

소비자의 안전 및 제품에 대한 요구를 고려한 CRT의 개발방향

- CRT Development Strategy based on Customers'
Safety and Requirements -

장 성 호 *

Chang Sung-Ho

김 상 호 *

Kim Sang-Ho

Abstract

In the era of digital technology, display device is the one of the important interface tool to communicate and transmit the information. Among the various display devices, CRT is the most popular one. Even though the CRT has many advantages comparing to other devices, it is faced to overcome its a few disadvantages especially in volume, shape and price, etc. In this paper, we try to show the development strategy of CRT corresponding with flat displays in the view point of ergonomics.

1. 서론

디지털 시대에 있어서 여러 종류의 표시장치(display device)가 소비자에게 제공되고 있다. 표시장치는 정보를 교환하고 대화를 하는데 있어서 꼭 필요한 중간매체로써 그 중에서도 음극선관(CRT)은 일반에게 제일 많이 알려져 있고 또한 가장 많이 쓰이고

* 금오공과대학교 산업시스템공학과

있는 시각표시장치이다. 물론 새로운 기술에 의하여 여러 가지의 시각표시장치가 제공되고는 있지만 이들이 정말 소비자의 안전과 요구사항을 만족시키고 있는지에 대한 검증은 없었다.

따라서 본 논문에서는 가장 보편화되어 있는 음극선관과 새로운 시각표시장치들 간에 대한 비교를 통하여 음극선관의 앞으로의 개발방향을 제시하고자 한다.

2. 음극선관 기술의 역사

음극선관의 특성을 파악하기 위하여 우선 음극선관의 기술역사를 보도록 하자.

음극선관의 가장 기본적인 기술은 17세기후반의 전자의 존재에 대한 발견과 진공기술 및 형광체의 발명이라고 할 수 있다. 이후 음극선에 대한 다양한 특성이 발견된 후, 1897년에 Farl F. Braun에 의하여 최초의 음극선관이 발명되었다. 20세기 초 음극선관은 양산체제로 들어갔다. 초기의 음극선관은 단지 흑백표시만이 가능했지만 이는 당시의 청각표시세대에는 가히 혁명이라 할 수 있었다. 다시 말하면 음극선관이 나오기 전까지는 원거리의 대화에 쓰이는 표시장치는 청각표시장치 뿐이었기 때문이다.

1950년대 초기의 컬러 음극선관의 출시는 시각표시장치에 커다란 파장을 일으켰다. 이러한 컬러 기술에 근거하여 오늘날까지 여러 종류의 음극선관이 개발되었다. 따라서 새로운 종류의 시각표시장치가, 예를 들면 PDP, TFT-LCD, EL 및 FED 등이 나오기 전까지는 대부분의 소비자는 현재의 음극선관에 대하여 만족하며 사용하여 왔다. 하지만 이제 음극선관은 새로운 시각표시장치, 소위 평면표시장치라 하는 것에 대하여 도전을 받고 있다. 그렇다면 어떠한 종류의 음극선관이 개발되어야 이에 대응할 수 있을 것인가.

먼저 음극선관의 장점과 단점에 대하여 다음 장에서 알아보도록 하자. 이 후 과연 소비자가 원하는 사양이 무엇인지를 그 다음 장에서 보고 마지막으로 음극선관의 개발 방향에 대하여 보도록 하자.

3. 음극선관의 장점과 단점

이 장에서는 다른 시각표시장치와 비교하여 음극선관의 장점과 단점을 알아보도록 하자.

먼저 화면 밝기에 대하여 보도록 하자. 이는 음극선관의 장점으로서 PDP나 TFT-LCD와 비교하여 가장 밝다고 할 수 있다. 물론 현재 개발단계에 있는 EL이나 FED가 음극선과 비슷한 수준의 밝기를 가진다고 하나 아직 개발단계이기 때문에 여기에서는 고려하지 않았다. 소비자들의 요구가 점점 더 밝은 화면을 요구하고 있으며

로 밝기는 우리가 고려하여야 할 주요한 인자 중의 하나라 할 수 있다.

다음으로 소비전력 면에서 보면 LCD가 가장 저 전력이라 할 수 있으며, PDP가 가장 많은 것으로 알려져 있다. 물론 음극선관도 적은 소비전력은 아니나 PDP에 비하면 적다고 할 수 있다. 해상도 측면에서는 대부분의 표시장치가 비슷한 수준이기 때문에 장단점을 가리기에는 무리가 있다.

음극선관의 가장 큰 장점으로 들 수 있는 것은 시야각과 가격이라 할 수 있다. 현재 양산되어 판매되고 있는 표시장치 중 가장 큰 시야각을 가지는 것이 음극선관이며, 또한 품질 대비 가장 싼 가격을 유지하고 있는 것도 음극선관이다. 물론 TFT-LCD의 가격이 많이 내려 음극선관의 가격 격차가 많이 줄어들었지만 아직은 음극선관보다는 비싸다고 할 수 있다.

한편 음극선관의 가장 큰 단점으로 볼 수 있는 것은 부피와 무게라 할 수 있다. 하지만 이 또한 화면 크기 및 가격을 동시에 고려해 볼 만한 사항이다. 더 많은 인자들이 있지만 이 들을 개략적으로 요약하면 다음의 표1과 같다.

<표 1> 시각표시장치들의 장점 및 단점

구분	CRT	TFT-LCD	PDP
장점	고화질 고휘도 고해상도 저가격 고속응답 시야각우수	고화질 고해상도 경량/박형 저전력	대화면 고속응답 구조간단 고화질
단점	소비전력 무게/부피	밝기 시야각 저속응답 대형화	저해상도 소비전력 고가격 고전압구동
생산단계	양산	양산	양산초기

다음 장에서는 어떠한 특성과 어떠한 종류의 표시장치를 소비자가 정말 원하는 가를 살펴보도록 하자.

4. 인간공학적 측면

이 장에서는 음극선관과 다른 표시장치를 사용할 경우에 있어서 나타나는 음극선관의 특성과 사용자의 선호도에 대하여 보도록 하자.

4.1 전면의 형상 (Face Shape)

음극선관의 초기 개발단계에서는 기술적인 문제로 인하여 전면의 형태는 볼록 형상을 가졌다. 하지만 대부분의 사용자들은 자연형상인 종이와 같은 평면표시를 원하였다. 왜냐하면 컴퓨터가 현대사회에 있어 필수적인 정보 기기로 자리 매김 하면서 작업장과 사무실은 물론 일반 가정에 이르기까지 거의 모든 환경에서 컴퓨터의 사용이 일반화되어 가고 있으며 이에 따라 작업과정에서 컴퓨터 출력장치인 시각표시장치를 사용하는 경우가 과거에 비해 크게 늘어가는 실정이다. 특히 통신과 인터넷의 기술이 발달함에 따라 사용자 연령층이 다양해지고 컴퓨터의 사용 시간도 증가하고 있다. 이에 따라 시각표시장치를 장시간 사용하였을 경우에 나타날 수 있는 시각적 불편함이나 작업성 등에 대한 평가가 필요하다.

이에 기존의 전면이 볼록한 형상의 음극선관과 기술의 발달로 인한 평면형상의 음극선관의 차이를 보고자 실험을 하였다[1]. 피실험자들이 수행한 CRT작업은 화면 상단에 제시된 5개의 단어를 아래 주 화면에서 찾아내는 작업이다. 찾아낸 단어는 대상 셀(Cell)에서 마우스로 클릭을 두 번 하거나 엔터키를 눌러 선택하면 '★'표시가 된다. 단어를 잘 못 찾았을 때는 해당 셀에서 다시 마우스를 두 번 클릭하거나 엔터키를 누르면 되는데 수행결과로 오답 수에 추가된다. 주어진 5개의 단어를 모두 찾으면 화면 아래 오른쪽 부분의 'NEXT'를 누르고 다음 화면으로 넘어간다. 이러한 작업을 2시간 동안 수행하는데 바로 전 화면에서 수행한 결과는 화면 아래 왼쪽 부분에 제시되어 작업의 능률을 높이고 작업에 집중할 수 있도록 하였다.

제시되는 5개의 단어는 한글단어로 2~4음절로 구성되어 있으며 주 화면에 제시된 단어의 수는 200개로 화면 상단에서 하단까지 전체를 모두 눈으로 찾아보아야 한다. 찾아야 하는 단어는 200개의 단어에서 0~5개 존재하게 하여 한 화면을 여러 번 반복적으로 Scanning하게 하여 안피로를 발생하게 하였다. 단어의 크기는 '12'이고 폰트는 굴림체를 사용하였다.

2시간 동안의 작업이 끝나면 프로그램은 자동적으로 종료하게 되어 있고 한 화면 당 수행시간(화면 당 소요된 작업시간)과 오답수의 수행 결과는 파일에 저장이 된다.

실험에 참여한 피실험자는 안과의 안기능 검진을 통해 정상인 사람 혹은 실험에 지장이 없는 사람을 선정하였고 CRT의 편평도 차이 이외에 기타 실험 조건을 동일하게 유지하기 위해 최대한 노력하였고 실험환경은 CRT작업의 권장기준에 맞추어 이상적인 형태로 Setting하였다. 다음은 주 실험화면(그림 1)이다.

분류	대상	수색전	고조선	목적					
법정	집신	물량	연기자	기차	포플러	대학교	병자호란	출입문	풍경화
삼일천하	서비스	컴퓨터	백제	국도	질투	이념	개발	시민전쟁	의사당
주방장	공항	거문고	창외대	추진	피아노	안락의자	정책	독립운동	성장
통제	간접자본	발표회	집신	임진왜란	태평양	자립	거인	기차	위화도
편중	선반	전화국	건설	요소	유학	대학원	테니스	공업	경제발전
지속	운동화	사랑	발표회	통일원	면중	비중	유도	연예인	정책
포플러	생산재	호출기	차전놀이	통일원	기간	거북선	공익	전차	정책
정두	바이올린	철새	중공업	태권도	목표	자본주의	피아노	박사	배구
콘서트	요소	명가	금속공업	양탄자	문단	문단	성과	포플러	음악
조정	역기	문단	방울	연기자	보고서	비행기	경제발전	고려	임시정부
고조선	의사당	태평양	문아	책상	간접자본	성과	역기	평가	거문고
무식돌	가람	기숙사	적극적	시장	조정	테니스	호수	수족관	방울
전망	구두	유학	유학	불고기	차전놀이	임오군란	이탈리아	고려	갯나무
방울	태권도	인상차	별장	전망	중대	기계	물량	해수욕장	도덕적
구두	역기	수요	청외대	방송국	연예인	갑신정변	제조업	머리카락	질투
매점	서비스	호출기	병자호란	자가용	목표	주방장	시민전쟁	목표	성장
도시가스	공익	마이너스	대서양	검문소	인구	농악	법정	농악	호수
하투살이	지중해	경제력	공업	자본주의	갯나무	연기자	보고서	갈매기	어업
성과	생산재	주체	전문가	고등학교	사랑	석유	갈매기	대금	경찰서
식당	철새	국회의원	열대어	선반	고려	기차	결과	사회주의	갈매기

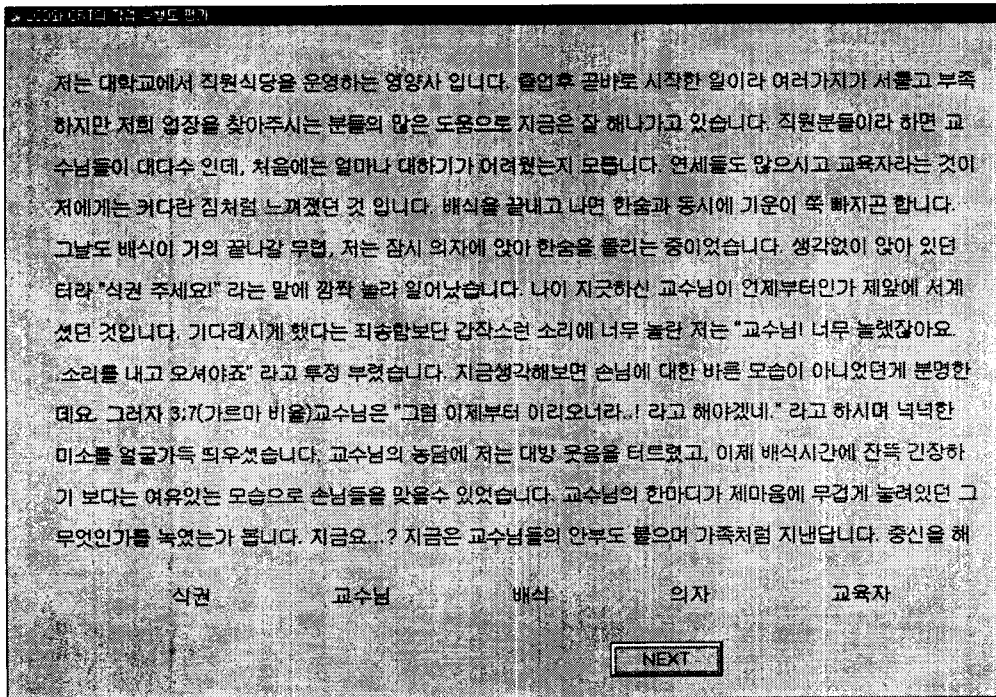
<그림 1> 주 실험화면

실험의 결과를 보면 평면CRT는 종이와 같이 보이며 또한 코너부위에서의 화면왜곡현상이 없기 때문에 CRT작업을 하는데 있어서 기존의 CRT에 비해 작업수행에 있어서 평균 능력이 우월하게 나타났다. 따라서 데이터베이스의 탐색이나 CAD 작업과 같은 정밀한 작업이 요구되는 환경 하에서는 평면CRT의 사용이 작업수행능력을 향상시키리라 예상된다.

다음으로는 같은 평면형상을 가지는 TFT-LCD와 평면 CRT와의 비교에 대한 실험을 하였다. 이 실험은 시각표시장치가 보편화된 시점에서 사용상의 유해성 여부나 기타 시각표시장치와의 성능차이를 논하는 것보다는 다양한 제품특성에 따른 성능과 관련한 정보를 사용자들에게 제공하기 위한 목적으로 실행하였다[2].

이러한 실험은 기존의 연구자들[3,4]에 의하여 수행된 바가 있으나, 기 실험에서는 두 표시장치의 광학적 특성이 제대로 반영되어 있지 않아 그 결과를 그대로 사용하기에는 무리가 있을 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 되도록 광학적 특성을 일치시켜 표시장치의 일관성을 유지하도록 하였다. 또한 기존의 실험은 단순하게 영문 대문자 'E' 와 'F'를 찾는 작업을 수행하였으나, 본 실험은 서로 다른 작업에 따른 작업성을 보기 위해 두 종류의 작업을 선정하였다.

다음의 화면(그림 2)은 두 작업 중에서 단어를 검색하는 화면이다.

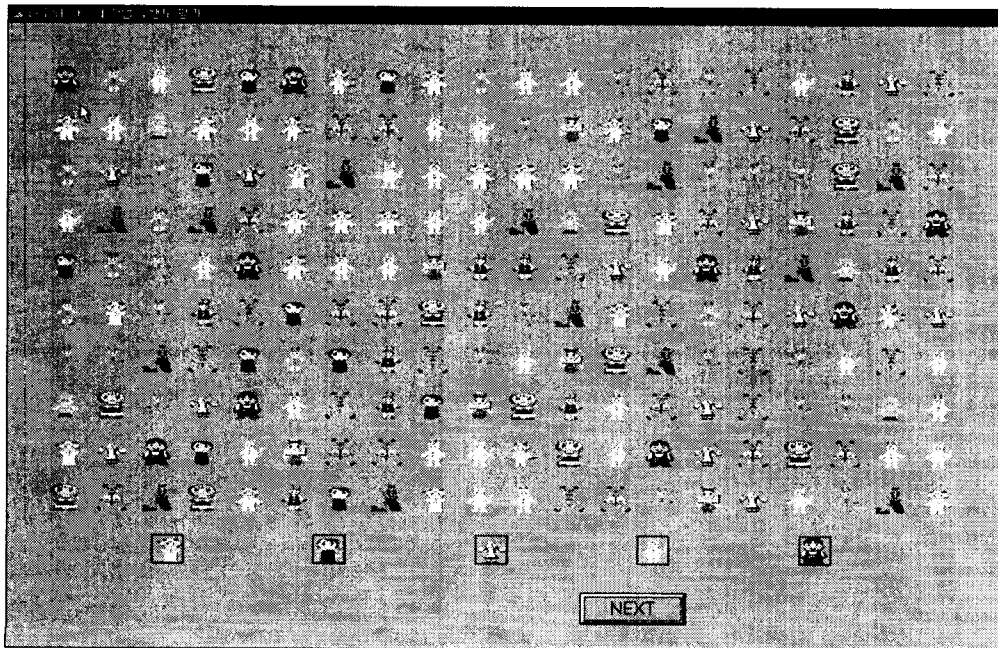


<그림 2> 단어검색화면

두 번째 작업으로 icon 검색작업을 수행하였다. 결과에 대한 분석은 앞의 실험과 마찬가지로 수행시간, 정답율 및 오보율로 관정을 하였다

실험결과 TFT-LCD가 CRT에 비하여 조금 나은 듯한 경향을 보였다. 하지만 그 차이는 무시할 정도로 미미하였으며, 그 원인으로 icon 검색작업부하에 의한 것으로 추정되었다.

따라서 이를 검증하기 위하여 icon 검색작업의 부하를 조금 가중시킨 실험을 실시하였다. 실험결과 여러 가지 면에서 CRT가 TFT-LCD보다 조금 낫다고 결과가 나타났다. 이 두 실험의 결과를 요약하면 CRT와 TFT-LCD는 작업의 종류와 작업환경(조도수준)에 따라 서로 다른 특성을 나타낸다고 할 수 있다. 즉, 다른 말로 하면 작업의 특성에 따라 서로 다른 표시장치를 사용하는 것이 좋다는 말이다. 다음의 두 그림은 작업 부하가 서로 다른 icon 검색작업화면이다(그림 3).



<그림 3> icon 검색화면

두 번째 실험결과를 표로 정리하여보면 다음과 같다(표 2).

<표 2> 두 번째 실험결과

수행도			Text	Icon
수행시간	Device 종류	경향	CRT < LCD	CRT < LCD
		P-value	0.230	0.000
	조도수준	경향	Low < High	Low < High
		P-value	0.670	0.101
정답율	Device 종류	경향	CRT < LCD	CRT > LCD
		P-value	0.440	0.026
	조도수준	경향	Low > High	Low < High
		P-value	0.408	0.051
오보율	Device 종류	경향	CRT > LCD	CRT < LCD
		P-value	0.432	0.116
	조도수준	경향	Low > High	Low > High
		P-value	0.447	0.118

4.2 색상(Color)

물론 대부분의 표시장치가 실제 색상을 다 표현하고자 하지만, CRT가 현재로서는 가장 넓은 색상범위를 표현한다고 할 수 있다. 하지만 CRT도 인간의 시각이 감지하는 정도의 색상범위를 전부 표현하지는 못하고 있다. 인터넷과 e-business의 사용이 증가하면서 시각표시장치를 이용한 거래 또한 증가하고 있다. 이러한 경우 대부분의 소비자는 시각표시장치에서 본 색상과 실제 인간이 보는 색상이 다른 경우 그에 대한 불만이 표출될 것은 당연한 일이다. 따라서 대부분의 시각표시장치 제조업체는 인간이 감지할 수 없는 색상차이의 임계점에 이르는 색상을 표현할 수가 있어야 한다. 이를 위하여는 새로운 형광체의 개발과 자연색의 재현을 위한 연구가 뒤따라야 한다.

4.3 부피와 무게

컴퓨터 관련 작업이 늘어나면서 대부분의 사용자가 느끼는 문제는 작업공간의 확보이다. 이러한 면에서 볼 때 CRT의 부피는 최대의 단점으로 꼽히고 있다. 따라서 대부분

의 CRT 제조업체는 최대한으로 부피를 줄이기 위하여 새로운 CRT의 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 하지만 부피는 무게와도 연관성이 있는 요인으로 다음의 무게 문제에서 그 대체 방안을 찾을 수도 있다.

부피와 더불어 CRT의 무게는 또 하나의 최대 단점으로 지적되고 있다. 제품 자체만의 무게만으로 CRT와 TFT-LCD 및 PDP와 비교하면 당연히 단점으로 지적될 수 밖에 없다. 하지만 실제 제품의 사용에 있어서의 경우를 비교하여보자. 이 경우 CRT는 부피나 무게의 어느 면에서도 TFT-LCD나 PDP와 큰 차이나 나지 않음을 알 수 있다. 즉 TFT-LCD나 PDP는 벽에 부착되지 않는 한 안정적인 균형을 위하여 그 바닥에 고정판을 설치하여야 하며, 가격이나 화면의 크기에 따라서는 차지하는 실제 부피나 무게가 CRT와 큰 차이가 나지 않는다. 이를 감안하면 여전히 CRT는 경쟁력이 있다고 할 수 있겠다.

5. 시장전망

시장전문기관의 조사에 의하면[5], 시각표시장치의 시장은 2000년도에 12%가 증가하였으나 CRT의 증가는 1999년에 2%, 2000년에 1%의 증가로 2001년까지 6%이상 증가하지 못할 것으로 전망된다. 또한 PC시장의 감소로 모니터의 수요가 감소할 것으로 전망되나 PC이외의 시장은 증가할 것으로 예상하고 있다. 특히 TV시장은 HDTV 및 디지털 TV의 출시로 인하여 그 시장이 증가될 것으로 예상되고 있다. 따라서 CRT의 개발은 기존의 모니터시장을 현재로 유지하면서 새로운 TV로의 방향을 모색하여야 할 것이다.

6. 결론

위에서 언급한 여러 가지 요인을 종합하여 CRT의 개발방향을 정리하면 다음과 같다.
즉

- 부피를 고려한 slim한 CRT
- 작업성을 고려한 평면 CRT
- 무게를 고려한 가벼운 CRT
- 자연색의 재현이 가능한 CRT
- 새로운 TV를 위한 대화면의 CRT

개발이 추후 CRT 제조업체가 가야할 방향이라고 생각한다.

7. Acknowledgements

본 연구는 금오공과대학교의 지역협력연구센터(RRC)와 LG.Philips Displays 디바이스 연구소의 일부지원에 의하여 수행되었습니다.

8. 참고문헌

- [1] Chang, S.H., Kim, S.H., Lim, J.H., Herrin, G.D., "Visual Performance Depending on Convexity of CRT Panel", *Advances in Occupational Ergonomics and Safety*, S. Kumar (Ed.), IOS Press, 1998.
- [2] 장성호, 김상호, "CRT 와 LCD의 수행도 평가에 관한 연구", 금오공과대학교 지역 협력연구센터 중간보고서, 2001.
- [3] M. Menozzi et. al, "CRT versus LCD: A pilot study on visual performance and suitability of two display technologies for use in office work", *Displays* 20, Elsevier, 1999.
- [4] M. Menozzi st. al, "CRT versus LCD: effect of refresh rate, display technology and background luminance in visual performance:", *Displays* 22, Elsevier, 2001.
- [5] Ross Young, "Market Opportunities for New Display Technologies", SID Seminar Lecture Notes, San Jose CA., June, 2001.

저 자 소 개

장 성 호: 현재 금오공과대학교 산업시스템공학과 부교수로 재직 중이며, 한양대학교 정밀기계과에서 공학사, University of Michigan 기계공학과 및 산업공학과에서 공학석사, 동 대학 산업공학과에서 박사학위를 취득하였다. 관심분야는 제조공정시스템 및 인간공학이다.

김 상 호: 현재 금오공과대학교 산업시스템공학과 조교수로 재직 중이며, 성균관대학교 산업공학과에서 공학사, 포항공과대학교 산업공학과에서 석사 및 박사학위를 취득하였다. 관심분야는 인간공학 및 안전공학이다.