

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H04N 5/202

(45) 공고일자 1999년06월 15일

(11) 등록번호 10-0195120

(24) 등록일자 1999년02월 11일

(21) 출원번호 10-1996-0034282

(65) 공개번호 특1998-0015067

(22) 출원일자 1996년08월 19일

(43) 공개일자 1998년05월 25일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사 윤종용

경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416

(72) 발명자 김영택

경기도 수원시 팔달구 매탄2동 원천성일아파트 203동 502호

(74) 대리인 권석흠, 이영필, 윤창일

심사관 : 김창범

(54) 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 방법 및 그 회로

요약

본 발명의 화질 개선 방법과 그 회로는 입력되는 영상신호를 양자화하고, 입력되는 영상신호를 화면단위로 평균을 구해서 양자화하고, 양자화된 영상신호를 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하고, 소정수의 양자화된 서브영상의 각각의 누적 밀도 함수를 구하고, 양자화된 서브영상별로 구해진 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하고, 입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하고, 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값과 보상된 평균레벨을 근거로 하여 양자화된 서브영상별로 독립적으로 히스토그램 등화하으로서, 갑작스런 밝기 변화와 아티팩트를 효과적으로 줄여서 콘트라스트를 개선하면서 주어진 영상의 전체 밝기를 유지하며, 특히 지나치게 어둡거나 밝은 입력 영상신호의 콘트라스트를 개선한다.

대표도

도3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 양자화 개념을 설명하기 위하여 L레벨의 이산 신호를 Q레벨의 이산 신호로 양자화하는 예를 보인 도면이다.

도 2는 본 발명에 적용되는 보간 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명에 의한 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 회로의 일 실시예에 따른 블록도이다.

도 4a와 도 4b는 본 발명에 적용되는 밝기 보정함수의 예를 보인 도면이다.

도 5a와 도 5b는 도 4a와 도 4b에 도시된 밝기 보정함수에 의해 보상된 평균레벨과 입력 영상의 평균레벨의 관계의 예를 보인 도면이다.

도 6은 본 발명에 의한 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 회로의 다른 실시예에 따른 블록도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 방법과 그 회로에 관한 것으로, 특히 입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 그 평균에 근거하여 소정수의 서브영상으로 분할하고, 분할된 서브영상에 대하여 밝기를 보상하면서 독립적으로 히스토그램 등화하는 화질 개선 방법 및 회로에 관한 것이다.

히스토그램 등화의 기본 동작은 입력 영상의 히스토그램을 토대로 주어진 입력 영상을 변환하는 것으로서, 여기서 히스토그램이라 함은 주어진 입력 영상에서의 그레이 레벨 분포를 나타낸다.

이러한 그레이 레벨(gray level)의 히스토그램은 영상(image)의 외양(appearance)의 전체적인 묘사를 제공한다. 영상의 샘플 분포에 따라 적절히 조절된 그레이 레벨은 외양 또는 영상의 콘트라스트를 개선시킨다.

콘트라스트 개선을 위한 많은 방법중에 영상의 샘플분포에 따라 주어진 영상의 콘트라스트를 개선하는 방법인 히스토그램 등화가 가장 널리 알려져 있으며, 이는 아래 문헌 [1], [2]에 개시되어 있다: [1] J.S.Lim, Two-Dimensional Signal and Image Processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990, [2] R.C.Gonzalez and P.Wints, Digital Image Processing, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1977.

또한, 메디컬 영상 처리와 레이더 영상 처리를 포함하는 히스토그램 등화 방법의 유용한 응용은 아래 문헌 [3], [4]에 개시되어 있다: [3] J.Zimmerman, S.Pizer, E.Staab, E.Perry, W.McCartney, and B.Brenton, Evaluation of the effectiveness of adaptive histogram equalization for contrast enhancement, IEEE Tr.on Medical Imaging,pp.304-312, Dec.1988, [4] Y.Li, W.Wang, and D.Y.Yu, Application of adaptive histogram equalization to x-ray chest image, Proc. of the SPIE,pp.513-514,vol.2321,1994.

따라서, 주어진 영상의 히스토그램을 이용한 기법은 메디컬 영상 처리, 적외선 영상 처리, 레이더 영상 처리 분야등 여러 분야에서 유용하게 응용되고 있다.

일반적으로, 히스토그램 등화는 동적 범위(dynamic range)를 늘이는(stretching) 효과를 갖기 때문에 히스토그램 등화는 결과 영상의 분포밀도를 평평(flat)하게 하고, 그 결과로서 영상의 콘트라스트를 개선한다.

널리 알려진 히스토그램 등화의 이러한 특성은 실제적인 경우에는 결점이 된다. 즉, 히스토그램 등화의 출력 밀도가 일정하기 때문에 출력영상의 평균 밝기(brightness)는 중간 그레이 레벨에 가깝게 된다. 실제적으로, 아날로그 영상의 히스토그램 등화를 위하여, 히스토그램 등화에서 출력 영상의 평균 밝기는 입력 영상의 평균 밝기에는 무관하게 정확히 중간 그레이 레벨이다. 분명하게, 이 특성은 실제 응용에서는 바람직하지 않다. 예를 들어, 밤에 찍은 장면은 히스토그램 등화 후에는 낮동안 찍은 장면과 같이 보이는 문제점이 발생된다.

또한, 종래의 히스토그램 등화회로는 모든 그레이 레벨의 발생횟수를 모두 저장할 수 있는 구성이 필요하므로 하드웨어 비용이 높아지는 문제점이 발생되었다. 예를 들어, 그레이 레벨(L)이 $L=256$ 라고 가정하면, 모든 레벨의 발생횟수를 저장하기 위해 256개의 메모리소자가 요구되고, 모든 레벨의 발생횟수를 누적하기 위해 256개의 누적기등이 필요하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 입력 영상의 레벨을 양자화하여 양자화된 입력 영상을 그 평균에 근거하여 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하고, 입력 영상의 평균 밝기에 따라 평균레벨에 보정치를 가산한 보상된 평균레벨을 이용하여 양자화된 서브영상별로 독립적으로 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 입력 영상의 레벨을 양자화하여 양자화된 입력 영상을 그 평균에 근거하여 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하고, 입력 영상의 평균 밝기에 따라 평균레벨에 보정치를 가산한 보상된 평균레벨을 이용하여 양자화된 서브영상별로 독립적으로 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 회로를 제공하는 데 있다.

상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 화질 개선 방법은 소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 방법에 있어서: (a) 입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 단계; (b) 입력되는 영상신호를 화면단위로 평균을 구해서 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 단계; (c) 상기 양자화된 영상신호를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 단계; (d) 상기 소정수의 양자화된 서브영상의 각각의 누적 밀도 함수를 구하는 단계; (e) 양자화된 서브영상별로 구해진 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 단계; (f) 입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 단계; 및 (g) 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨을 근거로 하여 양자화된 서브영상별로 독립적으로 히스토그램 등화하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

상기의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 화질 개선 회로는 소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 회로에 있어서: 입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 제1 양자화수단; 양자화된 영상신호를 화면단위로 그레이 레벨분포를 계산하는 제1 계산수단; 입력되는 영상신호를 화면단위로 평균레벨을 계산하는 제2 계산수단; 계산된 평균레벨을 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 제2 양자화수단; 입력되는 영상신호의 평균 밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단; 상기 제1 계산수단에서 계산된 그레이 레벨 분포를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 분할수단; 양자화된 서브영상별로 누적 밀도 함수를 구하는 제3계산수단; 상기 양자화된 서브영상별로 계산된 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 보간수단; 입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단; 및 상기 양자화된 서브영상별로 이에 대응하는 상기 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨에 따라 새로운 그레이 레벨로 맵핑하여 개선된 신호를 출력하는 출력수단을 포함함을 특징으로 하고 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에서 제안하는 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화(Quantized Mean-Separate Histogram Equalization)를 이용한 화질 개선 방법에 대해 설명하기로 한다.

주어진 영상 $\{X\}$ 는 L개의 이산(discrete) 그레이 레벨 $\{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 로 구성되고, 여기서, $X_0=0$ 은 블랙레벨을 나타내고, $X_{L-1}=1$ 은 화이트 레벨을 나타낸다. 또한, $X_m \in \{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 이다.

원래의 이산 입력 레벨 $\{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 을 $\{Z_0, Z_1, \dots, Z_{Q-1}\}$ 로 정의되는 Q 이산레벨로 양자화하되, 여기서, $Z_{Q-1} = X_{L-1}$ 이라 하고, 또한 $Q \geq L$ 이고, $\{Z_0, Z_1, \dots, Z_{Q-1}\} \subset \{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 라고 가정한다.

이와 같이 L레벨의 이산 신호를 Q레벨의 이산 신호로 양자화하는 예는 도 1에 도시되어 있다.

그리고, $Q[X_k]$ 는 양자화 연산이라고 하고, 다음과 같이 정의한다.

$$Q[X_k] = Z_q, \quad \text{if } Z_{q-1} < X_k < Z_q$$

$\{Z\} = Q[\{X\}]$ 과 $Z_m = Q[X_m]$ 라고 둘 때, X_m 는 원래 영상의 평균레벨을, $\{Z\}$ 는 양자화된 입력 영상을, Z_m 은 양자화된 평균레벨을 각각 나타내고, 양자화된 입력 영상 $\{Z\}$ 을 Z_m 을 중심으로 2개의 서브영상 $\{Z\}_L, \{Z\}_U$ 로 분할한다. 여기서, 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 에서의 모든 샘플은 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하이고, 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 에서의 모든 샘플은 양자화된 평균레벨(Z_m) 보다 크다.

서브영상 $\{Z\}_L, \{Z\}_U$ 의 각각의 양자화된 확률 밀도 함수(probability density function:PDF)는 아래 수학적식 1 및 수학적식 2로 나타낼 수 있다.

[수학적식 1]

$$P_L(Z_q) = \frac{N_q^L}{N_Z}, \quad \text{for } Z_q \leq Z_m$$

[수학적식 2]

$$P_U(Z_q) = \frac{N_q^U}{N_Z}, \quad \text{for } Z_q > Z_m$$

여기서, $P_L(Z_q)$ 는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 에서 q번째 양자화 그레이 레벨(Z_q)의 확률이고, $P_U(Z_q)$ 는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 에서 q번째 양자화된 그레이 레벨(Z_q)의 확률이고, N_q^L, N_q^U 는 각각 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L, \{Z\}_U$ 에서 이 레벨(Z_q)이 나타나는 횟수를 나타내고, N_L, N_U 은 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L, \{Z\}_U$ 의 각각의 전체 샘플수를 나타낸다.

그때, 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L, \{Z\}_U$ 의 각각의 누적 밀도 함수(cumulative density function:CDF)는 다음 수학적식 3과 수학적식 4와 같이 정의된다.

[수학적식 3]

$$C_L(Z_q) = \sum_{j=0}^q P_L(Z_j), \quad \text{for } Z_q \leq Z_m$$

[수학적식 4]

$$C_U(Z_q) = \sum_{j=0}^q P_U(Z_j), \quad \text{for } Z_q > Z_m$$

여기서, $C_L(Z_m) = 1$ 이고, $C_U(Z_{Q-1}) = 1$ 이다.

보간된 누적 밀도 함수 $c_L(X_k), c_U(X_k)$ 는 양자화된 누적 밀도 함수 $C_L(Z_q), C_U(Z_q)$ 로부터 도 2에 도시된 선형 보간을 통해 대략적으로 계산할 수 있다.

$Q[X_k] = Z_q \geq Z_m$ 로 가정하면, $Z_{q-1} = 0$ 이고, $c_L(X_k)$ 는 다음 수학적식 5와 같이 선형보간된다.

[수학적식 5]

$$c_L(X_k) = C_L(Z_{q-1}) + [C_L(Z_q) - C_L(Z_{q-1})] \frac{X_k - Z_{q-1}}{Z_q - Z_{q-1}}$$

유사하게, $Q[X_k] = Z_q < Z_m$ 로 가정하면 $c_U(X_k)$ 는 다음 수학적식 6과 같이 선형 보간된다.

[수학적식 6]

$$c_U(X_k) = C_U(Z_{q-1}) + [C_U(Z_q) - C_U(Z_{q-1})] \frac{X_k - Z_{q-1}}{Z_q - Z_{q-1}}$$

한편, 히스토그램 등화의 가장 큰 문제점은 변환함수로 사용되는 누적 밀도 함수값에 따라 입출력 신호간의 평균밝기가 현저하게 변할 수 있다는 것이다.

또한, 본 발명에서는 주어진 영상의 평균밝기가 지나치게 어둡거나 밝을 경우 밝기 보상을 겸한 다음의 맵핑동작을 제안한다.

보간된 누적 밀도 함수를 근거로 해서, 개선된 출력(Y_H)은 입력 영상(X_k)에 대해 다음 수학적 식 7과 같이 주어진다.

[수학적 식 7]

$$Y_H = \begin{cases} c_L(X_k)B_m & \text{if } X_k \leq Z_m \\ B_m' + (X_{L-1} - B_m')c_U(X_k) & \text{if } X_k > Z_m \end{cases}$$

여기서,

[수학적 식 8]

$$B_m = X_m + \Delta$$

즉, B_m 을 보상된 평균레벨이라고 하고, Δ 은 평균밝기에 따른 소정의 보정함수에 의해 얻어지는 보정치라고 하면, 이 보상된 평균레벨(B_m)은 주어진 영상의 평균레벨(X_m)에 보정치(Δ)를 가산한 결과가 된다. 이때, $B_m \in \{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 로 가정한다.

그리고,

[수학적 식 9]

$$B_m' = B_m + X_{L-1} / (L - 1)$$

이다. B_m' 은 보상된 평균레벨(B_m)보다 높은 레벨영역에서 맵핑되는 첫번째 그레이 레벨을 나타낸다.

결론적으로 수학적 식 7은 샘플들이 입력 영상의 양자화된 평균레벨(Z_m)보다 같거나 작으면 ($0, B_m$)에 맵핑시킨 결과이고, 샘플들이 입력 영상의 양자화된 평균레벨(Z_m)보다 크면 (B_m', X_{L-1})에 맵핑시킨 결과이다.

따라서, 보정치가 0보다 크면($\Delta > 0$), 개선된 출력(Y_H)의 평균밝기는 밝아질 것이고, 보정치가 0보다 작으면($\Delta < 0$), 개선된 출력(Y_H)의 평균밝기는 어두워질 것이다. Δ 가 증가할수록 낮은(lower) 레벨영역의 다이내믹 범위는 개선될 것이고, Δ 가 감소할수록 높은(upper) 레벨영역의 다이내믹 범위는 개선될 것이다. 주어진 영상의 평균레벨(X_m)에 따라, 즉, 밝고 어두움에 따라 적절히 보상된 평균레벨(B_m)을 이용한 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화는 입력 영상의 화질을 크게 개선시킬 수 있다.

여기서, 입력 영상의 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하여 양자화된 각 서브영상에 대해 독립적으로 히스토그램 등화하는 것을 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화라고 본 발명에서는 지칭한다.

이어서, 도 3 내지 도 6을 결부시켜 본 발명에 의한 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 회로의 실시예를 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명에 의한 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 회로의 일 실시예에 따른 블록도이다.

도 3에 있어서, 제1 양자화기(102)는 L 이산 레벨의 입력 영상신호(X_k)를 Q 이산 레벨로 양자화하여 양자화된 영상신호(Z_q)를 출력한다. 프레임 히스토그램 계산기(104)는 양자화된 영상신호(Z_q)를 1 화면단위로 그레이 레벨 분포를 계산한다. 여기서, 화면단위는 필드도 될 수 있으나 프레임으로 한다.

프레임 평균 계산기(106)는 프레임 단위로 입력 영상의 평균레벨(X_m)을 계산한다. 제2 양자화기(108)는 입력되는 영상신호(X_k)의 평균레벨(X_m)을 양자화해서 양자화된 평균레벨(Z_m)을 출력한다.

분할기(110)는 프레임 히스토그램 계산기(104)에서 계산된 양자화된 그레이 레벨 분포를 제2 양자화기(108)로부터 출력되는 양자화된 평균레벨(Z_m)을 근거로 하여 소정수(여기서는 2개)의 양자화된 서브영상($\{Z_L, Z_U\}$)으로 분할해서 양자화된 서브영상($\{Z_L, Z_U\}$)의 각각의 확률 밀도 함수($P_L(Z_q), P_U(Z_q)$)를 출력하는 데, 이 양자화된 확률 밀도 함수($P_L(Z_q), P_U(Z_q)$)는 위 수학적 식 1 및 수학적 식 2로 계산할 수 있다.

여기서, 양자화된 서브영상 $\{Z_L\}$ 에서의 모든 샘플은 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하이고, 양자화된 서브영상 $\{Z_U\}$ 에서의 모든 샘플은 양자화된 평균레벨(Z_m) 보다 크다.

제1 CDF계산기(112)는 분할기(110)로부터 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하인 양자화된 서브영상 $\{Z_L\}$ 의 확률 밀도 함수($P_L(Z_q)$)를 근거로 하여 양자화된 서브영상 $\{Z_L\}$ 의 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$)을 위 수학적 식 3을 이용하여 계산한다.

제2 CDF계산기(114)는 분할기(110)로부터 출력되는 양자화된 평균레벨(Z_m) 보다 큰 양자화된 서브영상 $\{Z_U\}$ 의 확률 밀도 함수($P_U(Z_q)$)를 근거로 하여 양자화된 서브영상 $\{Z_U\}$ 의 누적 밀도 함수값($C_U(Z_q)$)을 위 수학적 식 4를 이용하여 계산한다.

CDF 메모리(116)는 제1 및 제2 CDF계산기(112, 114)에서 계산된 양자화된 서브영상($\{Z_L, Z_U\}$)의 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q), C_U(Z_q)$)을 동기신호(SYNC)에 따라 화면단위로 갱신하고, 갱신되는 동안 저장된 양자화된 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q), C_U(Z_q)$)은 제1 및 제2 보간기(118, 120)에 공급된다. 여기서, 동기신호(SYNC)는 화면단위가 필드이면 필드 동기신호가 되고, 프레임이면 프레임 동기신호가 되며, CDF 메모리(116)는 버

퍼로서 사용된다.

제1 보간기(118)는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 누적 밀도 함수값($c_L(Z_q)$)을 근거로하여 위 수학적 식 5에 의해 선형보간하여 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$)을 출력한다. 여기서, $k=0, 1, \dots, m$ 이다.

제2 보간기(120)는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 누적 밀도 함수값($c_U(Z_q)$)을 근거로하여 위 수학적 식 6에 의해 선형보간하여 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$)을 출력한다. 여기서, $k=m+1, m+2, \dots, L-1$ 이다.

제1 및 제2 보간기(118, 120)에 입력되는 영상신호(X_k)는 제1 양자화기(102) 및 프레임 평균 계산기(106)에 입력되는 영상신호(X_k)의 다음 프레임의 영상신호이다. 그러나, 인접 프레임간에는 높은 상관성을 가진다는 특성을 이용하여 프레임 메모리를 생략함으로써 하드웨어를 감소시킬 수 있다.

한편, 밝기 보상기(122)는 프레임 평균 계산기(106)에서 출력되는 평균레벨(X_m)을 입력하여 수학적 식 8에 도시된 바와 같이 입력 영상의 평균밝기에 따른 보정치(Δ)를 평균레벨(X_m)에 가산하여 보상된 평균레벨(B_m)을 출력한다.

이 보정치(Δ)는 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같은 보정함수에 의해 결정된다. 본 발명은 도 4a 및 도 4b에 도시된 보정함수의 예에 국한되는 것이 아니고 다른 응용예가 있을 수 있다.

도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같은 보정함수에 따른 보정치에 의해 개선된 신호(Y_H)의 밝기를 조절하게 된다. 즉, 입력 영상의 평균레벨(X_m)이 아주 작으면 즉, 아주 어두운 영상이면 0보다 큰 보정치(Δ)를 평균레벨(X_m)에 가산하여 위 수학적 식 7을 이용하여 본 발명에서 제안하고 있는 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화하면 개선된 신호(Y_H)의 평균밝기가 밝아지게 된다.

또한, 입력 영상의 평균레벨(X_m)이 아주 크면 즉, 아주 밝은 영상이면 0보다 작은 보정치(Δ)를 평균레벨(X_m)에 가산하여 위 수학적 식 7을 이용하여 본 발명에서 제안하고 있는 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화하면 개선된 신호(Y_H)의 평균밝기가 어두워지게 된다. 따라서, 평균레벨(X_m)에 따라 소정의 적절한 보정치(Δ)에 의해 보상된 평균레벨(B_m)을 이용하여 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 하면 입력 영상의 화질을 크게 개선시킬 수 있다.

도 5a 및 도 5b는 도 4a 및 도 4b에 도시된 밝기 보정함수에 따른 보정치(Δ)가 가산된 보상된 평균레벨(B_m)과 입력 영상의 평균레벨(X_m)의 관계를 보인 도면이다.

한편, 제1 매퍼(124)는 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$), 입력 영상신호(X_k)와 보상된 평균레벨(B_m)을 입력하여 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하인 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 샘플들을 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$)에 따라 X_0 에서 B_m 까지의 그레이레벨로 맵핑한다.

제2 매퍼(126)는 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$), 입력 영상신호(X_k)와 보상된 평균레벨(B_m)을 입력하여 양자화된 평균레벨(Z_m) 보다 큰 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 샘플들을 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$)에 따라 B_m' 에서 X_{L-1} 까지의 그레이레벨로 맵핑한다.

제1 및 제2 매퍼(124, 126)에서 맵핑되는 출력은 수학적 식 7로 나타내어지고, B_m' 는 수학적 식 9로 나타내어진다.

비교기(128)는 입력 영상신호(X_k)와 양자화된 평균레벨(Z_m)을 비교하여 입력 영상신호(X_k)가 양자화된 평균레벨(Z_m)보다 작거나 같으면 제1 매퍼(124)를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 매퍼(126)를 선택하는 선택 제어신호를 발생한다.

선택기(130)는 선택제어신호에 따라 즉, 입력 영상신호(X_k)가 양자화된 평균레벨(Z_m)이하이면 제1 매퍼(124)를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 매퍼(126)를 선택해서 위 수학적 식 7로 나타낼 수 있는 개선된 신호(Y_H)를 출력한다.

여기서, 본 발명은 프레임 히스토그램 계산기(104)와 제1 및 제2 CDF 계산기(112, 114)를 별도로 사용하지 않고, 프레임 히스토그램 계산기(104)없이 제1 및 제2 CDF 계산기(112, 114)에서 양자화된 서브영상의 그레이 레벨 분포를 계산하여 이를 근거로 하여 CDF를 계산할 수 있다.

도 6은 본 발명에 의한 밝기 보상 기능을 가진 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용한 화질 개선 회로의 다른 실시예에 따른 블록도이다.

도 6에 있어서, 제1 양자화기(202)는 L 이산 레벨의 입력 영상신호(X_k)를 Q 이산 레벨로 양자화하여 양자화된 영상신호(Z_q)를 출력한다. 프레임 히스토그램 계산기(204)는 양자화된 영상신호(Z_q)를 프레임단위로 그레이 레벨 분포를 계산한다.

프레임 평균 계산기(206)는 프레임 단위로 입력 영상의 평균레벨(X_m)을 계산한다. 제2 양자화기(208)는 입력 영상신호(X_k)의 평균레벨(X_m)을 양자화해서 양자화된 평균레벨(Z_m)을 출력한다.

분할기(210)는 프레임 히스토그램 계산기(204)에서 계산된 양자화된 그레이 레벨 분포를 제2 양자화기(208)로부터 출력되는 양자화된 평균레벨(Z_m)을 근거로 하여 2개의 양자화된 서브영상($\{Z\}_L, \{Z\}_U$)으로 분할해서 양자화된 서브영상($\{Z\}_L, \{Z\}_U$)의 각각의 확률 밀도 함수($P_L(Z_q), P_U(Z_q)$)를 출력하는 데, 이 양자화

된 확률 밀도 함수($P_L(Z_q)$, $P_U(Z_q)$)는 위 수학식 1 및 수학식 2로 계산할 수 있다.

제1 CDF계산기(212)는 분할기(210)로부터 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 확률 밀도 함수($P_L(Z_q)$)를 근거로 하여 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$)을 위 식(3)을 이용하여 계산한다.

제2 CDF계산기(214)는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 확률 밀도 함수($P_U(Z_q)$)를 근거로 하여 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 누적 밀도 함수값($C_U(Z_q)$)을 위 수학식 4를 이용하여 계산한다.

CDF 메모리(216)는 제1 및 제2 CDF계산기(212,214)에서 계산된 양자화된 서브영상($\{Z\}_L, \{Z\}_U$)의 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$, $C_U(Z_q)$)을 프레임 동기신호(SYNC)에 따라 프레임단위로 갱신하고, 갱신되는 동안 저장된 양자화된 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$, $C_U(Z_q)$)은 제1 및 제2 보간기(218,220)에 공급된다.

프레임 메모리(200)는 입력되는 영상신호(X_k)를 1프레임 지연한다.

여기서, 양자화된 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$, $C_U(Z_q)$)은 현재 입력되는 영상신호(X_k)에 비해 1프레임이 지연된 영상신호의 누적 밀도 함수값이므로 이 양자화된 누적 밀도 함수값($C_L(Z_q)$, $C_U(Z_q)$)과 동일 프레임의 영상신호를 제1 및 제2 보간기(218,220)에 입력시키기 위하여 입력되는 영상신호(X_k)를 프레임 메모리(200)에 의해 1 프레임 지연시킨다.

제1 보간기(218)는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 누적 밀도 함수값($C_U(Z_q)$)에 근거하여 위 식(5)에 의해 선형 보간하여 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$)을 출력한다. 여기서, $k=0,1,\dots,m$ 이다.

제2 보간기(220)는 양자화된 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 누적 밀도 함수값($C_U(Z_q)$)에 근거하여 위 수학식 6에 의해 선형보간하여 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$)을 출력한다. 여기서, $k=m+1,m+2,\dots,L-1$ 이다.

밝기 보상기(222)는 프레임 평균 계산기(206)에서 출력되는 평균레벨(X_m)을 입력하여 수학식 8에 도시된 바와 같이 입력 영상의 평균밝기에 따른 보정치를 평균레벨(X_m)에 가산하여 보상된 평균레벨(B_m)을 출력한다.

제1 매퍼(224)는 제1보간기(218)로부터 출력되는 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$), 프레임 메모리(200)로부터 출력되는 영상신호(X_k)와 밝기 보상기(222)로부터 보상된 평균레벨(B_m)을 입력하여 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하인 서브영상 $\{Z\}_L$ 의 샘플들을 보간된 누적 밀도 함수값($c_L(X_k)$)에 따라 X_0 에서 B_m 까지의 그레이 레벨로 맵핑한다.

제2 매퍼(226)는 제2 보간기(220)로부터 출력되는 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$), 프레임 메모리(200)로부터 출력되는 영상신호(X_k)와 밝기 보상기(222)로부터 출력되는 보상된 평균레벨(B_m)을 입력하여 양자화된 평균레벨(Z_m) 보다 큰 서브영상 $\{Z\}_U$ 의 샘플들을 보간된 누적 밀도 함수값($c_U(X_k)$)에 따라 B_m' 에서 X_{L-1} 까지의 그레이레벨로 맵핑한다.

제1 및 제2 매퍼(224,226)에서 맵핑되는 출력은 수학식 7로 나타내어지고, B_m' 는 수학식 9로 나타내어진다.

비교기(228)는 프레임 메모리(200)로부터 출력되는 지연된 영상신호(X_k)와 양자화된 평균레벨(Z_m)을 비교하여 프레임 메모리(200)로부터 출력되는 영상신호(X_k)가 양자화된 평균레벨(Z_m)보다 작거나 같으면 제1 매퍼(224)를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 매퍼(226)를 선택하는 선택제어신호를 발생한다.

선택기(230)는 선택제어신호에 따라 즉, 프레임 메모리(200)로부터 출력되는 영상신호(X_k)가 양자화된 평균레벨(Z_m) 이하이면 제1 매퍼(224)를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 매퍼(226)를 선택해서 위 수학식 7로 나타낼 수 있는 개선된 신호(Y_H)를 출력한다.

본 발명은 영상신호의 화질 개선에 관련된 광범위한 분야에 응용될 수 있다. 즉, 방송장비, 레이더 신호 처리 시스템, 의용 공학, 가전 제품 등에 응용될 수 있다.

발명의 효과

입력 영상의 평균밝기에 따른 보정치를 고려하여 양자화된 평균-분리 히스토그램 등화를 이용하는 본 발명의 방법은 종래의 히스토그램 등화에서 발생하는 갑작스런 밝기 변화와 아티팩트를 효과적으로 줄여서 콘트라스트를 개선하면서 주어진 영상의 전체 밝기를 유지하는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 방법은 지나치게 어둡거나 밝은 입력 영상신호의 콘트라스트를 개선하여 화질을 크게 개선시킨다.

게다가, 본 발명의 회로는 입력 영상신호를 양자화해서 소정수로 분할된 서브영상을 독립적으로 히스토그램 등화함으로써 CDF 계산을 위하여 양자화된 레벨의 발생횟수만을 저장하고, 누적함으로써 하드웨어가 간단해지고 비용이 절감되는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 방법에 있어서:

- (a) 입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 단계;
- (b) 입력되는 영상신호를 화면단위로 평균을 구해서 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 단계;
- (c) 상기 양자화된 영상신호를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 단계;
- (d) 상기 소정수의 양자화된 서브영상의 각각의 누적 밀도 함수를 구하는 단계;
- (e) 양자화된 서브영상별로 구해진 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 단계;
- (f) 입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 단계; 및
- (g) 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨을 근거로 하여 양자화된 서브영상별로 독립적으로 히스토그램 등화하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (c)단계에서는 상기 양자화된 영상신호를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 2개의 서브영상으로 분할함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (e)단계에서 보간은 선형보간임을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (f)단계에서는 상기 평균레벨이 아주 작으면 즉, 아주 어두운 영상이면 제로보다 큰 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하고, 상기 평균레벨이 아주 크면 즉, 아주 밝은 영상이면 제로보다 작은 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 (g)단계는

- (g1) 입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 최소 그레이 레벨(X_0)에서 보상된 평균레벨(B_m)까지의 그레이레벨로 맵핑하는 단계; 및
- (g2) 입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 보다 크면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 B_m '에서 최대 그레이 레벨(X_{L-1})까지의 그레이레벨로 맵핑하되 여기서 $B_m' = B_m + X_{L-1} / (L - 1)$ 인 단계를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 입력되는 영상신호를 화면단위로 지연해서 지연된 영상신호를 상기 (g1)단계와 (g2)단계로 입력하는 단계(g3)를 더 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 7

소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 방법에 있어서:

- (a) 입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 단계;
- (b) 상기 양자화된 영상신호를 화면단위로 그레이 레벨 분포를 구하는 단계;
- (c) 입력되는 영상신호를 화면단위로 평균을 구해서 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 단계;
- (d) 상기 (b)단계에서 구해진 그레이 레벨 분포를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 단계;
- (e) 상기 소정수의 양자화된 서브영상의 그레이 레벨 분포를 근거로 하여 양자화된 누적 밀도 함수를 구하는 단계;
- (f) 양자화된 서브영상별로 구해진 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 단계;
- (g) 입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 단계; 및
- (h) 상기 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨을 근거로 하여 서브영상별로 독립적으로 새로운 그레이 레벨로 맵핑하여 개선된 신호를 출력하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 (d)단계에서는 상기 (b)단계에서 구해진 그레이 레벨 분포를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 2개의 양자화된 서브영상으로 분할함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 (f)단계에서 보간은 선형보간임을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 (g)단계에서는 상기 평균레벨이 아주 작으면 즉, 아주 어두운 영상이면 제로보다 큰 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하고, 상기 평균레벨이 아주 크면 즉, 아주 밝은 영상이면 제로보다 작은 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하여,

이 보상된 평균레벨에 따라 상기 개선된 신호의 밝기가 조절됨을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 (h)단계는

(h1) 입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 최소 그레이 레벨(X_0)에서 보상된 평균레벨(B_m)까지의 그레이레벨로 맵핑하는 단계; 및

(h2) 입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 보다 크면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 B_m '에서 최대 그레이 레벨(X_{L-1})까지의 그레이레벨로 맵핑하고 여기서 $B_m' = B_m + X_{L-1} / (L - 1)$ 인 단계를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 입력되는 영상신호를 화면단위로 지연해서 지연된 영상신호를 상기 (h1)단계와 (h2)단계로 입력하는 단계(h3)를 더 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 방법.

청구항 13

소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 회로에 있어서:

입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 제1 양자화수단;

양자화된 영상신호를 화면단위로 그레이 레벨분포를 계산하는 제1 계산수단;

입력되는 영상신호를 화면단위로 평균레벨을 계산하는 제2 계산수단;

계산된 평균레벨을 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 제2 양자화수단;

입력되는 영상신호의 평균 밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단;

상기 제1 계산수단에서 계산된 그레이 레벨 분포를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 분할수단;

양자화된 서브영상별로 누적 밀도 함수를 구하는 제3계산수단;

상기 양자화된 서브영상별로 계산된 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 보간수단;

입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단; 및

상기 양자화된 서브영상별로 이에 대응하는 상기 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨에 따라 새로운 그레이 레벨로 맵핑하여 개선된 신호를 출력하는 출력수단을 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제3계산수단에서 서브영상별로 계산된 양자화된 누적밀도함수값과 동일 화면의 영상신호를 상기 보간수단에 입력하기 위하여 상기 입력되는 영상신호를 화면단위로 지연하는 화면 메모리를 더 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 제3계산수단에서 서브영상별로 계산된 양자화된 누적 밀도 함수값을 화면단위로 갱신하고, 갱신되는 동안 미리 저장된 양자화된 누적 밀도 함수값을 상기 보간수단에 공급하는 버퍼를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 화면단위는 프레임이고, 소정수는 2임을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 17

제13항에 있어서, 상기 보간은 선형보간임을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 18

제13항에 있어서, 상기 밝기 보상수단은 상기 평균레벨이 아주 작으면 즉, 아주 어두운 영상이면 제로보

다 큰 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하고, 상기 평균레벨이 아주 크면 즉, 아주 밝은 영상이면 제로보다 작은 보정치를 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 19

제13항에 있어서, 상기 출력수단은

입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 최소 그레이 레벨(X_0)에서 보상된 평균레벨(B_m)까지의 그레이레벨로 맵핑하는 제1 맵퍼;

입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 보다 크면 입력되는 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 B_m 에서 최대 그레이 레벨(X_{L-1})까지의 그레이레벨로 맵핑하되 여기서

$B_m' = B_m + X_{L-1} / (L - 1)$ 인 제2 맵퍼;

상기 입력되는 영상신호와 상기 양자화된 평균레벨을 비교해서 선택제어신호를 출력하는 비교기; 및

상기 선택제어신호에 따라 즉, 입력되는 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 제1 맵퍼를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 맵퍼를 선택하는 선택기를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 20

제14항에 있어서, 상기 출력수단은

상기 화면메모리로부터 출력되는 지연된 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 상기 지연된 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 최소 그레이 레벨(X_0)에서 보상된 평균레벨(B_m)까지의 그레이레벨로 맵핑하는 제1 맵퍼;

상기 지연된 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 보다 크면 상기 지연된 영상신호를 이에 대응하는 보간된 누적 밀도 함수값에 따라 B_m 에서 최대 그레이 레벨(X_{L-1})까지의 그레이레벨로 맵핑하되 여기서

$B_m' = B_m + X_{L-1} / (L - 1)$ 인 제2 맵퍼;

상기 지연된 영상신호와 상기 양자화된 평균레벨을 비교해서 선택제어신호를 출력하는 비교기; 및

상기 선택제어신호에 따라 즉, 상기 지연된 영상신호가 상기 양자화된 평균레벨 이하이면 제1 맵퍼를 선택하고, 그렇지 않으면 제2 맵퍼를 선택하는 선택기를 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

청구항 21

소정수(L)의 그레이 레벨로 표현되는 영상신호를 히스토그램 등화하여 화질을 개선하는 회로에 있어서:

입력되는 영상신호를 양자화하여 양자화된 영상신호를 출력하는 제1 양자화수단;

입력되는 영상신호를 화면단위로 평균레벨을 계산하는 제1 계산수단;

계산된 평균레벨을 양자화하여 양자화된 평균레벨을 출력하는 제2 양자화수단;

입력되는 영상신호의 평균 밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단;

상기 양자화된 영상신호를 상기 양자화된 평균레벨에 따라 소정수의 양자화된 서브영상으로 분할하는 분할수단;

양자화된 서브영상별로 그레이 레벨 분포를 계산해서 계산된 그레이 레벨 분포를 근거로 하여 양자화된 서브영상별로 누적 밀도 함수를 구하는 제2 계산수단;

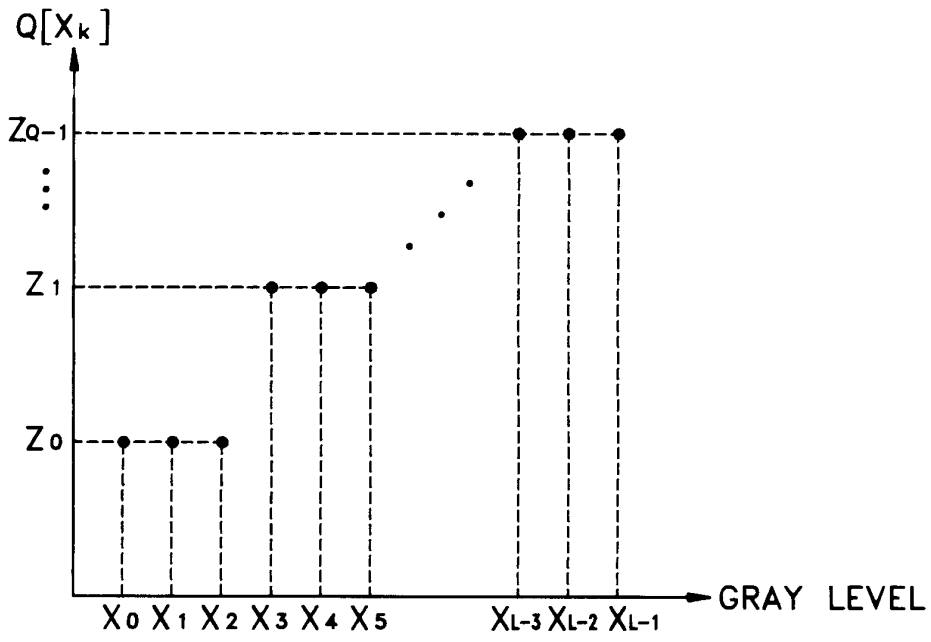
상기 양자화된 서브영상별로 계산된 누적 밀도 함수를 근거로 하여 보간에 의해 서브영상별로 보간된 누적 밀도 함수값을 출력하는 보간수단;

입력되는 영상신호의 평균밝기에 근거로 한 소정의 보정함수에 따른 보정치를 상기 평균레벨에 가산하여 보상된 평균레벨을 출력하는 밝기 보상수단; 및

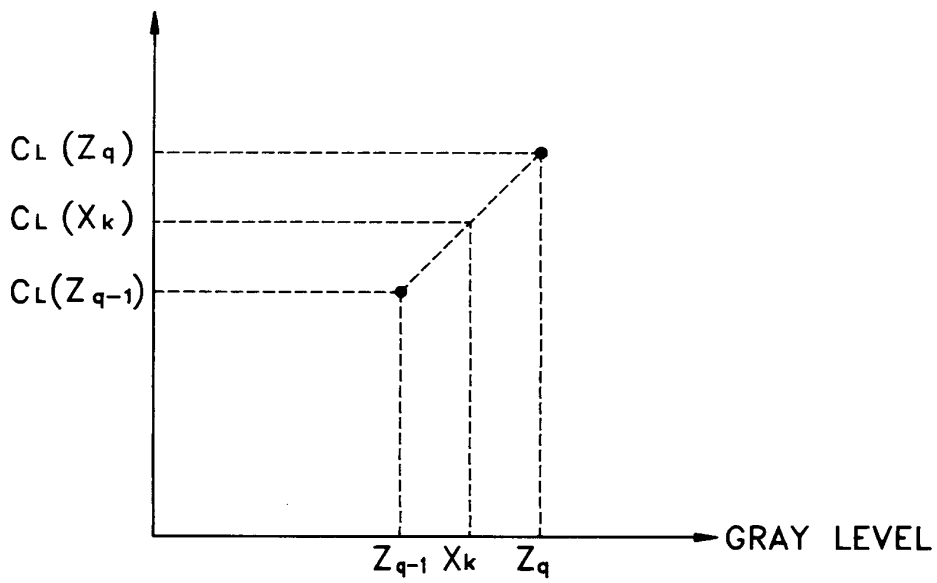
상기 양자화된 서브영상별로 이에 대응하는 상기 보간된 누적 밀도 함수값과 상기 보상된 평균레벨에 따라 새로운 그레이 레벨로 맵핑하여 개선된 신호를 출력하는 출력수단을 포함함을 특징으로 하는 화질 개선 회로.

도면

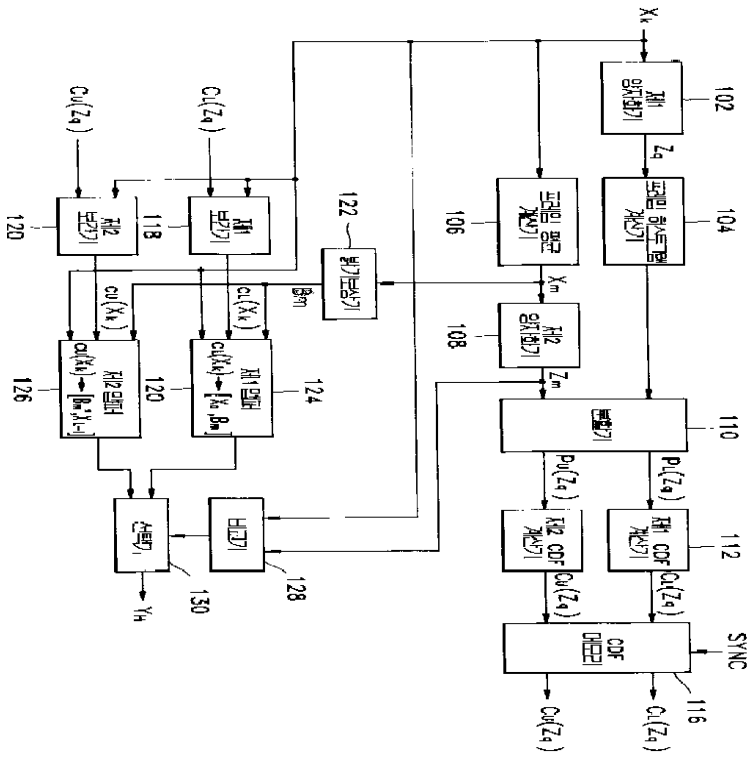
도면1



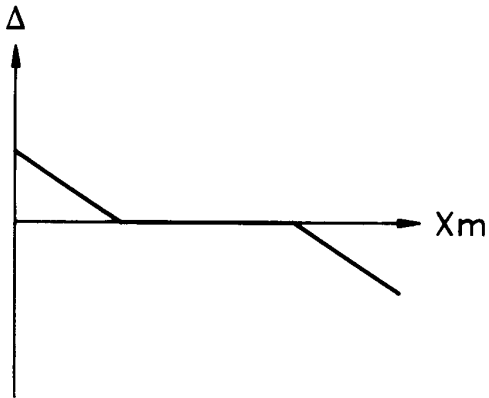
도면2



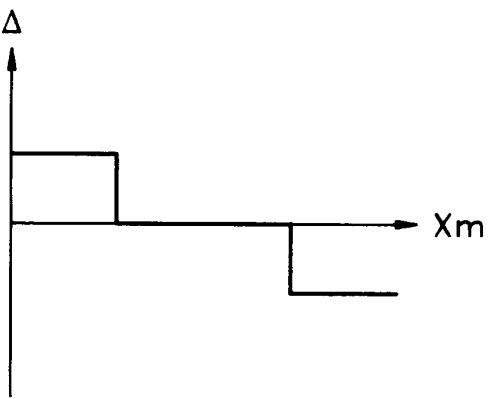
도면3



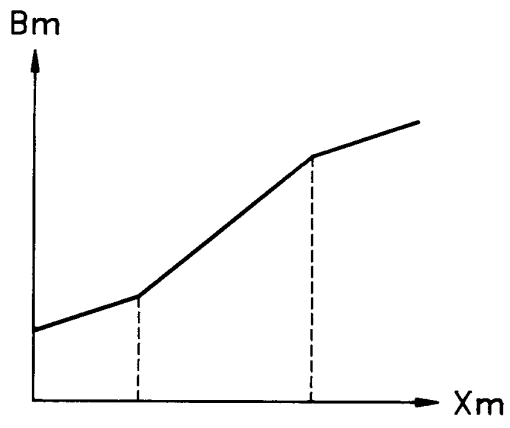
도면4a



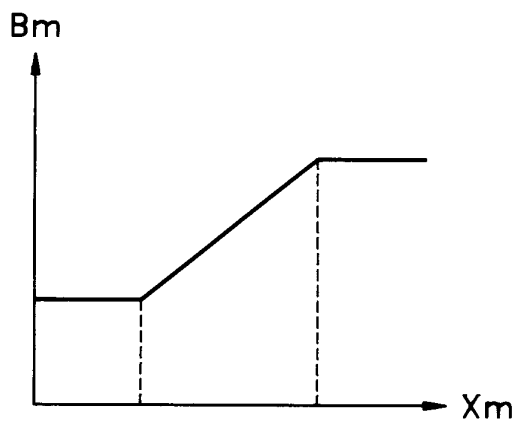
도면4b

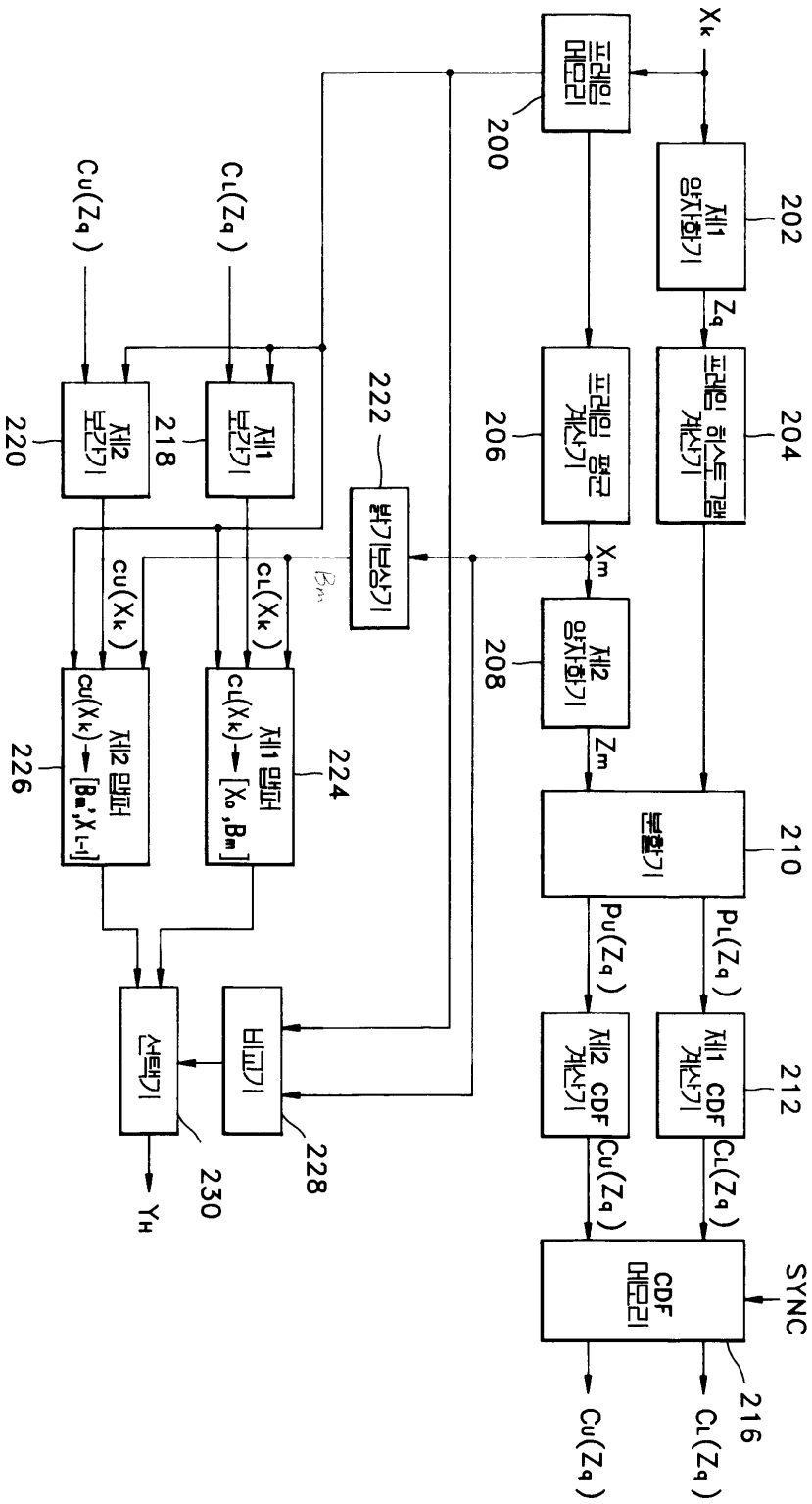


도면5a



도면5b





도면6