

## 내부 온도 추정식 개발에 의한 LCD 모니터 내부의 열분포 분석

오석준\* · 고한서\*\* · 정두환\*\*\*

### Analysis of Thermal Distribution inside LCD Monitor by Development of Prediction Formula for Inner Temperature

S. J. Oh\*, H. S. Ko\*\*, and D. H. Chung\*\*\*

**Keywords :** LCD monitor(LCD 모니터), Infrared camera(적외선카메라), Non-contact measurement(비접촉식 측정), Multiple regression method(다변수회귀법)

#### Abstract

In these days, demand of a LCD monitor is remarkably increasing with development of the LCD technology. However, there are thermal problems for improvement of efficiency for the LCD monitor. Thus, this research analyzed thermal problems such as convection and conduction heat transfer characteristics in the LCD monitor using an infrared (IR) camera. Also, the results of the outer side of the front LCD panel using the IR camera have been compared with the results of the inner side of the front panel using T-type thermocouples. The equations have been derived for the temperature distribution of the inner side of the front LCD panel by a multiple regression method including variables for ambient temperature, humidity and temperature differences between the front and back panels of the LCD monitor.

#### 1. 서론

정보사회로의 발전과 차세대 디스플레이의 개발로 인하여 최근 각광을 받고 있는 디스플레이 장치의 전반적인 추세는 저전력, 경량화, 박형화이다. LCD 모니터는 이러한 기술적인 난제들을 극복하여 현재 CRT를 대체할 디스플레이 장치로 자리매김해가고 있다. 그러나, 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 LCD 모니터는 아직 많은 기술적인 문제점을 해결하지 못하고 있는 것이 현실이다. 예를 들면, 특성상 광시야각이 좁고 응답 속도가 늦으며 CRT에 비해 제조원가가 높을 뿐만 아니라 30인치 이상의 대형 표시 장치를 구현하기 어렵다는 단점이 있다. 위와 같은 기술적인 애로 사항은 현재 활발한 연구로 인해 상당히 개선되어지고 있으나 위와 같은 문제점 이외에도 발열 문제가 해결되어야 한다.

LCD 모니터는 그 크기가 경박단소해짐에 따라 전자부품들이 고집적되어 있고 고집적화된 전자부품들의 고발열은 내부 시스템으로 전달되어 휘도 저하와 액정의 열적 비대칭 현상 등을 유발하므로 열적 신뢰성이 현저하게 떨어지게 된다. 따라서, 본 연구에서는 LCD 모니터의 열적 문제를 파악하기 위하여 전후면의 온도를 측정하고 LCD 주변 온도 및 습도를 기반으로 내부면 온도 추정식을 유도하고자 한다.

#### 2. 연구모델

##### 2.1 실험 장비

본 연구에서는 모니터 표면의 전체적인 온도 분포 및 열전달 추이를 관찰하기 위해서 열화상 카메라를 사용하였고 기준 온도를 측정하기 위해서 열전대를 사용하였다. Fig. 1은 실험장치 구성도를 나타내고 있다. 열전대는 소선 지름이 0.125mm인 T-type을 부착시켜 사용하였고 시간에 따른 측정온도 data 획득 및 저장을 위해 YOKOGAWA社의 MX-100 data logger를 사용하였다. 또한, LCD 모니터 주변의 온도, 습도 조건을 일정하게 조정하기 위하여 항온-항습조를 제작하였다. 측정 온도는 식(1)과 같이 상대 온도로 표기하여 나타내었다.

$$T_{relative} = \frac{T}{T_{max}} \quad (1)$$

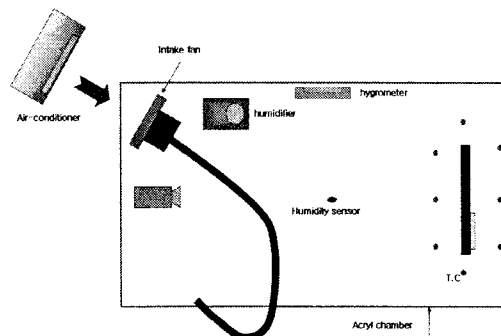


Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup

\* 성균관대학교 기계공학과 대학원, seokjune@gmail.com

\*\* 성균관대학교 기계공학부, hanseoko@yurim.skku.ac.kr

\*\*\* 삼성전자 LCD총괄

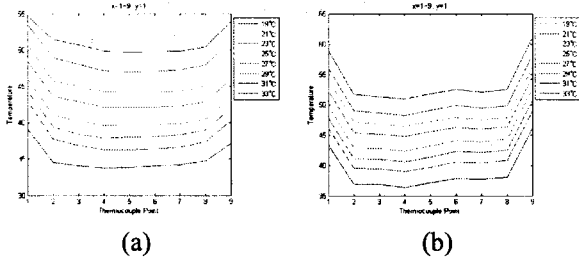


Fig. 2 Temperature distributions for (a) Outer side and (b) Inner side of front panel

### 3. 내·외부면 온도 측정을 통한 온도예측식 개발 및 분석

#### 3.1 실험에 영향을 미치는 중요 인자

선행연구에서 밝혔듯이 실험 시 중요 인자는 다음과 같다[1].

- 1) LCD 모듈의 주위 온도
- 2) LCD 모듈의 상대습도
- 3) LCD 모듈의 방사율
- 4) LCD 모듈과 IR카메라의 거리와 각도

선행 연구의 결과에서 볼 수 있듯이 상대습도와 IR카메라와 LCD모듈간의 거리와 각도에 의한 영향은 실험 장비인 Data logger, 열전대, IR카메라의 기기 오차범위 안에 있기 때문에 실험 시 유의 인자에서 제외하였다.

LCD 모니터 모듈의 실험은 가정에서 LCD 모니터가 주로 작동하는 환경인 상대습도를 50%로 고정하고 온도변화는 19~33°C로 2°C씩 변화시키며 수행하였다. Fig. 2는 CCFL의 위치에서 panel 내, 외부면의 각 주위 온도별 그래프이다. 모듈 주변의 온도가 높아짐에 따라 panel 내, 외부면의 온도가 같이 올라감을 알 수 있으며 29°C 이상에서 내, 외부면 온도 차이가 발생하게 되는 것을 알 수 있다.

#### 3.2 내부면 온도 예측식

외부면 온도를 기반으로 하여 내부면 온도를 예측하기 위한 함수를 식 (2)와 같이 정의하였다.

$$T_{inner} = f(x, y, T_{outer}, T_{air}) \quad (2)$$

여기서 x, y는 해당 위치의 좌표이다. 또한  $T_{front}$ 는 열화상 카메라로 측정된 외부면의 온도이며,  $T_{air}$ 는 LCD 주변의 온도이다. 이러한 인자들을 고려하고 다변수 회귀법 (Multiple Regression)을 사용하여 식 (3)이 유도되었다.

$$T_{inner} = a_0 \times x + a_1 \times T_{outer} + a_2 \quad (3)$$

여기서 주위온도 25°C에 해당하는 한 라인의  $a_0, a_1, a_2$ 는 각각 다음과 같다.

$$a_0 = 0.65392, a_1 = 1.611, a_2 = -24.417$$

식 (3)에서  $a_2$ 는 함수의 보정 상수이고, 식 (3)의 오차율은 평균 1.13%이며, 최대 ±6.5% 이다. 실제 측정된  $T_{inner}$ 의 온도와 식 (3)의 결과를 비교한 오차 범위 ±0.9°C에서 표준편차의 신뢰도는 84%이다.

Fig. 3은 주위 온도 25°C와 습도 50%에서 좌표 (1,1)-(9,1)의 내부면 온도를 열전대로 측정된 값과 본 연구에서 개발된 세가

지 식 (3), (4), (5)로 계산한 값과의 비교 그래프이다. 식 (3)이 가장 열전대 데이터에 근접하고 식을 일반화할수록 오차가 증가하는 경향을 Fig. 3에서 확인할 수 있다. CCFL 전극부 부분 (x=1, 9)에서 다른 부위 보다 온도가 높은 것을 알 수 있다.

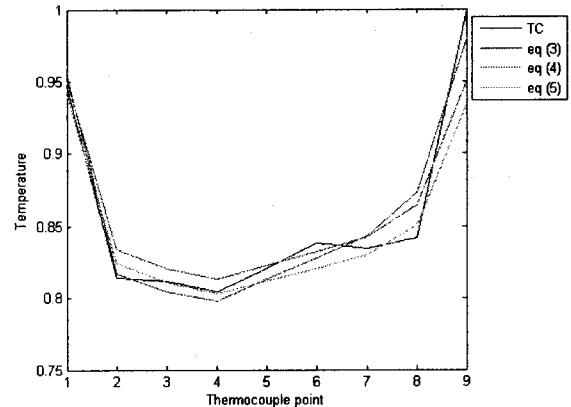


Fig. 3 Temperature variations of each equation for x=1~9, y=1

### 4. 결론

LCD 모니터의 열적 문제를 파악하기 위하여 내외부면의 온도를 열화상 카메라와 열전대를 이용하여 측정된 데이터와 LCD 주변 온도 및 습도를 기반으로 LCD 패널 내부면 온도 추정식을 유도하는 연구를 수행하여 다음의 결론을 얻었다.

(1) LCD 모듈 실험 시 주요 실험인자인 주변온도, 상대습도, 방사율, 거리 및 입사각 중 선행 연구 결과의 결론에서 밝혔듯이 상대습도와 거리 및 입사각은 실험에 미미한 영향을 주는 것으로 밝혀져 주변온도와 방사율을 주요인자로 사용하였다.

(2) Panel 외부면 온도 분포를 기반으로 하여 내부면의 온도 분포를 측정 하기 위하여 적합한 알고리즘을 사용하면 최적화된 열전대의 위치를 구할 수 있다.

(3) 실험 데이터를 기반으로 하여 다변수 회귀법(Multiple Regression)을 사용하여 내부온도 추정식을 유도하였다.

(4) 선행 연구에서 사용한 LCD TV의 Panel 내부면 온도 예측식 유도를 위한 실험 방법을 LCD 모니터에 적용하였고, 이 실험 방법으로 Panel 내부면 온도가 적절하게 나오는 것을 알 수 있었다. 이 방법은 다른 평판 디스플레이에서도 적용할 수 있을 것이라고 예상된다.

### 참고문헌

- [1] Oh, S. J., Chung, D. H., Ko, H. S., 2005, "Development of Non-contact Measurement for Temperature Inside LCD-TV", In Celebration of 60th Anniversary Proceeding of the KSME 2005 Fall Annual Meeting, pp. 13~18
- [2] Steinberg, D. S., "Cooling Techniques for Electronic Equipment", John Wiley & Son Inc, 2nd Edition, pp. 37~41.
- [3] Afrid, M. and Zebib, A., 1989, "Natural Convection Air Cooling of Heated Components Mounted on a Vertical Wall", Numer. Heat Transfer, Part A, vol. 15, pp 123~125.
- [4] House, J. M., Beckermann, C., and Smith, T.F., 1990, "Effect of Centered Conducting Body on Natural Convection Heat Transfer in an Enclosure", Numerical Heat Transfer, Vol.18 pp.210-224.