

COLOR SCANNER 적용을 위한 IMAGE PROCESSOR

*김병환, 김철

수원시 팔달구 매탄3동 416번지

삼성전자(주) 기술총괄 Microsystem 연구소

The Image Processor for Color Scanner Application

*H.H.Kim, C.Kim

Microsystem R&D, Corporate Technical Operations, SAMSUNG ELECTRONICS Co.,LTD

416, Maetan-3Dong, Paldal-Gu, Suwon City, Kyungki-Do, Korea

요약

본 연구에서는 칼라 CCD 센서를 제어하여, shading과 γ correction된 데이터를 읽어 들여, 이를 이진레벨 데이터로 바꾼후, 원래의 다치레벨 또는 이진레벨 데이터를 SCSI나 DMA I/F를 통해 전달하는 ASIC을 설계하였다.

본 ASIC에서는 이진화를 위하여 문자 모드에서는 simple threshold와 LAT(Local Adaptive Threshold)알고리즘을, 그림 모드에서는 STUCKI error diffusion알고리즘을 적용하였다. 그리고, 구성은 CCD 센서 제어 블록, 스텝 모터 제어 블록, 이미지 축소 블록, 데이터 이진화 블록, 그리고 DATA I/F 블록등으로 이루어져 있다. 또한, 사용된 technology는 삼성 0.5um CMOS standard cell이며, 크기는 45K gates(내부 메모리 제외)이고, 160QFP package로 구현되었다.

I. 서론

FAX, DIGITAL COPIER 등 다양한 사무 자동화(OA) 장비에서 스캐너는 원하는 이미지를 읽어 들이는 핵심적인 역할을 하고 있는데, 스캐너를 이용하여 문서를 읽어 들이기 위해서는 통상적으로 다음과 같은 절차를 밟는다. 먼저 읽고자 하는 문서에 빛을 비춘다. 여기에서 반사된 빛은 거울과 렌즈를 통과하여 CCD 센서에 검출되고, 이 센서는 반사된 빛의 밝기를 검출하여 전압으로 바꾼다. 그리고, A/D 변환기를 이용하여 전압을 디지털화 한다. [1] 그런데, 위의 동작으로 읽혀진 데이터에는 광원, 렌즈등으로 인한 에러가 포함되어 있으므로.[2][5] 광원과 렌즈등의 불균일성을 보정하기 위한 shading correction, 광도의 비선형성을 보정하기 위한 γ correction과 같

은 화상 전처리 과정이 필요하다. 이 과정에서 에러 보정된 데이터는 화질 개선을 위한 화상 처리기의 입력으로 사용되는데, 이를 위해 그림으로 이루어진 문서에서는 STUCKI error diffusion알고리즘을 사용하였고, 문자로 이루어진 문서에서는 LAT(Local Adaptive Threshold) 알고리즘을 적용하여 화질을 개선하였다.[3][4]

본 논문에서는 칼라스캐너에 적용할 image processor에 대해 소개하고자 하는데, 먼저 ASIC내의 기능별 전체 구조에 대해 설명하고, 그리고, 각각의 블록에서 사용된 알고리즘에 대해 설명하고자 한다.

II. 본론

1. IMAGE PROCESSOR의 구조

본 ASIC은 칼라 스캐너에서 원하는 이미지를 읽어들이는 기능을 하는 것으로, 그림-1에 전체 구성도를 도시하였다. 그 구성은 CCD센서를 제어하는 블록, shading correction 블록, γ correction 블록, 다치 레벨 데이터를 이진 레벨 데이터로 바꾸는 블록, 다치 레벨 데이터를 축소하는 블록, 스텝 모터를 제어하는 블록, 그리고, 데이터를 다른 칩으로 전송하는 data I/F 블록등으로 이루어져 있다.

2. CCD I/F

문서에 대한 데이터를 받아들이는 CCD에 대한 인터페이스를 위한 것으로, 칼라와 모노 CCD를 지원하며, NEC, TOSHIBA, SONY, DYNA, CANON사 제품들을 주요 대상으로 하고 있다. 그리고, A4 크기, 600dpi 해상도, 각각의 RGB에 8bit 데이터를 사용하는 CCD를 사용

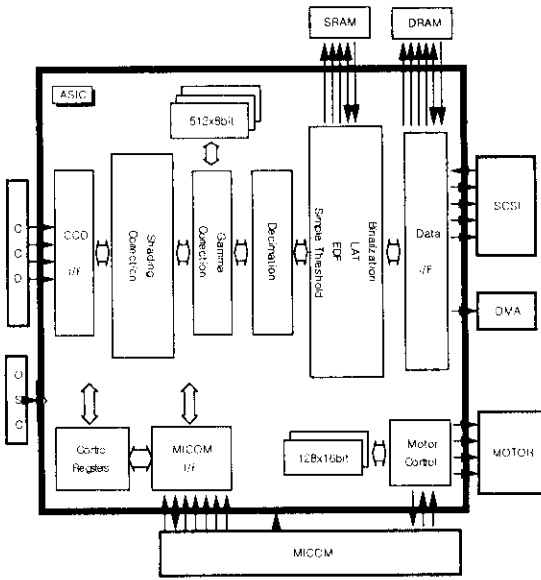


그림-1 IP의 전체 구성도

할 수 있다. CCD를 제어하는 신호에는 SHIFT CLOCK, SAMPLING HOLD CLOCK, RESET/CLAMPING CLOCK 등이 있다.

3. SHADING CORRECTION

센서를 통해 화이트 문서를 읽으면 그림-2와 같이 이그러진 출력 파형이 나타나는데, 이 원인에는 광학계의 물리적 특성(중간부분이 가장자리보다 광량이 많음), 광원의 불균일성, 주변 기구적 구조물에 대한 반사, 광센서의 불균일 응답 특성등 여러 가지가 있다.[6] 이를 개선하기 위해서 기존에는 아날로그 방식을 적용하였으나, 근래에는 저렴하고 고정적화에 용이한 디지털 처리 방식들이 제안되고 있다.[7] 이에 본 연구에서는, 외부에 Ak8 408 pre-processor를 사용하여 아날로그 방식을 지원하였으며,[8] 또한, 자체 내에서는 디지털 방식도 지원할 수 있도록 하였다. 본 연구에서 사용한 디지털 방식은 다음과 같다. 즉, White와 black에 대한 각각 10bits의 단계를 가지는 값과 실제값에 대한 비율 구해 이를 실제 스캐닝시 변환해주는 방법을 이용한다. 예를 들면, white pad에서 얻은 값을 A, 광원을 끄고 얻은 black값을 B, 실제 스캐닝시 얻은 값을 X라 하면 다음의 식에 의해 digital shading correction된 값을 구할 수 있다.

$$Y = \frac{X - B}{W - B} \times 1024$$

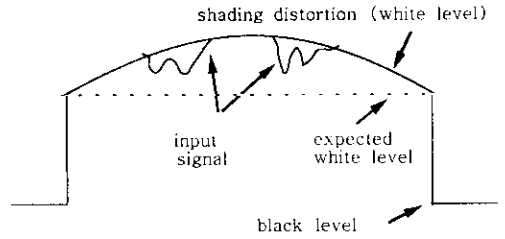


그림-2 input signal waveform

4. GAMMA CORRECTION

광원에 반응하는 센서의 특성은 그림-3과 같이 광도에 비하여 비선형이며, 특히 CIS의 특성은 CCD에 비하여 심하게 왜곡 되어 있다.[2] 이를 보정하기 위해서 본 연구에서는 센서 특성의 역수를 입력 신호에 곱하여 γ correction을 구현한다.

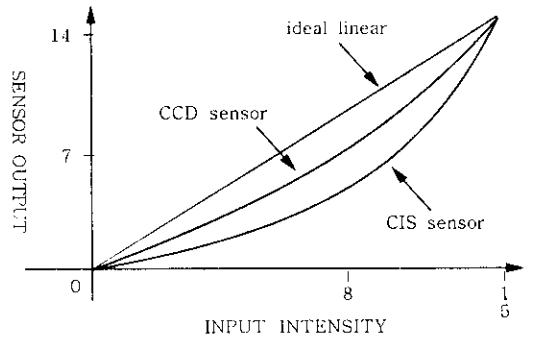


그림-3 CCD센서의 비선형

5. DECIMATION

센서를 통해 입력된 이미지를 원하는 비율로 축소하고자 하는 것으로, 원고의 수평방향으로는 알고리즘을 사용하되, 수직방향으로는 모터의 속도를 제어하여 구현한다. 본 연구에서는 3가지 알고리즘을 지원하는데, 3가지 모두 입력되는 일련의 데이터에서 축소율에 따라 데이터를 선택하는 방법은 같으나, 데이터값을 취하는 방법이 다르다. 첫째는, 선택된 데이터의 입력값을 그대로 출력하는 skip method 이고, 둘째는, 선택된 데이터 앞뒤값의 평균값을 취하는 average method 이고, 셋째는, 선택된 데이터 앞뒤값의 보간값을 취하는 interpolation method 이다.

6. BINARIZATION

센서를 통해 입력된 gray level data를 1 bit binary

level data로 바꾸고자 하는 것으로, 이를 위해 글자 모드에서는 simple threshold와 LAT(Local Adaptive Threshold)를, 그림 모드에서는 EDF(Error Diffusion) 알고리즘을 적용하였다.

6.1 SIMPLE THRESHOLD

글자 모드일 경우 사용하고자 하는 것으로, 미리 지정된 임계값과 각각의 픽셀에 대한 gray level 값을 비교하여 해당 픽셀에 대한 이진값을 구한다. 이 방법은 software에서 OCR을 적용하기 위해 사용한다.

6.2 LAT[3]

글자 모드일 경우 사용하고자 하는 것으로, 그림-4와 같이 이진화 하고자 하는 타겟 픽셀(C)을 중심으로 window를 씌운다. 여기서, window의 크기는 입력 이미지의 해상도에 따라 3x3, 7x7 등에서 하나를 선택한다. 본 알고리즘은 window 내에서 X로 표시된 픽셀만을 사용하며, 여기서 선택된 픽셀의 최대 gray level 값을 Wmax로, 최소값을 Wmin로 칭한다. 또한, 최대 역치값 Tmax와 최소값 Tmin, 그리고 차이값 Tdiff를 미리 정한다. 이 값은 절대 whit와 black을 정하기 위한 역치값을 의미한다.

- i) 타겟 픽셀의 gray level 값이 Tmax보다 크면 백화소를 출력한다.
- ii) window 내의 (Wmax-Wmin) 값이 Tdiff보다 클 경우, 이는 타겟 픽셀이 경계부분에 있는 것을 의미하므로, 타겟 픽셀의 gray level 값이 Wmax와 Wmin의 평균값보다 크거나 같다면, 백화소를 출력하고, 아니면 흑화소를 출력한다.
- iii) 타겟 픽셀의 gray level 값이 Tmin보다 크면, 백

X				X				X
X				C				X
X				X				X

그림-4 9x9 window

화소를 출력하고, 아니면 흑화소를 출력한다. 본 알고리즘을 구현하기 위해 SRAM과 shift register 등을 사용했다.

6.3 EDF[9]

그림 모드일 경우 사용하고자 하는 것으로, 본 알고리즘은 역치에 의해 이진화를 한 후 발생되는 오차를 인접한 다른 화소의 이진화시 반영해주어 보다 개선된 화상을 얻고자 하는 것이다. 본 연구에서는 그림-5의 STUCKI window를 사용하였다. 타겟 픽셀(C)에 대한 error값은 주위 12개 pixel에 대한 error합에 의해 구하는데, 이는 8bit로 되어있으며, 최상위는 부호를 표시한다. 그리고, 출력 이진값은 $C' = C + \sigma(\text{weight} * \text{error})/42$ 에서 C'값이 128보다 크면 백화소, 아니면 흑화소로 출력된다. 그리고, 출력 이진화값과 C'와의 차이값이 타겟 픽셀에 대한 에러값으로 저장된다.

1	2	4	2	1
2	4	8	4	2
4	8	C		

그림-5 STUCKI weight window

7. MOTOR CONTROL

센서로부터 이미지를 읽어들이기 위해서는 원고 또는 센서를 움직여야 하는데, 이를 위해 step moter를 구동할 수 있도록 하였다. 모타의 구동 방식은 소프트웨어적으로 메모리 맵에 저장되고, 하드웨어에 의해서 구동된다. 본 ASIC은 양극 모타를 구동할 수 있도록 설계되어 있는데, 그림-6에 모타를 구동하기 위한 순방향을 만드는 코일의 순서를 도시하였다. 또한, 가속과 감속을 위해서 LUT를 SRAM에 저장을 했는데, 각각 128x16bit를 사용하였다.

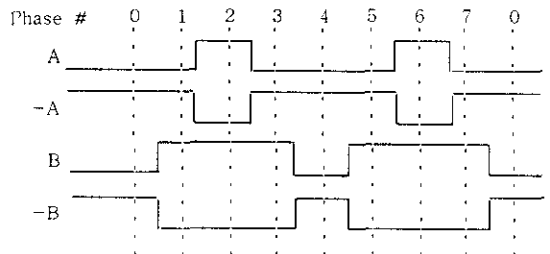


그림-6 bipolar motor coil sequence

8. DATA I/F

센서를 통해 읽혀진 데이터를 본 ASIC에서 이미지 처리를 하여, 이를 SCSI, DMA를 통해 다른 곳으로 전달하기 위한 것으로, 입력 gray level data와 이진화된 1bit binary level data를 모두 전송할 수 있다. 그리고, SCSI I/F를 지원하기 위해서 SYM53CF92A[10]와 외부 DRAM을 사용하였고, CPU ARM7을 이용한 DMA I/F를 지원했다.

9. 연구 방법

본 연구에서 사용된 장비는 SUN ULTRA1을 사용하였고, VERILOG-XL을 사용하여 설계 및 모의실험을 하였으며, SUNRISE를 사용하여 ATPG를 만들었다. 그리고, technology는 삼성 0.5um CMOS standard cell을 사용했다. 그림-7에 본 ASIC의 layout 도를 도시하였다.

III. 결론

본 연구의 목적은 고화질의 칼라 스캐너를 위한 image processor를 개발하는 것으로, 문서를 읽어들이기 위해 AK8408을 이용한 analogue shading correction 방식과, 외부 A/D converter와 내부 digital shading correction 방식을 모두 지원하고 있다. 또한, 이진화를 위해 문서가 문자인 경우는 simple threshold와 LAT알고리즘을, 그림의 경우에는 STUCKI EDF알고리즘을 적용하였다. 위의 기능외에 스텝 보타를 구동할 수 있으며, 다양한 CCD 센서를 제어할 수 있도록 하였다.

본 ASIC 개발에 사용된 technology는 삼성 0.5um

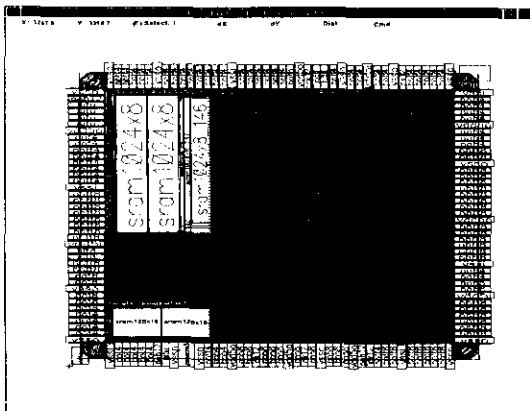


그림-7 IP의 layout diagram

CMOS standard cell이고, 크기는 45K gates이며, 160 QFP package로 제작되었다. 그리고, 알고리즘을 지원하기 위해 내부 SRAM을, SCSI I/F를 위해 외부 DRAM을 사용하였다.

본 연구의 결과로 칼라 스캐너에서 고화질의 image processing이 가능하게 했다. 그리고, 전처리부 아날로그 shading correction과 A/D를 본 논문의 ASIC과 단일칩화 하여 제품 성능 향상과 저가격으로 향후 확대되는 칼라 스캐너 시장에서의 제품 경쟁력을 높일 수 있다.

IV. 참고문헌

- [1] Anton and Peter kammermeier, "Scanning & Printing", EPSON, pp33-46
- [2] 박정일, "문서 화상신호 처리 LSI의 구조에 관한 고찰", 삼성전자 정보통신연구소
- [3] 김재호, 강구수, "차세대 팩스 영상처리를 위한 1-Chip Application-Specific DSP 개발", 전자공학회 논문지, 제31권, B편, 제 4호, 1994, 4
- [4] 신성규, 강구수, "문자의 판독성 개선을 위한 국부 적응이치화 방법", 삼성전자 정보통신 연구소 사내 기술논문, 1990
- [5] Sky Coyote, "Digital Image Processing of CCD telescope Images of the Collision of Comet Shoemaker/Levy-9 and Jupiter", '95 MacWorld Paper, Jan, 1995
- [6] 김재호, 이수열, 양승범, 강구수, 김서규 "FAX 화질 개선을 위한 Simulation System의 개발", PROJECT 결과 보고서, 삼성전자 정보통신연구소, 1991
- [7] Hitachi Co., "DIPP-A User's Manual", Sep, 1992
- [8] ASAHI KASEI Co., "AKM8408 User's Manual", Sep, 1997
- [9] Edward R. Dougherty, "Digital Image Processing Methods". DEKKER, pp364-409
- [10] SYMBIOS LOGIC, "SYM53CF92A Data Manual"