

# CMOS 이미지 센서용 스케치 효과 구현

송형돈, 손승일, 김형교

한신대학교 정보통신학과

## Implementation of Sketch Effect of CMOS Image Sensor

Hyung Don Song, Seung Il Sonh, Hyung Gyo Kim

Dept. of Information and Communication Hanshin University

e-mail : [brothermoney@hs.ac.kr](mailto:brothermoney@hs.ac.kr)

### 요 약

일반인이 많이 사용하는 이미지 편집 도구는 영상 처리 기술을 가장 많이 활용하는 프로그램으로 아주 간단한 영상 처리의 조합으로 영상이나 그림에 특별한 효과를 주어 극적인 영상을 만들어낸다. 컴퓨터를 이용하여 영상을 가공하는 기법은 많이 개발 되어 왔지만 인간 중심의 사고와 휴먼 터치(human touch) 기술의 중요성이 점차 대두됨에 따라 사람이 작업한 것과 같은 느낌을 주는 컴퓨터 영상 처리 기술이 새롭게 부각되고 있다. 본 논문에서는 휘도 성분을 가지고 사람이 작업한 것 같은 스케치 효과 알고리즘을 제안하고 소프트웨어로 전처리하여 이미지 결과를 확인한 후, 최적화된 알고리즘을 적용하여 VHDL설계언어를 이용한 하드웨어 설계 후, ModelSim 6.0a를 이용하여 데이터를 검증한다.

### 키워드

스케치, VHDL, YCbCr

## 1. 서 론

요즘 디지털 카메라나 카메라폰의 사용자는 복합된 기능과 고화질, 소형화, 저비용, 저전력 등을 요구하는 추세이며, 이제 경쟁력 있는 제품을 기업들은 단기간에 생산하여 소비자 욕구를 충족시키고자 한다. CMOS 이미지 센서를 통해 들어온 데이터에 대해 ISP(Image Signal Processing) 처리에서 다양한 기능을 처리하는데 그 중에 감마조정, 컬러인터폴레이션, 컬러조정, 컬러 공간적 변환, 이미지 스케일(확대, 축소), Image Effect(엠펙싱, 반전, 세피아)처리 등 다양한 전처리 기능을 수행한다[1][2].

영상처리는 그 동안 컴퓨터의 발전과 더불어 다방면에 활용되고 진보되어 왔다. 초기에 산업체나 군사 분야 등 특수한 목적에서 현재는 영화나 광고, 이미지 편집 등 폭 넓은 분야까지 확대되어 왔다. 특히 일반인이 많이 사용하는 이미지 편집 도구는 영상 처리 기술을 가장 많이 활용하는 프로그램으로 아주 간단한 영상 처리의 조합으로 영상이나 그림에 특별한 효과를 주어 극적인 영상을 만들어낸다. 컴퓨터를 이용하여

영상을 가공하는 기법은 많이 개발 되어 왔지만 인간 중심의 사고와 휴먼 터치(human touch) 기술의 중요성이 점차 대두됨에 따라 사람이 작업한 것과 같은 느낌을 주는 컴퓨터 영상 처리 기술이 새롭게 부각되고 있다.

본 논문에서는 RGB 영상 데이터를 YCbCr 포맷으로 변환 후 사람이 그린 것과 같은 스케치로 느낌을 주도록 하는 영상 처리 기법을 제안하고 소프트웨어 검증을 통해 이를 최적화된 알고리즘으로 VHDL 하드웨어 설계언어를 이용하여 코딩한 후 ModelSim 6.0a를 이용하여 파형을 검증하고 원본 이미지와 대상이미지에 대한 이미지를 비교하여 설계에 대한 결론을 내리고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2-1. 컬러 공간적 변환

아래 그림 1은 컬러 공간적 변환 처리 과정에서 사용하는 RGB를 YCbCr로 변환되는 식을 보여주고 있다

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\
 Cb &= (B-Y)/1.772 + 128 \\
 &= -0.168736R - 0.331264G + 0.5B + 128 \\
 Cr &= (R-Y)/1.402 + 128 \\
 &= 0.5R - 0.418688G - 0.081212B + 128
 \end{aligned}$$

**ITU-601(formerly CCIR-601)**

식 1. RGB를 YCbCr로 변환

RGB 픽셀을 위 그림 1과 같이 ITU-601의 영상 표준 변환식에서 제공해 주는 계산식을 이용하여 YCbCr 포맷을 구한다. 여기서 기존 RGB 픽셀에 적용한 픽셀값을 ITU-601의 변환식에서 도출하여 불필요한 연산을 제거하기 위해서 본 논문에서는 YCbCr 변환값중 Y값을 가지고 스케치 효과를 구현하고자 한다[2][3].

**2-2. ISP 처리 블록도**

영상 입력으로 들어오는 데이터는 감마정정, 컬러 인터폴레이션, 컬러정정, 컬러 공간적 변환, 화이트밸런스, AE(Auto Exposure), YCbCr 컨버터 등과 같은 기능을 기본적인 ISP처리 기능에서 수행하는데 사람의 눈은 완벽하게 수행 할 수 있지만, 카메라 렌즈는 ISP처리를 해야만 사람이 볼 수 있는 이미지가 된다. 전처리기능을 수행한 후 이미지 처리를 위한 과정이 추가될 수 있다[2].

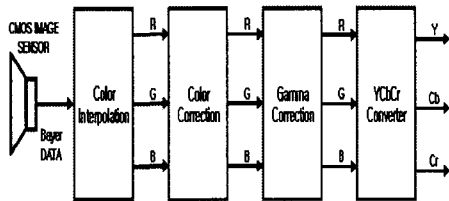


그림 1. ISP전처리 과정 블록도

그림 1은 전처리 과정으로 렌즈로 들어온 베이어 데이터를 인터폴레이션, 칼라콜렉션, 감마콜렉션, YCbCr 변환 블록을 거쳐 데이터에 대하여 변환되는 전처리 과정을 보여주고 있다. 또한 출력포맷은 처리단의 요청에 따라 RGB 또는 YCbCr 포맷으로 출력한다[3][5].

**2-3. 윤곽선 검출**

영상의 에지는 입력 영상에 대한 물체의 모양과 크기, 텍스처 등을 나타낸다. 그림 2는 윤곽선 검출을 위해 연산량도 적고 잡음에 민감한 로버츠 연산자를 사용하여 윤곽선 검출을 한다[3][4].

0	0	-1	-1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0

그림 2. 로버츠 마스크

로버츠 마스크를 적용하기 위해 본 논문에서는 그림 3과 같은 방법으로 로버츠 마스크를 적용하기 위해 하드웨어 설계 시 라인버퍼를 사용하여 로버츠 마스크를 적용하였다.

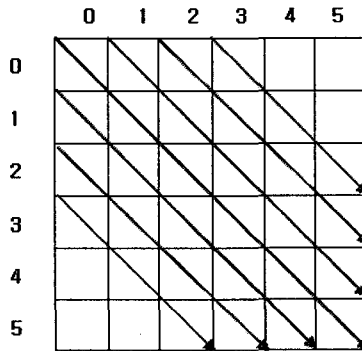


그림 3. 로버츠 연산을 사용한 윤곽선 검출

첫 번째 라인은 예외 처리로 픽셀은 그대로 사용되고 두 번째 라인부터는 첫 라인과의 연산을 통해 값을 구한다. 연산을 한다. 첫 라인 픽셀의 데이터와 현재 라인 데이터와의 대각선 형태로 일치하는 데이터만 처리한다. 나머지 처리도 이와 동일하게 처리한다.

식 2는 각 픽셀 위치별 계산식을 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 Y(x,y) &= Y(x-1,y-1) - Y(x+1,y+1) \\
 &\text{(iff } 1 < x < 5, 1 < y < 5) \\
 &\text{식 2}
 \end{aligned}$$

**III. 스케치 설계**

**3-1. 스케치 블록도**

제안한 블록 그림 3에서는 스케치 효과를 나타내기 위한 블록도이다. 색차정보를 무시한 휘도 성분을 가지고 처리한다.

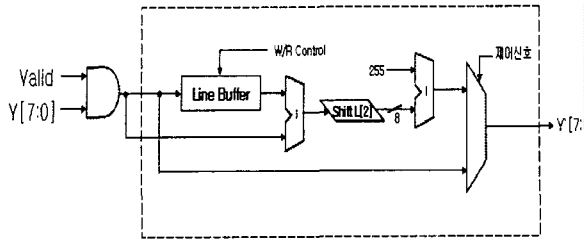


그림 3. 스케치 효과 처리 블록도

이미지 효과에 따른 윤곽선 검출을 위하여 라인 버퍼를 사용하며 마스크 처리가 된 데이터는 가중치를 설계 시 효율을 높이기 위해 정수형 가중치를 주었으며 쉬프트 연산을 사용하여 가중치를 처리하였다. 가중치를 부여한 뒤 이미지를 반전시켜 스케치 효과를 구현하였다.

#### IV. 설계 결과

##### 4.1 설계 결과

본 논문의 수행 결과를 테스트하기 위해 그림 5(a), (b)는 결과 검증을 위한 실험 데이터이다.

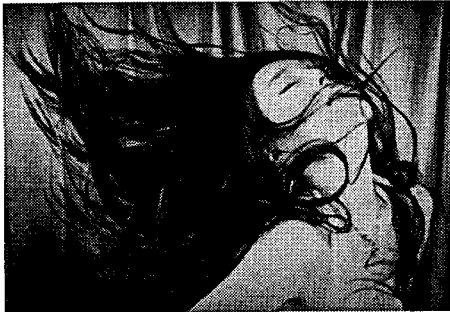


그림 5. (a) 원본 이미지

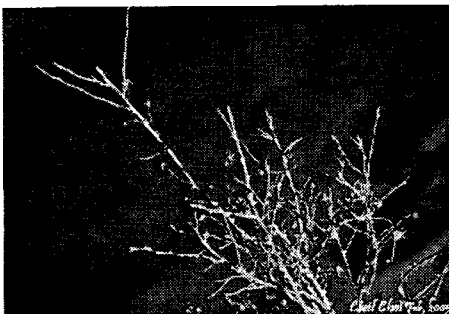


그림 5. (b) 원본 이미지



그림 6. (a)스케치 처리결과

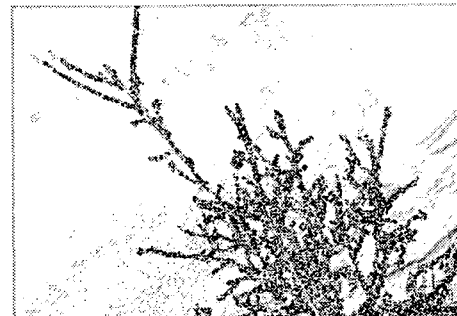


그림 6. (b)스케치 처리결과

YCbCr를 이용한 스케치 효과 처리가 적은 데이터 비트율을 가지며 연산량이 적어 빠른 처리가 가능하고 효과적인 이미지로 처리할 수 있었다.

제안한 블록의 각 등가게이트수와 타이밍 결과는 표-1 회로 합성 결과표와 같이 나타났다.

표-1 회로 합성 결과

Block	No. of Gates	Timing	Target Device
Sketch	10,103	Minimum Period : 5.930ns Max. Frequency : 168.634MHz	XC2V1000 -fg256

##### 4.2 시뮬레이션 결과

그림 7은다음 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하여 설계한 시뮬레이션 결과이다. 이미지 사이즈는 255x255 이고, 입력 데이터는 8비트 휘도 신호이다. 입력 후 한 클럭 후에 입력한 데이터의 출력이 처리되며 Valid 신호가 '1' 일 때 유효 입력 데이터가 발생하고 처음 데이터 출력 이후 연속적인 처리 결과를 출력한다.

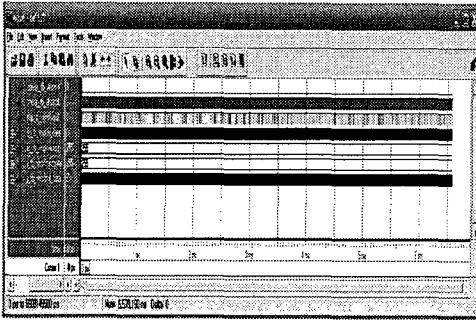


그림 7. 스케치 시뮬레이션 파형 결과

- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. "Digital Image Processing". Addison Wesley.

## V. 결론

카메라 이미지 센서용, 영상 입력 장치로부터 얻은 Bayer 데이터를 ISP 전처리 과정을 거쳐 이미지 처리 중 스케치 효과 처리에서 제안한 아키텍처에서는 연산 수행 시 지연 발생을 최소화시켰고 적은 연산과 적은 레지스터를 사용하여 하드웨어 설계 효율을 높였으며 이미지 결과에서도 좋은 영상 이미지를 도출할 수 있었다. 본 논문은 카메라 이미지 센서용 ISP 처리 적용 칩에서 사용될 스케치 효과를 구현하였으며, 이를 효과적으로 처리할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

- [1] Yun Ho Jung, Jae Seok Kim, Bong Soo Hur and Moon Gi Kang, Department of Electronic Engineering Yonsei University, Seoul, Korea, "Design of Real-Time Image Enhancement Preprocessor for CMOS Image Sensor", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 46, No 1, February 2000.
- [2] Bongjun Lee, Jaeseok Kim and Chulhee Lee, Dept. Electric and Computer Engineering, Yonsei University, 134 Shin chon-Dong, Seodaemoon-Gu, Seoul 120-749, Korea, "High Quality Image Interpolation for Color Filter Arrays" IEEE Trans. 2000.
- [3] Marc J. Loinaz, Member, IEEE, Kanwar Jit Singh, Member, IEEE, Andrew J. Blankby, Student Member, IEEE, David A. Inglis, Kamran Azadct, Member, IEEE and Bryan D. Ackland, Fellow IEEE. "A 200-mW, 3.3V, CMOS Color Camera IC Producing 352x288 24-b Video at 30 Frames/s. IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, Vol. 33, No. 12, December 1998.
- [4] RandyCrane, Hewlett-Packard Company. "A Simplified Approach to Image Processing". Prentice Hall PTR