

실내 환경 집중 및 휴식상황에서의 뉴로-퍼지를 통한 LED 감성조명 시스템 설계

강은영¹ · 김효준² · 박건준² · 김용갑^{2*}

Design of Neuro-Fuzzy LED Emotional Lighting System for Concentration and Resting Situations in Indoor Environment

Eun-yeong Kang¹ · Hyo-Jun Kim² · Keon-Jun Park² · Young-Kab Kim^{2*}

¹Department of Information & Communication Engineering, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Department of Information & Communication Engineering, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

요 약

차세대 조명광원인 LED가 급격하게 발전하고 저 전력, 고효율, 장수명의 장점을 가지고 있어 LED를 이용한 조명에 관심이 높아지고 있다. LED를 이용하여 감성조명을 구현하게 되면 기존의 단색의 조명과는 다르게 빛의 3원색을 이용한 모든 색상을 구현할 수 있다. 이러한 장점으로 인간의 감정까지 다스릴 수 있는 LED 감성조명이 지속적으로 개발되고 있다. 본 논문에서는 실내 환경에서의 집중 및 휴식상황에 맞는 색상을 추출하고 사용자가 느끼는 온도의 색상과 배합하여 상황과 온도에 대한 LED 감성조명을 표현하기 위해 알고리즘을 설계한다. 그리하여 뉴로-퍼지 시스템을 이용하여 설계된 LED 감성조명은 사용자에게 집중 및 휴식에 대한 감성에 효과적인 영향을 나타낼 수 있을 것이다.

ABSTRACT

LED, the next-generation light source, rapidly develops and has advantages of low power, high efficiency, and long life. Accordingly, an interest in lightings by using LED rises. If emotional lighting is implemented by using LED, all colors can be represented by using 3 primary colors of light, differently from the conventional single-color lighting. LED emotional lightings which can control human emotions continue to be developed thanks to these advantages. This study was conducted to design an algorithm for expressing LED emotional lighting in line with the situation and temperature by extracting colors for concentration and resting situations in indoor environment and mixing them with colors of the temperature felt by user. The LED emotional lighting designed with a neuro-fuzzy system was found to have effects on user's emotions during concentration and resting.

키워드 : 발광다이오드, LED 감성조명, 조명제어, 색온도, 조명

Key word : LED, Emotional LED Lighting, Lighting Control, Color Temperature, Illumination

접수일자 : 2014. 12. 11 심사완료일자 : 2014. 12. 30 게재확정일자 : 2015. 01. 13

* **Corresponding Author** Young-Kab Kim (E-mail:ykim@wku.ac.kr, Tel:+82-063-850-6695)

Department of Information & Communication Engineering, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.3.558>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

현재 차세대 조명광원인 LED(발광다이오드)가 급격하게 발전하여 인간 생활의 여러 분야로 널리 사용되고 있다. LED는 저전력, 고효율, 장수명의 장점을 가지고 있어 LED를 이용한 조명에 관심이 높아지고 있음에 따라 지속적인 연구와 제작이 진행되고 있다. LED는 기존의 조명광원들과 달리 전기에너지에서 빛에너지로 전환되는 효율이 뛰어나며, 색상, 색온도, 밝기 등 제어가 가능하다. 지금까지의 LED 조명 연구소들은 대부분 LED 소자, 등기구와 같은 하드웨어에 관한 연구가 주로 진행되고 있다. 따라서 LED 조명이 인간의 심리적 변화나 행동에 어떠한 변화를 미치는지에 대한 연구는 부족한 시점이다[1]. 빛은 공간을 비추고 공간을 형성하는 디자인 요소로서 빛에 의한 공간 연출은 인간의 심리에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 빛은 색이라는 속성을 통하여 인간에게 감성을 느낄 수 있게 하는데 이를 이용한 조명을 감성조명이라 한다[2]. 빛의 특성을 이용한 감성조명을 통하여 항상 동질적이지 않은 환경을 구성하고, 지속적으로 상태에 따라 변화가 가능한 특수한 공간을 만들 수 있어야 한다. 기존의 감성조명의 경우에는 판매시설이나 전시 등 특수 목적으로 주로 인간의 감성을 자극해 판매 수익을 상승시키는 목적으로 사용되어왔다. 기존의 단순한 감성조명이 아닌 외 부환경요인과 설치 장소, 설치 목적에 대한 의도를 파악하고 그에 따른 여러 상황에서의 감성 조명제어가 많은 연구 중에 있다.

본 논문에서는 실내 환경에서의 사용자의 집중 및 휴식상황을 취할 때 뉴로-퍼지를 이용하여 상황에 맞는 색상을 발광하는 LED 감성조명 설계를 한다. 실내 환경 요소인 실내 온도를 기준으로 집중 상황과 휴식 상황을 목표로 하였다. 집중과 휴식에 대한 감성언어를 I.R.I 형용사 이미지 스케일을 통하여 선정하고, 선정된 감성언어를 이용하여 I.R.I 단색 이미지 스케일과 대조하여 색상을 선정한다. 온도에 대한 색상 기준은 색온도를 기준으로 하였고, 선정된 감성언어와의 배색을 통하여 퍼지 규칙을 설정하고, 퍼지 규칙을 이용하여 색상을 정리한다. 뉴로-퍼지를 스스로 학습하여 상황에 맞는 최적의 색상을 발광할 수 있는 LED 감성조명 시스템 구현을 목표로 한다.

II. 뉴로-퍼지 시스템

뉴로-퍼지는 기존의 공학적인 문제의 해결을 위한 방법으로 CI(Computer Intelligence)를 도입하여 애매함과 부정확성 문제의 오차를 산술적인 방법으로 연산하여 학습에 의한 진단을 목적으로 만들어진 개념이다. 퍼지-뉴럴 구조의 복잡성을 가미하여 분석용으로 사용하면 각각의 알고리즘의 특성을 접목하게 되는데 퍼지 이론은 실제로 명확한 판단을 내릴 수 없는 문제를 기본으로 한다[3]. 뉴로-퍼지는 학습력을 통하여 기준점을 갖기 때문에 이 결과는 주관적이고 유동적이며, 이를 학습시켜줌으로서 여러 데이터의 미세한 차이를 분석하여 오류를 제거하고 정확한 데이터를 출력하게 된다[6].

본 논문에서 사용된 뉴로-퍼지의 구조는 입력변수들의 상호 관계를 고려하여 퍼지 공간을 분할한 것으로 공정의 비선형 정도와 상호 입력 변수의 상관성을 찾아 공간을 분할하고 퍼지 규칙을 생성하였다.

입력신호는 각 입력변수에 대해 퍼지공간으로부터 분할된 멤버십 함수로 출력된다. 각 입력신호에 대한 멤버십 함수를 설정한다.

각 뉴런은 입력되는 신호들을 곱하여 상호 결합된 퍼지 부분공간을 형성하며, 각 규칙의 적합도를 계산한다.

$$\mu_i = \mu_A(x_1) \times \mu_B(x_2) \quad A, B = S, M, B \quad (1)$$

여기서 $\mu_A(x_1)$ 과 $\mu_B(x_2)$ 는 입력변수 x_1 과 x_2 에 대한 멤버십 함수의 소속 정도이다. 각 규칙의 적합도가 구해지면 모든 규칙의 적합도 합을 다음과 같이 계산한다. 각 뉴런의 출력은 규준화된 적합도 $\bar{\mu}_i$ 가 된다.

$$\bar{\mu}_i = \frac{\mu_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (2)$$

구해진 적합도 $\bar{\mu}_i$ 는 연결 가중치 W_i 와 곱해져 출력층의 입력이 된다.

$$f_i = \frac{\mu_i \cdot W_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (3)$$

출력 f_i 는 출력 층의 입력이고, 출력 f_i 는 식(4)와 같이 모두 대수적으로 합쳐져 \hat{y} 를 최종적으로 출력하게 된다.

$$\hat{y} = f_1 + f_2 + \dots + f_n = \sum_{i=1}^n f_i \quad (4)$$

\hat{y} 는 최종 출력이며 뉴로-퍼지 네트워크 간략 추론 구조의 학습은 멤버십 함수 뒷부분에 위치하는 연결가중치 W_{ij} 를 모델에 가장 적절한 값으로 조정하며 이루어진다. 학습 방법은 신경회로망의 학습에 가장 일반적으로 사용되는 오류역전파 알고리즘이 사용되는데 이는 원 출력과 모델 출력간의 오차를 바탕으로 이루어진다.

$$E_p = (y_p - \hat{y}_p)^2 \quad (5)$$

E_p 는 각 데이터에 대한 오차이고, y_p 는 주어진 출력 데이터, \hat{y}_p 는 모델의 출력을 나타낸다. N개의 입출력 데이터 쌍이 주어진 경우 최종 출력 오차 E 는 아래식과 같다.

$$E = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N (y_p - \hat{y}_p)^2 \quad (6)$$

연결 가중치의 조절은 기존의 값에 오차로부터 구해진 조절량 만큼 변화를 더해 준다.

$$W_{ij}(\neq w) = W_{ij}(old) + \Delta W_{ij} \quad (7)$$

오차 E_p 를 최소화하기 위한 연결가중치의 변화량 ΔW 는 경사하강법을 이용하여 구할 수 있다.

$$\Delta W_{ij} = \eta \left(- \frac{\partial E_p}{\partial W_{ij}} \right) \quad (8)$$

III. LED 감성 조명

3.1. LED 감성조명

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. 감성조명은 조명기기에서 나오는 색의 온도와 밝기를 이용하여 사람의 심리상태와 생체리듬에 알맞게 적용시키면서 공간을 변화시킬 수 있는 조명을 말한다[4]. 조명은 단순히 빛을 방출하는 역할이 아니라 조명을 사용하는 사용자의 입장에서 여러 가지 요소를 고려해야 한다. 조도, 연색성, 색온도와 같은 다양한 요소들을 적절하게 배합하고 사용자의 공간과 행동에 대해 이로 온 효과를 얻을 수 있어야 한다. 휴식, 집중, 독서, 운동 등 실내에서 할 수 있는 여러 가지 행동에 대하여 이로 온 효과를 줄 수 있는 것이 감성조명이다.

3.2 감성언어 분석

감성언어는 인간이 느끼는 감성을 언어적으로 표현한 것으로서 인간이 느끼는 사랑, 즐거움, 미움, 공포 등을 뜻한다. 인간은 색상에 따라 각기 다른 감성을 느낄 수 있고, 특정한 색상에서 행동에 대한 능률 향상이 이루어 질 수 있다. 이러한 색상에 따라 분류한 것이 이복신이 1997년 한국인들의 감성구조를 고려한 색채감성 연구를 통해 감성요소를 추출한 그림 1의 I.R.I 단색 이미지 스케일과 그림 2의 I.R.I 형용사 이미지 스케일이다[5]. I.R.I 형용사 이미지 스케일은 또한 가로 세로 축으로 2차원 좌표처럼 구성되어 있는데 가로축으로는 동적인과 정적인, 세로축으로는 부드러움과 딱딱한이라는 형용사로 기준이 명시되어있고 각각의 좌표에 형용사가 지정되어 있다. 또한 I.R.I 컬러 이미지 스케일은 I.R.I 형용사 이미지 스케일과 같은 기준으로 색상이 기준 되어 있는데 I.R.I 컬러 이미지 스케일의 컬러와 I.R.I 형용사 이미지 스케일 형용사가 겹치는 부분의 형용사가 색상에 따른 인간이 느끼는 감성이라 볼 수 있다.

이러한 I.R.I 형용사 이미지 스케일 및 I.R.I 컬러 이미지 스케일을 통하여 감성조명에서 발광되는 빛의 색에 인간이 느끼는 감성적인 느낌을 알 수 있다. 두 개의 스케일을 비교하여 상황에 맞는 색상을 추출하고 추출

된 색상을 CIE 색 좌표와 비교하여 뉴로-퍼지 알고리즘을 통하여 LED 감성조명으로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 온도/집중 상황과 온도/휴식상황에 대해 감성언어를 추출하였다.

첫 번째로 집중 상황에서의 감성 색상은 어떠한 상황의 집중을 하느냐에 따라 다르다. 본 연구에서 사용된 4가지의 집중상황은 미술/음악은 2200K~2600K, 언어영역은 4200K~4600K, 수리영역은 7600~8200, 컴퓨터(업무)영역은 6000K로 각기 다른 색온도의 색을 가지고 있다. 이러한 결과에 따라 집중상황에서는 각각의 색상을 가지고 온도의 색상과 배색하여 뉴로-퍼지 알고리즘진행하였다[2].

두 번째로 휴식 상황에서의 감성 색상의 기준은 주황색 색상을 기준으로 하였으며, 주황색은 식욕 조절 중추가 자극되고, 나른함이 유발되어 잠이 들 가능성이 증가하며, 혈류의 속도가 감소한다. 또한 주황색과 파란색이 결합되면 안정감, 고요함, 침착성 등의 감각이 발한다[7]. 따라서 휴식 상황은 부드러운 영역과 동적인 영역 사이의 주황색 계열을 선택하였고, 5가지의 감성언어를 선정하였다. 선정된 감성언어로는 포근한, 부드러운, 감미로운, 가벼운, 상쾌한 이다. 선정된 감성언어를 CIE 색 좌표를 기준으로 주황색에 근접한 색 좌표 값의 순서로 구분하였다.

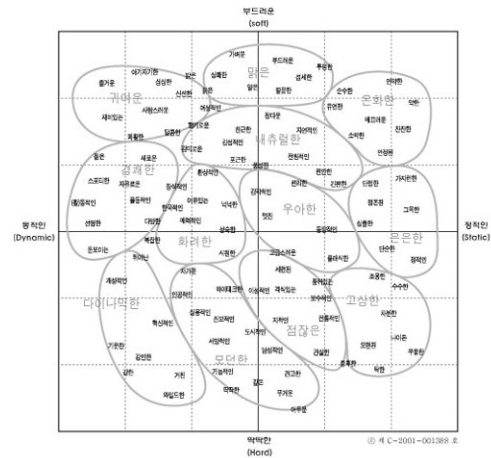


그림 2. I.R.I. 형용사 이미지 스케일
Fig. 2 I.R.I Adjective Image Scale

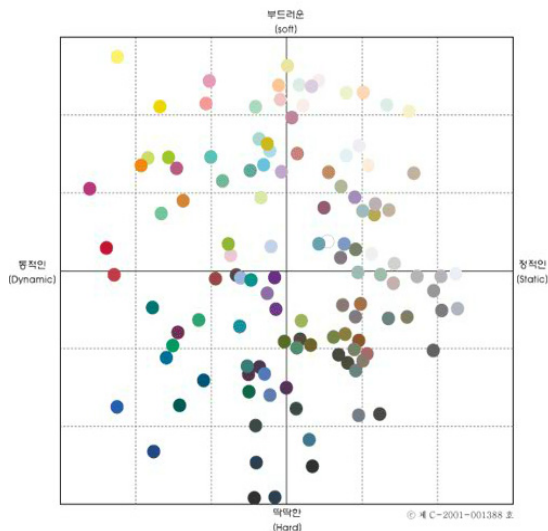


그림 1. I.R.I. 단색 이미지 스케일
Fig.1 I.R.I. Monochrome Image Scale

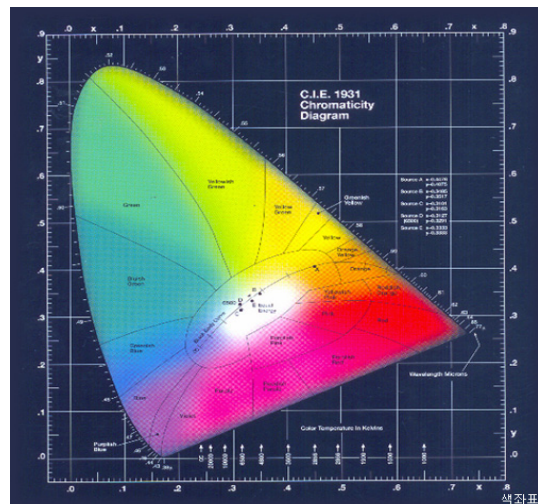


그림 3. CIE 색 좌표
Fig. 3 CIE Color Space

IV. 뉴로-퍼지 LED 감성조명 시스템 설계

온도와 집중, 온도와 휴식의 2가지 상황에 대해 뉴로-퍼지 시스템을 설계하기 위해 퍼지 멤버십 함수를 설정하고 멤버십 함수에 대한 IF-THEN 규칙을 통해 기본 배색의 Fuzzy Lookup Table을 구성한다. 멤버십 함수에서 각각의 지시어의 간략함을 위해 온도 Temp (Temperature), 집중 Con(Concentration), 휴식 Rel(Relax)

로 정의 하였다. 또한 온도에 대한 멤버십함수는 실내 환경이 동일한 경우로 진행하였다.

4.1. 온도와 집중에서의 뉴로-퍼지 시스템 설계

온도와 집중과의 상관관계를 통해 뉴로-퍼지 시스템을 설계한다. 먼저 온도에 대한 멤버십 함수를 정의한다. 온도에 대한 멤버십 함수는 총 5가지 단계로 구성하였고, 온도의 범위는 실내온도에서 주로 형성되는 17~25℃로 구성하였으며 각 상황의 온도 범위는 4℃로 설정하였다. 온도에 대한 멤버십 함수는 그림 4에서 보여준다.

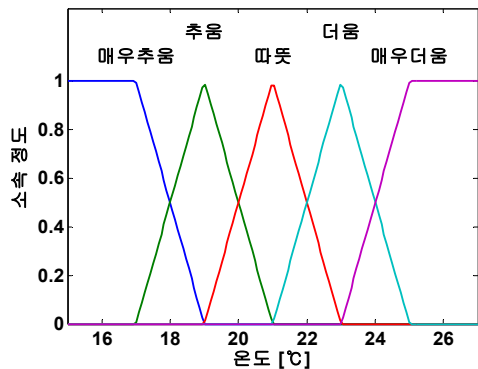


그림 4. 온도 멤버십 함수
Fig. 4 Fuzzy Membership Function of Temperature

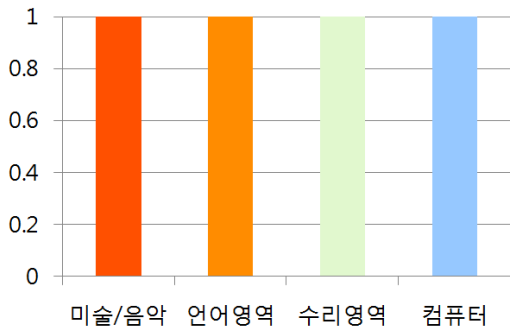


그림 5. 집중 멤버십 함수
Fig. 5 Fuzzy Membership Function of Concentration

다음으로 집중에 따른 멤버십 함수를 정의하였다. 집중에 따른 4가지 상황은 서로 중첩되는 부분이 없어 각각의 멤버십 함수로 구성한다. 집중에 대한 멤버십 함수로는 미술/음악, 언어영역, 수리영역, 컴퓨터 영역으

로 구분하였다. 온도와는 다르게 싱글톤(Singleton) 멤버십 함수로 구현하였으며 그림 5에서 보여준다.

다음은 그림 1과 그림 2의 이미지 스케일을 이용하여 색상을 선정하였다. 그림 5와 그림 6에서 정의된 온도와 집중의 멤버십 함수를 통하여 20개의 IF-THEN 규칙을 설정하였으며, IF-THEN 규칙은 다음과 같다.

- 온도-집중 IF-THEN 규칙

R^1 =If Temp is 매우 추움 and Con is 미술/음악
Then Color is Orange

R^2 =If Temp is 추움 and Con is 미술/음악
Then Color is Orange

•
•
•

R^{20} =If Temp is 매우 더움 and Con is 컴퓨터(업무)
Then Color is White

온도와 집중에 대한 IF-THEN 규칙을 통하여 두 상황에 따른 배색을 진행하여 Fuzzy Lookup Table을 작성하였으며 표 1에서 볼 수 있듯이 Fuzzy Lookup Table을 색상으로 나타냈고, 각 영역의 색상이 구분된 것을 알 수 있다.

표 1. 온도-집중에 대한 퍼지 규칙

Table. 1 Temperature-Concentration Fuzzy Lookup Table

온도/집중	미술/음악	언어영역	수리영역	컴퓨터
매우추움	Orange	Yellow	White	White
추움	Orange	Yellow	White	White
따뜻	Orange	Yellow	Cyan	White
더움	Yellow	Yellow	Cyan	Cyan
매우더움	Yellow	Yellow	Cyan	Cyan

정해진 퍼지규칙을 통하여 상황별 학습을 진행한 결과는 표 2에서 볼 수 있다. 학습을 위해 총 80개의 데이터를 사용하였으며, 학습된 색상에 대한 퍼지 규칙은 다음과 같다. 학습의 진행을 통해 감성조명은 색상의 구분이 사라지고 이어지듯이 분포되었다.

표 2. 학습에 의한 온도-집중의 퍼지 규칙

Table. 2 Temperature-Concentration Fuzzy-Neural Lookup Table By Learning

온도/집중	미술/음악	언어영역	수리영역	컴퓨터
매우추움	Orange	Yellow	White	White
추움	Orange	Yellow	White	White
따뜻	Orange	Yellow	Cyan	White
더움	Yellow	Yellow	Cyan	Cyan
매우더움	Yellow	Yellow	Cyan	Cyan

표 2에서 학습된 온도와 집중에 대한 퍼지 규칙을 LED로 구현하였다. LED로 구현하기 위해서 예시를 들어 설명하도록 한다. 온도와 집중 상황에서 실내 온도가 20℃이며, 수리영역의 집중을 한다고 가정하여 LED를 구현하였다.

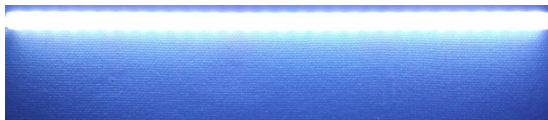


그림 6. 구현된 온도-집중 LED 감성조명

Fig. 6 Implemented Temperature-Concentration Emotional LED Lighting

구현된 LED의 상황은 20℃의 춥거나 따뜻하고, 수리영역이다. 그러므로 규칙상의 LED 색상은 Cyan에 가까운 색상이 발광되어야 한다. 실제 LED를 구동한 결과 그림 6과 같이 White 색상과 가까운 Cyan의 색상이 배색되어 구현되었다. 이러한 결과는 학습을 통하여 단순하게 White와 Cyan의 배색이 아닌 White색상에 가깝도록 학습된 것을 확인하였고, 실제로 조명을 사용할 때 자연스러운 색상으로 발광되는 것을 알 수 있다.

4.2. 온도-휴식의 뉴로-퍼지 시스템 설계

두 번째로 온도와 휴식과의 상관관계를 통해 뉴로-퍼지 시스템을 설계한다. 온도에 대한 멤버십 함수는 온도와 집중 상황과 마찬가지로 온도 범위는 17~25℃, 온도 구간은 각 4℃로 설정하였다.

휴식에 대한 정의는 감성언어 포근한, 부드러운, 감미로운, 가벼움, 상쾌한 으로 그림 7과 같다. 또한 휴

식에 대한 순서는 편안함을 느낄 수 있는 주황색을 기준으로 가까운 색 좌표를 가지고 있는 순서로 설정하였다.

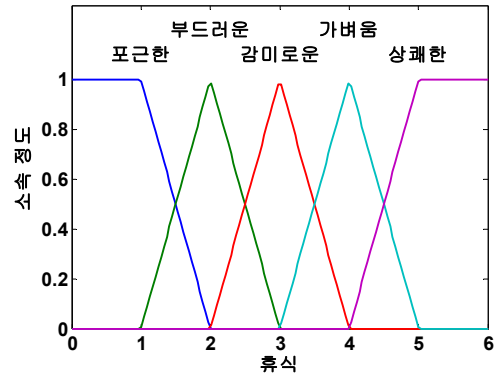


그림 7. 휴식 멤버십 함수

Fig. 7 Fuzzy Membership Function of Relax

다음은 온도와 휴식의 멤버십 함수를 통하여 25개의 IF-THEN 규칙을 설정하였으며, IF-THEN 규칙은 다음과 같다.

-온도-휴식 IF-THEN 규칙

R^1 =If Temp is 매우 추움 and Con is 포근한
Then Color is Orange

R^2 =If Temp is 매우 추움 and Con is 부드러운
Then Color is Orange

-
-
-

R^{25} =If Temp is 매우 더움 and Con is 상쾌한
Then Color is Cyan

온도와 휴식에 대한 IF-THEN 규칙을 통하여 두 상황에 따른 배색을 진행하여 Fuzzy Lookup Table을 작성하였으며 표 3에서 볼 수 있듯이 Fuzzy Lookup Table을 색상으로 나타내었다. 온도와 휴식의 관계에서는 영역별 색상의 구분이 온도와의 배색을 통해 Yellow색상을 기준으로 분포되어 있다.

표 3. 온도-휴식에 대한 퍼지 규칙
Table. 3 Temperature-Relax Fuzzy Lookup Table

온도/휴식	포근한	부드러운	감미로운	가벼움	상쾌한
매우추움	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
추움	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
따뜻	Orange	Yellow	Yellow	White	White
더움	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow Green	White
매우더움	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow Green	Cyan

정해진 퍼지규칙을 통하여 상황별 학습을 진행한 결과는 표 4에서 볼 수 있다. 학습을 위해 총 100개의 데이터를 사용하였으며, 학습된 색상에 대한 퍼지 규칙은 다음과 같다. 학습의 진행을 통해 전반적인 색상기준이 Orange 색상으로 바뀐 것을 알 수 있다.

표 4. 학습에 의한 온도-휴식의 규칙
Table. 4 Temperature-Relax Fuzzy-Neural Lookup Table By Learning

온도/휴식	포근한	부드러운	감미로운	가벼움	상쾌한
매우추움	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
추움	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
따뜻	Orange	Yellow	Yellow	White	White
더움	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow Green	White
매우더움	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow Green	Cyan

표 4에서 학습된 온도와 휴식에 대한 퍼지 규칙을 LED로 구현하였다. LED로 구현하기 위해서 예시를 들어 설명하도록 한다. 온도와 휴식 상황에서 실내 온도가 24℃이며, 가볍고 상쾌한 휴식을 취한다고 가정하여 LED를 구현하였다.

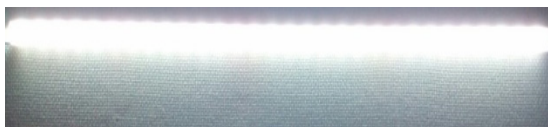


그림 8. 구현된 온도-휴식 LED 감성조명
Fig. 8 Implemented Temperature-Relax Emotional LED Lighting

구현된 LED의 상황은 24℃의 덥거나 매우 덥고, 가벼우며 상쾌한 휴식을 취한다. 그러므로 규칙상의 LED 색상은 Yellow Green에 가까운 색상이 발광되어야 한다. 실제 LED를 구동한 결과 그림 8과 같이 White 색상에 매우 가깝게 구현되었다. 실제로 구현된 LED를 육안으로 확인하였을 때 약간의 초록빛을 느낄 수 있었으나 그림 8에서는 White 색상으로 보이는 것을 확인하였다.

이러한 결과로 학습을 통해 구현된 뉴로-퍼지 LED 조명은 밝은 조명의 색상으로 구현되었다. 뉴로-퍼지를 이용하여 LED 감성조명을 통해 인간의 감성에 효과적인 영향을 줄 것으로 예상된다.

V. 결 론

본 논문은 실내 환경에서 사용자의 집중 및 휴식상황에 대해 뉴로-퍼지 제어를 통하여 LED 감성조명 시스템을 구현하였다. I.R.I 형용사 이미지 스케일을 통하여 감성언어를 선정하고, I.R.I 단색 이미지 스케일과의 비교를 통해 감성언어에 대한 색상을 선택하였다. 온도와 집중, 온도와 휴식에 대한 색상을 퍼지 규칙을 통해 배색하였다. 뉴로-퍼지를 이용하여 학습한 LED 감성 조명의 시스템을 구현하고, 퍼지 규칙의 감성조명과 비교를 하였다. 뉴로-퍼지를 이용한 결과 LED 감성조명 시스템은 스스로 학습하여 여러 상황에서의 최적의 LED 감성조명 색상을 선정하였다. 더 많은 상황에서 뉴로-퍼지 LED 감성조명을 사용한다면 상황에 따라 색상도 변경될 것이고 뉴로-퍼지는 항상 최적의 감성조명의 색상을 선택하였다.

본 연구를 통하여 뉴로-퍼지를 이용한 감성조명을 통해 학습이 가능한 LED 감성조명을 구현하였다. 학습을 통하여 기존의 감성조명과 다르게 실내조명으로 사용하기에 자연스러운 색상이 구현되었다. 이러한 결과로 뉴로-퍼지를 이용하여 학습할 수 있는 LED 감성조명이 대중화 된다면, 상황에 대에 색상이 최적화가 가능하게 되는 LED 감성조명이 가능할 것이다. 뉴로-퍼지를 이용한 LED 감성조명을 통하여 인하여 인간의 행동에 큰 감성적 영향을 줄 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2013R1A1A2011835)

REFERENCES

- [1] J. Y. Shin, S. Y. Chun, and C. S. Lee, "Analysis of the effect on Attention and Relaxation Level by Correlated Color Temperature and Illuminance of LED Lighting using EEG Signal." *Journal of Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, Vol. 27, no. 5, pp. 9~17, 2013.
- [2] E. S. Lee, H. J. Suk, "The Emotional Response to Lighting Hue Focusing on Relaxation and Attention." *Journal of Korean Society of Design Science*, Vol. 25, no. 2 2012.
- [3] S. J. Lim, S. K. Oh, "Design of RBFNN-based Emotional Lighting System Using RGBW LED." *The Transactions of Korean Institute of Engineers*, Vol. 62 no. 5, pp. 696~704, 2013.
- [4] S. C. No. "Emotional Lighting System", *Korean Society of Design Science*, Vol. No.3, pp. 86-87, 2005.
- [5] C. H. Baek, S. O. Park, H. S. Kim, "The Analysis of Emotion Adjective for LED Light Colors by using Kobayashi scale and I.R.I scale" *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, Vol. 25, No. 10, pp. 1~13, 2011.
- [6] S. B. Lee, "A Study on the Implementation of Disaster prevention LED Warning Lighting Control System Using Fuzzy", Korea Maritime and Ocean University, 2013.
- [7] Morton Walker, "Power of Color" Avery Publishing Group, 1996.



강은영(Eun-Yeong Kang)

2013 원광대학교 정보통신공학과 공학사
2015 원광대학교 정보통신공학과 공학석사
※관심분야 : LED, LED 감성조명, LED 조명제어



김효준(Eun-Yeong Kang)

2013 원광대학교 전기공학과 공학사
2015 원광대학교 정보통신공학과 공학석사
※관심분야 : LED, LED 조명제어, 방열설계



박건준(Eun-Yeong Kang)

2003 원광대학교 전기전자공학부 공학사
2005 원광대학교 제어계측공학과 공학석사
2010 수원대학교 전기공학과 공학박사
2012 ~ 현재 원광대학교 리서치펠로우 연구교수
※관심분야 : 컴퓨터 및 인공지능, 유전자 알고리즘 및 최적화 이론, 지능시스템 및 제어



김용갑(Eun-Yeong Kang)

1988년 아주대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1993년 앨라배마 주립대학교 (공학석사)
2000년 노스캐롤라이나 주립대학교 (공학박사)
2003년 ~ 현재 원광대학교 정보통신공학과 교수
2006년 ~ 2012년 공과대학 POST-BK21 사업단장
2012년 ~ 현재 LED 인력양성사업단장(전북)
2012년 ~ 현재 원광대학교 ITBT창업보육센터장
※관심분야: 가시광통신 시스템, 전력선 통신