

# 생체 신호 특징 기반의 감정분석을 통한 음악 추천 시스템

정유채\*, 임보연\*\*, 윤용익\*

\*숙명여자대학교 IT 공학과

\*\* 숙명여자대학교 경영학부

e-mail : [jungjuri7@sm.ac.kr](mailto:jungjuri7@sm.ac.kr)

[lim940@sm.ac.kr](mailto:lim940@sm.ac.kr)

[yiyoon@sm.ac.kr](mailto:yiyoon@sm.ac.kr)

## Music Recommendation System based on Feature Emotional Sensing

Yuchae Jung\*, Bo-Yeun Lim\*\*, Yong-Ik Yoon\*

\*Dept. of IT engineering, Sookmyung Women's University

\*\*Dept. of Business Administration, Sookmyung Women's University

### 요 약

본 논문은 감정변화와 관련이 높다고 알려져 있는 생체정보인 뇌파(EEG), 심전도(ECG), 심박변이도(HRV)를 바탕으로 사용자의 감정상태를 추론하여 치유음악을 추천해주는 시스템을 제안한다. 사용자의 생체정보를 기반으로 사용자의 감정상태를 평온, 집중, 긴장, 우울의 4 가지 단계로 분류하는 감성추론 시스템을 설계하고, 각각의 감정상태에 따라 적절한 카테고리의 음악을 추천함으로써 사용자의 스트레스 정도를 완화시키고자 한다.

### 1. 서론

인간과 컴퓨터의 상호 작용 HCI(Human Computer Interface)에 대한 연구가 진행되면서 사용자의 직접적인 입력에 의한 컴퓨터 반응이 아닌, 감성추론 혹은 사용자의도에 따른 컴퓨터 반응에 대한 연구가 증가하고 있다.

HCI (Human Computer Interface)에 속하는 BCI 기술은 마음-기계 인터페이스(MMI), 직접 신경 인터페이스(DNI) 또는 뇌-기계 인터페이스(BMI)라고도 일컬어지며 인간의 두뇌와 컴퓨터의 유선 연결을 통해 뇌파로 컴퓨터를 제어하는 기술이다 [1]. 이러한 BCI 기술은 인간의 두피에서 측정 가능한 자발적 전기 활동인 뇌파를 센서를 통해 측정하고, 신호 처리 및 필터링 과정을 거쳐 뇌파를 주파수 영역별로 분석해 입출력 장치에 명령을 내리고 제어하는 분야이다 [2]. 이러한 'BCI (Brain Computer Interface)' 기술은 사용자의 감정상태와 환경정보(context-aware)를 결합하여 사용자와 컴퓨터 간의 자연스러운 상호작용을 제공하기 위한 인터페이스 연구로 발전하고 있다.

현대인들은 다양한 직무스트레스, 대인 관계에서의 갈등, 경제적 고통 등과 같은 정신적 스트레스가 심각한 문제로 대두되고 있으며, 이러한 문제를 해결하고자 신체적, 정신적 삶의 질을 향상시키려는 움직임인 웰니스의 개념이 중요해지고 있다. 따라서 사용자

의 심리상태를 객관적인 수치로 나타내는 뇌파 및 생체신호를 이용하여 감정적 스트레스 레벨을 측정하고 이에 따른 신체적 변화를 인지하는 것은 개인의 정신적 스트레스 정도를 모니터링하고 그 정도를 완화하는데 중요한 의의를 지닌다.

MIT의 Affective computing group에서는 심전도, 피부전도도, 호흡, 체온 등의 신호를 통해 감정을 구분해 내는 감성컴퓨팅(Affective Computing)에 대한 다양한 연구를 진행하고 있다 [3]. 특히 MIT 미디어 랩 TTT(The Things That Think) 컨소시엄은 인간이 모든 사물, 기계 등과 자연스러운 의사소통을 통해 인간과 객체상호작용이 가능하도록 하는 자연스러운 인터페이스 기반 감성컴퓨팅 기술을 개발 중이다. 그러나 일상생활에서 사용이 힘든 유선 센서를 사용하였고, 생리적 반응과 감정의 변화에 대한 생리학적인 근거를 제시하지 않았다.

본 논문에서는 기존 연구[4-5]를 바탕으로 '생체신호를 분석하여 감정을 추론하고, 사용자의 감정상태에 기반한 음악 추천 시스템을 설계하고자 한다. 이 음악 추천시스템은 사용자들의 감정상태에 기반하여 바이노럴 비트와 치유음악을 제공함으로써 정신적 스트레스를 경감시키고, 몸과 마음을 편안하게 힐링하는 것을 최종 목표로 한다.

## 2. 생체신호 기반의 감정추출 단계

기존에 감정변화와 관련이 높다고 알려진 생체신호(뇌파, 맥파, 심박변이도)를 선정하고 BMS-AE-DK 센서를 활용해 생체정보를 측정하고, 그 특징을 추출하여 주파수 영역별로 분석하여 생체정보를 추출하였다. 추출된 생체정보는 신경망 알고리즘 기반으로 사용자의 감정상태를 평온, 집중, 긴장, 우울의 4 가지 상태로 분류한다.



(그림 1) 생체신호 기반의 감정추출 단계

## 3. 뇌파 및 심전도 기반 감정상태의 분류 기준 설정

감정변화와 관련이 높은 것으로 알려진 생체신호를 선별하여, 반복적으로 측정한 후 각 생체신호의 주파수 별로 분석한다.

뇌파는 뇌신경 사이에 일어나는 전기적 신호를 의미하며 대개 0~30 Hz의 파장을 나타낸다. 뇌파는 주로 파형에 따라 구분하는데, 일반적으로 정상이나 평온한 상태에서는 알파파가 우세하게 나타나며 흥분 시에는 낮은 진폭과 높은 주파수를 나타내는 베타파로 바뀐다. 그림 1과 같이 Neurosky MindMobile을 이용해 자극을 준 후 5분, 10분 휴식 후 뇌파를 반복 측정하였다.



(그림 2) 반복측정을 통해 뇌파 데이터의 수집

이러한 과정을 통해 얻어진 뇌파 데이터를 수치 데이터로 변환하고 다음과 같은 기준으로 사용자의 감정상태를 분류하고, 정신적 스트레스 정도를 유추할 수 있다 [6-7].

### <뇌파 (Electroencephalogram) 기반 감정상태 분류>

- (1) 알파(8-13Hz): 평온한 상태, 안정, 휴식
- (2) 베타(13-30Hz): 흥분 또는 각성활동
- (3) 세타(4-7Hz) : 긴장
- (4) 감마(30~50Hz)+ 알파 : 우울/흥분

맥파와 심전도 등의 심장 관련 생체 신호는 일반적으로 교감, 부교감의 자율 신경계의 변화를 분석하는데 사용된다. 특히 심장박동 주기의 변화를 나타내는 심박변이도(HRV)는 심혈관계 기능을 조절하는 교감 신경과 부교감신경의 상호작용을 반영하며 스트레스 정도와 연관이 높은 것으로 알려져 있다[8]. 심박변이도는 R-R 간격의 변이를 관찰함으로써 심장박동의 변화추이를 정량화하여 HRV를 추출한다.

이러한 생체신호 기반으로 사용자의 감정상태와 매핑하기 위해 다음과 같은 기준으로 감정추론 Rule을 도출한다.

### <심박변이(HRV)에 기반한 감정상태 분류>

- (1) 심박변이도 (HRV) 감소: 평온, 집중 (positive)
- (2) 심박변이도 (HRV) 증가: 긴장, 우울 (negative)

## 4. 생체센서를 이용한 감성추론 시스템

표 1과 같이 바이오센서를 통한 반복측정 및 감성별 분류에 따른 감성추론 시스템을 설계 후 반복 수행하였다. 반복 수행 후 감성추론 시스템의 성공률은 평균 80% 정도의 성능을 나타내었다. 이러한 결과를 바탕으로 각 감성기반의 음악 데이터베이스에 매칭하여 치유목적의 음악을 제공한다.

(표 1) 각 감성 별 분류 성공률 (%)

감정 \ 반복	100	200	500	1000	평균
평온	77.8	80.2	81.3	81.4	80.2
집중	78.1	79.9	80.7	81.9	80.2
긴장	79.5	80.1	80.9	81.5	80.5
우울	79.3	80.4	81.3	80.3	80.3

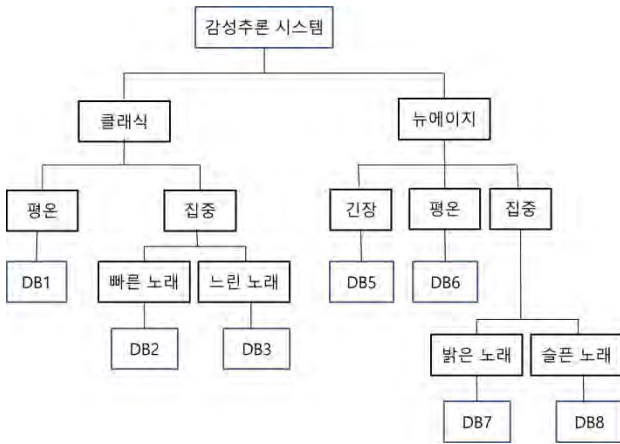
## 5. 특정 뇌파의 주파수 (바이노럴 비트)의 활용

감성 별 음악추천 시스템은 음악을 통해 사용자의 감정을 치유하고 스트레스를 완화하는데 목적이 있다. 따라서 음악치료의 효과를 개선하기 위해 특정 가청 주파수(바이노럴 비트)를 음악과 동시에 재생함으로써 치료의 효과를 증가시킬 수 있다. 일반적으로 알려진 뇌파의 주파수 대역 중에서 중베타 (Mid-)파가 높아지면 집중력이 높아지고, 알파파가 높아지면 이완 및 휴식의 효과가 증가한다. 이를 이용하여 사용자의 감정이 '평안'으로 판단될 경우, 집중력 향상을 위해 16~20 Hz의 중베타파 주파수를 음악과 동시에 제공

한다. 또한 부정적 감정일 때에는 안정을 취하는 것을 도와주는 8~12 Hz 의 알파파 주파수를 음악과 함께 동시에 재생하여 치유의 효과를 증가시킨다.

**6. 감성기반의 음악추천**

감성추론 시스템을 통해 분류된 감정상태에 따라 치유음악 추천을 위해 ETRI 에서 개발한 ‘감성 기반 뮤직 내비게이션 기술’을 이용하였다. 올레뮤직은 이 기술이 적용된 ‘감성추천’ 코너를 통해 약 20 만곡에 대한 다양한 감성 키워드 별 음악 추천 서비스를 제공하고 있다. [9] 이러한 서비스를 이용해 클래식 중에서 평온한 감정의 음악 30 곡(DB1), 집중을 위한 음악 40 곡(DB2, DB3)을 선별하였다. 또한 치료효과가 입증된 뉴에이지 음악을 한국음악치료사협회(KMTA)의 자료를 바탕으로 선별하여 감정상태에 따라 제공한다.



(그림 3) 감정 상태에 기반한 음악추천

**7. 결론**

생체신호 기반 컴퓨팅 기술이란 뇌파, 심전도, 맥박, 호흡과 같은 생체신호를 분석하고 여러 가지 상황정보와 결합하여 노약자나 장애인이 건강관리를 편리하게 하도록 도와주거나 진동 휠체어와 같은 보조기의 구동을 제어할 수 있도록 도와주는 분야이다.

본 논문에서는 뇌전도와 심박변이도를 측정하고, 감성분석을 통해 평온, 집중, 긴장, 우울의 네가지 감성을 추론하는 감성추론 시스템을 설계하고, 각 감정상태에 따른 음악추론을 하였다.

본 연구내용은 유비쿼터스 헬스 시대에 인간의 감정상태와 생체신호를 자동으로 감지하여 그에 맞는 서비스를 제공하는 인공지능 기반의 로봇, 스마트카, 의료기기 등에 적용 가능하다. 또한 의료분야에서 정신적 스트레스로 인한 각종 질병의 진단 및 치료에 활용할 수 있으며, 생체정보 분석 결과를 병원과의 연계를 통해 치료방안을 제시하거나 스마트 헬스케어 시스템 분야의 연구에 기여할 것으로 예상된다.

**감사의 글**

본 논문은 2017 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2016M3C1B6929313)

**참고문헌**

[1] ARK, W., DRYER, D. C., and LU, D. J.: "The emotion mouse," 8th Int. Conf. Human-computer Interaction, pp. 818-823, 1999

[2] 박승민 외, "음색 기반 뇌파측정 및 분석 기법 개발", 한국지능시스템학회 논문지, pp.388-393, Vol.20, No.3, 2010.

[3] Rosalind W. Picard et al, "Toward Machine Emotional Intelligence: Analysis of Affective Physiological State," *IEEE Trans on pattern analysis and machine intelligence*, vol23, no.10, 2001

[4] Yuchae J, Yong-Ik Y. "Multi-level assessment model for wellness service based on human mental stress level", *Multimedia Tools and Applications*, 2016

[5] Yuchae J, Yong-Ik Y. "Monitoring senior wellness status using multimodal biosensors" *Big Data and Smart Computing (BigComp)*, 2016

[5] Jatupaiboon N, Pan-ngum S, Israsena P et al. Real-time EEG-based happiness detection system, *Hindawi*, 2013

[6] Jirayucharoensak S, Pan-Ngum S, Israsena P et al. EEG-based emotion recognition using deep learning network with principal component based covariate shift adaptation. *Hindawi Publishing Corporation*, 2014

[7] Bernardi L, Wdowczyk-Szulc J, Valenti C, Castoldi S, Passino C, Spadacini G, Sleight P (2000) Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *J Am Coll Cardiol* 35:1462-1469

[6] 김호덕 외, "fMRI 와 TRS 와 EEG 를 이용한 뇌파 분석을 통한 사람의 감정 인식, *Proceedings of KFIS Autumn Conference*, pp.7-10 Vol. 17, No. 2, 2007.

[7] openBCI, <https://github.com/openbci/docs>