Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 15, No. 6 pp. 3858-3864, 2014

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.6.3858
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

모바일 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템

홍성일[1], 인치호[1*]
[1]세명대학교 컴퓨터학부

Smart Emotional Lighting Control System based on Mobile

Sung-IL Hong[1], Chi-Ho Lin[1*]
[1]**School of Computer, Semyung University**

요 약 본 논문에서는 모바일 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템을 제안한다. 감성조명 장치의 내부발열 및 전력소비를 감소시키기 위하여 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 플랫폼 모바일 기기와 지그비 모듈, 감성조명 장치, 점등제어 모듈, 전원 공급기, 범용 트랜지스터로 구성하였다. 모바일 디바이스는 시스템에 연결될 때, 감성조명 장치에 실시간 제어 정보를 전송하고, 제어 메시지 및 상태 모니터링을 기반으로 감성조명 장치를 제어하도록 설계하였다. 본 논문에서 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템의 효율성 검증 결과, 감성조명 제어 및 색온도 변수에 의해 제어가 가능하였다. 그리고 감성언어를 사용하여 가변적으로 점등제어하기 때문에 21%의 발열량 및 최대 48%의 소비 전력을 감소시켰다.

Abstract This paper proposes the smart emotion lighting control system of a mobile-based. The proposed smart emotional lighting control system to reduce the emotional lighting device, internal heat and the power consumption was configured to the android platform mobile device and zigbee module, emotional lighting device, lighting control module, power supply, and general-purpose transistor. The mobile device was to transmit the real-time control information to the emotional lighting device when connected to the system, and it was designed to control the emotion lighting device based on the control messages and status monitoring. In this paper, the efficiency verification results of the proposed smart emotional lighting control system showed that it was possible to control by emotion lighting control and the color temperature variable. The heating value and the power consumption could be reduced by21% and up to 48%, because of the controlled lighting using emotion language.

Key Words : Emotional Lighting, Mobile, RGB LED, Emotional Language, Color Temperature

1. 서론

감성 ITC 조명기술은 일상생활에서 이용되는 모든 제품과 서비스에 감성을 융합시켜 인간중심의 미래 감성지능사회 도래에 능동적으로 대처할 수 있는 차세대 융합 ICT 핵심기술이다. 감성 ITC 조명기술은 인간의 감성을 자동 인지하여 사용자의 감성과 상황에 맞게 감성정보를 처리하고, 지능적으로 자율 적응하여 감성적 기능처리를 제공한다. 그리고 공감을 통해 기술적 한계를 돌파하는 혁신 기술이다. 또한, 색온도와 밝기를 사람의 심리상태에 알맞게 적용시키면서 공간을 변화시킬 수 있는 최첨단 조명기술인 SIH(Sun In House)는 감성조명 시스템을 적용하여 일출/몰 및 주간 시간 변화에 따른 태양빛의 변화를 실내에서 그대로 연출 할 수 있다[1,2].

그러나 기존 연구방법은 다수의 조명기기를 제어할 경우 조명기기별 반복적인 설정변경 및 운용 대수의 증가에 따라서 제어에 대한시간과 비용이 기하급수적으로 증가하게 되고 효율성이 떨어지게 된다. 그리고 제한적

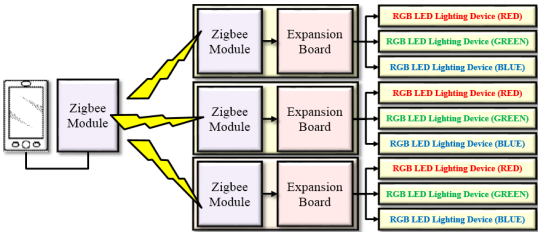
본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 시스템반도체 설계인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.
(NIPA-2014-H0601-14-1001)
*Corresponding Author : Chi-Ho Lin(Semyung Univ.)
Tel: +82-43-649-1272 email: ich410@semyung.ac.kr
Received February 28, 2014 Revised March 28, 2014 Accepted June 12, 2014

인 시간 내에 감성조명기기에 대한 설정을 변경하고자 할 때, 운용 대수가 많을 경우 많은 시간을 소모하게 되고, 각각의 감성 조명기기가 설치된 장소에서 매번 상태 확인을 해야 한다. PC제어의 경우는 연결 상태를 매번 확인하여 조명기기를 제어하게 되어 운영상의 번잡함을 초래하며, 운영 주체가 기업이나 단체일 경우 불필요한 비용 및 시간을 낭비하는 문제점이 있다. 또한, 전체 LED의 지속적인 점등으로 인하여 조명기기의 내부온도가 상승되어 에너지 효율성도 떨어지게 된다[3-5].

본 논문에서는 문제점 해결을 위해 모바일 기반의 스마트 감성조명제어 시스템을 제안한다. 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 안드로이드 어플리케이션을 이용한 조명제어 시스템으로 사용자 장치를 이용하여 무선으로 복수의 조명부를 제어한다. 또한, 장소의 제약 없이 지그비로 연결된 복수의 조명부에 대한 제어가 가능하여 사용자의 편의가 극대화되고 설치비용 및 시간을 단축시킬 수 있다.

2. 스마트 감성조명 제어 시스템

본 논문에서 제안하는 스마트 감성조명 제어 시스템은 외부 신호에 응답하여 제어 신호를 제공하는 안드로이드 플랫폼의 모바일 디바이스와 USB 방식으로 연결되어 모바일 디바이스로부터 점등제어 신호 및 구동 전력을 제공받아서 점등제어 신호에 응답하고, 무선 통신 방식으로 조명 제어 신호를 출력하는 감성 조명부, 감성조명 장치로 구성하였다. Fig. 1은 스마트 감성조명 제어 시스템의 구성을 나타낸다.



[Fig. 1] Structure of smart emotion lighting control system

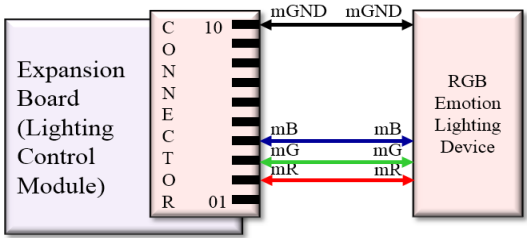
모바일 디바이스는 조명의 전체 및 일부분을 제어하도록 설계를 하였고, 지그비 방식으로 조명 제어 시스템과 연결이 되어 제어 메시지를 전송하고 사용자 요구대로 조명제어를 할 수 있도록 설계하였다. 또한, 모바일 디바이스가 접속할 때마다 전체 조명기구의 현재 상태를 전송하여 각 조명장치의 상태 모니터링 및 모바일 디바이스가 전송하는 제어 메시지에 의하여 감성조명 장치의 점등제어가 가능하도록 설계하였기 때문에 제작 원가가 감소되고 별도의 전원을 요구하지 않아 휴대성이 용이한 효과가 있다.

감성 조명부는 지그비 통신을 할 수 있는 H-mote 보드와 LED를 제어하는 확장보드로 구성하였고, 각각의 조명부를 구분하기 위한 ID를 부여 하였다. 그리고 조명제어 신호를 이용하여 각각의 감성조명을 제어하기 위해 하나의 조명부를 선택하도록 설계하였다. 또한, 모바일 디바이스와 감성 조명부 사이에는 H-mote를 통해 지그비 통신을 사용하여 연결하도록 설계하였다.

각각의 감성 조명부에서는 모바일 디바이스로부터 조명 제어 신호를 수신하고, 수신된 조명 제어 신호를 조명 제어 모듈로 전달한다. 그리고 조명제어 모듈은 감성조명 장치의 구동 전력의 레벨을 조절하여 펄스 폭 변조방식(PWM)을 이용하여 디밍 방식으로 적색, 청색 및 녹색 LED 각각의 밝기를 조절한다. 또한, 조명제어 신호는 스케줄 정보를 이용하여 각각의 조명부에 대하여 온/오프 시간을 조절한다.

감성 조명부는 모바일 디바이스로부터 제공된 조명제어 신호를 지그비 통신 방식으로 출력한다. 지그비 통신 방식은 간소화된 프로토콜과 제한적인 기능을 통해 네트워크상에서 전송되는 데이터의 크기를 감소시켜 저렴한 네트워크 구축을 하였고, 모바일 디바이스에서 호출이 왔을 경우에만 전력을 사용하도록 설계하여 네트워크의 전력관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 설계 하였다.

Fig. 2는 감성 조명부에 포함된 조명제어 모듈과 RGB 감성조명 장치의 연결 상태를 나타낸다. 감성조명 장치는 색 공간 확보를 위해 Red, Green, Blue 3색상의 LED를 사용하였다. 점등제어 모듈의 적색 단자(mR), 녹색 단자(mG), 청색 단자(mB), 접지 단자(mGND)는 감성조명 장치의 적색 단자(dR), 녹색 단자(dG), 청색 단자(dB), 접지 단자(dGND)와 각각 연결하였다. 조명제어 모듈은 감성조명 장치의 LED 색상별로 별도의 구동회로를 구성하지 않고, 어떠한 색상의 LED가 연결되더라도 공통적으로 사용될 수 있는 통합 회로를 구성하여 설계하였다. Table 1은 스마트 감성조명 제어 시스템 사양을 나타낸다.



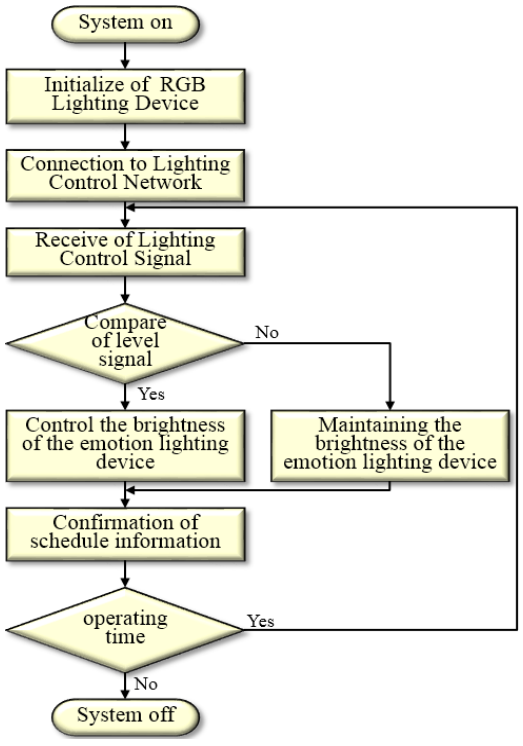
[Fig. 2] Connect of the emotion lighting devices

[Table 1] System Requirements

Division	Specifications
Android Platform	Android 2.3.3, H-smart210 TKU
H-mote	Tiny OS 1.x, 2.x, H-mote 2420(CC2420, 802.15.4)
Expansion Board	
RGB LED Lighting Device	RGB LED (DC12V), 3W
Power Supply	DC 12V 3.0A
General Purpose Transistors	

스마트 감성조명 제어 알고리즘은 모바일 디바이스 및 유선으로 연결된 지그비 모듈을 통해 저전력을 사용하여 각각의 감성 조명부를 제어할 수 있기 때문에 효율적인 조명제어를 할 수 있다. 조명제어 모듈은 점멸 방식(On-off Control), 스텝 제어 방식 등 다른 여러 방식을 이용하여 감성조명 장치를 제어할 수 있다. 스텝제어 방식은 점멸제어와 조광제어의 중간 형태로, 감성조명 장치에 입력되는 구동 전력량을 사전에 정해진 단계별로 나누어, 조명 제어 신호의 레벨에 따라 순차적으로 변화시켜 제어하는 방식이다. 점멸 제어 방식에 비하여 작업면에 급격한 조도변화를 일으키지 않으며, 조광 제어 방식에 비하여 설치비가 저렴한 장점이 있다. Fig. 3은 스마트 감성조명의 제어 알고리즘을 나타낸다.

스마트 감성조명 제어 시스템은 동작이 시작되면 감성조명 장치가 초기화되고, 밝기는 미리 지정된 초기 조건으로 설정하거나 턴 오프 되기 전 마지막 동작된 때의 밝기 조건으로 설정한다. 그리고 감성조명 장치와 연결된 지그비 모듈과 모바일 디바이스와 유선으로 연결된 지그비 모듈은 무선으로 네트워크에 연결된다. 또한, 모바일 디바이스는 감성 조명부의 지그비 모듈로부터 지그비 모듈의 ID, 전체 밝기, 각 색상 LED의 밝기 등에 대한 정보를 포함한 조명 제어 신호를 수신한다. 감성 조명부의 지그비 모듈은 제공된 조명 제어 신호에 포함된 밝기 정보 레벨이 변화되었는지 여부가 판별한다. 밝기 정보 레벨이 변화되지 않았으면, 감성조명 장치의 밝기는 그대로 유지되고, 밝기 정보 레벨이 변화되었으면, 변화된 레벨에 응답하여 감성조명 장치의 밝기를 제어한다. 조명제어 모듈은 제공된 조명 제어 신호에 응답하고, PWM(Pulse Width Modulation) 방식을 이용하여 감성조명 장치를 조명 제어 신호의 레벨에 따라 입력되는 구동 전력량을 0~100%까지 연속적으로 변화시켜 정확하게 제어한다. 감성조명 장치는 각 감성조명 장치에 대한 온/오프 스케줄에 관한 정보를 포함하는 스케줄 정보를 확인하고, 동작시간이 만료되었으면 오프 된다.



[Fig. 3] The smart emotion lighting control algorithm

본 논문에서는 스마트 감성조명 제어 알고리즘을 이용하여 온습도계의 정보에 따른 조명을 제어 하도록 설계하였다. 불쾌지수(Discomfort Index; DI)는 기후변화에 따른 온습도에 의해 느끼게 되는 불쾌감 정도를 의미한다. 실제 온습도계를 이용하여 측정된 온습도 값으로 불쾌지수 및 불쾌지수 변화에 의한 색온도와 RGB 조명 값을 계산하여 감성조명 장치의 밝기를 결정한다. 불쾌지

수 변화에 의해 생활영역에 영향을 주는 체감온도를 나타내는 방법으로 불쾌지수는 식(1)을 이용하여 계산하였다. 계산 결과를 이용하여 조명을 제어하여 직접적인 불쾌지수를 감소시킬 수 없었지만, 즐거운. 포근한, 편안한, 상쾌한 등의 색온도에 대한 감성언어의 RGB 조명 값 변화에 따라서 간접적으로 불쾌지수 감소시킬 수 있었다. Table 2는 온도와 식(1)에 의해 얻어진 불쾌지수의 변화를 통해 불쾌감의 정도를 나타낸다.

$$\text{불쾌지수}(DI) = 0.72(\text{건구온도}(ta) + \text{습구온도}(tw)) + 40.6 \quad (1)$$

[Table 2] Degree of discomfort

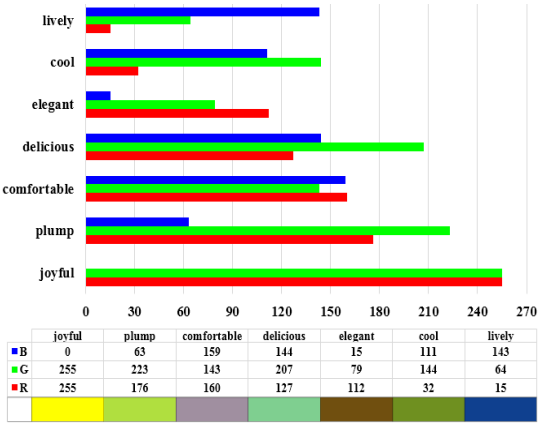
temperature	humidity	degree of discomfort
30 or above	86 above	very unpleasant
28.5	83	unpleasant all
26.5	80	unpleasant of 50%
24	75	unpleasant of 10%
21	70	indicates the unpleasant
20 below	68 below	comfortable all

Table 3은 온/습도 레벨에 따른 색온도와 컬러 이미지 스케일을 정의를 나타낸다. 색온도는 광원의 색을 수치로 나타낸 것으로 LED 조명에 적용하기 위해서 RGB 값으로 변환해야 한다. LED의 색온도는 온/습도를 5단계로 구분하여 레벨이 낮으면 적색으로 설정하고, 레벨이 높으면 청색으로 설정하여 25개의 항목으로 정의하였다. RGB 감성조명 장치는 온도가 매우 낮고 습도가 높으면 Magenta, 온/습도가 보통이면 White 컬러로 자동 제어가 가능하도록 설계하였다.

[Table 3] Definition of color temperature

		Temperature level				
		1	2	3	4	5
Humidity levels	1	Magenta	Cyan	Cyan	Blue	Blue
	2	Magenta	Green	Green	Cyan	Blue
	3	Yellow	Magenta	White	Green	Cyan
	4	Red	Yellow	Magenta	Green	Cyan
	5	Red	Red	Yellow	Magenta	Magenta

Fig. 4는 일상생활에서 사용하는 감성 관련 언어를 형용사 이미지 스케일에서 추출한 감성 언어별 RGB 값을 나타낸다. RGB 감성조명 장치의 해당 색상 제어를 통해 실내조명에 적합하다고 생각되는 7가지 감성언어는 임의로 선정하여 RGB 값으로 변환하였다. 감성언어의 RGB 값은 컬러 이미지 스케일로부터 색온도에 대한 정보와 형용사 이미지 스케일로부터 정보를 추출하여 감성언어에 대한 가장 가까운 컬러 이미지 스케일의 색상을 적합한 색상으로 결정하였다. 추출된 7개의 감성언어에 대한 색상 매핑 및 색상정보를 데이터베이스화하면 시스템 사용자는 임의적으로 감성에 따른 조명을 제어 할 수 있다.

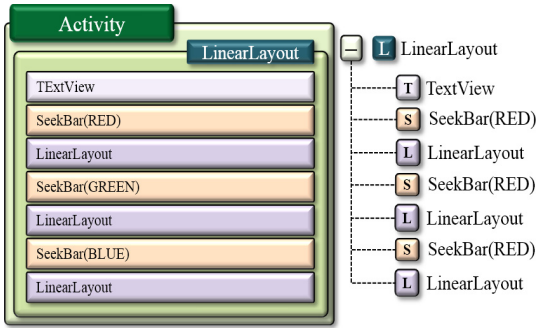


[Fig. 4] Value of RGB lighting for emotion language

Fig. 5는 모바일 디바이스에서 감성조명 제어 프로그램 실행 화면을 나타낸다. 안드로이드 플랫폼 기반의 모바일 디바이스에서는 감성조명의 전체 밝기를 제어하기 위한 인터페이스와 조명 색상을 제어하기 위한 인터페이스 환경으로 구성하여 설계 하였다. 메인화면은 각 색상에 해당하는 탐색바를 통해 RGB 감성조명 장치의 색상 제어 상태를 확인하도록 설계 하였다. 그리고 각 색상의 밝기를 나타내는 탐색바를 이동시켜 감성조명 장치에 포함된 적색, 녹색 및 청색 LED의 밝기를 제어하도록 구현 하였다.

[Fig. 5] The smart emotion lighting control program

Fig. 6은 스마트 감성조명 제어 프로그램의 레이아웃 디자인을 나타낸다. 전체 레이아웃은 리니어 레이아웃으로 구성하였다. 선택한 지그비 모듈의 ID에 따라서 스마트 감성조명 제어 프로그램의 탐색바를 이동시켜 감성 언어별 RGB 조명 값을 임의적으로 조절이 가능하고, 조명제어 모듈의 디밍제어를 통해 감성조명 장치의 색온도를 제어하도록 구현 하였다.



[Fig. 6] Layout design

스마트 감성조명 제어 프로그램에서는 지그비 모듈을 사용하기 위하여 JNI(Java Native Interface)를 호출하였다. 제어 프로그램에서는 시스템 장치에 대한 접근이 제한되기 때문에 NDK(Native Developme nt Kit)를 사용하여 JNI로 USBtoSerial에 연결되어 있는 지그비 모듈로 접근하고, 해당 포트를 연결 및 해제하여 얻어진 데이터는 제어 프로그램으로 넘겨주는 구조로 설계하였다. 감성조명 장치는 JNI를 통해 얻어진 패킷 데이터를 처리하여 해당 값을 감성 조명부로 전송하여 제어하도록 구현하였다. JNI는 C로 작성되었고, Java로 작성 프로그램에서 JNI로 구성된 API를 호출하여 사용하는 구조로 설계하였다.

Fig. 7은 스마트 감성조명 제어 프로그램 중, 청색 탐색바에 의한 감성조명 장치의 색온도를 제어 프로그램을 나타낸다. setOnSeekBarChangeListener( )은 onStartTrackingTouch( )과 onStopTracking Touch( )를 확인하고, onProgressChanged( )를 통해 패킷(색상값) 변화를 계산하며 Lodprintf(char[] packet)를 호출하여 점등제어 모듈을 통해 계산된 색상 값으로 감성조명 장치를 제어하게 된다. 이때, load_lib( )를 통해 JNI를 호출하게 된다.

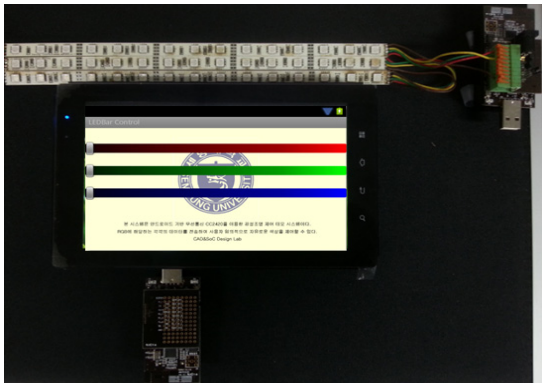
```
blueSeekbar.setOnSeekBarChangeListener(new
OnSeekBarChangeListener() {
    public void onStopTrackingTouch(SeekBar seekBar) {
        if(D)Toast.makeText(getBaseContext(), "Blue :
    "+w_packet[blue_int_idx],
        Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
    public void onStartTrackingTouch(SeekBar seekBar) { }
    public void onProgressChanged(SeekBar seekBar, int
 progress, boolean fromUser) {
        w_raw_packet[blue_int_idx-2] = (char)progress;
        w_packet[blue_int_idx] = (char)progress;
        crc_buf = Crc.set(w_raw_packet);
        w_packet[w_packet.length-3] = crc_buf[0];
        w_packet[w_packet.length-2] = crc_buf[1];
        WritePacket(w_packet);
        Lodprintf(w_packet);
    }
});
public void Lodprintf(char[] packet) {
    int i;
    for(i=0; i<packet.length i++) {
        Log.d("LED", Integer.toHexString(packet[i])); }
}
static void load_lib() {
    try { System.load("/data/data/com.hybus.ledbar/files/
      libsv210_2420_ledbar.so"); }
    catch (UnsatisfiedLinkError ule) {
        Log.e("JNI", "WARNING: Could not load
          libsv210_2420_ledbar.so");
    }
}
```

[Fig. 7] Color Temperature Control by the blue seekbar

3. 실험결과

본 논문에서 감성분위기의 연출과 조명으로서의 기능적 요소를 만족하는 조명 설계를 목적으로 모바일 기반의 스마트 감성조명 제어 시스템을 제안하였다.

제안된 스마트 감성조명 제어 시스템의 효율성 검증을 위한 실험환경은 Fig. 8과 같이 구성하였다. 베이스로 사용할 1번 H-mote는 TOSBase를 포팅하고 모바일 디바이스의 USB 포트에 연결하였다. 2번 H-mote는 LEDbar_CONTROL을 포팅하고 RGB 감성조명 장치가 연결된 점등제어 모듈을 연결하였다. 모바일 디바이스에는 제어 알고리즘을 적용한 스마트 감성조명 제어 프로그램을 다운로드하여 설치하였다.



[Fig. 8] Experiment Environment

Table 3은 감성언어별 감성조명 광량의 측정 결과를 나타낸다. 감성조명 광량은 감성언어 별 조명도 분석을 위해 REG 감성조명 장치로 부터 1.8m 떨어진 작업 면에서 측정하였다. 감성언어별 광량의 측정 결과는 최고 1720lux에서 최저 980lux까지 측정되어 변화율 차이를 보였으나 광량의 상관관계를 의미하며 주변 환경요소에 따라서 감성 조명제어가 가능하였다.

[Table 3] Measured result of Illumination intensity

Emotion language	Color	Illumination
Joyful	Yellow	1720 lux
Plump	Light Green	1642 lux
Comfortable	Deep Purple	1580 lux
Delicious	Bright Green	1566 lux
Elegant	Brown	1235 lux
Cool	Dark Green	1490 lux
Lively	Dark Blue	980 lux

Table 4는 기존의 감성조명 제어 시스템과 제안된 감성조명 제어 시스템의 비교 결과를 나타낸다. 본 논문에서 제안된 스마트 감성조명 제어 시스템은 동작 LED의 개수는 동일하지만 Table 3에서 정의된 색온도를 기준으로 감성언어에 의한 가변점등을 통해 발열량을 21% 감소시켰고, 소비전력은 최소 0%에서 최대 48%까지 절감할 수 있었다. 또한, RGB 감성조명 장치의 내부발열을 감소시켜 수명이 향상되었고, 효율적인 조명효과를 얻을 수 있었다.

[Table 4] Comparison of emotion lighting control system

	Existing emotion lighting control system	Proposed emotion lighting control system
Operation LED	256	256
Power Consumption	204.8 W	106.7 W - 204.8 W
Generation temperature	67 ℃	53 ℃
Lighting method	All lights	Adjustable lights by emotional language
Color Temp. Control	Fixing	Variable
Energy saving method	Control by time schedules	Real-time control by the light sensor

4. 결론

본 논문에서는 모바일 기반의 스마트 감정조명 제어 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 안드로이드 플랫폼의 모바일 디바이스 및 지그비 모듈, 감성조명기기, 점등제어 모듈, 전원공급기, 범용 트랜지스터로 구성하고, 모바일 디바이스가 제어 메시지를 전송하여 사용자 임의적으로 조명제어를 하도록 설계하였다. 또한, 모바일 디바이스가 시스템에 접속할 때마다 감성조명 장치의 상태를 실시간으로 전송하여 상태 모니터링 및 제어 메시지에 따라 감성조명기기를 제어하도록 설계하였다.

제안된 스마트 감성조명 제어 시스템의 검증결과, 필요로 하는 부분의 조명기기 감성조명 제어와 색온도 가변에 의한 감성조명 장치의 점등제어가 가능하였고, 감성언어에 의한 가변점등으로 효율적으로 소비전력이 절감되었으며, 상황에 적합한 색상과 밝기를 제어하여 일상생활에서 집중력과 업무능력, 학습능력의 향상효과를 얻을 수 있었다.

지그비 모듈을 이용한 스마트 감성조명 제어 시스템은 허가받지 않은 모바일 디바이스에 지그비 모듈 제어 프로그램이 설치되어 있으면 누구나 접속하여 시스템을 제어 할 수 있기 때문에 향후에는 보안관련 기능을 추가 및 개선하고, 안정성 확보를 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

[1] Hyun-Soo Park, “Human-friendly and smart LED emotion lighting”, KIEE, Vol.60, No.6, pp16-24, 2011

[2] Yang-Jae Park, Jong-Hyung Choi, Myong-Gi Jang, “Optimization of Light Source Combination through the Illuminance and Color Temperature Simulation of Circadian Lighting Apparatus”, The Korea Contents Association, Journal of the Korea Contents Association, Vol. 9, No. 8, pp.248-254, 2009
DOI: http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.8.248
[3] B.J.Huang, M.S.Wu, P.C.Hsu, J.W.Chen, K.Y.Chen, "Development of high-performance solar LEDlightingsystem", GCREEDER 2009, vol.51, no.8, pp.1669-1675, 2010.
[4] Sung-Kwun Oh, Sung-Joon Lim, Chang-Min Ma, Jin-Yul Kim, “Development of RGBW Dimming Control Sensitivity Lighting System based on the Intelligence Algorithm”, KIIS, Journal of KIIS, Vol.12, No. 3, pp.359-364, 2011
DOI: http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2011.21.3.359
[5] Jae-Hong Lee, Ju-Won Park, Jin-Kang Lim, Sang-Bae Lee, “Design and Implementation of Sensibilities Lighting LED Controller for a Ship”, KINPR, Journal of Korean navigation and port research , Vol. 34, No.10, pp763-768, 2010
DOI: http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2010.34.10.763
[6] Jin Choo, Bohyeon Yoo “Study on Application of Emotional Lighting based on the theory of physiological function by light” KSBDA, Vol.12, No.3, 2011.
[7] Takahashi, S, “Effects of color lighting on emotional-expression judgment and personal impression”, Fuzzy sets and Systems, v31, pp.14-15, 2007
[8] Olivier Lartillot, "MIRtoolbox 1.2.4", Finnish Centre of Excellence in Interdisciplinary Music Research, March, 18th, 2010
[9] Danny Pascale, “A Review of RGB color spaces”, 2008.

홍 성 일(Sung-Il Hong) **[학생회원]**

- 2007년 2월 : 세명대학교 컴퓨터과학과 (이학사)
- 2009년 8월 : 세명대학교 대학원 전자계산교육학과 (교육학석사)
- 2009년 8월 ~ 현재 : 세명대학교 대학원 전산정보학과 (박사과정)

<관심분야>
SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC Design, RTOS and Embedded Systems, Lighting Control Systems

인 치 호(Chi-Ho Lin) **[정회원]**

- 1985년 2월 : 한양대학교 (공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 (공학석사)
- 1996년 8월 : 한양대학교 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 컴퓨터학부 교수

<관심분야>
SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC Design, RTOS and Embedded Systems, Lighting Control Systems