

# 인공지능을 이용한 LED 조명 시스템에 관한 연구

남영철 · 이상배\*

한국해양대학교 전자통신공학과

## A Study on the LED Lighting System using Artificial Intelligence

Young-Cheol Nam · Sang-Bae Lee\*

National Korea Maritime and Ocean University

E-mail : soultrain803@naver.com / leesb@kmou.ac.kr

### 요 약

최근 들어 지구 온난화 및 고유가로 인한 에너지 위기로 전 세계적으로 이산화탄소 배출규제가 본격화되고 에너지 소비에 따른 지구환경을 보존하기 위한 대표적인 국제적인 GEF(Green Energy Family) 활동은 이산화탄소 배출 금지를 위한 교토의정서(Kyoto protocol), RoHS(Restriction of Hazardous Substances directive)에서는 무 수은 조명 사용억제, WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment)에서는 조명 통신융합으로 폐기물 최소화를 목적으로 폐기물 회수를 요구하는 등 다각적 노력을 경시하고 있다. 본 논문에서는 기존의 외부 환경 요인(조도, 피사체와의 거리 등)에 의하여 실시간으로 변동되는 환경 데이터를 마이크로프로세서를 활용하여 외부 환경 요인을 확인하고 또한 퍼지 추론 시스템을 접목하여 RGB LED 모듈 조명 제어가 가능한 제어기를 구성하였다.

### ABSTRACT

In recent years, the global GEF(Green Energy Family) activities to preserve the global environment due to energy consumption have been implemented under the Kyoto Protocol for the Prohibition of Carbon Dioxide Emissions, RoHS (Restriction of Hazardous Substances directive), and WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment) are required to collect waste for the purpose of minimizing waste by integrating lighting and communication. In this paper, we constructed a controller that can control the illumination of RGB LED module by using fuzzy inference system and checking environmental factors(Illumination, distance to the subject, etc.) using microprocessor in real time.

### 키워드

Fuzzy Contrul System, LED Controller, Ultrasonic Distance, Artificial Intelligence

### 1. 서 론

LED는 Pb, Hg 등 유해 물질을 포함하지 않으며, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 등 온실효과 배출 가스를 줄일 수 있으며, GEF 활동에 부합하는 친환경 반도체 광원으로 각광받고 있다. 이러한 LED는 기존 광원보다 高효율, 低전력, 長수명으로 인해 일반 조명등을 모두 대체될 것으로 전망되며, 또한 기본적으로 반도체 소자이기 때문에 고속 스위칭이 가능하며, 다른 IT 기술과의 융합이 쉽다는 장점을

가진다. LED를 이용한 IT 융합기술들 중 빛을 이용한 통신기술인 가시광통신(VLC, Visible Light Communication) 기술이 현재 전 세계적으로 주목받고 있으며, 많이 연구되고 있다. 현재 기존의 외부 환경 요인인 온도, 습도 등의 외부 환경 요인은 일반적으로 가장 많이 사용되기 때문에 본 논문에서는 조도 센서와 초음파 거리센서를 이용하고 실시간으로 거리와 조도를 확인할 수 있는 CLCD(Character Liquid Crystal Display)를 추가하여 RGB LED 모듈 조명 제어기를 구현하였다. 조도의 경우 민감한 외부 환경 요인이기 때문에 일

\* Corresponding author

반적인 조도계로는 정확한 측정이 어렵다. 그러므로 일반적인 조명 제어 시스템과 퍼지 제어 시스템을 이용한 결과 값의 명확한 비교가 어렵게 되므로 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 결과 값을 비교 연구하였다.

## II. 퍼지 제어 시스템

부울 논리를 기본으로 하는 집합이론에서는 특정한 객체가 주어진 집합의 원소로서 속하거나 속하지 않거나 둘 중의 하나이다. 그러나 퍼지 논리를 기본으로 하는 퍼지 집합이론에서는 이 객체가 구성 원소로서 특정 집합 A에 어느 정도로 속하는가 하는 것을 0과 1사이의 수치로써 나타내며 이를 소속의 정도라고 한다. 이것으로 인해 퍼지 논리가 인간의 불확실한 개념을 다룰 수 있도록 해주며, 물리적인 수치와 양에 대한 인간의 불확실한 논리적 개념을 정연한 수학적 표현 형태로 나타낼 수 있다는 특징이 있다.

퍼지이론은 적절한 언어의 값을 정의함으로써 불확실한 느낌을 그대로 나타낼 수 있다. 아래의 그림. 1은 기본적인 퍼지 제어기의 구조를 나타내고 있으며, 퍼지 추론을 하기 위해서는 IF-THEN 형식의 추론 규칙이 필요하며, 이를 “퍼지 IF-THEN 규칙”이라고 한다.

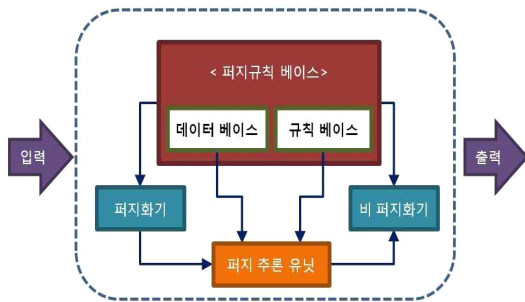


그림 1. 퍼지 컨트롤러의 구조

## III. 인공지능형 LED 조명 시스템의 설계

퍼지 알고리즘은 수량화되어 있는 입력들을 언어적인 변수로 변환해 주는 부분이다. 제어 시스템에서 측정된 데이터는 실제적인 값이고, 퍼지 제어기에서는 퍼지 집합론을 기반으로 하므로 수량화된 값들을 퍼지화 할 필요가 있다. 퍼지화의 방법으로는 수치적인 값  $x$ 를 퍼지 싱글턴으로 변환하는 방법과 퍼지수로 변환하는 두 가지 방법이 있는데, 여기서는 퍼지 싱글턴으로 변환하여 사용

하였다[2]. 본 논문에서는 마이크로 프로세서로 입력되는 값은 조도, 거리 2가지 변수이다. 그리고 이 변수는 퍼지연산으로 LED 조명 색의 값을 도출한다. 그림 2는 본 논문에서 이용된 제어시스템의 대략적인 블록도이다.

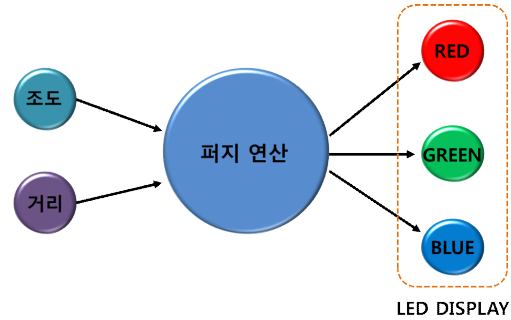


그림 2. 퍼지 시스템의 블록도

## IV. 인공지능형 LED 조명 시스템의 구현

### 4.1 전원부

SMPS는 전력용 트랜지스터 등의 IC 소자를 이용하여 직류 전압을 구형파 형태의 전압으로 변환하고 필터를 이용하여 평활화 작업을 거친 후 직류전압을 출력하는 장치이다. 이때 직류 출력 전압은 스위치의 ON, OFF 딜레이를 제어함으로써 이루어진다. 제어보드에서 사용되는 최대 전압은 12VDC 이므로 220VAC를 12VDC로 변환 시켜주는 AC/DC 컨버터를 사용하였다. 30W용량의 SMPS는 비교적 작은 용량이므로 다수의 RGB LED를 동시에 제어하기에 부족함이 있다고 판단하여, RGB LED Module 4구 모델을 기준으로 2개의 RGB LED만을 사용하였다. SMPS의 용량이 200W 이상일 경우 최대 200여개의 RGB LED를 제어할 수 있다. 초음파 거리 센서, 조도 센서, ATmega128 MCU, CLCD의 경우 Typical 전압이 5VDC 이므로 전압강하 소자인 Bipolar linear IC KIA7805를 이용하여 전압을 낮춰서 공급한다.

### 4.2 MCU 제어부

8비트 RISC 마이크로 컨트롤러인 ATmega128 모델을 사용하였으며 AVR제어부에서는 조도센서와 거리센서의 ADC 값을 받아서 실제로 각 RGB LED Module의 색상을 제어한다. RGB LED DRIVE의 색상 제어는 기본적으로 타이머/카운터 기능을 통해 이루어진다. 이 기능을 활용하여 PWM(Pulse Width Modulation) 출력을 만들어서 Red, Green, Blue의 휘도 비율을 조절한다. 타이머/카운터에서도 16비트 카운터인 타이머/카운터1을 쓰고 FAST PWM, CTC모드 등 여러 가지 모드가

있는데 그 중에서도 CTC 모드를 사용한다. CTC 모드(Clear Timer on Compare Match)는 카운팅을 하면서 OCR값(Output Compare Register)과 계속적으로 비교하여 카운팅 값과 OCR 값이 같아지면 매칭 신호를 출력하고 이로 인해 파형 발생기로 펄스 파형을 출력한다.

#### 4.3 CLCD 출력부

16x4 Line의 일반적인 CLCD(Character LCD)를 사용하였다. CLCD를 통하여 현재 출력되는 Red, Green, Blue의 PWM 값을 실시간으로 확인이 가능하며, 동시에 실제 거리 및 현재 밝기 또한 확인할 수 있다.

#### 4.4 센서 입력부

본 논문에서는 세밀하고 선형적인 Lux 값의 입력보다 퍼지 추론에 적합한 CdS 센서를 선택하였다. 거리 센서는 Parallax사의 SRF04 초음파 거리 측정 센서를 사용하였다. 초음파 센서는 공기 중에 340m/s 속도의 음파를 발산하여, 피사체에 부딪혀 반사되는 음파를 수신하여 거리를 측정하는 방식의 센서이다. 트리거에서 10us 이상의 펄스폭을 가지는 파형을 발산하면 공기 중으로 떠났다가 피사체에 부딪혀 돌아온 초음파로 시간을 계산하고 그 결과로 나온 거리 값을 에코 펄스로 나타낸다. 예를 들면, 거리가 멀면 멀수록 에코 펄스의 펄스폭은 커진다. 즉, 거리에 따라 펄스의 폭이 변화한다.

#### 4.5 LED 제어부

색상으로 내주는 LED RGB module은 RGB LED 4구 모듈을 사용하였다. MCU에서 출력되는 값은 TTL 전압 레벨인 5VDC이므로 LED RGB module을 구동 시킬 수 없다. LED RGB module의 구동전압은 12VDC로 전원부인 SMPS부에서 직접 인가를 한다. MCU에서 나오는 값인 High, Low 5VDC 출력은 MOSFET의 게이트로 연결되어 LED RGB module을 ON-OFF 스위칭 하는 역할을 한다.

### V. 실험 및 결과

1개의 채널에 12VDC 4구 LED 모듈 2개를 연결하고 220VDC를 12VDC로 변환시키기 위한 SMPS와 LED CONTROL BOARD를 연결하여 구성하였다. SMPS의 용량은 30W이며 초음파 거리센서의 ADC 입력 값과 연산식에 따른 CLCD 출력 거리 값과 실제 거리가 일치 하는지 확인하였다. 또한, 조도센서의 ADC 입력 값과 연산 식에 따른 CLCD 출력 조도 값과 실제 조도가 일치 하는지 확인 한 후, 거리와 조도 값에 따른 LED의 색상 변화를 측

정하였다.

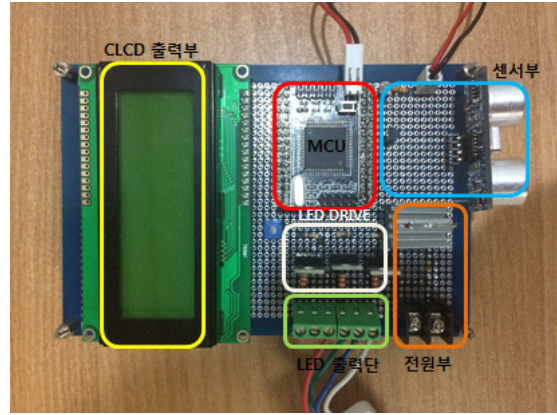


그림 3. LED 제어 시스템의 구성

표 1. LED 색상별 퍼지 출력 값

	색 상	색상 별 언어변수 출력	색상별 PWM 출력 값		
			Red	Green	Blue
1	Red	Red: 최대(VH) Green: 최소(VA) Blue: 최소(VA)	255	0	0
2	Yellow	Red: 최대(VH) Green: 최대(VH) Blue: 최소(VA)	255	255	0
3	Green	Red: 최소(VA) Green: 최대(VH) Blue: 최소(VA)	0	255	0
4	Cyan	Red: 최소(VA) Green: 최대(VH) Blue: 최대(VH)	0	255	255
5	Blue	Red: 최소(VA) Green: 최소(VA) Blue: 최대(VH)	0	0	255
6	Purple	Red: 보통(S) Green: 최소(VA) Blue: 보통(S)	128	0	128
7	Light Pink	Red: 최대(VH) Green: 많음(H) Blue: 많음(H)	255	182	193
8	Orange	Red: 최대(VH) Green: 많음(H) Blue: 최소(VA)	255	165	0
9	Green Yellow	Red: 많음(H) Green: 최대(VH) Blue: 최소(VA)	173	255	47
10	Light Cyan	Red: 최대(VH) Green: 최대(VH) Blue: 최대(VH)	224	255	255
11	Dodger Blue	Red: 최소(VA) Green: 보통(S) Blue: 최대(VH)	30	144	255
12	Magenta	Red: 최대(VH) Green: 최소(VA) Blue: 최대(VH)	255	0	255
13	Violet	Red: 최대(VH) Green: 보통(S) Blue: 최대(VH)	238	130	238

### VI. 결 론

본 논문에서는 입력 변수인 조도 센서와 초음파 거리센서의 ADC 입력 값을 MCU인 ATmega128에서 연산한다. 연산한 결과 값을 RGB LED 모듈로

의 출력 및 각 센서 입력 값과 RGB 출력 펄스 값을 실시간으로 모니터링이 가능하게 하는 디스플레이부로 RGB LED 제어기를 설계 및 제작하였다.

실험과 결과를 통하여 퍼지 이론을 이용할 경우 일반적인 시스템을 이용한 제어기보다 적절한 규칙 베이스를 구성한 퍼지 제어 시스템이 기존의 제어기에 비해 애매한 입력 값이 들어왔을 때 좀 더 능동적이고 직관적인 출력이 가능함을 실험 결과를 통하여 확인 할 수 있었다.

또한 본 논문에서 제작한 RGB LED 모듈 제어 시스템을 도시의 조명 시스템 및 사용자 환경 등에 연계하여 조명의 색상 및 휘도의 정도 등을 자동적으로 제어할 수 있다면 요즘 각광 받는 차세대 스마트 도시에 큰 도움에 될 것은 사료된다.

그리고 4차 산업 혁명의 핵심기술 중 하나인 퍼지 제어 시스템의 구성을 통한 인공지능을 이용하여 조명 LED의 유기적이고 능동적인 조명 서비스를 제공하고 인간의 개입을 최소화 한 완벽한 자동화 시스템의 도입에 일조할 것으로 사료된다.

## References

- [1] Chuen Chien Lee, *Fuzzy Logic in Control Systems, Fuzzy Logic Controller - Part I · II, IEEE Transection on System, Man and Cybernetics*, pp.404-435, 1990.
- [2] Jacek M. Zurada, *Introduction to Artificial Neural System*. West Publishing Company, 1992.
- [3] Chin-Teng Lin & C.S George Lee, *Neural fuzzy systems*, Prentice Hall, 1996.
- [4] M. Mizumoto, *Pictorial representation of fuzzy connectives, Part I :cases of t-norms, t-conorms and averaging operators*, *Fuzzy sets and Systems*, pp.217-242, 1989.
- [5] L. A. Zadeh, *Fuzzy sets as a basic for a theory of possibility*, *Fuzzy sets and Systems*, pp.3-28, 1978.
- [6] Jyh-Shing & Roger Jang, *ANFIS: Adaptive Network Based Fuzzy Inference system*, *IEEE Transaction on system, Man And Cybernetics*, pp.665-685, 1993.