

## 생리신호 측정을 통한 심리적 적정 운전상태 분석

### Analysis of Optimal and Pleasant Driving Condition using Physiological Signals

김정룡\*† · 황민철\*\* · 박지수\* · 윤상영\*

Jung-Yong Kim\*† · Min-Cheol Whang\*\* · Ji-Soo Park\* · Sang-Young Yoon\*

한양대학교 기계·정보경영공학부\*

Dept. of Information and Industrial Engineering, Hanyang University

상명대학교 미디어학부\*\*

Dept. of Media, Sangmyung University

**Abstract** : This study has investigated a psychological status of optimal and pleasant driving condition by measuring various physiological signals using SCR(skin conductance response), PPG(peripheral plethysmograph), SKT(skin temperature) and HR(heart rate). The physiological response was measured during various simulated driving conditions. We developed a hardware and algorithm to measure and analyze the physiological response. The physiological signals has reflected the level of driver's tension or relaxation as well as the heart rate. The emotional responses of drivers were also measured and analyzed in this experiment. The result of the study can be used to design a system to enhance the driver's emotional satisfaction as well as to monitor the driver's safety and health condition.

**Key words** : Physiological measurement, Psychological analysis, Driving simulator

**요약** : 본 연구는 피부전도도(skin conductance response), 말초혈관 반응(peripheral plethysmograph), 피부온도(skin temperature)와 심박수(heart rate)와 같은 다양한 생리신호를 측정하여 운전자의 심리반응을 통하여 적정 운전상태를 분석하고자 하였다. 운전자의 심리반응을 측정 및 분석하기 위하여 하드웨어와 알고리즘을 개발하였으며, 운전상황은 자동차 시뮬레이터를 이용하여 다양한 가상 운전상황을 설정하고 생리신호를 측정하였다. 측정 결과 운전자 생리신호가 운전환경의 변화에 따른 심리적 긴장 또는 이완 수준을 잘 반영하고 있고, 감정적 변화에는 다소 둔감한 것으로 나타났다. 이를 심리적 순위척도를 이용하여 정량화하여 심리적 적정 운전범위를 제안하였다. 본 연구의 결과는 추후 운전자의 안전운전이나 건강상태를 모니터링 하기 위한 시스템 개발의 자료로 활용할 수 있을 것이다.

**주제어** : GSR, PPG, SKT, HR, 운전자감성, 하드웨어, 알고리즘

---

† 교신저자 : 김정룡(한양대학교 기계·정보경영공학부)

E-mail : jykim@eml.hanyang.ac.kr

TEL : 031-400-5266

FAX : 031-406-5007

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

더운 여름철이나 계속된 운전으로 인한 피로로 인하여 운전자들이 졸음운전이나 긴장이 완화되는 경우가 많이 발생한다. 이러한 경우 중앙선 침범이나 안전거리 유지가 되지 않고, 위험한 상황에 대한 인식이 둔해지고 속도에 대한 판단이 힘들어지기 때문에 교통사고로 이어지는 경우가 높다[5]. 본 연구에서는 운전자의 생리적, 심리적 상태변화를 감지하여 졸음운전, 과도한 긴장 또는 비정상적인 신체 내부변화에 의해 예기치 않은 사고가 발생할 수 있다는 가정하에, 운전자의 생리적 변화를 측정하여 심리적 적정운전 상태를 추출해 내고자 하였다. 이를 위해서 운전자의 피부저항(galvanic skin resistance ; GSR), 말초혈관 반응(peripheral plethysmograph ; PPG), 피부온도(skin temperature ; SKT), 심박수(heart rate ; HR)를 측정하여 운전자의 상태를 모니터링하고 운전자의 생리·심리반응을 피드백(feedback) 할 수 있는 하드웨어 시스템(hardware system)을 개발하고, 측정된 생리신호를 분석할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

### 1.2 기존연구

#### 1.2.1 운전자 생체신호 연구

O'Hanlon와 Kelly[12]는 야간 운전 중 운전자의 심박을 변화에 대한 연구를 수행하였다. '우수한 운전자' 21명과 '열등한 운전자' 20명을 대상으로 심박을 변화를 비교한 결과 '우수한 운전자'들의 심박을 변화량이 더 높은 것을 발견하였다. Hein 외 2인[10]은 온도변화에 따른 운전능력의 변화를 이마와 다리부위에 대하여 5°C, 20°C, 35°C 세 실험수준으로 운전능력을 측정하였다. 측정결과를 SDLP(standard deviation of the lateral position)을 통하여 비교한 결과 다리의 피부표면온도가 실내온도를 더욱 잘

반영한다고 하였으며, 주위 온도에 따른 운전능력의 변화는 5°C에서는 16%, 35°C에서는 13%의 운전자가 운전능력이 저하되는 것을 발견하였다. 김정룡 외 2인[3]은 운전자의 심리, 생리적 반응을 뇌파와 피부저항, 피부온도, 안구운동(electrooculogram ; EOG)을 이용하여 연구하였다. 운전 난이도를 3수준(High, Moderate, Low Effort)으로 설정한 후 운전자의 생체신호 변화를 관찰하였고, 생체신호를 분석하는 파라미터(parameter)를 10가지로 분류하였다. 김상균 외 8인[2]은 차량의 속도를 0, 30, 60, 90, 120km/h의 5수준으로 변화시켜 주행할 때와, 안정상태(rest), 급출발/급제동, 60km/h 정속주행의 3가지 상태로 주행하게 한 후, 자율신경계의 반응을 조사하였다. 연구 결과 차량의 속도에 따른 자율신경계의 변화에서 R-R interval, 피부저항, 피부온도가 유의한 차이가 발생하는 것을 볼 수 있었다. 또한 속도가 증가할 경우 피부저항이 증가하고 피부온도가 감소하였고, 급출발/급제동의 경우 피부저항이 증가하고, 피부온도가 감소한다고 하였다. Tara 외 3인[13]은 공격적 운전자의 심리, 생리적 반응을 심박수, 혈압(blood pressure-SBP, DBP), 피부저항수준(skin resistance level ; SRL)을 통하여 연구하였다. 이 때, 운전자에게 암산을 수행하게 하고, 2종류의 공격적 운전장면과 무시무시한 장면을 제시한 후, 운전자의 생체신호를 측정하였다. 그 결과 공격적 운전장면에 대하여 심박수, 혈압이 감소하였고, 암산 수행시 피부저항 수준이 증가한다고 하였다.

#### 1.2.2 기타 생체신호 연구

윤영화 외 4인[4]은 말초혈관 반응이 피부조직에 있는 혈류량을 나타내며, 교감신경계 활동의 지표로 사용 가능하다고 하였다. 따라서, 과제의 스트레스와 소음이 피부전도도, 말초혈관 반응, 심박수에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 조사를 하였다. 그 결과 스트레스와 소음이 제시될 경우 피부저항과 말초혈관 반응이 감소한 반면, 심박수는 증가 경향

이 나타난다고 하였다. 강현구와 고명연[1]은 치과 진료환자 140명을 대상으로 치과 시술에 대하여 피부전도도에 대한 반응을 연구하였다. 그 결과 치과 시술에 따른 자극으로 인하여 피부전도도의 진폭 증가가 나타나는 것을 알 수 있었으며, 특히 여성이 남성보다 공포를 더 많이 느끼므로 여성의 피부저항의 변화폭이 큰 것으로 나타났다. Eduvigis 외 5인[6]은 public speaking task에서 말초혈관과 피부전도도에 대한 반응을 조사하였다. 피부저항, 심박수, 손가락 혈류량(finger pulse volume)을 휴식(rest), speech 준비/수행 중/수행 후 회복기간으로 분류하여 측정된 결과, public speaking task 수행시 말초혈관 반응 감소, 작업(task) 수행시 피부저항의 진폭(amplitude)과 빈도(frequency)가 증가하는 것을 볼 수 있었다.

### 1.2.3 감성생체신호 연구

감성생체신호에 대한 연구로는 최정미a 외 3인[6]의 쾌, 불쾌상태의 구분에 대한 연구가 있다. 연구에서 사람의 감성을 쾌하면서 이완된 상태, 쾌하면서 긴장된 상태, 불쾌하면서 이완된 상태, 불쾌하면서 긴장된 상태의 네 가지로 분류한 후, 분류된 감성을 뇌파(electroencephalogram; EEG)를 이용하여 분석하였다. 그 결과 긴장 또는 이완 정도에 관계없이 쾌, 불쾌한 상태가 통계적으로 유의미하게 분류(t-test;  $p < 0.01$ )되는 것을 알 수 있었다. 최정미b 외 6인[7]은 감성자극의 쾌, 불쾌상태에 따른 중추 신경계의 활동을 뇌전위(EEG) 감성 반응과 피부온도, 심박수를 측정하여 비교하였다. 그 결과 뇌전위와 피부(손바닥) 온도는 불쾌하면 올라가고, 쾌할수록 감소하는 경향이 나타났다. 이러한 결과는 일반적으로 쾌한 감성을 느낄 때는 교감신경계가 활성화되기 때문이며, 심박수의 경우는 감성반응과 상관성이 낮은 것으로 나타났다.

감성분류 연구 중에서 각성, 이완상태의 구분에 대한 연구로는 Cook 외 3인[8]과 Lang 외 3인[11]의 연구가 있으며, 사람의 각성과 이완에 대한 반응을

피부저항을 이용하여 조사하였다. 그 결과 각성이 증가하면 피부저항이 높아지는 것을 발견하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구가설

본 연구에서 사용한 연구가설은 다음과 같다.

- 생리신호가 운전자의 긴장·이완의 정도를 민감하게 반영할 수 있을 것이다.
- 심박수는 운전자의 긴장·이완, 쾌·불쾌와 같은 심리적 특징과 연관되어 변화할 것이다.
- 생리신호가 운전자의 쾌·불쾌 정도에 따라 변화할 것이다.

이러한 세 가지 연구가설을 생리신호 측정 실험을 통하여 조사하고, 이에 따른 운전자의 심리반응을 분석하고자 하였다.

### 2.2 측정변수의 선정

본 연구에서 사용한 변수는 기존연구에서 운전자의 심리·생리적 반응을 비교적 민감하게 반응하는 생리신호인 피부전도도(skin conductance response; SCR), 말초혈관 반응(peripheral plethysmograph; PPG), 피부온도(skin temperature; SKT) 그리고 심박수(heart rate; HR)를 측정 변수로 선정하였다. 또한, 운전이라는 작업을 수행하는 동안 운전자의 생리신호를 효과적으로 측정할 수 있도록 운전대 부위에 부착하여 측정하기 용이한 측정시스템을 개발하였다.

### 2.3 실험참가자

실험참가자는 교정시력이 1.0 이상이며, 실제 운전 경력이 1년 이상인 대학원생을 대상으로 실험을 실시하였다. 총 10명의 실험참가자가 자원하여 실험에 참여하였으며, 실험참가자의 평균 연령은 27.6

세, 평균 운전경력 5년이었다.

## 2.4 실험설계

실험에 사용된 독립변수는 주행속도, 특수한 운전 상황, 운전자 감성의 세 가지를 사용하였다. 독립변수에 따른 실험수준은 주행속도에 따라 정체구간-이완(평균 20km/h), 정속주행-다소 긴장(100km/h), 고속주행-긴장(150~160km/h)의 세 수준으로 구분하였고, 특수한 운전상황에 따라 졸음운전-이완, 톨게이트 진출입-다소 긴장, 터널 주행-다소 긴장, 급정지 또는 전방 차량 끼어들-긴장의 네 수준으로 분류하였다. 특히 졸음운전의 경우는 실험참가자들 중에서 실험 중 조는 경우를 따로 분류하여 분석하였다. 운전자 감성은 조용한 전원 풍경을 제시하는 경우를 쾌한 감성으로, 가학적 영상을 제시하는 경우를 불쾌한 감성으로 구분하였다. 각 실험수준별로 3분간 실험을 실시하였으며, 각 실험간 3분의 휴식시간을 두었다.

종속변수로는 각 실험상황에 따른 피부전도도(SCR), 말초혈관 반응(PPG), 피부온도(SKT)와 심박수(HR)의 변화를 측정하였다.

## 2.5 측정장비 및 시설

운전상황별 실험참가자의 실제 운전상황을 재현하기 위하여 자동차 모의 실험장치(driving simulator)를 사용하였고, 실험참가자에게 운전상황을 제시하기 위하여 LCD projector를 이용하여 실제 운전상황의 비디오를 제시하였으며, 각 운전상황별 실험참가자의 행동반응을 폐쇄회로 카메라로 촬영하였다(그림 1, 그림 2). 운전자의 생체신호를 수집하기 위하여 Pentium4 컴퓨터를 사용하였으며, 운전대에 피부전도도(SCR), 말초혈관 반응(PPG), 피부온도(SKT)를 측정할 수 있는 센서를 제작하여 부착하였다(그림 3). 말초혈관 반응을 측정하기 위해서 센서로부터 입사되는 적외선이 혈액에 흡수되거나 반

사되는 양을 측정하여 혈류량 및 심박율을 기록할 수 있는 ST-1CL3H Photosensor와 EL-1CL3 LED를 사용하였으며, 피부전도도를 측정하기 위하여 피부 표면의 체액(전해질) 분비 정도에 따라 변화하는 피부저항의 크기를 미세 전류를 통하여 그 지수를

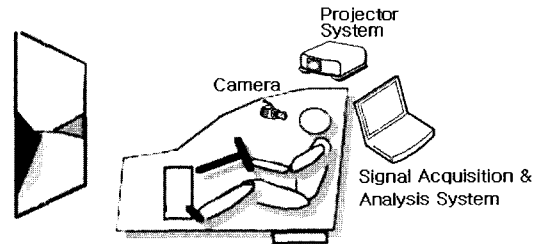
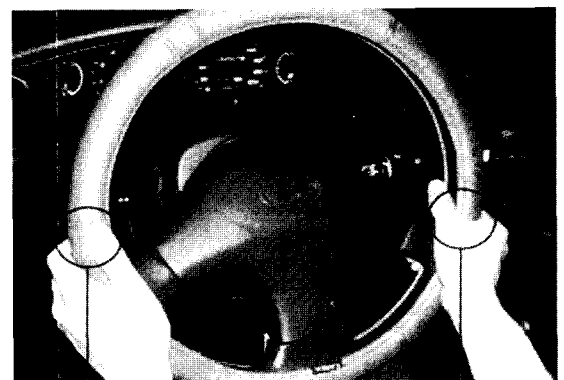


그림 1. 실험에 사용한 자동차 모의 실험장치 개념도



그림 2. 모의 실험장치를 이용한 실험 장면



앞면 : PPG 센서

앞면 : GSR 센서  
뒷면 : SKT 센서

그림 3. 운전대에 부착된 생체신호 측정센서의 위치

측정하는 Ag나 또는 AgCl를 이용한 전극(electrode)을 사용하였고, 피부온도를 측정하기 위하여 thermistor 소자 (PSB-S3)를 이용한 접촉식 센서를 운전대에 각각 부착하였다. 각 센서의 신호 측정은 50hz로 하였다.

### 2.6 실험과정

실험참가자에게 실험의 목적과 과정을 설명한 후, 각 센서의 값들이 정확하게 측정되는 여부를 확인하였다. 실험참가자에게 센서를 부착한 후 3분간 편안히 앉아있게 한 후, 신호가 안정적으로 관찰될 때, 안정상태의 생리신호를 1분간 측정하였다. 실험이 시작된 후 실제 도로에서 촬영한 총 10개의 화면을 무작위 순서로 실험참가자에게 5분간 제시한 후 각각의 생리신호를 측정하였다(그림 4). 제시된 화면은 다음과 같다.

- 이완을 유발할 수 있는 화면 : 정체구간
- 다소 긴장을 유발할 수 있는 화면 : 정속주행

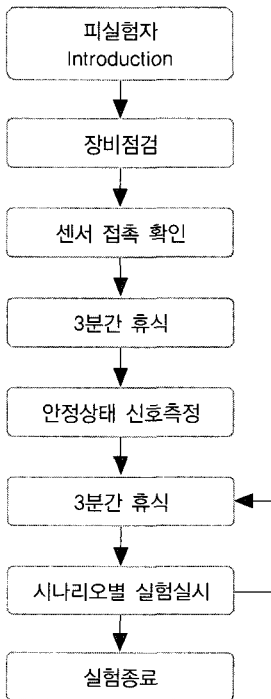


그림 4. 실험 흐름도

(시속 100km), 요금소 진출입, 터널주행

- 긴장을 유발할 수 있는 화면 : 고속주행(시속 150~160km), 급정지, 전방에서 차량이 끼어드는 경우

운전상황에 대한 실험이 종료된 후, 실험참가자의 감성반응을 측정하기 위하여, 쾌한 감성과 불쾌한 감성을 유발할 수 있는 화면을 각각 3분간 제시하였다. 쾌감성을 유발하기 위한 화면으로는 조용한 음악이 제시되는 시골풍경을 사용하였으며, 불쾌감성을 유발하는 화면으로는 가학적인 상황이 연출되는 장면을 사용하였다. 운전상황과 감성반응을 측정하기 위한 실험간에는 각각 3분간의 휴식시간을 두었다. 생체신호의 수집은 Pentium4 컴퓨터를 이용하여 실시간으로 수집하였다(그림 5).

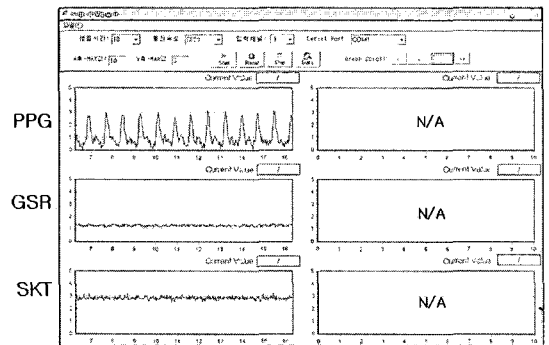


그림 5. 생체신호 수집 소프트웨어를 사용하여 측정된 생체신호의 예

### 2.7 분석방법

측정된 실험자료의 분석은 실험참가자간의 변인을 줄이기 위하여 각 신호는 안정상태에 대하여 정규화(normalization)를 실시하였다(식 1).

$$\text{생체신호 정규화} = \frac{\text{생체신호 실험시} - \text{생체신호 안정상태}}{\text{생체신호 안정상태}} \quad (\text{식 } 1)$$

운전상황에 따른 생체신호를 분석하기 위하여 피부전도도, 말초혈관 반응, 피부온도, 심박수에 대한

여 정규화 된 값을 시나리오 별로 기술통계량(평균 값, 표준편차)을 계산한 후 비교하였다.

### 2.8 실험결과

주행속도에 따른 생체신호의 변화는 주행이 시작되면 주행속도와 상관없이 안정상태에 비해 말초혈관 반응과 피부온도는 증가하는 경향을 나타내었고, 혈류량의 증가로 피부전도도가 감소하는 경향을 나타내었다. 말초혈관 반응의 경우 주행속도가 증가함에 따라 감소하다가 고속주행 상태에서는 다시 증가하는 결과를 나타내었다. 이것은 고속주행시 심박수가 일반주행보다 높아지면서 운전자가 흥분 상태에서 운전을 실시한 것으로 보여지며, 심박수의 증가로 인한 말초혈관의 혈류량이 증가한 것으로 해석된다. 또한, 피부전도도의 경우는 주행상태가 정체보다 낮게 나타났고, 운전자의 긴장이 피부 표면에 땀과 같은 전해질을 배출하는 것으로 판단되었다. 피부온도의 경우 주행속도에 따른 변화 패턴이 나타나지 않았으며, 주행시간에 따라 점차 증가하는 경향이 나타났다. 이는 실험이 진행되는 동안 센서 접촉면의 피부온도가 지속적으로 증가하는 경향으로 판단되었다.

특수 운전상황에 따른 생체신호의 변화는 전방에서 차량이 끼어드는 경우와 같이 운전상황이 급변하거나, 터널과 같은 운전환경변화로 인하여 말초혈관 반응이 감소하는 경향이 나타났다. 피부전도도는 긴장상황에서 전반적으로 증가하는 경향을 볼 수 있었으며, 졸음운전의 경우에 가장 많이 감소하는 것으로 나타났다. 따라서, 피부전도도와 말초혈관 반응은 운전상황을 민감하게 표현하는 반면, 피부온도는 운전상황을 부분적으로 반영하는 것을 알 수 있었다(표 1).

운전자 유발감성에 따른 생체신호변화는 말초혈관 반응의 경우 쾌감성 유발화면을 제시할 경우 낮게 나타났으며, 피부전도도는 높아지는 경향을 보여 Cook의 3인[8]과 Lang 의 2인[11]의 연구와 동일한 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 피부온도의 경우 쾌/불쾌 감성의 차이를 민감하게 나타내지 못하는 것으로 나타났다.

실험결과에 대하여 각 운전상황별로 생체신호 변화를 순위로 표현하여 보았다. 본 연구와 기존연구를 비교한 결과 말초혈관 반응의 경우는 긴장 할수록 증가하였고, 피부전도도의 경우는 감소하는 경향을 알 수 있었다. 따라서 긴장수준이 높은 경우를 1순위로 하여 표 2에 정리하여 보았다. 심박수

표 1. 운전상황별 생체신호 측정 결과(정규화된 값)

	실험구간	PPG	SCR	SKT	HR
		Mean(S.D.)	Mean(S.D.)	Mean(S.D.)	Mean(S.D.)
이완	졸음	0.0011(±0.0560)	-0.2687(±0.3577)	0.1523(±0.1313)	1.0123(±0.0998)
	정체	0.0060(±0.0080)	-0.0339(±0.1691)	0.0353(±0.0721)	1.0291(±0.1128)
다소 긴장	일반주행	0.0035(±0.0035)	-0.1173(±0.2163)	0.1181(±0.0530)	1.0179(±0.0966)
	TG진출	0.0071(±0.0108)	-0.1520(±0.2117)	0.1414(±0.0476)	1.0178(±0.0997)
	짧은터널	0.0055(±0.1174)	-0.0923(±0.1249)	0.1809(±0.0586)	1.0286(±0.1030)
	긴터널	0.0038(±0.0076)	-0.1518(±0.1484)	0.1710(±0.0503)	1.0194(±0.0937)
긴장	고속주행	0.0070(±0.0099)	-0.1159(±0.1523)	0.0741(±0.0910)	1.0293(±0.1061)
	급정지	0.0000(±0.0087)	0.0102(±0.0901)	0.0693(±0.0517)	0.9933(±0.0928)
	트럭 끼어들	0.0034(±0.0074)	-0.0490(±0.1387)	0.0834(±0.1565)	1.0109(±0.0954)
감성	쾌	0.0030(±0.0030)	0.0087(±0.1860)	0.0880(±0.1829)	0.9520(±0.0781)
	불쾌	0.0270(±0.0489)	-0.0544(±0.0905)	0.0995(±0.1744)	0.9000(±0.0854)

는 분당 심장박동이 가장 빠른 순위를 1순위로 하여 표 3에 정리하였다. 순위 결과를 기준으로 5점을 중심으로 하여 긴장수준의 변화는 x축, 심박수의 변화는 y축에 표시하고 각각 순위를 도시한 후, 각 운전상황을 경계로 하여 심리적 적정운전영역을 표시하여 보았다(그림 6).

표 2. 운전상황에 따른 측정변수별 순위

운전상황	생체신호	PPG	SCR	Total
긴장	일반주행	4	6	4
	고속주행	8	5	8
	TG진출	9	8	9
	짧은 터널	6	4	5
	긴 터널	5	7	7
	트럭 끼어들	3	3	2
	전방차량 끼어들	1	1	1
이완	정체	7	2	3
	졸음	2	9	6

1. 앞 순위일수록 말초혈량 증대 의미
2. 앞 순위일수록 긴장으로 인한 피부전도도 반응 증대

표 3. 운전상황에 따른 심박수 순위

운전상황	생체신호	HR
일반주행		5
고속주행		1
TG진출		6
짧은 터널		3
긴 터널		4
트럭 끼어들		8
전방차량 끼어들		9
정체		2
졸음		7

3. 앞 순위일수록 분당 심박수 큼

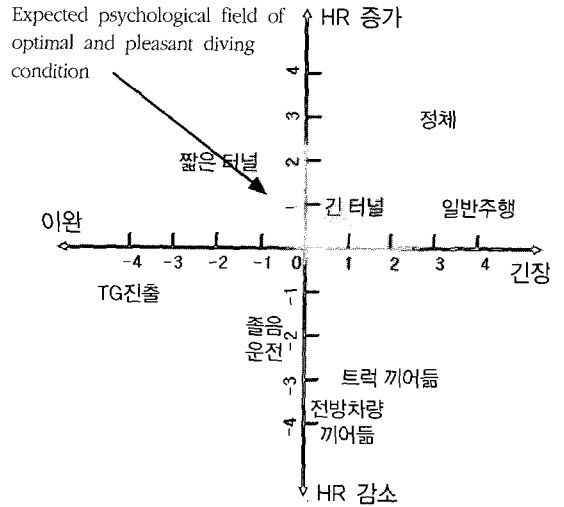


그림 6. 운전상황과 심박수에 따른 생체신호의 변화 및 심리적 적정 운전영역(Psychological field of optimal and pleasant driving condition)

### 3. 토의

본 연구 가설을 토대로 실험 결과를 살펴보면 운전자의 생리신호의 차이가 운전자의 도로상에서의 긴장도의 높고 낮음을 어느 정도까지 표현해줄 수 있다는 것을 알 수 있었다. 반면에 쾌, 불쾌 감성에 대한 반응은 현재의 생리신호와 실험 환경에서 민감하게 나타나지 않는 것으로 보여졌다. 물론 생리신호 자체가 안고 있는 변이도로 인해, 측정되어진 원 신호값(raw signal)들을 해석하는 데는 어려움이 있었고 이를 상대적 순위 정보화하는 과정이 필요했다. 특히 다양한 신호에 대한 운전 상황에 대한 긴장도 순위의 평균값은 하나의 신호가 민감하게 반응하지 않더라도 또 다른 신호에서 나타난 정보를 이용할 수 있다는 장점이 있어 원 신호와의 차이에도 불구하고 본 연구에서 매우 유용한 정보로 사용되었다.

한편 말초혈관 반응을 측정하는 중에 같이 측정되는 심박수의 크기는 긴장이나 이완의 원인을 해석하는 데 매우 중요한 정보로 사용되었다. 예로, 고속주행 상황에서는 말초혈관 반응이 감소하는 반

면 심박수는 증가하는 경향을 나타내었다. 반면에 트럭이 전방에서 갑자기 끼어드는 경우에는 말초혈관반응과 심박수가 함께 증가하는 경향을 나타내어 같은 긴장이라도 상황에 따라 생체신호의 경향이 다르다는 것을 발견할 수 있었다.

또한, 심박수의 변화와 긴장과 이완에 따른 생리신호의 변화가 매우 독립적이라는 사실에 착안하여 2차원 공간에 순위정보를 표현하여 보았다(그림 6). 이러한 방법을 사용했을 때, “심리적 적정 운전 영역(psychological optimal and pleasant driving condition)”을 시각적으로 뿐만 아니라 수리적으로 좌표 상에 표현할 수 있어 실제적인 룰-베이스(rule-based) 알고리즘으로 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러므로 순위정보를 이용하는 방법이나 2차 좌표상에 표현하는 방법은 실제 상용화를 위한 시스템을 설계하는 데 매우 중요한 실험적이고 이론적인 근거가 될 수 있을 것이다.

이러한 측정 방법과 시스템은 추후 운전자의 안전이나 운전자의 컨디션을 모니터링할 수 있는 자동차를 개발하는 데 사용될 수 있을 것으로 기대한다. 특히, 현재 사용되고 있는 다양한 모드의 피드백 시스템을 이용할 경우 운전자에게 건강정보, 안전 운전 정보, 졸음운전 정보 등을 줄 수 있는 흥미로운 시스템으로 개발이 가능할 것이다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 운전자 생체반응을 통하여 부적절한 운전상황을 실시간으로 감지하여, 과도한 긴장 또는 졸음운전에 대한 예비 경고를 할 수 있는 시스템을 설계 및 제작하였다. 생체신호의 높은 변이에도 불구하고, 신호분석 알고리즘을 사용하여 생체의 변화를 순위정보로 표현하였다. 본 연구에서 개발한 시스템은 운전자가 운전적합성 정도를 자가 판단할 뿐 아니라 추후 운전자의 생체반응 측정을 통한 실시간 건강정보 제공, 자동차와 운전자 간의 감성적 의사소통이 가능한 차세대 자동차 시스템

개발을 위한 기초자료 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] 강현구, 고명연 (1995). 치과시술에 따른 외래환자의 GSR변화에 관한 연구. *대한구강내과학회지*, 20(1), pp.117-126.
- [2] 김상균, 민병찬, 정순철, 민병운, 오지영, 김유나, 신정상, 김철중, 박세진 (1999). 급출발, 급제동에 따른 자동차 탑승자의 피부전도도 반응. *국제인간공학 심포지엄 및 대한인간공학회 '99추계학술대회 논문집*, pp.253-258.
- [3] 김정룡, 윤상영, 박지수 (2004). 운전자 주행 적합성 진단을 위한 연구 II : 생체신호 추출, 선정 및 정량화. *대한산업공학회지*, 30(1), pp.50-57.
- [4] 윤영화, 김상희, 이홍재, 이지화, 김현택 (1997). 과제 스트레스와 소음 자극이 피부전기전도도, 심박률과 말초혈류량에 미치는 영향 및 그에 대한 향과 소음차폐기의 효과. *한국심리학회지*, 16(2), pp.435-445.
- [5] 이승일 (2003). “자동차 알고 답시다.” 한가람서원.
- [6] 최정미a, 배병훈, 황민철, 김수용 (1998). 뇌전위의 Linear Complexity 분석에 의한 깨, 불쾌상태의 구분. *한국감성과학회 춘계학술대회 논문집*, pp.70-74.
- [7] 최정미b, 황민철, 배병훈, 유은경, 오상훈, 김수용, 김철중 (1998). 단일 전극 뇌파에 의한 깨, 불쾌 감성의 정량화. *대한감성과학회지*, 1(1), pp.59-67.
- [8] Cook, E. W., Hawk, L. W., Davis, T. L., and Stevenson, V. E. (1991). Affective individual differences and startle reflex modulation. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, pp.5-13.
- [9] Eduvigis, C., Luis M. A., Esperanza, G. B., Alicia S., Jorge R., and Jesus G. A. (2001). Gender differences in cardiovascular and electrodermal responses to public speaking



- task: the role of anxiety and mood states. *International Journal of Psychophysiology*, 42, pp.253-264.
- [10] Hein, A. M. Daanen, Evert, van de Vliert and Xu, Huang (2003). Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. *Applied Ergonomics*, 34(6), November, pp.597-602.
- [11] Lang, P. J., Greenwalk, M.K., Bradley, M. M. and Hamm, A. O. (1993). Looking at picture: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, pp.261-273.
- [12] O'Hanlon, J. F., and Kelley, G. R. (1977). Comparison of performance and physiological changes between drivers who perform well and poorly during prolonged vehicular operation. In R. R. Mackie(Ed.), "Vigilance: Theory: Operational performance and physiological correlates." pp.87-109. New York: Plenum.
- [13] Tara, E. G., Edward, B. B., Loretta, S. M., and Brian, M. F. (2003). The psychophysiology of aggressive drivers: comparison to non-aggressive drivers and pre-to post-treatment change following a cognitive-behavioural treatment. *Behaviour Research and Therapy*, 41, pp.1055-1067.