

스마트폰 환경에서 리듬기반 감성조명 제어기법

유중욱*, 송특섭*, 정상철**

*목원대학교 컴퓨터공학

** (주) 인터캐스트

e-mail:r14701470@gmail.com

Rhythm Based on the Light Sensitivity of the Smartphone Environment Control Techniques

Jung-Yuk Ryu*, Teuk-Seob Song*, Sang-Cheol Jeong**

*Dept. of Computer Engineering, Mokwon University

**INTERCAST

요 약

이 논문에서는 스마트 폰에서 오디오 신호의 스펙트럼을 가시광선 스펙트럼으로 매핑하는 방법을 제안한다. 음악이 연주되고 있을때 그 음악과 어울리는 색을 비추면 뇌가 느끼는 감성은 더욱 증폭될 수 있다. 본 논문에서 제안하는 기술은 스마트폰을 통해 색을 플레이 되고 있는 음악과 매칭이다. 오디오의 신호가 가지고 있는 주파수와 파형을 색과 밝기로 매핑하여 음악에 맞춰 색을 전환 할 수 있다.

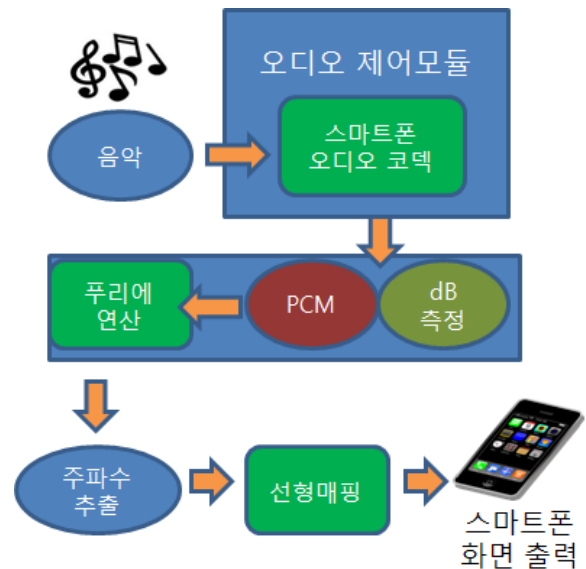
1. 서론

감성 조명은 인간의 감성과 조명을 연계시키는 기술로써 심리조명(psychological lighting)과 생리조명(physiological lighting) 기술 등이 있다[1-4]. 또한 음악에서 사용하는 음계가 색채의 빨강, 초록, 파랑의 이미지와 감성적으로 연계되어 있다는 연구도 진행되었다[5, 6]. 오디오 스펙트럼은 가청주파수인 20Hz~20000Hz이하의 주파수로 구성되며 가시광 스펙트럼은 380~780nm의 파장으로 구성된다. 음악과 가시광선, 양쪽은 파장으로 볼 수 있으며 스펙트럼으로 구성되어있다. 따라서 인간의 감성에 맞도록 오디오 신호의 스펙트럼을 가시광선의 스펙트럼으로 스마트폰에서 변환할 수 있다면 감성조명에 활용할 수 있다.

2. 리듬기법 시스템 구성

일반적으로 음악과 같은 오디오 신호는 20~20,000 Hz의 가청 주파수로 구성되며 가시광은 380~780THz의 주파수로 구성된다. 인간의 청각이 인지하는 신호와 시각이 인지하는 신호 모두 주파수로 구성되어 있다. 따라서 음악과 같은 오디오 신호가 연주될 때에 오디오 주파수를 가시광선 주파수로 매핑하여 조명을 나타내면 감성적인 조명을 만들 수 있다. 이를 위해서 오디오 주파수와 가시광선 스펙트럼을 연결해주는 선형 매핑[7]과 오디오에서 주파수를 추출 할 수 있는 푸리에 변환[8]을 이용하여 개발하였다. 기본적인 시스템은 그림 1과 같이 구상하였다. 음

악은 스마트폰의 오디오 코덱을 통해 PCM 데이터로 변환되며 PCM 데이터를 통해 dB값을 구할 수 있다. 구해진 PCM 데이터는 푸리에 연산을 통해 주파수를 추출, 선형 매핑을 통하여 화면에 색상을 출력한다.



(그림 1) 리듬기법 시스템

빛의 파장에 따른 주파수별 스펙트럼 분석 및 매칭기법은 [7]에 소개되어있다. 각 파장별 색의 분포 및 주파수 영역은 아래의 표 1과 같다.

본 논문은 2012년 중소기업 산학협력사업의 지원에 의한 연구결과임

<표 1> 각 파장별 색의 분포 및 주파수 영역

색깔	파장(nm)	주파수(THz)
보라	430-380 (대체로 410에서 인식)	698-790
파랑	480-430 (대체로 454에서 인식)	625-698
녹색	530-480 (대체로 555에서 인식)	566-625
노랑	570-530 (대체로 555에서 인식)	526-566
주황	620-570 (대체로 600에서 인식)	484-526
빨강	670-620 (대체로 656에서 인식)	448-484

선형 매핑은 오디오 신호의 주파수 성분을 가시광선 스펙트럼에 선형적으로 매핑하는 방법으로 [7]에 제시되어 있다.

<표 2> 각 파장별 색의 분포 및 주파수 영역

색깔	색 주파수(THz)	오디오 주파수(KHz)
보라	698-790	0 - 2.106
파랑	625-698	2.106 - 4.562
녹색	566-625	4.562 - 6.901
노랑	526-566	6.901 - 10.351
주황	484-526	10.351 - 14.620
빨강	448-484	14.62 - 20.0

스마트폰에서 주파수 및 파형을 구하기 위해 [8]에서 참조한 고속 푸리에 변환(FFT)를 사용하였다. FFT는 디지털 신호 처리에서 편미분 방정식의 근을 구하는 알고리즘에 이르기까지 많은 분야에서 사용하며 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier transform, DFT)과 그 역변환을 빠르게 수행하는 효율적인 알고리즘이다.

$$f_j = \sum_{k=0}^{n-1} x_k e^{-\frac{2\pi i}{n} jk} \quad j = 0, \dots, n-1$$

(그림 2) 이산 푸리에 변환

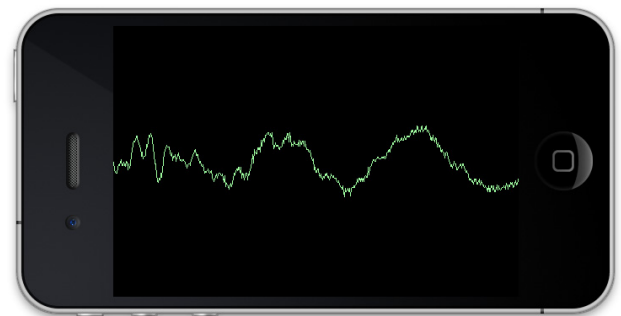
3. 스마트폰을 이용한 시스템 구현

현재 스마트폰은 iOS를 사용하는 아이폰, 안드로이드 OS를 사용하는 안드로이드폰, 윈도우 폰 7등 다양한 종류의 스마트폰이 있다. 본 시스템에서 사용하는 스마트폰은 iOS를 사용하는 아이폰을 선정하여 작업을 하였다. 아이폰은 국내뿐만 아니라 세계적으로 높은 판매율을 기록하

고 있기 때문이다. 또한 iOS의 사용으로 다양한 폰에 맞춰 개발 할 필요가 없이 한가지 폰에만 맞춰 개발하여 쉽게 적용 할 수 있다는 장점이 있다. 개발에 사용된 스마트폰의 iOS 버전은 4.3으로 개발 하였다.

• FFT를 통한 주파수 추출 화면 출력

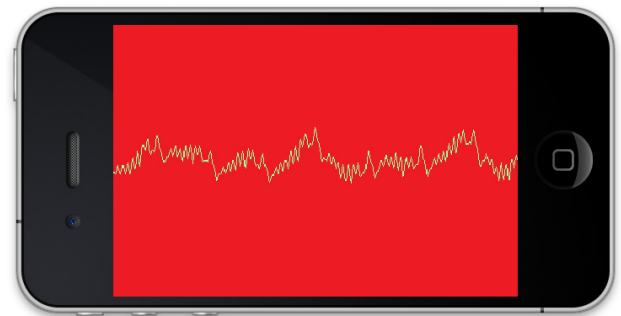
오디오의 주파수는 스마트폰의 프레임워크에 포함된 FFT 모듈을 사용 하여 계산을 진행하였다. 일반 시간 도메인 영역 (PCM 데이터)를 스마트폰의 FFT모듈을 이용하여 소리의 시간과 세기를 주파수 성분으로 변환하였다. 구해진 주파수를 확인하기 위하여 그림 3과 같이 시뮬레이터에서 데시벨(dB)을 구해 화면에 출력되게 하였다.



(그림 3) 시뮬레이터에서 dB 출력

• 주파수 매핑에 따른 색 변환 구현

구한 주파수를 이용해 2장에서 참고한 표 2를 이용해 색을 매핑, 화면에 출력 되게 하였다.



(그림 4) 시뮬레이터에서 색 출력

4. 적용 예상분야

스마트폰을 이용한 감성 조명 방식은 다양한 분야에서 응용될 수 있다. 음악을 들을 때에 조명을 연계할 수 있는 응용 분야로는 LED 스탠드, LED 분수, 디지털 액자 등 조명과 음악이 연동 될 수 있을 분야에 사용될 수 있다. 스마트폰은 3G망 및 WIFI가 기본 지원되고 대부분의 가

정에 무선 공유기가 하나씩 보유하는 추세이기 때문에 응용분야는 더욱 넓어 질 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 스마트폰에서 재생되는 음악을 매핑하여 색으로 전환하는 시스템을 구현하였다. 매핑 방법으로 기본적인 주파수를 이용하는 방법을 제안하였으며 제안된 알고리즘을 사용 가능여부 및 실용성 확인하기 위하여 스마트폰 애플리케이션을 구현하였다. 제안된 방식은 정해진 주파수대를 통해 색을 변화시키는데 앞으로 연구를 통해 사람들이 원하는 감성에 대해 맞춰 수정해야 할 것이다. 또 특정 주파수대(보라색)등의 영역은 자주 보기 힘들었으며 이 부분을 개선해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 유영문, “LED 시장 및 기술 동향,” 대한전자공학회지, 제37권 제2호, pp. 24-39, 2010년2월.
- [2] 노시청, “감성조명의 이해,” 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, pp. 86-87, 2005년.
- [3] 이재홍, 박주원, 임진강, 이상배, “선박용 감성조명 LED 제어기의 설계 및 구현,” 한국항해항만학회지, 제34권 제10호, pp. 763-768, 2010년.
- [4] 박양재, 최중현, 장명기, “감성조명용 조명기기의 조도 및 색온도 시뮬레이션을 통한 광원 조합의 최적화,” 한국콘텐츠학회논문지, 제9권 제8호, pp. 248-254, 2009년.
- [5] O’Sullivan, Dan “Physical Computing,” Thomson, 2004.
- [6] Roads, Curtis. “Computer Music Tutorial,” The MIT Press, 1996.
- [7] 장영범, 최병주, “음악을 사용한 LED 감성조명,” 한국공학예술학회논문지, 제2권 제1호, pp. 5-12, 2010년 8월.
- [8] 김현태, “이산푸리에 변환을 이용한 저주파 진동신호의 파라미터 추정과 시각화,” 2011년.