



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0041413
(43) 공개일자 2018년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/36 (2006.01) G09G 3/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09G 3/36 (2013.01)
G09G 3/3406 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0133539
(22) 출원일자 2016년10월14일
심사청구일자 2016년10월14일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
이철
부산광역시 남구 황령대로 504, 201동 1502호 (대
연동, 대연비치아파트)
에드문드 램
홍콩, 폭푸람, 홍콩대학교, 초우예칭 빌딩, 504호
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 13 항

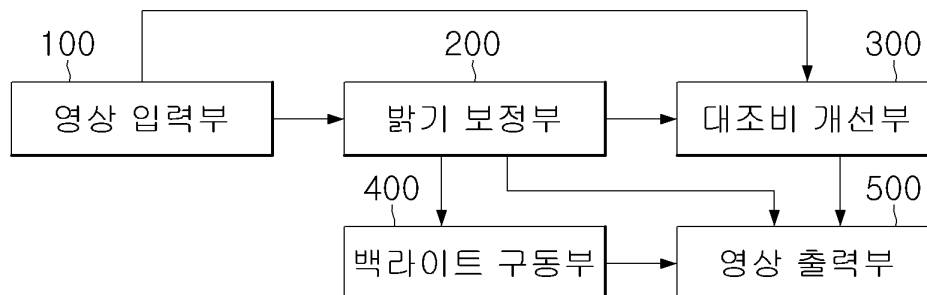
(54) 발명의 명칭 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법에 관한 것이다.

또한, 본 발명에 따르면, 투과형 LCD에서 표시할 입력 영상을 수신하는 영상 입력부; 상기 영상 입력부에서 수신한 입력 영상에 기반하여 백라이트의 밝기를 감소시키고 화소값을 증가시켜 밝기를 보정하는 밝기 보정부; 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 구하는 대조비 개선부; 및 상기 대조비 개선부에서 산출한 대조비 변환 함수를 입력 영상에 적용하여 출력 영상을 생성하여 출력하는 영상 출력부를 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G09G 2320/0626 (2013.01)

G09G 2320/066 (2013.01)

G09G 2330/021 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711040194

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구지원사업

연구과제명 극한 환경에서의 영상 시인성 개선을 위한 실시간 영상처리 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

투과형 LCD에서 표시할 입력 영상을 수신하는 영상 입력부;

상기 영상 입력부에서 수신한 입력 영상에 기반하여 백라이트의 밝기를 감소시키고 화소값을 증가시켜 밝기를 보정하는 밝기 보정부;

밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 구하는 대조비 개선부; 및

상기 대조비 개선부에서 산출한 대조비 변환 함수를 입력 영상에 적용하여 출력 영상을 생성하여 출력하는 영상 출력부를 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

청구항 2

청구항 1항에 있어서,

상기 대조비 개선부는

입력영상에 대한 히스토그램을 생성하는 히스토그램 생성부;

상기 입력영상의 히스토그램 값을 증감시키는 히스토그램 수정부; 및

상기 히스토그램 수정부에 의하여 수정된 히스토그램의 균등화를 통해 대조비 변환 함수를 산출하고, 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 산출하는 변환함수 산출부를 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

청구항 3

청구항 2항에 있어서,

상기 변환 함수 산출부는 대조비 변환 함수를 x 라 하고, 차분행렬을 R 이라하며, y 는 밝기 변환 함수라 하고, k 를 입력 화소값이라 하며, x_k 를 입력 화소값 k 의 대조비 변환 함수라하고, 대조비 변환 함수 x_k 에 의해서 발생하

는 정보 손실을 $x_{c,k}$ 라 하며, $\mathbf{x}_c = [x_{c,0}, x_{c,1}, \dots, x_{c,255}]^T$ 라 하고, T 는 전치 행렬이며, α 는 밝기 보상과 대조비 개선의 중요도 제어 상수이며, H 는 히스토그램 대각행렬이고, λ 는 저전력 대조비 개선 및 정보 손실량 크기를 조절하는 파라미터라고 할 때 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 아래 수학적 식 12로 표현되는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

(수학적 식 11)

$$\underset{\mathbf{x}}{\text{minimize}} \quad \alpha \|\mathbf{R}\mathbf{x} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{R}\mathbf{x} - \mathbf{R}\mathbf{y}\|^2 + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c$$

제한 조건은 $x_0=y_0$ 이고, $x_{255}=y_{255}$ 이며, $Rx \geq 0$ 은 대조비 변환 함수가 단조증가 함수가 되도록 하는 제한 조건임.

청구항 4

청구항 3항에 있어서,

상기 변환 함수 산출부는 상기 수학적 식 11을 아래 수학적 식 12의 라그랑지안으로 표현하고, 크루쉬-툰-터커(Karush-Kuhn-Tucker:KKK) 조건을 아래 수학적 식 13 내지 수학적 식 17과 같이 설정한 후에, 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

(수학식 12)

$$\mathcal{L}(\mathbf{x}, \mu, \nu) = \alpha \|\mathbf{R}\mathbf{x} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{R}\mathbf{x} - \mathbf{R}\mathbf{y}\|^2 \\ + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c + \mu^T (\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y}) - \nu^T \mathbf{R} \mathbf{x},$$

여기에서, $\mu = [\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 및 $\nu = [\nu_0, \nu_1, \dots, \nu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 는 라그랑지안 곱

$$\mathbf{I}_0 = \mathbb{R}^{256 \times 256}$$

터플라이어이고, 는 첫번째와 마지막 원소만 1이고, 나머지는 모두 0인 행렬임.

(수학식 13)

$$\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y} = \mathbf{0}$$

(수학식 14)

$$\mathbf{R} \mathbf{x} \succeq \mathbf{0}$$

(수학식 15)

$$\nu \succeq \mathbf{0}$$

(수학식 16)

$$\mathbf{N} \mathbf{R} \mathbf{x} = \mathbf{0}$$

(수학식 17)

$$2\mathbf{R} \mathbf{x} - \mathbf{d} + 2\lambda \mathbf{R}^{-T} \mathbf{H} \mathbf{x}_c + \mathbf{R}^{-T} \mathbf{I}_0 \mu - \nu = \mathbf{0}$$

여기에서, N은 v의 대각행렬, $\mathbf{N} = \text{diag}(\mathbf{v})$ 이며, $\mathbf{d} = 2\alpha \bar{\mathbf{m}}_b + 2(1 - \alpha) \mathbf{R} \mathbf{y}$ 임.

청구항 5

청구항 4항에 있어서,

상기 변환 함수 산출부는 수학식 17의 벡터를 풀고 (k+1) 번째 항에서 k번째 항을 감산하여 수학식 18의 순환식을 얻고, 수학식 18의 좌변을 다음 단계의 우변에 있는 $x_k - x_{k-1}$ 에 순환적으로(recursively) 대입하여 수학식 18을 수학식 19와 같이 표현하고, 수학식 14 내지 16을 이용하여 수학식 19에서 $k \geq 1$ 인 모든 v_k 를 소거하고, $\{x_0, x_1, \dots, x_{k-1}\}$ 이 주어지면 폐쇄-형식 풀이 x_k 를 단일 변수 μ 에 대한 함수로 수학식 20과 같이 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

(수학식 18)

$$\begin{cases} x_1 - x_0 = x_0 + \frac{d_1 - d_0}{2} + \lambda h_0 x_{c,0} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_1 - v_0}{2}, & \text{if } k = 0, \\ x_{k+1} - x_k = x_k - x_{k-1} + \frac{d_{k+1} - d_k}{2} + \lambda h_k x_{c,k} \\ \quad + \frac{v_{k+1} - v_k}{2}, & \text{if } k > 0. \end{cases}$$

(수학식 19)

$$x_{k+1} - x_k = x_0 + \frac{d_{k+1} - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^k h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_{k+1} - v_0}{2}$$

여기에서, $k \geq 0$ 임.

(수학식 20)

$$x_k = x_{k-1} + \max \left(x_0 + \frac{d_k - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^{k-1} h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2}, 0 \right)$$

여기에서, $k \geq 0$ 임.

청구항 6

청구항 5항에 있어서,

상기 변환 함수 산출부는 μ 에 대한 함수 $f(\mu) = x_{255} - y_{255}$ 를 정의하고, $f(\mu) = 0$ 을 만족하는 μ 를 방정식의 해를 할선법(secant method)를 이용하여 구한 후에, 수학식 20에 의해서 모든 x_k 를 구하고 대조비 변환 함수 x 를 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

청구항 7

청구항 1항에 있어서,

상기 밝기 보정부의 제어에 따라 백라이트의 밝기를 감소시키는 백라이트 구동부를 더 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치.

청구항 8

(A) 영상 입력부가 투과형 LCD에서 표시할 입력 영상을 수신하는 단계;

(B) 밝기 보정부가 상기 영상 입력부에서 수신한 입력 영상에 기반하여 백라이트의 밝기를 감소시키고 화소값을 증가시켜 밝기를 보정하는 단계;

(C) 대조비 개선부가 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 구하는 단계; 및

(D) 영상 출력부가 상기 대조비 개선부에서 산출한 대조비 변환 함수를 입력 영상에 적용하여 출력 영상을 생성하여 출력하는 단계를 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

청구항 9

청구항 8항에 있어서,

상기 (C) 단계는

(C-1) 상기 대조비 개선부가 입력영상에 대한 히스토그램을 생성하는 단계;

(C-2) 상기 대조비 개선부가 상기 입력영상의 히스토그램 값을 증감시켜 히스토그램을 수정하는 단계; 및

(C-3) 상기 대조비 개선부가 수정된 히스토그램의 균등화를 통해 대조비 변환 함수를 산출하고, 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 산출하는 단계를 포함하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

청구항 10

청구항 9항에 있어서,

상기 대조비 개선부는 대조비 변환 함수를 x 라 하고, 차분행렬을 R 이라하며, y 는 밝기 변환 함수라 하고, k 를 입력 화소값이라 하며, x_k 를 입력 화소값 k 의 대조비 변환 함수라하고, 대조비 변환 함수 x_k 에 의해서 발생하는

정보 손실을 $x_{c,k}$ 라 하며, $\mathbf{x}_c = [x_{c,0}, x_{c,1}, \dots, x_{c,255}]^T$ 라 하고, T 는 전치 행렬이며, α 는 밝기 보상과 대조비 개선의 중요도 제어 상수이며, H 는 히스토그램 대각행렬이고, λ 는 저전력 대조비 개선 및 정보 손실량 크기를 조절하는 파라미터라고 할 때 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 아래 수학적 식 11로 표현되는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

(수학적 식 11)

$$\underset{\mathbf{x}}{\text{minimize}} \quad \alpha \|\mathbf{Rx} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2 + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c$$

제한 조건은 $x_0=y_0$ 이고, $x_{255}=y_{255}$ 이며, $Rx \geq 0$ 은 대조비 변환 함수가 단조증가 함수가 되도록 하는 제한 조건임.

청구항 11

청구항 10항에 있어서,

상기 대조비 개선부는 상기 수학적 식 11을 아래 수학적 식 12의 라그랑지안으로 표현하고, 크루쉬-툰-터커(Karush-Kuhn-Tucker: KKT) 조건을 아래 수학적 식 13 내지 수학적 식 17과 같이 설정한 후에, 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

(수학적 식 12)

$$\begin{aligned} \mathcal{L}(\mathbf{x}, \mu, \nu) = & \alpha \|\mathbf{Rx} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2 \\ & + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c + \mu^T (\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y}) - \nu^T \mathbf{Rx}, \end{aligned}$$

여기에서, $\mu = [\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 및 $\nu = [\nu_0, \nu_1, \dots, \nu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 는 라그랑지안 곱

$$\mathbf{I}_0 = \mathbb{R}^{256 \times 256}$$

티플라이어이고, ν_0 는 첫번째와 마지막 원소만 1이고, 나머지는 모두 0인 행렬임.

(수학적 식 13)

$$\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y} = \mathbf{0}$$

(수학적 식 14)

$$\mathbf{Rx} \succeq \mathbf{0}$$

(수학적 식 15)

$$\nu \succeq \mathbf{0}$$

(수학적 식 16)

$$\mathbf{NRx} = \mathbf{0}$$

(수학적 식 17)

$$2\mathbf{R}\mathbf{x} - \mathbf{d} + 2\lambda\mathbf{R}^{-T}\mathbf{H}\mathbf{x}_c + \mathbf{R}^T\mathbf{I}_0\mu - \mathbf{v} = \mathbf{0}$$

여기에서, $\mathbf{N}$ 은 $\mathbf{v}$ 의 대각행렬, $\mathbf{N}=\text{diag}(\mathbf{v})$ 이며, $\mathbf{d} = 2\alpha\bar{\mathbf{m}}_b + 2(1 - \alpha)\mathbf{R}\mathbf{y}$ 임.

청구항 12

청구항 11항에 있어서,

상기 대조비 개선부는 수학적식 17의 벡터를 풀고 (k+1) 번째 항에서 k번째 항을 감산하여 수학적식 18의 순환식을 얻고, 수학적식 18의 좌변을 다음 단계의 우변에 있는 $x_k - x_{k-1}$ 에 순환적으로(recursively) 대입하여 수학적식 18을 수학적식 19와 같이 표현하고, 수학적식 14 내지 16을 이용하여 수학적식 19에서 $k \geq 1$ 인 모든 v_k 를 소거하고, $\{x_0, x_1, \dots, x_{k-1}\}$ 이 주어지면 폐쇄-형식 풀이 x_k 를 단일 변수 μ 에 대한 함수로 수학적식 20과 같이 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

(수학적식 18)

$$\begin{cases} x_1 - x_0 = x_0 + \frac{d_1 - d_0}{2} + \lambda h_0 x_{c,0} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_1 - v_0}{2}, & \text{if } k = 0, \\ x_{k+1} - x_k = x_k + \frac{d_{k+1} - d_k}{2} + \lambda h_k x_{c,k} + \frac{v_{k+1} - v_k}{2}, & \text{if } k > 0. \end{cases}$$

(수학적식 19)

$$x_{k+1} - x_k = x_0 + \frac{d_{k+1} - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^k h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_{k+1} - v_0}{2}$$

여기에서, $k \geq 0$ 임.

(수학적식 20)

$$x_k = x_{k-1} + \max \left(x_0 + \frac{d_k - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^{k-1} h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2}, 0 \right)$$

여기에서, $k \geq 0$ 임.

청구항 13

청구항 12항에 있어서,

상기 대조비 개선부는 μ 에 대한 함수 $f(\mu) = x_{255} - y_{255}$ 를 정의하고, $f(\mu) = 0$ 을 만족하는 μ 를 방정식의 해를 할선법(secant method)를 이용하여 구한 후에, 수학적식 20에 의해서 모든 x_k 를 구하고 대조비 변환 함수 x 를 산출하는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 LCD(Liquid Crystal Display)와 같은 디스플레이장치는 TV나 노트북, 데스크탑 컴퓨터 등에 영상을

디스플레이하기 위해 사용된다.

- [0003] 이러한 LCD와 같은 디스플레이장치는 스스로 빛을 발생시키지 못하기 때문에 별도의 광원으로부터 나오는 빛을 이용하여, 영상을 디스플레이하게 된다.
- [0004] 즉, LCD는 액정패널과 액정패널의 후면에 백라이트를 포함하는 발광소자를 구비하며, 액정패널이 발광소자로부터 발산되는 빛의 투과율을 조정함으로써, 영상을 디스플레이하게 된다.
- [0005] 이처럼 투과형 LCD는 형상을 표현하는 패널 부분과 밝기를 표현하는 백라이트로 구성되며, 대부분의 전력을 백라이트가 소비하고 그 소비전력을 백라이트 밝기에 비례한다.
- [0006] 따라서, LCD에서 소비하는 전력을 줄이기 위해서 백라이트의 밝기를 어둡게 하고, 이를 보상하기 위해서 화소값을 증가시켜 영상을 밝게 하는 기법이 밝기보상이다.
- [0007] 이와 같이 밝기 보상을 하면 실제로는 결과 영상의 대조비가 감소하기 때문에, 추가적으로 대조비 개선 기법을 적용해야 한다.
- [0008] 일반적인 모바일 디바이스에서 디스플레이가 가장 큰 전력을 소비하기 때문에, 모바일 디바이스의 사용시간을 늘리기 위해서는 디스플레이가 소비하는 전력을 줄이는 것이 중요하다.
- [0009] 하지만, 최근 고급 밝기 보상 기법들은 계산 복잡도가 높아서 모바일 디바이스와 같은 계산 자원이 부족한 디바이스에 적용하기 어렵다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 국내등록특허번호 10-024058호
- (특허문헌 0002) 국내공개특허번호 10-2015-0120293호
- (특허문헌 0003) 국내공개특허번호 10-2012-0024829호

비특허문헌

- [0011] (비특허문헌 0001) 1. Carroll, A., Heiser, G.: An analysis of power consumption in a smartphone. In: Proc. USENIX Ann. Technical Conf. (2010)
- (비특허문헌 0002) 2. Chang, N., Choi, I., Shim, H.: DLS: Dynamic backlight luminance scaling of liquid crystal display. IEEE Trans. Very Large Scale Integr. (VLSI) Syst. 12(8), 837-846 (2004)
- (비특허문헌 0003) 3. Cho, S.I., Kang, S.J., Kim, Y.H.: Image quality-aware backlight dimming with color and detail enhancement techniques. J. Display Technol. 9(2), 112-121 (2013)
- (비특허문헌 0004) 4. Huang, T.H., Shih, K.T., Yeh, S.L., Chen, H.H.: Enhancement of backlight-scaled images. IEEE Trans. Image Process. 22(12), 4587-4597 (2013)
- (비특허문헌 0005) 5. Iranli, A., Lee, W., Pedram, M.: HVS-aware dynamic backlight scaling in TFT-LCDs. IEEE Trans. Very Large Scale Integr.(VLSI) Syst. 14(10), 1103-1116 (2006)
- (비특허문헌 0006) 6. Lee, C., Kim, J.H., Lee, C., Kim, C.S.: Power-constrained back- light scaling and contrast enhancement for TFT-LCD displays. In: Proc. IEEE Int. Conf. Image Process., pp. 2793-2796 (2012)
- (비특허문헌 0007) 7. Lee, C., Kim, J.H., Lee, C., Kim, C.S.: Optimized brightness com- pensation and contrast enhancement for transmissive liquid crystal displays. IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 24(4), 576-590 (2014)
- (비특허문헌 0008) 8. Lee, C., Lee, C., Lee, Y.Y., Kim, C.S.: Power-constrained contrast enhancement for emissive displays based on histogram equaliza- tion. IEEE Trans. Image Process. 21(1), 80-83

(2012)

(비특허문헌 0009) 9. Ruggiero, M., Bartolini, A., Benini, L.: DBS4video: Dynamic luminance backlight scaling based on multi-histogram frame characterization for video streaming application. In: Proc. ACM Int. Conf. Embedded Software, pp. 109-118 (2008)

(비특허문헌 0010) 10. Shih, K.T., Chen, H.H.: Exploiting perceptual anchoring for color image enhancement. IEEE Trans. Multimedia 18(2), 300-310(2016)

(비특허문헌 0011) 11. Tsai, P.S., Liang, C.K., Huang, T.H., Chen, H.H.: Image enhancement for backlight-scaled TFT-LCD displays. IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 19(4), 574-583 (2009)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 밝기 보상과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 방정식을 폐쇄-형식 풀이를 통하여 대조비 변환 함수를 산출함으로 성능은 동일하게 유지하면서 계산 속도를 획기적으로 줄일 수 있는 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 측면은 투과형 LCD에서 표시할 입력 영상을 수신하는 영상 입력부; 상기 영상 입력부에서 수신한 입력 영상에 기반하여 백라이트의 밝기를 감소시키고 화소값을 증가시켜 밝기를 보정하는 밝기 보정부; 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 구하는 대조비 개선부; 및 상기 대조비 개선부에서 산출한 대조비 변환 함수를 입력 영상에 적용하여 출력 영상을 생성하여 출력하는 영상 출력부를 포함한다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 측면은 (A) 영상 입력부가 투과형 LCD에서 표시할 입력 영상을 수신하는 단계; (B) 밝기 보정부가 상기 영상 입력부에서 수신한 입력 영상에 기반하여 백라이트의 밝기를 감소시키고 화소값을 증가시켜 밝기를 보정하는 단계; (C) 대조비 개선부가 밝기 보정과 대조비 개선 그리고 정보 손실을 고려한 최적화 문제를 폐쇄-형식 풀이를 사용하여 대조비 변환 함수를 구하는 단계; 및 (D) 영상 출력부가 상기 대조비 개선부에서 산출한 대조비 변환 함수를 입력 영상에 적용하여 출력 영상을 생성하여 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법은 종래 기술 대비 계산 복잡도가 현저히 낮기 때문에 모바일 디바이스 등 낮은 성능을 갖는 장치에 적용하여 전력 소비를 낮추면서도 높은 품질의 영상을 표현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치의 구성도이다.

도 2는 밝기 보상과 대조비 개선의 결과를 보여주는 그래프이다.

도 3은 도 1의 대조비 개선부의 상세 구성도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법의 흐름도이다.

도 5는 종래 기술과 본 발명에 따른 밝기 보상된 결과를 보여주는 도면이다.

도 6은 종래 기술과 본 발명에 따른 대조비 변환 함수를 비교한 도면이다.

도 7은 종래 기술과 본 발명에 따른 대조비 변환 함수의 계산 복잡도 및 실행시간 비교표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이하에서는

본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.

- [0018] 먼저, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 또한 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치의 구성도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치는 영상 입력부(100), 밝기 보정부(200), 대조비 개선부(300), 백라이트 구동부(400) 및 영상 출력부(500)를 구비하고 있다.
- [0022] 상기 영상 입력부(100)는 투과형 LCD를 통하여 표시해야 할 입력 영상을 수신한다.
- [0023] 그리고, 영상 입력부(100)는 입력 영상을 밝기 보정부(200)와 대조비 개선부(300)로 전송한다.
- [0024] 상기 밝기 보정부(200)는 백라이트 구동부(400)를 제어하여 백라이트 밝기를 어둡게 하고, 이를 보상하기 위해서 입력 화소값을 증가시켜 밝기 보정을 수행한다.
- [0025] 이를 좀더 상세히 살펴보면, 밝기 보정부(200)는 입력 화소값 k 에 대한 투과함수 $t(k)$ 는 다음 수학식 1과 같이 구한다.
- [0026] (수학식 1)
- [0027]
$$t(k) = \omega_1 - \omega_2 \cdot (k/255)^\gamma$$
- [0028] 여기에서, ω_1 , ω_2 , γ 는 투과형 LCD 장치 종속적인 파라미터이다. 입력 화소값(k)을 0에서부터 255까지 변화시키면서 투과형 LCD의 투과도(transmission)를 관찰한다.
- [0029] 그러면 투과도는 입력 화소값 k 의 함수로 표현될 수 있으며, 수학식 1의 $t(k)$ 가 이를 나타낸다.
- [0030] 그런데, 투과형 LCD가 모두 같은 것이 아닐 뿐만 아니라 같은 LCD라도 밝기 설정에 따라서 투과 함수 $t(k)$ 가 다르게 표현된다.
- [0031] 이때 함수 자체가 변하는 것은 아니며, 장치 종속적인 파라미터 3개만 조절해 주면 모든 투과형 LCD에 대해서 원하는 함수를 얻을 수 있다.
- [0032] 이처럼 투과형 LCD에 따라서 다른 값을 갖는 세개의 파라미터를 장치 종속적인 파라미터라고 표현했다. 즉, 서로 다른 투과형 LCD는 동일하게 표현된 함수에서 서로 다른 ω_1 , ω_2 , γ 값을 갖는다.
- [0033] 또한, 화소값 k 에 대한 투과 휘도 L 은 다음 수학식 2와 같이 구해진다.
- [0034] (수학식 2)
- [0035]
$$L = B_{\max} \cdot t(k)$$
- [0036] 여기에서, $B_{\max}$ 는 백라이트의 최대 강도이다.
- [0037] 상기 밝기 보정부(200)는 백라이트의 최대 강도를 0보다 크거나 같고 1보다 작거나 같은 디밍 인자(dimming factor) b 를 곱한 만큼 감소시켜 전력을 절감한다.
- [0038] 그리고, 밝기 보정부(200)는 입력 화소값 k 를 y_k 로 증가시켜 투과 휘도를 유지시킨다.
- [0039] 보정된 투과 휘도(보정 투과 휘도) L' 은 $L' = b \cdot B_{\max} \cdot t(y_k)$ 가 되며, $L = L'$ 가 된다.

[0040] (수학식 3)

$$y_k = 255 \cdot \left(\frac{\omega_1(1-b) + \omega_2(k/255)^\gamma}{\omega_2 b} \right)^{1/\gamma}$$

[0041]

[0042] 입력 화소값 k 에 대하여 눈에 의해서 인지되는 밝기가 동일하도록 화소값을 증가시킨 출력 화소값을 y_k 라 하면, 모든 입력 화소값에 대한 출력 화소값의 밝기 변환 함수를 벡터 $y=[y_0, y_1, \dots, y_{255}]^T$ 로 나타낼 수 있다.

[0043] 도 2에서 "Brightness compensation"으로 표현된 것이 y 의 예시이다.

[0044] 한편, 대조비 개선부(300)는 밝기 보상을 하면 실제로는 결과 영상의 대조비가 감소하기 때문에 추가적으로 대조비를 개선한다.

[0045] 이러한 대조비 개선부(300)는 히스토그램 생성부(310), 히스토그램 수정부(320), 누적분포함수 산출부(330) 및 변환함수 산출부(340)를 포함한다.

[0046] 상기 히스토그램 생성부(310)는 입력영상(테이터)의 히스토그램을 생성한다. 여기서, 입력영상의 히스토그램(h_k)은 확률밀도함수(p_k)로 나타낼 수 있으며, 확률밀도함수(p_k)는 입력영상의 히스토그램(h_k)을 전체 픽셀수로 나누어 얻어질 수 있다. 확률밀도함수(p_k)는 하기 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

[0047] (수학식 4)

$$p_k = \frac{h_k}{1^T h}$$

[0048]

[0049] 여기서, k 번째에 해당하는 히스토그램(h_k)은 화소값이 k 를 가진 픽셀의 수를 나타낸다.

[0050] 또한, 1 은 행(column) 벡터를 나타내고, 해당 모든 요소들은 1 값을 나타낸다. T (Transpose)는 전치 행렬을 만드는 연산자이다.

[0051] 히스토그램 수정부(320)는 입력영상의 히스토그램 값을 증감시키며, 수정된 히스토그램 값 m_k 인 $m=f(h)$ 에 의해 구해질 수 있다.

[0052] 예컨대, 히스토그램 수정부(320)는 로그 기반함수에 기초하여 입력영상의 히스토그램 값 중에서 기준치를 초과하여 돌출된 화소 영역의 히스토그램 빈(bin)의 큰 값을 감소시키거나, 기준치 미만의 히스토그램 빈의 작은 값을 증가시킬 수 있다.

[0053] 여기서, 다른 실시 예에서 히스토그램 수정부(220)는 상술한 입력영상의 히스토그램 값을 증감시키는 데에 사용될 수 있다.

[0054] 이를 통해 히스토그램 균등화를 기반으로 한 화질 개선을 수행할 때 영상의 밝기가 과도하게 변화되고, 잡음의 증가 및 원본 영상의 분위기 소실 등이 발생하였던 종래의 문제점을 해결할 수 있다.

[0055] 그리고, 이 상술한 수정된 히스토그램을 나타낸다고 정의하면, 원본 영상의

[0056] 히스토그램(h_k)대신 수정된 히스토그램(m_k)에 의해 히스토그램 처리 절차가 수행될 수 있다.

[0057] 한편, 누적분포함수 산출부(330)는 입력영상의 히스토그램에 대한 누적분포함수를 산출한다. 여기서, 누적분포함수 산출부(330)는 입력영상의 밝기 분포로부터 정규화된 누적 분포를 산출할 수 있다.

[0058] 즉, 수학식 4의 확률밀도 함수(p_k)를 차례로 더하여 생성된 화소값 (k)의 누적분포함수(c_k)는 하기 수학식 5와 같이 정의될 수 있다.

[0059] [수학식 5]

$$c_k = \sum_{i=0}^k p_i$$

[0060]

[0061] 변환함수 산출부(340)는 입력영상(또는 원본 영상)의 각 대조비의 동적 영역을 재조정하는 변환 함수를 생성한다. 즉, 누적분포함수에 최대 대조비를 곱하면 변환 함수가 생성되며, 입력영상의 각 입력 화소를 출력 화소로 변환하면 높은 대조비를 가지는 출력영상을 얻을 수 있다.

[0062] 이와 같이, 변환 함수를 통해 입력영상의 각 대조비들의 동적 영역이 재조정되며, 이를 위하여 대조비 변환 함수는 하기 수학식 6과 같이 정의될 수 있다.

[0063] [수학식 6]

$$r_k = \lfloor (2^b - 1)c_k + 0.5 \rfloor$$

[0064]

[0065] 여기서, $(2^b - 1)$ 은 최대 대조비를 나타내고, 예컨대 8비트 영상에서는 255값을 나타낸다.

[0066] 그리고, 대조비 변환 함수(x_k)는 $x = [x_0, x_1, \dots, x_{255}]^T$ 로 표현되며, 이를 차분 행렬(R)을 이용하여 벡터로 나타내면, 하기 수학식 7과 같이 정의할 수 있다.

[0067] [수학식 7]

$$R x = \overline{m}_b$$

[0068]

[0069] 여기서, $\overline{m}_b$ 는 수정된 히스토그램의 합이 최대 밝기 값인 255가 되도록 하는 정규화된 열벡터로서 하기 수학식 8과 같이 정의될 수 있다. 이와 같은 정규화된 열벡터는 0부터 y_{255} 값을 가진다.

[0070] (수학식 8)

$$\overline{m}_b = \frac{y_{255}}{1^T m} m$$

[0071]

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & -1 & 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{R} \in \mathbb{R}^{256 \times 256}$$

[0072] 또한, R은 차분 행렬로, $\mathbf{R} \in \mathbb{R}^{256 \times 256}$ 이며, $\mathbf{R}$ 이다.

[0073] 따라서 밝기 변환 함수와 대조비 변환 함수를 같은 범위를 가진다.

[0074] 예를 들어, $m=h$ 일 경우에, 히스토그램 등화가 된다. 도 2에서 "contrast enhancement"로 표현된 것이 x의 예시이다.

[0075] 따라서, 구하고자 하는 최종 대조비 변환 함수 x는 위의 두가지 조건(밝기 보상 및 대조비 개선)을 모두 만족해야 한다. 따라서 아래와 같은 최적화 문제로 변환한다.

[0076] (수학식 9)

$$\underset{\mathbf{x}}{\text{minimize}} \quad \alpha \|\mathbf{Rx} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2$$

[0077]

[0078] 여기에서, α 는 밝기 보상과 대조비 개선의 상대적 중요성을 제어하는 상수이다. 또한 두 함수를 동일하게 비교하기 위해 $\|\mathbf{x} - \mathbf{y}\|^2$ 대신 $\|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2$ 를 사용한다.

$$\|\mathbf{Rx} - \tilde{\mathbf{m}}_b\|^2$$

[0079] 여기에서, $\|\mathbf{Rx} - \tilde{\mathbf{m}}_b\|^2$ 는 대조비 최대 인자이다.

[0080] 도 2에서 보면 255보다 변환 함수들이 일반적인 디스플레이가 표현할 수 있는 최대값인 255보다 큰 값으로 변환된다.

[0081] 따라서, 255보다 큰 값으로 변환된 값은 최대값인 255로 세팅한 후에 이때 발생하는 오차를 측정한다.

[0082] 즉, 변환 함수 x_k 에 의해서 발생하는 정보 손실을 $x_{c,k} = \max\{x_k - 255, 0\}$ 로 정의하고, 변환함수 x 를

이용하여 하나의 영상을 변환할 때 발생하는 전체 정보 손실 $D(\mathbf{x})$ 을 아래 수학식 10로 정의한다.

[0083] (수학식 10)

$$D(\mathbf{x}) = \sum_{k=0}^{255} h_k x_{c,k}^2 = \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c$$

[0084]

[0085] 여기에서, $\mathbf{x}_c = [x_{c,0}, x_{c,1}, \dots, x_{c,255}]^T$ 이며, $\mathbf{H}$ 는 히스토그램 대각행렬이다.

[0086] 최종적으로 위의 수학식 9으로 표현된 최적화 문제를 풀면서 동시에 정보 손실을 최소화 할 수 있는 새로운 최적화 문제를 아래와 같이 표현할 수 있다.

[0087] (수학식 11)

$$\underset{\mathbf{x}}{\text{minimize}} \quad \alpha \|\mathbf{Rx} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2 + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c$$

[0088]

[0089] 제한 조건은 $x_0=y_0$ 이고, $x_{255}=y_{255}$ 이며, $Rx \geq 0$ 은 대조비 변환 함수가 단조증가 함수가 되도록 하는 제한 조건이다. 여기에서, λ 는 저전력 대조비 개선 및 정보 손실량을 조절하는 파라미터이다.

[0090] 이를 풀기 위해 먼저 라그랑지안(Lagrangian)을 $\mathcal{L} : \mathbb{R}^{256} \times \mathbb{R}^{256} \times \mathbb{R}^{256} \rightarrow \mathbb{R}$ 에서 아래와 같이 정의한다.

[0091] (수학식 12)

$$\begin{aligned} \mathcal{L}(\mathbf{x}, \boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\nu}) = & \alpha \|\mathbf{Rx} - \bar{\mathbf{m}}_b\|^2 + (1 - \alpha) \|\mathbf{Rx} - \mathbf{Ry}\|^2 \\ & + \lambda \mathbf{x}_c^T \mathbf{H} \mathbf{x}_c + \boldsymbol{\mu}^T (\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y}) - \boldsymbol{\nu}^T \mathbf{Rx}, \end{aligned}$$

[0092]

[0093] 여기에서, $\boldsymbol{\mu} = [\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 및 $\boldsymbol{\nu} = [\nu_0, \nu_1, \dots, \nu_{255}]^T \in \mathbb{R}^{256}$ 는 라그랑지안 곱

$$\mathbf{I}_0 = \mathbf{R}^{256 \times 256}$$

티플라이어이고, μ 는 첫번째와 마지막 원소만 1이고, 나머지는 모두 0인 행렬이다.

[0094] 크루쉬-툰-터커(Karush-Kuhn-Tucker:KKK) 조건은 아래 수학식 13 ~수학식 17과 같다.

[0095] (수학식 13)

$$\mathbf{I}_0 \mathbf{x} - \mathbf{I}_0 \mathbf{y} = \mathbf{0}$$

[0097] (수학식 14)

$$\mathbf{R} \mathbf{x} \succeq \mathbf{0}$$

[0099] (수학식 15)

$$\mathbf{v} \succeq \mathbf{0}$$

[0101] (수학식 16)

$$\mathbf{N} \mathbf{R} \mathbf{x} = \mathbf{0}$$

[0103] (수학식 17)

$$2\mathbf{R} \mathbf{x} - \mathbf{d} + 2\lambda \mathbf{R}^{-T} \mathbf{H} \mathbf{x}_c + \mathbf{R}^T \mathbf{I}_0 \mu - \mathbf{v} = \mathbf{0}$$

[0105] 이다.

[0106] 여기에서, $\mathbf{N}$ 은 $\mathbf{v}$ 의 대각행렬, $\mathbf{N}=\text{diag}(\mathbf{v})$ 이며, $\mathbf{d} = 2\alpha \bar{\mathbf{m}}_b + 2(1 - \alpha)\mathbf{R} \mathbf{y}$ 이다.

[0107] 상기 변환 함수 산출부(340)는 수학식 17의 벡터를 풀고 (k+1) 번째 항에서 k번째 항을 빼면 다음과 같이, μ_{255} 가 소거된 아래 수학식 18의 순환식을 얻을 수 있으며, 수식을 간단하게 표현하기 위해서 $\mu = \mu_0$ 로 표현한다.

[0108] (수학식 18)

$$\begin{cases} x_1 - x_0 = x_0 + \frac{d_1 - d_0}{2} + \lambda h_0 x_{c,0} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_1 - v_0}{2}, & \text{if } k = 0, \\ x_{k+1} - x_k = x_k + \frac{d_{k+1} - d_k}{2} + \lambda h_k x_{c,k} + \frac{v_{k+1} - v_k}{2}, & \text{if } k > 0. \end{cases}$$

[0110] 수학식 12에서 x_0 는 상수 y_0 로 고정되었기 때문에 역시 상수이다.

[0111] 수학식 18의 좌변을 다음 단계의 우변에 있는 $x_k - x_{k-1}$ 에 순환적으로(recursively) 대입하면 수학식 18은 다음 수학식 19와 같이 표현된다.

[0112] (수학식 19)

$$x_{k+1} - x_k = x_0 + \frac{d_{k+1} - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^k h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2} + \frac{v_{k+1} - v_0}{2}$$

[0114] 여기에서, $k \geq 0$ 이다.

[0115] 수학식 14 ~16을 이용하여 수학식 19에서 $k \geq 1$ 인 모든 v_k 를 소거할 수 있으며, 최종적으로 아래와 같이 $\{x_0, x_1, \dots, x_{k-1}\}$ 이 주어지면 폐쇄-형식 풀이 x_k 를 단일 변수 μ 에 대한 함수를 아래 수학식 20과 같이 얻을 수 있다.

[0116] (수학식 20)

$$x_k = x_{k-1} + \max \left(x_0 + \frac{d_k - d_0}{2} + \lambda \sum_{i=0}^{k-1} h_i x_{c,i} + \frac{\mu}{2}, 0 \right)$$

[0117]

[0118] 여기에서, $k \geq 0$ 이다.

[0119] 수학식 11에서 제한 조건이 $x_{255} = y_{255}$ 이므로, 이를 만족하는 μ 를 구한다. 즉, μ 에 대한 함수 $f(\mu) = x_{255} - y_{255}$ 를 정의하고, $f(\mu) = 0$ 을 만족하는 μ 를 방정식의 해를 구하는 방법인 할선법(secant method)를 이용하여 구한다.

[0120] 일단 μ 를 구하면, x_0 를 알고 있기 때문에 수학식 20에 의해서 모든 x_k 를 구하고 최종적으로 대조비 변환 함수 x 를 구한다.

[0121] 한편, 백라이트 구동부(400)는 상기 밝기 보정부(200)의 제어에 따라 백라이트의 밝기를 감소시킨다.

[0122] 그리고, 출력영상 생성부(500)는 상기 대조비 변환 함수(x)에 기초하여 입력영상으로부터 출력영상을 생성한다.

[0123] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법의 흐름도이다.

[0124] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법은 먼저 영상 입력부가 입력 영상을 수신한다(S100).

[0125] 그리고, 밝기 보정부가 밝기 보정을 수행한다(S200).

[0126] 다음으로, 대조비 개선부가 대조비 개선을 수행한다(S300).

[0127] 출력 영상 생성부가 대조비 개선 결과를 반영한 출력 영상을 생성하여 출력한다(S400).

[0128] 이와 같이 이루어지는 본 발명의 다른 실시예에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 방법에 있어서 각 단계의 상세 내용은 위에서 상세히 설명하고 있으며 동일하다.

[0129] 한편 도 5는 밝기 보상된 결과를 비교하는 도면으로, (a)는 입력영상을, (b)는 Tsai의 방법을, (c)는 Iterative 방법을, (d)는 approximate 방법을, (e)는 본 발명에 따른 결과를 보여준다. 본 발명에 따른 결과가 다른 방법들과 성능 면에서 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

[0130] 그리고, 도 6은 종래 기법의 변환함수와 본 발명에 따른 대조비 변환함수를 비교하기 위한 도면으로 본 발명에 따른 변환함수를 Iterative 방법과 동일함을 알 수 있다.

[0131] 도 7은 종래 기술과 본 발명에 따른 대조비 변환 함수의 계산 복잡도 및 실행시간 비교표이다.

[0132] 계산 복잡도 및 실행 시간에 있어서 본 발명이 Iterative 방법에 비해서 매우 빠른 결과를 보여주고 있다.

[0133] 이처럼 본 발명에 따른 투과형 LCD를 위한 저전력 대조비 개선 장치 및 방법은 종래 기술 대비 계산 복잡도가 현저히 낮기 때문에 모바일 디바이스 등 낮은 성능을 갖는 장치에 적용하여 전력 소비를 낮추면서도 높은 품질의 영상을 표현할 수 있다.

[0134] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0135]

부호의 설명

[0136]	100 : 영상 입력부	200 : 밝기 보정부
	300 : 대조비 개선부	310 : 히스토그램 생성부

320 : 히스토그램 수정부

330 : 누적분포 함수 산출부

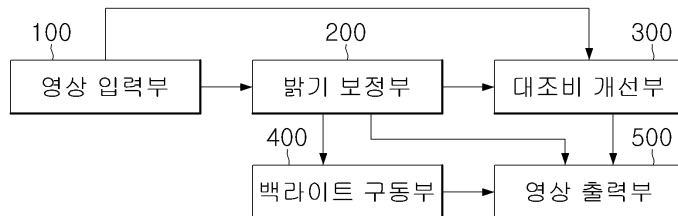
340 : 변환함수 산출부

400 : 백라이트 구동부

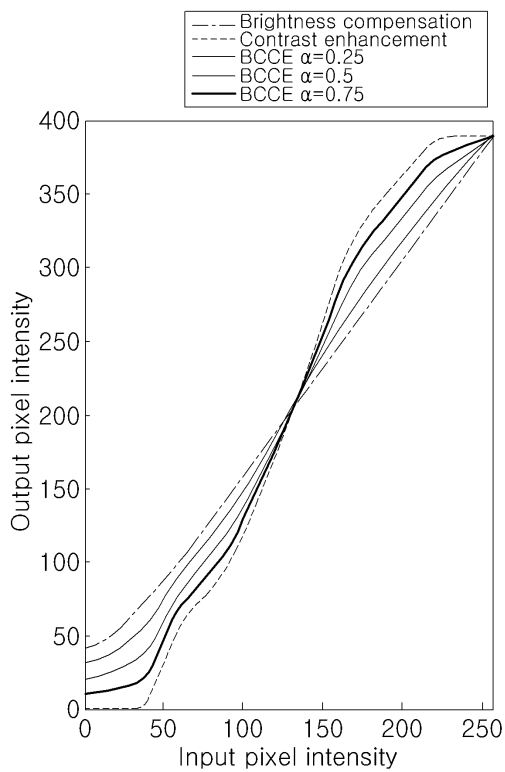
500 : 영상 출력부

도면

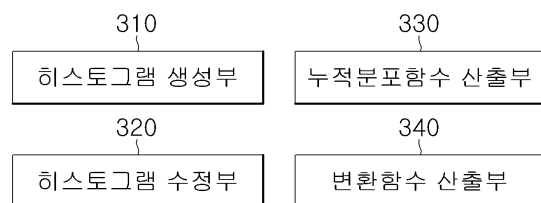
도면1



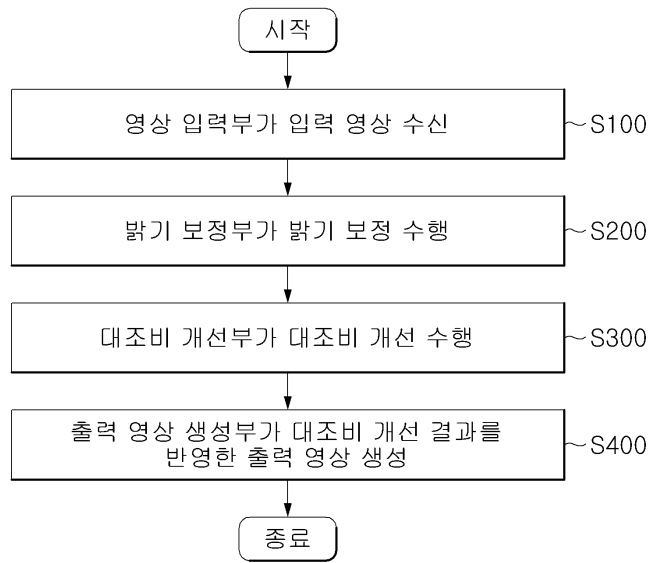
도면2



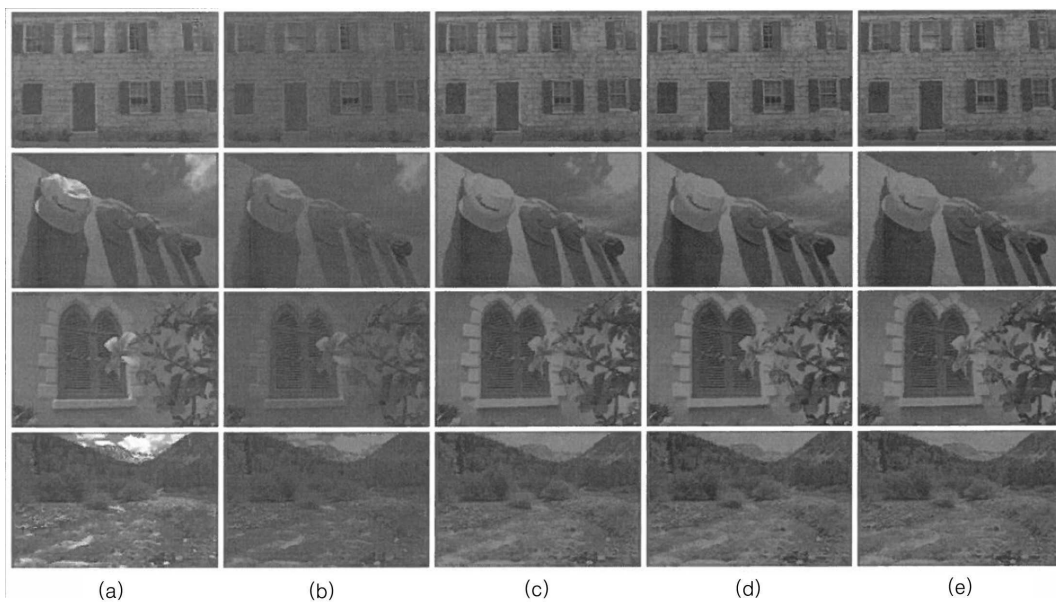
도면3



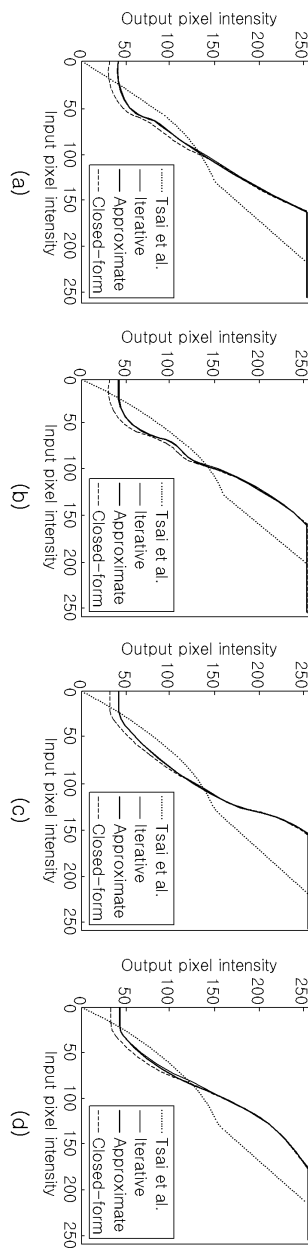
도면4



도면5



도면6



도면7

	Tsai et al.	Iterative	Approximate	Closed-form
Complexity	$O(N + K)$	-	$O(N + K^3)$	$O(N + MK)$
Times (s)	0.0181	1.039	0.0116	0.00131