Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol.17, No.2, 1998

PC&TV 겸용모니터의 인터페이스 디자인을 위한 사용자의 색채 및 대비 지각 특성†

User's Perception Characteristics on Color and Contrast for Designing the Interface of a Combined PC and TV Monitor

정광태* · 박재희**

ABSTRACT

A combined PC and TV monitor has been developed in several companies. The characteristics of physical user interface in this monitor are likely to vary from existing monitors. Therefore, two experiments to investigate the physical interface characteristics of this monitor were conducted. The first experiment was to investigate the characteristics of color perception with monitor coating (coating vs. non-coating) and screen brightness (30fL vs. 35fL) in the PC mode. The second experiment was to investigate the characteristics of luminance contrast with monitor coating and image movement (static vs. dynamic) in the TV mode. Twenty-three subjects (male 12, female 11) were participated in this experiment.

In the first experiment, average color temperatures were obtained in all experimental conditions. There was a significant difference between coating and non-coating screen at 0.1 level. In the second experiment, average luminance contrasts were obtained in all experimental conditions. There was a significant difference between coating and non-coating screen at 0.05 level. In addition, there was a significant difference between static picture and dynamic picture at 0.1 level.

† 본 연구는 대우㈜ 모니터연구소의 협조하에 수행되었습니다.
* 한국기술교육대학교 산업디자인공학과
** 안성산업대학교 안전공학과

1. 서 론

제품 디자인에서 사용자의 여러 가지 특성을 고려함으로써 사용자가 사용하기 편리한 제품을 디자인하고자 하는 인식이 확산되면서 사용자 인터페이스 디자인(user interface design)에 대한 중요성은 점점 더 높아지고 있다. 지금까지, 사용자 인터페이스 디자인의 중요한 문제는 사용자가 사용법을 얼마나 쉽게 배우고 기억하며, 빠르게 오류 없이 쓸 수 있느냐 하는 것이었다. 이를 인지적 사용자 인터페이스 문제라고 할 수 있는데, 최근에는 감성적 인터페이스, 물리적 인터페이스 등에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히, 사용자의 물리적 인터페이스 디자인은 인간공학적 설계 원칙에 근거하는 것으로, 제품의 사용성(usability)을 높이기 위하여 제품 디자인에 있어 가장 기본적으로 고려해야 할 대상이다(박재희 등, 1997).

이러한 측면에서, 본 연구에서는 최근 여러 기업에서 개발 중인 PC와 TV 겸용으로 사용할 수 있는 모니터를 대상으로, 겸용 모니터 디자인에서 고려해야 하는 사용자의 물리적 인터페이스에 관한 몇 가지 특성을 알아보았다. 특히, 모니터와 같은 시각 표시장치(visual display)에서 색채와 화면의 대비 특성은 사용자 인터페이스 디자인에 있어 중요한 요소로 고려되고 있기 때문에, 사용자의 색채와 대비에 관한 지각 특성 및 적당한 초기 설정값을 규명하는 것은 모니터의 설계에 있어 중요한 문제이다.

일반적으로, 색채 지각에 대한 특성은 민족, 국가별로 다른 것으로 알려져 있다(김공주, 1991). 하지만, 아직까지 우리나라 국민들이 선호하는 평균 색온도나 여러 요인들에 따른 색채 지각의 특성, 그리고 화면 대비에 대한 특성들이 명확히 규명되지 않고 있는 상태이다. 또한, PC와 TV 겸용 모니터에서 이들의 특성은 기존 모니터와는 다를 것이기 때문에, 이들 특성을 규명하여 디자인에 반영하는 것은 모니터의 사용자 인터페이스를 개선하는 측면에서 중요한 문제이다.

2. PC 모드에서 사용자의 색채 지각 특성

본 연구에서는 PC와 TV 겸용 모니터의 PC 모드에서 모니터의 코팅 유무와 화면의 밝기(brightness)에 따라 사용자들이 적당하다고 생각하는 색온도(color temperature)를 측정하였고, 또한 이들 요인의 변화에 따른 사용자들의 색채 지각 특성을 알아보았다.

본 연구에서 사용한 PC와 TV 겸용 모니터는 모니터 후면에 부착되어 있는 레버에 의하여 모드가 변환된다. PC와 TV겸용 모니터는 아직도 개발 중에 있기 때문에, 그 구체적인 인터페이스나 사용환경 등에 대해 단정적으로 언급하기는 힘들 것 같다. 하지만, 현재의 시스템에서는 사용성(usability) 측면에서의 문제점으로 제기될 수 있는 모드의 변환 방법이나 모니터의 환경 설정 상의 비효율성 (본 연구에 사용된 시스템에서는 별도의 조작판을 모니터에 연결하여 모니터 환경을 설정하였다) 등은 앞으로 충분히 개선될 수 있으리라 생각한다.

2.1 색온도

색온도는 빛의 색채 품질을 나타내기 위하여 자주 사용된다. 모든 물체는 가열될 때 색이 변화하게 되는데, 온도가 높을 수록 변화는 더 크다. 온도가 낮아질 수록 색상은 노란색과 빨간색 계통이 되고 온도가 높아질 수록 빛은 파란색을 띠게 된다. 색온도는 켈빈도(Degrees Kelvin)로 알려진 단위로 측정된다(Peter, 1991). 일반적으로, CRT에서 사용자들이 선호하는 색온도의 측정은 흰색을 기준(White balance)으로 측정된다. 즉, 사용

자들에게 가장 흰색이라고 생각하는 화면이 될 때까지 화면을 조정하게 한 후, 그때의 색온도를 측정한다. 따라서, 본 연구에서도 이러한 방법을 통하여 색온도를 측정하였다.

색온도에 대한 기준은 컴퓨터나 TV 표시장치로부터 방출된 색상을 정의하기 위한 표준을 제공한다. 참고로, TV에 대한 유럽 표준은 6500K이고, 컴퓨터 모니터에 대한 일반적 표준은 9300K이다. 하지만, 우리나라에서의 표준 색온도는 설정되어 있지 않다. CRT 형태의 표시장치에 대한 색온도는 모니터의 웜업, 주변의 빛, 튜브의 연령에 따라 변한다. 따라서, CRT 표시장치를 하나의 색온도로 표현하는 것은 어렵다. 하지만, 모니터 출하시의 초기 색온도를 표준값으로 설정하여 줌으로써 사용자들의 사용편의성을 높일 수 있다.

2.2 실험 방법

White balance를 설정할 때, 실험환경에서의 조명은 중요한 영향요소가 된다. 따라서, 조명의 종류가 무엇이고, 각 실험조건에서 조명수준을 얼마나 동일하게 유지하느냐는 실험 결과에 중요한 영향을 준다. 따라서, 본 연구에서는 실험환경에서의 조명수준을 450lux로 일정하게 유지하였으며, 실험에 사용된 조명의 종류는 형광등이었다. 형광등을 사용한 이유는 모니터의 일반적인 사용환경에서 조명의 종류로 주로 형광등을 사용하기 때문이다.

본 실험에서는 총 23명의 피실험자들이 실험에 참여하였다. 23명 중 여자는 11명 (평균 연령 20.9세), 남자는 12명 (평균연령 23.8세)이었다. 실험을 수행하기 전에 피실험자들은 실험의 구체적인 방법을 숙지하였으며, 또한 실험방법이나 획득된 데이터의 타당성 여부를 조사하기 위하여 본실험을 수행하기 전에 몇명의 피실험자에 대해서 간단한 예비실험을 수행하였다.

본 실험에서 독립변수로 선정된 요인은 모니터의 코팅(유 vs 무: 2수준)과 화면밝기 (30fL vs 35fL: 2수준)이다. 여기서, 화면의 밝기를 독립변수로 선정한 것은 일반적으로 화면의 밝기 정도에 따라서 선호되는 색온도가 달라질 수도 있다는 예상 때문이었다. 그리고 그 수준을 30fL과 35fL의 두 수준으로 한 것은 이 값들이 화면 조절판의 밝기 조절 레버로 쉽게 조작될 수 있고, 또 어느 정도 어둡다고 생각되는 밝기와 어느 정도 밝다고 생각되는 밝기이기 때문이다.

그리고, 측정 변수(종속변수)는 설정된 화면에서의 색좌표 (x,y)이다. 여기서, (x, y)는 빛의 삼원색인 R(Red), G(Green), B(Blue)의 상대적인 비

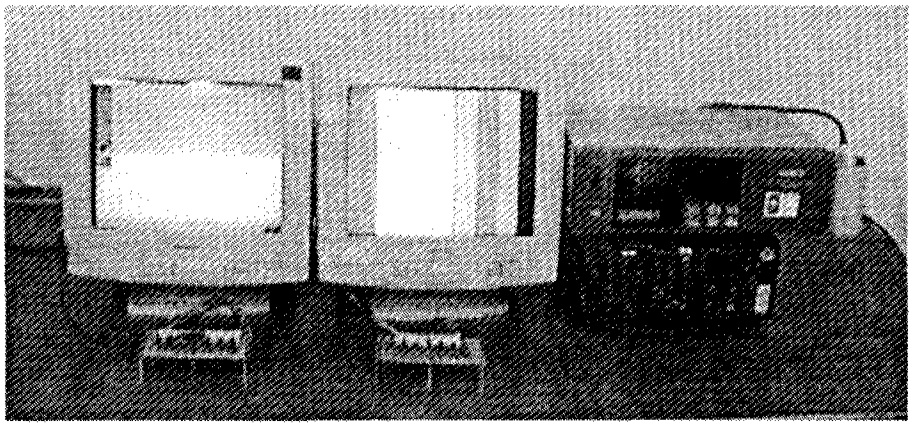

그림 1.
실험 장치 구성

울로서 정의된 값들이다. 물론, 이 값들은 후에 분석을 위하여 색온도로 변환되었다. 색좌표의 값은 색채 측정 장비를 이용하여 모니터의 중앙에서 측정되었다.

사용된 색채 측정 장비는 미놀타 사의 CRT color analyzer (CA-100)였다. 그리고, 실험에 사용된 모니터는 대우(주)에서 생산을 계획하고 있는 PC&TV 겸용 모니터였다. 그림 1은 CRT color analyzer, 모니터 2개 (코팅된 것과 코팅 안된 것), TV generator로 구성된 실험장치이다.

실험절차는 다음과 같다. 먼저, 실험자는 모니터의 모드를 PC모드로 설정한 후, 모니터를 컴퓨터에 연결한 후 Photoshop 4.0을 실행하여 화면 전체에 흰색을 띄운다. 그때, 피실험자는 Red와 Green 조정바를 상하로 움직이면서 모니터의 색상이 흰색이라고 생각할 때까지 화면을 조정한다. 조정이 끝났으면 실험자는 화면의 중앙에서 색좌표 측정기를 이용하여 설정된 색상에 대한 (x,y) 값을 측정한다. 그리고 이상의 절차를 모든 실험 조건에 대하여 반복한다.

2.3 결과

실험데이터의 분석을 위하여 통계 패키지 SAS를 사용하였다. 본 실험에서 측정된 데이터가 색좌표 (x,y)이기 때문에 분석을 위하여 색온도로 변환되었다. 실험 데이터에 대해 기초 통계 분석과 분산 분석(Analysis of Variance; ANOVA)이 수행되었고, 기초 통계 분석을 통하여 각 실험 조건에서의 평균 색온도(또는 색좌표)와 표준편차 등이 제시되었으며, 분산분석을 통하여 특정한 요인이 색온도(또는 색좌표)에 영향을 주는지의 여부를 규명하였다.

그림 2는 PC 모드에서 모니터의 코팅 유무와 화면 밝기에 따른 색온도의 평균에 대한 그래프이고, 표 1은 최대값, 최소값, 평균, 표준편차들을 나타낸다. 일반적으로는 각각의 조건에서 8000K 내외의 색온도를 나타내고 있고, 이 수치는 9300K인 유럽의 표준 색온도 보다 작음을 알 수 있다. 물론, 본 실험에 참여한 피실험자의 수가 많다고는 볼 수 없고, 또한 우리나라 국민 전체를 대표하는 표본도 아니기 때문에, 이 결과 자체로 우리나라 국민들이 선호하는 색온도가 유럽의 표준과 다르다고 확정적으로 이야기 할 수는 없다. 하지만, 본 실험의 결과는 민족이나 국가마다 선호하는 색온도가 다르다는 일반적 가설과 다르지 않음을 보이고 있다. 또한, 결과를 보면 모니터가 코팅된 경우가 코팅되지 않은 경우보다 더 높은 색온도를 나타내고 있음을 알 수 있다.

표 2는 모니터의 코팅 유무와 화면 밝기에 따라 설정된 흰색 화면의 색온도에 차이가 있는지의 여부를 알아보기 위하여 측정된 데이터를 분산 분석한 결과이다. 분석결과를 보면 모니터의 코팅 유무만이 유의수준 0.1에서 흰색 화면 설정의 색온도에 영향을 줌을 알 수 있다. 따라서, PC모드에 대한 설계에서 모니터의 코팅 유무에 따라 초기의 색온도 설정값이 달라야 할 것이다.

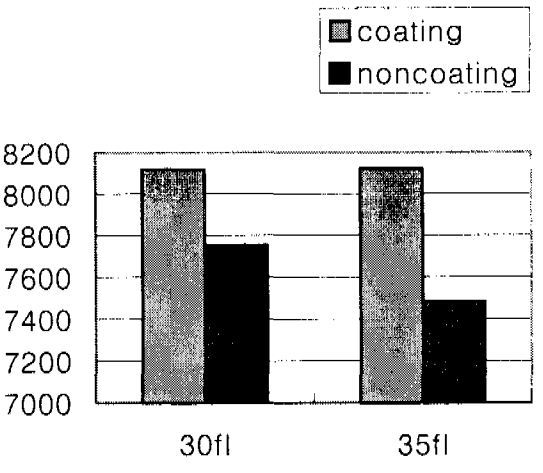

그림 2. 흰색 화면 설정의 색온도

표 1. 흰색화면 설정의 색온도 평균

코 팅	밝 기	관측치	최 소	최 대	평 균	표준편차
Coating	30fL	23	6680.8	11175.0	8117.26	1116.01
	35fL	23	6314.0	11615.0	8120.26	1190.23
Non-coating	30fL	23	5330.0	11723.0	7753.61	1829.33
	35fL	23	5448.0	9905.0	7484.30	1368.63

표 2. 분 산 분 석 표

Source	DF	ANOVA SS	Mean Square	F-value	Pr>F
코팅유무	1	5745500.880	5745500.880	2.92	0.0912*
화면밝기	1	407778.533	407778.533	0.21	0.6503
코팅*밝기	1	426360.533	426360.533	0.22	0.6430
Error	88	173398493.217	1970437.423		

* significant at 0.1 level, ** significant at 0.05 level

3. TV 모드에서의 화면의 광도 대비 특성

본 연구에서는 PC와 TV겸용 모니터의 TV 모드에서 모니터의 코팅 유무와 영상의 움직임 여부에 따라 사용자들이 선호하는 화면의 광도 대비(luminance contrast)를 측정하였고, 이들 요인에 따른 사용자들의 화면 밝기 지각 특성을 알아보았다.

3.1 광도 대비 (luminance contrast)

모니터에 표시되는 이미지나 문자, 그리고 기호의 밝기는 그것이 표시되는 배경의 밝기와 적당한 대비를 가져야만 사용자가 명확하게 그 정보를 인식할 수 있다. 대비는 보통 표적(또는 영상)의 광도와 배경의 광도 차를 나타내는 척도로 다음 공식에 의하여 계산된다(박경수, 1992).

$$\text{대비}(\%) = \frac{\text{배경광도} - \text{표적광도}}{\text{배경광도}} \times 100$$

표적이 배경보다 어두울 경우에는 대비가 +100%에서 0 사이의 값을 가지며, 표적이 배경보다 밝을 경우에는 0에서 - ∞사이의 값을 갖게 된다.

3.2 실험 방법

기본적인 실험 방법은 2절과 동일하다. 본 실험에서 독립변수로 선정된 요인은 모니터의 코팅(유 vs 무: 2수준)과 화면 움직임 (동적 vs 정적: 2수준)이다. 그리고 측정 변수(종속변수)는 설정된 화면에서의 배경에 대한 화면 밝기와 영상에 대한 화면 밝기이다. 구체적인 실험절차는 다음과 같다.

실험을 시작하기 전에 실험자는 게임기를 모니터에 연결하고 게임의 한 장면을 화면에 띄우고

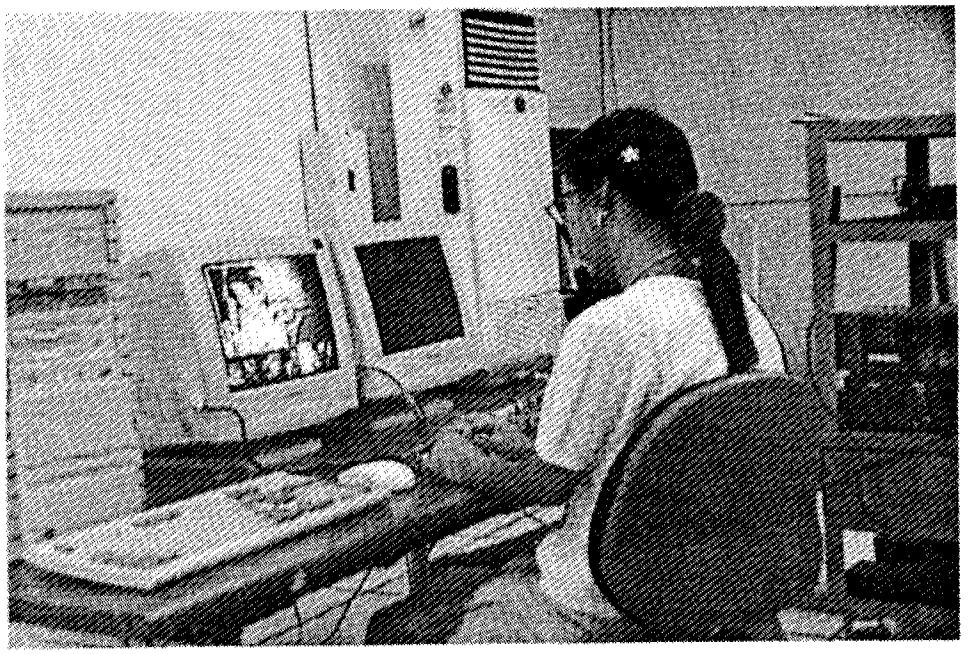

그림 3.
밝기 인식
실험 장면

(정지화면), brightness bar와 contrast bar를 일정한 위치(조절 범위의 제일 어두운 곳)에 위치시켰다. 그 후, 피실험자는 화면의 밝기가 적당할 때까지 brightness bar와 contrast bar를 조정한다. 조정이 끝났으면, 실험자는 게임기를 빼고 모니터를 TV generator에 연결한 후, 배경(아무것도 띄우지 않은 상태)에 대한 brightness를 측정하고, 화면에 흰색 (TV generator에 해당 버튼 있음)을 띄운 후 brightness를 측정한다.

실험자는 화면에서의 장면을 동적 화면으로 바꾸고, 정지화면에서의 실험과 동일하게 brightness bar와 contrast bar를 일정한 위치(제일 어두운 곳)에 위치시켰다. 그리고, 피실험자는 화면의 밝기가 적당할 때까지 brightness bar와 contrast bar를 조정한다. 조정이 끝났으면, 실험자는 게임기를 빼고 모니터를 TV generator에 연결한 후, 배경(아무것도 띄우지 않은 상태)에 대한 brightness를 측정하고, 화면에 흰색 (TV generator에 해당 버튼 있음)을 띄운 후 brightness를 측정한다. 이상의 과정을 모든 실험조건에 대해 반복한다. 그림 3은 실험장면을 나타낸다.

3.3 결과

그림 4와 표 3은 TV 모드에서 적당한 화면 밝기 설정에 대한 평균 대비 값을 나타낸다. 결과들이 음의 값을 갖는 이유는 배경보다 영상의 광도

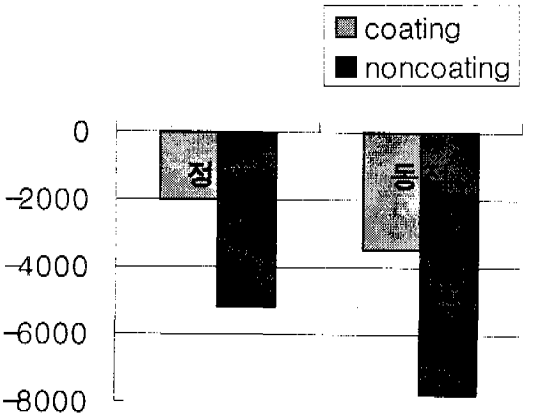

그림 4. 화면 밝기 설정의 평균 대비(contrast)

표 3. 화면 밝기 설정의 평균 대비

코 팅	움 직 임	관측치	최 소	최 대	평 균	표준편차
Coating	정적화면	23	-7618.0	-581.0	-2026.22	1799.49
	동적화면	23	-8165.0	-622.0	-3479.65	2388.52
Non-coating	정적화면	23	-20967.0	-1005.0	-5159.57	5017.45
	동적화면	23	-41400.0	-1069.0	-7770.17	9649.73

표 4. 분 산 분 석 표

Source	DF	ANOVA SS	Mean Square	F-value	Pr>F
코팅유무	1	316904576.1	316904576.1	9.96	0.0022**
화면움직임	1	94969584.0	94969584.0	2.99	0.0875*
코팅*움직임	1	7699545.9	7699545.9	0.24	0.6239
Error	88	2799175864.1	31808816.6		

* significant at 0.1 level, ** significant at 0.05 level

가 밝기 때문이다. 결과를 보면, 정적 화면 보다 동적 화면에서의 대비가 더 크다 (즉, 더 큰 음의 값을 갖는다). 이것은 정적 화면에서 보다 동적 화면에서 모니터의 밝기가 더 밝게 설정되어야 사람들이 적당하다고 인식한다는 일반적 사실에 부합된다. 또한, 모니터가 코딩된 경우보다 코팅되지 않은 경우의 대비가 더 큰 것을 알 수 있다.

표 4는 모니터의 코팅 유무와 영상의 움직임 여부에 따라 대비값에 차이가 있는지를 알아보기 위한 분산분석표이다. 결과를 보면, 모니터의 코팅 유무는 유의수준 0.05에서 피실험자들이 적당하다고 인식하는 밝기에 대한 대비값에 영향을 주었고, 영상의 움직임 여부는 유의수준 0.1에서 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 하지만 두 요인의 상호작용은 없었다.

4. 결 론

본 연구에서는 사용자의 물리적 인터페이스 디자인에서 중요한 요소로 고려되는 색채와 화면의 광도 대비(lluminance contrast)에 대한 몇가지 특성을 PC와 TV 겸용 모니터를 대상으로 알아보았다. 모니터에서 구현되는 색채나 밝기의 여러 가지 조건들이 인간에서 적합하게 설정된다면, 추가적인 색채나 밝기의 조정이 줄어들 것이고, 그것은 결국 제품과 사용자간의 인터페이스에 있어서 사용 편의성(usability)을 높여주는 결과가 될 것이다.

사실, 모니터에서 구현되는 색채와 화면 대비는 모니터를 설계하는 과정에 있어 중요한 고려대상이다. 특히, 최근에 개발되고 있는 PC와 TV 겸용 모니터는 기존의 모니터와는 다른 여러 가지 특성

들이 있기 때문에, 기존의 모니터에서 연구된 결과들을 그대로 적용할 수는 없다.

본 연구의 분석결과를 보면, PC 모드에서 피실험자들이 선호하는 색온도 평균은 유럽 표준과 많은 차이가 나고 있음을 알 수 있다. 이러한 사실은 우리나라 국민들이 선호하는 색온도가 유럽 표준과는 다른 것이라는 가설을 뒷받침한다. 하지만, 이 결과로부터 우리나라 국민들이 선호하는 표준 색온도가 유럽 표준과 다르다고 결론 짓는 것은 무리가 있을 것이다. 그러한 결론을 내리기에는 피실험자 집단이 너무 국한되어 있고 또한, 그 수가 많지 않기 때문이다. 그러한 문제에 대한 결론을 내리기 위해서는 좀 더 많은 다양한 피실험자들을 대상으로 실험을 수행하는 것이 필요하다. 그리고, 모니터의 코팅 유무는 피실험자들이 선호하는 색온도에 영향을 줌을 알 수 있다. 이러한 사실은 판매될 모니터의 화면이 코팅되었는가 그렇지 않은가에 따라 각각 적당한 색온도로 모니터의 초기 상태가 설정되어야 한다는 것을 뒷받침한다.

화면의 대비는 화면에 제시되는 문자나 영상의 인식에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 대비가 좋지 않은 하면은 필요한 정보의 지각에 있어 독해성(legibility)을 떨어뜨리고, 생리적 측면에서도 나쁜 영향을 줄 수 있다. 화면 대비에 대한 실험의 분석결과를 보면, 모니터의 코팅 유무와 화면의 움직임은 사용자들이 적당하다고 생각하는 화면 대비에 많은 영향을 주는 것으로 밝혀졌다. 물론, 이러한 특성들을 모니터 설계에 반영함으로써 제품의 사용성 및 제품에 대한 사용자의 만족감을 높여줄 수 있을 것이다.

이상의 연구외에 PC와 TV 겸용 모니터의 각모드에서 색채와 대비에 대한 물리적 특성을 찾아내고, 이들을 비교 · 분석하여 각 모드에서의 적절한 설정치를 제공하는 것도 모니터 설계에 있어 중요한 문제이다. 이러한 경우, 겸용 모니터의 각 모드에서 동일한 독립변수와 종속변수를 선정하여 실험을 수행해야 할 것이다. 본 연구에서는 이 과제를 추후 연구로 계획중이다.

참 고 문 헌

[1] 김공주, 색채과학, 대광서림, 1991.

[2] 박경수, 인간공학, 영지문화사, 19923

[3] 박재희 외 6인, 사용자 인터페이스 디자인을 위한 프로토타이핑 기술개발과 디자인 평가시스템 구축 (1차년도), 통상산업부 공업기반기술 개발사업 1차년도 보고서, 1997.

[4] Gould, J., "Visual Factors in the Design of computer-controlled CRT Displays", Human Factors, vol.10, no.4, 1968.

[5] Peter Gouras, The Perception of Color, McMillan Press, 1991.

[6] American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations, American National Standards Institute, 1988.

[7] Ergonomic requirements for office work with visual display (VDTs) - Part 8. Requirements for displayed colors, ISO /FDIS 9241-8, 1997.