

선박용 감성조명 LED 제어기의 설계 및 구현

이재홍* · 박주원** · 임진강*** · † 이상배

*,**,*** 한국해양대학교 전자통신공학과 대학원, † 한국해양대학교 전자통신공학부 교수

Design and Implementation of Sensibilities Lighting LED Controller for a Ship

Jae-Hong Lee* · Ju-Won Park** · Jin-Kang Lim*** · † Sang-Bae Lee

*,**,*** Division of Electronics and Communication Engineering, Graduate school of National Korea Maritime University

† Division of Electronics and Communication Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 빛은 인류가 시작되고나서 현재까지 언제나 인간의 일생에 커다란 영향을 미치는 에너지원이다. 이로 인해 모든 인간은 빛과 함께 할 때 보다 편안함을 느낄 수 있으며 안정된 마음으로 아름다움과 행복을 추구하려는 본능을 가지게 된다. 본 논문에서는 퍼지제어 시스템을 이용하여 외부환경요인을 각각 조합하여 불확실한 내용을 정량적인 값으로 변환하여 LED 조명으로 표현하기 위해 알고리즘을 설계하고, 실내에서 이용 가능한 감성조명용 LED 제어기 회로를 설계 및 제작하였다. 외부환경요소인 온도, 습도, 조도 값을 센서를 통해 제어기로 받아들이고 이 값들을 퍼지제어 알고리즘을 통해 최적조명값으로 변환되어 인간이 느끼기에 편안한 감성조명을 LED 디밍제어를 통해 표현하고자 한다.

핵심용어 : LED, 감성조명, 퍼지이론, 제어기, 온도, 습도, 조도, 센서, 디밍제어, 조명제어, 인공지능

Abstract : Today the light of mankind since the dawn of mankind and that they were living "lives" on the huge influence across space is a dynamic energy. Because of this, when all human beings with the light and you can feel more comfortable with a stable mind to the beauty and the pursuit of happiness is to have instincts. In this paper, a fuzzy control system using a combination of external environmental factors, respectively, the conversion of quantitative uncertainty information into the LED lighting is designed to express algorithms, available in indoor circadian control circuit was designed and fabricated LED. Factor in the external environment temperature, humidity, and light intensity values to the controller through the sensor to accept these values and the optimal values for lighting the fuzzy control algorithm is converted into human emotion to feel comfortable to express through the dimming control LED lighting.

Key words : LED, Sensibilities Lighting, Fuzzy theory, Controller, Temperature, Humidity, Illumination, Sensor, Dimming Control, Lighting Control, Artificial intelligence

1. 서 론

전 세계적으로 환경오염과 에너지 절약에 대한 경각심이 고조되고 있는 추세이다. 석유와 석탄, 천연가스와 같은 한정된 화석연료에 대한 수요증가로 인한 자원의 고갈문제와 환경오염문제가 더욱 심화되면서 사회 각 분야에서는 에너지 절감과 환경오염을 줄이기 위한 노력이 필요하다고 주장하고 있다(강, 2009; 구, 2009). 특히 실내의 조명용 광원으로 주로 이용되는 형광등과 백열등의 경우 수은증기나 인과 같은 유해한 형광물질로 인하여 토양과 대기오염뿐만 아니라 인체에도 악영향을 일으키는 등의 여러 문제가 발생되어 전 세계적으로 정책적 규제의 대상이 되고 있다(중소기업청, 2007). 이와 같은 상황에 따라 백열등 및 형광등을 대체할 광원으로 LED가 주목받고 있다(김, 2004; 김, 2009). 향후 반도체 기술의 발달로 인해 2012년에는 LED가 형광등보다 낮은 생산가격으로 더

높은 효율을 나타낼 것으로 예상되고 있다. 우리나라의 경우 "저탄소 녹색성장"을 대표적인 정책의 지표로 설정하여 현재의 환경·에너지 위기를 극복하고자 노력하고 있다^[5-6]. 기존에 나와 있는 감성조명기기의 경우, LED 동작환경이 고정되어 어있는 상태에서 외부환경요인(온도, 습도, 조도 등)을 전혀 고려하지 않고 설치장소(거실, 서재, 침실 등)의 용도에만 초점이 맞춰져 있는 경우가 대다수이다. 계절에 따라 실내온도와 일조량, 습도 값이 달라지므로 사실상 최적조명환경이 조성되기 어렵게 된다. 그러므로 외부환경값을 실시간으로 측정하여 즉시 최적조명제어가 가능한 제어기가 필요하다는 결론을 얻게 되었다. 본 논문에서는 퍼지제어 시스템을 이용하여 외부환경요인을 각각 조합하여 불확실한 내용을 정량적인 값으로 변환하여 LED 조명으로 표현하기 위해 알고리즘을 설계하고, 선박 내에서 이용 가능한 감성 LED 조명제어기 회로를 설계 및 제작하였다. 외부환경요소인 온도, 습도, 조도 값을

* 연회원, deovillo7@nate.com, 051)410-4907

** 연회원, parkjuwon@paran.com, 051)974-6369

*** 연회원, dlawlsrkd123@nate.com, 055)247-8058

† 교신저자 : 연회원, sblee@hhu.ac.kr 051)410-4317

센서를 통해 제어기로 받아들이고 이 값들을 퍼지제어 알고리즘을 통해 최적 조명값으로 변환되어 인간이 느끼기에 편안한 감성조명을 LED 디미팅어를 통해 표현하고자 한다. 특히 선박에 이용되는 조명의 경우 조명의 밝기가 일률적인 경우가 대부분이므로 감성조명을 이용하여 평소에 항해자에게 심리적으로 안정감을 주어 선박에서 일어날 각종 사고를 미리 예방할 수 있을 것이라 생각한다.

2. 이론적 고찰

본 장에서는 논문진행에 필요한 분야의 이론적 고찰을 기술하였다. 첫 번째로 감성조명에 대한 정의와 필요성, 두 번째로 인공지능기법중의 하나인 퍼지이론에 대한 내용과 퍼지제어시스템의 구성에 대해 논하였다.

2.1 감성조명

1) 감성조명의 개요

감성조명은 조명기기에서 나오는 색의 온도와 밝기를 사람의 심리상태와 생체리듬에 알맞게 적용시키면서 공간을 변화시킬 수 있는 조명기술을 말한다. 빛은 인류가 시작된 이래 오늘날까지 인간의 생활에 커다란 영향을 미치는 에너지이다. 이로 인해 인간은 빛과 함께 할 때 더욱더 편안함을 느끼며 안정된 마음으로 아름다움과 행복을 추구하려는 본능을 가지게 된다(노, 2005; 박, 2009).

2) 감성조명의 필요성

조명에서 색온도는 인간의 감성에 큰 영향을 미치는 요소이다. 색온도란 광원의 빛을 수치적으로 표현하는 것인데, 한 물체의 색온도는 같은 색광의 절대온도로 표시된다. 통상적으로 색온도가 높을수록 푸른빛이 나게 되며, 색온도가 높은 빛은 시원한 느낌을 준다. 반면에 색온도가 낮을수록 붉은 색에 가까운 빛이 나게 되며 따뜻한 느낌을 준다. 이러한 색온도는 사람이 느끼는 감성에 영향을 미치는 요인이기 때문에 최근 들어 업무의 효율성을 높이거나 쇼핑장소의 구매욕을 상승시키는 데 있어서 이러한 색온도를 고려한 조명시설이 적용되고 있다(장, 2008; 정, 2009).

2.2 퍼지이론

1) 퍼지이론의 정의

퍼지제어 이론은 보통집합의 규칙과 연산에 퍼지집합의 규칙과 연산을 비교함으로써 전개된다. 퍼지집합은 보통집합의 정의, 규칙, 원리들 대부분을 포함하고 있다고 볼 수 있다. 사실상 두 집합 사이에는 차이점이 거의 존재하지 않는다. 보통집합 이론은 0 또는 1이라는 명백한 값을 가지는데 반하여 퍼지집합 이론에서 “소속 정도(degrees of membership)”라는 무한 지수를 가지므로 사실상 근본적으로 보통집합 이론보다 광범위한 이론이라고 할 수 있다. 이러한 점에서 보통집합은 퍼

지집합의 한 부분이라고 할 수 있다. 그러므로 퍼지집합 이론은 포괄적인 집합 이론이라고 할 수 있고, 개념적으로 퍼지집합은 애매한 경계(한계)를 가지는 집합으로 정의될 수 있다(Zadeh, 1978; Takahashi, 2007).

3. 퍼지 제어알고리즘 설계

퍼지제어기로 입력되는 값은 온도, 습도, 조도, 시간의 4가지 변수이다. 여기서 온도와 조도는 일정한 변화율을 보이며 시간 또한 색상보다는 밝기제어에 더 많은 영향력을 끼치기 때문에 퍼지제어기 설계에서 조도와 시간을 생략하였다.

3.1 퍼지제어시스템의 구성

1) 언어변수 및 Fuzzy Membership Function의 설정

첫 번째로 온도 값을 매우 추움, 추움, 따뜻함, 더움, 매우 더움의 다섯 가지 부분으로 나누어 Fuzzy Membership Function을 할당하였으며 각각의 범위는 다음과 같다.

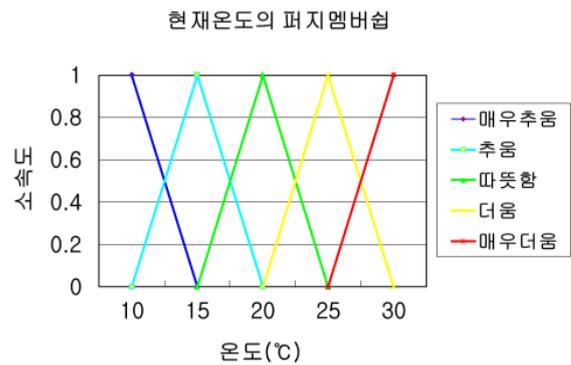


Fig. 1 Fuzzy Membership Function of Temperature

두 번째로 습도 값을 매우 건조, 건조, 보통, 습함, 매우 습함의 다섯 가지 부분으로 나누어 Fuzzy Membership Function을 할당하였으며 각각의 범위는 다음과 같다.

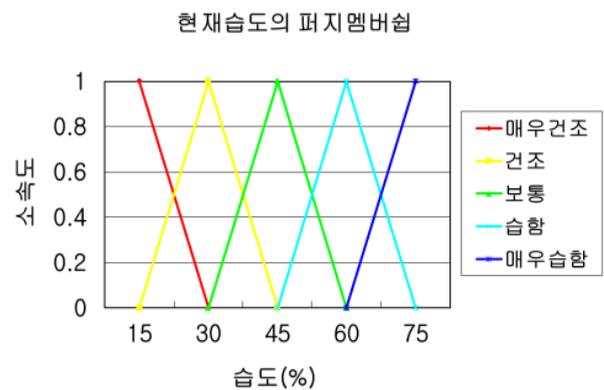


Fig. 2 Fuzzy Membership Function of Humidity

출력 값인 색상은 BLUE, CYAN, GREEN, MAGENTA, YELLOW, RED의 6가지 항목으로 나누어 Fuzzy Membership Function을 할당하였으며 각각의 범위는 다음과 같다.

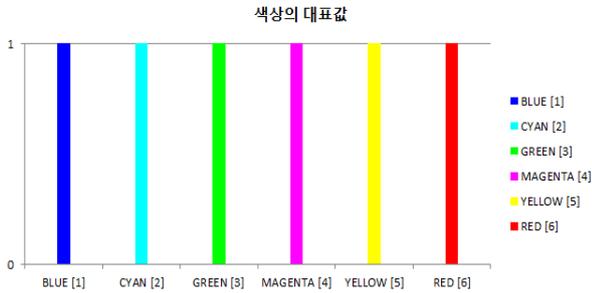


Fig. 3 Fuzzy Membership Function of LED's Color

색상에 대한 대표값을 1에서 6가지 각각 할당하여 구분하여 퍼지추론 도중에 계산의 편리를 도모하였다.

2) 퍼지 제어 규칙(Fuzzy control rules)의 구성

출력 값에 대한 설정은 아래와 같이 If-Then 규칙을 설정하고 25가지 항목으로 나누어 각각 정의하였다.

- R1 : If Temp = 매우 추움 and Humi = 매우 건조 then Color = MAGENTA
- R2 : If Temp = 매우 추움 and Humi = 건조 then Color = MAGENTA
- R3 : If Temp = 매우 추움 and Humi = 보통 then Color = YELLOW
- R4 : If Temp = 매우 추움 and Humi = 습함 then Color = RED
- R5 : If Temp = 매우 추움 and Humi = 매우 습함 then Color = RED
-
-
-
- R21 : If Temp = 매우 더움 and Humi = 매우 건조 then Color = BLUE
- R22 : If Temp = 매우 더움 and Humi = 건조 then Color = BLUE
- R23 : If Temp = 매우 더움 and Humi = 보통 then Color = CYAN
- R24 : If Temp = 매우 더움 and Humi = 습함 then Color = CYAN
- R25 : If Temp = 매우 더움 and Humi = 매우 습함 then Color = MAGENTA

위의 IF-THEN 규칙을 각각의 상황에 맞는 최적의 색상을 선택하여 Fuzzy Rule Lookup Table을 구성하였다. 구성 결과는 아래의 표와 같다.

Table 1 Fuzzy Rule Lookup Table

온도 \ 습도	매우 추움	추움	따뜻함	더움	매우 더움
매우 건조	MAGENTA	CYAN	CYAN	BLUE	BLUE
건조	MAGENTA	GREEN	GREEN	CYAN	BLUE
보통	YELLOW	MAGENTA	GREEN	GREEN	CYAN
습함	RED	YELLOW	MAGENTA	GREEN	CYAN
매우 습함	RED	RED	YELLOW	MAGENTA	MAGENTA

예를 들어 온도가 매우 덥고, 습도가 매우 습한 경우 LED 색상은 MAGENTA(분홍색)가 켜지게 되나, 매우 덥고 매우 습하다는 명제(조건)에 얼마나 일치, 즉 소속도의 값이 얼마나 확률의 값 1에 수렴하는가에 따라 기존의 분홍색에서 미세하게 색상이 변화하게 된다.

3) Defuzzification(비퍼지화) 과정

앞장에서 계산한 퍼지화 된 수치는 직접 출력(LED Display)으로 사용할 수 없다. 그러므로 실제로 시스템에서 사용 가능한 수치로 변환하기 위해 비퍼지화 과정을 거쳐야 한다. 비퍼지화 과정에는 주로 아래의 (식 1)과 같이 무게중심법(Center of gravity)으로 계산하는 경우가 대부분이다(이, 1999).

$$C = \frac{\sum_{i=1}^9 \min(\mu_{A_i}[a], \mu_{B_i}[b]) * C_i}{\sum_{i=1}^9 \min(\mu_{A_i}[a], \mu_{B_i}[b])} \quad (식 1)$$

규칙 R_i 의 첫 번째 조건을 A_i , 두 번째 조건을 B_i , Color를 C_i 라 하고, 조건 A, B에 대한 센서의 측정값을 a, b라고 할 때, 무게중심법을 이용하여 비퍼지화 과정을 거치게 된다. 그 결과 C는 실제 시스템을 동작시키는 값이 된다.

4. 감성 LED 조명 제어기의 구성 및 설계

4.1 감성 LED 조명 제어기의 설계 과정

하드웨어 구성은 전체적인 제어를 담당하는 메인보드 파트와 시간측정을 담당하는 RTC(Real Time Control) 파트, 외부 환경요소를 측정하는 센서파트, 그리고 LDM(LED Display Module) 파트로 구성되어 있다. 각각의 구성요소는 아래 블록 다이어그램을 통해 나타내었다.

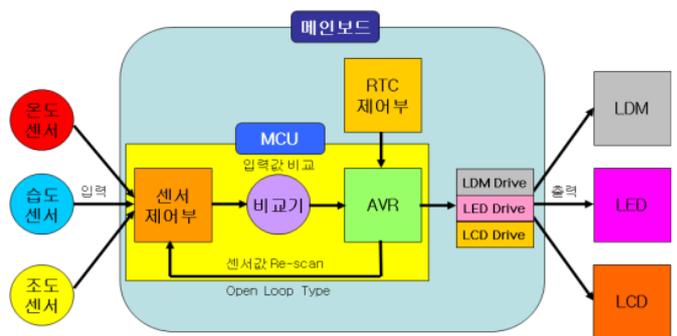


Fig. 4 Block Diagram of System

1) 메인보드 파트

메인보드 파트의 블록 다이어그램은 다음과 같다. 메인보드 파트는 시스템 전체의 흐름을 제어하고 있으며 보드 내부에 ATmega128 칩 2개가 내장되어 있다. AVR_0 칩은

시간측정용 IC인 DS1302를 통해 시간을 측정할 수 있도록 주변회로가 구성되어 있으며, 외부커넥터를 통해 시계모듈과 연결 가능하므로 시간 디스플레이가 가능하다. 또한 LED 1, 2번 모듈이 연결될 수 있도록 외부커넥터가 구성되어 있다. 각각의 LED 모듈은 AVR의 PWM 포트와 연결되어 있으며 각각 PWM 신호를 발생시켜 R, G, B 3개 포트를 각각 제어하여 LED 디밍제어를 하게 된다. AVR_1 칩에서는 LED 3, 4번 모듈을 연결할 수 있도록 커넥터가 구성되어 있으며 마찬가지로 PWM 제어가 가능하다. AVR_1 칩에는 온도, 습도, 조도센서를 연결할 수 있도록 관련 회로 및 커넥터가 구성되어 있다. 그리고 각각의 신호를 받아 LCD를 통해 현재 측정값을 실시간으로 나타낼 수 있도록 하였다. 또한, AVR_0과 AVR_1이 서로 동기화 할 수 있도록 두 칩 사이에 ACK 라인을 연결하여 신호를 주고받으면서 4개의 LED 모듈이 동시에 제어된다.

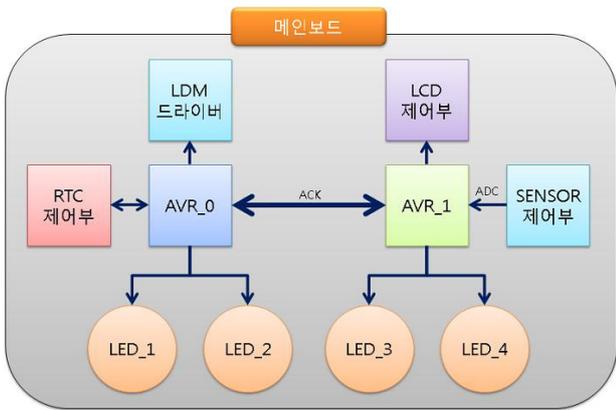


Fig. 5 Block Diagram of Main Board

2) RTC(Real Time Clock) 파트

RTC 파트의 블록 다이어그램은 다음과 같다.

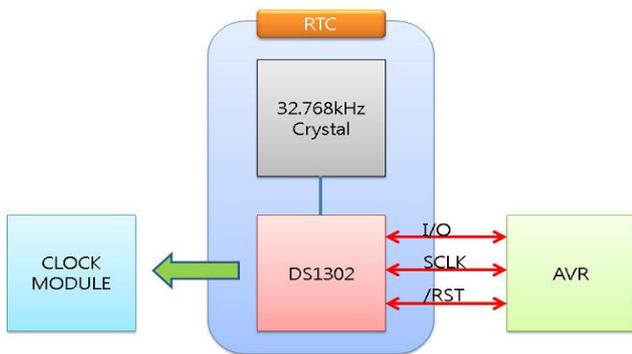


Fig. 6 Block Diagram of Real Time Clock

32.768kHz Crystal로 일정한 주파수를 발생시키고 AVR에서 DS1302 IC칩의 SCLK(Shift Clock)라인으로 신호를 보내면 I/O 라인을 통해 정확한 1초에 대한 정보가 들어오게 된다. AVR에서는 이 신호를 처리하여 현재 시간을 세팅할 수 있고

이 과정이 끝나면 반영구적으로 시간확인이 언제든지 가능하다. 내부에 시간정보가 저장되어 있으므로 시간별로 조명의 밝기나 색상제어도 가능하다.

3) 센서 파트

본 논문에서 이용한 센서는 온도·습도센서와 조도 센서이다. 먼저 온·습도 측정을 위해 사용하는 센서는 SHT-71 모듈이며 블록 다이어그램 및 인터페이스 방법은 다음과 같다.

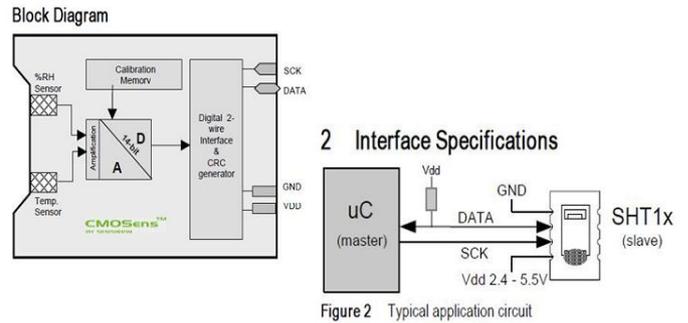


Fig. 7 Block Diagram of Temperature and Humidity Sensor

SHT-71 온·습도센서모듈은 I²C 통신프로토콜 방식으로 동작되며 마이크로프로세서를 통해 제어가 가능하다. 4핀 중 SCK 라인은 단방향통신을 하며 마이크로프로세서에서 Shift Clock Signal을 센서모듈로 보내게 되면 센서 내부에 저장되어 있는 규칙(protocol)에 따라 SHT-71 모듈에서 그에 맞는 동작을 하도록 되어있다. 그 다음으로 조도센서는 빛에 세기에 따라 내부 저항 값이 가변되는 특성을 가진 센서이므로 빛이라는 연속적인 아날로그 신호를 직접 마이크로프로세서에서 제어하기는 불가능하다. ADC(Analog-Digital Converter)는 전압, 전류, 유량, 온도, 습도 등 각종 센서들로부터 입력되는 연속적인 아날로그 신호를 마이크로컨트롤러유닛에서 처리하기 위해 이 신호를 디지털 신호로 바꿀 수 있다. 본 논문에서 사용하는 ATmega128은 칩 내부에 10Bit ADC 소자가 내장되어 있으므로 간단히 디지털 신호로 변환할 수 있다. 빛이 통하지 않을 때 0V가 되고, 빛이 최대일 때 5V가 되도록 다음과 같이 회로를 구성하였다.

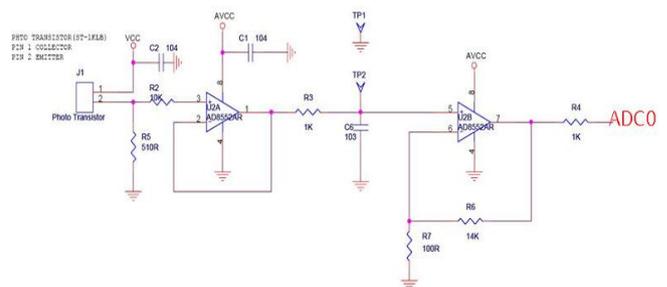


Fig. 8 Circuit of Photodiode

4) LDM(LED Dot-matrix Module) 파트

LDM 드라이버 파트의 블록 다이어그램은 다음과 같다.

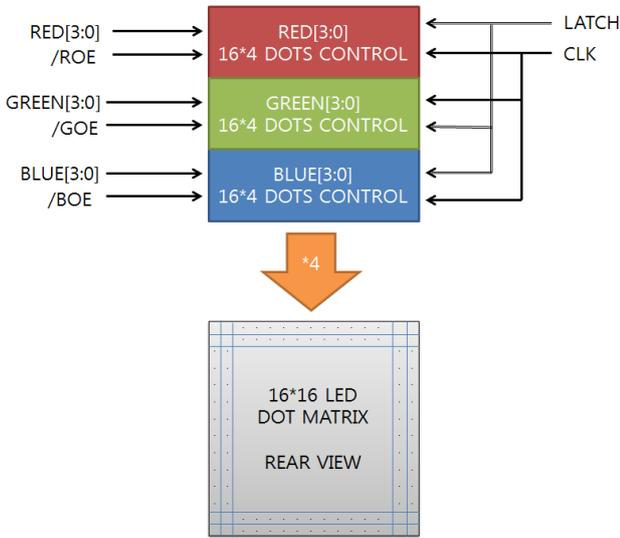


Fig. 9 Block Diagram of LED Dot-Matrix Module

LED 모듈로 사용된 제품은 16X16 사이즈의 도트 매트릭스 (Lamp type)인 VL200F111-1(빛샘전자사) 모듈을 사용하였다. VL200F111-1 도트 매트릭스 모듈의 경우 DC5V에서 동작하며 34개의 라인이 구성되어 있다.

4.2 실험 결과

앞에서 테스트용 보드를 통해 부분별 실험을 마치고 PCB 기판에 모든 부분을 통합하여 제작하였다. 완성된 감성조명 제어기의 전체 모습은 아래와 같다.

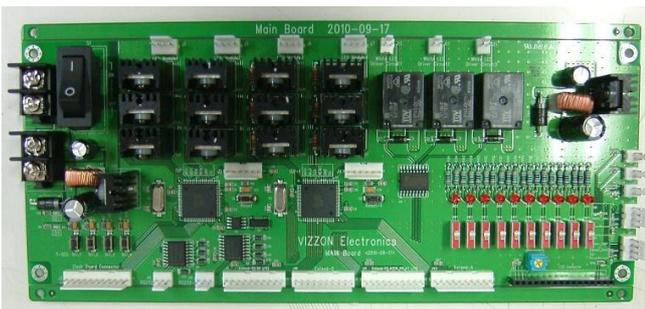


Fig. 10 Accomplished Sensibilities Lighting LEDs Controller

LED 모듈을 다량 사용하기 위해 파워트랜지스터를 이용하고 각각 방열판을 부착하여 열을 제거하였다. 백색 LED의 경우 릴레이를 연결하여 메인보드에 무리가 가지 않도록 차단기 역할을 하였다. LED나 각종 센서, LCD, LDM, USART 통신 포트 등등 외부 인터페이스의 확장성을 넓고 간편하게 하기 위하여 여러 개의 확장 커넥터를 연결하였다. 여러 시나리오

를 저장하여 동작시키기 위해 DIP Switch를 연결하여 간편하게 색상제어를 할 수 있도록 구성하였다. 최적조명의 구현을 위해 아래와 같이 LED와 LDM, 온습도센서와 조도센서 등 외부 인터페이스를 메인보드에 연결하였다.

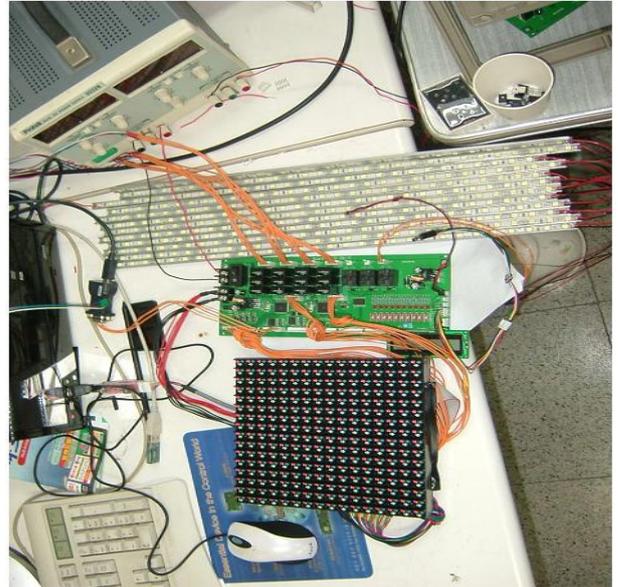


Fig. 11 Connected Sensibilities Lighting LEDs Controller

제어기의 위쪽에 다수의 LED Bar를 병렬로 연결하였고, 아래쪽에 LED Dotmatrix Module을 연결하였다. 제어기 오른쪽에 온·습도센서와 조도센서를 연결하여 외부환경값을 측정하였고 그 결과가 센서 아래에 연결된 LCD에 표시가 되도록 하였다. 앞에서 제작한 제어기를 이용하여 각종 환경에서 색상변화를 각각 측정하였다. 그 결과는 아래의 Fig. 12~13과 같다.

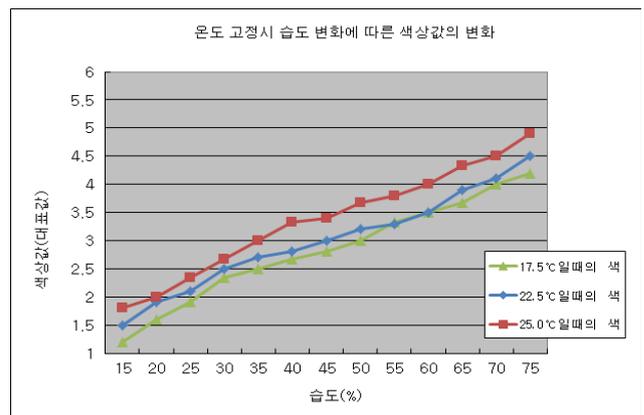


Fig. 12 Color Change by Transition of Humidity

3장에서 설정한 퍼지멤버쉽과 퍼지룰을 정의하고 그에 따라 C언어로 프로그래밍을 하였다. 외부환경의 상태를 나타내는 값들이 앞에서 정한 언어변수에 정확하게 일치하는 값이 아니라 그 범위 내의 애매한 임의의 값을 가질 때의 색상변화를 보이게 되는데 초기에 설정한 색상의 기준 값보다 약간씩 변

화하면서 최적의 값을 보여주는 것을 확인할 수 있었다. LED의 색상비율은 LCD를 이용하여 각 색상의 값을 나타내도록 하여 시각적으로 쉽게 알 수 있도록 하였다.

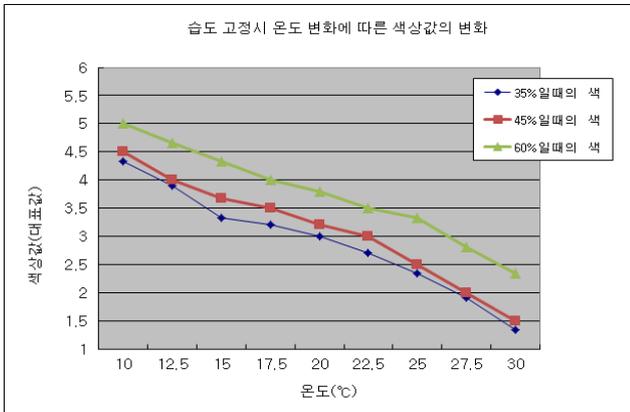


Fig. 13 Color Change by Transition of Temperature

5. 결 론

본 논문에서는 환경오염에 따른 대체 광원으로 떠오르고 있는 LED 광원의 특성을 조사하고 디지털 제어가 간편하다는 장점을 바탕으로 조명제어의 광원으로 선정하였다. 그리고 외부환경 가운데 온도, 습도, 조도의 상태에 따라 색상이 자연스럽게 변화하도록 퍼지알고리즘을 이용하여 감성조명용 Full-color LED 제어기를 설계 및 제작하였다. 단순히 색상이 바뀌는 것만으로는 의미가 없으므로 감성조명제어기가 적용될 공간에 대한 조명관련 정보를 적용하였다. 하지만 그러한 조명 정보를 바탕으로 조명제어를 하더라도 외부환경의 급격한 변화에 유동적으로 반응하기는 어렵다. 그러므로 이러한 문제점들을 해결하기 위해 인공지능 제어기법인 퍼지추론을 이용하여 알고리즘을 구성하고 본 논문에서 제작된 제어기에 적용한 결과, 색상이 급격하게 변화하면서 시야를 흔들리게 만드는 등의 오동작이 현저하게 줄어들면서 자연스럽게 색상이 변화되는 것을 알 수 있었다. 앞으로 이용 장소에 맞는 조명기준을 정한다면 조명이 필요한 사회 전반으로 활용범위를 넓힐 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 강진호(2009), "LED 휘도의 디지털 제어 방식에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 2009 춘계학술대회 논문집, pp.3~5.
 [2] 구성모(2009), "PWM을 이용한 LED 구동회로 설계", 한국조명·전기설비학회 2009 추계학술대회 논문집, pp.193~196.
 [3] 김대식(2004), "LED 광원을 이용한 디스플레이 개발", 한국광학회 2004년도 하계학술발표회 논문집, pp.232~233.
 [4] 김병수(2009), "LED램프를 적용한 사무소 건물의 실내조

명환경 및 에너지 성능분석", 대한건축학회 논문집, 제25권 제7호 (통권 249호), pp.329~336.
 [5] 김훈(2009), "색온도와 조도 제어가능한 LED 조명 시스템", 조명·전기설비학회논문지, 제23권 제12호, pp.10~22.
 [6] 노시청(2005), "감성조명의 이해", 한국디자인학회 2005 가을 학술발표대회 논문집, pp.86~87.
 [7] 민경익(2007), "LED 조명개발 현황 및 옥외 LED 조명 설계", 대한전기학회, 전기의 세계, 제56권 제7호, pp.20~25.
 [8] 박양재(2009), "감성조명용 조명기기의 조도 및 색온도 시뮬레이션을 통한 광원 조합의 최적화", 한국콘텐츠학회 논문지, 제9권 제8호, pp.248~254.
 [9] 이상배(1999), 퍼지로제어시스템, (주)교학사, pp.7~108.
 [10] 장준호(2008), "공간 및 사용자에 적합한 LED 조명기구의 색온도 및 색채 연출에 관한 연구", 세종대학교 건축공학과 석사학위 논문, pp.4~22.
 [11] 정연홍(2009), "R,G,B LEDs의 Natural Color 조명색채 구현 방안에 대한 기초연구", 한국조명·전기설비학회 2009 추계학술대회 논문집, pp.3~6.
 [12] 중소기업청(2007), EU RoHS 지침 사후대응 매뉴얼, pp.1~96.
 [13] Takahashi, S(2007), "Effects of color lighting on emotional-expression judgment and personal impression", Fuzzy sets and Systems v31, pp.14~15.
 [14] Zadeh, L. A.(1978), "Fuzzy sets as a basic for a theory of possibility", Fuzzy sets and Systems 1, pp.3~28.

원고접수일 : 2010년 11월 09일
 심사완료일 : 2010년 12월 22일
 원고채택일 : 2010년 12월 29일