

FPD상에서 다중 신호원을 디스플레이하기 위한 Δ -Shaped 보간 알고리즘

박병기[†] · 최철호[†] · 박진성[†] · 권병헌^{**} · 최명렬[†]

요 약

본 논문에서는 a-Si(amorphous-Silicon) TFT(Thin Film Transistor) LCD(Liquid Crystal Display)상에서 다중 비디오 신호원을 디스플레이 할 수 있는 Δ -shaped 보간 방식을 제안하였다. 제안한 방식은 단순한 회로만으로 구현이 가능하므로 펠드 메모리와 같은, 비용의 증가 없이도 평판 디스플레이(FPD : Flat Panel Display) 시스템에 적용될 수 있다.

제안한 방식과 기존의 방식을 비교하기 위하여 PSNR(Peak Signal Noise Ratio)을 도입하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션상의 처리결과를 에지 특성에 초점을 두어 평가하였다.

컴퓨터 시뮬레이션을 통해 에지와 이미지의 국부특징의 관점에서 볼 때, 제안한 방식이 기존의 방식보다 우수함을 확인하였다. 마지막으로 제안한 방식의 특성과 트레이드 오프(Trade-off)에 대하여 논하였다.

Δ -Shaped Interpolation Algorithm for Displaying the Multi-Source Signal on the Flat Panel Display

Byong-Ki Park[†], Chul-Ho Choi[†], Jin-Sung Park[†],
Byong-Heon Kwon^{**} and Myung-Ryul Choi[†]

ABSTRACT

In this paper, we propose the delta-shaped interpolation method for displaying multi-source video signals on a-Si TFT LCD Panel.

The proposed method can be implemented by using less circuits than the conventional methods. Thus it can be applied to the FPD(Flat Panel Display) system without any cost increase such as field memory cost.

In order to compare the picture quality of the proposed method with that of the conventional methods, the computer simulation has been executed by checking PSNR, which is especially focused on the edge characteristics. The simulation results show that the proposed method is better than others from the point of view on the edge and local characteristics of the image. Finally, the characteristics and trade-off of the proposed method are discussed.

1. 서 론

지금까지의 디스플레이 시스템은 CRT(Cathode-Ray Tube)를 중심으로 구성되어 왔으나, 정보화 사회의 발전과 함께 인간이 접할 수 있는 정보의 양이

방대해지고 종류도 다양해짐에 따라 정보매체의 통합개념으로서 멀티미디어 개념이 대두되고 있다 [1,2]. 이러한 멀티미디어 시대에 디스플레이가 중요 시되는 것은 대부분의 정보전달이 인간의 시각적 기능을 통해서 이루어지며 기기의 사용 환경이 다양화 된다는 데 있다.

평판 디스플레이 시스템은 기존의 CRT를 중심으로 하는 디스플레이 시스템에 비해 저 전력, 경량, 평면성 등에서 장점을 가지고 있다[3,4]. 현재 평판 디

본 논문은 산업자원부와 과학기술부에서 시행한 선도기술 개발사업의 지원을 받았습니다.

[†] 한양대학교 제어계측공학과

^{**} 유한대학 정보통신과

스플레이로서 대표되는 것은 LCD와 PDP(Plasma Display Panel)를 들 수 있다. PDP는 셀 크기가 비교적 크고 전력 소모도 많지만, 자체 발광 소자이며 대면적화가 용이하기 때문에 향후 대화면 디스플레이 용으로 전망이 밝다고 할 수 있다[5]. 그리고 LCD는 직시형 및 투사용 디스플레이 시스템에 사용할 수 있으며, 능동 매트릭스(Active Matrix)형으로 만들 경우 화질 및 구동 속도가 우수하며, Poly-Si TFT를 사용할 경우 구동 회로부의 일부를 LCD 패널에 집적화 할 수 있기 때문에 신뢰도를 높일 수 있는 장점이 있다. LCD 중에서 Poly-Si TFT LCD는 현재 캠코더의 뷰파인더(View Finder)로 상용화되어 있으며, 일본업체들은 영상기기 및 사무용기기인 프로젝터(Projector)를 위한 라이터 밸브(Light valve)로 많은 시제품들을 선보이고 있다[6,7]. 또한 국내에서는 STN(Supertwisted Nematic) LCD와 비정질 실리콘(amorphous-Silicon) TFT-LCD에 대한 연구가 끝난 단계에 있으며, 현재 Poly-Si TFT-LCD에 대한 연구가 주류를 이루고 있다. Poly-Si TFT-LCD를 이용한 응용 디스플레이 시스템을 구축하기 위해서는 LCD 패널 및 시스템 설계 기술 특히 LCD 구동 기술의 확보가 절실하다.

본 논문에서는 현재 노트북 컴퓨터와 LCD 모니터의 디스플레이로 각광을 받고 있는 a-Si TFT LCD 상에서 저해상도의 다중 비디오 신호원을 디스플레이 할 수 있는 Δ -shaped 보간 방식을 제안하였다. 제안한 방식은 단순한 회로만으로 구현이 가능하므로 펠드 메모리를 사용하지 않고 디스플레이 시스템에 적용될 수 있다. 2장에서는 기존의 보간 방식에 대하여 설명하였고, 3장에서는 제안한 Δ -shaped 보간 방식의 원리와 구성에 대하여 설명하였다. 성능 평가를 위해 기존 방식과 제안한 방식을 4장에서 다양한 신호모드에서 성능을 비교하였으며, 마지막으로 제안한 방식의 특징과 응용분야에 대하여 논하였다.

2. 기존의 보간 방식

보간 방식은 TV신호의 비월주사를 순차주사로 변환할 때 처음 사용되었다. 비월주사의 경우 시간-수직축상의 성분의 혼입에 의한 에일리어싱(aliasing)이 발생하므로 순차주사로 변환하면 이 문제점이 해결된다. 이때 비월주사에서 각 프레임내의 생략된 주

사선을 재생하기 위하여 보간 기법을 사용한다.

기존의 보간 방식들은 선형 연산을 위주로 한 선형 보간 방식과 미디안(Median) 필터를 중심으로 하는 비선형 보간 기법으로 나눌 수 있다[4].

대표적인 기존 방식에는 선형 보간 방식으로 ZOI(Zero Order Interpolation)[4], FOI(First Order Interpolation)[4], SWAI(Spatio-Weighted Adaptive Interpolation)[5] 등이 있으며, 그리고 비선형 보간방식으로 미디안 방식(Median Method)[6], ELA(Edge based Line Average)[2], PMED(Pseudomedian) 필터[6] 등이 있다.

2.1 ZOI

ZOI 방식은 라인 반복 방법이라고도 하며, 생략된 라인의 위 라인을 그대로 반복하는 방식으로서 이 방식은 구현은 간단하나 제한된 적용성을 갖는다[4].

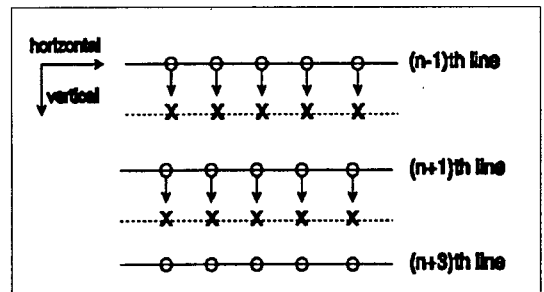


그림 1. ZOI의 원리
(o: pixels, x: missing pixels)

그림 1은 이전 라인의 화소 값이 빠진 주사선에 위치하는 화소 값으로 그대로 옮겨오는 것을 나타내고 있다. 이 방식은 정지화에 적합한 특성을 보이며 실제 3차원 처리에서 정지영역에 부분적으로 사용되고 있다[3].

2.2 FOI

FOI 방식은 라인 평균 방법이라고도 하며, 비월주사된 각 펠드에서 빠져있는 주사선을 인접한 상하 주사선의 화소 값을 평균하여 보간 하는 방식[4]으로서 동화(Moving Picture)에 적합하며, 3차원 처리에서 국부적으로 동화처리 모드에 적용된다[5]. 또한 극히 간단한 구성으로도 비교적 만족할만한 결과를 나타내므로 가격대 성능비를 고려할 때 사용되는 방식이다.

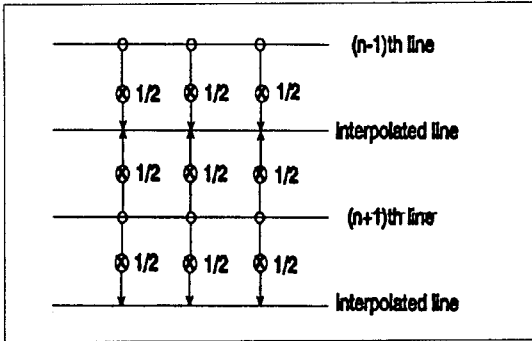


그림 2. FOI의 원리

2.3 SWAI

이 방식은 필드 내에서 보간 하고자 하는 화소의 상하를 평균한 필터와 네 방향의 대각선에 위치하는 화소의 평균을 취한 필터에서 수직, 대각선 방향의 차를 구하고, 이를 근거로 상관관계에 비례하는 가중치를 곱하여 보간 되는 신호의 값을 산출하는 방식이다[5].

이 방식은 계산량이 많아서, 실제 TV 주사선 보간 방식으로서의 적용에는 어려움이 따른다.

2.4 미디안 방식

미디안 방식은 신호처리에 사용되는 가장 보편적인 비선형기법 중의 하나로서 개념적으로 복잡하지는 않지만 실제 계산량이 많이 요구되는 방식이다. 이 방식에서 사용되는 미디안 필터는 윈도우 함수가 각 점의 신호를 통과함으로써 쉽게 산출되는 연산자이며, 필터의 출력은 윈도우 내부의 미디안 값을 취한다.

이러한 미디안 필터를 주사선 보간 기법에 적용하기 위해서는 그림 3과 같이 보간 하고자 하는 화소가 g 라고 할 때, 사용되어지는 주변 화소가 6개이므로 미디안 필터를 구성할 때 짝수개에서 중간 값을 취해야 하는 문제점이 있다.

하나의 해결방안으로 변형된 미디안 필터를 사용하는 방식으로서 그림 3에서 g 의 상하에 위치하는 화소의 평균을 입력화소로 추가하는 방식이다. 이 방식에 의한 미디안 필터의 출력은 식 (1)로 표현된다. 여기서 MED는 a, b, c, d, e, f, h 값 중에서 중간 값을 취하는 필터이다.

$$g = MED(a, b, c, d, e, f, h) \quad \text{여기서} \quad h = (b + e)/2 \quad (1)$$

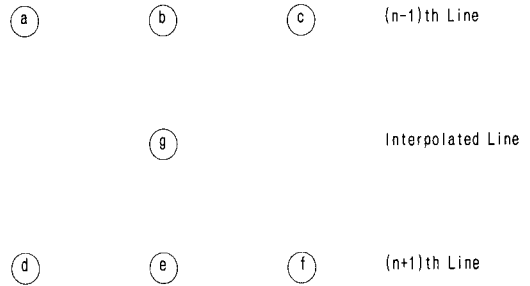


그림 3. 미디안 필터에 사용된 화소군

2.5 ELA 보간 알고리즘

ELA 보간 알고리즘은 TV 신호처리에 사용되며 임펄스 노이즈를 제거할 때는 우수하지만 FOI를 기반으로 하기 때문에 화상의 윤곽이 흐려지는 경향이 있다. 보간 될 화소 $x(i, j)$ 를 구하는 방법은 그림 5와 같다.

ELA 보간 알고리즘은 에지가 색이 다른 면에 대해서는 재생을 잘 해낼 수 있으나, 대각선 방향의 단선일 경우는 알고리즘의 순서에 따라 대각선을 재생할 수도 있고, 혹은 바탕면의 색으로 재생될 수도 있다.

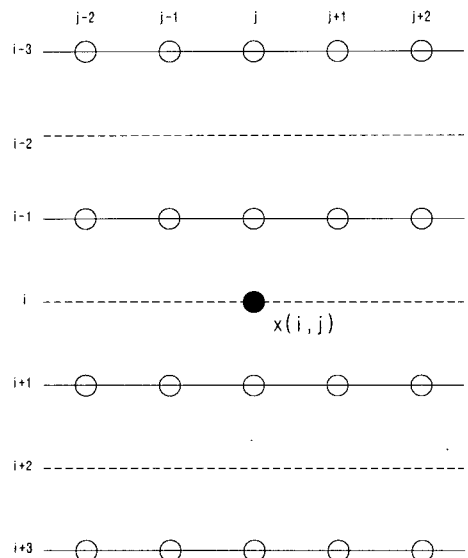


그림 4. ELA에 사용한 화소군

```

a = abs(x(i-1,j-1)-x(i+1,j+1))
b = abs(x(i-1,j)-x(i+1,j))
c = abs(x(i-1,j+1)-x(i+1,j-1))

if min{a,b,c} = b
    x(i,j) = 0.5(x(i-1,j)+x(i+1,j))
elseif min{a,b,c} = a
    x(i,j) = 0.5(x(i-1,j-1)+x(i+1,j+1))
else
    x(i,j) = 0.5(x(i-1,j+1)+x(i+1,j-1))
    
```

그림 5. ELA 보간 알고리즘

2.6 Pseudomedian 필터

2.6.1 Pseudomedian 필터의 정의

Pseudomedian 필터의 정의는 $N=1, N=2$ 에 대해 식 (2)와 (3)으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 PMED(a, b, c) &= 0.5 \times \max\{\min\{a, b\}, \min\{b, c\}\} \\
 &+ 0.5 \times \min\{\max\{a, b\}, \max\{b, c\}\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 PMED(a, b, c, d, e) &= 0.5 \times \max\{\min\{a, b, c\}, \min\{b, c, d\}, \min\{c, d, e\}\} \\
 &+ 0.5 \times \min\{\max\{a, b, c\}, \max\{b, c, d\}, \max\{c, d, e\}\} \quad (3)
 \end{aligned}$$

$N=1$ 인 경우는 윈도우 값이 $\{a, b, c\}$ 이고, $N=2$ 일 경우는 윈도우 값이 $\{a, b, c, d, e\}$ 이다. 여기서 $PMED$ 는 pseudomedian을 의미한다. Pseudomedian 필터는 미디안과는 달리 윈도우에서 $N+1$ 의 부 윈도우만을 사용하기 때문에 미디안 필터보다 더욱 중심점에 강한 가중치를 부가하는 특성을 갖는다. 한편 에지와 임펄스에 대한 응답특성도 미디안 필터보다 우수하다[6].

2.6.2 H-shaped PMED

H-shaped PMED(이하 H-PMED)는 인가되는 비월주사 방식의 신호를 순차주사 방식의 형태로 변환하기 위한 것이며, 그림 6은 PMED 연산에 사용되는 화소들을 나타낸 것이다. a, b, c는 $(n-1)$ 번째 주사선에 위치하는 화소들이며, d, e, f는 $(n+1)$ 번째에 위치하는 화소들이다. 여기서 g는 보간 될 화소를 나타내

며, 이때 g가 위치하는 라인이 보간 되어지는 주사선이다.

그림 6의 윈도우에 대한 부 윈도우는 $\{a, b, c\}, \{d, e, f\}, \{b, e\}$ 이다. 이때 이 방식에 의해 보간 되는 화소 값 g는 식 (4)로 표현된다.

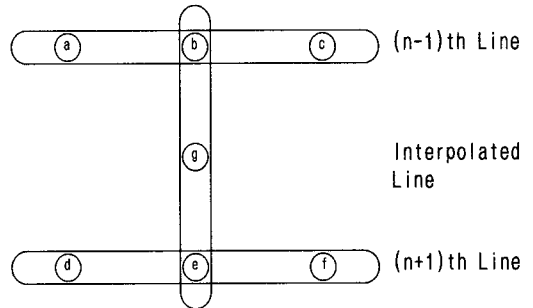


그림 6. H-shaped PMED 필터

$$\begin{aligned}
 g &= PMED(a, b, e, d, e, f) \\
 &= 0.5 \times \max[\min\{a, b, c\}, \min\{d, e, f\}, \min\{b, e\}] \\
 &+ 0.5 \times \min[\max\{a, b, c\}, \max\{d, e, f\}, \max\{b, e\}] \quad (4)
 \end{aligned}$$

식 (4)가 의미하듯이 보간 되는 화소 값 g는 수평, 수직방향으로 인접하는 화소들의 선형 및 비선형 연산에 의해 산출된다.

2.6.3 Asterisk-shaped PMED

이미지에서 임의의 화소는 주변화소와 수평, 수직 뿐만 아니라, 대각선 방향에 대해서도 상관관계가 크다. H-PMED가 수평, 수직 방향을 고려한 방식인 반면에, Asterisk-shaped PMED(이하 A-PMED)는 대각선 방향과 수직방향을 고려한 방식이다. 이 방식은 보간 되어지는 화소 g와 대각선 방향에 위치하는

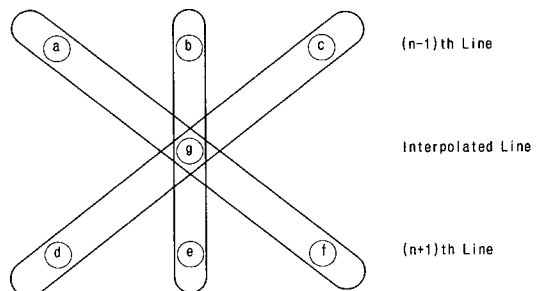


그림 7. Asterisk-shaped PMED

화소군 $\{a, f\}$, $\{c, d\}$, 그리고 g 와 수직방향에 위치하는 화소군 $\{b, e\}$ 를 부 윈도우로 이용한다. 따라서 이와 같은 부 윈도우의 최대치 중의 최소치와 최소치 중의 최대치의 평균에 의한 출력은 식 (5)로 표현된다.

$$\begin{aligned}
 g &= PMED(a, b, c, d, e, f) \\
 &= 0.5 \times \max[\min\{a, f\}, \min\{c, d\}, \min\{b, e\}] \\
 &\quad + 0.5 \times \min[\max\{a, f\}, \max\{c, d\}, \max\{b, e\}]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

3. Δ -Shaped 보간 알고리즘

3.1 Δ -Shaped 보간 필터의 원리

Δ -shaped 보간 필터는 미디안 필터와 PMED를 변형한 필터이다.

삼각형 모양의 부 윈도우 $\{a, c, e\}$ 에서의 중간 값과 역삼각형 모양의 부 윈도우 $\{b, d, f\}$ 에서의 중간 값 그리고 상하 값의 평균값의 중간 값을 구하여 보간 할 화소의 값을 계산하고, 식 (6)으로 표현된다.

$$g = MED[MED(a, c, e), MED(b, d, f), 0.5(b + d)]
 \tag{6}$$

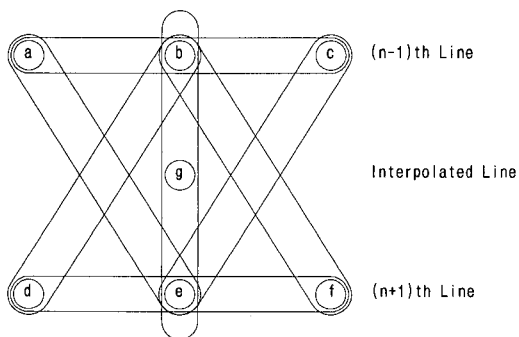


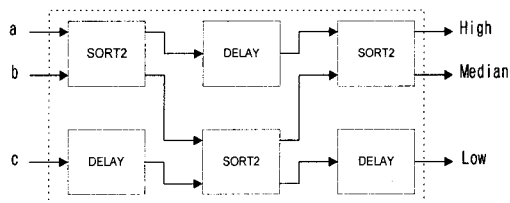
그림 8. Δ -shaped 보간 필터 원리

3.2 Δ -Shaped 보간 필터의 구조

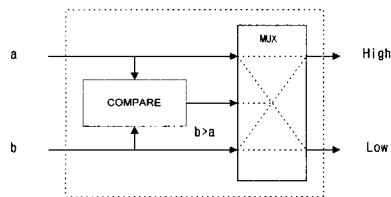
그림 9에 나타낸 바와 같이 Δ -shaped 보간 필터는 비교기 9개, MUX 9개, delay 9개, 덧셈기 1개, 곱셈기 1개로 구성된다. 덧셈기에서 나온 출력의 LSB 다음 비트부터 캐리 비트까지 8비트를 취하는 경우 곱셈기는 필요 없다.

SORT2의 MUX는 비교기에서의 출력을 선택 하여 신호로 하여 큰 수인 경우 High로, 작은 수인 경우

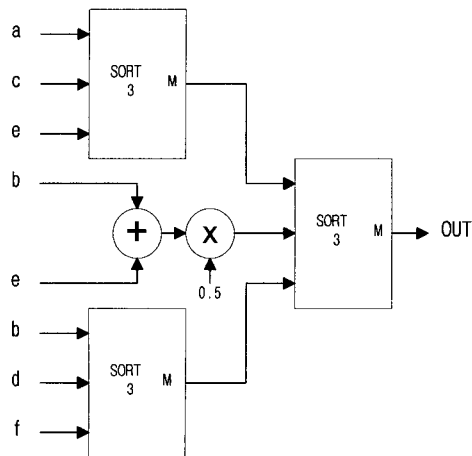
Low로 출력한다. SORT2를 사용하여 SORT3을 구성하고, SORT3과 덧셈기 등을 사용해서 전체적인 필터를 구성한다.



(a) SORT3 블록



(b) SORT2 블록



(c) 전체 블록

그림 9. Δ -shaped 보간 필터의 구조

3.3 Δ -Shaped 보간 필터를 이용한 보간 회로 블록도

그림 10에서 MEM은 라인 메모리 부분을 나타낸 것이며, F319, F320은 화소지연을 하기 위해서 각각 319, 320개의 단계를 가진 FIFO(First In First Out)을 나타낸 것이다. Med1_1에서 Med4_4까지는 동일

한 내부구조를 가진 SORT3 회로이며, 실시간 처리를 위하여 중간에 3단의 latch를 둔 pipelining 구조를 이룬다. 따라서 Med1_1, Med1_2, Med1_4와 덧셈기가 라인 메모리 MEM1에 대한 Δ -shaped 보간 필터를 이루며 3개의 클럭 후부터 최종 데이터가 출력된다. 버퍼(buffer)는 보간 기법을 이용하지 않는 라인에 대해 클럭에 맞추어 출력하기 위한 요소이다. MUX1_1에서 MUX1_4까지는 Δ -shaped 보간 필터를 거친 데이터와 버퍼에서 나온 데이터 중 원하는 데이터를 선택하기 위한 MUX이고, MUX2_1과 MUX2_2는 LCD 패널 드라이브에서 요구하는 60 MHz의 전송속도에 적용하기 위해 홀수 번째 데이터와 짝수 번째 데이터로 나누어 출력을 하기 위한 MUX이다.

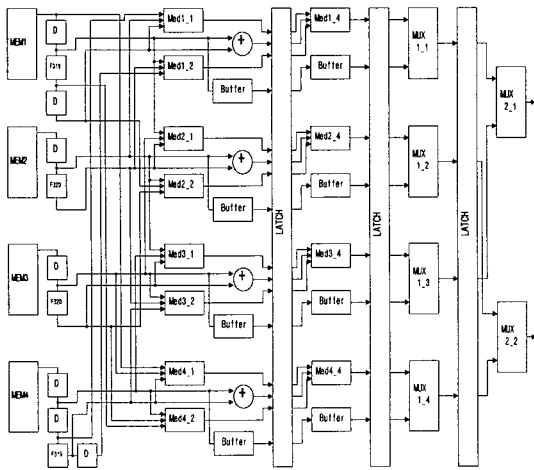


그림 9. Δ -shaped 보간 필터 내부 블럭도

4. 컴퓨터 시뮬레이션

PSNR은 이미지를 비교하는 객관적 판단 기준으로 주로 사용되며 식 (7)로 표현된다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(255)^2}{MSE} [dB] \tag{7}$$

$$MSE = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |I(i, j) - I'(i, j)|^2 \tag{8}$$

여기서 MSE는 Mean Square Error를 나타내며, $I(i, j)$ 은 원래의 화소 값을, $I'(i, j)$ 은 처리된 화소값을

의미한다. 여기서 N, M은 각각 화면의 가로, 세로의 화소 수이며, $I(i, j)$ 은 원래의 화소 값이고, $I'(i, j)$ 는 보간 알고리즘을 적용한 화소 값이다.

시뮬레이션은 SXGA(1280×1024)의 해상도에 근접한 1280x960의 샘플 이미지를 가지고 각각의 비디오 모드의 비율에 따라 NTSC(320×240), VGA3(640×480), SVGA(800×600)에 근접한 800×640, XGA(1024×768)에 근접한 1024×720을 컴퓨터 언어인 C언어를 이용하여 만든 다음 제거된 라인을 제안한 Δ -shaped 보간 알고리즘 ZOI, FOI, ELA, 미디안 필터, H-PMED, A-PMED 등에 적용하여 비교하고 분석하였다. 본 시뮬레이션의 특징은 기존의 NTSC 방식인 TV 주사선 보간 방식과는 달리 휘도 신호만을 가지고 보간 알고리즘을 수행하지 않고, LCD 컨트롤러로 입력되는 신호의 특성과 실시간 처리 능력 및 하드웨어의 복잡도를 고려하여 RGB 신호에 대해 각각 빨강, 녹색, 파랑에 대해 보간 알고리즘을 적용하여 실험하였다.

실험에서는 모서리 부분의 에지 특성, 문자 특성, 천연색에 대한 특성 등을 고려하여 640×480 해상도의 24 bit 트루 컬러의 압축이 되지 않은 이미지 네 개를 합쳐서 하나의 이미지 파일을 만들었다.

그림에서 왼쪽 위의 산 그림은 모서리 부분의 재생 능력을 평가하기에 적합하고, 왼쪽 아래의 저널 노을 그림은 24 bit 트루 컬러의 색을 재생하는 능력을 평가하기 적합하며, 오른쪽 위의 그림은 문자의 재생력을 살피기에 알맞고, 오른쪽 아래의 그림은 에지 특성 및 문자 특성도 살피기에 적합하다. 그림들이 다소 복잡하기 때문에 수치가 낮게 나올 수도

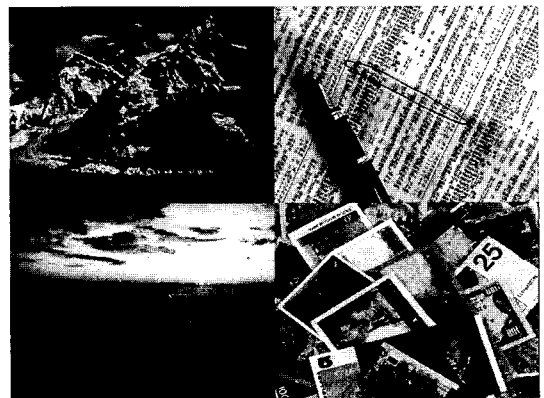


그림 11. 원래의 그림 이미지

있지만 눈으로 보았을 때 만족할 만큼의 결과가 나온다면 알고리즘을 적용하는데 문제가 없을 것이다.

4.1 NTSC 신호 모드의 처리

NTSC에서는 320x240을 1280x960으로 확대해야 하므로 가로, 세로 각각 4배 증가시켜야 한다. 즉, 가로 방향으로 화소간에 3개의 픽셀을 첨가하고, 세로 방향으로 화소간에 3개의 픽셀을 삽입해야 한다. LCD 컨트롤러에서는 실시간 구현이 중요하므로 수평 주사 방향으로 $P(i+1, j)$, $P(i+2, j)$, $P(i+3, j)$ 에 해당하는 픽셀은 $P(i, j)$ 의 값을 단순히 반복하여 대치하고, 수직 방향으로로는 $P(i, j+1)$ 는 $P(i, j)$ 를 반복하고, $P(i, j+3)$ 는 원래의 이미지에서 다음 라인에 해당하는 $P(i, j+4)$ 를 반복하면 j 번째 라인과 $j+4$ 번째 라인을 이용해서 $j+2$ 번째 라인을 보간 알고리즘을 적용해서 계산한다. 이런 이유로 NTSC 모드의 화상은 다소 화질이 떨어져 보이게 된다. NTSC 모드에서는 화질에 큰 차이가 없으므로 확대한 이미지의 예는 생략하고 PSNR을 이용한 계산 값은 표 1과 같다. PSNR은 실제 화상과 보간 하여 만들어진 화상과 수치적인 계산으로 얼마나 근사한가를 알아보기 위한 것이므로 사람의 시각을 통하여 실제로 보고 지각하는 평가와는 거리가 있다.

표 1에 나타낸 것과 같이 알고리즘이 단순한 ZOI는 수치가 가장 낮고, NTSC 모드의 시뮬레이션에서는 A-PMED가 가장 우수하다. 본 연구에서 제안한 Δ -shaped 보간 알고리즘은 미디언 필터와 H-PMED 정도 수준의 결과를 보였다.

4.2 VGA3 신호 모드의 처리

VGA3 모드는 640x480의 해상도이므로 수평, 수

표 1. NTSC의 PSNR

	RED	GREEN	BLUE
ZOI	19.99273	19.03691	18.32145
FOI	20.74029	19.72566	19.00174
MED	20.90582	19.91826	19.20260
H-PMED	20.90883	19.90277	19.19484
A-PMED	20.99111	20.01413	19.28712
ELA	20.73069	19.77670	19.04674
Delta	20.88765	19.89233	19.18146

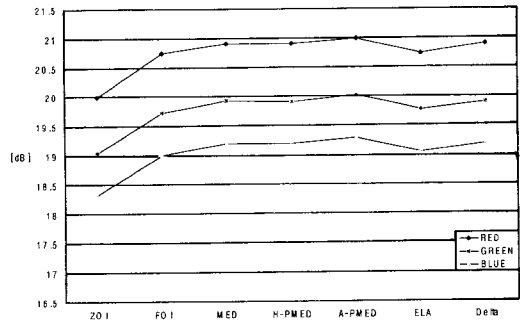


그림 12. NTSC의 PSNR

직 축으로 각각 2배씩 확장하면 1280x960의 화상이 된다. 수평축으로 확대를 할 경우에는 NTSC와 마찬가지로 $P(i+1, j)$ 는 $P(i, j)$ 를 반복시키고, 수직 축으로는 j 번째 라인과 $j+2$ 번째 라인을 이용하여 $j+1$ 번째 라인을 보간 알고리즘을 적용하여 계산한다.

표 2와 그림 13은 각 보간 알고리즘에 대한 비교표와 도표이다.

표 2에서 보는 바와 같이 역시 알고리즘이 단순한 ZOI는 가장 낮은 수치를 보였고, 이 경우에는서는

표 2. VGA3의 PSNR

	RED	GREEN	BLUE
ZOI	22.95755	21.86424	21.10197
FOI	25.62332	24.39237	23.50936
MED	25.66431	24.39082	23.66446
H-PMED	25.8292	24.5977	23.80313
A-PMED	25.31199	24.01304	23.39107
ELA	24.42063	23.02469	22.45263
Delta	25.79792	24.57864	23.77392

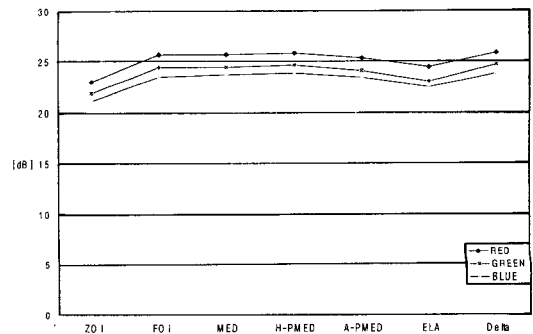


그림 13. VGA의 PSNR

H-PMED 알고리즘이 가장 성능이 우수한 것으로 평가되었다. 그리고 Δ -shaped 보간 알고리즘이 H-PMED과 가장 근사한 값의 차이로 다음으로 성능이 좋은 것으로 평가되었다.

4.3 SVGA신호 모드의 처리

본래 SVGA 모드는 800×600의 해상도이나 본 시뮬레이션에서는 PSNR의 비교를 위해서 800×640 해상도의 크기로 이미지를 축소시킨 다음 1280×960의 해상도로 복원하였다. 수평축의 800개의 픽셀을 1280으로 만드는 방법은 VGA3와 같이 이전의 픽셀을 반복하는 것이나 정확히 정수배가 되지 않기 때문에 약간의 기술이 필요하다. 이 경우에는 짝수 번째 화소에 대해서는 두 번씩 반복을 하고, 홀수 번째 화소에 대해서는 4번마다 반복을 하면 1280개의 픽셀을 만들 수 있다. 수직 축에 대해서는 640의 1.5배를 하면 960라인이 되므로 두 라인에 한 번씩 보간 알고리즘을 적용시키면 해결된다.

표 3과 그림 14는 보간 알고리즘을 적용시킨 후 PSNR을 계산한 비교표와 도표이다.

표 3. SVGA의 PSNR 비교

	RED	GREEN	BLUE
ZOI	24.69595	23.64363	22.85378
FOI	27.51115	26.23485	25.32853
MED	27.54621	26.23761	25.48161
H-PMED	27.73006	26.45020	25.62529
A-PMED	27.19349	25.84997	25.18959
ELA	26.27078	24.84653	24.24150
Delta	27.68728	26.42964	25.59072

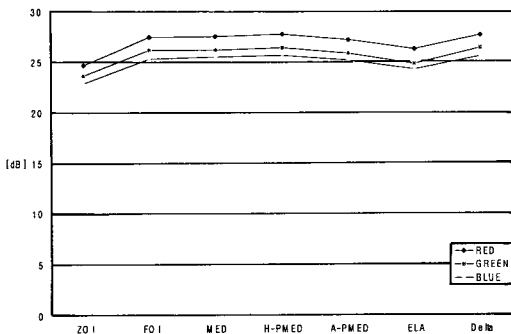


그림 14. SVGA의 PSNR

표 3에서 보는 바와 같이 Δ -shaped 보간 알고리즘이 H-PMED 필터와 더불어 좀 더 높은 수치를 나타내었고, 전체적인 경향은 VGA3와 거의 변함이 없다.

이미지의 해상도가 용지에 비해 높은 편이기 때문에 다소 차이점을 찾아내지 못할 수도 있으나, 사선 방향의 성분을 자세히 관찰하면 ZOI보다 FOI가, FOI보다 H-PMED나 Δ -shaped 보간 필터가 우수함을 알 수 있다.

4.4 XGA신호 모드의 처리

원래 XGA 비디오 모드는 1024×768의 해상도이나 여기서는 픽셀의 좌표에 따라 비교하는 PSNR의 특성을 고려하여 1024×720의 해상도로 축소한 다음, 보간 알고리즘을 적용하여 시뮬레이션하였다.

표 4는 각 보간 알고리즘에 대해서 비교한 것을 도표로 나타낸 것이다. 표 3에서와 같이 XGA급의 해상도를 보간 기법을 적용해서 확대하였을 경우에도 Δ -shaped 보간 알고리즘이 H-PMED과 더불어 우수함을 볼 수 있었다.

그림 16은 VGA3 모드의 처리에서 각 알고리즘의

표 4. XGA의 PSNR 비교

	RED	GREEN	BLUE
ZOI	25.97809	24.87477	24.10001
FOI	28.71919	27.44457	26.56434
MED	28.77797	27.45759	26.72182
H-PMED	28.94297	27.67397	26.86646
A-PMED	28.41827	27.07293	26.44681
ELA	27.51921	26.06851	25.49622
Delta	28.91187	27.65106	26.83480

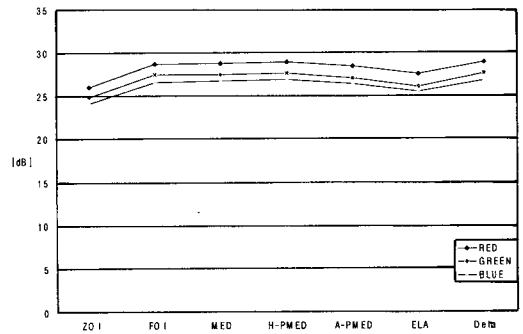


그림 15. XGA의 PSNR

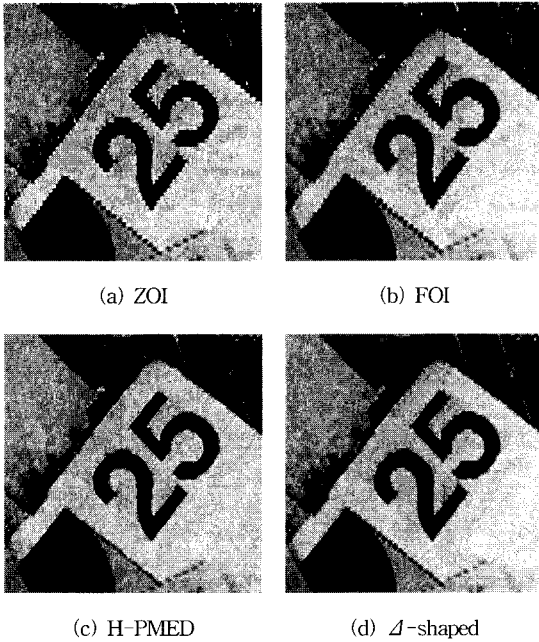


그림 16. 처리 결과

비교를 보기 위하여 샘플이미지에서 오른쪽 아래에 해당하는 부분의 이미지의 보간 알고리즘 적용 후의 이미지를 보여주고 있다. 그림에서와 같이 ZOI 방식은 모서리 부분이 가장 취약하게 나타났으며, FOI는 모서리 윤곽은 나아졌으나 전체적으로 흐려지는 경향이 나타나는데, 이는 평균값을 나타내는 원리가 저주파 통과 필터의 특성과 같아서 급격한 변화가 있는 부분을 모두 없애주기 때문이다.

5. 결론

본 논문에서는 현재 평판 정보 디스플레이 중에서 각광을 받고 있는 a-Si TFT LCD상에서 해상도가 다른 여러 가지 이미지신호를 동일한 디스플레이에 표현하기 위한 Δ -shaped 보간 방식을 제안하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식과 비교, 분석하였다. 본 알고리즘의 보편성을 위하여 각각의 신호 모드에 대해 PSNR과 이미지의 에지 특성에 초점을 맞추어 컴퓨터 시뮬레이션을 행하였다. 이의 결과로 제안한 방식이 이미지의 미세부분 등과 같은 전체적인 화질의 향상과 아울러 윤곽부분에서 더욱 매끄러운 특성을 보임을 알 수 있었다. 따라서 특정의 실험이미지 뿐만이 아니라 다양한 이미지소

스에 본 알고리즘을 적용할 수 있으리라 판단된다.

객관적 평가기준으로 사용된 PSNR의 경우에는 유사한 PMED방식과 유사하였으나 실제 재생된 이미지의 화질의 에지 특성의 우수성과는 일치하지는 않았다. 이는 PSNR이 인간의 주관적 화질과 일치하지 않음을 나타낸다. 따라서 인간의 시각특성을 고려한 정량적인 평가방법의 확립이 요구된다.

본 알고리즘은 그 구성면에서 단순한 비선형회로와 선형회로 일부, 라인 메모리만으로 하드웨어 구성이 가능하므로 기존의 여러 가지 3차원 처리, 적응형 처리에 비해 단순한 구성을 가지므로 그 실현이 용이하며 또한 가격 면에서도 유리하여 그 실용성에 큰 의의를 가진다.

참고 문헌

- [1] S. K. Kwon, K. S. Seo, J. K. Kim, Y. G. Kim, "A Motion Adaptive Deinterlacing Method," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.38, No.3, pp. 145-149, Aug. 1992.
- [2] K. Oistamo, Y. Neuvo, "A Motion Intensive Method for Scan Rate Converter and Cross Error Cancellation," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.37, No.3, pp. 296-301, Aug. 1991.
- [3] P. Pohjla, M. Karlsson, "Line Rate Up Conversion in IDTV Application," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.37, No.3, pp. 309-312, Aug. 1991.
- [4] R. S. PRODAN, "Multidimensional Digital Signal Processing for Television Scan Conversion," *Philips J.Res.* 41, pp. 576-603, 1986.
- [5] D. Nguyen, E. Dubois, "Spatio-Temporal Adaptive Interlaced to Progressive Conversion," *International Workshop on HDTV/92 Proceeding* Vol.2, Nov. 18-20, 1992.
- [6] H. Rabtanen, "Color Video Signal Processing with Median Filters," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.38, No.3, pp. 157-161, Aug. 1992.
- [7] M. Choi et al., " Δ -shaped interpolation algorithm for a-Si TFT LCD Display," *Korea Symposium on Information*, pp. 25-26, 1998.



최 명 렬

1983년 한양대학교 전자공학과 학사, 1985년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과 석사, 1991년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과 박사, 1991년 3월~10월 생산기술연구원 전자정보실용화센터 조교수, 1991년 11월~1992년 8월 생산기술연구원산하 전자부품종합기술연구소 선임 연구원, 1992년 9월~현재 한양대학교 제어계측공학과 부교수
관심분야 : ASICs, 신경회로망 칩 설계, 스마트카드 응용, μ P/DSP 응용, Wireless ATM, ITS>



박 진 성

1972년 5월 22일생, 1995년 한양대학교 제어계측공학과 학사, 1997년 한양대학교 제어계측공학과 석사, 1997년 3월~현재 한양대학교 제어계측공학과 박사과정
관심분야 : ASIC, 저전력 반도체 회로 설계



권 병 현

1987년 한국항공대학교 전자공학과 학사, 1989년 한국항공대학교 전자공학과 석사, 1995년 한국항공대학교 전자공학과 박사, 1989년 1월~1997년 8월 LG전자(주) 멀티미디어 연구소 선임연구원, 1997년 9월~현재 유한대학 정보

통신과 전임강사
관심분야 : 영상 신호 처리, 영상 통신



박 병 기

1971년 12월 25일생, 1997년 한양대학교 제어계측공학과 학사, 1999년 한양대학교 제어계측공학과 석사
관심분야 : VLSI, 영상신호처리



최 철 호

1998년 한양대학교 제어계측공학과 학사, 1998년 3월~현재 한양대학교 제어계측공학과 석사과정
관심분야 : ASIC, VLSI