

## 화상 시뮬레이터에서 속도변화에 따른 운전자의 감성 측정에 관한 연구

### A Study on Measurement of Driver's Sensibility due to Vehicular Speed Changes in a Graphic Simulator

정순철\*, 민병찬\*\*, 김유나\*\*, 신미경\*\*, 김철중\*\*

Soon-Cheol Chung\*, Byung-Chan Min\*\*, Yu-Na Kim\*\*,  
Mi-Kyong Sim\*\*, Chul-Jung Kim\*\*

\* 건국대학교 의과대학 의용생체공학부

\*\* 한국표준과학연구원 인간정보 연구그룹

Key Words: Driver's Sensibility, Vehicular Speed Change, Graphic Simulator, Autonomic Response, Simulator Sickness, Subjective Assessment

요약 본 연구는 Graphic simulator에서 자동차 속도 변화에 따른 운전자의 감성변화를 주관적 평가와 자율신경계의 반응을 통해 알아보고자 한다. 속도 변화는 정차(0km/h), 40km/h, 100km/h, 160km/h로 제시하였고, 건강한 10명의 피험자를 대상으로 심박변화율, 피부저항, 피부 온도, 맥파 등의 생리신호를 측정하였다. 본 연구 목적에 적절한 속도 관련 어휘를 추출하여 각 속도에서의 주관적 감성 변화를 평가하였다. 또한, 각 속도 실험 전 후에 Simulator Sickness를 측정하여 Simulator Sickness가 실험 결과에 미치는 영향을 분석하였다. 속도가 증가함에 따라 긴장도와 쾌도가 증가한다는 주관적 평가 결과를 얻었다. 실험 전에 비해 실험 후의 Simulator Sickness 값은 증가하였지만 실험 전, 후의 통계적 차이는 관찰할 수 없었다. 속도 증가에 따라, 평균 R-R간격, 피부온도의 진폭은 감소하였고, 피부저항은 증가하였고, 맥파의 평균 진폭은 감소하였다. 그러므로 본 연구를 통해 Simulator Sickness의 큰 영향 없이 Graphic Simulator에서 속도의 증가에 따라 교감신경계가 활성화됨을 관찰할 수 있었고, 이는 실제 동적 환경에서 속도 변화에 따른 자율신경계의 반응 및 주관적 평가 결과와 일치하는 것이다. 향후 복합 감각 자극이 가능한 시뮬레이터가 구축이 될 것이고, 이를 통해 보다 현실감 있는 동적 환경 제시와 감성 측정이 가능할 것이다.

#### 1. 서론

정순철  
E-mail: scchung@kku.ac.kr  
(380-701) 충북 충주시 단월동 322번지 건국대학교 의과대학  
의용생체공학부  
Tel.(043)840-3759, Fax.(043)851-0620

많은 연구자들은 인간의 감성을 연구하기 위하여 행동 변화, 주관적 평가, 생리적 반응을 포함하는 다양한 측정 방법을 사용한다. 그러나 근래에는 주관적 평가에 대한 신뢰성 문제가 대두되어 보다 객관적 측정기술이 요구되어지고, 이를 위해 전기적 생리신호를 분석하여 인간의 감성을 객관적으로 측정하고자 한다 (1). 즉, 시각 감성 자극에 따른 뇌파 반응 및 자율신

경계 반응 연구 (2, 3), 후각 감성 자극에 따른 뇌파 및 자율신경계 반응 연구 (4) 등을 통해 단일 감각 자극에 의해 유발되는 감성의 변화를 전기적 생리 신호의 변화로서 추출하고자 하는 여러 시도가 있어왔다. 또한 현재 주관적 감성 평가 결과와 생리신호와와의 상관 관계 정립에 관한 연구도 수행되고 있지만, 주관적 평가 결과와 생리 신호와의 감성 변별 적도의 정량적인 상관 분석은 미진한 실정이다 (5).

실험실에서의 감성유발은 노이즈 없는 감성 생리적 데이터를 제공하는 데에 중요한 역할을 하므로 지금까지는 연구자의 실험 목적에 맞도록 자극을 유발하기 위해 제한된 실험실에서 연구가 수행되어져 왔다. 근래에는 이러한 정적 환경에서의 결과를 기반으로 해서 인간의 감성을 보다 자연스러운 상황에서 측정하기 위하여 여러 동적 환경에서 연구가 수행되고 있다. 자동차 속도를 변화시키면서 속도 증가에 따른 긴장도의 변화를 자율신경계의 분석으로부터 추출하고자 하는 연구 (6, 7), 정속 주행과 급 출발, 급 제동을 했을 때 자율신경계 반응의 차이 연구 (8), 동적 시각 자극과 도로굴곡 변화에 따른 자율신경계 반응 연구 (9) 등 근래에 실제 동적 환경에서 생리신호를 측정하여 감성의 변화를 추출하고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이러한 결과들로부터 실제의 동적 환경에서도 생리신호를 측정할 수 있다는 가능성을 확인하였고 긴장도가 증가 할수록 교감 신경계의 활성화가 증가한다는 사실을 검증하였다 (6-9). 즉, 긴장도가 증가함에 따라 평균 R-R 간격의 감소, 피부 전도도의 증가, 피부 온도의 감소 및 맥파의 진폭 감소를 관찰할 수 있었고, 이로부터 교감 신경계가 활성화 된다는 사실을 유추하였다 (6-9). 그러나 동적 환경에서의 실험들은 자극제시를 엄격히 할 수 없는 제한점이 있고, 돌발 사태와 같은 위험요소도 함께 내포하고 있다. 또한 뇌파나 맥파, 근전도 등의 신호들은 동적 환경의 심각한 노이즈의 영향을 받기 때문에 분석하기가 어렵다는 단점도 포함한다. 이러한 한계점들을 해결하면서 동시에 동적 감성 자극에 따른 인간의 감성 변화를 연구하기 위해서 최근에는 Simulator를 구축하여 이곳에서 인간의 감성을 연구하고자 하는 시도를 하고 있다. 실제의 동적 환경과 유사한 감성 환경을 Simulator를 이용하여 제시 했을 때, Simulator에서도 동적 감성 자극 제시 결과와 유사한 생리 반응 결과를 획득할 수 있음을 예비 실험을 통해 확인할 수 있었다 (10). 또한 보다 현실감 있는 동적 감성 자극

을 위한 방법 모색에 대한 연구도 활발히 진행중이다 (11, 12).

본 연구팀에서는 향후 자동차 주행 시뮬레이터를 구축하여 여러 주행 상황에 따른 운전자의 감성 변화 연구를 수행하고자 한다. 이를 위하여 1차적으로 Graphic Simulator에서 속도 변화에 따른 인간의 감성 변화에 대해 연구를 수행하였다. 실제 자동차를 이용한 속도 변화 실험에서 속도가 증가할수록 피험자의 긴장도가 증가한다는 주관적 평가 결과를 도출하였고 이와 함께 교감신경계의 활성화를 자율신경계의 생리 신호로부터 추출할 수 있었다 (6, 7). 본 연구에서는 실제 자동차에서의 속도 변화 연구와 유사한 동적 환경을 Graphic Simulator로 제시했을 때 속도 변화에 따른 인간의 감성의 변화를 주관적 평가 및 자율신경계 반응으로부터 추출할 수 있는지에 대해 연구하였다. 즉, 동적 환경을 Simulator를 통해 피험자에게 제시했을 때 실제 동적 환경에서의 감성 변화와 같은 정도의 감성 변화를 유도 할 수 있는 가능성이 있는지에 대하여 연구를 수행하였다.

그러나 Simulator에서의 감성 연구는 위에서 언급했듯이 실제 동적 환경에서의 감성 연구에 비해 여러 장점들도 있지만, Simulator Sickness (SS)를 유발할 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 즉, Simulator를 사용하게 됨으로써 인체에 부작용을 일으킬 수 있는데, 이러한 부작용을 Simulator Sickness (SS), Motion Sickness 혹은 Cybersickness 라고 한다 (13, 14). Kennedy 와 Fowlkes은 SS를 "Polysymptomatic (다증상성)"으로 묘사하였고, 주요 증상으로는 구토, 메스꺼움, 창백, 식은 땀, 나른함, 혼란, 집중력 곤란, 머리가 짝찬 느낌, 뿌연 시야, 눈의 피로 등이 있다고 보고하였다 (13). Regan은 피험자의 61%가 20분의 가상현실시스템을 사용한 후 현기증, 두통, 눈의 피로, 위의 불편, 격심한 메스꺼움을 느꼈다고 보고하였다 (14). SS가 발생하는 몇 가지 요인에는 나이와 성별과 같은 개인적 요인과, 화면 지연과 같은 시뮬레이터 요인, 통계 정도와 같은 작업수행 관련요인, 그리고 잔상의 지속, 후유증, 눈의 피로 등과 같은 시뮬레이터를 탐으로써 생기는 부수적인 영향 등이 있다는 사실이 밝혀졌다 (15, 16). 이와 같이 Simulator를 사용함으로써 발생하는 SS로 인해 피험자는 신체적, 심리적 불편함을 호소할 수 있고, 이러한 불편함은 감성 자극

제시와 결과 분석에 큰 영향을 끼칠 것이다. 현재 SS에 대한 연구는 국내외에서 활발히 수행이 되고 있지만 (13-16), Simulator에서 수행되는 감성 평가 연구에 있어서 SS의 영향에 대한 분석은 미지한 실정이다. 그러므로 본 논문에서는 우선적으로 실험 전, 후에 SS를 4점 척도로 측정하여 Simulator를 사용 후 SS 값이 심각하게 증가하는 피험자는 데이터 분석에서 제외시켜, SS가 감성 평가 결과에 미치는 영향을 최소화 하고자 하였다.

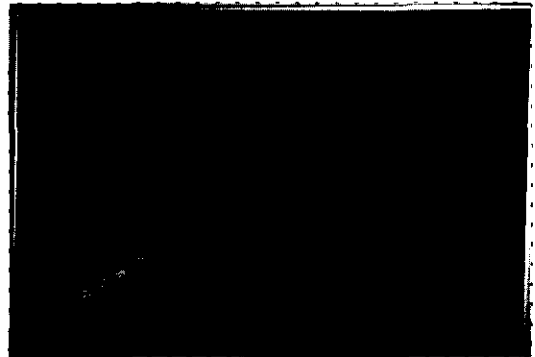
## 2. 실험 방법

**실험대상** 실험은 건강한 20대 성인 10명 (남자 8, 여자 2)을 대상으로 이루어 졌다. 각 피험자는 현재 운전을 하고 있으며 운전 경력이 1년 이상인 사람으로 선택하였고, Simulator에서 운전을 하는데 무리가 없고, 예비 실험을 통해 SS 증상이 적은 피험자를 선택하였다. 실험 24시간 전부터 자율신경계와 중추신경계에 영향을 미칠 수 있는 담배, 카페인, 약물, 음주의 섭취를 금하였다. 실험이 진행되는 동안에는 불필요한 움직임을 하지 말 것, 편안한 마음가짐을 가질 것, 자극에 집중하고 잡념을 버릴 것 등의 주의사항을 꼭 지키도록 하였고 전극을 부착하여 조향 장치가 구비된 운전석에 편안한 자세를 취할 수 있도록 위치하였다. 피험자의 눈은 화면의 중앙에 위치하도록 운전대의 높이를 조정하였다.

Graphic Simulator OpenGVS 4.2를 이용한 3D graphic engine과 NEC MT-1030+ LCD projector를 사용하여 80 inch rear projection screen 위에 30(H) X 25(v) degree의 FOV를 가지는 영상을 초당 프레임 수 30 frame/sec로 투사하였다 (그림 1 참조). Graphic simulator의 자세한 사양은 Table.1에 나타내었다.

**실험과정** 피험자를 운전석에 편안한 자세로 앉히고 10분 동안 안정을 취하게 하였다. 3분간 안정의 생리 신호(reference signal)를 측정하고 SS가 실험 결과에 미치는 영향을 분석하기 위해 5분간 Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)를 주행 전에 실시하였다 (그림 2 참조). 곧바로 각각의 속도에 따른

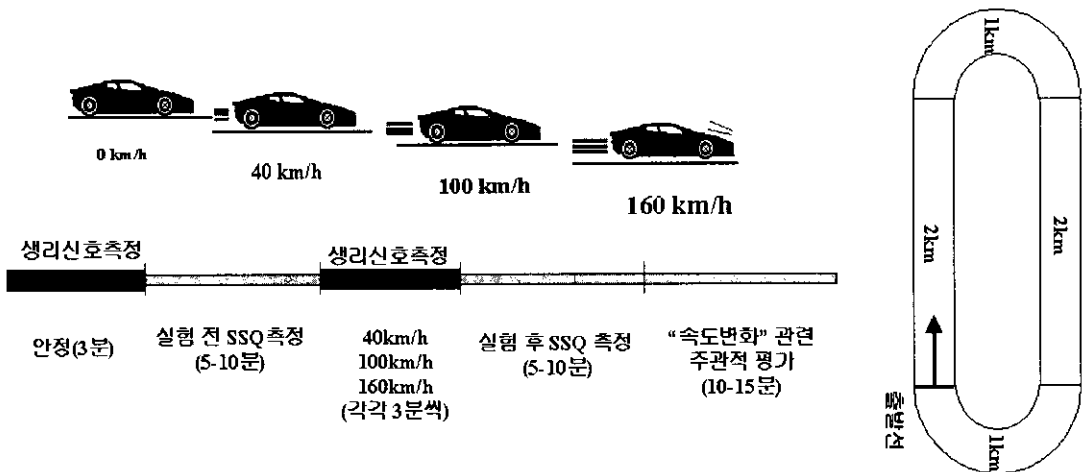
주행 (40±10 km/h, 100±10 km/h, 160±10 km/h)을 실시하면서 생리 신호를 측정하였다. 그림 1과 2에 나타난 것처럼 직선 코스 2km와 곡선 코스 1km의 왕복 4차선 트랙을 주행하도록 주행 시나리오를 설정하였다. 주행시 차선의 변경을 금지 시켰다. 각 속도의 주행이 끝난 후 곧바로 SSQ를 다시 한번 측정하여 실험 전, 후를 비교하였다. 그리고 3분간 속도 변화에 관련된 감성의 변화를 측정하기 위한 주관적 평가를 실시하였다. 실험 중에는 실험 챔버 내부의 온도(26°C)와 습도(44~50%)를 일정하게 유지할 수 있도록 하였다. 이와 같이 피험자에게 쾌적한 상태를 유지하도록 하여 다른 간섭요소에 의해 유발되는 감성의 변화를 최대한 억제토록 하였다.



(그림 1) Graphic Simulator로부터 제시된 영상과 전극을 부착하고 조향 장치가 구비된 운전석에 위치한 피험자의 모습

Table 1. Graphic Simulator 사양

Type	Prototype KRISS DS
Simulator Platform	- Prototype fixed-base driving simulator
Cab	- Hyundai Accent A/T (1 seat without E/G room)
Vehicle Dynamic Simulation System	- Intel Pentium III 450Mhz - In-house 14 D.O.F. model, STI tire model - Modular Vehicle Subsystem Modeling Structure - Fixed-Step Adams Integration Algorithm (2msec) - GUI for Monitoring, Interface Management and Simulation Mode Selection
Visual/Audio System Audio System	- General-purpose PC-base Image Generator with 3D graphic accelerator Intel Pentium III 450Mhz, AGP Geforce Pro - 3D graphic engine using OpenGVS 4.2 - Over 30 frames/sec refresh rate - NEC MT-1030+ LCD projector - 80inch rear projection screen (Hard type) - 1 ch. 30(H) X 25(v) degree F.O.V. - Creative Labs Sound Blaster Live Value
Control Force Loading System	- Logitech Wingman Formular Force - Crude reaction torque & force generation
Motion System	- Not available yet
Communication	- 100Mbps Ethernet, 9,600bps RS-232C



(그림 2) 전체적인 실험 절차와 주행 사나리오

**SS 평가** SS를 정량화 하는데 현재 널리 사용되는 Kennedy & Fowlkes (1992)의 연구를 참조하여 16가지 SS 증상을 4점 척도 (0점-아무렇지 않다, 1점-약간, 2점-보통, 3점-심하다)로 측정하였다. SSQ의 각 증상군의 점수는 각 증상별로 0~3까지의 숫자로 레이팅 된 값에 각각의 가중치를 곱하여 그 합계를 구하고, 그 합계에 특정 계수를 곱하였다 (Table 2. 참조). 또한 종합 점수는 그 합계들을 모두 더한 후에 특정 계수 값을 곱하여 구하도록 하였다. SSQ는 메스꺼움(N), 안구운동불편(O), 방향감각상실(D)의 항목과 이 3가지 항목을 종합한 Total Simulator Sickness (TSS)로 구성된다.

**속도관련 주관적 평가** 속도 관련 감성 변화에 따른 주관적 평가를 위해서는 신동운 등 (1998)의 연구 결과와 우리말 큰 사전에서 사전추출이해가 가능한 어휘 1653개중 속도변화에 따른 감성 평가에 적합하다고 생각되는 어휘 총 99개의 형용사를 1차적으로 추출하였다 (17). 20세에서 44세사이의 남녀 총 42명(남자 : 20명, 여자 : 22명)을 대상으로 1 차적으로 추출된 형용사를 속도 변화실험에 적절한지를 묻는 적합성 평가를 7점 척도(1점 : 매우 부적합함, 7점 : 매우 적합함)로 수행하였다. 그 결과 평균 점수 이상인 형용사 42개를 추출하였다. 2차적으로 추출된 형용사 중 서로 유사하다고 판단되는 형용사 19쌍을 유사성 평가 (5점 척도(1점 : 전혀 유사하지 않음, 5점 : 매우 유사함))를 이용하여 전문가 14명을 대상으로 실시하였다. 그 결과 평균 점수 이상으로 유사성이 높은 형용사가 7쌍으로 추출하였다. 이러한 절차를 거쳐 가장 적절하다고 판단되는 형용사 총 35개가 선정되었고 단극 5점 척도로써 주관적 평가를 각 실험이 끝마친 후 수행되었다. 선정된 형용사는 "빠르다", "유쾌하다", "스포티하다", "생생하다", "답답하다", "상쾌하다", "능숙하다", "나른하다", "신난다", "피곤하다", "느긋하다", "거칠다", "기분 좋다", "흥분된다", "날쌔다", "어지럽다", "재미있다", "지루하다", "겁난다", "환상적이다", "안정감 있다", "짜증난다", "단조롭다", "긴장된다", "졸리다", "머리가 멍하다", "위험하다", "액티브하다", "활기차다", "흥미진진하다", "시원하다", "서두른다", "난폭하다", "편안하다", "들뜬다" 이다. 요인 분석을 통해 본 실험으로 유발된 주관적 감성 변화를 평가하였다.

Table 2. SSQ 계산표

증상	각 증상에 대한 가중		
	N (메스꺼움)	O (안구운동불편)	D (방향감각상실)
일반적인 불편	1	1	
피로		1	
두통		1	
눈의 피로		1	
눈의 초점을 맞추기가 어려움		1	1
침 분비의 증가	1		
발한	1		
메스꺼움	1		1
집중하기 곤란함	1	1	
머리가 팽 찬 느낌			1
뿌연 시야		1	1
눈을 떴을때의 현기증			1
눈을 감았을때의 현기증			1
빙빙도는느낌의 어지러움			1
위에대한부담감	1		
트림	1		
합계	<1>	<2>	<3>
점수			
N=<1>x9.54			
O=<2>x7.58			
D=<3>x13.92			
TSS = (<1>+<2>+<3>)x3.74 빈 칸의 가중치는 0			

**생리 신호 측정 및 분석** 측정장비로서는 Biopac System의 Biopac MP100과 AcqKnowledge 3.5 소프트웨어를 이용하였다. 생리 신호는 심전도: 1 channel (lead II), 피부온도: 1 channel (왼손 새끼), 피부전도도: 1 channel (왼손 인지와 중지) 맥파: 1 channel (왼손 약지)를 각각 측정하였고 모든 생리신호의 sampling rate는 256Hz로 설정하였다 (그림 1참조). 데이터 분석은 각 자극 상태 (안정, 40 km/h, 100 km/h, 160 km/h)에서의 생리신호에 대해 3분간의 측정 값의 평균값을 구하였다. 즉, 심전도에서 R포인트를 1차 미분에 의한 zero-crossing 방법을 사용하여 검출하였고 검출된 R포인트로부터 각 실험 상황에서 3분 동안의 평균 R-R 간격을 계산하였다. 피부 온도(Skin temperature), 피부 전도도 (Galvanic Skin Response: GSR)와 맥파 (Photoplethysmogram: PPG)의 분석은 각 실험

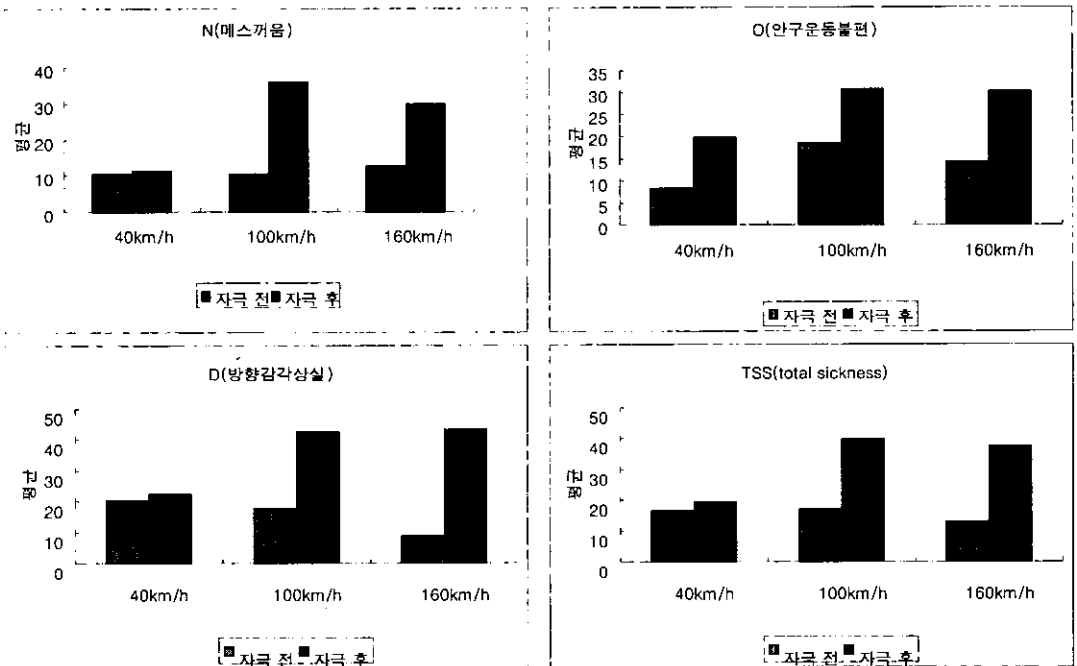
환경에서 3분 동안 신호 진폭의 평균을 계산하여 비교 분석하였다.

### 3. 실험 결과

심박 변화율, 피부저항, 피부온도, 맥파 등의 생리 신호를 측정하고 SSQ와 주관적인 평가를 함께 하여 Graphic Simulator에서 속도 변화에 따른 인간의 감성 변화에 대해 연구를 수행하였다. 각 결과는 아래와 같다.

SS 평가 SSQ 측정 결과 실험 전에 비해 실험 후의 SS (메스꺼움(N), 안구운동불편(O), 방향감각상실(D), TSS)의 평균 점수가 대부분의 피험자에 있어서 증가하였다. 저속(40 km/h)일 경우에는 큰 차이가 없었지만, 100 km/h와 160 km/h의 고속 주행의 경우 현저히 높아졌다(그림 3 참조). 이것은 고속 주행으로 피험자의 주의 및 집중도의 증가하여 SS가 더 크게 유발된 것으로 생각되어진다. 하지만 각 피험자들간의 표준편차가 커서 실험 전과 후의 통계적 유의차는 없었기 때문에(p>.05) 본 실험에서 유발하고자 하였던 속도 변화에 따른 감성 변화에는 그다지 큰 영향은 미치지 않는 것으로 간주하였다.

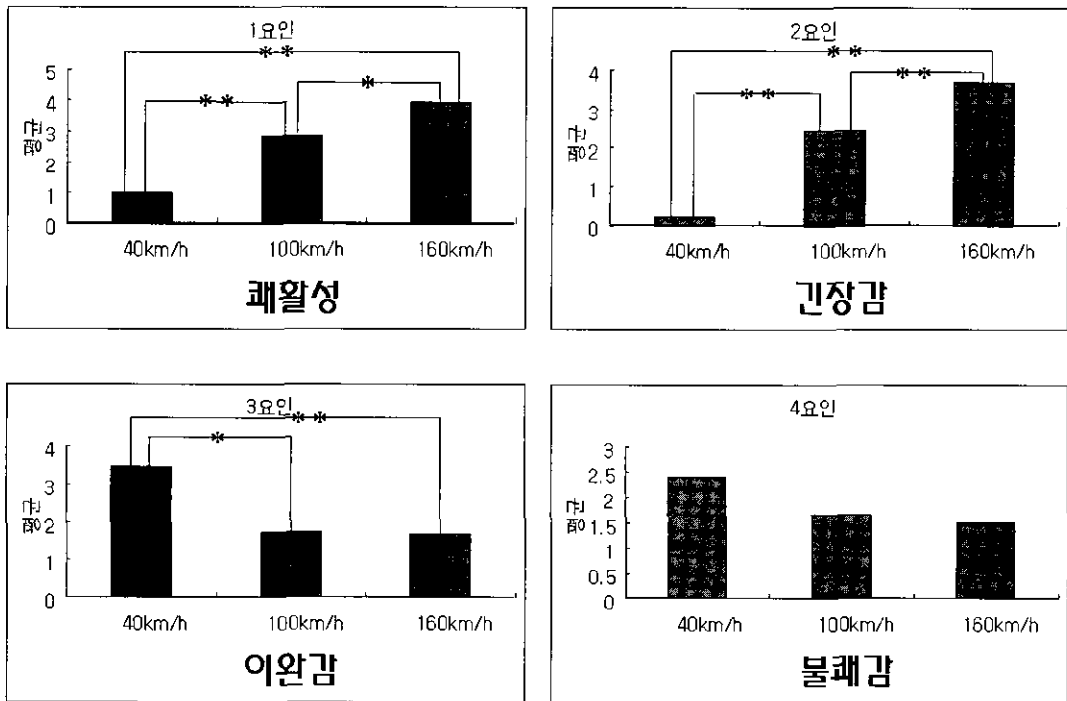
속도관련 주관적 평가 주관적 평가의 통계분석은 SPSS V 8.0을 사용하였고, 요인분석, t-test, ANOVA 등의 분석방법을 사용하였다. 요인분석은 주요인 기법과 Varimax 회전을 이용하여 대표적인 요인을 추출한 결과 총 5개의 요인으로 분류되었으나 제 5요인은 설명력이 그다지 높지 않아 4요인으로 분류하였다. 제 1요인은 전체 변량의 53.49%를 설명하고 있으며, 기분좋다, 재미있다, 상쾌하다, 신난다, 유쾌하다, 엑티브하다, 시원하다, 흥분된다, 쁽쁽하다, 스포티하다, 거칠다, 날쌔다, 활기차다, 빠르다, 흥미진진하다, 환상적이다 의 16개 문항의 형용사로 주로 <쾌활성>을 반영하는 어휘들로 판단된다. 제 2요인은 전체 변량의 11.33%를 설명하고 있으며, 어지럽다, 위험하다, 서두른다, 긴장된다, 들뜬다, 난폭하다 의 6문항의 형용사로 주로 <긴장감>을 반영하였다. 제 3요인은 전체 변량의 8.13%를 설명하고 있으며, 편안하다, 느긋하다, 안정감 있다, 답답하다, 단조롭다 의 5문항의 형용사로 주로 <이완감>을 반영하였고, 제 4요인은 전체 변량의 3.12%를 설명하고 있으며, 머리가 멍하다, 피곤하다, 졸리다, 짜증난다, 지루하다, 나른하다 의 6문항의 형용사로 주로 <불쾌감>을 반영하였다. 각 요인별 속도에 따른 차이를 살펴보면(그림



(그림 3) 각 속도에 따른 실험 전과 실험 후의 Simulator Sickness의 차이 (10명의 피험자의 평균 값)

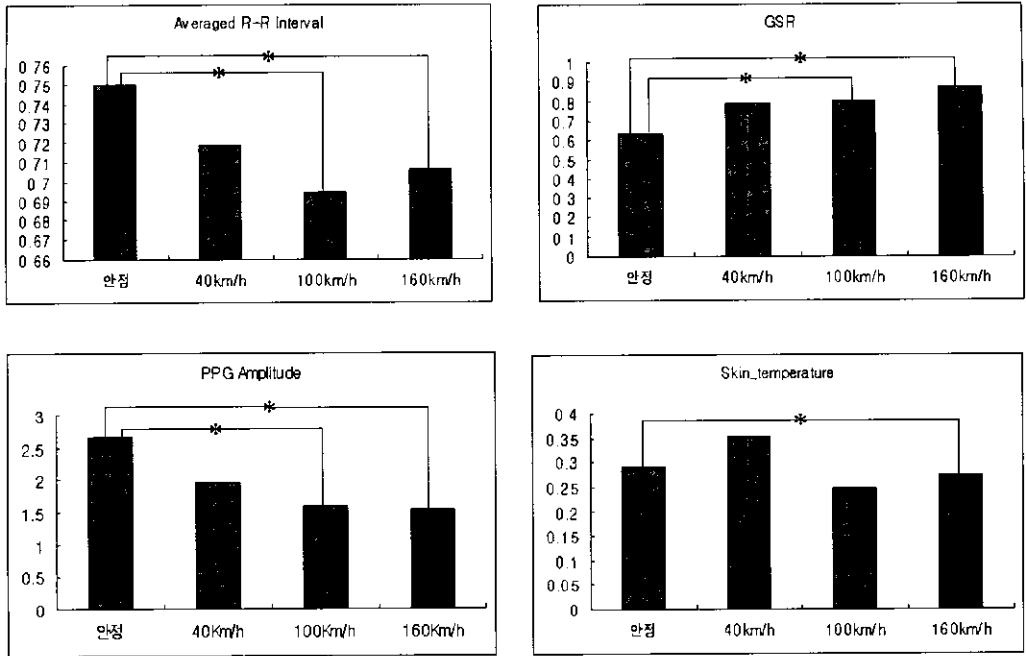
4 참조), <쾌활성>을 반영한 제 1요인에서는 속도 증가에 따라 평균 점수가 높아졌고 40km와 100km, 40km와 160km, 100km와 160km에서 각각 통계적으로 유의한 차이(\*p<.05, \*\*p<.01)를 보였다. <긴장성>을 반영한 제 2요인에서도 속도 증가에 따라 평균 점수가 높아졌고 40km와 100km, 40km와 160km, 100km와 160km에서 각각 통계적으로 유의한 차이(\*\*p<.01)를 나타내었다. 또한 <이완감>을 반영한 제 3요인에서는 40km와 100km, 40km와 160km에서 각각 통계적으로 유의한 차이(\*p<.05)가 있었고, 속도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. <불쾌감>을 반영한 제 4요인에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 속도가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 속도가 증가할수록 피험자들은 쾌활성과 긴장감이 증가 했다는 주관적 평가를 하였고, 이는 선행 연구인 실제 자동차 주행 환경에서 속도 변화 실험의 주관적 평가 결과와 일치하는 것이다 (6).

**생리 반응** 데이터 분석은 각 속도에서 3분 동안의 생리 반응 결과를 평균하여 하나의 값을 구한 후 10명의 피험자의 평균값을 구하였다. 평균 R-R 간격은 속도 증가에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하였지만 안정에 비해 100km/h와 160km/h 주행일 때만 통계적 유의차를 발견할 수 있었다 (그림 5 참조, \*p<.05). 피부 전도도 (GSR) 역시 속도 증가에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하였지만 안정에 비해 100km/h와 160km/h 주행일 때만 통계적으로 유의하게 증가하였다 (그림 5 참조, \*p<.05). 피부 온도 (Skin temperature)는 안정에 비해 160km/h 주행일 때만 통계적으로 유의하게 평균 진폭이 감소하였다 (그림 5 참조, \*p<.05). 맥파 (PPG)의 평균 진폭은 안정에 비해 100km/h와 160km/h 주행일 때만 통계적으로 유의하게 감소하였다 (그림 5 참조, \*p<.05). 이와 같이 자율 신경계의 반응은 속도가 증가할수록 교감 신경계의 활성화가 증가함을 나타내고 있고 이는 실제 자동차 속도 변화 실험에서의 생리 반응 결과와 일치하는 것이다 (6).



(그림 4) 각 속도에 따른 주관적 평가의 결과 (10명의 피험자의 평균 값)

\* p<.05 \*\* p<.01



(그림 5) 각 속도에 따른 자율신경계 반응 (10명의 피험자의 평균 값)

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$

#### 4. 결론 및 토의

동적 환경에서의 여러 실험들은 많은 제한점과 위험 요소를 내포하고 있다. 이러한 단점들을 해결하면서 동시에 동적 환경 자극에 따른 인간의 감성 변화를 연구하기 위해서 시뮬레이터를 구축하여 이곳에서 인간의 감성을 연구하고자 하는 여러 시도가 있어 왔다. 본 연구는 1차적으로 자율신경계의 반응과 속도 관련 주관적 평가를 실시하여 Graphic Simulator에서 동적 시각 자극에 따른 인간의 감성 평가 가능성에 대하여 연구를 수행하였고, Simulator 실험에서 필수적으로 발생하는 SS에 대해 논의하였다.

속도 증가에 따라 쾌활성과 긴장감이 증가한다는 주관적 평가와 교감 신경계가 활성화된다는 자율신경계의 반응을 통해 Graphic Simulator에서도 속도 변화에 따른 감성 변화를 추출할 수 있음을 보였다. 그러나 주관적 평가에서는 각 속도 별로 쾌활성 및 긴장감이 유의한 차이를 보였지만, 생리 반응 결과에서는 각 속도별로 통계적인 유의차를 발견할 수 없었다. 즉, 단지 속도 증가에 따라 교감 신경계가 활성화 되는 경향만을 보여주었고, 안정에 비해 고속인 경우에

만 유의한 변화를 관찰할 수 있었다. 이것은 피험자 수의 부족, Graphic Simulator에 의한 현실감의 부족, 또는 생리 신호 자체의 변별력의 부족 등이 이유가 될 수 있을 것이다. 향후 피험자 수를 증가시켜 충분한 데이터를 확보하고, Motion System을 추가하여 보다 현실감 있는 Dynamic Simulator로 보완하고, 동적 Noise를 차단할 수 있는 기술을 확보하여 생리 신호의 변별력을 높인다면, 실제 동적 환경에서의 감성 평가와 같은 정도의 감성 평가가 가능하리라 사료된다.

본 연구에서는 실험 전과 후에 SS 값의 통계적 유의차는 없었기 때문에 본 실험의 결과에는 큰 영향은 미치지 않았다고 가정하였다. 즉, 본 연구에서와 같이 짧은 Graphic Simulator 자극 (3분)은 SS의 변화에 큰 영향을 미치지 않았다고 가정하였다. 그러나 실험 전에 비해 실험 후에 SS 값은 증가하였고, 분명히 적, 간접적으로 감성 평가에 있어 왜곡 요소로 작용하였을 것이다. 또한 실험 목적에 따라 자극 시간이 길어 질 수도 있고, 향후 Dynamic Simulator에 의한 복합 감각 자극은 SS의 변화 양상을 보다 복잡하게 할 것이다. 이를 극복하기 위해서는 우선적으로



SS의 영향을 최소화 할 수 있는 실험 시간 및 페러다임의 선정에 대한 연구가 필요할 것이고, SS의 유발을 최소화시킬 수 있도록 각 단위 감각 자극 제시 장치의 H/W 및 S/W의 최적화 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 SS에 대한 연구는 국내외에서 활발히 수행이 되고 있지만 (13-16), Simulator에서 수행되는 감성 평가 연구에 있어서 SS의 영향에 대한 분석은 전무한 실정이므로 향후 Simulator에서의 감성평가 결과가 신뢰성을 확보하기 위해서는 SS가 인간의 감성 변화에 미치는 영향에 대한 연구가 필연적인 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 한국표준과학연구원 (1998), 종합적 생리신호 측정, 해석 시스템 개발 최종보고서, 과학기술부
- [2] 손진훈, Estate M. Sokhadze, 이임갑, 이경화, 최상섭 (1998), 정서시각자극에 의해 유발된 자율신경계 반응패턴: 유발정서에 따른 피부전도 반응, 심박률 및 호흡률 변화, 한국감성과학회지, 1(1), 79-90
- [3] 황민철, 류은경, 김철중 (1998), 시각 감성평가를 위한 뇌파의 민감성에 대한 연구, 대한인간공학회지, 17(1), 1-9
- [4] 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 김혜주, 김수진, 김유나, 신정상, 민병운, 김철중, 박세진 (1999), 뇌파와 자율신경계 반응을 이용한 향의 영향 평가, 한국감성과학회지, 2(2), 1-10
- [5] 정순철, 민병찬, 민병운, 김상균, 오지영, 김유나, 김철중, 박세진 (1999), 시각자극에 대한 실시간 및 비실시간 주관적평가와 생리반응과의 상관관계, 대한인간공학회지, 18(3), 27-39
- [6] 김철중, 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 민병운, 김유나 (1999), 자동차 속도 변화에 따른 자율신경계의 반응 연구, 공업경영학회지, 22(52), 203-210
- [7] S.C.Chung, B.C.Min, S.K.Kim, B.W.Min, J.H.Kim, C.J.Kim, S.J.Park (1999), Analysis of Physiological Responses Resulting from Vehicle Speed Change, The 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, 1312
- [8] 민병찬, 정순철, 김상균, 민병운, 오지영, 장진경, 신정상, 김유나, 김철중, 박세진(1999), 운전 및 도로 상황에 따른 자율신경계의 반응, 한국감성과학회지, 2(1), 61-68
- [9] 정순철, 민병찬, 김상균, 민병운 (1999), 동적 시각자극과 도로 굴곡 변화에 따른 자율신경계 반응, 한국감성과학회지, 2(2), 75-82
- [10] 정순철, 민병찬, 김수진, 민병운, 남경돈, 신정상, 김유나, 김철중, 박세진 (2000), 화상 시뮬레이터에서 속도변화에 따른 생리반응, 국제인간공학 심포지엄 및 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, 23-26
- [11] 정영훈, 엄성수, 손권, 최경현 (1999), 시뮬레이터의 속도감에 대한 감성인자 분석, 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 105-110
- [12] 고정훈, 손권, 최경현 (1999), 승용차의 가상프로토타이핑, 자동차공학회논문집, 7(5), 230-239
- [13] Kennedy, R. S. and Fowlkes, J. E (1992), Simulator sickness is polygenic and polysymptomatic: Implications for research, International Journal of Aviation Psychology, 2(1), 23-38
- [14] Regan, E. C (1995), An investigation into nausea and other side-effects of head-coupled immersive virtual reality, Virtual Reality: research, development and applications, 1(1), 17-32
- [15] 김도희, 박민용 (1998), 자동차모의실험장치를 이용한 Simulator sickness의 정량화에 관한 연구, 대한 인간공학회 추계학술논문집, 279-284
- [16] 김도희, 박민용, 이근희 (1998), 자동차 모의운전환경에서 Simulator Sickness의 예측에 관한 연구, 한국 시뮬레이션학회 추계학술대회 논문집, 170-173
- [17] 신동운, 이세한, 송재복, 김용일 (1998), 운동감의 정량화를 위한 감성공학적 기법 개발에 관한 연구, 대한인간공학회지, 17(1), 11-22

## A Study on Measurement of Driver's Sensibility due to Vehicular Speed Changes in a Graphic Simulator

Soon-Cheol Chung\*, Byung-Chan Min\*\*, Yu-Na Kim\*\*,  
Mi-Kyong Sim\*\*, Chul-Jung Kim\*\*

Key Words: Driver's Sensibility, Vehicular Speed Change, Graphic Simulator, Autonomic Response, Simulator Sickness, Subjective Assessment

\* Dept. of Biomedical Engineering College of Medicine, KonKuk University

\*\* Ergonomics and Information Lab, Korea Research Institute of Standards and Science

**Abstract** The change in drivers sensibility that comes from the changes of vehicle speed (0, 40, 100, 160 km/h) in graphic simulator was investigated in this study. From 10 healthy subjects the subjective and physiological responses were measured. For the physiological responses averaged R-R interval, Galvanic Skin Response (GSR), skin temperature, and photoplethysmogram (PPG) were measured, and these physiological responses were compared with the subjective evaluation of self-report. Also, before and after the tasks, simulator sickness questionnaire (SSQ) was carried out to analyze the effect of simulator sickness to the experimental results. Result showed that there was no significant difference between pre and post SSQ. The result of the subjective evaluation showed that as the speed of a vehicle increased the pleasure and arousal level were increased. Averaged R-R interval values, skin temperature, and amplitude of PPG were decreased as the speed was increased. The GSR amplitude has been increased as the speed was increased. In sum, the results show that the activity level of the sympathetic nervous system of the ANS increased as the vehicle speed increased in a graphic simulator. These results coincide with the results from autonomic and subjective responses of real driving situation experiment.