

MyMusicShuffler: 뇌파의 실용적 활용을 통한 감정분석 기반 음악 추천 시스템에 관한 연구

신사임*, 장달원*, 이종설*, 장세진*, 김지환**

*전자부품연구원 스마트미디어 연구센터

**서강대학교 컴퓨터공학과

e-mail : mitot@keti.re..kr

MyMusicShuffler: Mood-Based Music Recommendation with the Practical Usage of Brainwave Signals

Saim Shin*, Salwon Jang*, Jong-Seol Lee*, Sei-Jin Jang*, Ji-Hwan Kim**

*Korea Electronics Technology Institute, Smart Media Research Center

**Dept. of Computer Engineering, Sogang University

요 약

이 논문은 실시간으로 취득되는 뇌파를 기반으로 자동으로 음악을 추천하는 음악추천 기능의 시스템인 MyMusicShuffler 를 소개한다. 이 시스템은 뇌파 분석을 통한 사용자의 감성을 자동으로 분류하는 방식으로 멀티태스킹 환경에 익숙한 사용자들의 음악 청취를 위한 소모적인 상호작용을 없애는 새로운 방식의 인터페이스 환경을 실험하였다. 뇌파의 분석을 통하여 실시간으로 사용자의 감정 관련 반응을 반영하여 음악을 선택하여 제공하는 시스템이다. 이 논문은 개인의 감정적 반응에 의하여 상호작용하는 음악 추천 서비스인 MyMusicShuffler 시스템의 구현 내용을 설명할 것이다.

1. 서론

디지털 음원의 소비는 관련 서비스의 확장과 함께 지속적으로 대중화되고 있다. 그러나, 디지털 음원을 통한 개인 음원 라이브러리의 보편화와 대량화는 사용자들에게 또 다른 형태의 보이지 않는 불편함을 야기시키고 있다. 대량의 디지털 음원 라이브러리를 통하여 각각의 상황 및 감정에 따른 만족도를 높이기 위해서는 사용자는 주기적 혹은 매번 자신의 음원 라이브러리를 검토하여 식상한 노래들은 제거하고 새롭게 선호하게 된 음원들을 추가하는 등의 관리 작업을 수행해야만 한다. 또한, 상황에 따라 듣기를 원하는 음원의 스타일이 달라질 수 있기 때문에, 그때마다 감상할 음원 목록의 업데이트가 필요하기도 하다. 이러한 작업은 음원 소비자들에게 부가적인 스트레스를 가중시키기도 하며, 이 작업을 수행하지 않는 경우 음원 감상에 대한 만족도를 현저하게 떨어뜨릴 수 있다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 음악 포털 서비스를 중심으로 상용화된 음악 추천 시스템이 선보이고 있다. 그러나, 이러한 음악 추천 서비스에 대한 기존의 연구들은 여전히 극복하지 못한 한계점을 보이고 있다. 사용자의 특정 음악에 대한 선호 관련 감정은 시간이 흐를수록 그 정도와 선호도 여부 등이 변할 수 있다. 대부분의 음악 추천 시스템들은 음원 자체에 대한 분석과 사용자의 과거 청취 패턴을 기반으로 음악 추천을 수행하기 때문에, 기존의 연구에서는 이러한 시간 흐름에 따른 사용자의 선호도 변화를 받

영하지 못하는 한계를 보이고 있다.

일반적인 디지털 음원을 소비하는 사람들은 음악감상 자체만에 집중하여 음악을 소비하는 경우보다는, 멀티태스킹 환경 - 공부, 업무, 운동 등 - 에서 주요 업무의 능률을 향상시키기 위한 긍정적인 감성의 유지를 위하여 음악청취를 선택하는 경우가 대부분이다. 본 논문에서 제안하는서비스는 이러한 멀티태스킹 환경에서의 음악 활용을 최대한 지원하기 위하여 주업무가 아닌 음악 감상을 위해 필요한 시스템과의 상호작용을 최대한 자동화하는 것을 목적으로 한다. 뇌-인간 인터페이스 (Brain Machine Interface) 기술은 뇌파인지를 통한 행동제어를 연구하기 때문에, 이와 같은 멀티태스킹 환경에서 업무방해 없는 음악 서비스와의 인터페이스를 지원할 수 있는 형태의 기술이다.

본 논문은 MyMusicShuffler 서비스에서 감정 기반 음악 추천을 위하여 실시간 뇌파 기반 분류 기술을 적용하는 방법을 제안하고 있다. 제안하는 시스템은 멀티태스킹 환경에서 만족도 높은 음악 청취 결과를 위한 개인화된 음악 소비를 지원할 수 있다. MyMusicShuffler 는 음악을 듣는 동안 취득한 각 사용자들의 뇌파들을 기반으로 사용자 별 감정 모델을 학습하여 관리한다. 사용자 별로 개인화된 감정 모델을 사용하여 사용자의 현재 감정 상태를 실시간으로 분석한 후에, 음악 추천 엔진은 현재 긍정적인 감정을 불러일으키는 적절한 음악들을 가지고 사용자의 음악 청취 목록을 실시간으로 구성하게 된다.

2. MyMusicShuffler: 시스템 구조

2.1. 감정과 뇌파

사람의 감정과 감정을 자극하고 표현하고 있는 음악은 결코 분리해서 생각될 수 없다. 그러므로, 음악에 대한 청취자의 감성적 반응을 정확하게 감지하는 기술은 정확한 음악 추천 기술 개발의 핵심적인 요소 중 하나이다.

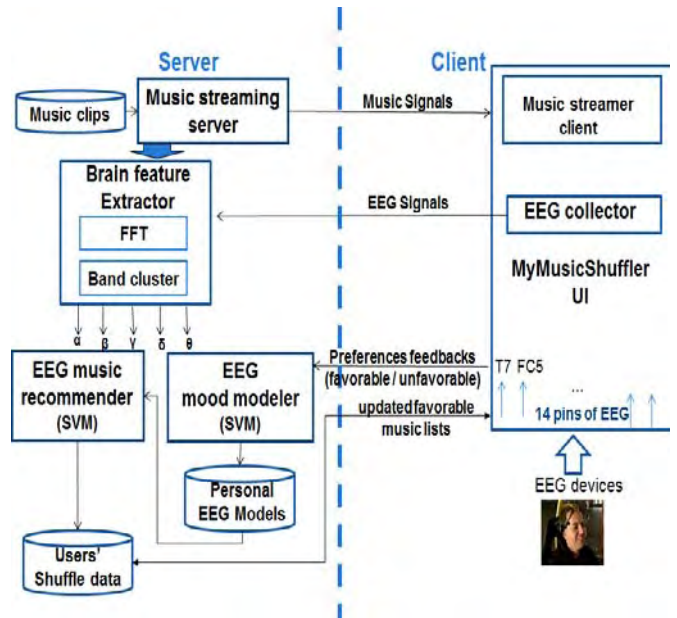
본 논문에서는 청취자의 감정을 실시간으로 인식하기 위하여 EEG (Electroencephalography) 신호를 사용하였다. EEG 신호는 뇌 신경세포에 의해 생성되는 전자기적 신호열들로 구성되어 있다. EEG의 취득을 위하여 복잡하고 과거에는 복잡하고 불편한 취득 장비들을 사용해야 했지만, 최근 들어 무선환경이 지원되면서 장비의 복잡도가 줄어든 착용성이 강화된 뇌파 취득 장비들이 등장하여 상용화되고 있는 추세이다 [1]. 따라서, 본 논문에서는 무선환경의 사용자 친화적 뇌파 취득 장비를 활용한 상용화에 가까운 형태의 뇌파 기반 음악 추천 시스템을 개발하였다.

제안하는 음악 추천 시스템은 사용자가 음악을 듣는 과정에서 EEG 신호를 분석함으로써 음악 청취자의 감성적 상태를 파악하고자 하였다. EEG 기반의 음악 추천 방식은 기존 추천 방식과 비교하여 몇 가지 장점을 가진다. 첫째, EEG는 사용자의 실시간 감성적 반응에 대한 정보를 반영하고 있기 때문에, 제안하는 기술은 청취자의 실시간 감성상태를 분석하여 음악추천을 수행할 수 있다. 또한, 현대의 음악 청취 환경은 멀티태스킹 환경에서도 다른 주된 작업 - 업무, 학습, 운동, 동서 등 - 의 능률 향상을 위해 청취자의 특정 감정 상태를 유지시키기 위한 목적으로 많이 활용되는 경향이 있다. 그러므로, 주된 작업에 방해되지 않도록 특정 인터페이스 조작이 없이 BMI 기법을 활용한 음악 서비스 방식은 효과적이다. 제안하는 EEG 기반 음악 추천 방식은 어떠한 형태의 터치 기반 인터페이스를 요구하지 않는다. 또한, 이 서비스는 실시간 청취자의 감성을 반영하여 가장 이상적으로 청취자가 반응할만한 음악 청취 목록을 구성할 수 있다.

2.2. EEG를 통한 감성 기반 음악 추천

그림 1은 제안하는 MyMusicShuffler 서비스의 시스템 구성을 보여준다. 그림 1의 EEG mood modeler는 시스템을 통한 음악 청취자의 EEG 신호와 음악에 대한 사용자 반응을 수집한다. Mood modeler에서 도출한 사용자 별 감성 모델을 기반으로 현재 청취중인 음악이 청취자가 선호하는 곡인지 아닌지 여부를 예측하기 위한 이진 분류기는 사용자 별 EEG 신호 패턴을 활용한 개인 별 감성 모델을 생성한다. MyMusicShuffler의 EEG music recommender는 현재 사용자가 듣고 있는 음악에 대한 감성적 반응 내용을 사용자가 방출하는 실시간 EEG 신호를 통하여 분석한다. 만약 music recommender의 이진 분류기가 현재 음악에 대한 사용자 감성이 '선호' 라고 결정한다면, 해당 음악은 자동으로 현재 청취자의 추천 목록에 추가된다. 만약, 이진

분류기가 '비선호' 로 분류한다면, 현재 듣고 있는 음악은 다른 음악으로 대체되고 해당 사용자의 추천 목록에 있는 음악인 경우 목록에서 삭제된다. 이진 분류기가 '선호' 로 결정한 청취중인 음악은 계속해서 청취하면서 청취자의 서비스 만족도를 유지할 수 있도록 지원한다.



(그림 1) MyMusicShuffler 의 시스템 구조

제안하는 시스템의 mood modeler 과 music recommender 에는 RBF (Radial Basis Function) 커널 함수를 적용한 Support Vector Machine (SVM) 이진 분류기가 사용되었다 [2]. EEG 신호의 특징정보 추출 방법에는 1 개의 신호를 5 개의 에너지 대역 간의 에너지 분포를 추출하여 특징정보로 활용하였다: 델타파 (δ : 1-3 Hz), 세타파 (θ : 4-7 Hz), 알파파 (α : 8-13 Hz), 베타파 (β : 14-30 Hz), 감마파 (γ : 31-50 Hz) [3]. 본 시스템은 취득한 실시간으로 취득하는 다채널의 EEG 신호로부터 빠른 푸리에 변환 (Fast Fourier Transform: FFT)을 수행한 후 5 개의 밴드 별 에너지 분포를 추출하여 SVM 이진 분류기로 분류하는 특징정보로 활용하였다. 한 곡의 EEG 신호를 푸리에 변환 후의 5 개 밴드의 다차원 틀질 벡터로 변환한 뒤, 8 초 단위의 subsample 로 분리하여 학습기로 분류한 뒤, '선호' / '비선호' 중에 전체 곡에서 더 많이 결정되는 분류로 해당 음악에 대한 사용자 선호도를 결정하게 된다.

3. 평가 및 구현

제안하는 시스템의 평가를 위하여 음악 청취 과정의 EEG 데이터와 해당 음악에 대한 사용자 별 선호/비선호 피드백이 수집되었다. EEG 취득 과정에서 청취를 위한 음악 코퍼스는 2400 여 곡의 K-Pop 음원으로 구성된 KETI AFA2000 을 사용하였다 [4]. 각 청취

자는 AFA2000 음악 코퍼스 목록에서 평소의 음악 청취 패턴을 기준으로 즐겨 들었던 10 곡의 선호 음악과 10 곡의 비선호 음악들을 선택하였다. 각 사용자가 선정한 20 곡의 선호/비선호 음악을 각 1 분씩 듣는 과정에 14 채널의 EEG 신호를 취득한다. 본 시스템의 mood modeler 에서 위 과정에서 취득한 20 곡 청취에 대한 EEG 데이터와 선호/비선호 피드백을 기반으로 12 명의 피실험자를 대상으로 각 사용자 별 감성 모델을 생성하였다. 실험에 사용된 EEG 취득 장비인 EMOTIV EPOC 은 무선 환경에서 14 채널의 EEG 신호 취득을 지원하는 장비이다 [5]. 본 장비의 sampling rate 은 128Hz 이고, 512 point FFT 과정에서의 window size 는 8 초 길이의 신호를 8.7 ms 의 shift period 를 가지고 샘플을 추출하였다.

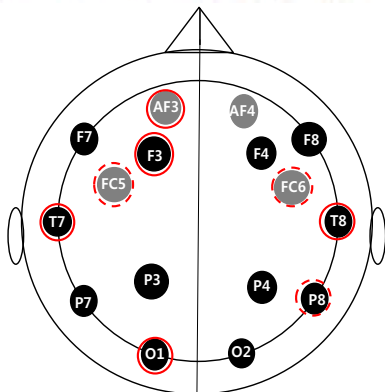
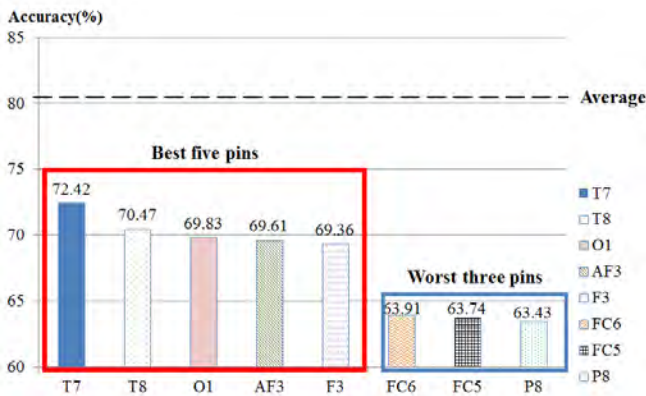
3.1. 감성 분류 성능 평가

본 논문에서 제안하는 EEG 기반 감성 분류 시스템의 정확도는 표 1 과 같다.

<표 1> MyMusicShuffler 의 감성 분류 최고 성능

System	Feature	Accuracy (%)
MyMusicShuffler	14 채널 EEG 신호 모두 사용	81.07

또한, 그림 2 에서는 EEG 취득 위치 별 감성 분류 과정의 성능 기여도를 알아보기 위한 실험 결과를 보여준다.



(그림 2) EEG 신호 측정 위치에 따른 감성 분류 성능 추이와 머리지도에서의 해당 위치

다채널의 EEG 신호를 모두 사용하지 않고 하나의 위치에서 취득된 신호 별로 감성 분류기를 구성하였을 경우 EEG 신호의 취득 위치 별 감성 분류 성능추이를 보여주고 있다. ‘Best five pins’ 는 14 개의 위치 별 EEG 신호 중에 높은 성능의 5 개 신호의 성능을 보여주고 있으며, ‘Worst three pins’ 는 14 개의 신호 중 최저 정확도를 기록한 곳의 신호 취득 위치를 보여준다. 표에서 제시하는 각각의 취득 위치는 10-20 International system 에서의 해당 위치를 아래 머리 지도에서 표시해 주고 있다.

3.2. 서비스 플랫폼의 구현

제안하는 방법을 적용하여 구현된 MyMusicShuffler 서비스 플랫폼의 모습은 그림 3 과 같다. MyMusicShuffler 플랫폼은 클라이언트와 서버 시스템으로 분리되어 구현되었다. 클라이언트 모듈은 감성 분석 결과를 시각적으로 보여주고 사용자 별 음악 청취 리스트를 관리하는 기능을 포함한다. MyMusicShuffler 의 mood modeler 와 music recommender 모듈은 서버 상에 구현되어 구동되는 구조이다.



(그림 3) MyMusicShuffler 의 구현 결과

4. 결론

본 논문에서 제안하는 MyMusicShuffler 는 BMI 기술을 적용하여 음악 청취자의 감성적 편안함을 극대화할 수 있도록 최적의 만족스러운 음악 추천 서비스를 구현하였다. 플랫폼 구현 결과 가벼운 클라이언트 모듈은 다양한 모바일 디바이스의 어플리케이션으로 서비스 가능하다. 또한, EEG 기반 실시간 추천 알고리즘은 기존 음악 추천 시스템 성능과 비교할 때 견줄만 한 성능을 보여주었다.

참고문헌

- [1] Jong-Seok Lee, Jean-Marc Vesin, Touradj Ebrahimi, “Affect recognition based on physiological changes during the watching of music videos”, *ACM trans. Interactive Intelligent systems*, vol. 2, no. 1, article 7, pp.1-26, March 2012.
- [2] Rong-En Fan, Pai-Hsuen Chen, Chih-Jen Lin, “Working set selection using second order information for training support vector machines”, *Journal of Machine Learning Research*, vol. 6, pp.1889-1918, Nov. 2005.
- [3] Yuan-Pin Lin, Chi-Hong Wang, Tzyy-Ping Jung, Tien-Lin Wu, Shyh-Kang Jeng, Jeng-Ren Duann, Jyh-Horng Chen, “EEG-based emotion recognition in music listening”, *IEEE Trans. Biomedical Engineering*, vol. 57, no. 7, pp. 1798-1806, Jul. 2010.
- [4] Chai-Jong Song, Hochong Park, Chang-Mo Yang, Sei-Jin Jang, Seok-Phil Lee, “Implementation of a practical query-by-singing/humming (QbSH) system and its commercial applications”, *IEEE International Conference on Consumer Electronics*, pp. 104-105, Jan. 2012.
- [5] Ehsan Tarkesh Esfahani, Vedantham Sundararajan, “Using brain-computer interfaces to detect human satisfaction in human-robot interaction”, *International Journal of Humanoid Robotics*, vol. 08, no. 1, pp.87-102, Mar. 2011.