

# LCD 모니터를 위한 개선된 콘트라스트 제어 방식

김철순<sup>†</sup>, 광경섭<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문은 LCD 모니터 상에서 영상 향상을 위한 콘트라스트 제어방식을 제안하였다. 제안한 방식은 입력되는 필드 혹은 프레임 중에서 화소의 최대 값과 최소 값을 판별하고 이를 이용하여 화면의 개선 정도를 결정한다. 필드 또는 프레임의 메모리가 필요하지 않고, 기존의 방식에 비해 하드웨어 구성이 간단하여 실시간 처리를 요하는 분야에 쉽게 적용 가능하다. 또한 입력되는 콘트라스트 영역의 가중치 값을 변화시킴으로써 콘트라스트 제어가 가능하다. 제안한 방법은 콘트라스트 제어 알고리즘과 룩업 테이블을 이용한 영상의 모드에 따라 선택적으로 가중치 기울기를 구간별로 달리하여 개선된 영상을 얻는다. 제안한 다계조 콘트라스트 제어 방식을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 검증하였으며, 시뮬레이션을 통해 영상 향상을 확인하였다.

## An Improved Contrast Control Method for LCD Monitor

Kim Cheol Soon<sup>†</sup> and Kwak Kyung Sup<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose a contrast control for the improvement of multi gray scale image on display system. The proposed method distinguishes a maximum value and a minimum value in input fields or frames. By this judgement, the improvement degree of image quality is decided. This method does not require field and frame memory. Moreover, its lower hardware complexity than conventional methods make it easy to apply this method for flat panel display(FPD) which requires real-time processing. And the contrast of input gray level can be controled flexibly by varying the weight value which controls the contrast range. The proposed method gives an improved image by controlling weighting slope selectively at intervals according to the brightness contrast control algorithm and the type of image in the look up table. The function of the proposed method has been verified through Synopsys VHDL and computer simulation. And its results show that the proposed method can improve the quality of image.

**Key words:** contrast control for the improvement image

## 1. 서 론

고도 정보사회에서는 정보를 표시하기 위한 표시 장치 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 정보 전달은 문자, 음성, 동영상 등을 동시에 주고받는 시스템이 주류를 이룰 것이다. 시스템이 요구하는 디스플레이 장치의 기본적 기능은 인간중심과 환경중심, 고도화, 고기능화의 특성을 가지고 있어야 한다. 이러한 시대에 부응하여 현재 우리나라에서는 FPD 장

지에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 디스플레이 장치는 CRT(cathode ray tube)와 FPD(flat panel display)로 분류된다. 현재 FPD 분야중 LCD(liquid crystal display)에 놀라운 연구성과의 대부분을 차지하고 있으며, PDP(plasma display panel)는 대화면화의 용이함과 CRT 수준의 화질을 나타냄으로써 이에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. FPD 장치는 CRT에 비해 저전력 소비, 고해상도, 박형, 경량의 특징이 있으며, 디지털 구동방식을 채택하고 있다. 이러한 디지털 처리방식의 장점은 잡음에 강하며, 비트 수를 증가시키면 표현 가능한 수치의 범위가 넓어

<sup>†</sup> 정회원, 인하대학교 전기, 전자, 컴퓨터공학부 대학원생

<sup>\*\*</sup> 인하대학교 전기, 전자, 컴퓨터공학부 교수

지기 때문에 열화가 적은 연산처리나 축적이 가능하고 고화질을 실현할 수 있다. 따라서 FPD에 표시되는 영상에 대한 디지털 신호처리 기법에 대한 연구가 필요하다. 그 중 화질 향상을 위한 화상처리 방식에는 콘트라스트 제어(contrast control), 노이즈 감소(noise reduction), 에지 복원(edge restoration), 에지 강조(edge enhancement), 감마 보정( $\gamma$ -correction) 등이 있다. 이 중 한 분야인 콘트라스트 제어를 이용하면 별도의 정보 증가량 없이 화질 향상이 가능하다 [1]. 콘트라스트를 향상시키기 위한 방법으로 가장 많이 이용되는 것이 히스토그램의 분포를 이용하는 것이다. 히스토그램이란 영상의 명도 내용을 요약한 것이다. 즉 밝은 점과 어두운 점이 분포할 때 그 분포의 범위와 값을 표현한 것이다. 영상을 디지털화 할 때 명도를 최대한 넓게 사용해야 양질의 품질을 얻을 수 있다[2,3].

## 2. 기존의 콘트라스트 제어 방식

콘트라스트는 영상의 가장 어두운 영역부터 가장 밝은 영역의 범위이다. 높은 콘트라스트를 갖은 영상들은 어두운 영역에서부터 밝은 영역의 범위를 갖게 된다. 따라서, 영상의 콘트라스트가 증가하면 영상을 더욱 상세하게 볼 수 있는데, 이것은 영상의 정보량은 전혀 증가하지 않은 순수한 시각 작용에 따른 것이다.

인간의 시각 작용은 광도의 콘트라스트에 더욱 민감하며, 이러한 콘트라스트의 분포는 히스토그램을 통하여 알 수 있다. 영상의 히스토그램은 영상의 명암 값을 알 수 있게 해주는 정보를 제공하며, 또한 영상을 구성하는 명암의 콘트라스트 및 명암의 분포에 대한 정보도 제공한다[4-6]. 어두운 영상의 히스토그램은 화소 값 분포가 왼쪽으로 편중되며, 밝은 영상은 화소 값 분포가 오른쪽으로 편중된 히스토그램을 갖게 된다. 만일, 영상이 이상적이라면 영상의 히스토그램은 균일하게 분포를 갖는다.

디지털 영상 처리부분에 이용되는 방식으로는 룩업 테이블(look-up table), 히스토그램 슬라이딩(histogram sliding), 히스토그램 스트레칭(histogram stretching) [8,9]이 있다.

### 2.1 룩업 테이블 방식

이 방식은 현재 화소 값이 룩업 테이블의 주소 부

분이 되고, 룩업 테이블 주소 내용이 새로운 화소 값으로 변환되어 출력된다. 이 방식은 식(1)로 표현되고, 그림 1에 3비트 룩업 테이블을 이용한 영상변환 과정을 나타내었다[4,5].

$$\text{식(1)} \quad \text{New pixel} = \text{DATA}[\text{Input pixel}]$$

그림 1에서 새로운 화소 값은 배열의 인덱스에 의해 지시되는 배열 데이터이고, 새로운 화소 값의 생성은 각 화소에 대해서 그 인덱스에 의해 지시되는 일련의 작업을 수행함으로써 생성된다. 이 방식은 LUT(look-up table) 계산을 위한 회로와 그 계산된 값을 저장하기 위한 별도의 메모리가 필요하며, 또한 처리된 데이터의 언더/오버 플로어 방식을 위해서 별도의 회로가 필요로 하기 때문에 회로의 구조가 복잡해진다는 단점이 있다.

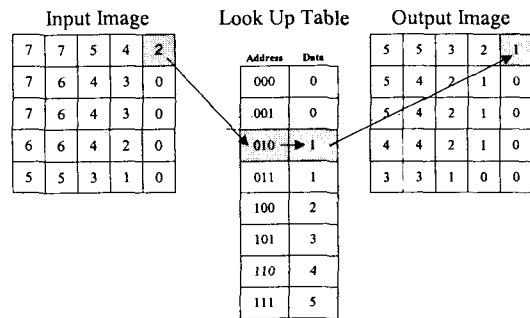


그림 1. 3비트 룩업 테이블을 이용한 영상 변환과정

### 2.2 히스토그램 슬라이딩 방식

이 방식은 입력 화소 값에 일정한 가중치를 두어 출력 화소 값을 결정하며, 식(2)로 표현할 수 있고, 그림 2에 처리방식 과정을 나타냈다.

$$\text{식(2)} \quad \text{New Pixel} = \text{Input Pixel} \times \text{Weight}$$

그림 2(a)의 점선으로 된 직선은 입출력 관계의 함수를 나타낸다. 이 함수 관계는 히스토그램의 분포 영역에 의해 결정된 직선의 기울기에 따라 입력 화소의 영역을 균일한 영역으로 확장시킨다[5,10]. 이 방식과 룩업 테이블 방식과의 차이점은 LUT값을 저장할 메모리가 필요하지 않고 가중치가 일정하게 된다는 점이다. 하지만 히스토그램의 분포는 일정하지 않으므로 언더/오버 플로어가 발생하지 않도록 가중치 계산을 위한 회로가 부가적으로 필요한 단점이 있다.

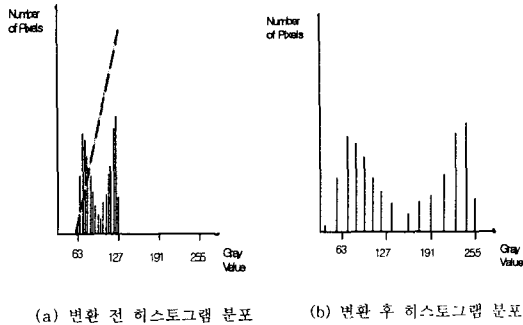


그림 2. 히스토그램 분포

### 2.3 히스토그램 스트레칭 방식

보편적으로 가장 많이 이용되는 이 방식은 특정 부분 즉, 중앙에 명암 값이 치우치는 영상에 효과적으로 적용된다. 출력 화소 값은 식(3)으로 표현된다.

$$\text{New Pixel} = \frac{\text{Input pixel} - \text{Minimum pixel}}{\text{Maximum pixel} - \text{Minimum pixel}} \times 255$$

식(3)에서처럼 영상에서 가장 낮은 값을 갖은 화소 값을 이용하여 현재 입력되는 화소 값과 뺄셈 연산을 수행하면 히스토그램이 왼쪽으로 이동하게 된다. 즉 가장 낮은 화소 값을 0으로 처리한 후에 왼쪽으로 이동된 히스토그램 분포를 전체 영역을 포함하도록 확장시킨다[6,7]. 이 방식은 언더/오버 플로어가 발생하지 않지만 복잡한 구조의 승산기 및 누산기로 구성되어야 하므로 LCD 구동시스템과 같은 실시간 처리를 필요로 하는 부분에서는 적용하기가 어렵다.

## 3. 제안 콘트라스트 제어 알고리즘

### 3.1 제어 알고리즘의 원리

기존의 히스토그램 스트레칭의 경우 입력되는 화소마다 가중치가 실시간적으로 변화하므로 입력 영상에 따라서 가중치가 고정되는 방식에 비해서 상대적으로 연산량이 많으며, 실시간 처리를 위해서는 하드웨어 구조를 단순화시키는 기술이 필요하다. 제안한 방법은 콘트라스트 제어 알고리즘과 룩업 테이블을 이용한 영상의 모드에 따라 선택적으로 가중치 기술기를 구간별로 달리하여 최적의 영상을 얻는다.

그림 3에서와 같이 모드 판별한 결과에 의한 Dark, middle, Bright, Dark & Bright 가 결정되면 그 데이

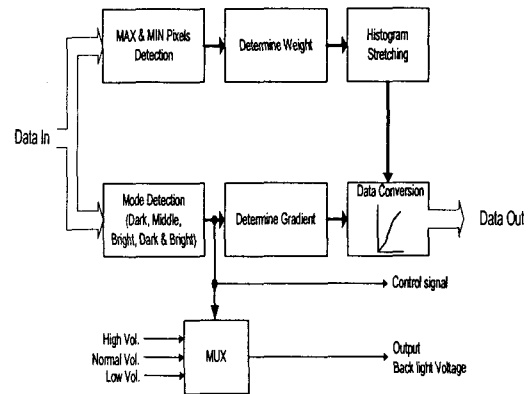


그림 3. 제안 콘트라스트 제어 알고리즘의 원리

터는 MUX에 제어신호로 인가되고, MUX의 입력신호인 High, Normal, Low 신호를 선택하게 된다. 이것은 판별된 모드가 Bright mode 이면 High Voltage를 선택하여 출력되며, Dark mode이면 Low voltage를 선택하여 출력하게 되는 방식을 취하고 있다.

이외의 모드에서는 normal voltage를 출력한다. 이것은 판별된 모드에 따라 back light에 인가되는 전압을 적용적으로 선택하여 인가하기 위함이다. 이렇게 함으로써 콘트라스트 상승효과를 기대할 수 있다. 한편 히스토그램을 확장하는 콘트라스트 대비 스트레칭 방식의 가중치를 User Selector에 의해 조정할 수 있도록 수정한 알고리즘에 의해 수행된다.

식(4)

$$\text{New pixel} = (\text{Input Pixel} - \text{Minimum Pixel}) \times (M + US)$$

식(5)

$$M(\text{Multiple}) : \text{INT} \left( \frac{255}{\text{Maximum pixel} - \text{Minimum pixel}} \right)$$

If (16 ≤ DR ≤ 127) then

$$US = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$$

else

$$US = \{0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.625, 0.75\}$$

식(4)에서처럼 가장 작은 화소 값을 이용하여 현재 입력되는 화소 값에 대하여 뺄셈 연산을 수행하므로 영상의 화소 값 중 가장 작은 값은 0이 되며 언더 플로어 발생을 방지할 수 있다. 또한 오버플로어가 발생하지 않고 전체 영역을 포함하도록 히스토그램을 확장하기 위해 가중치(M+US)를 계산한다.

사용자는 US(User Selector)를 이용하여 영상의 콘트라스트를 단계적으로 조정할 수 있다. 여기서 만

약 DR(difference range)가 16에서 127사이에 존재할 경우 US값이 -2에서 2까지인 이유는 오버플로어가 발생하지 않는 영역까지 히스토그램을 확장하기 위해서고, 128 이상일 경우 2보다 적은 가중치를 곱하여 확장시킨다. M값은 식(5)에 의해서 결정되는데 누산기를 이용하여 M (Multiple)값을 계산하지 않고, 히스토그램의 최대 값과 최소 값의 차에 해당하는 값의 비트 정보를 이용한다. 표 1에 내용을 정리하였다. 따라서 간단한 하드웨어 구성이 가능하다[8].

모드 디텍션 부분에서는 영상의 모드를 결정하게 된다. 즉, 입력 영상은 4가지 모드(Dark, Middle, Bright, Dark & Bright)으로 구분되어진다. 그림 4와 같이 화소 값 분포구간을 3 단계로 두어 입력 영상의 한 프레임 내에서 각각의 구간 내에 있는 화소 값들의 총합을 구하여 가장 큰 값을 갖는 구간을 결정하여 영상 모드를 결정하게 된다.

그림 4에서처럼 만약 화소 값들이 0에서 64 내에 가장 많이 존재할 때는 Dark 영상으로 결정하고 64에서 192 사이에 있을 때는 중간밝기 영상 그 이상일 때는 밝은 영상으로 결정하게 된다. 또한 만약 화소 값들이 0에서 64와 192 이상에서 무시할 수 없을 정도로 존재하면 Dark & Bright 영상으로 결정하게

표 1. 히스토그램 확장을 위한 가중치 계산

Histogram		Weight	
Binary	Difference Range	M	M+US
0001XXXX	16~31	8	6, 7, 8, 9, 10
001XXXXX	32~63	4	2, 3, 4, 5, 6
01XXXXXX	64~127	2	1, 2, 3, 4
1XXXXXXX	128~225	1	1.125, 1.25, 1.375, 1.5, 1.625, 1.75

(X : don't care)

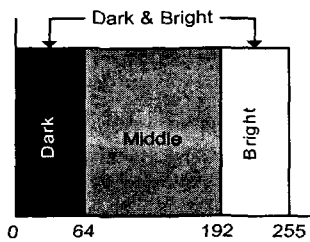


그림 4. 영상 모드 구분을 위한 임계치

된다. 결정된 영상 모드에 따라 히스토그램 스트레칭 이후에 각각의 구간별로 화소 값의 가중치를 결정하게 된다. 이러한 과정은 룩업 테이블 방식과 마찬가지로 화소 값이 ROM의 주소가 되고 ROM에 들어있는 데이터 값에 의해 가중치가 부여된 새로운 화소 값을 생성하는 방식으로 적용하면 실시간 처리가 가능하다. 그림 5는 각 모드별로 부여되는 가중치의 그래프이다.

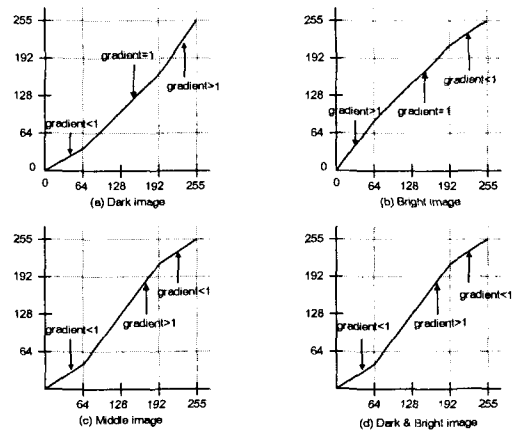


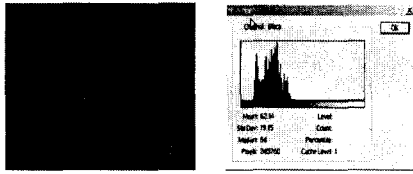
그림 5. 각각의 영상 모드에 대한 가중치 그래프

#### 4. 컴퓨터 시뮬레이션

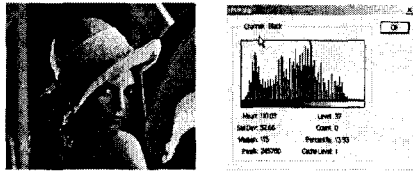
컴퓨터 시뮬레이션은 다양한 실험 영상으로 제안 알고리즘의 성능을 분석하였다. 일반적인 영상으로 Lena 영상과 Salesman의 영상을 사용하였으며 그밖에 계조도 영상 등을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 그림 6에서 그림 8까지는 Lena 영상의 각각 모드별로 콘트라스트 제어 알고리즘에 의해 개선된 영상의 시뮬레이션 결과이다.

여기서 Stretching 1은 가중치를 부여하기 전에 히스토그램 분포를 오버플로어가 발생하기 전까지 최대한 확장했을 때의 결과이며 Stretching 2는 이 확장된 영상에 구간별 가중치에 의해 가중치가 부여된 영상 결과이다.

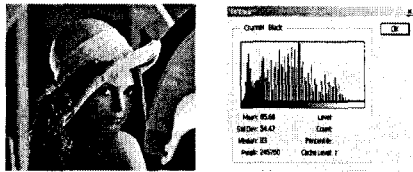
그림 9부터 그림 11까지는 Salesman의 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 결과를 살펴보면 Lena 영상에서와 마찬가지로 어두운 영상, 중간밝기 영상과 밝은 영상 각각에 대해서 서로 상이한 결과를 보여준다. 즉, 콘트라스트 제어 전의 영상의 밝기에 대한 정보를 일부 보상하고 있음을 알 수 있다. 다시 말하



(a) Dark image

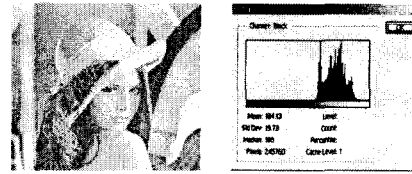


(b) Stretching 1

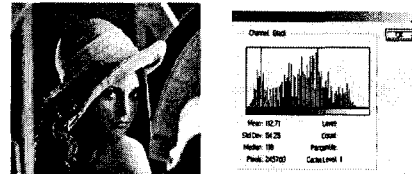


(c) Stretching 2

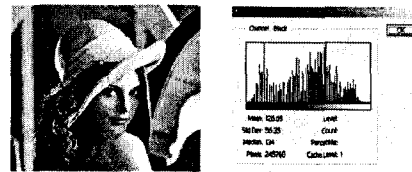
그림 6. 어두운 영상의 시뮬레이션 결과



(a) bright image

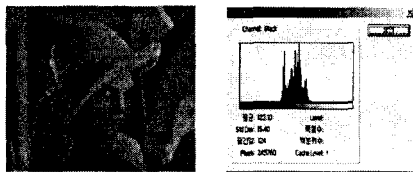


(b) Stretching 1

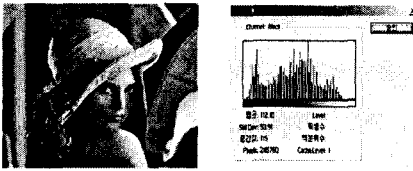


(c) Stretching 2

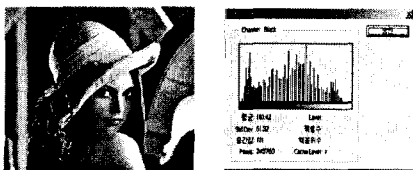
그림 8. 밝은 영상의 시뮬레이션 결과



(a) Middle image



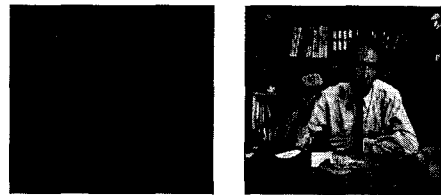
(b) Stretching 1



(c) Stretching 2

그림 7. 중간 밝기 영상의 시뮬레이션 결과

자면, 어두운 영상의 경우는 다른 영상보다 약간 어둡게, 밝은 영상의 경우는 다른 영상에 비해 밝게 나타난다.



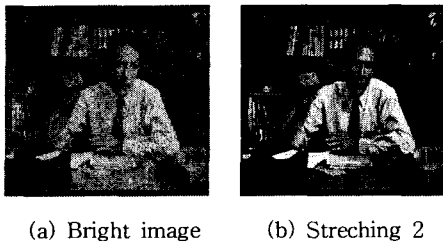
(a) Dark image (b) Stretching 2

그림 9. 어두운 영상의 시뮬레이션 결과



(a) Middle image (b) Stretching 2

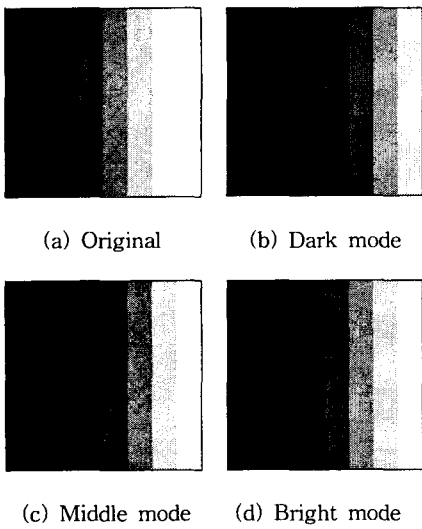
그림 10. 중간 밝기 영상의 시뮬레이션 결과



(a) Bright image (b) Streching 2

그림 11. 밝은 영상의 시뮬레이션 결과

그림 12는 계조도 영상에서의 각각의 알고리즘 적용 후 시뮬레이션 결과이다.



(a) Original (b) Dark mode  
(c) Middle mode (d) Bright mode  
그림 12. 계조도 영상에 대한 시뮬레이션 결과

계조도 영상에 대한 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 각각의 모드에 해당하는 가중치 제어 결과 어두운 영상의 가중치에서는 계조도 영상의 어두운 부분은 더 어둡게 밝은 부분의 더 밝게 계조도가 변화되었음을 확인 할 수가 있다. 또한 처리결과 오버플로우(overflow)나 언더플로우(underflow)없이 효과적으로 콘트라스트를 향상 시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

그림 13은 각각의 콘트라스트 대비 영상을 각각의 가중치에 의해 시뮬레이션 한 결과이다. 최대 값과 최소 값의 차이가 작을수록 시뮬레이션 결과 영상은 대비가 뚜렷해진다. 이는 제안한 콘트라스트 제어 알고리즘의 원리가 입력 영상의 한 프레임내의 최대 값과 최소 값의 차이에 의해 그 가중치가 결정되는데, 이 차이가 작으면 작을수록 가중치는 큰 값을 부

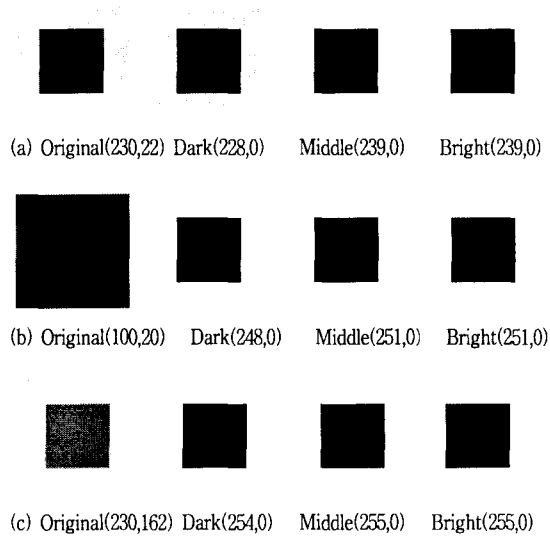


그림 13. 콘트라스트 대비 영상에 대한 시뮬레이션 결과

여하게 되는 원리 때문이다. 하지만 실제 적용에 있어 지나친 가중치 부여는 원래 영상을 지나치게 스트레칭 하는 결과를 보이기 때문에 실제 가중치의 부여에 주의가 따른다.

이처럼 다양한 영상들을 컴퓨터를 이용하여 시뮬레이션 시행 결과 제안한 콘트라스트 개선 알고리즘은 계조도의 반전과 같은 부작용 없이 효과적으로 콘트라스트를 향상 할 수 있다.

### 5. 결 론

일반적으로 화질 향상방법으로 콘트라스트 제어, 예지강화, 줍음감소 등의 기법들이 있다. 이러한 방법은 영상내의 영상 정보량을 전혀 증가하지 않고도 화질을 향상시키는 수단으로 이용되는데, 본 논문에서는 현재 연구가 활발히 진행 중인 FPD 상에서 화질 향상을 위한 향상된 콘트라스트 제어 기법을 제안하였다. 제안한 방식은 하드웨어 구현시 별도의 메모리가 필요하지 않고, 영상 화소내의 최대 화소 값과 최소 화소 값을 이용하여 변환되기 때문에 언더플로어 또는 오버플로어를 방지할 수 있다. 가중치 값을 계산하기 위해서 누산기, 승산기를 사용하지 않고 MD(mode detector)와 BS(barrel shifter)를 이용하여 단지 한 영상내의 최대 화소 값과 최소 화소 값을 이용하므로 상대적인 연산량이 적어진다. 따라서 실시간 처리를 요하는 FPD 장치에 적합하다.

참 고 문 헌

[ 1 ] Yido Koo, Wonchan Kim, "An Image Resolution Enhancing Technique Using Adaptive Sub-Pixel Interpolation for Digital Still Camera system", *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, Vol. 45, No. 1, pp. 118-122, 1999.

[ 2 ] Hansoo Kim, Joung-Youn kim, Seung Ho Hwang, In-Cheol Park, Chong-Min Kyung, "Digital Signal Processor with Efficient RGB Interpolation and Histogram Accumulation", *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, Vol. 44, No. 4, pp. 1389-1395 1998.

[ 3 ] Carl Pantsios Markhuser, "NTSC Image Improvements using Basic Inter and Intra/Frame Signal processing", *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol. CE-35, pp. 863-871, 1989.

[ 4 ] Rafael G. Gonzales, "Digital Image Processing ", Addison-Wesley, pp. 161-249. 1993.

[ 5 ] Randy Crane, *Simplified Approach to Image Processing*, Prentice-Hall, pp. 55-83, 1994.

[ 6 ] M. A. Sid-Ahmed, *Image Processing*, MacGrawHill, pp. 83-98, 1995.

[ 7 ] Bernd jähne, *Digital Video Processing*, Springer-Verlag, pp. 77-94, 1993.

[ 8 ] C. Choi. etal. "An Image Processor for SXGA/UXGA FPD", *AP-ASIC'99*, pp. 250-

253, 1999.

[ 9 ] William K. Pratt, "Digital Image Processing," *A Wiley-Interscience Publication*, pp.261-316, 1991.

[10] H. Rabtanen, "Color Video Signal Processing with Median Filters," *IEEE Trans on Consumer Electronics*, vol.38, no.3, pp.157-161, Aug. 1992.



김 철 순

1996년 인천대학교 전자계산학과 (공학사)  
 1998년 인하대학교 정보공학과 (공학석사)  
 2000년 인하대학교 멀티미디어공학과(박사과정)



곽 경 섭

1979년 인하대학교 전기공학과 (공학석사)  
 1981년 미국 University of California 대학원(EE석사)  
 1988년 미국 University of California San Diego 대

학원(통신이론 및 시스템 박사)

1989년~1990년 미국 IBM 연구원  
 1990년~현재 인하대 정보통신공학부 교수  
 1995년~2001년 통신학회 상임이사  
 2002년~현재 통신학회 부회장