

LCD모니터와 CRT모니터의 콘트라스트와 밝기 조절방식 비교

김홍석, 박승옥, 백정기, 임용진

대전대학교 물리학과, 경기도 포천군 포천읍 선단리 산11-1

COMPARISON OF THE CONTRAST/BRIGHTNESS CONTROL METHOD BETWEEN LCD MONITOR AND CRT MONITOR

Hong-Suk Kim, Song-Ok Park, Jung-Ki Baek, Young-Jin Lim

Dept. of Physics, Daejin Univ. San11-1 Sundan-Ri Pocheon-Gun Kyeonggi-Do

1. 서론

액정 표시장치(Liquid Crystal Display)는 평면형 화면 표시소자로 부피가 작고 소비전력이 낮아 주로 노트북 컴퓨터와 가전기기 등에 사용되어 왔으나, 최근에는 대면적화, 고대비, 광시야각, 세밀한 계조기능과 색상의 재현성 등에 관한 연구가 활발히 이루어져서 데스크탑용 모니터로도 시판되고 있다⁽¹⁾.

LCD 모니터는 크게 3개의 unit으로 구성된다. 액정판넬과 구동회로부, 그리고 Backlight를 포함한 chasis 구조물이다. 생산자 입장에서의 각 unit에 대한 평가는 이루어지고 있으나, 사용자 입장에서는 시스템 전체의 종합적인 평가, 즉 화질평가가 널리 알려져야 좋은 제품을 선택할 수 있다. 특히 CRT 모니터와의 비교는 사용자로 하여금 쉽게 질을 평가할 수 있게 하여 매우 유용하다.

본 연구에서는 사용자가 직접 모니터의 화질을 조절할 수 있는 콘트라스트와 밝기 설정에 따른 화면의 휘도변화를 LCD와 CRT에 대해 측정하여 비교하였다. 결과를 분석함으로써 조절방식이 원리적으로 다름을 보였으며, 이러한 차이로 인해 사용자는 LCD 모니터와 CRT 모니터에 대해 서로 다른 콘트라스트와 밝기로 설정해야 함을 알 수 있었다.

2-1. LCD 모니터의 휘도 특성

LCD 모니터는 액정에 전계를 가하면, 액정의 전기 광학적 특성이 변화하는 특성을 이용하여 액정셀을 전기적으로 제어되는 광스위치로 사용하여 영상을 나타낸다. LCD에서 하나의 화소는 액정을 유전체로 하는 커패시터로 되어 있다. 액정 커패시터의 전극

은 빛이 통과할 수 있는 도전성이 있는 투명전극판으로 되어 있으며, 도전판 안쪽으로는 작은 홈들이 만들어져 있는 정렬층(alignment layer)을 만들어 액정 분자들의 방향을 고정시킨다. 액정의 양측면을 이루는 정렬층은 서로 수직으로 되어 있어 이들 정렬층에 의해 액정 분자들의 방향이 액정층을 지나면서 변화한다. 이러한 구조의 액정 커패시터를 서로 직교하는 편광판으로 감싼 액정셀에 램프(Backlight)의 빛이 입사되면 액정셀을 통과하는 빛은 입사된 빛의 편광방향과 90도 달라지므로 두 번째 편광판을 통과하여 밝게 보인다(그림1(a)). 그러나 투명전극에 전압이 인가되면 액정분자들의 방향이 전장 방향으로 정렬되어 투과된 빛은 입사된 편광을 그대로 유지하므로 두 번째 편광판을 통과하지 못해 검게 보인다(그림1(b))⁽²⁾.

정상적으로 동작하는 액정셀에 대해 인가된 전압에 따라 변하는 투과도는 그림2와 같다. 액정셀에 인가된 영상신호 전압의 크기에 따라 액정층을 통과하여 나오는 빛의 밝기가 변화되므로 계조(gray-scale)를 나타낼 수 있다. 또한 세개의 액정셀을 하나의 단위로 하여, 각각의 액정셀에 R,G,B 필터를 달아 컬러 화면을 나타낼 수 있다. LCD모니터 화면의 휘도는 콘트라스트(Contrast)조절단자와 밝기(Brightness)조절단자를 사용하여 조절할 수 있다. 제조회사에 따라 방법의 차이가 있지만 일반적으로 콘트라스트는 최대 영상 신호에 대한 인가전압을 변화시켜 휘도곡선의 기울기를 조절하고, 밝기는 램프의 밝기를 변화시켜 투과광의 양을 조절할 수 있다.

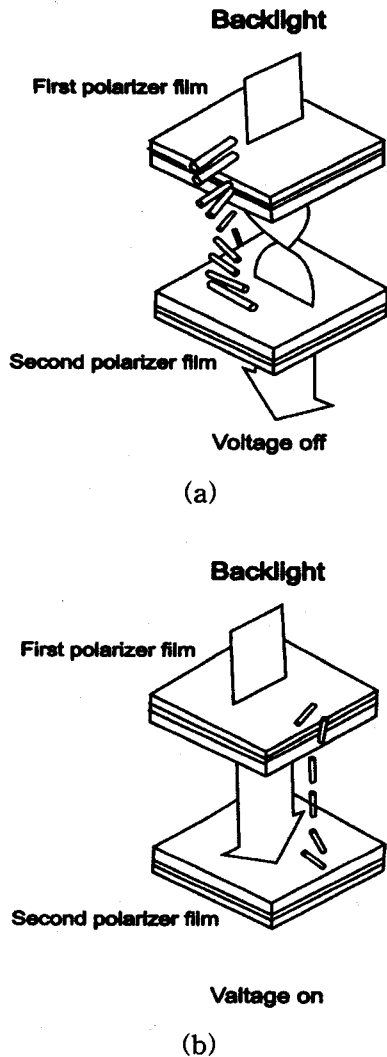


그림1. 액정셀 (a)전압이 가해지지 않았을 경우
(b)전압이 가해졌을 경우

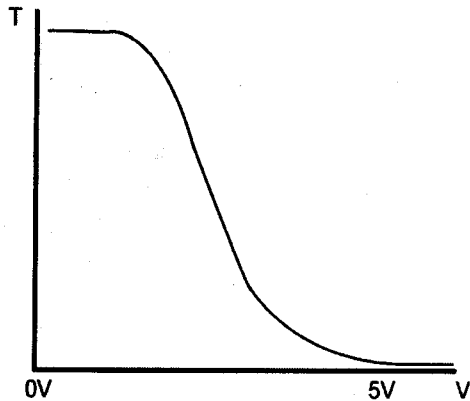


그림2. 전압 - 투과도 곡선

2-2. CRT 모니터의 휘도 특성

컴퓨터로 제어되는 CRT 디스플레이 시스템의 구조는 그림3과 같이 간략히 나타낼 수 있다. 컴퓨터에 내장된 비디오 보드의 DAC를 통해 R, G, B 디지털 신호가 다음 식과 같이 전압으로 입력된다. DAC의 비트 수가 N 이고 빨강신호의 디지털 값이 R 이라면 입력전압은 선형적으로 정해진다.

비디오 증폭기를 거쳐 캐소드에 인가되는 전압은 증폭률과 옴셋전압에 관계하고 제1그리드를 통과하는 빔전류는 인가전압의 크기에 대해 비선형적으로 증가한다⁽³⁾.

따라서 전자가 CRT 전면에도포된 형광면을 때리면 방출되는 빛의 세기는 빔전류에 비례한다. 방출되는 빛의 휘도는 입력신호값에 대해 지수함수적으로 증가하게 되는데, 이는 증폭률과 옴셋전압의 크기에 따라서 크게 영향을 받는다.

콘트라스트의 조절은 증폭률을 증감시켜 영점의 휘도는 변함 없이 휘도곡선의 기울기가 달라진다. 또한 밝기의 조절은 옴셋전압을 증감시켜 휘도곡선이 전체적으로 상하로 이동하게 된다. 따라서 밝기가 높게 조절될수록 영점의 휘도가 증가되어 대비비(Contrast ratio)가 낮아지고, 낮게 조절될수록 낮은 영역의 입력신호는 휘도가 낮아 구분되지 않는다.

3. 측정장치 및 방법

표1에 평가대상 LCD모니터와 CRT모니터의 사양을 나타내었다. 두 모니터의 휘도특성을 비교하기 위하여 동일회사의 제품을 선정하였다. 두 모니터 모두 동일 컴퓨터로 작동시켰으며 비디오보드는 인텔사의 I740을 사용하였다.

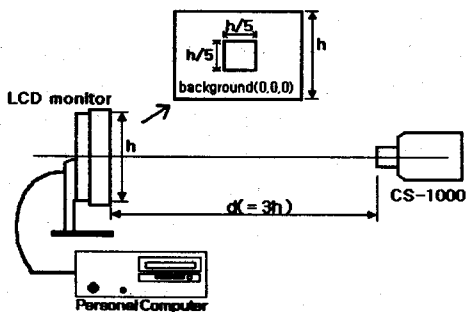
모든 측정은 암실에서 하였으며, 측정장비로는 Minolta사의 Spectroradiometer인 CS-1000을 사용하여 입력 디지털 신호에 대한 모니터의 휘도를 측정하였다. 측정상태는 그림3과 같이 LCD 화면이 놀리지 않도록 비접촉식으로 하고 CS-1000의 광축이 모니터 화면에 수직하도록 정렬하였다. CS-1000과 화면의 높이가 h 인 모니터와 $3h$ 거리를 유지하도록 하였으며, CS-1000의 측정 Spot size는 2° 이므로 화면에서는 지름이 약 $1/10 h$ 인 원의 면적만큼이 측정된다. 따라서 화면 중앙에 측정 면적의 2배($1/5 h \times 1/5 h$)가 되는 영상을 R, G, B 입력신호가 모두 0인 검

정 바탕에 나타내었다.

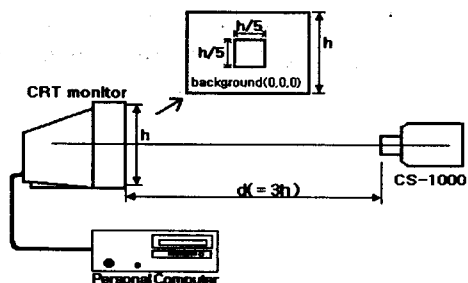
각 모니터의 OSD를 사용하여 콘트라스트가 90으로 일정할 때 밝기를 30, 60, 그리고 90으로 조절하여 밝기변화에 따른 경향을 분석하고, 밝기가 90으로 일정할 때 콘트라스트를 30, 60, 그리고 90으로 조절하여 콘트라스트 변화에 따른 영향을 분석하였다. 화면 중앙에 R, G, B 모두가 255인 흰색부터 16씩 감소되는 17단계의 계조를 교대로 나타내면서 휘도를 측정하여 입력신호값에 대한 휘도곡선을 구하였다. 두 모니터 모두 안정된 후에 시작하기 위하여 모니터의 스위치를 켜고 2시간이 경과된 후부터 측정하였다.

표1. LCD 모니터와 CRT 모니터의 사양 비교

	LCD 모니터	CRT 모니터
제품명	NEC Multisync LCD 400V	NEC Multisync P750
화면크기	14.1"	17"
해상도	1024×768	1024×768
수직 주파수	최적	최적
색온도	6500K	6500K



(a) LCD 모니터

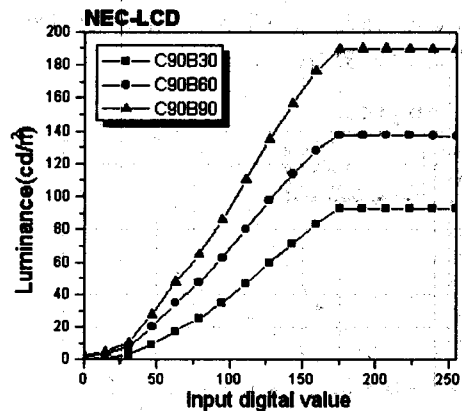


(b) CRT 모니터

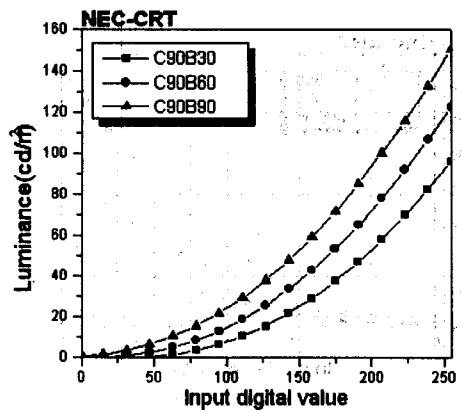
그림3.

4. 결과 및 분석

그림4는 콘트라스트가 일정할 때 밝기 설정에 따른 휘도곡선의 변화를 나타낸 것이다. 그림4(a)는 LCD 모니터에 대한 측정결과이며, 그림4(b)는 CRT 모니터에 대한 측정결과이다. LCD 경우 C90B60 상태에서 C90B90 상태로 되면 영점의 휘도는 달라지지 않고 휘도곡선이 전체적으로 올라가고, C90B30 상태로 되면 휘도곡선이 전체적으로 내려온다. 그러나 CRT의 경우는 C90B90 상태가 되면 C90B60 상태에 비해 영점의 휘도가 높으므로 대비비가 떨어지고, C90B30 상태가 되면 낮은 영상 신호값 구간에 대해서는 휘도가 매우 낮아 구분이 되지 않는다. 이러한 측정결과로부터 LCD는 밝기 설정에 따라 램프의 광량이 조절되고, CRT는 밝기 설정에 따라 오프셋 전압이 조절됨을 알 수 있다.



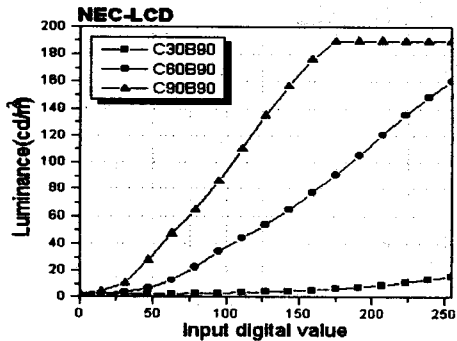
(a) LCD



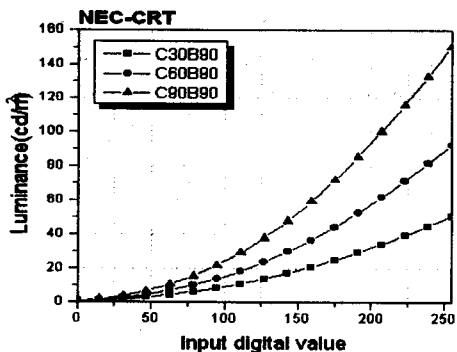
(b) CRT

그림4. 콘트라스트가 일정할 때 밝기 설정에 따른 휘도곡선의 변화

그림5는 밝기가 일정할 때 콘트라스트 설정에 따른 휘도곡선의 변화를 나타낸 것이다. 그림5(a)는 LCD 모니터에 대한 측정결과이며, 그림5(b)는 CRT 모니터에 대한 측정결과이다. LCD나 CRT 모두 콘트라스트가 높게 설정될수록 영점의 휘도는 달라지지 않고 휘도 곡선의 기울기가 급증한다. 따라서 대비비가 증대되어 색 선명도가 높아진다. 두 경우 모두 콘트라스트 설정에 따라 증폭률이 조절됨을 알 수 있다. 그러나 그림5(a)에서 보면 (100,100) 상태에서는 높은 영상 신호값 구간에서는 휘도가 더 이상 증가하지 않고 일정함을 볼 수 있다. 이는 LCD의 인계전압대 투과도 곡선이 그림2와 같기 때문이다. 이를 보다 세밀하게 분석하기 위하여 밝기가 100일 때 5단계의 콘트라스트에 대한 휘도곡선을 측정하였다(그림6). 이로부터 콘트라스트 설정에 따라 그림2의 투과곡선에서 최대 영상신호에 대해 걸어주는 전압의 크기가 조절됨을 알 수 있다.



(a) LCD



(b) CRT

그림5. 밝기가 일정할 때 콘트라스트 설정에 따른 휘도곡선의 변화

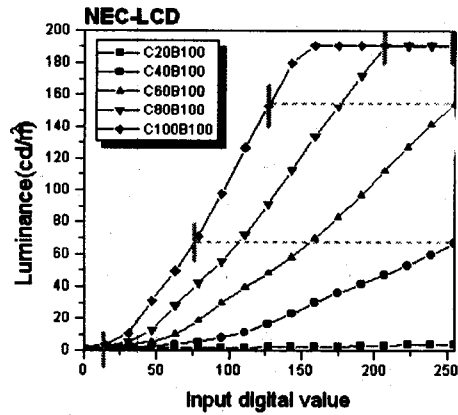


그림6. 밝기가 100일 때 5단계의 콘트라스트에 대한 휘도곡선의 변화

5. 결론

콘트라스트와 밝기 조절에 따른 화면의 휘도변화를 LCD와 CRT에 대해 측정하여 비교하였다. 밝기 설정에 따라 LCD는 램프의 광량이 조절되고, CRT는 읍셋 전압이 조절되며, 콘트라스트 설정에 따라 두 경우 모두 증폭률이 조절됨을 알 수 있다. 그러나 LCD는 최대 영상신호에 대한 인가전압의 조절로, CRT는 증폭회로 이득률의 조절로 증폭률이 결정된다.

이러한 차이로 인해 LCD 모니터의 경우에는 밝기를 흰색의 휘도가 충분하도록 높이다가 피로가 느껴지지 않는 정도로 설정하고 나서 흰색과 검정색의 구분이 가능한 정도로 콘트라스트를 조절하면 대비비가 충분히 높은 영상을 볼 수 있다. 한편 CRT모니터의 경우에는 밝기가 높게 설정되면 대비비가 낮아지는 반면 너무 낮게 설정되면 구분이 안되는 입력 신호구간이 증대되므로 세밀하게 조절하여 설정하는 일이 매우 중요하다. 일단 밝기가 설정되면 변화되지 않도록 유의하면서 흰색의 세기가 적절하다고 느껴지도록 콘트라스트를 설정하면 선명하고 자연스러운 색을 지닌 영상을 볼 수 있다.

참고문헌

1. 서울대학교 전기공학부, 디스플레이 공학, 서울대학교 출판부
2. R. W. G. Hunt, The reproduction of color, Regent Publishing Services Ltd. 1995
3. Roy S. Berns, Ricardo J. Motta, Ma가
E. Gorzynski, CRT Colormetry Part I: Theory and Practice, Color research and application, Vol. 18, No. 5, 1993
4. Charles Poynton, The rehabilitation of gamma, www.poynton.com/~poynton