

PDP의 동화상 노이즈 시뮬레이션

(An Simulation of Moving-Picture Noise for the PDP)

엄정덕

(Jeongduk Ryeom)

숭실대학교 전기공학부

요 약

Hold-type display의 동화상 인식 원리를 이용하여 인간의 시각특성을 고려한 동화상 노이즈 컴퓨터 시뮬레이터를 개발하였다. 그리고 이 시뮬레이터를 이용하여 PDP의 동화상 노이즈인 의사윤곽 노이즈의 서브필드 배열과 속도 의존성에 대해 실험하였다. 실험 결과 기존의 서브필드 배열 방식은 의사윤곽 노이즈를 저감시킬 수가 있으나 화상의 이동속도가 빠를수록 노이즈가 증가하는 것을 알 수 있어 근본적인 대책이 될 수 없다는 것을 알았다.

1. 서 론

LCD는 액정의 선광특성에 따라 LCD에 입사된 빛의 투과율을 제어하여 아날로그적으로 계조를 표시하는 평판 디스플레이이다. 한편, PDP는 화소의 밝기를 2진 정보로 변환하여 각 bit에 해당하는 밝기를 시간 순차적으로 표시하는 시분할 계조표현 방식을 사용하는 디스플레이이다. 이 방식은 한 필드 안에 각 bit에 대응하는 시간 동안 발광하는 복수개의 보조필드들을 가지고 있어 이 보조필드들의 발광시간의 평균값이 사람의 눈에 휘도로 인식되도록 한 것이다. LCD나 PDP와 같이 하나의 화상이 구성되는 시간인 1TV-field(16.6ms) 동안 발광 상태를 유지시키는 디스플레이를 hold-type 디스플레이라고 한다.

이러한 hold-type 디스플레이는 정지화상에서는 계조가 제대로 표시되나 동화상을 디스플레이하는 경우 화질이 저하되는 문제점을 나타내게 된다. LCD의 경우 이를 동화상 윤곽선 퍼짐 현상이라고 한다.[1] PDP의 경우는 동화상에서 계조가 강화되거나 약화되어 의사윤곽 노이즈가 나타나게 된다.[2]

Hold-type 디스플레이에서 나타나는 동화상 화질 저하 현상은 동화상의 절대 이동속도가 큰 대화면에서 더욱 현저하다. 그러므로 점차 대화면, 고화질화 되어가는 디스플레이의 추세를 고려하면 이러한 동화상 노이즈를 효과적으로 저감시키는 기술이 시급하게 필요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 hold-type 디스플레이의 동화상 노이즈를 모사할 수 있는 프로그램을 개발하였고

이를 이용하여 PDP의 동화상 화질 노이즈인 의사윤곽 노이즈에 대하여 각 서브필드 배열에 따른 속도 의존성을 평가하였다.

2. 동화상 의사윤곽 노이즈 발생 원리

hold-type 디스플레이에서 한 화소의 밝기는 1 field 동안 균일하게 유지되어 진다. 이것은 각 field의 이미지가 육안에 의해 구별될 수 있는 지속 시간의 최소 한계보다 작아서 인간의 시각은 디스플레이를 볼 때 지속 시간의 평균값을 감지하게 된다. 더욱이, 움직이는 사물을 시각으로 인식할 때, 디스플레이의 정지된 부분을 바라보기 보다는 눈은 움직이는 대상을 추적하게 된다. 바꾸어 말하면, 관찰자는 대상의 움직임을 추적하여 망막 안에서의 화상의 정지 상태를 유지하려 한다. 이 과정이 시각으로 하여금 화상의 움직임을 인지하게 하며 이 움직임 인지 과정에서, 디스플레이의 스크린안의 이미지는 불연속적으로 이동하더라도 눈은 연속적으로 화상의 움직임을 쫓게 된다.

이와 같이 hold-type 디스플레이에서의 동화상 노이즈의 발생 원인은 디스플레이에서 화상이 움직이는 방법과 이를 주시하는 눈의 시각인지 방법과의 차이에 기인한다. 인간의 눈이 동화상을 볼 때 시각의 인지특성을 다음 두가지로 가정한다.[3]

- ① 안구의 이동에 의한 시선은 물체를 완벽하게 추적한다.
- ② 1/60 초 이내의 광자극은 시각인지과정에서 완벽하게 적분되어 평균값으로만 인지된다.

관찰자가 hold-type 디스플레이에 나타난 균일한 속도의 동화상을 볼 때의 시각인지과정은 그림 1과 같다고 생각되고 있다. 화소에서 나온 빛은 1 field 동안 일정하게 유지된다. 그림 1의 직사각형은 이미지의 화소를 보여준다. 가로축은 화소의 위치이며 세로축은 화소의 밝기가 유지되는 시간인 field이다. 그림에서 화소는 1 field 즉, 1/60초당 1 픽셀의 속도로 오른쪽을 향하여 이동하고 있다. 가정 ①로부터, 시선의 이동은 이미지의 이동과 거의 일치한다. 그림에서 화살표는 이 시선의 이동을 가리킨다. 가정 ②로부터 시선 방향에 있는 화소의 밝기는 시각체계 내에서 적분되어 인식된다.

PDP의 경우, 인간의 망막 안에 그려지는 화상의 이미지는 field동안 관찰자의 시각 영역 내에 들어오는 인접 위치의 화소들의 밝기가 중첩된 상으로 구성된다. 따라서 운동하는 대상의 인식된 형상은 고정된 대상의 인식 형상과는 차이가 나며 각 화소의 밝기는 상호 영향을 미치게 된다. 즉, 망막상에는 보조필드들의 공간적 불일치가 인식되어 화상데이터가 화소의 움직이는 방향으로 퍼지게 보이므로 보조필드들의 정보가 공간적으로 분리되어 나타나게 된다. 이 현상에 의해서 망막상에 허구의 발광 또는 비발광 시간이 존재하게 된다. 이것을 의사윤곽으로 눈은 인식하게 된다. 이 현상은 특히 계조 변화가 작은 경계면, 예를들어 127에서 128로 변할때등, 에서 어두운 띠 혹은 밝은 띠가 현저하게 나타나게 되어 화상을 저하시키게 된다.

의사윤곽이 눈과 화소의 움직임특성의 차에 의해 발생하므로 이것은 화소의 속도에 큰 영향을 받는다. 화소의 속도가 크면 클수록 망막상에 맺히는 상은 더욱 퍼지게 되어 의사윤곽은 심하게 된다. 또한 원리적으로 대화면일수록 화상의 절대 이동속도가 커진다. PDP에서의 동화상 의사윤곽 노이즈 현상의 발생 원인은 인간의 시각특성에 있으므로 hold-type 디스플레이에서는 피할 수 없는 것이다.

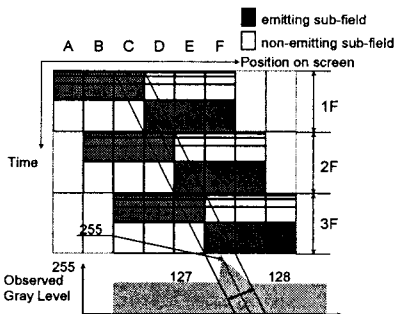


그림 1. 동화상 의사윤곽 노이즈 발생 원리

3. 컴퓨터 시뮬레이션 실험 결과 및 토론

위에서 서술한 hold-type 디스플레이에서의 동화상 인식원리에 근거하여 화상의 이동에 따른 시각의 인지상태를 컴퓨터로 시뮬레이션 하였다. 화소는 그림1과 같이 가로가 디스플레이의 screen상 화소위치를 나타내고 세로가 1 field의 시간을 나타내는 직사각형으로 가정하였다. 이 직사각형은 하나의 밝기단위(계조)를 나타낸다. 그리고 위에서 서술한 동화상 인식특성을 근거로 안구의 시선방향을 그림에서 표시한 방향과 같이 화소의 이동을 추적하도록 설정하였다.

눈이 움직이는 화상을 완전히 추적할 수 있다는 가정 하에 망막상에서는 정지된 화상이 나타나도록 가정하고 망막상에서 화상의 밝기는 하나의 field에서의 밝기를 적분하여 얻었다.

그림 2는 컴퓨터 시뮬레이션 결과 화상의 의사윤곽 노이즈 발생 결과이다. 이 그림은 PDP가 그림 3의 (a)와 같이 순차적인 서브필드 배열을 가지는 경우에 화상이 좌에서 우로 1 프레임 마다 5 화소씩 이동하는 것으로 가정하여 계산하였다. 그림에서 보면 계조가 미세하게 변하는 부분에 회거나 검은 가상의 윤곽이 나타나 있음을 알 수 있다.



그림 2. 시험화상에 대한 컴퓨터 시뮬레이션 결과

종래 알려지고 있는 의사윤곽 해결방식들은 계조표현에 필요한 보조필드의 수보다 많은 보조필드를 설치하여 그림3의 (b)와 같이 최상위 bit의 보조필드를 몇 개의 보조필드로 나누어 의사윤곽의 강도를 분산하거나 (c)와 같이 이렇게 나누어진 보조필드들의 점등 순서를 바꾸어 의사윤곽의 강도가 최소가 되도록 하는 방식들이 있다.[4]

그림3의 (a)에 나타난 서브필드의 배열을 가지고 0에서 255까지 순차적으로 계조가 증가하는 화상에 대한 시뮬레이션을 행한 결과가 그림4이다. 그림에서 보면 127의 계조와 128의 계조가 인접한 곳에서 가장 큰 노이즈가 발생하는 것을 알 수 있

다. 이러한 동화상 노이즈를 정량적으로 평가하기 위하여 그림5에 보이는 것처럼 PSNR비를 정의하였다.

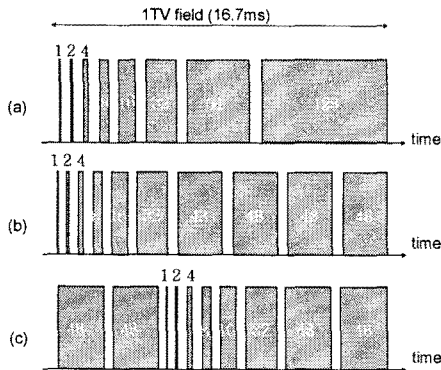


그림 3. PDP의 각종 서브필드 배열

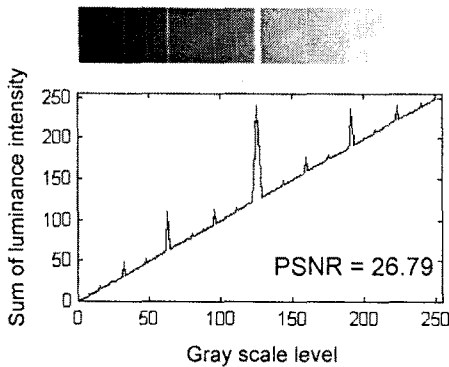


그림 4. 순차적으로 변하는 계조에서의 의사윤곽 발생도를 계산한 결과

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{[Maximum\ gray\ level(255)]^2}{\frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [u(m,n) - u'(m,n)]^2}$$

$u(m,n)$: gray level of original image
 $u'(m,n)$: gray level of processed image

그림 5. 노이즈를 평가하기 위한 PSNR비의 식

그림6은 그림3에 도시된 여러 가지 서브필드 배열을 가지고 0부터 256의 계조를 순차적으로 가지는 영상을 여러가지 속도로 왼쪽에서 오른쪽으로 이동시키면서 시뮬레이션을 하여 노이즈의 발생정도를 계산한 것이다.

실험 결과 그림에서처럼 그림3의 (a) 와같이 의사윤곽 저감 방법을 쓰지 않은, 계조를 순차적으로 배열한 계조 구현 방식에서는 화질 저하가 심함을 알 수가 있다. 그리고 의사윤곽 대책을 사용한 (b)의 경우에는 보조필드들의 공간적인 불일치 문제

를 원리적으로 해결하지 못하여 화상의 속도가 증가할수록 의사윤곽 노이즈가 증가하여 (a)와 동등한 수준까지 악화되는 것을 알 수 있다. (c)의 경우가 속도에 대해 가장 의사윤곽 발생정도가 낮을 때 이는 MSB bit를 분할함과 동시에 서브필드의 배열을 비순차적으로 바꾸었기 때문으로 생각된다. 이 방식은 현재 상용화되어 있는 PDP가 대부분 사용하는 방식으로 이 결과는 본 연구에서 개발한 컴퓨터 알고리즘이 효과적으로 동화상 노이즈를 모사하고 있다는 것을 보여준다.

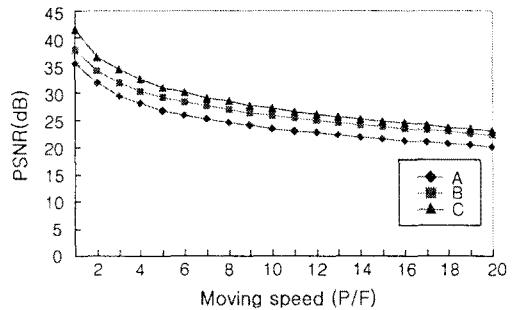


그림 6. 윤곽선 퍼짐의 화상 시뮬레이션 결과

4. 결 론

본 연구에서는 hold-type display의 동화상 인식 원리를 이용하여 인간의 시각특성을 고려한 동화상 퍼짐 노이즈 컴퓨터 시뮬레이터를 개발하였다. 그리고 이 시뮬레이터를 이용하여 PDP의 동화상 노이즈인 의사윤곽 노이즈에 대한 컴퓨터 모의 실험을 하였다. 실험결과 화상의 이동속도가 빠를수록 동화상 노이즈가 증가하며 이는 기존의 연구결과들과 잘 일치하는 것으로 이것으로부터 본 연구에서 개발한 시뮬레이터의 알고리즘이 타당하다고 할 수 있다. 추후 본 시뮬레이터를 사용하여 최적의 의사윤곽 노이즈 저감 방안을 연구하는데 활용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] K. Sueoka, H.Nakamura, and Y. Taira, 'Improving the Moving-Image Quality of TFT-LCDs', Conf. Record of IDRC, 1997, pp.203-206.
- [2] S.Mikoshiba, proc. of IDW '96. Vol.2, p.256, 1996
- [3] T. Kurita, A. Saito and I. Yuyama, 'Consideration on Perceived MTF of Hold Type Display for Moving Images', Proc. of IDW, 1998, pp.823-826.
- [4] T. Makino, et al., Conf. Rec. Internat. Display Res. Conf., p.381, 1995