

개선된 적응형 콘트라스트 알고리즘 설계

최인석*, 윤진석*, 조화현*, 최명렬*

*한양대학교 전자전기제어계측학과

e-mail:{coolis, h94039, chh, choimy}@asic.hanyang.ac.kr

The Design of the Improved Adaptive Contrast Algorithm

In-Seok Choi, Jin-suk Youn, Hwa-Hyun Cho, Myung-Ryul Choi

Dept. of EEIC, Hanyang University

요 약

본 논문은 입력영상의 화질 향상을 위하여 기존의 스트레칭 알고리즘을 이용하여 개선된 콘트라스트 알고리즘을 제안하였다. 입력영상의 픽셀(pixel)을 DR(Difference Range)의 범위에 따라 정해진 가중치를 적용하여 새로운 픽셀을 출력한다. 특별한 사용자 정의(User Define)없이 실시간으로 화질을 개선할 수 있는 장점이 있다. 또한, 하드웨어 적인 측면에서 곱셈 과 나눗셈 연산을 배럴쉬프트(Barrel Shift)를 이용하여 하드웨어 복잡도를 감소 시켰다. 제안한 방식의 알고리즘의 검증은 위하여 C를 이용한 시각적 검증과 하드웨어 측면에서의 검증을 VHDL을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

1. 서론

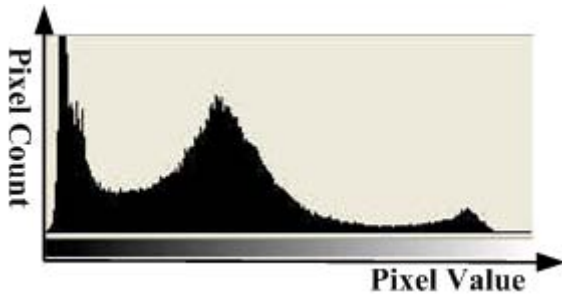
오늘날, 고도 정보화 및 멀티미디어의 급속한 보급으로 인간과 전자 장치의 가교적인 역할을 담당하고 있는 디스플레이 장치의 중요성이 대두되고 있다. 새롭게 발표되고 있는 장치들의 시스템들은 고기능의 디스플레이 장치들을 요구하고 있으며, 현재까지 국내에는 다양한 형태의 디스플레이 장치가 발전해왔다. 디스플레이 장치의 대부분을 차지하는 CRT(Cathode Ray Tube)와 계속하여 발전하고 있는 FPD(Flat Panel Display)가 있다. FPD는 CRT에 비하여 저 전력 소비, 고 해상도, 경량의 특징을 가지고 있으며, 현재 주력 FPD로 사용되고 있는 디스플레이에는 LCD(Liquid Crystal Display)가 사용되고 있다. LCD를 이용한 디스플레이 시스템은 응용분야에 따라 고해상도와 화질 개선 컨트롤러가 필요하다. 화질을 개선하는 방법에는 콘트라스트 조정(Contrast Controller), 노이즈 감소(Noise Reduction), 에지 강조(Edge Enhancement), 감마보정(γ -Correction) 등이 있다. 많은 분야 중 히스토그램을 이용하여 콘트

라스트를 조정함으로써, 화질의 질을 향상시키는 방법을 가장 많이 사용하고 있다. 본 논문에서는 히스토그램을 이용한 콘트라스트 조절 방법에 제안된 새로운 기법을 적용시킴으로써, 입력영상의 화질을 향상시키는 역할을 하는 알고리즘을 소개한다. 콘트라스트에 이용된 스트레칭 및 히스토그램의 이론적 배경을 2장에서 설명하였고, 3장에서 제안된 콘트라스트 원리와 구성에 대하여 설명하였다. 4장에서는 제안된 알고리즘에 따른 VHDL시뮬레이션 결과를 논의하고, 마지막으로 결론부에서 시뮬레이션 결과에 따른 특징을 설명한다.

2. 기존 콘트라스트 방식

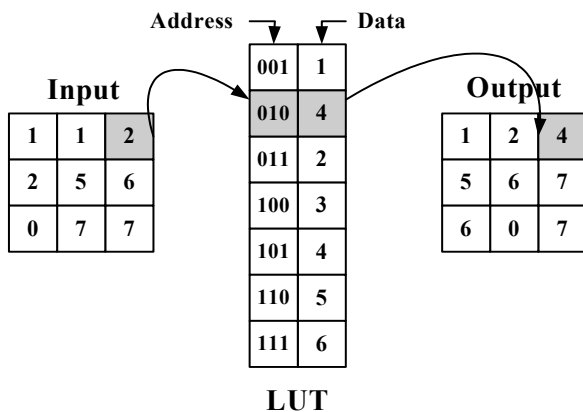
콘트라스트 개념을 설명하기 전, 히스토그램에 대하여 간략하게 설명 할 필요가 있다. 히스토그램은 주어진 이미지의 각 픽셀들이 가지는 밝기 분포 상황을 나타낸 것이다. 영상처리에서 많이 이용되는 중요한 이미지 분석의 도구로 사용되며, 동시에 이미지에 대한 밝기분포, 명암 대비 등에 관한 중요

정보를 제공한다. 밝기 값은 8bit로 양자화 된 256 grey level image 로 표현된다. X축은 0에서 255까지의 픽셀값을 나타내고, Y축은 그 픽셀 값에 해당하는 픽셀개수를 나타낸다.



[그림 1] 히스토그램

어두운 영상의 히스토그램은 픽셀값 분포가 왼쪽에 치우치고, 밝은 영상의 히스토그램은 픽셀의 분포가 오른쪽에 치우치게 된다. 콘트라스트는 영상의 가장 어두운 부분부터 가장 밝은 영역까지 범위를 말하며, 좋은 콘트라스트는 전 대역에 고른 분포를 가지고 있다. 본 논문에서 콘트라스트 개선을 위해 사용되어진 방식으로는 룩업 테이블(Look Up Table), 히스토그램 스트레칭 (Histogram Stretching) 방식이 있다.



[그림 2] Look Up Table

룩업 테이블(Look Up Table)은 영상처리를 위해 사용되는데, 출력 이미지의 픽셀 값을 결정하는 처리 과정에서 오직 입력 이미지의 대응 픽셀 값만이 사용된다. 어떤 복잡한 영상처리 과정이라 할지라도 룩업 테이블을 사용하면 간단한 연산을 할 수 있다. 룩업 테이블은 입력 이미지의 픽셀의 값과 출력값을 서로 연결해 놓은 테이블이다. 하드웨어적인 측면에서 본다면, 일종의 데이터를 저장하는 메모리 라

고 할 수 있다. 입력 데이터를 어드레스로 변환하여 메모리에 저장된 값을 출력으로 보내는 역할을 한다.

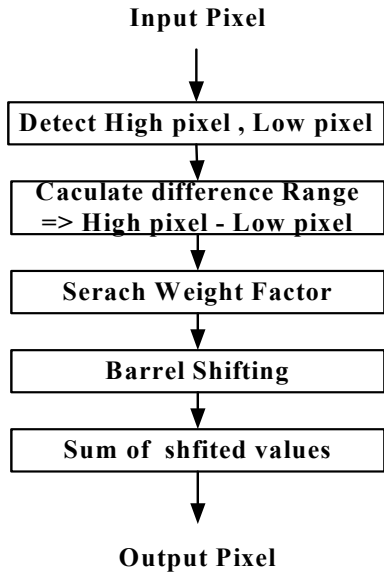
히스토그램 스트레칭(Histogram Stretching)방식은 특정 밝기 영역을 가능한 전체 범위로 확장하여 명암대비를 높여서 이미지를 더욱 선명하게 만드는 과정이다. High 픽셀과 Low 픽셀의 임계값에 따라서 스트레칭의 결과가 달라지게 된다. 이 방식은 중앙에 치우친 영상값에 대하여 매우 효과적으로 작용한다. 출력되는 픽셀값을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$New\ Pixel = \frac{Input\ pixel - Low\ pixel}{High\ pixel - Low\ pixel} \times 255 \quad (1)$$

식 (1)에서처럼 영상의 입력 픽셀값(Input pixel)과 Low 픽셀값의 차는 히스토그램을 왼쪽으로 즉, '0'으로 이동시키는 역할을 한다. 왼쪽으로 이동된 히스토그램을 전대역에 고루 분포시키기 위해서, 선택된 가중치를 곱하게 되면 0에서 255까지 고른 분포의 히스토그램을 얻을 수 있다.

3. 제안된 방식의 콘트라스트 조정

2장에서 식(1)은 하드웨어 구성 시 하드웨어의 복잡도를 높이고, 복잡한 구조의 승산기 및 누산기로 구성되므로 LCD 구동 시스템에서 실시간 처리가 어려워지며 집적도에서 떨어진다. 본 논문에서 제안한 방식은 High 픽셀값과 Low 픽셀값에 따라 가중치가 변화하며, 하드웨어 측면에서 연산량은 더욱 증가한다. 이점을 보완하기 위하여, 곱하여 지는 가중치를 배럴시프트(Barrel Shift)로 대체하여 하드웨어의 구조를 단순화 시켰다. BS의 기본동작 특성은 입력되는 픽셀값을 오른쪽으로 시프트 하면 2의 배수로 가중치가 변환되며, 입력값을 좌로 시프트 하면 1보다 작은 값으로 0.5, 0.25, 0.125로 변환된 값을 얻을 수 있다. 입력되는 영상의 히스토그램의 High 픽셀값과 Low 픽셀값을 찾아낸다. 찾아낸 값의 차를 이용 하여 DR(Difference Range)를 구하고, DR이 해당되는 분류의 가중치를 적용함으로써 개선된 이미지를 출력하게 된다. [그림 3]은 제안된 콘트라스트 방식의 처리과정을 보여준다.



[그림 3] 제안된 콘트라스트 방식

[표 1]은 DR 값을 이용하여 설정해 놓은 범위에 따른 가중치의 적용을 나타낸다.

[표 1] DR값에 따른 가중치

Histogram			Weight
Difference Range (high - low)			
1XXX	11010000~11111111	208~255	1
	11000000~11001111	192~207	1.125
	10110000~10111111	176~191	1.25
	10100000~10101111	160~175	1.375
	10010000~10011111	144~159	1.5
	10000000~10001111	128~143	1.75
01XXX	01111000~01111111	120~127	2
	01110000~01110111	112~119	2.125
	01101000~01101111	104~111	2.25
	01100000~01100111	96~103	2.375
	01011000~01011111	88~95	2.625
	01010000~01010111	80~87	2.75
	01001000~01001111	72~79	3.125
	01000000~01000111	64~71	3.5
001XX	00110000~00111111	48~63	4
	00101000~00101111	40~47	5
	00100000~00100111	32~39	6
0001X	00011000~00011111	24~31	8
	00010100~00010111	20~23	11
	00010000~00010011	16~19	13

DR(difference Range)값에 따른 가중치를 설정하는 방법을 보면, 먼저 DR의 최상위 비트부터 비교를 시작한다. 처음으로 '1' 이 발생하는 비트자리에서 다시 그 하위비트부터 비교하여 음영이 칠해진 부분에 해당되는 범위 안에 포함여부를 찾아낸다. 여기서 일치가 된 비트들을 쉬프트 블록의 Sel 입력으로 적용된다. [표 2]의 가중치는 세 개의 배럴 쉬프트로 표현 가능한 숫자 이다. 가중치 계산을 위한 배럴 쉬프트 사용시에 입력되는 값은 기존 콘트라스트 알고리즘의 Input pixel 에서 Low pixel을 뺀 값을 적용시킨다.

[표 2] 가중치

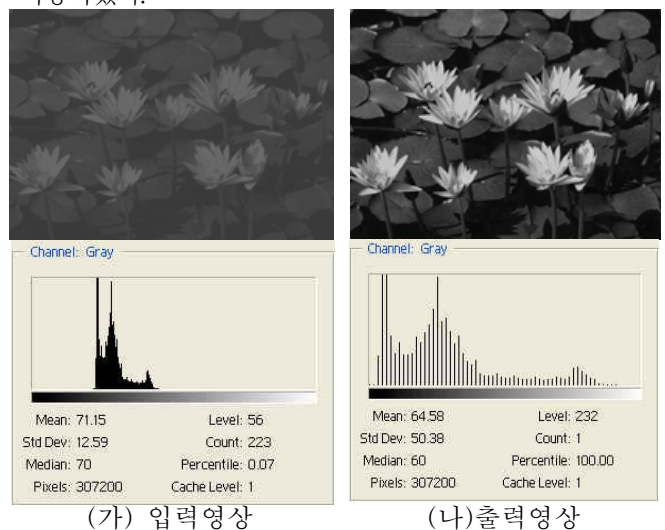
Sel_shift	Weight
111	8
110	4
101	2
100	1
011	0.5
010	0.25
001	0.125
000	0

개선된 알고리즘에 대한 식은 다음과 같다.

$$New\ pixel = (Input\ pixel - Low\ pixel) \times Weight \quad (2)$$

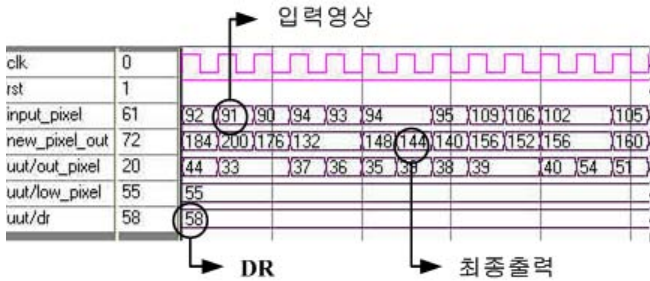
4. VHDL 시뮬레이션 결과

VHDL을 이용한 시뮬레이션은 Xilinx 5.2i ISE를 사용하였으며, 실험영상은 VGA급(640×480)의 이미지를 사용하였다.



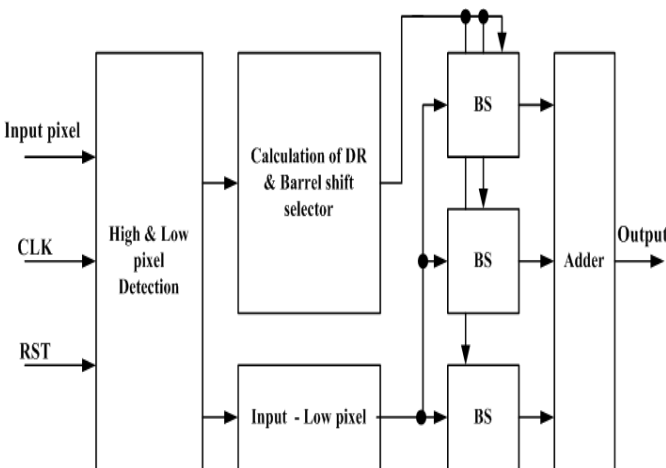
[그림 4] 제안된 알고리즘을 이용하여 콘트라스트를 개선시킨 입·출력 영상

[그림 4]의 입력된 영상 히스토그램을 보면 매우 낮은 콘트라스트를 가진 영상이다. 제안된 알고리즘을 이용하여 콘트라스트를 개선시킨 결과 오른쪽 히스토그램과 같이 히스토그램의 표준편차가 증가 하였다. 즉, 넓은 대역에 걸쳐 고른 영상의 분포를 가진다.



[그림 5] 시뮬레이션 파형

선택되어진 영상의 Low pixel 값은 55 이며, High-pixel 과 Low-pixel값의 차이를 의미하는 DR(Difference Range)는 58 이다. 출력 파형의 임의의 한 값을 '91'에 대한 가중치를 적용시키면 식(2)에 의하여 '91'에 대한 새로운 픽셀 '144'가 출력된다. 여기서 곱해진 가중치 '4'는 앞의 [표 1]에서 보는바와 같이, DR 값이 '58'로써 '48~ 63' 에 포함되므로 해당되는 가중치는 '4' 가 된다. 제안된 콘트라스트 컨트롤러의 블록도를 살펴보면 [그림 6] 과 같다.



[그림 6] 적응형 Contrast Controller 블록도

[그림 5]의 타이밍 파형에서 high pixel, low pixel detector에서의 2클럭과 각 블록의 1클럭 지연에 의해 최종 출력지연은 5클럭 이다.

5. 결론

본 논문에서는 기존의 콘트라스트 향상 알고리즘을 하드웨어적으로 설계하였으며, 내부에 DR 값을 정의하였다. 기존 콘트라스트 향상 알고리즘의 하드웨어적인 구성은 복잡도가 높은 곱셈, 나눗셈 연산을 필요로 하였으나, 제안된 알고리즘은 내부에 정의된 DR값과 BS를 이용하여 복잡도를 감소 시켰다. VHDL 시뮬레이션 결과, 최대 동작 주파수는 190.295MHz 이다. target device는 XCV1000e로 하였으며, 총 게이트 수는 약 6,309개 이다. 제안된 알고리즘은 UXGA 75MHz 이하 모든 VESA Standard Format 지원이 가능하다. 또 다른 장점은 적응형 콘트라스트 컨트롤러를 사용함으로써 화질개선을 위한 사용자의 정의 없이도 개선된 영상을 출력할 수 있으며, 별도의 메모리를 필요로 하지 않으므로, 실시간, 고성능 디스플레이 장치에 적합하다.

참고문헌

- [1] Rafael, G. Gonzales "Digital Image Processing" Addison-Wesley
- [2] Randy Crane, "Simplified approach to Image Processing" 1994
- [3] M. A. Sid-Ahmed, Image Processing, Mcgraw-Hill, 1995
- [4] Kim et al., "Digital Signal Processor with Efficient RGB Interpolation and Histogram Accumulation" IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.44, No.4, pp1398-1395, 1998
- [5] Bernd jahne, Digital Video Processing, Springer-Verlag, 1993
- [6] 허봉식, 박찬열 "영상학 개론" 삼보, 2003