

논문 2011-48SP-2-12

# 디지털 선박 생체 감성 인식 LED 조명 제어 시스템 설계 및 구현

( A Design and Implementation Digital Vessel Bio Emotion Recognition  
LED Control System )

송 병 호\*, 오 일 환\*\*, 이 성 로\*\*\*

( Byoung-Ho Song, Il-Whan Oh, and Seong-Ro Lee )

## 요 약

기존의 선박 내 조명 제어 시스템은 구축의 복잡성, 높은 설치 비용 및 유지 관리 비용 등의 문제점이 있다. 본 논문에서는 디지털 선박 환경에서 저비용, 고효율의 조명제어 시스템을 설계하였다. 사용자의 생체 정보(맥박, 이완기 혈압, 수축기 혈압, 혈당)를 무선 센서들을 통하여 획득한 후 감성을 인식하여 LED 조명을 제어하는 시스템으로서, 맥박 센서, 혈압 센서, 혈당 센서 등의 입력치를 받아 데이터베이스에 저장한 후 역전파 신경망 알고리즘을 이용하여 감성을 분류한다. 3,000개의 데이터 집합을 사용하여 역전파 신경망을 실험한 결과 약 88.7%의 정확도를 가졌다. 분류된 감성은 HP(Hewlett-Packard)의 'The Meaning of Color'에서 정해놓은 20개의 컬러 감성 모델과 비교하여 가장 적절한 출력치를 찾아 적색, 녹색, 청색 LED Lamp에 전류 또는 주파수를 조절하는 방법으로 LED Lamp의 밝기 또는 광색을 조절함으로써 소모 전력을 약 20%로 절감하였다.

## Abstract

The existing vessels lighting control system has several problems, which are complexity of construction and high cost of establishment and maintenance. In this paper, We designed low cost and high performance lighting control system at digital vessel environment. We proposed a system which recognize the user's emotions after obtaining the biological informations about user's bio information(pulse sensor, blood pressure sensor, blood sugar sensor etc) through wireless sensors controls the LED Lights. This system classified emotions using backpropagation algorithm. We chose 3,000 data sets to train the backpropagation algorithm. As a result, obtained about 88.7% accuracy. And the classified emotions find the most appropriate point in the method of controlling the waves or frequencies to the red, green, blue LED Lamp comparing with the 20-color-emotion models in the HP's 'The meaning of color' and control the brightness or contrast of the LED Lamp. In this method, the system saved about 20% of the electricity consumed.

**Keywords :** Bio Emotion Recognition; LED; Backpropagation; Emotion Modeling; Digital Vessel.

\* 정회원, 조선대학교 컴퓨터통계학과  
(Computer Science & Statistics, Choson University)

\*\* 정회원, 목포대학교 정보전자공학과  
(Dept. of Information & Electronics, Mokpo National University)

\*\*\* 정회원, 목포대학교 정보전자공학과  
(Dept. of Information & Electronics, Mokpo National University)

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소지원사업으로 수행된 연구  
임(2009-0093828)

※ 본 논문은 2006학년도 목포대학교 학술(정책)연구비 지원에 의하여 연구되었음  
접수일자: 2010년9월27일, 수정완료일: 2010년10월29일

## I. 서 론

디지털 선박이란 선박 내의 각종 센서로부터 측정된 디지털 데이터가 통합 관리되어 선박이 제어되고, 자율 운항이 가능하며, 선박 운항 시에 발생할 수 있는 모든 상황에 대한 정보가 데이터베이스화되어 상황 발생 시 상황 판단에 대한 보다 효율적이며 정확한 정보 제공이 가능하고 선박-육상 지원체계가 제공되는 차세대 선박을 말한다<sup>[1]</sup>.

기존의 디지털 선박에는 이미 유선 형태의 조명 제어 시스템이 구축되어 있다. 그러나 이는 구축의 복잡성, 높은 설치 비용 및 유지관리비용 등의 문제점을 가지고 있다.

이에 따라 디지털 선박 환경에서 저비용, 고효율의 조명제어 시스템이 요구되고 있고, 차세대 광원인 LED 조명제어 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

최근 조명 분야에서 친환경 및 에너지 절감이 전 세계적인 문제로 대두되면서 신 광원 개발에 대한 관심이 집중되고 있고, LED는 기존의 백열등과 형광등을 대체할 수 있는 차세대 광원으로 주목받고 있다.

LED(Lighting Emitting Diode, 발광다이오드)는 기존의 백열등, 형광등, HID에 비하여 수명이나 처리 속도 등에서 큰 장점이 있다.

또한 흑체복사를 이용하여 넓은 스펙트럼의 빛을 생성시킨 후 원하는 색깔의 필터를 사용하는 현재의 백열등 방식보다 그 효율이 매우 높다<sup>[2]</sup>.

특히 조명 에너지 절감을 위해 국내외적으로 활발하게 개발 중인 LED램프는 조명시스템의 변화에 크게 기여할 것이다. 또한 LED는 자동차 헤드램프, LCD모니터 및 TV의 백라이트 등 사용 분야가 다각화되고 있고 기존 할로젠이나 백열등, 형광등 대응으로 개발되어 조명에너지 절감을 기대할 수 있다. 그러나 기존의 LED 제어 시스템은 구축이 복잡하고 높은 설치비용과 유지관리 비용 등의 문제점이 있다.

또한, 최근 과학기술의 발달로 대부분 시스템이 자동화되고 인간과의 의사소통방법을 요구하고 있다. 이 시점에서 필요로 하게 된 기술 중의 하나가 사용자와의 감정교류를 위한 감성정보처리기술이다<sup>[3~5]</sup>. 감성 인식 기술은 감성 정보(emotional information)를 통하여 사용자를 인식하고, 각종 표정이나 몸짓, 동작 등에서 정보 추출을 통하여 적절한 행동을 취할 수 있는 지능형 의사결정의 한 방법이다.

본 논문에서는 개인의 감성에 따라 나타나는 반응을 학습하고 패턴화함으로써 사용자의 감성을 인식하는 생체 감성 인식 기반 인공지능형 LED 조명 시스템을 구현하여 배선의 복잡도를 줄이고 소모 전력을 절감하고자 한다.

또한, 사용자의 감성에 따라 지능형으로 조명을 제어함으로써 에너지 절감 뿐 만 아니라 쾌적한 선박 환경을 제공할 수 있다.

본 논문에서는 감성을 분류하기 위해서 다 수개의 센서(맥박, 혈압, 혈당 센서)를 설치하여 입력된 데이터를 역전과 신경망 알고리즘을 이용하여 감성을 분류한다.

일반적으로 의사결정지원 시스템에 대한 기존의 다양한 학습 알고리즘이 있지만 본 실험에서 이용한 데이터는 맥박, 혈압, 혈당 데이터로써 비선형 데이터 구조로 이루어져 있어서 다층 퍼셉트론 구조로 비선형 편별 문제를 해결할 수 있는 역전과 알고리즘을 이용한다.

분류된 감성은 감성컬러와 매칭한 후 그 컬러 값에 해당하는 색상값을 출력해주는 인공지능형 LED 조명 제어 시스템을 구현하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. II장에서는 관련 연구 동향을 알아보고 III장에서는 시스템 구성 및 설계, IV장은 시스템 구현 결과 및 성능 평가에 대해서 기술한다. V장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. 감성 인식

인간은 외부의 자극에 대해서 직관적이고 반사적으로 즐거움, 노여움, 슬픔과 같은 다양한 반응을 나타낸다. 이러한 감성은 개인에 따라 차이를 보이며 또한 주위의 환경이나 상태에 따라서 많은 영향을 받게 된다. 따라서 개인마다 많은 차이를 가지는 감성을 알아내기 위해서는 많은 사람들에게서 공통적으로 나타날 수 있는 감성을 정의하고 분류하여야 한다. 인간의 감성을 연구하기 위해서 여러 가지 연구가 진행되고 있다. 사람의 얼굴 표정이나 행동, 말과 같은 외부로 표출되는 것을 분석함으로써 감성을 알아내거나 생리적인 반응을 통해서 감성을 유추하는 방법이 있다.

인간의 감정(Emotion)을 명시적으로 표현하기 위해서는 어려운 특성이 있다. 그러나 일상생활 속에서는 항상 어떤 자극에 대하여 언어나 묵시적인 행동에 따라 감성을 표현한다. Damasio는 감성을 개인적이고 주관

적인 “feeling”과는 다르게 신경 생리학적인 탐구가 가능한 감정 상태를 의미하는 것으로 보았다<sup>[6]</sup>. 그러나 감성이 인지 과정에서 중요한 영향을 미친다는 것이 최근에 많은 감성 연구를 통해서 밝혀졌다. 많은 학자들은 감성이 합리적 의사결정, 창의성, 문제 해결에 영향을 미친다고 주장하였고 기억에도 영향을 준다고 경험적으로 제시하였다. Eckman에 의하면 기쁨(Happiness), 놀람(Surprise), 공포(Fear), 분노(Anger), 역겨움(Disgust)/경멸(Contempt) 등 6개 범주의 감성은 대부분의 학자들이 공통적으로 분별 가능한 것으로 지적했다. 일반적으로 색상과 공간정보<sup>[7]</sup>을 이용한 검색 기법은 이미지를 여러 개의 영역으로 분할하고 각 영역에서 색상 히스토그램 값을 뽑아내고, 이미지내의 색상의 공간 분포는 각 영역에서 색상의 교차점에 의해 표현된다.

### 2. LED 조명 제어 시스템

조명 분야 에너지 절감을 위해 광원의 최소 효율을 정하여 에너지 효율이 높고 수명이 긴 LED 조명은 차세대 조명으로 자리 잡고 있다. 우리나라도 그 흐름에 맞춰 그린에너지산업 발전 전략에서 LED를 9대 중점 그린에너지기술 분야로 선정하고 LED 조명의 대중화에 많은 관심을 보이고 있다. LED는 반도체의 다이오드 특성을 가진 소자로 기존의 조명등과 다른 전기적 특성을 가지고 단방향의 전류에 의하여 발광이 그 직류 전류에 따라 변하는 소자로 응답속도가 매우 빠르고, 그 효율이 최근 매우 높게 향상하여 기존의 조명등을 대체하고 있는 추세이다.

이에 따라 LED에 대한 많은 연구가 진행되고 있는데, 1907년 반도체에 전압을 가할 때 발광되는 현상을 처음 발견한 이후 1962년 미국 제너럴일렉트릭(GE)가 처음 적색 LED를 상용화했고, 1993년 일본 니치아화학공업의 수지 나카무라 박사가 청색 LED를 개발하였다. 1997년 니치아는 청색LED에 노란색 형광체를 사용해 하얀 빛을 내는 백색LED를 개발하였다. LED는 색의 기본 요소인 적, 녹, 청, 백색까지 개발이 되면서 다양한 빛을 만들게 되었다. 특히 백색 LED 개발로 인해 LED조명이 전자제품 디스플레이용에서 일반 조명을 대신할 수 있는 램프로 개발할 수 있게 되었다. 또한, 현재 전 세계적으로 활발하게 진행되고 있는 GaN 백색 LED의 제작 방법으로는 청색이나 혹은 UV LED 칩위에 형광 물질을 결합하여 백색을 얻는 방법과 멀티 칩 형태로 서로 조합하여 백색을 얻는 방

법이 있다.

일반적으로, LED가 백색 빛을 발광하기 위한 방법에는 세 가지가 있다. 첫 번째로 빛의 삼원색인 Red, Green, Blue 삼색의 LED칩을 한 패키징에 조합하여 함께 구동하거나, 두 번째로 청색 LED를 여기광원으로 사용하고, YAG의 노란색(560nm)을 내는 형광체를 접목하는 형태와 세 번째로 UV LED에 Red,Green,Blue 형광체를 접목시킨 형태이다<sup>[8]</sup>.

### III. 시스템 구성 및 설계

본 논문에서 구현한 시스템은 디지털 선박에서 생체 인식에 따른 감성을 분류하기 위해서 다 수개의 센서(맥박, 혈압, 혈당 센서)를 설치하여 입력된 데이터를 역전과 신경망 알고리즘을 이용하여 감성을 분류한다. 분류된 감성은 HP(Hewlett-Packard)의 ‘The Meaning of Color’에서 정해놓은 20개의 컬러 감성 모델에 따라 분류된 감성에 대응하는 색상 값을 구동 드라이버에 전송한다. 그림 1은 전송된 데이터에 따라 LED 램프를 조절하는 인공지능형 LED 제어 시스템의 구성도이다.

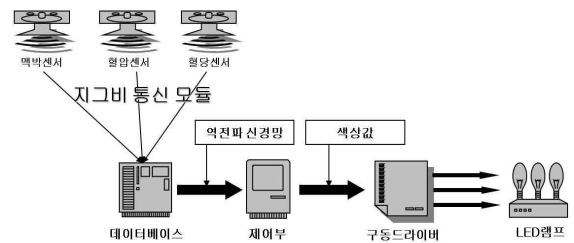


그림 1. 시스템 구성도  
Fig. 1. System configuration.

#### 1. 입력 데이터 측정

본 논문에서는 사용자의 생체 신호를 측정하기 위해 지그비 무선 센서 네트워크 시스템을 구현하였다. IEEE 802.15.4 Zigbee는 저속, 저가, 저 전력 소모를 필요로 하는 응용에 주안점을 둔 근거리 무선 통신 기술이다. 본 논문에서는 생체 신호를 검출하여 검출 내용에 대해 감성을 분류하기 위하여 2.4GHz의 Zigbee 지그비 무선 센서 네트워크 시스템을 구현하였다. 그림 2는 Zigbee를 이용한 무선통신 실험 화면이다.

본 실험에서는 맥박, 혈압, 혈당 센서가 통합된 센서 모듈을 사용하며 프로세서 보드는 Telos 플랫폼 계열을 사용하였으며 MSP430의 MCU와 CC2420 Radio Chip



그림 2. 데이터 실험  
Fig. 2. Experience of Data.

7E 00 0A 7D 10 00 00 02 00 00 01 00 02 00 EE D3 FF FF 55 00										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7E 00	0A	7D	10	00 00	02 00	00 00	01 00	02 00	EE D3 FF FF	55 00
1:Address 2:MSG Type 3:GroupID 4:Data Length 5:Source address 6:Origin address 7:Sequence number 8:Hop Count 9:address 10:timestamp 11:reading										

그림 3. 센싱된 데이터 구조  
Fig. 3. Sensed Data Structure.

을 사용하여 측정하였다. 맥박, 혈압, 혈당 값을 각각 하나의 패킷으로 만든다면 추가적인 트래픽의 발생과 데이터 전송에 따른 에너지 소모가 일어날 것이므로 하나의 패킷으로 묶어서 데이터베이스에 전송하고 센서로부터 5개의 입력 데이터(맥박, 수축기혈압, 이완기혈압, 혈당(공복수치), 혈당(2시간후수치))가 전송된다.

그림 3에서 MSG Type은 생체 데이터의 타입이 맥박, 수축기혈압, 이완기혈압, 혈당중 형태가 어떤 것인지를 알려주고 있으며 GroupID는 센서의 정보를 알려준다. 즉, 한 센서당 하나의 GroupID를 갖게 된다. timestamp는 센서에서 데이터를 측정할 시간이다. reading은 실제 들어온 데이터의 값을 16진수 2byte로 표현한다.

### 2. 제안한 역전파 알고리즘

생체 인식을 감성으로 분류하기 위해서 기존의 다양한 학습 알고리즘이 있지만 본 실험에서 이용한 데이터는 맥박, 혈압, 혈당 데이터로써 비선형 데이터 구조로 이루어져 있어서 다층 퍼셉트론 구조로 비선형 판별 문제를 해결할 수 있는 역전파 알고리즘을 이용한다. 역전파 알고리즘은 은닉층의 가중치를 조절해 학습함으로써 다른 학습 알고리즘에 비해 높은 정확도를 얻을 수 있다. 역전파 알고리즘은 입력된 값이 신경망의 가중치(Weight)와 곱하고 더하는 과정을 반복하여 입력의 결

학습을 위한 데이터의 개수 :  $N$   
 $i$ 번째 ( $1 \leq i \leq N$ ) 학습 데이터 셋 :  $I_i$   
 $I_{i1}$ :맥박,  $I_{i2}$ :이완기혈압,  $I_{i3}$ :수축기혈압,  $I_{i4}$ :혈당(공복수치),  $I_{i5}$ : 혈당(2시간후수치)

step 1 : Initialize weights and counter  
 step 2 : Set learning rate  $\alpha$  and  $E_{max}$   
 step 3 : For each training pattern pair do  
     Step 4-10 until  $k = p$   
 step 4 : Compute output of hidden layer  
 step 5 : Compute output  
 step 6 : Compute output error  
 step 7 : Compute error signal of output layer  
 step 8 : Compute error signal of hidden layer  
 step 9 : Update weights  
 step 10 : Increase counter and goto Step 3  
 step 11 : Test stop condition

그림 4. 알고리즘 구성  
Fig. 4. Algorithm configuration.

과 값인 출력( $y$ )이 나온다. 이 때 출력( $y$ )은 학습 데이터에서 주어진 원하는 출력( $o$ )과 다르다. 결국, 신경망에서는  $(y-o)$ 만큼의 오차( $e=y-o$ )가 발생하며, 오차에 비례하여 출력층의 가중치를 갱신하고, 그 다음 은닉층의 가중치를 갱신한다. 가중치를 갱신하는 방향이 신경망의 처리 방향과는 반대 방향이다<sup>[9~10]</sup>. 이런 이유로 역전파 알고리즘이라고 한다. 다시 말해, 신경망의 처리는 입력층  $\rightarrow$  은닉층  $\rightarrow$  출력층의 방향으로 진행되며, 가중치 갱신의 학습방향은 출력층  $\rightarrow$  은닉층으로 진행된다<sup>[11~12]</sup>. 본 논문에서는 5개의 입력 데이터(맥박, 이완기 혈압, 수축기혈압, 혈당(공복수치), 혈당(2시간후수치))를 이용하여 감성별로 5개의 출력층을 갖는 신경망으로 구성되었다.

그림 4는 본 논문에서 제안한 주어진 5개의 입력 데이터를 이용해 5 단계에 해당하는 감성을 분류하기 위한 역전파 신경망 알고리즘 구성도이다.

알고리즘 구성에 대한 내용을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

- ① 여기서,  $\alpha$ 는 학습률,  $E_{max}$ 는 최대 출력값 오차,  $p$ 는 출력 패턴 수를 의미한다.
- ② 입력층의 노드의 수는 각 데이터 항목의 개수인 5이어야 한다.
- ③ 출력층은 감성 분류이므로 5개의 노드를 갖는다. 만약 입력 데이터를 통해 학습된 연결강도(Weight)에 의해 1번째 노드가 선택되면 첫 번째 감성인 '지침'에 해당한다.

④ 은닉층의 노드의 수는 1개 또는 그 이상으로 한다. 은닉층의 개수가 많아지면 학습의 시간이 증가하므로 적절한 은닉층의 개수를 정하는 것이 중요하다.

3. knn 알고리즘 모형

본 논문에서는 제한한 역전파 신경망 알고리즘의 유용성을 검증하기 위한 비교 대상으로 knn 분석을 수행하였다.

knn 알고리즘은 기억 기반 추론 기법 중에 하나로 패턴 인식에 많이 이용되어 왔다.

KNN 알고리즘은 입력 패턴이 주어졌을 때 유사도 함수에 기반하여 미리 저장 되어있는 표준 패턴들의 집합에서 입력 패턴과 가장 유사한 k개의 표준 패턴들을 선택한다. 선택된 k개의 표준패턴들의 클래스들을 확인하여 가장 많이 선택된 표준 패턴들의 클래스를 입력 패턴의 클래스로 결정한다.

본 논문에서 입력 패턴과 표준 패턴과의 유사도는 식 (1)과 같이 유클리디언 거리(euclidian distance)를 사용하였다.

$$d_e(X, Y) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{1}$$

여기에서, X는 새로운 입력 패턴, Y는 표준 패턴, N은 특징 값의 전체 개수,  $d_e(X, Y)$ 는 입력 패턴과 표준 패턴 사이의 유클리디언 거리이다.

knn 알고리즘은 최근접 이웃의 수 k 와 유사도 산출에 사용되는 속성들의 가중치로부터 많은 영향을 받게 된다.

본 논문에서는 100개의 가중치(0과 1 사이의 실수값) 벡터를 생성한 후, 각 가중치 벡터에 대해서 k를 1부터 10까지 1씩 증가시키면서 실험을 수행하였다.

4. 감성 컬러 매칭

감성은 외부 환경에 따라 표현될 수 있는 감성의 종류가 다르게 되므로, 사용할 감성 컬러를 미리 정의 사용하는 것이 효과적이므로, 본 논문에서는 감성을 처리하기 위해 사용할 감성컬러를 미리 정의하고, 감성의 분류를 위해 HP(Hewlett-Packard)의 'The Meaning of Color'에서 정해놓은 20개의 컬러 감성 모델을 대표 요소로 선정하고 5가지의 감성을 분류하였다. 표1은 분류된 감성 컬러 대응에 관한 것이다.

역전파 신경망 알고리즘에 의해 분류된 level 1에 해

표 1. 감성·컬러 대응에 관한 표  
Table 1. Table for emotion·color correspondence.

분류	감성	컬러	RGB코드값
level 1	지침	gray	#C0C0C0
level 2	우울	dark blue	#00008B
level 3	차분	cerulean	#008db7
level 4	경쾌	bright red	#FFD919
level 5	흥분	red	#FF0000

당하는 감성은 '지침'이고 대응하는 컬러는 gray이다. 이 때 대응하는 RGB 코드값은 '#C0C0C0' 이고 LED 구동드라이버에 코드값이 전송되어 조명의 색상을 변화시킨다.

5. LED 조명 제어 시스템

본 논문에서는 생체 인식 데이터를 감성 분류한 후 감성에 대응하는 RGB 코드 값에 의해 LED 조명을 제어하는 시스템을 구현한다.

일반적으로, RGB 색상 코드를 조합한 LED 조명은 넓은 범위의 색상을 만들어낼 수 있다. 혼합된 색은 LED 광원에서 방출되는 각 빛의 세기의 비로 결정되고, 이 빛의 세기는 LED 구동 전류에 선형적으로 비례한다. 따라서 원하는 색상은 전류 레벨을 제어하는 방법 혹은 PWM 디밍 방식으로 얻을 수 있다. 충분한 휘도 제공을 위해 보통 적색과 청색 LED 소자의 수 보다 두 배의 녹색 LED 소자를 사용해 RGB LED 모듈을 설계하였다.

그림 5는 제안한 LED 조명제어 시스템의 구성도이다. 감성 컬러 데이터베이스로부터 전송된 최적화된 컬러 값은 조명제어 시스템의 임베디드 통합 제어보드로 송신된다. 송신된 레코드는 해독된 후, 출력기기(AC/DC 구동 드라이버 주소지별 RGBW 구동 여부 송신)로 송신되고, LED 램프를 조절한다.

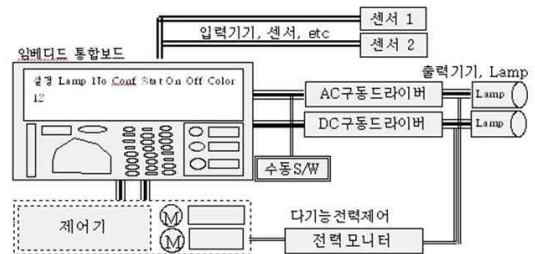


그림 5. LED 조명제어 시스템 구성도  
Fig. 5. Configuration of LED control system.

#### IV. 성능 평가 및 구현 결과

본 논문에서는 3개의 무선 센서(맥박, 혈압, 혈당)를 배치하여 생체를 인식하는 실험을 진행하였다. 수집된 데이터는 HOST PC로 전송이 되며 JAVA로 구현된 LDPC 디코더 블록을 통과한 후 오실로스코프 상에서 각각의 채널을 통해 들어오는 데이터를 확인 할 수 있다.

센서로부터 획득한 3,000개의 맥박, 이완기 혈압, 수축기 혈압, 혈당(공복수치), 혈당(식후2시간) 등의 입력 데이터를 이용하여 감성을 분류하였다. 생체 인식에 대한 감성 분류 기준은 표 2와 같이 5가지 상태로 분류하였다.

표 2의 감성 분류 기준에 해당하지 않는 데이터 즉, 생체 데이터가 기준치 이하인 경우에는 결측치로 처리하여 분류 데이터에서 제외하였다.

학습에 이용된 데이터는 표준화를 거쳐 입력으로 사용하고 표 2와 같이 분류된 결과를 목표 값으로 설정하였다. 만약, 입력 데이터를 통해 학습된 연결강도 (Weight)에 의해 1번째 노드가 선택되면 첫 번째 감성인 ‘지침’에 해당한다.

실험 결과에 대해 학습 데이터로부터의 영향을 최소화하고 신뢰성을 확보하기 위해 10-Fold 교차검증을 수행하였다.

실험 데이터는 평가용 데이터와 검증용 데이터로 구분되며 각각 7:3의 비율로 사용하였고, Leave-One-Out의 방식으로 시스템을 최적화 하였다. 제안한 역전과 신경망 알고리즘의 유용성 확인을 위해서 비선형 데이터 분류 문제에 대표적으로 많이 사용되어온 기법인 Knn을 적용한 모델과 성능을 비교 하였다. 표 3은 실험을 통해 얻은 검증용 데이터의 정확도(단위 :%) 결과이다.

표 3을 보면 본 논문에서 제안한 역전과 신경망 알고

표 2. 감성 분류 기준  
Table 2. Classification Standards of Stress.

No	감성	맥박	이완기혈압	수축기혈압	혈당(공복)	혈당(식후2시간)
		단위:수	단위:수	단위:수	mmhg	mmhg
1	1단계(지침)	60-75	60-70	100-115	70-80	70-80
2	2단계(우울)	76-90	71-80	116-130	81-90	81-90
3	3단계(차분)	91-140	81-90	131-149	91-110	91-110
4	4단계(경쾌)	141-180	91-100	150-180	111-120	111-120
5	5단계(흥분)	180이상	100이상	180이상	120이상	120이상

표 3. 검증용 데이터 성능 평가  
Table 3. Performance evaluation of data.

Fold 번호	역전과 신경망	knn
1	88.1	82.4
2	85.7	83.5
3	87.3	84.3
4	87.1	84.1
5	90.5	87.5
6	92.3	87.9
7	90.8	87.4
8	89.1	86.3
9	89.5	83.3
10	86.9	83.7

리즘의 평균 정확도가 88.7%의 정확도를 보임으로써 85.04%의 평균 정확도를 보인 knn 알고리즘을 적용한 모델보다 생체 데이터에 대해 감성 분류 정확도가 높음을 알 수 있다.

또한, 본 논문에서 구현된 감성 컬러 LED 조명 제어 시스템은 감성 컬러 데이터베이스로부터 전송된 최적화된 컬러 값을 조명제어 시스템의 임베디드 통합 제어보드로 송신 후 LED 램프를 조절함으로써 에너지 절감뿐만 아니라 쾌적한 실내 환경을 제공할 수 있다.

#### V. 결 론

기존의 LED 조명 제어 시스템은 구축의 복잡성, 높은 설치 비용 및 유지 관리 비용 등의 문제점이 있다. 본 논문에서는 사용자의 생체 정보(맥박, 이완기 혈압, 수축기 혈압, 혈당)를 무선 센서들을 통하여 획득한 후 감성을 분류하여 LED 조명을 제어하는 시스템으로서, 맥박 센서, 혈압 센서, 혈당 센서 등의 입력치를 받아 데이터베이스에 저장한 후 역전과 신경망 알고리즘을 이용하여 감성을 분류하였다. 3,000개의 데이터 집합을 사용하여 역전과 신경망을 실험한 결과 약 88.7%의 정확도를 가졌다. 분류된 감성은 HP(Hewlett-Packard)의 ‘The Meaning of Color’에서 정해놓은 20개의 컬러 감성 모델과 비교하여 가장 적절한 출력치를 찾아 적색, 녹색, 청색 LED Lamp에 전류 또는 주파수를 조절하는 방법으로 LED Lamp의 밝기 또는 광색을 조절함으로써 배선의 복잡도를 줄이고 소모 전력을 절감하였다. LED 조명은 높은 광효율을 가지고 있어 전력 소모량이 일반 선박 내 조명 시설보다 적기 때문에 선박 내 조명 시설을 LED 조명을 이용함으로써 소모 전력을 절감할

수 있다.

또한, 사용자의 감성에 따라 지능형으로 조명을 제어함으로써 에너지 절감 뿐만 아니라 쾌적한 실내 환경을 제공할 수 있다.

**참 고 문 헌**

[1] 김재양, 정선태, 임준식, 박종원, 홍기용, 임용근, “디지털 선박을 위한 선박 통합화 네트워크 설계 및 구현”, 한국해양정보통신학회논문지, 제9권, 제6호, pp. 1202-1210, 2005.10.

[2] Jang W. J., Hwang J. S., Hong S. K., Hong S. W. and Jung B. M., 2006, “Highly Effective Lighting Technologies”, Agin, p21

[3] S. Morisima and H. Harashima, “Emotion Space for Analysis and Synthesis of Facial Expression”, IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, pp. 188-193, 1993.

[4] L.C. De Silva, T. Miyasato, and R. Nakatsu, “Facial Emotion Recognition Using Multimodal Information”, in Proc. IEEE Int. Conf. on Information, pp. 397-401, 1997.

[5] M. Shigeo and H. Hiroshi, “Emotion Space for Analysis and Synthesis of Facial Expression”, IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, 1993.

[6] Damasio, A. R. “Fundamental feelings: concept of emotion.” Nature 413(6858), Issue of 25 October 2001, 781. 2001.

[7] 신윤희, 김영래, 김은이, “컬러와 패턴을 이용한 텍스타일 영상에서의 감성인식 시스템,” 대한전자공학회, 전자공학회논문지, 제45권 CI편, 제6호, 154-161쪽, 2008년 11월.

[8] E. Fred Schubert, 2003, “Light-Emitting Diodes”, Cambridge University Press, p245~253

[9] Yoshio K. and Keith W. and Ian Mc., “Forecasting Nonlinear Time Series with Feed-Forward Netral Networks(A Case Study of Canadian Lynx Data)”, Journal of Forecasting, pp.105-117, 2005

[10] Simon Haykin, “Netral Network (Acomprehensive foundation),” Prentice Hall International, pp.161-172, 1999

[11] Kevin R. Farrell, Richard J. Mammone, and Khaled T. Assaleh., “Speaker Recognition Using Neural Networks and Conventional Classifiers.”, IEEE Transactions of Speech and Audio Processing, Vol.2, No.1, Jan, 1994.

[12] Go, J., Han, G., Kim, H. and Lee, C., “Multigradient: a new neural network learning

algorithm for pattern classification.”, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 39, pp. 986-993, 2001.

**저 자 소 개**



**송 병 호**(정회원)  
 1998년 조선대학교 전산통계  
 학사 졸업.  
 2000년 조선대학교 전산통계  
 석사 졸업.  
 2008년 조선대학교 전산통계  
 박사 졸업.

2008년~2009년 Murdoch University Post.Doc.  
 2009년~2010년 12월 목포대학교 정보산업중점  
 연구소 연구전임교원  
 2011년 1월~현재 조선대학교 컴퓨터통계학과  
 박사후연구원  
 <주관심분야 : 인공지능, USN, 신호처리>



**오 일 환**(정회원)  
 1982년 연세대학교 전기학과  
 학사 졸업  
 1985년 12월 텍사스대학교  
 전기전자공학과 석사  
 1988년 12월 Rhode Island대학교  
 전기전자공학과 박사

1990년 3월~현재 목포대학교 정보전자공학과  
 교수  
 <주관심분야 : 광통신, 센서네트워크>



**이 성 로**(정회원)-교신저자  
 1987년 고려대학교 전자공학  
 학사 졸업.  
 1990년 한국과학기술원 전기및  
 전자공학 석사 졸업.  
 1990년 한국과학기술원 전기및  
 전자공학 박사 졸업.

2009년~현재 목포대학교 정보전자공학과 교수.  
 <주관심분야 : 디지털통신, 위성통신, 해양텔레매  
 틱스, USN>