

# 휴대폰을 통한 음향 및 진동자극이 인체의 감성에 미치는 영향 평가

김민호, 김기범, 김승우, 오동익, 김동욱  
순천향대학교 정보기술공학부  
e-mail: bmedwkim@sch.ac.kr

## A Estimation of Emotional Sensibility by that Music and Vibration Stimulation of the Cellular Phone

M. H. Kim, K. B. Kim, S. W. Kim, D. I. Oh, D. W. Kim  
Dpt. of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

### 요 약

현재 휴대폰은 대중화 되고 있으며, 로봇기술 또한 각광 받고 있다. 그래서 우리는 로봇기술과 휴대폰 기술을 접목한 RCP(Robotic Cellular Phone)를 구현하려 한다. RCP를 구성하기 위해서 휴대폰의 움직임을 구현, 외부환경 및 RCP 자신의 상태인식 기능, 그리고 사용자의 감성을 유발할 수 있는 감성유발엔진 및 감성평가모델의 구축이 필요하다.

본 연구에서는 감성평가모델의 개발을 위하여 음악과 진동 자극을 주어 생체신호 HRV와 GSR을 측정하여 정량적인 데이터를 수집, 특정감성을 평가하였다. 감성을 평가함에 있어서 개인의 차이가 발생하기 때문에 개개의 표준화(Normalize)가 필요하게 되었다. 표준화를 위하여 IAPS영상을 활용한 결과 우리가 얻고자 하는 감성의 변화에 대한 판단을 할 수 있음으로 감성의 신호 모델을 유추할 수 있었다.

### 1. 서론

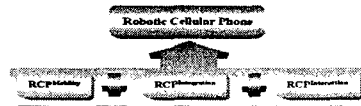
최근 국내외에서 휴대폰은 IT (Information Technology)분야의 핵심기술로 자리 잡고 있으며, 산업 및 경제적으로도 매우 중요한 위치에 있다. 요즘의 휴대폰은 단순한 통신수단뿐만이 아니라 소비자의 다양한 욕구에 발맞추어 MP3의 재생, 디지털카메라의 기능, 음악감상, DMB서비스를 이용한 방송청취 등 다양한 서비스를 제공하고 있다.

IT분야의 발전과 함께 RT(Robot Technology)분야도 21세기의 유망한 첨단기술로 손꼽히고 있다. 현재 로봇은 주류를 이루고 있던 산업용 로봇대신 첨단 기술을 접목시킨 개인용 로봇이 각광 받고 있다.

본 연구에서는 IT와 RT를 접목하여 새로운 기술 개념인 개인로봇형 휴대폰단말기 RCP의 개발을 위한 기반연구를 하였다. RCP(Robotic Cellular Phone)란 기존의 휴대폰단말기에 개인용 로봇(Personal Robot)을 결합한 것으로 로봇의 개인 서비스 기능과 엔터테인먼트 기능을 갖춘 새로운 휴대폰 기술인 것이다.

RCP는 [그림 1]과 같이 RCP<sup>Mobility</sup> (RCP for Mobility), RCP<sup>interaction</sup> (RCP for Interaction),

RCP<sup>Recognition</sup> (RCP for Recognition)의 3가지 세부 기술로 구성되어 있다. RCP<sup>Mobility</sup>는 인간친화형 모션 자동화와 Walking & Arm 기능을 이용한 개인 서비스를 위한 기술을 말하며, RCP<sup>interaction</sup>은 지능알고리즘을 이용한 감정생성 기술과 사용자의 감성을 유발할 수 있는 감성유발엔진 및 감성모델의 개발을 말한다. 그리고, RCP<sup>Recognition</sup>은 각종 센서를 이용한 사용자 및 외부환경 인식과 RCP 자신의 상태 감지 등의 모든 인식 기술을 말한다.



[그림 1] RCP의 세부기술 구성

본 연구는 RCP<sup>interaction</sup>에서 감성모델의 개발을 위하여 진동과 음악을 이용하였으며 인간감성을 자극하여 특정 감성을 유도하고자 함에 있다. 감성을 정량적으로 측정하기 위하여 HRV와 GSR의 생체신호를 이용하였다.

## 2. 방법

### 2.1. RCP에 의한 음악자극 및 진동자극

자극은 실험자극(진동자극, 음악)과 영상자극을 주었으며 SAM Test를 거쳐 자극에 대한 적합성 여부를 판단하였다.

변화량에 대한 표준화(Normalize) 또한 실시하였다. 이는 개인의 감성을 느끼는 정도가 모두 다르기 때문에 자신의 기준선을 가지고 변화량을 비교하여야만 개개인의 자극에 대한 느낌의 정도를 판단할 수가 있기 때문에 표준화 작업이 필요하다.

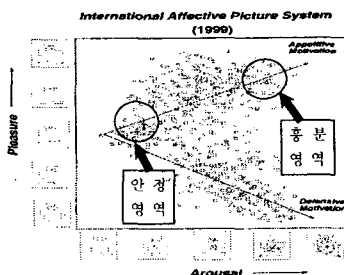
음악은 일반적으로 평균적으로 흥분과 안정일 것으로 생각되어지는 음악을 선택하여 그 자극의 여부를 판단할 것이다. 본 실험에서는 흥분자극의 음악으로는 경쾌한 루돌프사슴코를 이용하였고, 안정자극의 음악으로는 등대지기를 이용하였다.

진동 자극은 음계에 대한 주파수가 다른 점에 착안 하여 음계 주파수를 진동 주파수로 변환 후 진동을 생성 하였다. 주파수로 구현을 하였기 때문에 진동모터가 나타낼 수 있는 표현한계 주파수내에서 진동을 생성 하였으며, 1옥타브인 도(65.4Hz)~레(146.8Hz)까지 표현을 하였다.

휴대폰으로의 진동 구현을 목적으로 하기 때문에 무선모듈을 제작하여 신호를 송신하였으며 진동 모터 3개를 사용한 RCP기초 모델을 만들어 수신을 하였으며, 실험에서의 진동자극은 본 실험에서의 음악 자극을 진동화하여 부여하였다.

### 2.2. 감성표준화를 위한 영상자극

IAPS(International Affective Picture System)는 체계적인 영상 자극을 부여하여 감성레벨(Pleasure)과 각성레벨(Arousal)로 규정하여 2차원 상에 도표화함으로써 감정지표를 [그림 2]와 같이 나타낸 것이다.

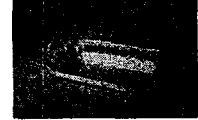
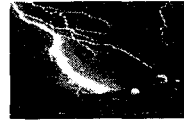


[그림 2] IAPS영상에 대한 2차원적 분포

규정 되어진 IAPS를 이용하여 진동자극과 음원자극에 대한 개인의 느끼는 정도의 차이를 객관적으로 판단할 수 있는 지표로 활용하였다.

또한 각 영상에 대한 판단은 SAM Test를 통하여 흥분과

안정 영상을 [그림 2]에 나타내는 흥분영역에서 극한흥분영상을, 안정영역에서는 극한안정영상을 선택하였으며, 각 영상은 [그림 3]과 같으며, 영상 값은 [표 1]과 같다. 실험에 사용된 영상에 대한 정확성을 판단하였다.



극한흥분

극한안정

[그림 3] Normalize 영상자극

[표 1] Normalize를 위한 IAPS 영상

	IAPS No.	Pleasure Mean(SD)	Arousal Mean(SD)
극한흥분	5950	5.99 (2.07)	6.79 (1.98)
극한안정	7010	4.94 (1.07)	1.76 (1.48)

### 2.3. 심박동변이 (HRV)

심박동과 박동사이의 간격(RR interval)은 안정을 취하고 있는 사이에도 변화를 계속 하고 있는데 이를 심박동변이(HRV, Heart Rate Variability)라 한다.

HRV신호로부터 임상적인 해석을 하기 위해서는 심전도(ECG) 신호를 측정하여 주파수영역에의 변환을 통하여 각 성분의 양을 측정하여 교감신경계와 부교감신경계의 활성화 상태를 보고 심리상태를 측정할 수 있는 지표로 활용 될 수 있다. HRV를 측정하는데 있어서 장기분석(Long-term)과 단기분석(Short-term)이 있는데 여기서는 단기분석을 이용하였으며, 주파수 성분은 LF(0.01~0.08Hz), MF(0.08~0.15Hz), HF(0.15~0.5Hz)로 구분되어 각각 측정하였다.

HRV를 판단하는 파라미터로는 교감신경계와부교감신경계의 활성여부를 판단하기 위해 HF의 변화량과 MF/(LF+HF)의 변화량, LF/HF변화량을 비교하였다.

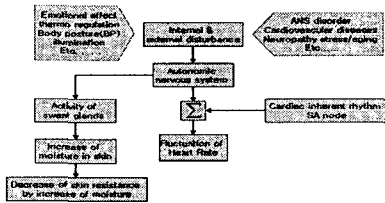
### 2.4. 피부반응 (GSR)

피부에 미약한 전류를 흘리면 신체표면으로부터 쉽게 측정 될 수 있으며, 땀샘의 활동으로 인하여 피부의 저항은 변하게 된다. 이 저항의 변화를 측정하기 위하여 GSR(Galvanic Skin Response)을 이용한다. 피부의 땀샘은 오직 교감 신경계의 영향을 받기 때문에 자극이 주어졌을 때 땀을 분비하게 되고 피부의 저항이 변할 것이며 자극의 크기에 따라 GSR의 크기도 달라질 것이다. 이는 감정의 크기를 상대적으로 비교할 수 있는 지표로 활용 될 수 있다.

GSR을 판단하는 파라미터로는 상대적인 자극의 크기를 알아볼 수 있는 저항평균법과 자극에 대한 변화량을 알아볼 수 있는 Count peak를 이용한 Scoring법, 저

항 값의 maximum값에서 minimum값의 71.7%까지 떨어지는 시간 값을 측정하여 자극의 지속시간 여부를 알아볼 수 있는 Decade법을 이용하여 측정하였다.

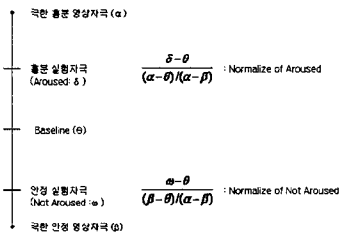
[그림 4]는 자율신경계에 의해 감성인식이 적분되어 HRV와 GSR의 변화성을 보여주는 그림이다.



[그림 4] 자율신경계에 의한 HRV/GSR 통합 메커니즘

2.5.. 표준화

[그림 5]는 각성레벨(Arousal)측에서 IAPS영상의 흥분과 안정자극을 극한으로 보고 본 실험에서의 진동(흥분/안정)과 음악(흥분/안정)자극을 측정 한 후 1차원 그래프로 도시화 하였으며, 무자극시의 측정 결과를 Baseline으로 보았다.



[그림 5] 자극의 표준화

3. 실험 및 결과

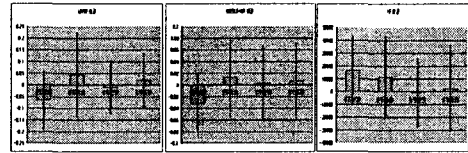
자극에 대한 신뢰성을 높이기 위해 향은, 향습, 방음 및 조도조절이 가능한 실험실을 설계하여 외부자극을 최대한 배제 하였다(온도 : 25℃, 습도 : 45%, 조도 : 75 lux). 실험자의 위치 또한 실험실 외부에서 모든 실험을 주관하였다.

실험대상은 18명의 20대 남녀를 대상으로 하였으며, 실험에 대한 충분한 인식을 시켰으며, 실험 3시간 전 카페인과 알코올이 함유된 식품의 섭취를 배제 하였다.

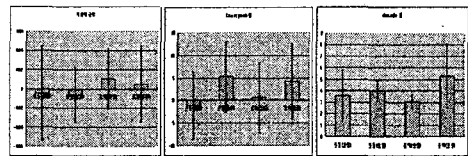
생체신호의 측정은 Biopac사의 MP150을 이용하여 측정을 하였으며, AcqKnowledge ver.3.7.3을 사용하여 분석을 실시하였다.

자극에 대한 변화 여부의 정도를 판단하기 위하여 기준선(Baseline)을 규정하기 위해 실험 전 5분의 안정화 시간을 부여한 후 가장 안정화 된 상태에서의 생체 신호를 측정하였다.

[그림 6]과 [그림 7]은 HRV와 GSR의 측정결과이며 HRV의 LF/HF, MF/(LF+HF), HF에 대한 변화량과 GSR의 저항평균값과 Decade값, Scoring값을 각각 그래프화 한 것이다.



[그림 6] HRV 측정 결과



[그림 7] GSR 측정 결과

HRV와 GSR을 이용하여 교감신경과 부교감신경의 활성화 여부를 판단하였다. 아래 [표 2]는 각 값을 도시화한 평균값이며, Baseline 값을 기준으로 한 상대적 변화량 지표이다.

SPSS 통계프로그램의 귀무가설(자극에 대한 가설)을 이용하여 p-value(유의확률: 가설이 통계량에서 나타날 가능성)와 유의 수준 α를 비교하여 실험 데이터의 유용성을 검증하였다.

[표 2] 측정된 생체신호의 통계분석

	HRV			GSR			경향
	LF/HF	MF/(LF+HF)	HF	저항평균	scoring	decade	
진동 안정	-0.06**	-0.03*	17000'	-0.004	-1.13	-0.14*	부교감
진동 흥분	0.045	0.015	11000**	-0.006	5.27*	0.11*	교감
음악 안정	-0.01	0.003	-500	0.01	0.6	-0.35'	부교감
음악 흥분	0.03	0.007	2500	0.005	4.2*	-0.23'	교감

p<0.05(\*), p<0.1(\*\*)

[표 3] 교감신경과 부교감신경에 관한한 값

	MF/(LF+HF)	LF/HF	HF	GSR
부교감신경(안정)	↓	↓	↑	↑
교감신경(흥분)	↑	↑	↓	↓

[표 3]은 각 파라미터에 관한 교감신경과 부교감 신경계의 활성도를 나타낸 것이다. 표에서 보듯이 안정(Not Aroused)을 나타낼 때에는 HF가 증가하고 피부 저항도가 증가하며 LF의양은 상대적으로 감소하는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 안정(Not Aroused)에서는 부교감신경계에 지배를 받는데 부교감 신경계가 활성화되면, 심박동이 느려지고, 소화액과 땀 분비가 촉진되기 때문에 이런 결과를 얻게 되었다.

또한, 흥분(Aroused)은 교감신경계의 지배를 받게 되는데 교감신경계가 활성화가 되면 반대로 심장박동이 빨라지고, 혈관이 수축되며, 소화액과 땀 분비가 억제되어 HF의 양이 상대적으로 부교감신경계가 지배하였을 때보다 적게 발생되며, GSR 또한 감소하게 된다.

GSR에서의 Scoring은 흥분 자극일 때 peak값을 많이 count하는 결과를 보여주며 이는 자극에 대한 저항의 변화가 많았음을 의미한다. Decade역시 흥분 자극일 때 높은 결과를 보여주었으며 이는 흥분시 자극의 지속시간이 더 길었음을 의미한다.

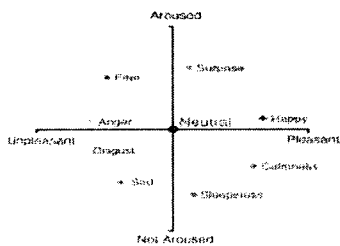
#### 4. 토론 및 향후 과제

본 연구에서는 각 자극(음악, 진동)에 대한 HRV와 GSR을 이용하여 느끼는 감정을 판단하였다. 감정을 나타내는데 있어서 교감신경과 부교감신경계의 활성화 여부가 많은 영향력을 보이기 때문에 감정을 판단하는 파라미터로 이용하였다.

실험 시에 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 여러 사람의 데이터를 늘여가는 방법을 선택하였으나 피험자의 수가 늘어갈 수록 표준편차가 상대적으로 늘어났었다.

데이터의 신뢰도를 높여가는 방법으로 피험자의 수를 늘이는 것보다는 피험자의 상태에 따라 감정이 다르게 나타날 것으로 보고 반복적인 실험을 실시하여 신뢰도를 높일 것이다. 또한 피험자의 균을 선택함에 있어서 한국인의 표준체형에 맞는 피험자 집단을 선택할 것이다.

[그림 8] Russel의 Circumplex모델에 의하면 2차원 상에 감성레벨(Pleasant, Unpleasant)과 각성레벨(Aroused, Not Aroused)로 8가지 감성을 나타 낼 수 있다고 하였다.



[그림 8] Circumplex model

Russel 뿐만이 아니라 여러 연구에서도 감정을 판단하는데 2차원 그래프를 많이 사용을 하여 표현을 하였다.

하지만 본 실험에서 음악자극의 경우 음악이라는 것이 기쁨을 주는 것을 목적으로 만들어져 있다고 보기 때문에 판단 기준인 감성레벨(Pleasant, Unpleasant)측에서 볼 때 상당히 모호한 판단이 될 수

있다고 본다. 그렇기 때문에 자극에 대한 판단 시 흥분(Aroused)과 안정(Not Aroused)으로 나누어 감정의 여부를 판단하는 것이 정확한 판단이 될 수가 있다.

그러나 생활환경음을 토대로 구축한 IADS (Internatioal Affective Digitized Sound System)를 이용하여 자극을 판단 할 경우 감성레벨(Pleasant, Unpleasant)측의 쾌(Pleasant), 불쾌(Unpleasant)의 변화를 구분할 수 있을 것이다. 또한 측정결과를 본 실험의 음악자극에 활용한다면 음악에 대한 2차원적으로 도시가 가능할 것이며 감정에 대한 판단이 더욱 세분화되어 8가지 감성(기쁨, 슬픔, 놀람, 혐오, 공포, 분노, 냉정, 지루함)에 대한 표준화된 데이터를 수집할 수 있을 것이다.

이 표준화된 데이터를 기본으로 RCP Intereaction 에서의 기본적 데이터베이스를 제공함으로서 감정에 따라 셀룰러폰이 진동 및 음악을 스스로 구현하도록 할 것이다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 생체신호(HRV, GSR)를 가지고 감성을 판단하려 하였다. 그러나 감성을 판단하는데 있어서 개인의 차이가 발생하기 때문에 개개인의 표준화(Normalize)가 필요하게 되었으며, 표준화를 한 결과 우리가 얻고자 하는 감성의 변화에 대한 판단을 할 수 있음으로 감성의 신호모델을 유추 할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] Alessandro Angrilli, "The influence of affective factors on time perception", Perception & Psychophysics, Vol. 59, No. 6, pp. 972-982, 1997.
- [2] Margaret M Bradley and Peter J. Lang, "International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings", 1997.
- [3] John Camm et al., "Heart rate variability", European Heart Journal, Vol. 17, pp. 354-381, 1996.
- [4] Kyung Hwan Kim, "Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals", Medica & Biological Engineering & Computing, Vol. 42, pp. 419-427, 2004.
- [5] Rollin McCraty, "The Effect of Short-term Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability", The American Journal of Cardiology, Vol. 76, pp. 1089-1093, 1995.
- [6] Russel j. , "A circumplex model of emotion", Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 39, pp. 1161-1178, 1980.