

수평 및 수직 윤곽선을 개선한 ADI(Adaptive De-interlacing) 보간 알고리즘의 ASIC 설계

한병혁, 박노경, *배준석, **박상봉
호서대학교 전기공학부, *(주)옵니미디어, **세명대학교 정보통신학과

The ASIC Design of the Adaptive De-interlacing Algorithm with Improved Horizontal and Vertical Edges

Byung-hyeok Han, Nho-kyung Park, *Jun-seok Bae, **Sang-bong Park
School of Electrical Engineering, Hoseo University
E-mail : miru93@asic.hoseo.ac.kr

Abstract

In this paper, the ADI (Adaptive De-interlacing) algorithm is proposed, which improves visually and subjectively horizontal and vertical edges of the image processed by the ELA(Edge Line-based Average) method. This paper also proposes a VLSI architecture for the proposed algorithm and designed the architecture through the full custom CMOS layout process. The proposed algorithm is verified using C and Matlab and implemented using 0.6 μ m 2-poly 3-metal CMOS standard libraries. For the circuit and logic simulation, Cadence tool is used.

I. 서론

현행 NTSC(National Television System Committee) 방식의 방송은 비월 주사 방식을 사용하고 있다. 이는 홀수라인과 짝수라인을 번갈아 주사하고, 필드 단위로 화면을 구성하여 전송하는 방식이다. 반면 차세대 영상

신호에서는 각 라인별로 번갈아 주사하는 방식이 아니고 연속적으로 주사하는 순차주사 방식을 채택하고 있다. 이런 이유로 현행의 방대한 NTSC 방식의 영상 소스를 차세대 영상에 이용하기 위해서는 순차주사 방식으로 변환시켜야 하는데 이 과정이 De-interlacing 과정이다.^{[1][6]} 이런 De-interlacing 알고리즘 중에 하나인 ELA 알고리즘은 계산이 간단하며 하드웨어를 구성할 경우 쉽게 구현 가능한 장점을 가지고 있다.^[2] 그러나 ELA 알고리즘은 몇 가지 단점을 가지고 있다. 수평방향으로 윤곽이 통과하는 이미지일 경우 효율이 좋지 못하고 수직 윤곽선 방향 검출 특성이 좋지 않다.

본 논문은 이러한 ELA 알고리즘의 단점을 개선하여 수평방향 및 수직방향과 대각선 방향을 판단하여 수평 윤곽선 및 수직 윤곽선 특성을 시각적인 면과 객관적인 면에서 개선한 ADI(Adaptive De-interlacing) 알고리즘을 제안하고, 제안한 알고리즘에 대한 수식을 전개, 이를 C, Matlab을 이용하여 검증한다. 마지막으로 제안한 알고리즘의 구조를 현대전자 0.6 μ m 2-poly 3-metal CMOS 표준 라이브러리를 적용하고 Cadence tool을 이용하여 회로 및 논리 시뮬레이션을 수행하고 IC Layout 하여 본다.^[7]

본 논문의 구성은 I 장 서론에 이어 II 장에서는 기존의 보간 알고리즘과 제안한 알고리즘에 대해서도 알아

보도록 하고, III장에서는 설계한 전체 시스템과 각 블록별 설계 및 동작에 대해서 설명한다. 그리고 IV장에서는 Cadence tool로 논리를 구현하고, 컴퓨터로 시뮬레이션 한 것을 설명한다. 마지막으로 V장에서는 결론을 내린다.

II. 알고리즘의 개요

1. ELA(Edge Based Line Average) 알고리즘과 제안한 보간 알고리즘

ELA 알고리즘은 보간 하고자 하는 화소의 주변 6개의 화소를 사용하여 보간 하는 방식이며 수직과 대각선 두 방향으로 화소의 방향성 상관관계를 계산하여 에지 방향을 검출하고 검출된 방향으로 두 화소값을 평균하여 보간 하게 된다.^[2]

보간 방법은 각 방향의 화소 상호간의 상관관계를 구하여 방향을 결정한다. 각각의 방향을 a, b, c 라고 하고 보간 하는 화소의 위치를 (k, m) 라 하면 밑의 식에서

$$a = |x(k-1, m+1) - x(k+1, m-1)|$$

$$b = |x(k-1, m) - x(k+1, m)|$$

$$c = |x(k-1, m-1) - x(k+1, m+1)|$$

a, b, c 중 가장 작은 값을 갖는 방향을 선택하게 되고, 선택된 방향의 두 화소를 평균한 값이 보간 하게 될 화소의 값이 된다.

ELA 알고리즘은 수평 윤곽선이 통과할 경우에는 판단기준이 없으므로 이를 보간 하였을 경우 이미지에 열화가 발생 할 수 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 제안한 보간 알고리즘은 ELA 알고리즘의 3×3 윈도우를 윤곽선은 연속적인 특징이 있음을 착안하여 5×3 으로 확장하여 수직, 수평 윤곽선 방향을 판별하게 된다.

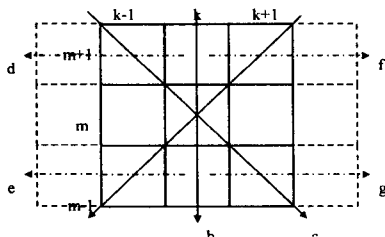


그림 1. 제안한 5×3 윈도우 형태

제안한 알고리즘을 적용하기 전에 두 가지 가정을 한다.

- (1) 5×3 윈도우에 존재하는 윤곽선 형태는 선형적이다.
- (2) 계산 처리는 좌측에서 우측으로 진행한다.

2. ELA 알고리즘과 제안한 보간 알고리즘의 시뮬레이션 결과

컴퓨터 모의 실험으로 기존에 나와있는 알고리즘과 본 논문에서 제안한 알고리즘을 비교하였다. 비교방법으로는 화질을 객관적인 판단 기준으로 PSNR를 선택하고, 주관적인 판단기준으로 영상의 윤곽선 보존 특성에 중점을 두고 평가하는 방법을 택하였다.

실험에는 Lena, Couple, Bridge, Peppers 등의 표준 정지 이미지를 가지고 실험을 하였다.

표 1은 표준 이미지를 가지고 기존의 ELA와 제안한 알고리즘의 PSNR을 비교한 것이다.

(단위 dB)

	Lena	Bridge	Couple	Peppers
ELA	35.9789	26.6718	30.7932	34.0391
Proposed	36.4889	26.8694	31.0343	33.8041

표 1. PSNR에 대한 각 방식 비교

III. 알고리즘 구조의 설계

본 알고리즘 구조의 구성에서 사용하는 신호는 NTSC 방식의 영상신호를 입력받아 YUV 디지털 신호로 변환시켜서 Y신호와 UV신호를 분리하게 되고, 본 논문에서는 하드웨어 제작 시 부피가 커지지 않게 하기 위해 휘도 신호만을 가지고 신호처리를 하도록 제작하였다.

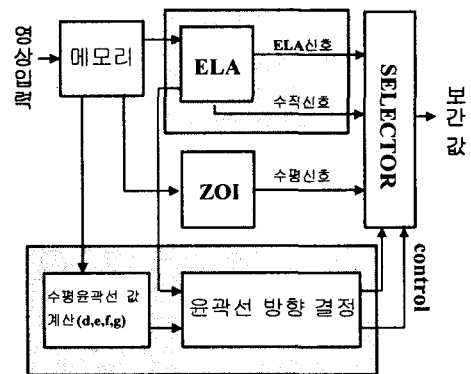


그림 2. 제안한 ADI 보간 알고리즘의 블록도

그림 2는 제안한 ADI 보간 알고리즘의 블록도이다. 그림 2에 보인 것과 같이 기존의 공간 선형 필터를 최대한 이용하는 방법을 사용하고 있다. 기존의 ELA 보다 계산의 복잡도가 증가되었지만 보간 할 화소 값의 계산을 별도로 하지 않아도 되므로 하드웨어 설계시 복

잡도를 줄일 수 있다. 그림 2는 휘도 레벨에 기준한 블록도 이므로 컬러 신호 사용시 하드웨어 구조는 최소 3배가 증가됨을 알 수 있다.

전체 회로의 구성을 크게 분류하면 ELA 알고리즘 블록과, 윤곽선 방향 결정 블록으로 크게 나눌 수 있다. ELA 블록에는 가, 감산기와 절대값 계산기, MUX, 그리고 비교기 등으로 구성되어 있으며, 윤곽선 결정 블록은 감산기, 최대, 최소 값 비교기 등으로 구성되었다.

그림 3은 ELA 알고리즘의 블록도이다. 이 블록에서는 윤곽선 판단에 따라 미리 계산된 각각의 방향에 대한 값이 출력되어진다.

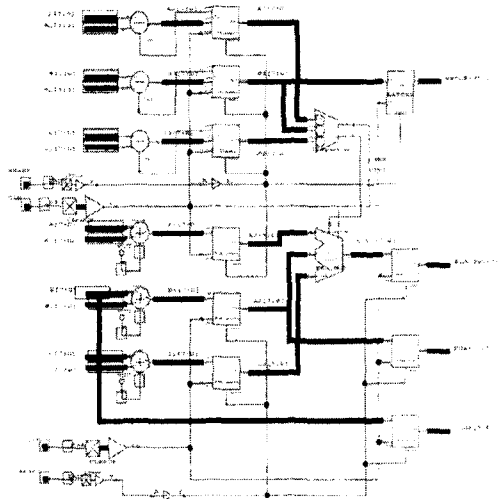


그림 3. ELA 알고리즘의 블록도

그림 4는 윤곽선 방향 결정 블록으로 어떤 보간 함수를 사용할 것인지 결정하는 제어블록이다.

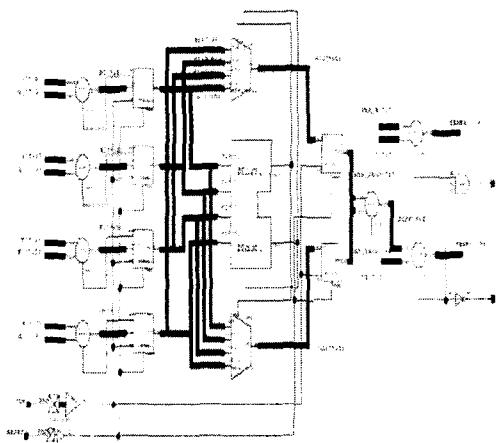


그림 4. 설계한 윤곽선 방향 결정 블록도

그림 5는 설계한 ADI 알고리즘 전체 블록도이다. ELA 알고리즘 블록에서 미리 계산을 해 놓은 각 보간 방법의 값들을 윤곽선 방향 결정 블록에서 판단되어진 신호에 따라 후단에 놓여진 선택기(MUX)에서 알맞은 보간 값을 출력하게 된다.

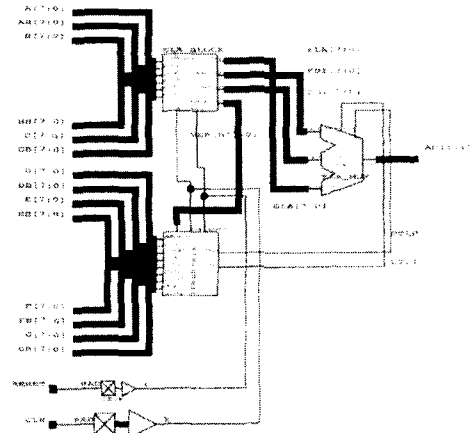


그림 5. 설계한 ADI 알고리즘의 전체 블록도

IV. 시뮬레이션 결과 및 Layout

이번 장에서는 3장에서 설계한 ADI 알고리즘 블록을 각 설계 블록별로 나누어 시뮬레이션 하고 그 결과를 알아본다.

그림 6은 ELA 알고리즘 블록의 시뮬레이션 결과 파형이다. 각각의 입력신호에 따라 선택 방향의 두 최소값을 평균하여 가장 적절한 보간 값을 찾음을 알수있다.

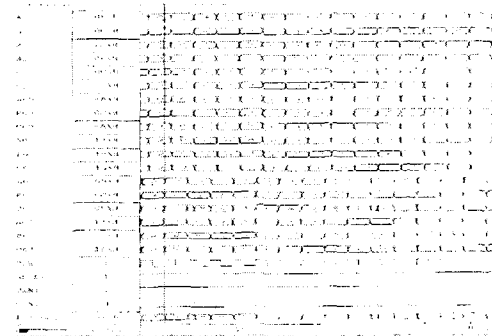


그림 6. ELA 알고리즘 블록의 시뮬레이션 결과

그림 7은 윤곽선 방향 결정 블록의 시뮬레이션 결과 파형이다. d, e, f, g 방향의 최소 값들을 계산 한 후에 그 값들을 비교해서 제어 블록을 발생시키고 있다.

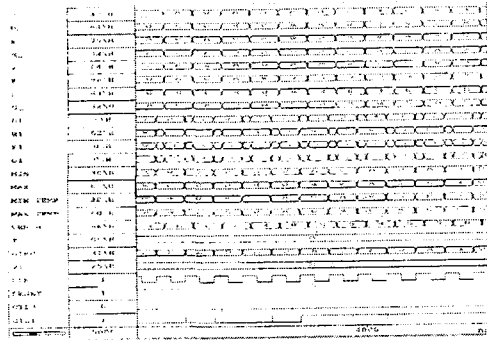


그림 7. 윤곽선 방향 결정블록의 시뮬레이션 결과

그림 8은 설계 블록의 실제 동작을 나타낸다. 출력되는 값들은 각각의 주변 화소 값의 상관관계에 따라 다른 보간 방법을 사용하여 보간 됨을 알 수 있다.

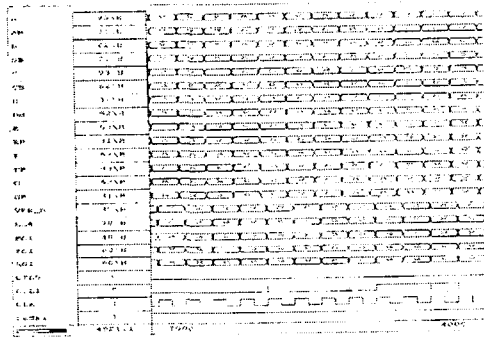


그림 8. ADI 알고리즘 블록의 시뮬레이션 결과

그림 9는 Cadence tool을 사용하여 Layout 되어진 8bit 가, 감산기 블록이다.

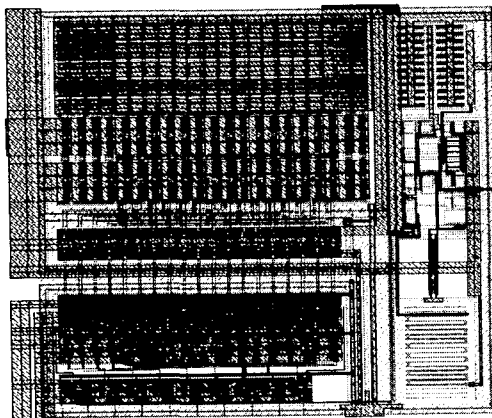


그림 9. 설계한 ADI 알고리즘 블록중 8bit 가, 감산기의 Layout

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 ELA 알고리즘이 가지고 있는 단점인 수평 및 수직 윤곽선을 시각적, 객관적인 면에서 개선시킨 적응 주사선 보간 알고리즘을 제안하고, 이를 실질적으로 설계하여 칩 제작을 위해서 Layout을 설계하였다.^[7]

제안한 알고리즘을 구현할 경우 기존의 ELA 알고리즘 블록에 비해 그 구성이 크게 증가되지 않는다. 제안한 알고리즘 블록의 구성은 ELA 블록과 윤곽선 방향 검출 부분으로 크게 나누었다. 이렇게 설계된 Chip은 PC관련 멀티미디어 부분이나 영상 디스플레이 관련 분야에 응용한다면 좋을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Chung J. Kuo, Ching Liao, and Ching C. Lin, "Adaptive Interpolation Technique for Scanning Rate Conversion", IEEE Trans. Circuits and Systems. Video Technology, vol. 6, no 3, pp. 317- 321, June. 1996.
- [2] R. Simonetti, S. Carrato, G. Ramponi, A. Polo Filisan, "Deinterlacing of HDTV Images for Multimedia Applications", International Workshop on HDTV '92 Proceedings, Vol. 2, pp. 95-108, NOV, 18-20, 1992.
- [3] Myeong-Hwan Lee, Jeong-Hoon Kim, Jeong-Sang Lee, Kyeong-Keol Ryu, and Dong-II Song, "A New Algorithm For Interlaced To Progressive Scan Conversion Based On Directional Correlations And Its IC Design", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 2, No. 2, MAY 1994.
- [4] 정 장훈, 최 윤식, "시각적 가중 필터를 이용한 de-interlacing 기법 연구", 대한 전자공학회 추계 종합 학술 대회 논문집(B) 제19권, 제2호, 96/11.
- [5] Yeong-Taeg Kim, "Deinterlacing Algorithm Based on Sparse Wide Vector Correlations", SPIE. Vol. 2727.
- [6] 권 병현, 장 광수, 황 병원, "De-Interlacing Scan Conversion을 위한 Pseudomedian Filter의 특성", 한국 통신학회 논문지, 1996-5, Vol. 21, No. 5
- [7] 광운대학교 반도체설계교육지역센터, "Full Custom CMOS Layout 설계 및 실습 -CADENCE 및 HSPICE 중심으로-" 공개강좌 교재, 2000-7.