the User Satisfaction of Type of Parking Lot in Apartment Complex by Structural Equation Modeling", *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, vol. 32 no. 3D, pp.197-203, May. 2012.
- [12] J. Y. Lee, J. H. Chung and B. S. Son, "Analysis of Traffic Accident Severity for Korean Highway Using Structural Equations Model", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 26 no. 2, pp.17-24, Apr. 2008.
- [13] J. P. Yu, *Concept and Comprehension of Structural Equation Model*, Hannarae Academy, 2012.
- [14] R. B. Kline, *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, 2005
- [15] H. G. Sung, T. H. Kim and J. W. Kang, "A Study on Evaluation of User Satisfaction for Walking Environment Planning Elements through Structural Equation Modeling - The case of Jongno and Kangnam Areas", *Journal of Korea Planners Association*, vol. 46 no. 5, pp.275-288, Oct. 2011.

부록 A. 표출면 이미지

번호	표출 이미지
1	
2	
3	
4	

번호	표출 이미지
5	
6	
7	
8	

번호	표출 이미지
9	
10	
11	
12	

번호	표출 이미지
13	
14	
15	
16	

부록 B. 설문지 예시

2. 도형식 가변안내표지판 판독 정확도 및 선호도 측정

실험번호	시나리오 번호	주행속도
1		

실험에 사용된 표출면에 대하여 각 형용사들에 대한 적합한 점수에 표시해주십시오.

전달력 없음		전달력 있는
감각적이지 않은		감각적인
안전을 저해하는		안전에 도움이 되는
주의를 끌지 않는다		주의를 끄는

판독 내용	정확도 확인	선호도 점수

실험번호	시나리오 번호	주행속도
2		

실험에 사용된 표출면에 대하여 각 형용사들에 대한 적합한 점수에 표시해주십시오.

전달력 없음		전달력 있는
감각적이지 않은		감각적인
안전을 저해하는		안전에 도움이 되는
주의를 끌지 않는다		주의를 끄는

판독 내용	정확도 확인	선호도 점수

저자소개



권혜리 (Kwon, Hye Ri)

2013년 2월 : 한국항공대학교 항공교통물류학과 석사 졸업 (교통전공)

2011년 8월 : 한국항공대학교 항공교통물류학부 교통융합전공 졸업

e-mail : khr5422@naver.com

연락처 : 02-3158-0190



김병중 (Kim, Byung Jong)

1994년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

1993년 : 국토개발연구원 교통연구실 책임연구원

1993년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (공학박사)

1990년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (공학석사)

1982년 : 고려대학교 산업공학과 졸업

e-mail : bjkim@kau.ac.kr

연락처 : 02-300-0152

사진



김원규 (Kim, WonKyu)

1999년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공교통물류우주법학부 교수

1997년 ~ 1999년 : 한국교통연구원 책임연구원

1996년 : Virginia Tech 토목공학과 교통공학전공 (Ph.d)

1990년 : 연세대학교 대학원 건축공학과 도시계획전공 (공학석사)

1988년 : 연세대학교 건축공학과 졸업

e-mail : wkim@kau.ac.kr

연락처 : 02-300-0158



유수인 (Yu, Su-In)

2012년 8월 ~ 현재 : 한국항공대학교 석사과정 (교통전공)

2012년 2월 : 한국항공대학교 항공교통물류학부 교통융합 전공

e-mail : siyu@kau.ac.kr

연락처 : 02-3158-0190