

# 클러스터링 알고리즘을 이용한 영상 대비 향상 기법

## A Image Contrast Enhancement Technique Using Clustering Algorithm

김남진, 김용수\*

Nam-Jin Kim, Yong-Soo Kim\*

E-mail: najikr@zeus.dju.ac.kr, kystj@dju.ac.kr

대전대학교 컴퓨터공학과

\*대전대학교 컴퓨터공학부

Dept. of Computer Engineering, Daejeon University

\*Division of Computer Engineering, Daejeon University

### 요 약

야간에 비디오카메라로 촬영시 열악한 주위 환경과 영상 전송에 기인하여 다양한 잡음에 의하여 왜곡되거나 흐린 저대비(low contrast)영상을 가질 수 있다. 본 논문에서는 획득한 저대비 영상을 대비 향상시켜주는 기법을 제안한다. 동영상 압축표준인 MPEG-2는 인간의 시각 특성상 색차(chrominance)신호보다 밝기(luminance)신호에 더 민감하기 때문에 밝기신호와 색차신호를 분리하여 압축한다. 밝기신호만을 추출한 후 K-means 알고리즘을 사용하여 교차점을 자동으로 선정하는 방법을 사용하는데, 이 최적의 교차점을 선정하는 과정은 획득한 영상을 물체와 배경으로 분리하는 두 개의 클래스 문제로 보고 K-means 알고리즘을 적용하였고 구한 교차점을 사용하여 영상을 양분하여 히스토그램 평활화 방법을 적용하였다. 본 논문에서는 퍼지성 지수(index of fuzziness)를 사용하여 향상의 정도를 측정하였다. 제안된 기법을 저 대비 영상에 적용하였으며 그 결과를 히스토그램 평활화 기법의 결과와 비교하였다.

### 1. 서론

야간에 비디오카메라로 촬영시 열악한 주위 환경과 영상 전송에 기인하여 다양한 잡음에 의하여 왜곡되거나 흐린 저대비(low contrast)영상을 가질 수 있다. 이러한 경우 영상 대비 강화 기법은 물체의 경계를 선명히 하거나 저대비 영상으로부터 원하는 특징(feature)을 추출함으로써 영상의 대비를 향상시킬 수 있는데 다양한 영상대비 강화 기법들이 제안되어 왔다.[2-7] 이러한 영상 대비 강화 기법 중 가장 널리 사용되어 온 방법은 히스토그램을 사용하여 영상의 동적 범위를 넓혀주거나 히스토그램에서 배경과 물체를 구

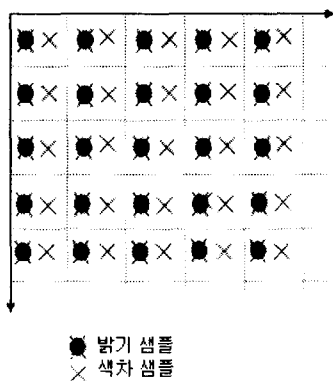
분할 수 있는 임계점을 선정하는 것이다[1]. 또한 히스토그램의 모양을 보존하면서 지역적으로 영상의 동적 범위를 넓혀주는 SPLHM[5]과 밝기성분을 보존하면서 히스토그램 평활화기법을 수정한 BBHE[3]등이 연구되어왔다.

인간은 시각 특성상 색차(chrominance)신호보다 밝기(luminance)신호에 더 민감한 특성을 가지고 있다[8]. 본 논문에서는 동영상 압축표준인 MPEG-2하에서 밝기정보 Y와 색차정보 Cb, Cr의 세 가지 성분 비율이 4:2:2인 YUY2에서 Y

값만을 추출하여, K-means 알고리즘을 사용하여 교차점(cross-over point)을 자동으로 선정하는 방법을 제안한다. 이 최적의 교차점을 선정하는 과정은 획득한 영상을 물체와 배경으로 분리하는 두 개의 클래스 문제로 보고 K-means 알고리즘을 적용하였다. 히스토그램 평활화 방법과는 달리 구한 교차점을 사용하여 영상을 양분하여 처리하고, 양분 히스토그램 평활화(bi histogram equalization)방법과는 다르게 구한 교차점을 기준으로 영상을 양분하여 처리한다[2]. 영상 대비 강화에 있어 어려운 점은 향상의 정도를 정량적으로 측정하는 것이다. 본 논문에서는 퍼지성 지수(index of fuzziness)를 사용하여 정량적으로 측정하였다. 제안된 기법을 저대비 영상에 적용하였으며 그 결과를 기존의 영상강화기법의 결과와 비교하였다.

## 2. 색차 포맷(Chroma format)

색차신호는 밝기신호에 비해서 해상도가 낮기 때문에 샘플 수가 적어도 된다. 따라서 색차신호의 표본화 방법에 따라 색차포맷이 다르게 되는 MPEG-2에서는 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4를 규정하고 있다. 1화소(pixel)당 24비트의 정보를 할당하지만 인간의 눈이 색에 그다지 민감하지 않는 것을 이용해서 색차정보를 삭감하여 데이터의 압축률을 높이는 것이다. 즉 색차정보를 삭감하지 않은 것을 4:4:4라고 부르고 횡방향으로 반으로 삭감한 것을 4:2:2, 횡방향으로 삭감한 것을 4:2:0으로 부르고 있다.



[그림 1] MPEG-2의 4:2:2 format

## 3. YCbCr

Y, Cb, Cr 표현은 YUV 표현의 디지털 표현이다. 아날로그 신호인 YUV 표현을 컴퓨터가 처리할 수 있게 디지털로 변환해준 것이 Y, Cr, Cb이다.

▶RGB에서 YCbCr로의 변환

$$Y = 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B$$

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

$$Cr = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B$$

▶YCbCr에서 RGB로의 변환

$$R = 1.00000Y + 1.40200Cb$$

$$G = 1.00000Y - 0.34414Cb - 0.71414Cr$$

$$B = 1.00000Y + 1.77200Cb$$

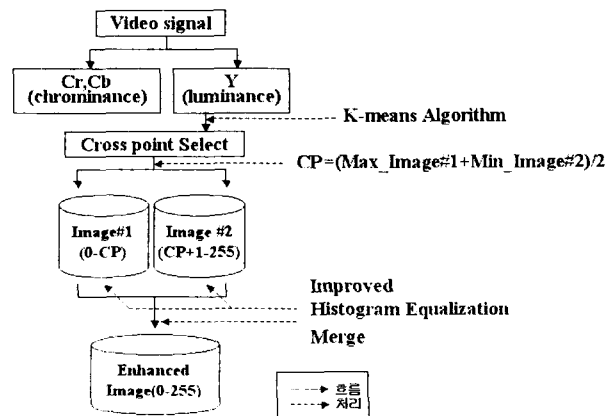
## 4. 제안한 기법

본 논문에서 영상 대비 강화를 위해서 제안된 기법은 YUY2(4:2:2)영상 포맷에서 Y값만을 추출하여, K-means 알고리즘을 사용하여 교차점(cross-over point)을 자동으로 선정한다. 선정된 교차점을 사용하여 입력된 영상을 두 개의 이미지로 분리한다. 분리된 두 개의 이미지를 히스토그램 모양을 보존하면서 밝기성분을 지역적으로 대비강화 시켜준다.

### 4.1 영상 향상 과정

제안한 기법의 알고리즘의 요약은 다음과 같다.

- (1) 입력된 영상신호 중에서 밝기성분만을 추출한다.
- (2) K-means를 알고리즘을 사용하여 최적의 교차점을 선정한다.
- (3) 선정된 교차점을 사용하여 입력 영상을 두 개의 이미지로 분리한다.
- (4) 분리된 두 개의 이미지에 제안된 동적범위 내에서 개선된 히스토그램 평활화를 적용한다.
- (5) 두 개의 분리된 이미지를 하나의 이미지로 병합한다.



[그림 2] 영상 향상 과정

### 4.2 영상 강화 모델

입력 영상  $X$ 는  $X_A, X_B$ 로 분할된다. 분할된 영상에서 각각 명암도의 최소값을  $M_a, M_b$ 라 하고 최대값을  $M_A, M_B$ 라하고 할때,  $X_A, X_B$ 는

$$X = X_A \cup X_B$$

where

$$X_A = \{X(i, j) | X(i, j) \geq M_a \text{ and } X(i, j) \leq M_A, \forall X(i, j) \in X\}$$

$$X_B = \{X(i, j) | X(i, j) > M_b \text{ and } X(i, j) \leq M_B, \forall X(i, j) \in X\}$$

이다.

그러면,  $X_A, X_B$  에서 각각의 확률밀도함수는

$$p_A(X_k) = \frac{n_A^k}{n_A}, \text{ where } k = M_a, M_{a+1}, \dots, M_A$$

$$p_B(X_k) = \frac{n_B^k}{n_B}, \text{ where } k = M_b, M_{b+1}, \dots, M_B$$

이다.

$n_A^k, n_B^k$ 는  $\{X\}_A, \{X\}_B$ 에서  $X_k$ 레벨의 명암도의 개수를 나타낸다.  $\{X\}_A, \{X\}_B$ 의 전체 명암도의 개수는  $n_A, n_B$ 이다.  $n_A, n_B$ 는

$$n_A = \sum_{i=M_a}^{M_A} n_i$$

$$n_B = \sum_{i=M_b}^{M_B} n_i$$

이다. 그리고  $n = n_A + n_B$ 이다.

$\{X\}_A, \{X\}_B$  각각의 누적분포함수는

$$C_A(x) = \sum_{i=M_a}^{M_A} p_A(X_i)$$

$$C_B(x) = \sum_{i=M_b}^{M_B} p_B(X_i)$$

이다. 정의에 의해서  $C_A(X_{M_A}) = 1, C_B(X_{M_B}) = 1$ 이다. 누적분포함수로 정규화(normalization)된 값을 입력영상의 제안된 동적범위 전반에 걸쳐서 사상함수(transformation function)로 맵핑(mapping)시키는 것이다. 그러면 각각 두 개의 사상함수는

$$f_A(x) = CP * C_A(x)$$

$$f_B(x) = CP + (L - CP) * C_B(x)$$

이다. 그러면 마지막으로 제안된 기법에서 출력영상은  $Y$ 는

$$Y = f(X) = f_A(X_A) \cup f_B(X_B)$$

where

$$f_A(X_A) = \{f_A(X(i, j)) | \forall X(i, j) \in X_A\}$$

$$f_B(X_B) = \{f_B(X(i, j)) | \forall X(i, j) \in X_B\}$$

로 표현할 수 있다.

### 6. 실험 결과 및 고찰

저대비 영상에 히스토그램 평활화 기법과 BBHE 기법과 제안한 기법에 각각 적용하였다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 퍼지성 지수는 히스토그램 평활화 기법과 BBHE 기법을 적용한 결과보다 제안한 기법이 더 낮아 대비강화를 더 잘 함을 보여주었다. 제안된 기법은 입력된 비디오 신호중에서  $Y$ 값을 추출하여 K-means 알고리즘을 사용하여 자동으로 교차점을 선택하게 해주고, 임계값 선택 과정을 두 개의 클래스 형성과정으로 보고 대비 강화 연산에 적용하였다. 향상된 결과를 평가하기 위해서 아래 <표1>보면 제안한 기법이 히스토그램 평활화 기법과 BBHE 기법보다 낮음을 보여준다

<표1> 실험 영상의 퍼지성 측정 비교

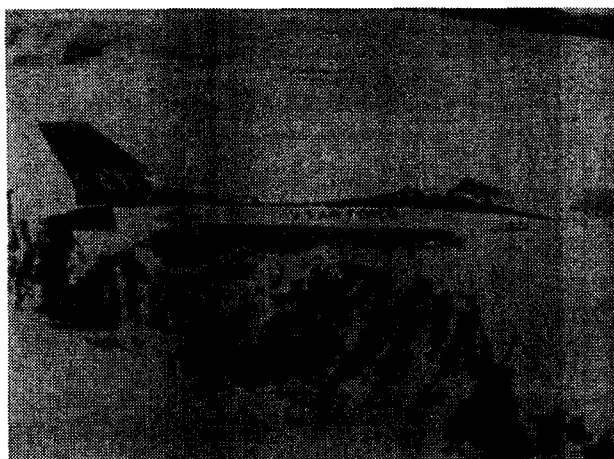
실험 영상	(a)	(b)	(c)	(d)
IOF	0.7514	0.3067	0.2823	0.2247

### 7. 결론

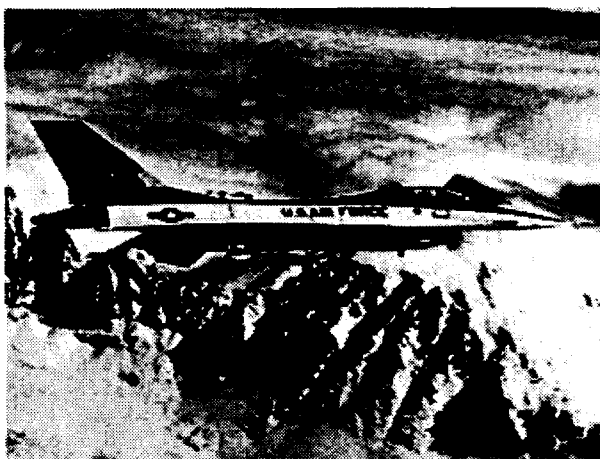
입력된 비디오 신호중에서  $Y$ 값만을 추출하여 K-means 알고리즘을 사용하여 교차점을 자동으로 선정하는 방법을 제안하였다. 저대비 영상에 적용한 결과 히스토그램 평활화 기법과 BBHE 기법에 의한 출력 영상보다 제안한 기법에 의한 출력 영상의 퍼지성 지수가 더 작았다. 제안한 기법의 출력 영상에서 볼 수 있듯이 히스토그램 평활화 기법과 BBHE 기법에 의한 출력영상의 대비강화보다 더 잘됨을 보여주었다. 또한,  $Y$ 값만으로 연산을 수행한 결과 기존의 영상강화 기법보다 수행시간을 단축시켰다. 다만, 칼라영상에 적용한 결과 알고리즘 수행능력이 떨어졌다. 향후 과제로 동영상에 필터에 적용하고 칼라영상 향상에 대한 연구를 하고자 한다.

### 7. 참고문헌

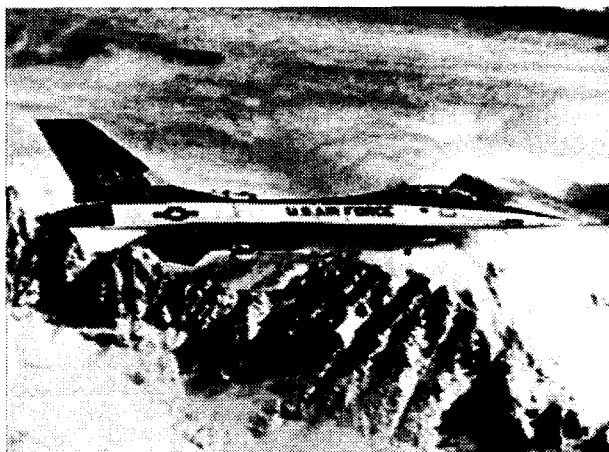
[1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Second edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2002.  
 [2] 김남진, 김용수, "클러스터링 알고리즘을 이용한 히스토그램 변경에 의한 영상 대비 향상 기법," 추계 퍼지 및 지능시스템 학회 학술발표논문집, Vol. 13, No. 2, pp. 177-180, 2003



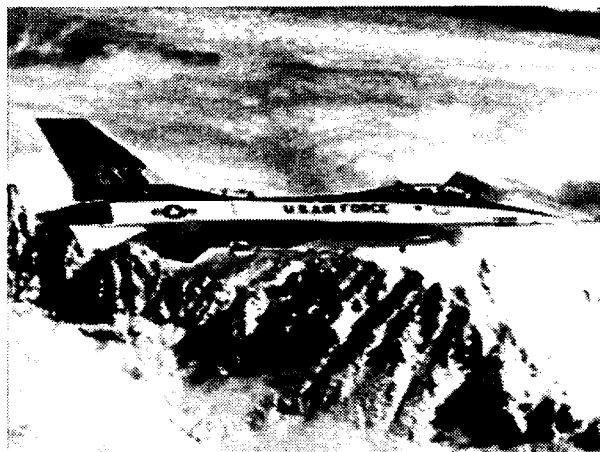
(a) 원 영상



(b) 히스토그램 평활화에 의해 향상된 영상



(c) BBHE에 향상된 영상



(d) 제안한 기법에 의해 향상된 영상

[그림 3] 대비강화 기법들에 의한 출력영상의 대비강화 비교

[3]Kim, Yeong-Taeg, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization," IEEE Transactions on consumer electronics, Vol.43, No.1, pp. 1-8, 1997.

[4]Sapiro, G., Vicent Caselles, "Histogram Modification via Differential Equations," Journal of differential equations, Vol. 135, No. 2, pp. 238-268, 1997

[5]Vicent Caselles, "Shape Preserving Local Histogram Modification," IEEE Transactions on Image Processing Vol. 8, No. 2, February 1999.

[6]Tian-Hu Yu, Sanjit K. Mitra, "Histogram-shape Preserving Algorithm For Image Enhancement," IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 407-410, May 1993.

[7]정준희, 김용수, "K-means 알고리즘을 이용한 퍼지 영상 대비 강화 기법," 추계 퍼지 및 지능 시스템 학회 학술발표논문집, Vol. 12, No.2, pp. 291-295, 2002.

[8]이호석, 김준기, 알기 쉬운 MPEG-2, 홍릉과학출판사, 2002