
멀티모달 기반의 감성 조명 시스템

권순민* · 정인범**

Sensitivity Lighting System Based on multimodal

Sunmin Kwon* · Inbum Jung**

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2012-H0401-12-1002)

요 약

본 논문에서는 인간의 감성을 멀티모달 환경에 기반하여 인식하여 감성지수에 따라 조명의 색을 조절하는 감성 조명 시스템을 구현하였다. 감성조명을 위하여 사용된 LED 조명은 친 환경적이며 고효율 및 긴 수명을 가지고 있다. 특히 LED 조명은 단일 조명구로도 다양한 색 표현이 가능한 장점을 가지고 있다. 인간의 감성을 보다 정확하게 판별하기 위하여 사용자의 얼굴 영상 정보와 및 각성 상태 정보를 동시에 사용하여 멀티모달에 기반된 감성지수를 산출하였다. 실험을 통하여 LED 조명 색감이 사용자의 감성지수에 따라 변화 되므로 기존의 조명들에 비하여 인간 친화적인 조명시스템을 구축함을 보인다.

ABSTRACT

In this paper, human sensibility is measured on multi-modal environment and a sensitivity lighting system is implemented according to driven emotional indexes. We use LED lighting because it supports ecological circumstance, high efficiency, and long lifetime. In particular, the LED lighting provides various color schemes even in single lighting bulb. To cognize the human sensibility, we use the image information and the arousal state information, which are composed of multi-modal basis and calculates emotional indexes. In experiments, as the LED lighting color vision varies according to users' emotional index, we show that it provides human friendly lighting system compared to the existing systems.

키워드

감성, 멀티 모달, 조명, LED

Key word

Sensitivity, Multimodal, lighting, LED

* 준회원 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
(smkwon@snslab.kangwon.ac.kr)

** 정회원 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수 (교신저자)

접수일자 : 2011. 12. 06

심사완료일자 : 2011. 12. 19

I. 서 론

빛은 인류가 시작된 이래 오늘날까지 사람과 생활패턴에 커다란 영향을 미치는 동적인 에너지이다. 하지만 인간의 활동 영역이 밤까지 늘어나고 웰빙 시대가 옴으로써 단순히 조명을 켜고 끄는 것에 불과했던 조명 시스템보다 더 나은 조명 시스템을 요구하기 시작했다. 이런 시대적 흐름에 맞추어 감성 조명이란 개념이 등장했다. 감성 조명은 조명기에서 나오는 색의 온도와 밝기를 사람의 심리 상태와 생체 리듬에 알맞게 적용시키면서 공간을 변화시킬 수 있는 조명기술을 말한다.[1] 앞으로는 기존 조명 시스템과 달리 사용자의 감정을 파악해 조명을 스스로 컨트롤 하는 감성 조명 시스템에 대한 연구가 필요하다.

사용자의 감정을 인식하는 기술은 여러 가지 방법이 있다. 크게 영상 기반, 음성 기반, 생체 신호 기반, 그리고 여러 가지 방법을 혼합한 멀티 모달 기반이 있다. 영상 기반의 방법은 주로 얼굴 표정으로부터의 감정인식을 주로 이룬다. 사람의 얼굴을 각 감정 상태에 따른 모습을 각 부위별로 기억한다. 저장된 정보는 현재의 얼굴과 비교하여 사용자의 감정을 유추하게 된다. 유추하는 방법은 여러 가지 방법이 있지만 패턴 인식의 한 방법 중 하나로 *haar-like feature* 방식이 있다. 얼굴 검출에 가장 간단하면서도 효율적인 인식자들을 매칭 시켜서 특징들을 추려내는 방식이다. 추려진 특징들은 *Adaboost* 학습 알고리즘을 통해 약한 선택 기준들을 합쳐서 정확도가 높은 선택기준으로 만들게 된다.[2] 음성기반 역시 비슷한 방법으로 사람의 목소리를 억양과 말투를 파악해 사용자의 감정을 유추한다. 생체 신호를 기반으로 한 방법으로는 *HRV(Heart Rate Variability)*를 활용하는 방법이 있다. *HRV*는 *LF*대역($0.04 \sim 0.15\text{Hz}$)일 경우 각성 상태로 보고 *HF*($0.15 \sim 0.4\text{Hz}$) 이완상태로 본다.[3] *HRV*를 측정하기 위해서는 *PPG(photoplethysmography)* 센서가 필요하다. *PPG* 센서는 혈관에 빛을 투과시킨 후 흡수율을 통해 심박수를 파악하는 원리로 동작하며 종류에 따라 투과형과 반사형으로 나뉜다.[4]

감성 조명 시스템을 만들기 위해서는 기존의 백열등이나 형광등으로는 부족하다. 그에 반해 현재 각광 받고 있는 *LED* 조명은 환경오염 물질을 사용하지 않아 친환경적이며 전력 효율이 기존 조명들에 비해 5배 좋다.

또한 수명 역시 반영구적으로 오래 사용할 수 있는 장점이 있다.[5] 무엇보다도 사용자에게 다양한 색을 표현할 수 있는 점이 감성 조명 시스템에 적합하다고 할 수 있겠다.

본 논문에서는 멀티 모달 기반에서 사용자의 감정을 파악하고 스스로 *LED* 조명을 제어하는 시스템을 제안한다. 사용자의 감정을 파악하는 부분은 크게 *PPG* 센서를 통해 심박수를 체크하는 부분과 *haar-like feature*, *Adaboost* 알고리즘을 통해 얼굴을 인식하는 부분으로 나뉜다. 심박수와 얼굴 인식을 통해 사용자의 감정지수를 산출하고 그에 따라 *LED* 조명을 제어하는 *AVR* 보드를 만들어 조명을 제어하는 시스템을 만들고자 한다. 이 연구를 통해 현재 각광 받는 *LED* 조명 분야와 *IT* 기술의 융합으로 개인 사용자에게 알맞은 조명 환경을 제공할 수 있을 것이다.

II. 관련연구

2.1. 감정과 감정 인식 기술의 분류

2.1.1. 감정의 특징

감정은 감성과는 구분되는 심리적 현상으로 감정이 강도가 높으며 생리적, 신체적 반응을 동반하는데 비하여, 감성은 강도가 낮으며 겉으로 나타나는 생리적 변화가 없다. 감정은 하나의 대상에 대하여 여러 사람이 유사한 반응을 보이는 공정성과 객관성을 갖지만, 감성은 동일한 대상에 대해서도 개인에 따라 다양하게 나타나며 시간과 환경에 따라서도 변화한다는 특징을 가지고 있다. 그렇기 때문에 감정은 생리적 변화를 이용해 인식이 가능하다.[6]

2.1.2. 감정 인식의 분류

사용자의 감정을 인식하는 기술은 여러 가지 방법이 있다. 그림 1과 같이 크게 영상 기반, 음성 기반, 생체 신호 기반, 그리고 여러 가지 방법을 혼합한 멀티 모달 기반이 있다. 영상 기반은 사람의 얼굴 표정이 주 연구 대상이 되어 왔다. 얼굴 표정은 감정을 전달함에 있어서 중요한 역할을 하기 때문이며, 연구 방법으로는 광학적 흐름 분석, 홀리스틱 분석, 국부적인 표현 등이 있다. 음성 기반은 청각에 기반을 둔 방법으로 음성 신호의

고저와 장단 등을 활용하여 감정의 특성을 찾아내는 방법[7]들이 있다. 생체 신호 기반은 감정 변화에 따라 다양한 신체 반응을 불러 일으킬 수 있다는 점을 이용하여 신체 반응에 대한 신호를 센서를 통해 검출하고 신호를 분석하여 사용자의 감정 상태를 추론하는 방법이다. 여러 생체 신호 중에는 근전도, 심전도, 피부 온도 등이 있다. 근전도는 근육 활동 또는 특정 근육의 긴장 정도에 스트레스에 의해 종종 발생된다. 심전도는 심장의 수축 활동의 표시로 긴장 및 완화 상태에 따라 좌우 된다. 피부 온도는 단순히 피부의 표면 온도를 측정하는 것으로 혈관의 확장이나 수축의 정도에 따라 온도가 달라지는 정도를 이용해 감정 상태를 파악하는 것이 가능하다.

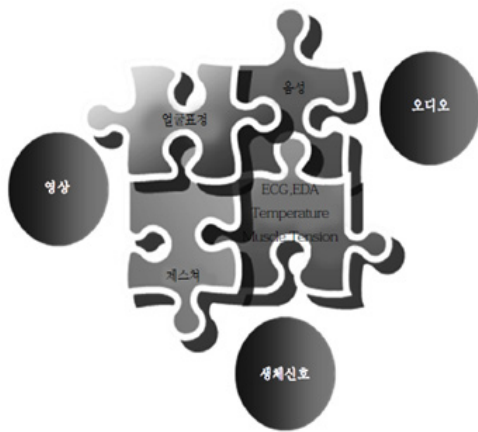


그림 1. 감정인식의 분류
Fig. 1 Classification of emotion recognition

2.2. 생체 신호 및 PPG(photoplethysmography)

2.2.1. 생체 신호의 정의 및 특징

조깅을 하게 되면 손바닥에는 땀이 나고, 심장 박동수는 높아지며 체온이 올라간다. 이러한 신체의 변화는 심장 근육, 평활근, 외분비선을 조절하는 자율신경계에 의해 조절된다. 자율신경계는 교감 신경계와 비교감 신경계로 나뉘게 된다. 교감 신경은 주로 신체가 각성상태에 이르면 작용하여 심박수를 상승시키고 동공을 확장시키는 등의 변화를 나타낸다. 부교감 신경은 이와 반대로 이완상태에서 작용하여 심박수를 감소시키고

동공을 축소시키는 등의 변화를 나타낸다. 이러한 변화에 대한 신호들을 생체 신호라고 한다. HRV(Heart Rate Variability)는 심박 변이도로 심장박동 주기의 스펙트럼이라고 할 수 있다. HRV에서 LF대역(0.04~0.15Hz) 일 경우 각성 상태로 보고 HF(0.15~0.4Hz) 이완상태로 본다.[3]

2.2.2. PPG(photoplethysmography)

PPG는 생체 조직의 광학적 특성을 이용하여 혈관에 흐르는 혈류량을 측정함으로써 심박 활동 상태를 추정하는 맥파 측정방법이다. 맥파는 혈액이 심장에서 파상하며 나타나는 맥동성 파형으로, 심장의 이완 수축 작용에 의한 혈류량의 변화 및 그에 따른 혈관의 용적 변화를 통하여 측정이 가능하다. PPG는 빛을 이용하여 혈관의 용적 변화시 나타나는 생체조직의 빛 반사율, 흡수율, 투과율 등의 광특성 관찰하며, 이 변화를 통해 맥박을 측정한다.

이 방법은 비침습적 방법으로 생체신호 측정이 가능하여 널리 사용되고 있으며, 측정장치의 소형화, 사용편의성 등의 장점을 가지고 있어 착용형 생체신호 감지 센서 개발에 용이하다.[4] PPG 센서는 빛을 방출하는 발광부와 빛을 감지하는 수광부로 구성되며 그림 2와 같이 두 요소의 위치에 따라 투과형과 반사형으로 구분한다. 표 1과 같이 투과형은 반사형에 비해 신호가 강하다는 장점이 있지만 잡음의 영향이 많고 신체의 말단 부위에만 사용 가능한 단점이 있다.

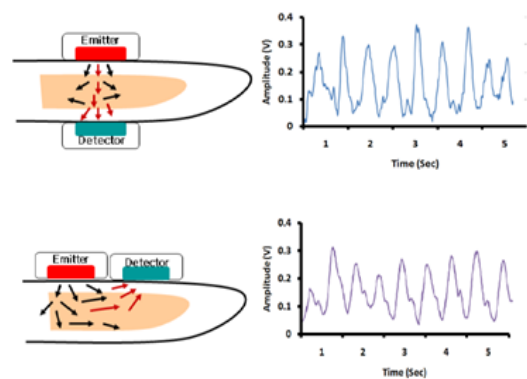


그림 2. 투과형과 반사형
Fig. 2 Transmissive type and Reflective type

표 1. 반사형과 투과형의 비교
Table. 1 Compared to the reflection type and transmission type

	Transmissive type	Reflective type
Measurable site	Only extremity ex) finger, earlobe	No limitation ex) liver, wrist
Maximum Amplitude	0.7mV	0.4mV
Motion artifacts	High	Low
Pulse detection error	14 %	7 %

2.3. LED(Light Emitting Diode)

기존 조명인 형광등은 환경오염 물질인 수은, 납 등의 중금속으로 구성되어 있어 큰 환경 문제를 일으키는 반면 발광 다이오드(Light Emitting Diode)는 중금속과 같은 환경오염 물질을 사용하지 않아 기존 광원에 비해 친환경적이다. 또한 그림 3과 같이 LED는 기존 백열전구보다 5배 정도 전력 효율이 좋다. 그 외에도 반영구적인 수명과 빠른 반응 속도가 장점이다.[5] 무엇보다도 다양한 색상이 표현 가능한 점이 장점이라 할 수 있다.

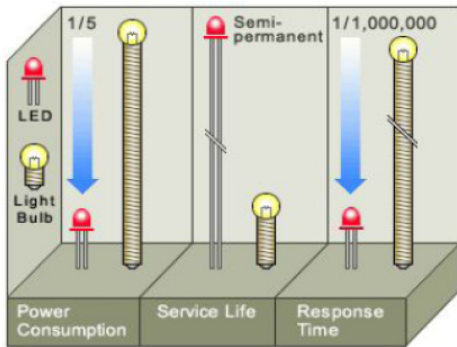


그림 3. 기존 광원과 LED 비교
Fig. 3 Comparison of conventional lighting and LED

2.4. 감성공간

색상 정보로부터 받는 심리적인 영향에 대한 연구로 고바야시는 180개의 감성어와 이에 영향을 미치는 색상 정보들의 관계를 정의하였다.[7] 이 감성들은 180개의

형용사로 구성되어, 이들은 15개의 대표 감성군으로 그룹 지어 있다. pretty, casual, dynamic, gorgeous, ethnic, romantic, natural, elegant, chic, classic, dandy, formal, clear, cool, modern, 이들이 그룹 되어진 감성군이다. 각각의 감성군은 색상에 따라 매치되어 그림 4와 같이 정의되어진다. 가로축은 차고 따뜻한 정도이고 세로축은 딱딱하거나 부드러운 정도이다.

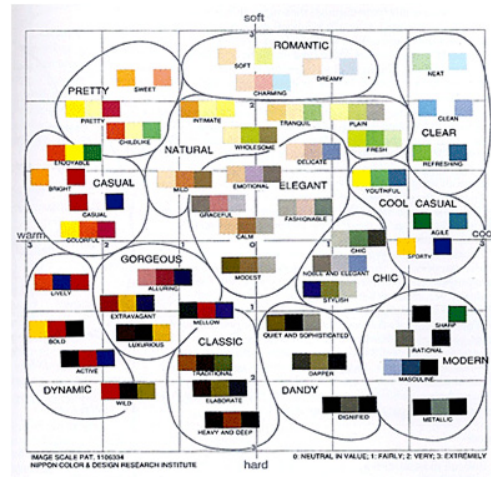


그림 4. 고바야시의 감성공간
Fig. 4 Kobayash COLOR IMAGE SCALE

2.5. Haar-like feature와 Adaboost 학습 알고리즘

2.5.1. Haar-like feature

Viola가 처음 얼굴 검출에서 사용한 Haar-like feature는 가장 간단하면서도 효율적인 인식자로 쓰인다. 이를 얼굴 검출에서 사용하면 얼굴을 배경으로 판단할 확률이 1%보다 작아진다. 뿐만 아니라 특징값을 구하는데 요구되는 계산량은 단순히 합연산밖에 없기 때문에 빠른 얼굴 검출을 요하는 응용분야에서 사용될 수 있다.[2] 또한 픽셀 자체를 가지고 연산을 수행하는 것보다 특징값을 가지고 수행하는 것이 더 빠르다. 이는 개별 영역 안에 있는 픽셀들의 값을 더하여 영역합을 구하고 그 값들에 가중치를 곱하여 합을 계산함으로써 하나의 특징값을 구할 수 있는 Haar-like feature의 특성에서 기인한다.

특징 값들은 x와 y 방향으로 최대 24*24까지 크기가 확장된다. 특징값은 또한 윈도우에서 위치할 수 있는

여러 경우로 자유롭게 변하기 때문에 많은 특징 정보 값을 얻을 수 있다. 예를 들어, 그림 5에 첫 번째 같은 Haar-like feature 프로토타입은 서로 다른 위치와 비율을 유지한 크기확장을 통하여 24*24 윈도우에서 43,200개의 경우가 생길 수 있다. 특징값은 식 1과 같이 구할 수 있다.[8]

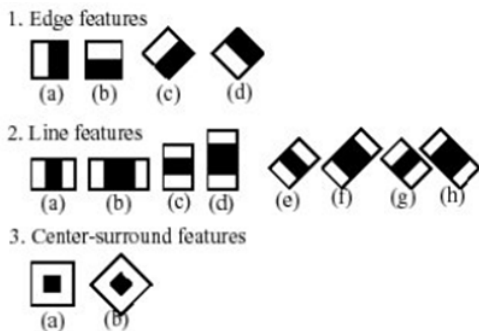


그림 5. Haar-like feature의 프로토타입
Fig. 5 Haar-like feature's prototype

$$feature_i = \sum_{i \in I = \{1, \dots, N\}} \omega_i RecSum(r_i)$$

ω_i : 가중치
RecSum(r_i): 사각형 r_i 의 넓이

2.5.2. Adaboost 학습 알고리즘

Boost란 데이터들로부터 결과를 도출할 경우 약한 선택 기준들을 합쳐서 정확도가 높은 선택 기준을 만들어 주는 알고리즘이다. Boost의 장점은 가정에 의해서 결과가 잘못 도출될 확률을 줄여주고 판단하기 어려운 문제를 정확하게 옳고 그름으로 판단할 수 있는 확률을 높여준다는 것이다. AdaBoost 학습 알고리즘은 가장 잘 알려져 있는 Boost 알고리즘이고 단순하면서도 효율적인 장점을 가지고 있다. AdaBoost 학습 알고리즘을 사용하면 학습을 거듭할수록 얼굴을 잘 표현하는 특징값들을 많이 뽑아낼 수 있어 강력한 인식 알고리즘을 만들 수가 있다.

III. 멀티모달 센서 기반의 감성 조명 시스템

3.1. 멀티 모달 센서 기반의 감성 조명 시스템 구현

기존의 조명 시스템은 단순히 불을 켜고 끄는 기능적인 부분에만 그쳤다. 하지만 현대의 사람들은 좀 더 똑똑한 조명 시스템을 원한다. 사용자의 감정에 맞춰 색을 변화 시키는 감성조명의 필요성이 부각되기 시작한 것이다.

이에 따라 사용자의 감성을 인식하기 위해 얼굴 인식 부분과 PPG센서를 통해 생체신호를 받는 부분, 두가지 방식을 혼합한 멀티 모달 방식으로 접근한다. 그리고 두 가지 데이터 정보를 가지고 감성 지수를 정의하여 사용자의 감정 상태를 수치화 한다. 수치화된 감정 상태를 가지고 LED를 조작하는 제어 모듈을 통해 감성 공간에 의거한 색상을 비추게 된다. 최종적으로는 그림 6과 같이 사용자의 정보를 입력 받고 분석한 결과를 통해 감정을 파악하고 LED 조명을 제어하게 된다.

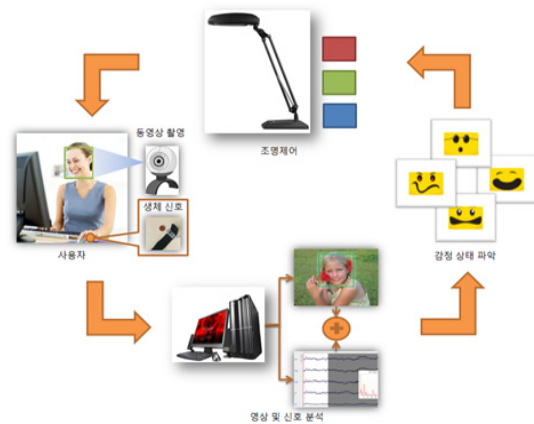


그림 6. 시스템 흐름도
Fig. 6 System flow chat

3.2. 감정 인식 모듈

3.2.1. PPG 센서 모듈

사용자로부터 PPG 센서를 통해 심장 박동 주기의 스펙트럼을 확인할 수 있다. PPG센서에는 반사형과 투과형이 있는데 반사형이 투과형에 비해 잡음의 영향이 적고 신체 부위에 대한 제약이 없으므로 반사형 PPG 센서

를 이용하였다.

그리고 일상 생활에서의 조명 시스템을 구현하기 위해 센서를 마우스에 내장하여 제작하였다. 마우스에 PPG 센서를 내장한 이유는 흔히 우리가 자주 손으로 쥐고 사용하는 물건이기 때문이다. 그림 7은 실제로 마우스에 부착된 PPG 센서의 모습이다. 센서로부터 읽어 들인 생체 신호는 특별한 생체 신호 처리기를 통해 처리된다. 이 장비는 그림 7에서 보이는 Biopac사의 MP36R 제품으로 PPG 센서의 데이터를 받아 실제로 정보를 보여주는 역할을 담당하고 있다.

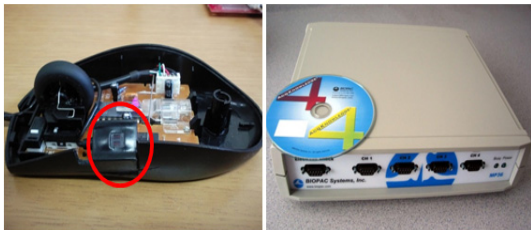


그림 7. PPG센서와 생체 신호처리기
Fig. 7 PPG Sensor & Biomedical Signal Processor

실제 PPG센서와 생체 신호 처리기를 통해 나온 데이터를 그래프로 보게 되면 그림 8와 같은 형태로 나타난다. 그림 8의 가로축에서 보듯이 LF대역(0.04~0.15Hz)과 HF(0.15~0.4Hz)로 나누게 된다. 세로축은 진폭으로 현재는 LF대역이 높게 나타나고 있고 HF는 낮은 수치를 보여주고 있다. LF와 HF의 비율을 통해 그림 8에서 나타난 상태는 각성상태라고 볼 수 있다.

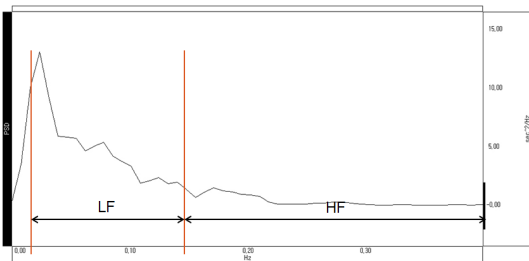


그림 8. 각성 상태에서 생체 신호 그래프
Fig. 8 Bio-signal graph in arousal

3.2.2. 얼굴인식 모듈

얼굴 인식을 위해서는 Haar-like feature 와 Adaboost 학습 알고리즘을 사용하기 위한 오픈라이브러리를 사용하였다. 사용된 오픈 라이브러리는 openCV로 흔히 비전 인식 분야에서 널리 사용되는 라이브러리이다. openCV 라이브러리는 비전 인식 분야에 쓰이는 여러 가지 함수들을 내장하고 있다. 우선 각 표정별로 샘플 이미지를 30여개 정도씩 준비한다. 준비된 샘플 이미지를 통해 Haar-like feature를 통해 특징을 잡아내고 Adaboost 학습 알고리즘으로 강한 요소들을 찾아내는 학습 과정을 거치게되며 각 얼굴 표정별로 그룹화 되어 저장된다. 그리고 저장된 정보들을 바탕으로 현재 입력된 사용자의 얼굴의 특징들과 비교해서 현재 감정 상태를 유추한다. 그림 9는 실제로 저장된 정보를 가지고 사용자의 얼굴이 어떤 감정 상태인지 유추하는 화면이다. 사용자의 웹캠을 통해 받아들여진 원본 영상 위에 학습된 정보를 바탕으로 얼굴의 위치 및 표정을 원의 위치와 색을 통해 알려주고 있다.



그림 9. 얼굴인식 프로그램
Fig. 9 Facial recognition program

3.3. LED 제어 모듈

LED 조명을 제어하기 위한 임베디드 보드로 AVR 128 개발 키트를 사용하였다. 3가지 입력 신호에 따라 RGB 값을 조절해 빛의 색을 결정한다. 기존의 개발 보드는 3.3v의 출력 전압을 갖는다. 그러나 LED 모듈은 5v의 입력 전압을 요구하므로 증폭기를 통해 5v의 전압으로 올려 LED 모듈에게 정상적인 전압을 제공한다. 그림 10은 실제로 완성된 AVR 보드와 LED 모듈이다. 왼쪽에

보이는 부분이 LED 모듈이고 오른쪽 부분이 LED의 색을 제어하는 AVR 보드이다.

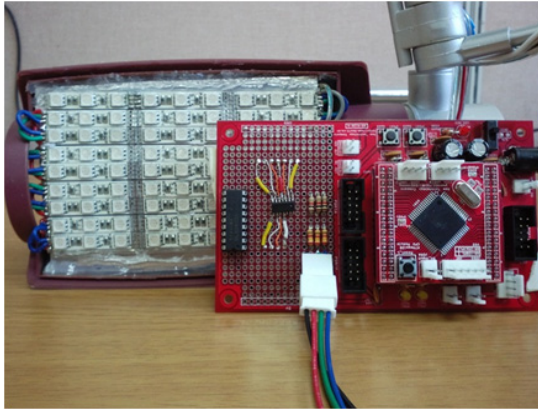


그림 10. LED 모듈과 제어 모듈
Fig. 10 LED module and control module

3.3. 감성지수 산출 방식

앞에서 PPG 센서를 통해 입력 받은 LF와 HF의 값과 얼굴 인식을 통해 얻어진 값을 혼합하여 감성 지수란 것을 정의 할 것이다. 우선은 PPG 센서를 통해 들어온 값을 LF/HF의 비율에 따라 0~100%의 값을 갖는다. 이것은 각성 상태를 나타내는 비율을 의미한다. 얼굴 영상의 인식 결과 역시 수치화할 필요가 있다. 우울한 상태를 0, 보통 상태를 50, 최고로 흥분한 상태를 100으로 하여 0~100%까지의 수치로 나타낸다. 이것은 사람의 흥분한 정도를 나타낸다.

이제 두 수치에 대한 가중치를 조절해야 한다. 멀티모달 기반이기 때문에 어느 만큼 혼합할 것인가가 중요하다. 얼굴 인식에 대한 흥분도는 오차가 어느정도 발생한다. 사람의 개인 성향에 따라 감정이 표정으로 잘 드러나지 않은 경우가 있기 때문이다. 그에 반해 심박수의 변화는 사람 개인의 성향보다는 객관적인 편이다.

그렇기 때문에 얼굴 인식에 대한 흥분도 보다는 PPG 센서를 통한 각성도를 좀 더 많은 가중치를 주고 감성 지수를 산출한다. 최종적인 감성 지수는 다음 식 2를 통해 산출하며 각성도의 가중치는 0.7일 때 흥분도의 가중치는 0.3일 때가 가장 정확도가 높았다. E는 감성지수이며 s_i , f_i 는 각각 각성도와 흥분도가 된다.

$$E = (s_i * 0.7 + f_i * 0.3) * 100 \quad (2)$$

이렇게 구해진 감성지수는 실제 LED 조명의 빛으로 반영하게 된다. 100이라는 수치에 가까워 질수록 사용자의 상태를 화나거나 각성상태라고 파악하여 초록색 계열의 빛을 내도록 한다. 반대로 0이라는 수치에 가까워지면 우울하거나 이완상태라고 파악하여 하늘색 계열의 빛을 내도록한다. 50 정도의 수치로 평범한 경우에는 노란색 계열의 빛을 내도록 동작한다. 초록색 계열은 진정, 하늘색 계열은 정화 및 치유, 노란색 계열은 활동성을 느끼게 해준다.[9]

IV. 실험 및 결과

4.1. 실험환경

구현한 시스템을 바탕으로 사용자에게 노트북을 포함한 실험 환경을 제공하였다. 표 2에서 보듯이 사용된 기종은 Lenovo T410 모델로 기본적인 웹캠이 내장된 모델이다. PPG 센서는 로지텍 옵티컬 마우스에 내장하여 노트북 및 생체신호 처리기에 연결되었다. LED 제어 모듈은 AVR 128 보드를 통해 제작된 임베디드 보드이다. 그 외에 프로그램은 openCV 라이브러리를 사용하여 C#으로 제작되었다.

표 2. 시스템 사양
Table. 2 Specification of System

장치	기종 및 사양
노트북	Lenovo T410
웹캠	노트북 내장
PPG 센서	반사형 센서
LED 제어 모듈	AVR 128 개발 키트
사용 라이브러리 및 언어	openCV (C#으로 제작)

실험대상은 20대 중반의 일반인 5명으로 구성하였다. 우선 실험 대상자에게 원하는 감정상태를 만들기 위해 실험하기 전에 특정 환경을 주어도도록 하였다. 예를 들면 30분정도 조깅을 하게 함으로써 실험 대상자가 각성

및 흥분 상태에 이른 후에 실험에 참가하도록 하였다. 그 외 이완 상태를 가정하기 위해 아침에 일어나자마자 실험에 참가 하기도 하였다. 평온한 상태를 가정하기 위해서는 30분간 책을 읽은 뒤 감성지수를 체크해 보는 방식으로 진행하였다.

4.2. 실험결과 및 분석

실험참가자 5명은 표 3과 같이 주어진 환경과 예상되는 감정 상태를 가정하고 LED 조명의 색을 관찰하였다. 실험 1의 경우와 실험 2의 경우는 각성 및 흥분 상태가 예상되는 조강과 공포 영화가 환경으로 주어졌다. 이에 LED 조명 시스템은 사용자가 흥분 상태라고 생각하여 초록색 계열의 빛을 비추었다. 책을 30분 읽은 뒤 역시 평소에 가까운 상태라고 파악하여 대부분 노란색 계열의 빛을 내었다.

그러나 실험 4와 같이 샤워를 마친 후에는 평온 상태거나 그 이하일 거라고 생각했지만 오히려 사용자를 흥분 상태라고 파악하여 초록색 계열의 빛을 제공하였다. 실험 5의 경우는 아침에 일어난 직후라 이완 상태를 예상했지만 실제 조명색은 노란색으로 평상 상태임을 나타냈다.

표 3. 실험 결과
Table. 3 Experiments result

	주어진 환경	예상되는 감정	실제 조명색
실험1	30분 조강 후	각성 및 흥분	초록 : 5명
실험2	공포영화를 본 후	각성 및 흥분	초록 : 5명
실험3	책을 30분 본 후	평상시	노랑 : 4명 초록 : 1명
실험4	샤워를 마친 직후	평상시	초록 : 5명
실험5	아침에 일어난 직후	이완 및 우울	노랑 : 5명

V. 결론

본 논문은 기존의 조명 시스템이 아닌 사용자 개인의 감정을 파악하고 그 결과에 따라 알아서 조명의 색이 변화하는 조명 시스템에 대해 연구하였다. 사람의 감정을 인식하는 방식으로는 웹캠을 얼굴 인식과 PPG 센서를 통해 심박수를 체크해 파악하는 멀티 모달 방식을 사용하였다. 두가지 방식에서 나온 수치들을 통해 감성 지수라는 것을 산출하고 이를 통해 LED 조명을 제어하는 시스템을 구현하였다.

실험을 통해 사용자의 각성 및 흥분도나 평상시 상태 일때는 비교적 정확하게 체크하나 이완 및 우울에 대해서는 측정하기 어려운 점이 있었다. 개인적인 성향뿐만 아니라 환경에 민감함을 보이는 것을 알 수 있었다. 차후에는 PPG 센서 자체의 오류를 줄이고 감정 인식 알고리즘을 개선해 전체적인 인식률을 높일 계획이다. 최종적으로 현재 각광 받는 LED 조명 분야와 IT 분야의 기술 융합으로 사용자에게 보다 편리한 조명 환경을 제공하는 것이 가능하다.

참고문헌

[1] 노시청, "감성조명의 이해", 한국디자인학회, 한국 디자인학회 2005 가을 학술발표대회 논문집 2005. 10, page(s): 86-87

[2] P. Viola and M.J. Jones, "Robust real-time object detection", Technical Report Series, Compaq Cambridge research Laboratory, CRL 2001/01, Feb. 2001.

[3] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, "Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use," European Heart Journal, Vol. 17, No. 3, pp. 354-381, 1996.

[4] Hyonyoung Han, Yunjoo Lee, Jungsik Kim and Jung Kim, "Development of a Reflected Type Photoplethysmograph (PPG) Sensor with Motion Artifacts Reduction" Journal of the Korean Society for

- Precision Engineering Vol. 26, No. 12, pp. 146-153
2009.12.
- [5] Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama, M. Nakagawa, "Indoor Visible Light Transmission System Utilizing White LED Lights", IEICE Trans. on Commun., Vol.E86-B, No. 8, pp. 2440-2454, 2003. 8.
- [6] koo - Hyoung Lee, "Human Sensibility and Emotion in Sensibility Ergonomics", Korean Journal of The Science of Emotion & Sensibility 1998. Vol.1, No.1, 113-112p
- [7] S. Kobayashi COLOR IMAGE SCALE, Publishing of Kodansha. 1991.
- [8] Rainer Lienhart and Jochen Mayd, "An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection", IEEE ICIP 2002, Vol 1, pp. 900-903, Sep. 2002
- [9] 스에나가 타미오, "색채심리", 예경출판사

저자소개



권순민(Sunmin Kwon)

2010년~2012년 강원대학교
컴퓨터정보통신공학
공학석사

※관심분야: 영상처리, 임베디드 S/W, 감성인식



정인범(Inbum Jeong)

2001년~현재 강원대학교
컴퓨터정보통신공학
전공교수

※관심분야: 운영체제, 소프트웨어공학, 멀티미디어
시스템, 센서네트워크