

# 이동평균 필터방식을 이용한 디지털음원 기반 LED컬러 매칭 알고리즘에 관한 연구

이선희\*, 이정훈\*\*, 조주필\*\*\*©

## A Study on Digital Sound Source based LED Color Matching Algorithm using Moving Average Filter

Juphil Cho\*, Junghoon Lee\*\* and Seonhee Lee\*\*\*©

### 요 약

현재 오디오 신호의 가청주파수와 가시광선 스펙트럼의 매칭을 통한 조명 방식은 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있으며 관련 제품이 상용화 되어 출시 및 판매되고 있다. 하지만 기존 방식들은 단순한 매핑만을 사용함으로써, 감성을 전달하기에 다소 부족한 면이 있다. 따라서 실질적이고 체계적인 감성디자인을 통한 매칭 알고리즘 및 시스템에 대한 요구가 증가되고 있으며, 중요성이 부각되고 있다.

본 논문에서는 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어를 위한 시스템을 구성해 보았다. 해당 시스템 구성을 위해서 알고리즘을 개발하여 디지털 음원 소스를 이용한 LED 컬러 제어 실험을 진행하였으며, 시뮬레이션을 이용한 실제 LED 컬러 제어 시스템을 통해 알고리즘의 유용성을 입증하였다. 본 논문에서 제안하는 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어 시스템은 LED 제어 및 다양한 분야에 응용하여 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : LED Control, DSP, DMX(Digital Multiplex), Moving Average Filter

### ABSTRACT

Recently, lighting systems using audio signal of audible frequency and frequency spectrum of visible lighting are studied. And various related products are being sold and released commercially. Also demands of emotional matching algorithm and system which includes effective and methodical designs are being increased. And the importance related with this scheme has increased.

In this Paper, we configures a system for digital sound source based LED color control. And we develop algorithm to control LED color for the system configuration. Also we demonstrated the usefulness of the algorithm through experiment with simulation using LED color control system. We expected to be useful in a variety of fields and applications using proposed digital music based LED color control system.

## I. 서 론

현재 오디오 신호의 가청주파수와 가시광선 스펙트럼의 매칭을 통한 감성조명 방식은 이미 연구가 된 바가 있다 [1][2][3]. 또한 LED를 이용하여 집안이나 자동차 안에 설치하여 사용하는 제품 등이 상용화 및 출시, 판매되고 있다. 하지만 기존의 방식들은 감성을 표방하고 있으나 실질적인 감

성펙터가 미비하거나 들어있지 않다. 확실적인 스펙트럼매핑 알고리즘에 있어 의미를 부여하기에 다소 역지가 있다고 할 수 있다. 따라서 오디오신호와 LED가시광과의 실질적인 인간이 느끼는 감성디자인 측면에서의 감성매칭 알고리즘 및 시스템의 구현으로 감성을 표현하고 전달함에 있어 보다 현실적인 시스템이 필요하다[4].

오디오 신호가 가지는 감성적 특징은 가청주파수 안에서

※ 본 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

\*서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과

\*\*LG전자

\*\*\*군산대학교 전파공학과 ©교신저자 : (stefano@kunsan.ac.kr)

접수일자 : 2014년 10월 22일, 수정완료일자 : 2014년 11월 07일, 최종 게재확정일자 : 2014년 11월 17일

음역대 별로 나눌 수 있으며 음계를 기준으로 실제로 듣는 음 또한 동일한 형태로 나타날 수 있다. LED가시광 역시 스펙트럼이 가지는 파장별 특징으로 그 파장이 갖는 감성적 특징을 표현할 수 있다. 우리가 듣는 가청주파수 대역안에서 표현되는 음악은 장르별 사용하는 음역대가 다르며 이는 각 음악의 특징 및 차별을 지어주는 요소가 된다. 이로 인해 음악의 장르마다 악기 및 스타일에 따라 듣는 이는 서로 다른 감성을 느낄 수 있게 되는 것이다. LED가시광 역시 파장이 가지는 빛 또는 색의 조합으로 단순한 형태의 조명에서부터 화려한 예술적 작품으로 까지 표현되어 시각적 감성을 느낄 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 디지털 음원을 사용하고 LED컬러 제어 시스템 알고리즘을 소프트웨어로 구현하여 음원과 LED컬러 제어의 융합을 제안한다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 LED 컬러 제어 시스템의 인터페이스에 대하여 기술하고, 3장에서는 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어 시스템의 유용성 입증을 위한 실험을 진행한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술하겠다.

## II. LED 컬러 제어 시스템 인터페이스

본 장에서는 제시한 디지털음원에 따른 LED 감성컬러 제어 알고리즘에 대한 유용성을 입증하기 위하여 LED컬러 매칭 제어 인터페이스를 제안한다.

LED 컬러 제어 시스템 인터페이스는 음원신호의 주파수 대역을 이용하여 1차원적으로 LED의 컬러를 매핑시키며, 추가적으로 이동평균필터를 적용하여 디지털음원신호를 통한 감성컬러 제어가 가능하다.

본 논문에서 제안하는 LED 컬러 제어 시스템 알고리즘의 구성도는 다음 그림 1과 같다.

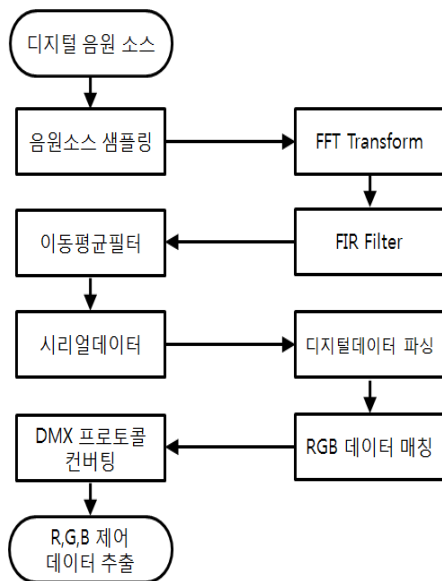


그림 1. LED 컬러 제어 시스템 알고리즘의 구성도

그림 1은 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어 알고리즘의 구성도를 나타내고 있다. 실제 디지털음원에 대하여 샘플링 하고, FFT Transform 과정을 거쳐 주파수대역으로 변환한 후, FIR(Finite Impulse Response) 필터를 사용해 음원의 음역대역을 추출한다. 그리고 이동평균 필터과정을 거친 후 시리얼 데이터가 생성되며, 생성된 데이터를 파싱하고, 매핑 테이블을 적용하여, DMX 프로토콜로 컨버팅하게 되면 최종 R.G.B 제어 데이터가 추출이 된다.

본 장에서 제안하는 LED 컬러 제어 시스템 인터페이스는 DSP보드, 음성과 데이터 전송을 위한 DMX(Digital Multiplex) 프로토콜 및 LabView Tool을 이용하여 구현되었으며, LabView 인터페이스 구조는 다음 그림 2와 같다.

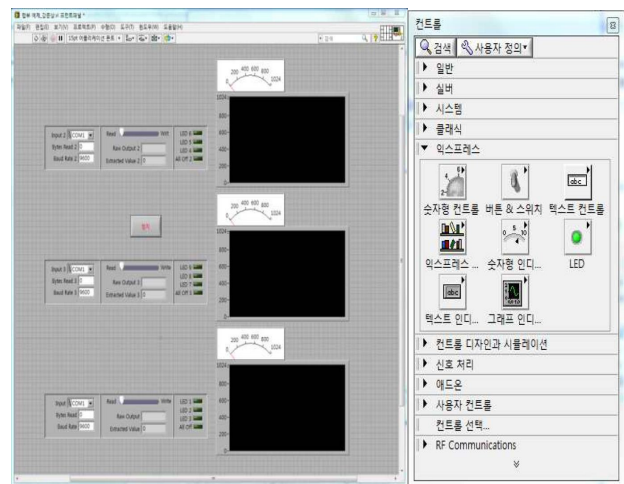


그림 2 LabView 인터페이스 구조

LED 컬러 제어를 위해 LabView 인터페이스를 사용하여 개발한 UI는 다음 그림 3과 같다.

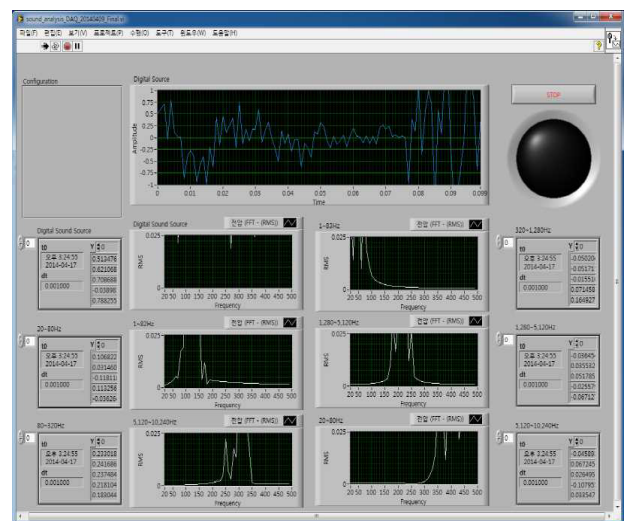


그림 3. LED제어를 위한 LabView 시뮬레이션 UI

위 그림 3은 디지털 음원의 리듬과 LED 조명의 공통적인 감성적 요소를 LED를 이용하여 시각적으로 변환 및 제어 해

주는 시뮬레이션 UI를 나타내고 있다.

기본적인 디지털 음원은 DSP 보드의 코덱으로 입력된다. 그리고 입력된 신호는 스펙트럼으로 분석되어 그 결과 값이 DSP 보드의 시리얼 출력으로 나가게 되며, LED 컬러 제어 시스템 알고리즘 소프트웨어를 구현하고 있는 PC는 이 시리얼 신호를 수신 받은 후 LED 드라이버가 LED 조명의 컬러를 LED 컬러 제어 시스템 알고리즘에 따라 제어하도록 개발하였다.

### Ⅲ. 디지털 음원 기반의 LED 컬러 조명 제어 및 실험

본 장에서는 본 연구에서 개발한 알고리즘을 사용하여 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어 실험을 진행하였다. LED 컬러 제어 실험 구성은 개발환경 PC와 DSP, DMX, Labview, LED Driver와 LED Module로 구성되어 있다.



그림 4. LED 컬러 제어 시스템 기반의 LED 제어 실험환경

위 그림 4는 LabView 시뮬레이션을 통한 LED 컬러 제어 실험환경이다. 디지털 음원의 감성에 따른 파라미터를 추출한 이후 PC에서 감성파라미터 색의 감성을 매핑하여 DMX를 통해 각 각의 LED 드라이버로 컬러 값을 보내주고, LED 드라이버에서 전류와 전압을 제어하여 감성에 따른 색감과 LED Dimming을 통해 조명 색과 구조물에 다양한 색감으로 표출하는 LED 컬러 제어 시스템을 구현하였다.

LED Driver는 PWM 방식의 LED Driver로 DMX를 통해 데이터를 받아서 바 형태의 LED(12V)를 구동하는 역할을 수행한다. LED Driver는 정전류 방식의 LED Driver로 DMX를 통해 컬러 값을 받아서 조명용 LED를 구동하는 역할을 수행한다. 바 형태의 LED를 이용해 구조물의 하단에서 LED 조명을 비추어 구조물 전체에 빛을 발산하는 역할을 수행하도록 구현하였다.



그림 5. 빠른 리듬 음원기반의 LED 제어

그림 5는 다소 빠른 리듬의 디지털 음원기반의에 따른 LED Dimming 및 다양한 색상 연출효과를 나타낸다.



그림 6. 전체적 고른 리듬 음원기반의 LED 제어

위 그림 6은 잔잔한 리듬의 디지털 음원에 따른 LED Dimming 및 다양한 색상 연출효과를 나타낸다.



그림 7. 멜로디 위주 음원기반의 LED 제어

위 그림 7은 멜로디 위주의 디지털 음원에 따른 LED Dimming 및 다양한 색상 연출효과를 나타낸다.

본 연구를 통해 개발한 LED 컬러 제어 시스템은 LED Driver 모듈은 2 × 8 White (RGB 3채널 구성)로 구성되어 있으며, 512개의 채널로 확장이 가능하다. 구현된 LED 구조물의 LED 모듈은 사용하는 디지털 음원의 특성에 따라 조명의 조도값과 색상으로 표현된다. 이와 같은 시스템으로 디지털 음원기반의 LED 컬러 제어를 통한 빛나는 구조물을 표현함으로써 본 연구에서 제안한 시스템에 대한 유용성을 확인하였다.

### Ⅳ. 결론

본 논문에서는 디지털 음원 기반의 LED 컬러 제어를 위

한 LED 컬러 제어 시스템 알고리즘을 제안하였다. 이에 LabView Tool을 이용한 디지털음원 기반의 LED 컬러 제어 시스템 인터페이스 실험을 통하여 본 제안 기술의 유용성을 입증하였고, 음원에 따른 LED 조명의 감성표현에 있어 다양한 방식의 LED 컬러 제어를 확인 할 수 있었다.

본 논문에서 개발한 LED 제어 알고리즘을 어떠한 LED 관련 응용 분야에 적용을 할 수 있기 때문에 사용 가능한 분야는 무궁무진 할 것으로 보인다.

**조 주 필(Juphil Cho)**

**정회원**



- 2001년 : 전북대학교 전자공학과 박사
- 2000년 ~ 2005년 : ETRI 이동통신 연구단 선임연구원
- 2006년 ~ 2007년 : ETRI 초빙연구원
- 2011년 : 미국 USF, Visiting Researcher
- 2005년 ~ 현재 : 군산대학교 전파공학과 부교수

<관심분야> : Cognitive-Radio, 주파수 융합기술, LTE

**참 고 문 헌**

[1] 장영범, 최병주, “음악을사용한LED 감성조명”, 한국공학예술학회논문지, 제2권 제1호, pp.5-12, 2010.8

[2] 장영범, 장혜린, 최병주, 최한목, 유재욱, 석상철, “오디오신호를사용한LED 조D명기“, 한국공학예술학회학술대회논문집, 제8권 제1호, pp. 62-65, 2010.10

[3] 장영범, “오디오스펙트럼과 가시광스펙트럼 매핑을 통한 감성 조명 장치 및 방법”, 특허출원(출원번호 10-2010-0109035), 2010.11

[4] 박천일, “디지털 음향의 감성팩터와 LED감성조명 컬러의 매칭 SW구현에 관한 연구”, 석사 학위논문, 2012.8

**저자**

**이 선 희(Seonhee Lee)**

**정회원**



- 1978년 : 동국대학교 전자공학과 공학사 졸업
- 1982년 : 동국대학교 전자공학과 공학석사 졸업
- 1990년 : 동국대학교 전자공학과 공학박사 졸업

· 1990년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 자IT미디어공학과 교수

<관심분야> : 융합, 정보통신공학

**이 정 훈(Junghoon Lee)**

**정회원**



- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 학사
- 2001년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT정책대학원 박사

<관심분야> : 지털통신, 무선통신, LED-IT 응용기술, 차세대 이동통신 기술