1999년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 1999. 7.19-21

PDP 의사윤곽 시뮬레이션

하성철 , 이석현
인하대학교

PDP false contour simulation

Sung Chul Ha, Seok-Hyun Lee
INHA univ.

Abstract - PDP(plasma display panel)is *expected to be the standard of the next generation display devices. However, there is a serious problem. That is disturbances are occasionally observed in gray scales and colors when moving images are displayed on PDP. Various methods have been presented to reduce these disturbances. But the picture quality of PDP is not yet sufficient. We developed optimized-modified binary coded light emission scheme. Simulated result show the improving image quality. Also we have simulated and estimated various proposed methods.*

1. 서 론

PDP(Plasma Display Panel)는 대형화, 박형 경량화, 싼 제조가격, 넓은 광 시야각, 긴 수명 특성 등으로 인해 HDTV용 대화면 표시소자로 각광받고 있다. 그러나 PDP는 아직 해결해야할 문제가 많이 남아있는데 그 중에 하나가 "의사윤곽"(false contour)현상이다. 의사윤곽 현상은 정지 화상에서 나타나지 않지만 동화상에서 PDP 화면상의 물체를 사람의 눈이 따라가면서 볼 때 PDP화상에 실제와는 다른 gray와 color가 나타나는 현상이다. 의사윤곽 개선의 가장 쉬운 방법은 subfield 수를 늘리는 방법이다. 그러나 subfield 수를 10개 정도로 제한하고 있으며, 그 이유는 subfield수를 늘리면 address time 증가로 휘도가 떨어지기 때문이다. 의사윤곽의 개선은 여러 개선 방법을 혼합하여 사용할 수 있으며, 또 혼용할 수 있는 방법을 찾아야 한다. 즉 다른 방법을 혼용할 수 있는 최적화 된 subfield 분할 방식을 찾은 다음 여러 방법들을 허용되는 범위 안에서 사용해야 한다. 우리는 의사윤곽 정량화 방법과 전수 비교를 이용하여 8 bit 256계조, 9bit 256계조의 최적화 된 subfield분할 방식을 찾았으며, 이 최적 분할 방식에 '3D 분산방법'을 혼용하여 더 나은 의사윤곽 개선을 이루었다. 또 지금까지 제안된 여러 방법들을 simulation을 평가해 보았으며, 새로운 E3DSM 방식과 HAM 방식을 제안한다.

2. 본 론

2.1 PDP 구동과 의사윤곽 현상

CRT 는 짧은 시간(수 μsec)에 전자빔의 강도를 제어함으로써 계조를 표시한다. 그러나 플라즈마의 쌍안정 특성(On or Off)을 이용하는 PDP는 255계조를 표시하기 위해 1 frame(1/60초)동안 2^0 ,2^1 , 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7 로 이루어진 subfield의 조합으로 표시한다.

만약 그림1 과 같이 인접하는 두 개의 pixel의 gray level이 127과 128이었다면, 127gray를 가진 pixel은 frame 초기에 발광하고, 128 gray의 pixel은 frame의 후기에 발광하기 때문에, frame 초기에 127 pixel을 보다가 frame 후기에 128 pixel을 보게된다면 그림과 같이 127pixel과 128 pixel사이가 밝게 보이게 된다.

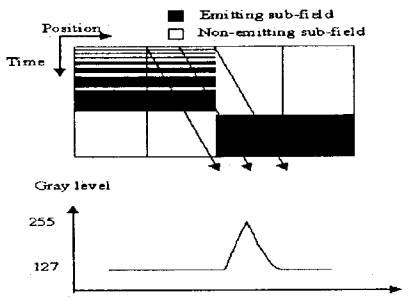

그림 1 의사윤곽 현상

2.2 의사윤곽의 정량화

우리는 의사윤곽을 여러 가지 정량화 하는 방법중 noise의 rms를 취하는 방법을 사용하였다.

$$rms = \sqrt{\frac{(r-n)^2}{sn}}$$

(r:reference, n:noise, sn: sampling number)

이 방법은 대체적으로 화상 평가와 일치하였다. 그림2는 subfield 분할 방식이 기본 분할 방식인 { 1 2 4 8 16 32 64 128}일 경우 gray level이 0에서 255까지 변하는 ramp image를 좌에서 우로 속도 2[p/f]로 움직일 경우를 시뮬레이션한 결과이다. 그림 2-1은 가로축의 gray level이 0에서 255까지 증가할 때 subfield의 선택을 나타내고 있다. 그림 2-2는 gray가 main subfield(1 2 4 8 16 32..)로 넘어 갈 때 noise가 심하게 나타남을 알 수 있다. 특히 127과 128사이에서 noise가 현저히 나타남을 알 수 있다. 그림2-3과 그림 2-4는 CRT와 PDP의 화상평가 시뮬레이션 결과이다. noise가 심한 부분이 127에서 128로 변하는 부분이다.

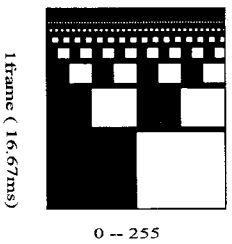

그림 2-1 Gray 선택

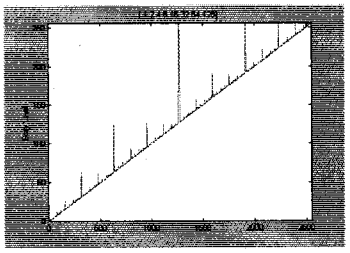

그림 2-2 Ramp image평가 (sn=10)

그림 2-3 CRT

그림 2-4 PDP

2.3 의사윤곽의 해소 방법

의사윤곽을 줄이는 방법에는 subfield의 배치를 바꾸는 방법, CRT처럼 발광시간을 줄이는 방법, 의사윤곽을 미리 예측하여 등가 펄스를 주는 방법, 3차원(time, x, y)으로 noise를 분산시키는 방법들이 연구되어졌다.

(a) Subfield 최적화

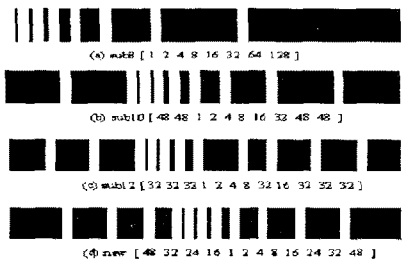

그림 3

그림3과 같이 subfield수를 늘리면 subfield의 최대값(128,64...)을 줄일 수 있고, subfield 배치를 적절히 해줄 수 있으므로 의사윤곽을 줄일 수 있다. 그러나 보통 subfield수를 10개 정도로 제한하고 있다.

(b) 발광시간 압축

CRT처럼 발광시간을 최대로 줄인다면 의사윤곽은 없어질 것이다. 실제로 시뮬레이션 결과는 발광시간을 줄이는 비율에 거의 선형적으로 비례하여 의사윤곽이 줄어들었다. 그러나 PDP는 발광시간이 줄어들면 휘도도 떨어지기 때문에 줄이는 비율에는 한계가 있다. 선형적으로 비례하는 특성은 다른 개선 방법과 비교할 때 개선여부를 쉽게 예측할 수 있다는 장점이 있다.

(c) Noise의 3차원(x, y, time) 분할법

의사윤곽은 그림 2-4와 같이 선 형태로 나타날 때 눈에 잘 띈다. 9bit이상의 분할 방식은 분할 방식이 결정되더라도 subfield의 선택을 달리할 수 있다. 그림3(c)에서 gray 48의 선택을 32와 16을 택하거나 4개의 48중 하나를 택할 수 있다. 이것은 subfield 숫자가 중복되는 형태일 때 가능하다. 각 행마다 각 열마다 또는 각 frame마다 이 선택을 임의로 하면, 선 형태의 noise가 분산되는 효과를 기대할 수 있다. 그러나 시뮬레이션 결과 각 pixel마다 선택을 달리하면 과립형태의 noise가 나타났다. 즉 과다한 선택은 오히려 noise를 증가시키므로 적당한 선택이 필요하다. 또 최적 분할 방식을 찾을 경우 중복되는 분할 방식의 형태를 찾는 것이 유리하다. 또 각 frame마다 분할형태가 반대되는 방식을 사용하면 noise가 서로 상쇄되는 효과가 있다. 따라서 frame마다 반대 분할 방식을, frame안에서는 각 행, 각 열마다 임의의 subfield 선택방법을 사용한다면 더 나은 의사윤곽 개선이 기대된다.

(d) Equalizing Pulse Technique

이 방법은 그림5처럼 의사윤곽이 예견될 때 original TV signal에 pulse를 추가하거나 빼서 의사윤곽을 줄이는 방법이다. 시뮬레이션 결과는 의사윤곽이 현저하게 줄어들었다. 그러나 이 방식을 적용하기 위해서는 물체의 방향과 속도에 대한 정보가 사전에 알아야 하고 속도, 방향, gray에 따라 equalizing pulse의 생성을 달리해야 하며, 만약 속도 방향이 잘못 예측되었다면 더 많은 noise를 발생시키는 단점이 있다. 또 물체가 다른 방향과 다른 속도로 움직이는 경우까지 고려해야 함으로 많은 시행착오가 요구된다. 연산장치와 메모리의 부수적인 장치가 필요하다는 단점도 있다.

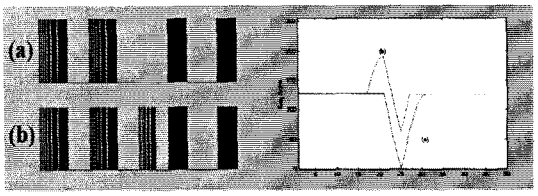

그림 5 Equalizing pulse technique

(e) Histogram Analysis Method(HAM)

우리는 각 frame마다 histogram을 먼저 분석한 다음 구동 방식을 결정하는 방법을 제안한다. 이 방법은 화상이 평균적으로 어두운 경우에는 gray가 작은 부분에서 noise가 작게 나타나는 subfield 선택방법을, 밝은 경우에는 다른 subfield 선택방법을 사용함으로써 간단하게 noise의 상당량을 줄일 수 있다.

2.4 Address time에 따른 의사윤곽

분할 방식에 따라 그림 6 처럼 duty ratio(sustain time / 1 frame(sustain time+address time))가 변함에 따라 의사윤곽 정도가 달라짐을 발견하였다. 따라서 최적 분할 방식을 찾기 위해서는 먼저 duty ratio를 먼저 결정해야 한다. 보통 duty ratio은 30%이다.

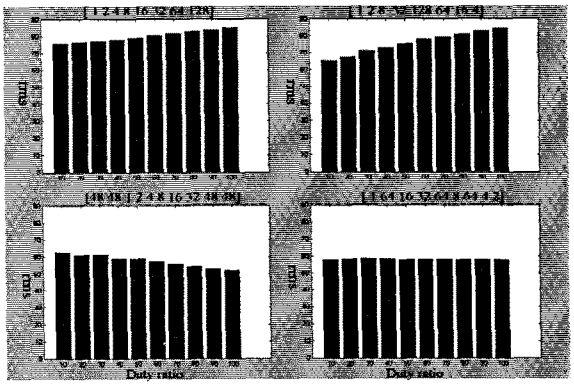

그림6 Duty ratio에 따른 의사윤곽

2.5 8bit 최적 분할 방식

우리는 전수 비교를 위해 먼저 〔1 2 4 8 16 32 64 128〕로 이루어진 subfield의 조합의 순열(40320개)을 만든 다음, 모든 경우의수를 2.2의 정량화 방법으로 평가해 보았다. 시뮬레이션 평가 결과 속도 2〔p/f〕일 때 〔1 2 8 32 128 64 16 4〕 가 가장 좋은 결과를 얻었

다. 정확한 정량화 방법,duty ratio, 속도가 주어진다면 좀더 정확한 최적 분할 방식을 찾을 수 있다. 그림 7-1은 8bit 최적분할 방식의 gray선택하는 방식이고, 그림 7-2와 그림2-4를 비교하면 의사윤곽이 현저히 줄어들었음을 알 수 있다.

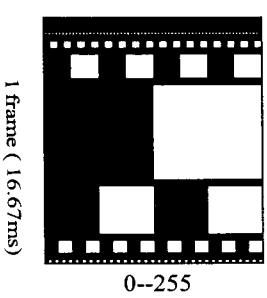

그림 7-1 Gray 선택 그림 7-2 8bit 최적분할방식

2.5 9 bit 최적분할 방식

9 bit 256계조를 실현하는 분할 방식과 선택방법을 모두 고려하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 우리는 5 bit 16계조, 6bit 32계조, 7 bit 64계조의 전수를 비교를 통해 공통점을 찾아보았다. 전수 비교를 한 결과 몇 가지 공통점을 발견하였다. 먼저0 subfield가 중복되는 형태가 좋은 결과를 보여주었다. 5 bit일 경우에는 {1 1 3 3 7},{1 2 4 4 4}, 6bit일 경우 {1 2 2 6 10 10} {1 4 8 8 8}등이, 7 bit일 경우{1 2 4 8 8 20 20} { 1 2 4 8 16 16 16}등이 noise가 작았다. 또 {2 10 6 10 2 1}과 같이 대칭구조일 때 noise가 작았다. 따라서 우리는 9 bit 256계조를 subfield가 2개이상 중복되는 형태만을 전수 비교한 결과 {1 2 4 8 16 32 64 64 64}의 순열 배열 중에서 { 1 64 16 32 64 8 64 4 2}의 배치가 속도 2{p/f}에서의 최적 배치를 얻을 수 있었다. 그림 8의 G1은 최적 배치에서의 gary level의 선택방법이고, G2와 G3는 G1에서 선택방법을 조금 씩 달리한 방식이다. 최적 배치가 G1이지만 G2,G3를 도입함으로써 noise의 3D 분할 방식을 적용할 수 있다. 그림 9-1은 G1의 구동방식을 적용하였을 경우의 화상평가이고 그림 9-2는 G1 G2 G3를 각 행마다 임의로 선택하였을 경우의 화상결과이다. 그림 9-2에서 noise가 분산됨을 볼 수 있다. 이처럼 64 subfield를 3개 배치하는 구동방식은 '3D 분산 방식'을 혼용 할 수 있는 장점이 있어 의사윤곽을 더 많이 줄일 수 있다.

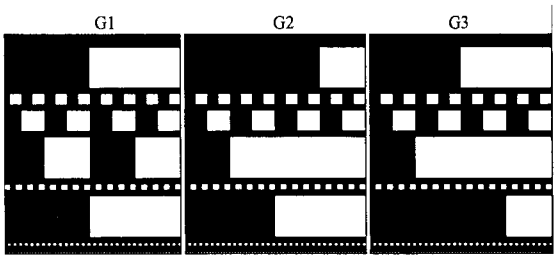

그림 8 G1-최적선택, G2,G3-최적배치에서의 다른 선택방법

그림 9-1 9bit 최적분할방식 그림 9-2 G,1G2,G3임의선택

3. 결 론

PDP는 차세대 평판 표시소자로 그 시장규모는 날로 증가하고 있다. PDP가 고화질 HDTV를 실현하기 위해서는 효율과 동화상에서 나타나는 의사윤곽문제가 시급히 해결되어야 한다. 그러나 국내에서는 의사윤곽에 대한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 우리는 그 동안 일본에서 발표된 의사윤곽 저감기술을 시뮬레이션을 통해 평가해 보았으며 의사윤곽 정량화와 최적 분할 방식을 찾는데 주력하였다. 의사윤곽의 혼용방법의 순서는 '최적분할 방식', '3D분산방식', '발광압축 방식', '등가펄스 방식' 순 으로 혼용 가능하리라고 생각된다. 우리는 noise의 rms를 취하는 정량화 방법을 사용하여 화상평가결과와 거의 일치함을 확인하였다. 5bit와 6 bit 7 bit에서의 최적 분할 방식을 찾는 중 최적 분할 방식은 {2 10 6 10 2 1}과 같이 subfield가 중복되고 분할방식이 대칭 되는 형태가 좋은 분할 방식임을 전수 비교를 통해 발견하였다. 8 bit와 9 bit에 적용해 본 결과 8bit에서는 속도 2{p/f}에서 {1 2 8 32 128 64 16 4}가 9 bit에서는 { 1 64 16 32 64 8 64 4 2}가 가장 좋은 분할 방식임을 발견하였다. 속도와 duty ratio에 따라 최적분할 방식이 조금씩 달라지기는 하나 상위 subfield가 하위 subfield들의 사이에 위치하는 공통점은 변함이 없었다. 즉 8이 1,2,4 사이에 16이 1,2,8,4 사이에 위치한다.

우리는 시간적으로는 분할방식을 달리하고 공간적으로는 gray의 선택방법을 달리하는 ' Enhanced 3D Scattering Method (E3DSM)'을 제안한다. 우리가 찾은 최적배치{1 64 16 32 64 8 64 4 2}와 반대배치인 {2 4 64 8 64 32 16 64 1}을 frame마다 순차적으로 구동하고, 각 frame내에서 G1 G2 G3를 각 행, 각 열마다 임으로 선택한다면 더 나은 의사윤곽개선이 기대된다. 또 우리는 frame의 histogram을 먼저 분석하여 평균 휘도가 낮을 때와 높을 때 subfield 선택을 달리하는 Histogram Analysis Method(HAM) 방식도 제안한다. 만약 정확한 의사윤곽의 정량화가 이루어진다면 위의 결과들은 조금씩 달라질 것이다. 정확한 정량화를 위해서는 인간 시각특성에 대한 연구와, 실제 Panel을 사용한 실험을 통해서 얻어질 수 있을 것이다.

{참 고 문 헌}

{1}S.Mihoshiba "Picture Quality Issues for Color Plasma Displays," IDW'95,pp.57-60 ,1995

{2}Shigeo.Mihoshiba "Dynamic False Contours on PDPs-Fatal or Curable?" IDW'96,pp.251-254,1996

{3}I.Kawahara and K.Wani "Simulation and Reduction of Motion Picture Disturbance for 42" diagonal AC-PDP," IDW'97,pp.503-506 ,1997

{4}K.Nunomura "Advance of Picture Quality in color AC Plasma Display Panels,"IDW'97,pp.499-502,1997

{5}Takahiro Yamaguichi, *et al.* "Degradation of moving image quality in PDPs :Dynamic False Contours," Journal of the SID, 4/4,pp.263-270,1996

{6}Y.Yamaguichi, *et al.* "Improvement in PDP Picture Quality by Three-Dimensional Scattering of Dynamic False Contours," SID'96 Digest,pp. 291-294,1996