

개선된 영상 보간 알고리즘을 이용한 PCI 인터페이스 설계에 관한 연구

이인섭*, 고영욱*, 김환용*, 김태형**
*원광대학교 전자공학과, **익산대학교 전자공학과

A Study on the PCI Interface Design using Modified Image Interpolation Algorithm

In-Sup Lee*, Young-Oog Ko*, Hwan-Yong Kim*, Tae-Hyung Kim**

*Dept. of Electronic Eng., Wonkwang University

**Dept. of Electronic Eng., Iksan National College

Abstract - This paper decides provision of brightness by average value of horizontal pixel, vertical pixel association. Give weight at association value calculation to improve diagonal line characteristics, and applied method to add average of vertical pixel and average of diagonal line pixel at interpolation. Therefore, it improves PSNR, and it proposed algorithm that improve horizontal outline and vertical outline characteristics in big area of luminance contrast. It changed scanning line of serial scan based on proposed algorithm and designed variable image system for efficient data transmission through PCI interface circuit.

1. 서 론

최근에 영상 보간 문제에 있어 ELA(Edge based Line Average)의 단점을 개선하기 위하여 수평 윤곽선을 찾아내어 라인 복사 방법을 사용하는 AELA(Adaptive ELA)가 제안되었으나 이 방법은 수직, 수평 윤곽선에서 화질의 열화가 발생하는 단점을 가지고 있다.⁽¹⁾ 또한 인간의 눈은 휘도의 밝기보다 상대적인 휘도의 대비 등에 민감하므로 획일적인 필터링 보다는 화상의 무늬 영역, 평탄화 영역, 휘도의 대비가 큰 영역, 적은 영역 등을 구분하여 적절히 보상하면 객관적인 판단기준인 PSNR과 주관적인 판단기준인 윤곽선 보존 특성을 개선시킬 수 있다.⁽²⁾

따라서 본 논문에서는 수평 화소, 수직 화소 상관의 평균값으로 휘도의 대비를 판단하여 대각선 특성을 개선시키기 위해 상관값 계산시 가중치 부여와 ELA 보간시 수직 화소 평균 및 대각선 화소의 평균을 더하는 방법으로 PSNR을 향상시킬 수 있는 알고리즘을 제안하고자 한다. 또한 제안된 알고리즘을 이용하여 비월 주사의 주사선을 변경하여 순차 주사 방식인 PC 모니터에 주사하기 위해 PCI(Peripheral Component Interconnect) 인터페이스 회로를 구현하였다.

2. 본 론

2.1 주사선 보간 알고리즘

보간법은 화소들 사이에 있는 주소 값을 생성하는 과정으로 주변의 화소들을 분석함으로써 새로운 화소를 생성한다. 보간 함수에 따른 화질과 처리 시간 사이에는 항상 trade-off가 존재하는데 복잡한 알고리즘은 영상 화질을 향상시키지만 보간 함수가 복잡해질수록 많은 처리 시간을 요구한다. 식 (1)과 (2)는 화소 원시주소의 발생 변환을 나타낸다.⁽³⁾⁽⁴⁾

$$x_{source} = \frac{x_{dest}}{2} \quad (1)$$

$$y_{source} = \frac{y_{dest}}{2} \quad (2)$$

기하학적 처리의 결과에 있어서 이상적인 경우에는 화소 값이 변경되지 않지만 존재하지 않는 위치로부터

하나의 화소를 명시하고자 한다면 하나의 새로운 화소가 생성될 수 있다. 이러한 화소 생성 방법이 영상의 보간 방법으로 알려져 있다.

2.1.1 ZOI(Zero Order Interpolation)

선형 보간 알고리즘 중에서 처리가 용이한 ZOI 알고리즘은 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

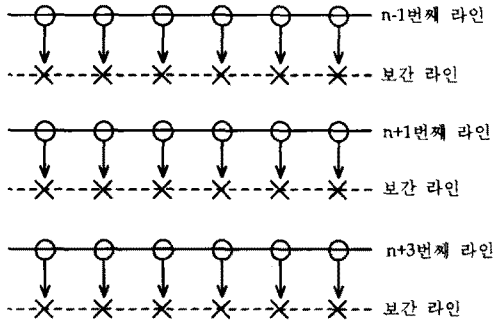


그림 1. ZOI 알고리즘에 의한 보간 방법

ZOI 알고리즘은 같은 화소 값을 중복해서 사용하는 방법으로 비월 주사시 한 필드를 순차 주사방식으로 변환시킨다. ZOI 알고리즘은 하드웨어가 복잡하지 않으며 적은 메모리를 사용하므로 비용 면에서 유리하고 수직 방향 윤곽 특성이 다른 선형 필터보다 좋은 특성을 가지고 있다. 반면 ZOI 알고리즘에 의한 주파수 특성은 sinc 함수로 주어지므로 많은 돌출부를 갖게 되고 이로 인해 고주파 성분인 영상의 윤곽선 부근에서 심각한 계단 현상을 갖게 되어 화질 저하의 원인이 되기도 한다.

ZOI 알고리즘의 특징은 수직 스캔 라인의 수가 두 배가 되면 수직 해상도의 증가가 없으므로 각 비디오 컴포넌트에 대해서 두 라인을 메모리에 저장할 때 메모리의 첫 라인을 기록하고 있는 동안에 두 번째 라인을 읽게 된다.^{[5][6]}

2.1.2 FOI(First Order Interpolation)

FOI 알고리즘은 인접한 라인 상하의 화소 값을 평균하여 계산하는데 있어 라인 평균 필터(Line Average Filter)와 수직 필터 윤곽선의 경계 값의 차가 클 경우 윤곽선의 열화가 심하게 되어 전체적으로 영상이 흐리게 되는 단점이 있다. 또한 각각의 비디오 컴포넌트에 대해서 두 개의 라인 메모리가 사용하는데 첫 번째 라인을 메모리에 기록하는 동안에 두 번째 라인을 읽게 된다.

첫 번째 읽기 사이클은 새로운 스캔 라인을 직접 발생하는데 사용되고 다음 읽기 사이클에 데이터가 메모리의 데이터와 평균값으로 보간되며 다음 원래의 스캔 라인으로 보간된다.

2.1.3 제안된 보간 알고리즘

제안된 보간 알고리즘에서는 화소 보간시 윤곽선 방향을 검출하여 검출한 방향의 두 화소를 평균하여 보간 값으로 적용하여 수직방향인 90°와 대각선 방향 45°, 135° 대해서만 보간하게 된다. 따라서 90° 방향의 윤곽선과 대각선 방향 윤곽선 형태는 비월 주사를 하게 되면 짝수 라인만 남게 되고 ELA를 적용하면 대각선 방향의 상관이 가장 크게 되어 대각선 방향의 두 화소의 평균값으로 보간을 하게 된다. 그러므로 보간된 라인이 그림 2와 같은 형태로 주사되었을 경우 그림 3과 같은 대각선 방향의 이미지가 보간되고 그림 4와 같은 형태의 이미지는 90° 방향의 윤곽선 형태가 보간되는 장점이 있다.

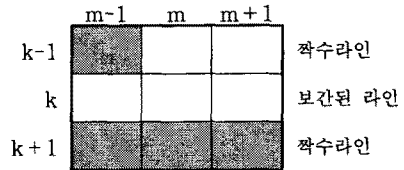


그림 2. 주사된 형태의 보간 예

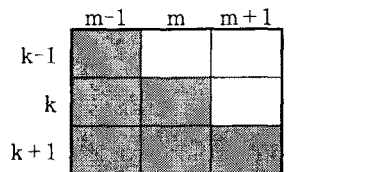


그림 3. 대각선 형태의 윤곽선 예

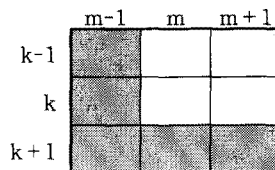


그림 4. 90° 코너 형태의 윤곽선 예

2.2 PCI의 DMA 인터페이스

본 논문에서는 제안된 영상 보간 알고리즘을 비월 주

사방식이 아닌 순차 주사방식의 PC 모니터에 주사하기 위해 PCI 버스의 인터페이스 회로를 구현하였다.

PCI가 전송 모드로 동작하기 위해서는 초기 configuration이 이루어져야 하는데 해당 디바이스 정보나 vendor의 ID 등을 확인하고 정상적인 동작이 이루어진다. 그림 5는 PCI의 configuration 흐름도를 나타내었다.

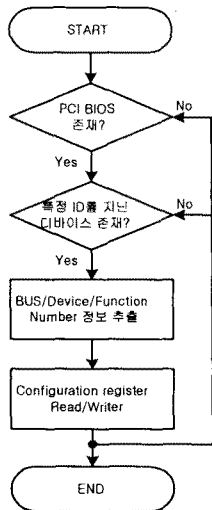


그림 5. PCI 전송 모드에 대한 Configuration 흐름도

PCI 버스에서 전송 모드일 경우 주변 기기들이 이미 다중 캐쉬 라인 전송 모드로 데이터를 버퍼에 받아두고 있는 상태이므로 필요한 데이터를 주변기기들이 요청하는 경우 시스템 버스에 요청한 데이터를 다중 캐쉬 라인 전송 모드로 출력하면 된다.

DMA 전송은 메모리의 데이터를 직접 읽고 쓸 수 있는 형태로서 CPU가 메모리의 데이터 전송에 관여하지 않으므로 다른 작업을 수행할 수 있도록 한다. 따라서 CPU 부하를 줄이고 메모리로의 데이터 전송을 용이하게 하기 위해서 DMA를 이용한 PCI의 블록도를 그림 6에 나타냈다. 그림 6과 같이 DMA를 통한 메모리의 전송을 위해서는 DMA 레지스터에 필요한 값을 저장시킨 후에 FIFO의 데이터는 PCI 버스를 통해서 메모리에 전송하고 각각의 해당 디바이스로 데이터를 전송한다. 해당 디바이스에서는 레지스터 값을 설정하고 DMA가 버스의 사용 권한을 마스터에 요청하여 메모리의 데이터를 해당 FIFO로 가져오게 한다.

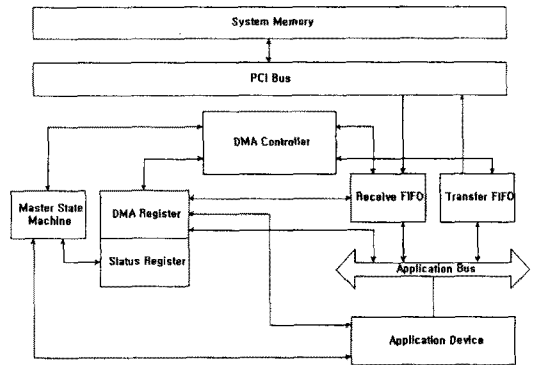


그림 6. PCI의 DMA 전송을 위한 블록도

2.3 개선된 보간 알고리즘의 모의실험 결과

제안된 영상 보간 알고리즘의 성능 개선을 확인하기 위해 Football 영상의 30프레임을 사용하여 모의실험한 결과 그림 7과 같이 제안된 알고리즘의 PSNR이 0.2~0.5 dB 정도 개선되었음을 확인할 수 있었다.

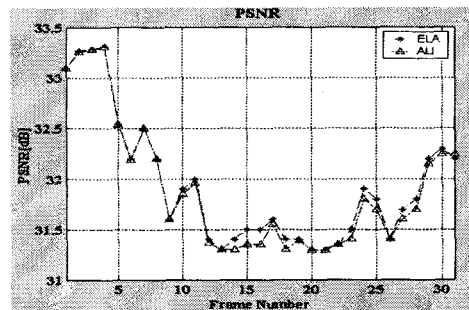


그림 7. Football 영상의 PSNR의 결과

개선된 보간 알고리즘의 PCI 전송을 확인하기 위해 그림 8에서는 해당 디바이스의 FIFO에 쓰기 동작을 모의 실험 결과이며 그림 9는 읽기 동작에 대한 모의 실험 결과이다.

그림 8과 그림 9와 같이 FIFO에 읽기와 쓰기 동작을 하기 위해서는 초기에 configuration 과정을 끝낸 후 마스터에서 정의된 주소를 가지고 작업을 수행한다. PCI의 마스터에서 정의된 어드레스는 해당 번지를 각 디바이스로 보내고 버스에 있는 모든 번지를 래치한 후 마스터가 번지에 속하는지 확인하게 되고 하나의 디바이스만이 선택되어 응답하게 된다. 따라서 해당 번지가 선택

되면 마스터에서는 그림 8과 그림 9와 같이 nDEVSEL 신호를 이용하여 마스터가 동작하고 이후 nIRDY와 nTRDY가 동시에 신호를 주어 유효 데이터 전송이 일어나게 되어 읽기와 쓰기 동작을 하게 된다.

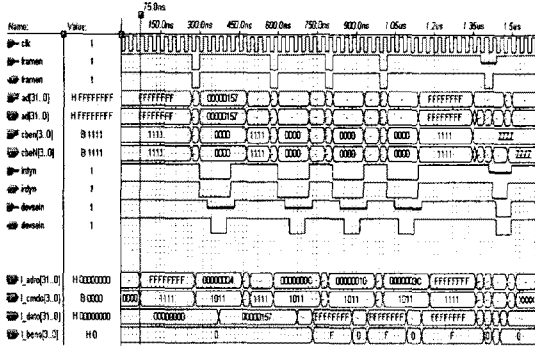


그림 8. PCI의 쓰기 동작

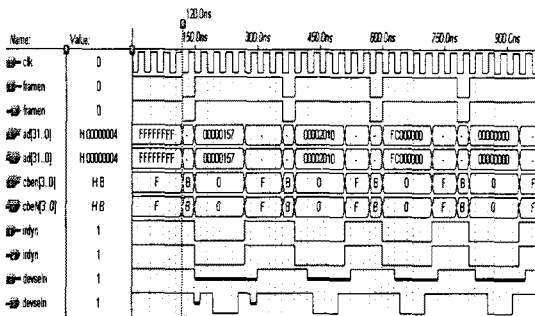


그림 9. PCI의 읽기 동작

3. 결 론

본 논문에서는 기존 방식의 주사선 보간 알고리즘이 가지고 있던 수평 및 수직 윤곽선을 시각적, 객관적 측면에서 개선하였다. 제안된 알고리즘은 기존의 수평 및 수직 윤곽선 형태를 갖는 이미지에서 시각적으로 효과적인 윤곽선을 만들어 주지 못한다는 점을 개선시킬 목적으로 기존 3×3 사이즈의 윈도우에서 가장 알맞은 보간 함수를 선택하였으며 PSNR을 0.2~0.5dB 개선시켰다. 또한 제안된 알고리즘을 이용하여 TV, VCR 등의 비월 주사방식의 아날로그 영상을 순차 주사방식인 PC 모니터에 주사하기 위하여 PCI 버스를 접목시켜

해당 인터페이스를 설계하였으며 Max+PlusII를 이용하여 동작확인을 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] C. Cafforio, F. Rocca and S. Tubaro, "Motion compensated image interpolation", IEEE Trans. Comm., COM-38, pp. 215-222, 1990.
- [2] H. Rantanen, "Color Video Signal Processing with Median Filters", IEEE Trans. on Consumer Electronic, Vol. 38, No. 3, pp. 157-161, Aug., 1992.
- [3] S. K. Kwon, K. S. Seo, J. K. Kim and Y. G. Kim, "A Motion Adaptive Deinterlacing Method", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 38, No. 3, pp. 145-149, Aug., 1992.
- [4] T. Murata and I. Nakagawa, "A Consumer use Flicker Free Color Monitor Using Digital Signal Processing", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. CE-32, No. 3, pp. 215-225, Aug., 1986.
- [5] A. Singh and V. M. Bove, "Multi-dimensional Quantizers for Scalable Video Compression", IEEE Journal on SAC., Vol. 11, No. 1, pp. 334-342, Jan., 1993.
- [6] D. Gillies and D. Westerkamp, "Motion Adaptive Field Rate Upconversion Algorithms for 900 Lines 100Hz 2:1 Displays", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol 36, No. 2, pp. 345-352, May, 1990.