

# 감성공학 DB 구축을 위한 열적쾌적성 측정 시스템 개발

한화택 (국민대학교 기계자동차공학부),  
박명규, 이성수, 천효성, 박성준([주]테크노스 기술연구소)

## Development of thermal comfort measurement system to establish emotion and sensibility engineering data base

Hwataik Han (Kookmin University)  
Myung-Kyu Park, SungSu Lee  
HyoSung Cheon, SungJun Park (Technox R&D.)

### 요약

인간 감성변화의 기본인 피부온도 및 피복내 온습도 측정을 위한 시스템과 감성공학 적 해석을 위한 보다 정밀하고 안정성이 있는 센서의 응답성 및 회로의 선형화에 대한 연구를 수행하고, 의복내 환경평가 및 실내 온습도 측정등의 다양한 감성공학 적 해석을 위한 소프트웨어의 개발이 본 연구의 목적이다.

본 연구에는 손쉬운 온습도 변환장치와 풍부한 저장능력등 다양한 분야에서 활용이 가능한 온습도 측정기와 이에 필요한 센서를 개발하고 측정기의 선형화특성을 평가하였다.

*Key Words:* 열적쾌적성 (Thermal Comfort), 시스템설계 (System Design), 소프트웨어 (Software),

### 1. 서론

인체의 피부온도변화는 열적쾌적성과 감성에 크게 영향을 미치며 의류의 개발이나 건축환경의 설계 등에 활용되고 있다. 단순히 몇몇 측정점에서의 피부온도 데이터가 아니라 인체

표면에 걸친 온도분포를 파악함으로써 다양한 정보를 이용하여 보다 광범위한 응용분야에 활용될 수 있을 것이다.

현재 인체표면의 온도분포를 측정하기 위하여 대부분 적외선 카메라를 활용하고 있다. 그러나 적외선 카메라는 서미스터 등을 이용한 피부온 센서에 비하여 온도분해능이 떨어지며 특히 의복내의 피부온을 측정하는 것이 불가

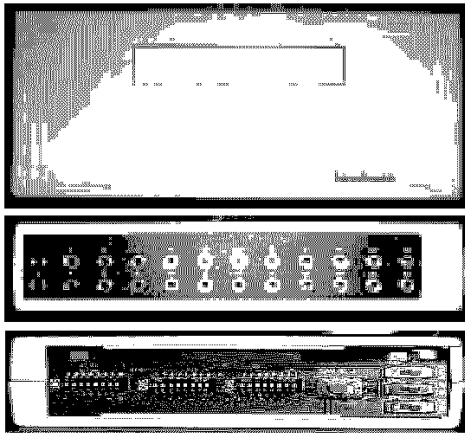


그림2. 다채널 온습도측정기 외관

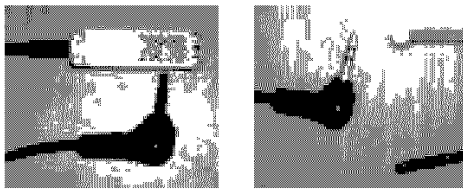
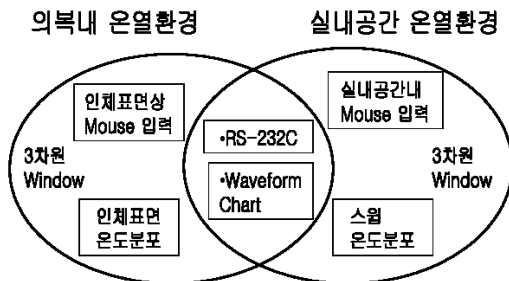


그림3. 습도 & 온도 센서

### 3. 온습도 분포측정 소프트웨어

전체적인 온열환경 분석 소프트웨어의 구조는 그림 2와 같다. 크게 의복내 온열환경의 분석과 실내공간 온열환경의 분석으로 나누어져 있으며 통신과 그래프출력에 관한 공통부분을 공유하고 있다.



측정기 Software 의 설계 및 구현

#### (1) 의복내 온열환경 분석

전처리 프로그램에서는 3차원 인체 데이터 활용하여 특정 점법(4점법,5점법,7점법,8점법,10점법, 12점법)에 의한 센서위치를 자동적으로 지정되도록 하고 또한 마우스를 이용하여 임

의의 센서위치를 지정할 수 있도록 한다. 또한 기타 피시험자의 정보를 입력한다. 또한 플러지수  $Weight/(Height \times 3) \times 107$  와 체표면  $(Weight \times 0.444) \times (Height \times 0.663) \times 88.83$  을 산정하였으며, Open Inventor 및 3D Mastersuite 를 이용한 색상도시, Color Legend (명암, 2색혼합)을 표시하였다.

또한 피부표면 온도분포의 도시절차는 공간상 경계를 설정하였으며,삼각메쉬로 면 구성, 3D Mastersuite의 함수를 이용하여 색상을 표현하였다. 사진3과 사진 4는 각각 실시간 온습도 변화표시창과 평균피부온습도측정창의 사진이다.

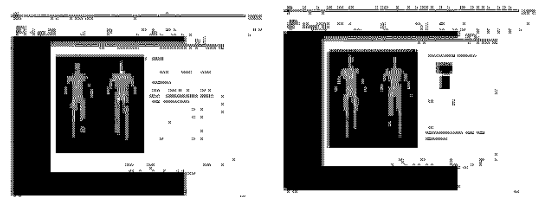


그림4. 실시간 온습도변화표시

그림5. 평균피부온습도

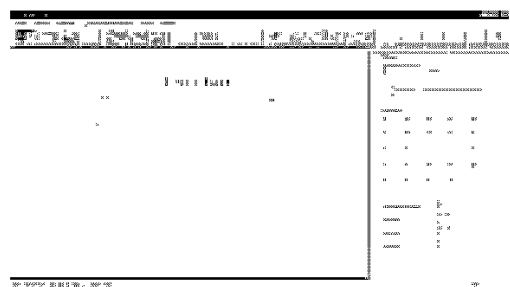


그림6. 실시간 온습도 변화의 표시

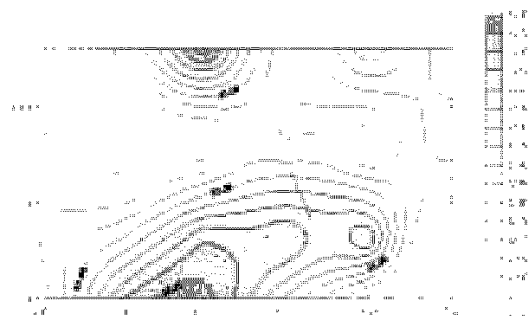


그림7. 인체모형상의 결과도시

(2)실내온열환경

직각 좌표계를 갖는 챔버를 기본으로 하여 측정공간의 크기를 설정할 수 있도록 하고 평면도상에서 센서막대의 위치를 지정할 수 있도록 한다. 실시간 및 1차원 온도분포의 측정이 가능하도록 하였고, 삼각메쉬를 이용한 역거리보간법으로 2,3차원 공간분포의 측정이 가능하도록 하였다. 또한 측정값에 근거하여 온열 쾌적성의 정량적 지표인 PMV(예상 온열감 반응)값 및 PPD(예상 불만족율)값을 계산해냄으로써 온열쾌적성에 대한 주관적 예측을 할 수 있게 하였다.

예상 온열감 반응(PMV)

$$PMV = [0.303e^{-0.036M} + 0.028] \cdot L$$

- ※ M : 인체의 대사량,
- L : 내부 열생산과 실제 주의 열손실 차이

예상 불만족율(PPD)

$$PPD = 100 - 95e^{-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)}$$

Scale	Thermal sensation
+3	Hot
+2	Warm
+1	Slightly warm
0	Neutral
-1	Slightly cool
-2	Cool
-3	Cold

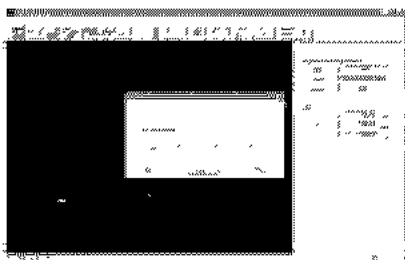


그림8. 실내온도구배의 측정

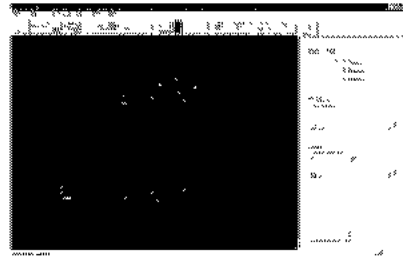


그림9. 차원 온도분포의 측정

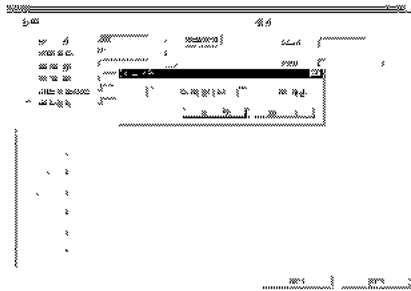


그림10. PMV PPD 평가

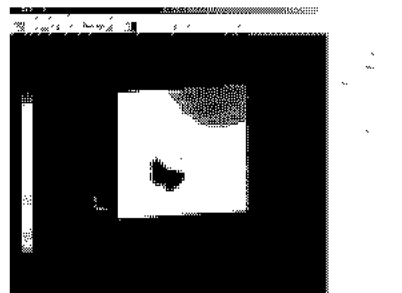


그림11. 3차원 온도분포의 도시

4. 결론

감성공학적 열적쾌적성을 결정하는 요인에는 여러 가지가 있으나 온습도와 관련된 영향이 지대하다 할수 있다.

다채널 온습도 분포측정 시스템이 개발되면 온열 쾌적성 평가를 통한 인간친화적 제품 개발과 환경설계에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

즉 의복내 온습도 측정에 의한 감성적인 쾌적한 의류개발에 활용, 인체의 심전도, 혈류량 등과의 연계에 의한 온열쾌적성의 정량적 평가에 활용, 아파트나 단독 주택 등의 감성공학적 쾌적한 주택 건설설계에 활용, 에너지 절약형 주택, 농업용 축사, 온실 등의 평가와 성능시험이 가능하여 체계적인 관리에 활용 등을 생각할 수 있다.

## 참고문헌

1. Ashrae (1997), 'Fundamentals ASHRAE Handbook' American Society of Heating Air Conditioning, Refrigerating Engineers.
2. Fanger, P. O. (1982), 'Thermal Comfort,' Analysis and Applications in Environmental Engineering, Robert E Krieger Publishing Co., Malabar, Florida.
3. 최정화 (1994) 의복기후가 건강에 미치는 영향, 한국온열환경학회지, 2(1),1-8.
4. 中山昭雄 (1981) 温熱生理學, 理工學社, p498-549.
6. Anwar A. Khan et al (1987), "A novel wide range Linearization Approach for Thermistor Thermometer", IEEE Trans. on Instrument and Measurement, vol. IM 36, pp.763-769.
7. 김묘향 (2001), 한일 양국인의 한복 착용시의 의복기후와 주관적 감각, 한국의류산업학회지, C 6
8. Ramon Pallas Areny and John G. Webster "Sensors and Signal conditioning", Wiley Inter Science, pp. 94-109, 2001
9. Ernest O. Doebelin, "Measurement System Application and Design", McGraw Hill, pp. 648-652, 1990