

# 감성제어 시스템의 구현

Implementation of Human Sensibility Ergonomics Control System

김규식 · 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

최 익 · 광운대학교 정보제어공학부

안현식 · 국민대학교 전자정보통신공학부

Gyu-Sik Kim · Dept. of Electrical Engineering, The University of Seoul

Ick Choy · Dept. of Information & Control Eng., Kwangwoon Univ.

Hyun-Sik Ahn · School of Electrical Engineering, Kookmin Univ.

## ABSTRACT

*The main purpose of developing HSE-based products is to make a human being feel the greatest comfort under the circumstances which vary according to the change of environmental element values. In order to attain a successful achievement, some evaluation and analysis on human sensibility should be proceeded ahead of developing them. In this paper, neural network theories are applied to analyse the structures of comfort sensibility and feeling which are hard to be expressed in mathematical form. In order to verify the performance of the HSE controller, a substitute for a real chamber for simulation is also developed in this study.*

**Key Words :** HSE, Circumstances, Neural Network, Human Sensibility, Chamber

## 요 약

인간이 원하는 감성에 따라 환경 요소값이 변하고 이로 인해 변하는 현재 환경 안에서 인간이 자신의 최적의 쾌적감을 느끼도록 하는

것이 바로 감성공학을 응용한 제품 개발의 주목적이라고 할 수 있다. 이를 위해서는 제품 개발 이전에 인간 감성에 대한 평가와 분석 과정이 선행되어야 한다. 본 논문은 쾌적감과 감각의 구조를 분석한 연구결과에 대하여 신경망이론을 적용하여, 수학적으로 표현하기 어려운 인간의 쾌적감과 감각의 관계성을 학습시킨다. 또한, 가변적 실내 환경에서 인간의 감성 요구치에 대해 환경을 변화시킴으로써 인간이 스스로 원하는 최적의 쾌적감을 느낄 수 있는 실내 환경을 모의로 구현해 볼 수 있는 시뮬레이터를 제시한다.

## I. 서 론

주거환경은 인간생활의 기본이고, 휴식과 재 생산의 공간으로써, 정신적·육체적 건강의 근원지일 뿐 아니라 다양한 건강상태와 연령층의 사람들이 공존하는 곳이어서 그 환경조건은 인간발달의 생리적 특성에 맞도록 조절되어야 한다. 또한 현대인의 활동범위가 넓어지고 작업의 양이 많아지면서, 육체적·정신적 피로를 해결할 수 있는 쾌적 환경에 대한 관심이 높아

지고 있다. 감성공학은 이러한 인간의 생리적·심리적인 반응을 측정·분석하여 편리하고, 안락하며, 안전한 최선의 제품이나 환경을 제공하는 기술이다. 최근들어 다양한 모델들에서 기본적인 감성요소를 추출하고 기록하며, 검증·분석하는 것이 주목받고 있다. 따라서, 인간 감성과 물리적 환경요소간의 관계를 밝히는 작업은 쾌적한 실내환경을 만들기 위해서 매우 중요하다. 감성공학의 기술에는 감성요소 기술, 모의 환경 제시기술, 감성측정평가 시뮬레이터 기술, 감성의 제품 및 환경응용기술로 분류할 수 있고 그 중 가장 핵심이 되는 기술이 감성측정평가 시뮬레이터 기술이다[1]. 일반적으로 시도되고 있는 방법은 실제 인간을 공학적으로 설계된 챔버 안에 두고 환경(인공현실감과 같은 모의 환경 또는 실제 온도, 습도, 조도 등의 실제 환경)을 제시하는 것이다. 본 연구에서는 실제로 방이나 공학적 챔버가 없는 상황에서 이것을 S/W 상에서 구현하는 감성공학을 적용한 환경 시뮬레이터를 제시한다. 우선 관련 분야에서 직/간접적으로 수집된 인간 감성 측정 데이터를 분석하고 그 결과를 이용한다. 일반적인 인간의 감성을 대표할 수 있는 언어를 사용한 환경대 감성의 정보를 만들어 수치적 모의 환경을 제시할 때의 인간의 감성을 대표할 수 있는 초기 데이터로 사용한다. 같은 환경에서도 사람마다 다른 감성 응답을 얻기 위해 퍼지 신경망 알고리즘을 이용한 감성 제어기를 사용하여 사용자에게 맞게 학습이 되도록 하고, 실제 챔버(방)나 환경 제어기기 대신에 실제 사용되는 이들 기기의 파라미터를 이용한 모델링 S/W 상에서 구현한다. 이상의 요소가 모두 통합되면 일단 감성 대표 언어, 분위기 설정을 통한 인간 감성 입력에 대해 감성형 제어기를 사용하여 개인별 최적의 감성

데이터를 생성하고 이것을 가상의 시뮬레이터 환경에 제시하면 이 안에서 환경의 변화가 보여지고 동시에 변화되는 환경값이 다시 제어기로 전달되게 된다.

## II. 본 론

### 1. 실내 환경 시뮬레이터의 구성

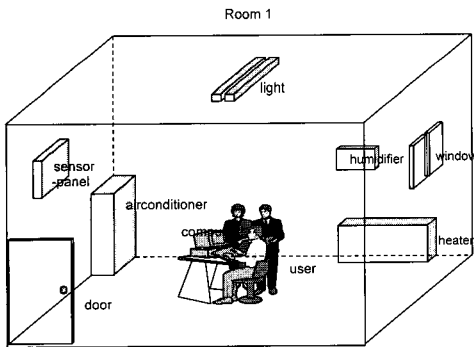
본 연구에서는 실제로 방이나 공학적 챔버가 없는 상황에서 감성형 지능 제어기와 센서, 그리고 사용자 인터페이스를 연결하는 모의 시뮬레이터로서의 기능을 수행하기 위해 S/W로 구현되는 감성공학을 적용한 실내 환경 시뮬레이터를 구현한다. 고가의 실제 챔버를 이용하는 시뮬레이션과 같은 효과를 얻기 위해서 실제 기기에 대한 기초 데이터를 이용하였다. 이 시뮬레이터를 통해 인간이 최초로 입력한 감성 요구 정보에 의해 실내 환경이 동적으로 변하는 과정을 확인할 수 있으며, 시뮬레이터의 기초 데이터 설정을 변경함으로써 다양한 실내 환경이 모델링 되어지고 그 결과 원하는 제어 환경 하에서의 실험이 가능하게 된다. S/W로 구현되는 감성공학을 적용한 실내 환경 시뮬레이터의 구체적인 구상은 다음과 같다.

- 시뮬레이터를 통해 인간이 최초로 입력한 감성 요구 정보에 의해 실내 환경이 동적으로 변하는 과정을 확인
- 시뮬레이터의 기초 데이터 설정을 변경함으로써 다양한 실내 환경이 모델링 되어지고 그 결과 원하는 제어 환경 하에서의 실험 가능
- 실제 환경 제어 기기와 방에 대한 모델링을 연결하는 전체 페루프가 구성되고 여

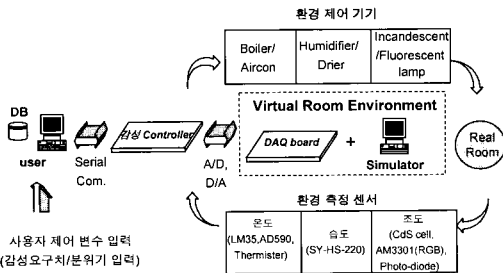
기에 시스템 응답 특성을 개선하기 위한 PID 제어기를 사용

- 환경요소로는 온도, 습도, 조도, 공기 맑기를 사용
- 환경 제어 기기로는 온열 기기(전기 히터, 보일러, 에어컨), 습도 기기(가습기, 제습기), 조명 기기(형광등, 백열등), 공기청정기, 송풍기 등의 사용

환경제어기기의 모델링에 이어서 [그림 1]과 같은 플랜트인 방에 대한 모델링과 공조부하에 대한 모델링이 추가되어 이것이 주겨 환경 시뮬레이터가 되어 실제 감성 컨트롤러와 연결됨으로써 모의 환경에서의 전체 시스템의 시뮬레이션이 수행된다. 성공적으로 시뮬레이션이 된 후에는 실제 방에 연결하게 되어 직접 방과 센



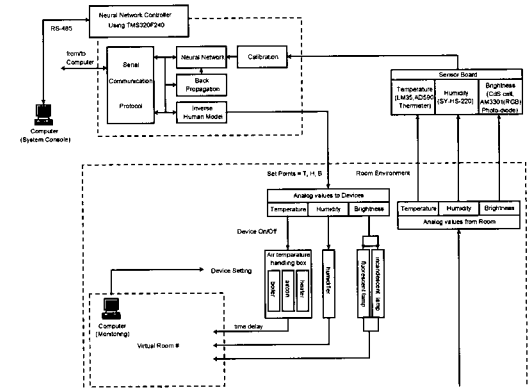
[그림 1] 가상 플랜트  
[Fig. 1] Virtual plant



[그림 2] 실내 환경 시뮬레이터의 개요  
[Fig 2] Overview of house environment simulator

서, 그리고 환경 제어 기기가 감성형 제어기와 연결되는 실제 실내 환경에서의 통합 시뮬레이션이 [그림 2]와 같이 가능하게 된다.

환경시뮬레이터의 입력은 감성제어기로부터의 환경제어기기 동작 설정 명령이다. 시뮬레이터의 입력부에는 [그림 1]의 플랜트에 있는 열원기기, 조명기기, 공기청정기기 등을 구동할 제어기로부터의 명령 신호를 받기 위해 각 기기별로 DAQ board의 AD 컨버터를 하나씩 할당하게 된다. [그림 3]은 환경 시뮬레이터용 PC에 Daq board(AT-MIO-16E-10), 지능형 제어기(TMS320F240), 센서부, 사용자 인터페이스용 PC가 연결될 전체적인 시스템 구성도이다.



[그림 3] 감성 컨트롤러와 연계한 환경 시뮬레이터  
[Fig. 3] Environment simulator connected to HSE controllers

감성공학을 응용한 제품을 개발하려면 우선 인간 쾌적함에 대한 감성과 그 언어를 정의하고 감성에 영향을 주는 요소를 찾는 것에서 시작하게 된다. 일단 입력으로 생각되는 인간감성에 대한 정보와 영향요소가 정의된 후에 감성 제어기를 설계해야 하고 이 제어기의 출력인 제어 명령에 따라 외부 환경 제어 기기를 동작시켜 원하는 감성 요구치에 맞게 환경을 제

어하게 된다. 우선 기존의 여러 관련 연구 자료들을 토대로 인간의 쾌적감을 안락감, 상쾌감, 신선감으로 정하고 여기에 영향을 미치는 환경 요소로써 온도, 습도, 조도, 공기 맑기로 정한다. 추가적인 입력으로 전체적인 환경 설정에서 성별, 연령, 계절, 희망환경(환경형태, 활동모드, 감성정보)에 따른 정보도 포함시키기로 한다.

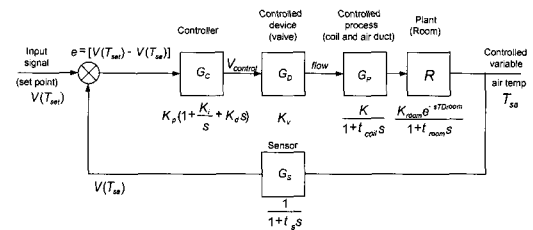
실제 인간이 거주하는 환경에서의 시뮬레이션은 현실적으로 많은 비용과 오랜 시간이 필요하며 다양한 환경에서 임의로 조정이 가능한 플랫폼을 잡는다는 것에는 상당한 어려움이 있다. 이를 위해 열, 빛, 공기, 소음, 습도 등의 환경을 만들기 위한 실험용 챔버를 이용한 시뮬레이터의 개발과 연구와 인공환경을 제시하는 시도 등 많은 연구가 행해지고 있으며 개별적인 환경이나 단일 기기에 대한 시뮬레이션도 다양하게 행해지고 있고 일부에선 고가의 챔버 장비를 사용하여 전체 환경 시뮬레이션을 행하고 있다. 실제 인간을 대상으로 실험을 하기 위해서라도 환경 제시 기술과 환경 시뮬레이터 기술은 반드시 필요한데 본 연구에서의 시뮬레이터는 이러한 고가의 실제 챔버를 이용하는 시뮬레이션과 같은 효과를 얻기 위해서, 실제 기기에 대한 기초 데이터를 확보한 후 이것을 바탕으로 기기는 물론 응답 특성을 개선하기 위한 기기 제어기와 방에 대한 모델링을 한다. 이들에 관련된 파라미터들을 임의로 변화시켜 가변적 실험 환경 조성을 가능하도록 Microsoft Visual C++ 6.0 개발환경에서 S/W로 구현하도록 한다. 한 예로, 방과 제어기기의 모델링 과정은 아래와 같다.

방을 모델링하기 위해선 공기나 수증기의 흐름까지 파악한 아주 복잡한 모델링이 필요하나 본 연구에서는 일반적으로 단순히 방을 모델링

하는 방법으로 다음과 같은 1차 시간 지연 함수로 한다.

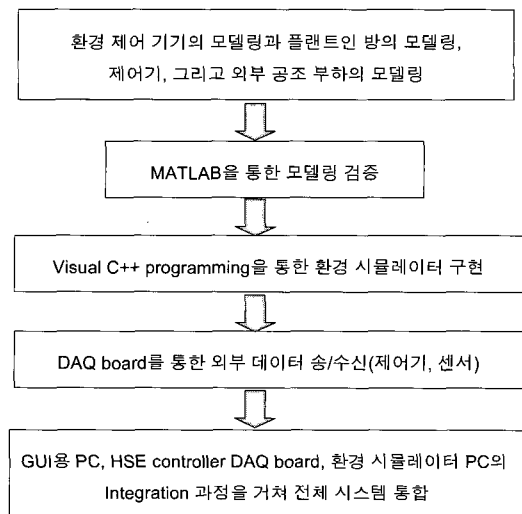
$$R(s) = \frac{K_{room} e^{-sTD_{room}}}{1 + \tau_{room}S} \quad (1)$$

단,  $K_{room}$ 은 방의 이득이고,  $TD_{room}$ 은 방의 시간지연이고,  $\tau_{room}$ 은 방의 시상수이다. 다음 [그림 4]는 일반적인 PID 제어기를 갖는 Heating coil의 되먹임 제어의 형태를 보여준다.



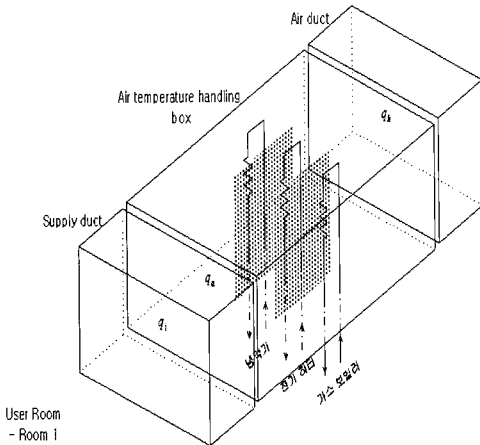
[그림 4] Heating coil의 되먹임 제어  
[Fig. 4] Feedback control of heating coil

한편, 실내 환경 시뮬레이터의 실제 구현 과정을 단계별로 보면 다음과 같다.



[그림 5] 실내 환경 시뮬레이터의 구현  
[Fig. 5] Implementation of simulator

본 연구에서 다루는 열환경 모델링을 위한 온도 조절장치의 구성은 다음 그림과 같다.



[그림 6] 온도조절장치의 구조  
[Fig. 6] Structure of temperature controllers

## 2.2 실내환경 쾌적감과 감각의 구조분석

신경망 학습을 위해서는 학습 패턴이 필요하다. 감성 구성요소, 즉 물리적 환경요소들을 합리적으로 선택하여, 입출력 패턴을 생성하는 방법으로 표본조사 감성DB와 수치적 감성DB의 두가지 유형을 간단히 제안한다.

표본조사 감성DB는 설문지 및 실제 공조시스템 실험을 통하여 실제의 표준 인간감성DB를 작성한다. 이 경우 학습에 필요한 패턴들을 추출하는데는 많은 시간과 노력이 필요하다. 그러나, 실제적인 자료들을 기반으로 작성하므로 실제 인간감성DB로서의 적극적인 의미가 있다. 수치적 감성DB는 가중치를 포함한 최소값 방법[2,3] 및 무게중심법으로 학습에 필요한 패턴들을 추출한다. 이 경우 가우스함수를 이용하여 물리적 환경요소와 감각이미지의 관계를 정의하고, 정의된 감각이미지에 가중치를 포함한 최소값 방법이나 무게중심법을 적용하여 입출력 패턴을 추출한다.

(1) 가중치를 포함한 최소값 방법[2,3]  
쾌적감 요소이미지

$$= \min[\mu F^{1-w_f}, \mu B^{1-w_b}, \mu N^{1-w_n}, \mu A^{1-w_a}] \quad (2)$$

여기서,

감각이미지 -  $F$ : 온도,  $B$ : 밝기,  
 $N$ : 소음,  $A$ : 맑기

감각가중치 -  $w_f$ : 온도,  $w_b$ : 밝기,  
 $w_n$ : 소음,  $w_a$ : 맑기

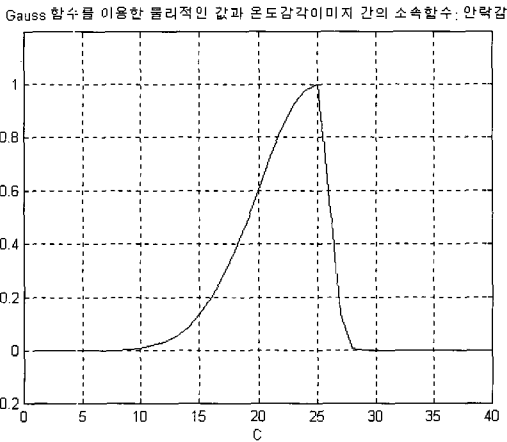
이다.

min 연산자는 다른 감각이미지가 어느 정도 충족이 되었다 하더라도 하나의 감각이미지 요소가 충족되지 않으면 쾌적감 요소이미지의 충족이 되지 않기 때문에 최소한의 느낌을 가질 것이라는 가정에서 적용한다. 또한 감각이미지의 가중치를 소속값에  $1-w_i$  승의 연산을 한 것은 소속값이 1보다 작은 값을 가지기 때문에 감각이미지의소속값이 증가하면 가중된 소속값도 증가할 수 있도록 한 것이며, 감각이미지의 가중된 최대값을 1로 만들기 위함이다. 감각이미지는 가우스 함수를 이용하여 작성한다.

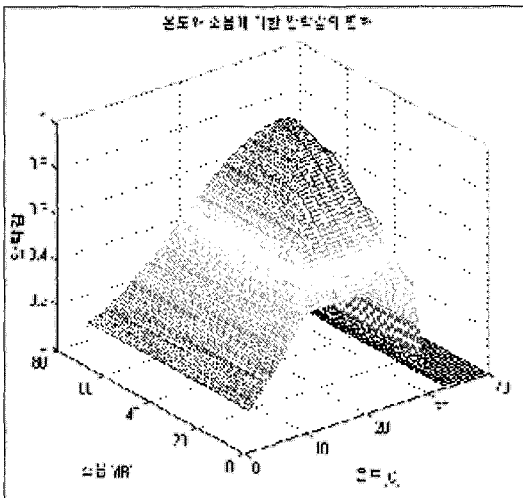
(2) 무게중심법

합성된 감각이미지의 무게중심(center of gravity)을 구하여, 그 해당하는 쾌적감 요소이미지를 출력으로 사용하는데, 그 과정에 있어서 최소 감각이미지에 대한 가중치를 두어 최소 감각이미지에 대한 비중을 고려한다. 최소 감각이미지에 대한 가중치를 높일수록, 최소값 방법을 응용한 감성 DB의 쾌적감 요소이미지 값과 유사해진다. 가중치를 포함한 최소값 방법을 구체적인 예로서 설명하고자 한다. 여기서 물리적 환경요소는 온도[°C], 습도[%], 조도[Lux]이고 쾌적감 요소이미지는 안락감, 상쾌감이다. 가우스함수를 이용하여 물리적 환경요소와 감각이미지 관계를 정의한다. 그 중에 온

도와 온도 감각이미지의 관계를 나타내면 다음 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 가우스함수를 이용한 물리적 환경요소와 감각이미지의 관계  
 [Fig. 7] Relationship between physical environmental element and sensibility image



[그림 8] 온도와 소음에 대한 안락감의 변화  
 [Fig. 8] Comfort sensibility expressed as a function of temperature and noise

물리적 환경요소에 의하여 작성된 감각이미지를 사용하여, 가중치를 포함한 최소값 방법

으로 쾌적감 요소이미지를 결정한다. 물리적 환경요소와 쾌적감 요소이미지에 대한 감성 데이터를 정리한다. 그 중에 온도와 소음에 대한 안락감의 변화를 정리하면 다음 [그림 8]과 같다.

한편, 쾌적하다고 하는 것에 대한 정확한 정의를 내리는 것은 쉽지 않으나, “인간이 쉽게 동조하고 몰입할 수 있어서 일체가 되기 쉽게 하는 상태”라고 정리할 수 있겠다. 최근 쾌적한 실내환경을 만들기 위해 물리적 환경과 인간의 감성간의 관계를 밝히려는 연구가 많이 수행되어지고 있다. 그 중에 쾌적감 요소이미지와 감각이미지의 퍼지구조 분석에 대한 연구 결과가 참고문헌 [2]와 [3]에 있다.

우리 나라 정서관련 어휘에 관한 연구와 쾌적이미지 추출과 관련된 연구에서 쾌·불쾌 범주에 해당되는 어휘를 추출·선별하여 가장 빈도가 높은 어휘를 정리하고, 그 결과로서 “상쾌함, 안락함, 신선함”을 얻는다. 실험을 통하여 온도, 밝기, 소음, 공기맑기와 같은 감각이미지가 쾌적감 요소이미지 어휘에 대하여 어느 정도 영향을 미치는지 가중치를 표준화하여 구한 것이 <표 1>이다.

그리고 쾌적감의 요소이미지와 감각이미지와 관계를 알아보는 실험을 통하여, 빈도 분포를 나타낸다. 그 중에 쾌적감 요소이미지에 대한 밝기감각 이미지의 소속값을 정리하면 다음 <표 2>와 같다.

<표 1> 쾌적감 요소이미지에 미치는 감각요소의 가중치

<Table 1> Weighting factor of sensibility elements

j \ i	온도감	밝기감	소음감	공기맑기감
안락감	0.8	0.8	0.9	0.9
상쾌감	0.9	0.9	0.8	0.9
신선감	0.9	0.8	0.7	0.9

<표 2> 쾌적감 요소이미지에 대한 밝기감각 이미지의 소속값

<Table 2> Membership function of brightness sensibility image

밝기감각이미지	아주어두운	어두운	보통	밝은	아주밝은
안락감	0	0.25	0.75	1	0.5
상쾌감	0	0.25	0.7	0.9	1
신선감	0	0.2	0.4	1	0.9

감각이미지의 쾌적감 요소이미지에 속하는 소속값과 가중치가 결정되었으므로 출력의 상관관계를 나타내는 퍼지집합으로 표현한다. 감각 요소의 가중치를  $w_{ij}$ 로, 온도감각이미지를  $t_i$ , 밝기감각이미지를  $b_i$ , 소음감각이미지를  $n_i$ , 공기맑기감각이미지를  $a_i$ 라고 하면, 쾌적감 요소 이미지는 다음과 같이 표현될 수 있다.

쾌적감 요소이미지

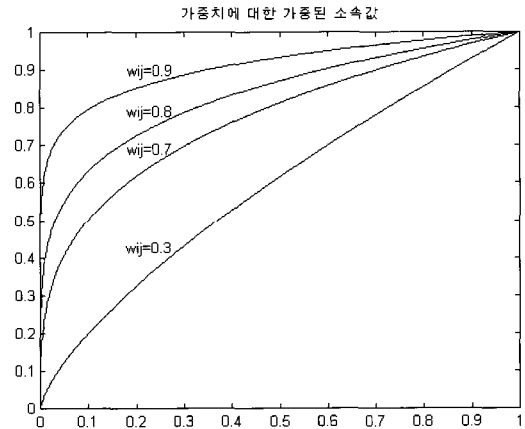
$$= \min(\text{온도감}, \text{밝기감}, \text{소음감}, \text{공기맑기감})$$

$$= \min(t_i^{1-w_{ij}}, b_i^{1-w_{ij}}, n_i^{1-w_{ij}}, a_i^{1-w_{ij}}) \quad (3)$$

여기서 minimum 연산자를 사용한 것은 다른 감각이미지가 어느 정도 충족이 되었다 하더라도 하나의 감각이미지 요소가 충족되지 않으면 쾌적감 요소이미지의 충족이 되지않기 때문에 최소한의 느낌을 가질 것이라는 가정에서 정한 것이다. 감각이미지 간에 어떤 상호 작용이 있는지를 알 수 없기 때문에 최소한의 소속 정도를 표현하기 위한 것이다.

각 감각이미지의 가중치  $w_{ij}$ 를 소속값에  $(1-w_{ij})$ 승의 연산을 한 것은, 소속 값이 1보다 작은 값을 가지기 때문에 감각이미지의 소속값이 증가하면, [그림 9]와 같이 가중된 소속값도 증가할 수 있도록 한 것이며, 감각이미지의 가중된 최대값을 1로 만들기 위함이다. 그

결과로서 감각이미지 조합에 의한 안락감 요소 이미지의 소속정도를 정리하면 다음 <표 3>과 같다. 이와 같이 쾌적감 요소이미지 3가지 요소와 감각 이미지를 조합하면 쾌적감 요소이미지 각각에 대해 625가지의 경우가 생긴다.



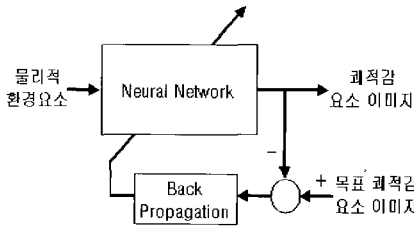
[그림 9] 가중치에 대한 가중된 소속값  
[Fig. 9] Weighted membership function

또한, 쾌적감 요소이미지와 감각이미지의 관계성을 신경망을 이용하여 분석하고 학습한다. 그 결과를 통하여, 실제 인간의 쾌적감 요소 이미지와 감각이미지의 관계, 즉 실제 인간감성 모델이 지능제어 이론인 신경망을 이용하여 분석 및 학습 가능함을 제안한다. 본 연구에 적용된 신경망 구조를 나타내면 [그림 10]과 같다.

<표 3> 감각이미지 조합에 의한 쾌적감 요소 이미지의 소속정도

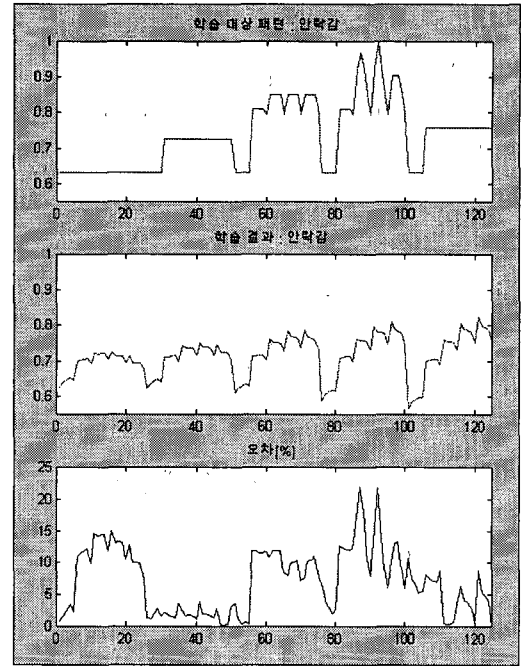
<Table 3> Membership function of comfort sensibility element image

감각이미지				안락감 정도(0-1)
온열감	밝기감	소음감	공기맑기감	
따뜻	밝은	조용	아주맑은	1
따뜻	보통	조용	아주맑은	0.7944
따뜻	밝은	조용	아주맑은	0.5743

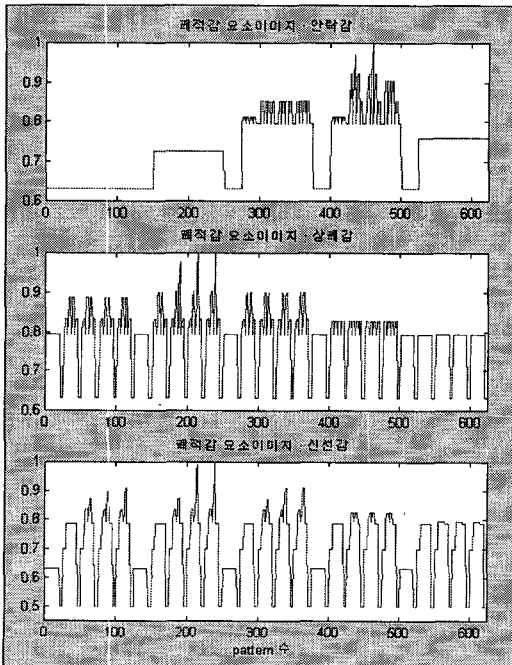


[그림 10] 인간감성 학습을 위한 신경망 구조  
[Fig. 10] Neural network structure for learning of human sensibility

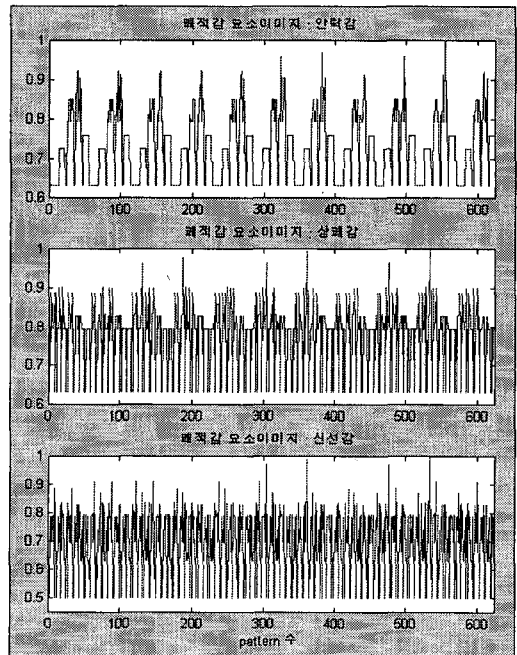
먼저 [그림 11]과 같이 기존의 연구결과를 이용하여 입출력 패턴을 작성한다. 감각이미지와 쾌적감 요소이미지는 각각 입력 패턴과 출력 패턴으로 정의된다. 그 다음으로 생성된 패턴을 신경망 학습에 이용할 학습패턴과 학습 결과를 확인할 수 있도록 학습에서 제외시킨 검증 패턴으로 나눈다. 본 신경망 학습에서는 연구결과인 625개 입출력 패턴중 학습패턴 500개와 검증패턴 125개로 나누었다.



[그림 12] 학습결과 : 중간층 neuron 5개  
[Fig. 12] Learning results in case of inner layer neuron of 5

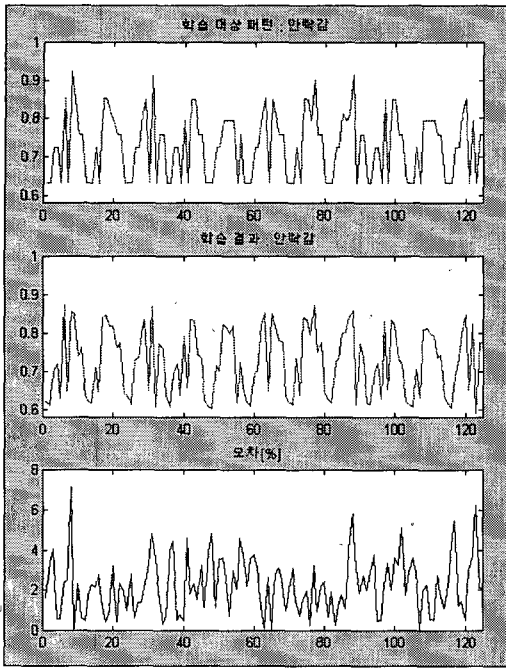


[그림 11] 학습에 사용된 입출력 패턴  
[Fig. 11] Input-output pattern used for learning



[그림 13] 입출력 패턴의 shuffling  
[Fig. 13] Shuffling of input-output pattern





[그림 14] 학습결과 : 중간층 neuron 15개 및 shuffling한 경우

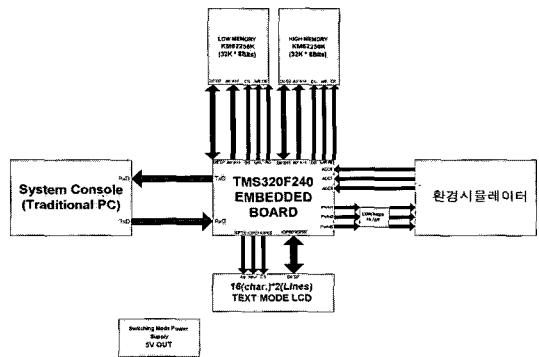
[Fig. 14] Learning results in case of inner layer neuron of 15 and shuffling

입출력 패턴들의 학습을 위하여 [그림 12]과 같이 신경망 구조의 중간층을 뉴런 5개로 하거나 [그림 13]과 같이 패턴의 shuffling을 하는 등 다양한 시도를 해보았다. 중간층 neuron의 수가 5개인 경우와 15개인 경우의 학습결과를 보면 전혀 학습패턴의 형태와 다름을 알 수 있었다. [그림 11]을 보면, 입력패턴의 변화에 따라 출력패턴의 변화가 없는 경우가 많은데, 이것은 쾌적감 요소이미지가 하나의 가장 낮은 감각이미지에 의하여 결정된다는 가정에 기인한다. 이것은 패턴들의 모양이 학습하기에 상당히 어렵다고 할 수 있다. 이러한 어려운 점을 극복하고자, 신경망 학습에 알맞게 패턴을 shuffling할 필요를 느끼게 되었다. [그림 14]와 같이 입출력 패턴을 shuffling한 후, 중간층 neuron 수가 5~20개로 조정하며 학습상태를

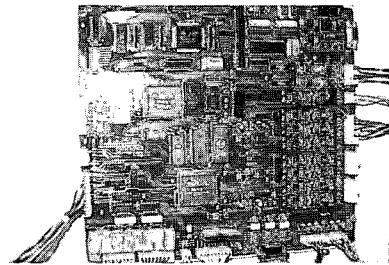
관측한 결과, shuffling한 경우의 중간층 neuron 수가 15개 일때, 제한적 허용오차 안에서 학습 가능함을 알 수 있었다.

### Ⅲ. 실험 및 검토

환경시뮬레이터용 PC의 lab-card로부터는 현재 방의 상태(온도, 조도 습도)에 대한 정보가 0[V]~5[V] 범위의 전압 값으로 3종, 제어기로부터는 학습된 결과에 대한 명령치 정보(온도, 조도, 습도)가 0[V]~5[V]의 전압 값으로 3종이 각각 인가된다. 그러므로, A/D 변환기가 3채널, D/A 변환기가 3채널이 필요하다. 제어기로의 아날로그 데이터의 입력을 위해서는 [그림 15]와 같은 TMS320 F240의 내부



(a) 하드웨어 구성도

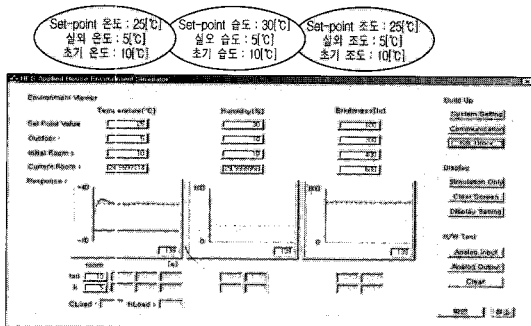


(b) TMS320F240 주 제어부

[그림 15] TMS320F240을 이용한 하드웨어 구성도  
[Fig. 15] Hardware configuration using TMS320 F240

10Bits ADC(Ch1, Ch2, Ch8)를 사용한다. 제어기로부터의 아날로그 데이터의 출력을 위해서는 3채널의 DAC가 필요한데, F240에는 DAC가 on-chip화가 되어있지 않다. 그러므로 내장되어 있는 PWM 출력(PWM1, PWM3, PWM5)에 컨덴서와 저항을 이용하여 1차 로우-패스 필터로 처리를 하여 구현한다.

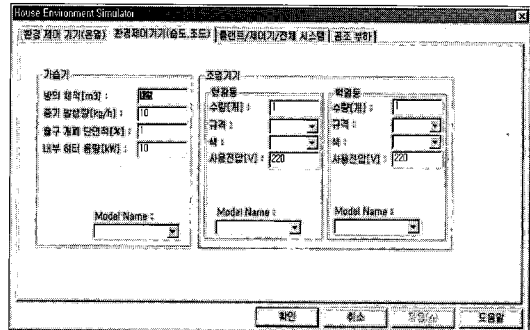
통합 시스템 구축후 사용자 인터페이스 환경에서 사용자가 쾌적감 정도를 요구할 때 제어기에서 적합한 환경 설정치를 잡아 시뮬레이터에 넘겨주면 시뮬레이터 화면을 통해 실내 환경이 변하는 모습을 [그림 16]에서 볼 수 있다. 실제 인간이 거주하는 환경에서의 시뮬레이션은 현실적으로 많은 비용과 오랜 시간이 필요하며 다양한 환경에서 임의로 조정이 가능한 플랫폼을 구성한다는 것에는 상당한 어려움이 있다. 본 연구에서 적용되는 실내 환경 시뮬레이터는 이러한 고가의 실제 챔버를 이용하는 시뮬레이션과 같은 효과를 얻기 위해서, 실제 기기에 대한 기초 데이터를 이용한다. 또한 응답 특성을 개선하기 위한 기기 제어기와 방에 대한 모델링을 하여 이들에 관련된 파라미터들을 임의로 변화시켜 가변적 실험 환경 조성을 가능하도록 S/W적으로 구현된다.



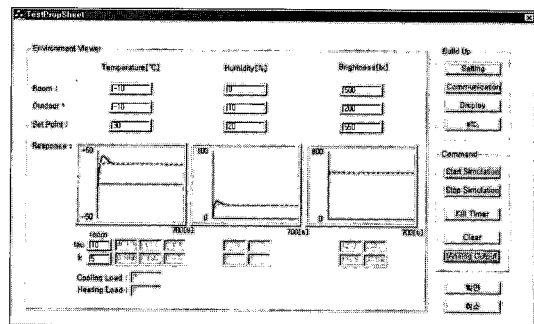
[그림 16] 감성요구치에 의해 제어되는 실내 환경 변화  
 [Fig. 16] Home environment controlled by set-point value of sensibility

각 기기 및 주변 환경 모델링시 필요한 기초 데이터, 기기 제어기 계인, 실제 방의 특성에 대한 데이터의 초기 세팅 및 변경, 각 부위별 응답의 그래픽 출력, DAQ board를 통한 외부 감성 제어기와의 인터페이스가 가능하도록 한다. 이를 위해 MATLAB으로 검증된 모델링을 중심으로 이상의 기능을 수행할 수 있도록 하기 위해 Microsoft社의 Visual C++ 6.0 version을 이용한 초기 설정창(Setting window)은 다음 [그림 17]과 같다.

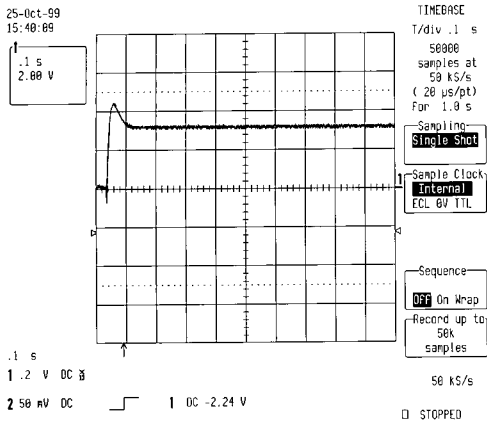
감성 제어기로부터 DAQ board의 A/D Channel을 통해 환경 제어 요구치를 받으면 현재 방안의 상태, 외기의 상태가 전체 설정과정을 통해 내부 모델링에 입력되어 그 결과 변



[그림 17] 초기 설정 창  
 [Fig. 17] Initial setting window



[그림 18] 환경 시뮬레이터 최종 화면  
 [Fig. 18] Output display of environmental simulator



[그림 19] DAQ board 출력  
[Fig. 19] Output of DAQ board

하는 실내 환경 요소값이 [그림 18]과 같이 화면상에 그려짐과 동시에 D/A Channel을 통해 감성 제어기로 그 값이 전송된다. D/A Channel 1(온도값)의 경우, 오실로스코프를 통한 출력을 확인하면 다음 [그림 19]와 같다.

#### IV. 결 론

본 논문은 쾌적감과 감각의 구조를 분석한 연구결과에 대하여 신경망이론을 적용하여, 수학적으로 표현하기 어려운 인간의 쾌적감과 감각의 관계성을 학습시켰고 또한, 가변적 실내 환경에서 인간의 감성 요구치에 대해 환경을 변화시킴으로써 인간이 스스로 원하는 최적의 쾌적감의 느낄 수 있는 실내 환경을 모의로 구현해 볼 수 있는 시뮬레이터를 제시하였다.

더 이상 기능상의 편리함만으로 인간의 감성을 충족시키기에 한계가 있기 때문에 인간이 자신의 감성과 분위기를 직접 표현하고 자신에게 맞추어진 모델에 의해 최적의 환경에서 가장 쾌적함을 느끼도록 만드는 감성 공학적 기술 개발의 필요성이 강조되고 있다. 따라서 본 연구와 같은 인간지향적 제품의 개발에 앞선

감성 공학 기술의 필요성은 점차 증폭되고 그 전망도 역시 밝다고 할 수 있다.

#### ■ 참고문헌

- [1] 박세진, “감성측정평가 시뮬레이터의 개발 및 전망”, *전자공학회지*, 제24권, 11호, 1997. 11.
- [2] 김진, 조암, “퍼지추론을 이용한 실내환경 쾌적감과 감각과의 구조분석”, '98 *한국감성과학회 추계학술대회논문집*, 1998.
- [3] 김진, 조암, “쾌적환경에 대한 쾌적감의 소고찰”, '98 *대한인간공학회 춘계학술대회논문집*, 1998.
- [4] Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark Beale, *Neural Network Design*, PWS Publishing Co., 1996.
- [5] 김영아, 김진관, 박수경, 오경자, 정찬섭, “정서관련 어휘분석을 통한 내적상태의 차원 연구”, *한국감성과학회지*, 제1권, 제1호, 1998.
- [6] 박경동, 이상민, 고희동, “감성공학을 위한 실시간 위크쓰루 시스템의 개발”, *HCI '97 학술대회 발표논문집*, 1997.
- [7] 안신호, 이승혜, 권오식, “정서의 구조 : 한국어 정서단어 분석”, *한국심리학회지*, 제7권, 제1호, 1993.
- [8] 윤정숙, 유복희, “거주자 반응에 기초한 실내환경의 쾌적성 평가 모델 개발”, *대한건축학회*, 제12권, 제10호, 1996.
- [9] 이지숙, *주거실내 환경의 쾌적성에 관한 거주자 반응평가 연구*, 연세대 주거환경학과, 박사학위논문, 1997.
- [10] 김영일외, *열환경 제시기술*, 과학기술

부 보고서, 1998. 12.

- [11] Jan F. Kreider, Ari Rabl, *Heating and Cooling of Buildings*, McGraw-Hill, Inc., pp.605-614, 1994.
- [12] J. P. Holman, *Heat Transfer*, McGraw-Hill, 1992.
- [13] 지철근, *조명원리*, pp.29-98, 1995.
- [14] 윤정숙, 유복희, “거주자 반응에 기초한 실내환경의 쾌적성 평가모델 개발”, *대한건축학회논문집*, 제12권, 제10호, 1996. 10.
- [15] 임용식, 김규식, 최익, 최주엽, “감성공학 적용 실내환경 시뮬레이터 구현”, *한국감성과학회 '99추계 학술대회 논문*

집, pp.502-507, 1999.

- [16] Abdollah Homaifar and Ed McCormick, “Simultaneous Design of Membership Functions and Rule Sets for Fuzzy Controllers Using Genetic Algorithms,” *IEEE Trans. on Fuzzy Systems*, Vol.3, No.2, pp.129-139, May, 1995.

### 감사의 글

본 연구(관리번호 : 제01-024호)는 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소 주관으로 수행되었음.

저자 소개



**김 규 식**

1958년 8월 25일생  
1981년 서울대 공대 전자공학과 졸업(학사)  
1983년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(석사)  
1990년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(박사)

1988년~1992년 대우중공업 중앙연구소 선임연구원  
1993년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부  
부교수. 당 학회 편집위원



**최 익**

1956년 6월 5일생  
1979년 서울대 전기공학과 졸업(공학사)  
1981년 서울대 동 대학원 졸업(공학석사)  
1990년 서울대 동 대학원 졸업(공학박사)

1982년~2003년 한국과학기술연구원 지능제어연구센터 책임연구원  
2003년~현재 광운대 정보제어공학과 부교수



**안 현 식**

1982년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과(공학사),  
1984년 동 대학원 제어계측공학과(공학석사)  
1992년 동 대학원 제어계측공학과(공학박사)

1985년~1993년 한국과학기술연구원(KIST) 연구원, 선임연구원  
1996년~1997년 UC Berkeley 방문교수(Visiting Scholar)  
1998~현재 대한전자공학회 논문지 편집위원  
1993~현재 국민대학교 공과대학 전자정보통신공학부 부교수