

부분히스토그램에 기초한 화상대조도강조의 한가지 방법

서호선, 김주혁

화상의 대조도강조는 화상의 질을 개선하고 낮은 조명조건에서도 화상의 세부를 선명하게 한다.

히스토그램균등화는 그자체의 단순성과 실현에서의 편리성으로 하여 대조도강조에서 광범히 이용되고있다.[1] 그러나 이러한 방법은 화상전체에 대한 대조도강조를 진행하므로 배경과 대상의 대조도가 서로 다른 화상에서 필요한 대상의 대조도가 선명하지 않은 문제가 제기된다.

선행연구들에서는 히스토그램에 의한 화상의 대조도강조에 히스토그램균등화방법[2], 화상의 평균밝기를 보존하기 위한 쌍히스토그램균등화방법[3], 평균밝기최량화를 보존하기 위한 최소평균밝기오차히스토그램균등화방법[4], 재귀적인 평균분리히스토그램균등화방법[3]들을 제기하였다. 이 방법들에서는 미리 정한 턱값보다 더 높은 히스토그램을 잘라내어 히스토그램의 최대값을 조절하는 방법으로 대조도를 조절하였다.

본문에서는 로출턱값을 리용하여 화상의 부분히스토그램에서 배경과 대상을 분리하고 대조도를 각이하게 강조하여 전체 화상을 선명하게 하는 방법을 제안하였다.

1. 로출턱값에 기초한 부분히스토그램균등화

대조도가 선명하지 않은 화상들은 완전한 동적범위를 가지지 못하며 히스토그램빈(Histogram Bin)이 어두운 농담준위를 가진 화상들은 어둡고 히스토그램빈이 밝은 농담준위를 가진 화상들은 밝게 나타난다.

섬광화상들은 빛세기의 로출에 의하여 로출이 적은것과 많은 부분으로 나누어볼수 있다. 일반적으로 로출턱값은 화상의 밝기값으로 측정하며 이 값은 로출이 적은 부분과 많은 부분으로 가르는데 리용된다.

로출값의 표준범위는 0~1이며 화상의 로출값이 0.5보다 크면 화상의 많은 구역이 로출된 구역을 가진다는것을 의미하고 0.5보다 작으면 화상이 적게 로출된 구역을 포함하고 있다는것을 의미한다. 이러한 두 경우의 화상은 대조도가 선명하지 않으므로 그것을 강조해야 할 필요가 있다.

화상의 밝기로출량은 다음과 같이 표시된다.

$$expoure = \frac{1}{L} \frac{\sum_{k=1}^L h(k)k}{\sum_{k=1}^L h(k)} \quad (1)$$

여기서 $h(k)$ 는 화상의 히스토그램이고 L 은 농담준위의 총개수이다.

로출에 관계되는 다른 하나의 파라미터로서 X_a 는 화상을 로출이 적은 부분과 많은 부분으로 나누는 농담준위경계값을 표시한다.

$$X_a = L(1 - \expoure) \quad (2)$$

이 파라미터는 0과 L 사이의 동적범위를 가지며 화상에서 각각 0.5보다 크거나 작은 로출값에 대하여 $L/2$ 보다 크거나 작은 값을 가진다. 그러므로 이러한 로출턱값을 리용하여 히스토그램의 자르기를 진행하면 원화상에서 지나치게 로출되는 현상을 없앨수 있다. 즉 자르기턱값보다 더 큰값을 가지는 히스토그램부분을 턱값으로 제한시킨다.

자르기턱값은 식 (3)과 (4)에 의하여 화상의 농담준위평균값으로 계산한다.

$$T_c = \frac{1}{L} \sum_{k=1}^L h(k) \quad (3)$$

$$h_c(k) = T_c, \quad h(k) \geq T_c \quad (4)$$

여기서 $h(k)$ 와 $h_c(k)$ 는 각각 원래의 히스토그램과 잘라낸 히스토그램을 표시한다. 히스토그램자르기방법은 계산상 효과적이며 시간소비가 적다.

2. 히스토그램부분분할과 균등화

히스토그램은 식 (2)에서 계산된 농담준위경계값 X_a 에 의하여 먼저 2등분된다. 그러면 히스토그램부분분할과정에 농담준위 $0 \sim X_a$, $X_a + 1 \sim L - 1$ 을 가지는 부분화상 I_L 과 I_U 가 생겨난다. 이 부분들을 로출이 적은 부분화상과 로출이 많은 부분화상이라고 한다.

히스토그램부분분할과 로출턱값에 의한 히스토그램자르기과정을 그림 1에 보여 주었다.

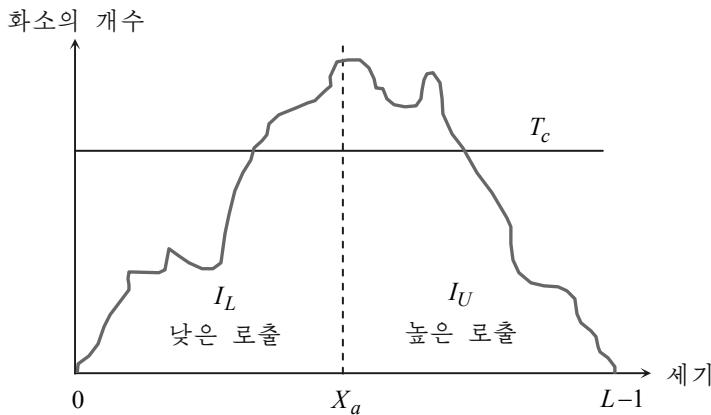


그림 1. 히스토그램부분분할과 로출턱값에 의한 히스토그램자르기과정

$P_L(k)$ 와 $P_U(k)$ 는 다음의 식 (5)와 (6)에서 정의한것처럼 부분화상들에 해당하는 확률밀도함수들이다.

$$P_L(k) = h_c(k) / N_L, \quad 0 \leq k \leq X_a \quad (5)$$

$$P_U(k) = h_c(k) / N_U, \quad X_a + 1 \leq k \leq L - 1 \quad (6)$$

부분화상들에 해당하는 루적밀도함수를 $C_L(k)$, $C_U(k)$ 라고 하면 히스토그램전달함수

는 식 (9)와 (10)에 의하여 다음과 같이 정의된다.

$$C_L(k) = \sum_{i=0}^{X_a} P_L(i) \quad (7)$$

$$C_U(k) = \sum_{i=X_a+1}^{L-1} P_U(i) \quad (8)$$

$$F_L = X_a \times C_L \quad (9)$$

$$F_U = (X_a + 1) \times (L - X_a + 1) C_U \quad (10)$$

F_L 과 F_U 는 부분히스토그램균등화에 리용되는 전달함수들이다. 출력화상은 두 전달함수의 결합에 의하여 선명한 화질을 얻는다.

3. 실험결과와 분석

선행한 방법들과의 비교분석을 진행하기 위하여 3개의 화상을 리용하여 시각적인 질 비교를 진행하였다.(그림 2)



그림 2. 실험에 리용한 화상

부분히스토그램에 의한 대조도강조를 진행한 다음 정보의 보존성을 검증하기 위하여 실험화상에 대한 엔트로피를 계산하면 다음과 같다.(표 1)

표 1. 각이한 방법들의 엔트로피비교

실험화상	원화상	히스토그램 균등화	2중히스토 그램균등화	재귀평균 분할히스 토그램	재귀부분 화상히스 토그램	제안한 방법
화상 1	4.89	4.70	4.83	4.81	4.86	4.89
화상 2	5.49	4.97	5.42	5.45	5.46	5.47
화상 3	6.01	4.85	5.62	5.85	5.68	5.88
평균엔트로피	5.463	4.84	5.29	5.37	5.333	5.413

표 1에서 보여준것처럼 실험화상들에 대한 평균엔트로피는 논문에서 제기한 방법이 원화상의 엔트로피와 제일 유사하다는것을 알수 있다. 이것은 논문에서 제안한 방법이 대조도를 강조하면서도 화상의 정보를 최대로 반영한다는것을 보여준다.

논문에서는 제안한 방법의 유효성을 검증하기 위하여 통계적파라미터에 의한 객관적인 화상강조의 질평가를 진행하였다. 화상의 대조도강조를 평가하는 객관적인 평가량으로서 평균구조류사도를 리용한다.

$$SSI(X, Y) = \frac{(2\mu_X\mu_Y + C_1)(2\sigma_{XY} + C_2)}{(\mu_X^2 + \mu_Y^2 + C_1)(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + C_2)} \quad (11)$$

여기서 μ_X , μ_Y 는 화상 X 와 Y 의 평균이고 σ_X , σ_Y 는 화상 X 와 Y 의 분산, σ_{XY} 는 화상 X 와 Y 의 공분산행렬의 2차뿌리값, C_1 과 C_2 는 상수이다.

평균구조류사도의 평균값은 다음과 같다.

$$MSSI(X', Y') = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M SSI(x_i, y_i) \quad (12)$$

여기서 X' 와 Y' 는 재구성된 화상, x_i 와 y_i 는 i 번째 국부창문의 화상자료이며 M 은 국부창문의 개수이다.

붕우리신호대잡음비(PSNR)는 원천화상 $X(i, j)$ 와 $Y(i, j)$ 사이의 관계를 나타낸다. $X(i, j)$ 는 $M \times N$ 화소들을 포함하며 $Y(i, j)$ 는 $X(i, j)$ 를 부호화하고 복호화한 화상이다.

복호화한 화상의 평균두제곱오차(MSE)는 다음과 같다.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [X(i, j) - Y(i, j)]^2}{M \times N} \quad (13)$$

$$PSNR = 10 \lg \left(\frac{\max(Y(i, j))}{MSE} \right) \quad (14)$$

각이한 방법들의 MSE비교를 표 2에 보여주었다.

표 2. 각이한 방법들의 MSE비교

실험 화상	히스토그램 균등화	2중히스토 그램균등화	재귀평균분할 히스토그램	재귀부분화상 히스토그램	제안한 방법
화상 1	0.09	0.07	0.07	0.08	0.06
화상 2	0.1	0.09	0.08	0.09	0.07
화상 3	0.08	0.09	0.08	0.07	0.07

표 2에서 보여준것처럼 제안한 방법의 평균두제곱오차가 작다. 이와 같이 객관적인 질지표평가에서 제안한 방법이 효과적이라는것을 알수 있다.

맺 는 말

로출력값에 의한 화상의 부분분할에 대한 새로운 방법을 제기하고 로출된 화상의 대조도강조를 위한 매우 효과적인 방법을 제안하였다.

우에서 제기한 비교분석결과로부터 논문에서 제안한 방법이 대조도강조에서 유효하다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

[1] 김순돌; 화상정보처리, 김일성종합대학출판사, 44~49, 주체101(2012).

[2] Chen, S.D.; Digital Signal Process, 22, 4, 640, 2012.

[3] J.H. Han et al.; IEEE Trans. Image Process, 20, 2, 506, 2011.

[4] C. Lee, Y.Y.Lee; IEEE Trans. Image Process, 21, 1, 80, 2012.

주체106(2017)년 11월 5일 원고접수

A Method of Image Enhancement based on Sub—Histogram

So Hyo Son, Kim Ju Hyok

Image enhancement improves display, emphasizes detail of an image with a low light, and the histogram equalization is widely being used in the contrast enhancement technology for its simplicity and convenience in practice.

In this paper, we suggest a method to separately emphasis the contrast in background and object of the sub—histogram of an image by using the exposure threshold.

Key words: sub—histogram, image enhancement, exposure threshold