

저대비 영상을 위한 영상향상 기법들의 비교연구

A Comparative Study on Image Enhancement Methods for Low Contrast Images

김용수*, 김남진**, 이세열***

Yong-Soo Kim, Nam-Jin Kim, and Se-Yul Lee

*대전대학교 컴퓨터공학부

**삼성전자 정보통신총괄 무선사업부

***청운대학교 컴퓨터학과

요 약

영상 향상기법들의 주요한 목적은 특정한 응용프로그램에서 결과영상이 원영상보다 보다 적절하게 하기 위해 처리하는 것이다. 야간에 촬영한 영상들은 열악한 주위환경에 기인하여 저대비 영상을 가질 수 있다. 본 논문에서는 클러스터링 알고리즘을 이용한 영상 대비 향상 기법(ICECA)과 히스토그램 평활화(HE), 양분 히스토그램 평활화(BBHE), Multi-Scale Retinex(MSR)와 같은 영상 향상 기법들을 비교하였다. 성능 비교를 위해 다양한 영상에 영상 향상기법들을 적용하여 비교하였다.

Abstract

The principal objective of enhancement methods is to process an image so that the output image is more suitable than the original image for a specific application. Images taken in the night can be low-contrast images because of poor environments. In this paper, we compared the performance of Image Contrast Enhancement Technique Using Clustering Algorithm(ICECA) with those of color adjustment methods such as Histogram Equalization(HE), Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization(BBHE), and the Multi-Scale Retinex(MSR). We compared these methods by applying the image enhancement methods to a set of diverse images.

Key words : Image Enhancement, ICECA, Retinex Theory, BBHE, HE, SSR, MSR

1. 서 론

야간에 비디오카메라로 촬영시 열악한 주위 환경과 영상 전송에 기인하여 다양한 잡음에 의하여 왜곡되고 흐린 저대비 영상을 가질 수 있다. 이러한 왜곡되고 흐린 저대비 영상을 인간이나 기계가 인식 할 수 있도록 처리하여 그 결과를 특수한 응용목적에 맞게 처리하는 것이 영상 향상의 목표이다[1].

이러한 영상 향상 기법 중 가장 널리 사용되어 온 방법은 히스토그램을 사용하여 영상의 동적 범위를 넓혀주거나 영상의 대비를 향상시켜주는 히스토그램 평활화(histogram equalization : HE)방법이다[1]. 양분 히스토그램 평활화(Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization : BBHE)방법은 히스토그램 평활화 방법이 입력영상의 밝기(brightness)값을 변화시키는 문제점을 개선하였다[2]. BBHE는 명암도의 평균값을 사용하여 입력 영상을 양분하고 밝기성분을 보존한다. Land의 Retinex 접근방식은 색채 항등성 문제를 세 개의 독립적인 색채 처리 체계를 가정하고, 영상의 상대적 흑백도를 이용하여 색채 지각을 설명하려 하였다. Retinex 이론에 의하면 파장과 관련된 세 개의

흑백도 체계를 이용하여 지각되는 색을 예측할 수 있다[3]. Rahman등은 Land의 Retinex 이론을 이용하여 인간 시각의 흑백도와 색채 항등성을 구현한 Single Scale Retinex (SSR) 및 Multi Scale Retinex (MSR) 과 Multi Scale Retinex with Color Restoration (MSRCR)을 개발하였다[4-8].

본 논문에서는 ICECA기법과 칼라 영상 향상 기법 중에서도 대표적인 히스토그램 평활화 기법, BBHE기법, SSR기법, MSR기법을 왜곡되고 흐린 저대비 영상에 적용한 결과를 영상 해석적인 측면과 칼라 복원 능력면에서 비교하였다.

2. 영상 향상을 위한 기법들

2.1 히스토그램 평활화

입력 영상 X 를 $X=(X(i, j))$ 라 하면, $X(i, j)$ 는 공간좌표 (i, j) 에서 하나의 명암도를 나타낸다. 그리고, $X(i, j)$ 는 $X(i, j) \in \{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$ 이다. 명암도 X_k 의 발생확률 $p(X_k)$ 는

$$p(X_k) = \frac{n_k}{n}, \quad \text{for } k=0, 1, \dots, L-1 \quad (1)$$

이고, n_k 는 입력 영상 X 에서 X_k 레벨의 명암도를 갖는 픽셀의 개수를 나타낸다. 누적된 확률 $c(x)$ 는

$$c(x) = \sum_{i=0}^k p(X_i), \quad \text{for } k=0, 1, \dots, L-1 \quad (2)$$

접수일자 : 2005년 4월 1일
완료일자 : 2005년 7월 15일

이고, x 는 X_k 이며 $C(X_{L-1})$ 은 정의에 의해서 $C(X_{L-1})=1$ 이다. 히스토그램 평활화는 누적된 확률로 정규화된 값을 입력 영상의 동적범위 전반에 걸쳐서 변환함수(transformation function)로 매핑 시키는 것이다. 그러면 변환함수 $f(x)$ 는

$$f(x) = X_0 + (X_{L-1} - X_0)c(x) \quad (3)$$

이다. 히스토그램 평활화의 출력 영상 Y 는

$$Y = f(X) = \{f(X(i, j)) \mid \forall X(i, j) \in X\} \quad (4)$$

이다.

2.2 양분 히스토그램 평활화

히스토그램 평활화 방법은 입력 영상의 밝기값을 변화시키는 문제를 야기 시킬 수 있다. BBHE는 밝기값을 보존하면서 명암도를 동적인 범위로 평활화 시켜준다. X_m 이 영상의 명암도의 평균값일 때, 영상 X 는

$$X = X_L \cup X_U, \text{ where}$$

$$\begin{aligned} X_L &= \{X(i, j) \mid X(i, j) \leq X_m, \forall X(i, j) \in X\} \\ X_U &= \{X(i, j) \mid X(i, j) > X_m, \forall X(i, j) \in X\} \end{aligned} \quad (5)$$

이다. 그러면 X_L, X_U 에서 각각의 발생확률은

$$\begin{aligned} P_L(X_k) &= \frac{n_L^k}{n_L}, \text{ where } k = 0, 1, \dots, m \\ P_U(X_k) &= \frac{n_U^k}{n_U}, \text{ where } k = m+1, m+2, \dots, L-1 \end{aligned} \quad (6)$$

이다. n_L^k, n_U^k 는 $\{X\}_L, \{X\}_U$ 에서 X_k 레벨의 명암도를 갖는 픽셀의 개수를 나타낸다. $\{X\}_L, \{X\}_U$ 의 전체명암도의 개수는 각각 n_L, n_U 이다. n_L, n_U 는

$$\begin{aligned} n_L &= \sum_{k=0}^m n_L^k \\ n_U &= \sum_{k=m+1}^{L-1} n_U^k \end{aligned} \quad (7)$$

이다. 정의에 의해서

$$\begin{aligned} C_L(X_m) &= 1 \\ C_U(X_{L-1}) &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

이다. 누적된 확률로 정규화된 값을 입력영상의 제한된 동적 범위 전반에 걸쳐서 변환함수로 매핑시키는 것이다. 그러면 각각 두 개의 변환함수는

$$\begin{aligned} f_L(x) &= X_0 + (X_m - X_0)c_L(x) \\ f_U(x) &= X_{m+1} + (X_{L-1} - X_{m+1})c_U(x) \end{aligned} \quad (9)$$

이다. 그러면 마지막으로 출력 영상은 Y 는

$$\begin{aligned} Y &= f(x) \\ &= f_L(X_L) \cup f_U(X_U) \end{aligned} \quad (10)$$

이고, 여기서

$$\begin{aligned} f_L(X_L) &= \{f_L(X(i, j)) \mid \forall X(i, j) \in X_L\}, \\ f_U(X_U) &= \{f_U(X(i, j)) \mid \forall X(i, j) \in X_U\} \end{aligned} \quad (11)$$

이다.

2.3 SSR(Single-Scale Center/Surround Retinex)

흑백도문제를 해결하는 최적의 방법인 Retinex는 2차원 흑백 패치를 랜덤하게 제작한 Land의 몬드리안(Mondrian) 그림 실험으로부터 확립되었다. Retinex는 인간의 시각 시스템처럼 다양하고 열악한 장면을 향상시키는 방법이다.

SSR의 일반적인 형태는 DOG (Difference of Gaussian)와 유사하다. SSR의 일반적인 형태는

$$R_i(x, y) = \log I_i(x, y) - \log [F(x, y) * I_i(x, y)] \quad i=1, \dots, N$$

로 표현할 수 있다. $I_i(x, y)$ 는 i 번째 스펙트럼 영역안의 영상의 분포를 말하며, N 는 스펙트럼 밴드의 크기이며, 흑백 영상일 경우에는 $N=1$ 이고, 칼라 영상 경우에는 $N=3, i \in R, G, B$ 이다. $*$ 는 convolution 연산자이며, $F(x, y)$ 는 surround 함수

$$F(x, y) = Ke^{-r^2/c^2} \quad (12)$$

이며, c 는 Gaussian surround space 상수 이다. 그리고, K 는

$$\iint F(x, y) dx dy = 1 \quad (13)$$

를 만족하는 값이다. $R_i(x, y)$ 는 Retinex출력을 나타내며 칼라와 흑백도값을 명세화 해주는 Land의 세 쌍 값을 산출하기 위해 각각의 스펙트럼 영역에서 수행한다. 그림 1은 center/surround 함수의 일반적인 형태를 보여 준다.

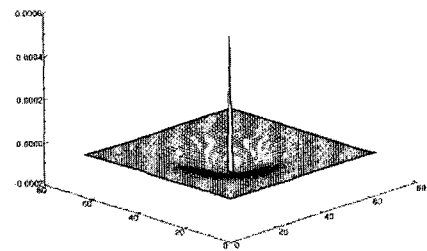


그림 1. center/surround retinex 연산자의 공간적인 형태[4]

Fig. 1. Spatial form of the center/surround retinex operator[4]

2.4 MSR(Multi-Scale Center/Surround Retinex)

MSR은 몇몇 다른 SSR 출력의 가중치의 합으로 표현할 수 있다.

$$R_{MSR} = \sum_{n=1}^N W_n R_{n_i} \quad (14)$$

여기서 N 은 크기를 말하며, RGB영상일 경우에는 i 는 3이다. R_{ni} 는 n 번째 크기의 i 번째 스펙트럼 성분이고, R_{MSR} 는 i 번째 MSR 출력의 성분이다. W_n 는 n 번째 크기의 가중치 값이다. $R_n(x, y)$ 의 주변 함수는

$$F_n(x, y) = Ke^{-r^2/c_n^2} \quad (15)$$

이다. 그림 2는 N을 3($C_n = 5, 20, 240$)이라 하고, $W_n=1/3$ 로 하여 입력영상에 MSR를 적용한 결과이다.

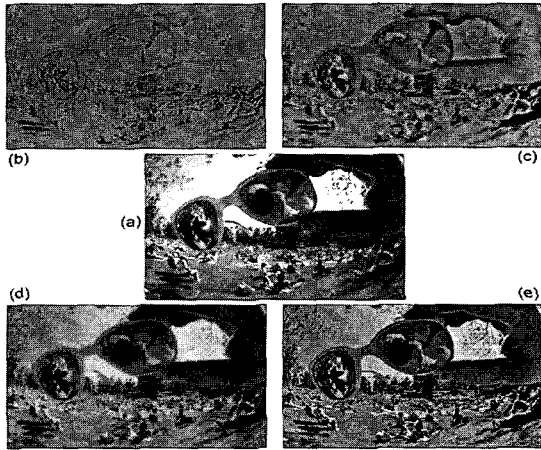


그림 2. MSR 결과 영상 (a)원 영상, (b) $c_n=5$, (c) $c_n=20$, (d) $c_n=240$, (e) MSR ($W_n=1/3$, $n=1, 2, 3$)
 Fig. 2. Result image of MSR (a) Original image, (b) $c_n=5$, (c) $c_n=20$, (d) $c_n=240$, (e) MSR ($W_n=1/3$, $n=1, 2, 3$)

주변 상수 값이 작을($c_n=5$)때는 입력영상의 에지를 강조하고, 영상의 색조 정보를 잃어버리는 고주파 통과 필터의 효과를 가지며, 높을($c_n=240$)때는 훌륭한 색조 정보를 얻을 수 있는 반면, 에지가 흐려지는 저주파 통과 필터효과를 가진다. 중간($c_n=20$)일 때는 동적인 범위와 훌륭한 색조 정보를 얻을 수 있다. 결국, MSR의 결과는 세 가지 SSR 출력의 평균이다.

그림 3은 원 영상에 빨강색, 초록색, 파랑색의 조명효과를 준 영상에 MSR를 적용한 결과이다[7]. MSR를 적용한 결과 영상은 인간의 시각 시스템처럼 색채 항등성을 가진다.

영상의 좋은 컬러 해석을 위한 컬러 회복은 아래와 같은 선형 칼라 회복 함수(linear color restoration function, CF R)를 통해서 얻을 수 있다.

$$I'_i(x, y) = I_i(x, y) / \sum_{i=1}^S I_i(x, y), \quad (16)$$

여기서 S는 스펙트럼 채널의 수를 나타내며, 일반적으로 빨강-초록-파랑(RGB)을 사용하기 때문에 $S=3$ 이다. 수정된 MSR를 적용한 결과는

$$R_{MSRCR_i}(x, y) = C_i(x, y)R_{MSR_i}(x, y) \quad (17)$$

이다. 색조 공간(chromaticity space)에서 칼라 회복 함수의 i 번째 밴드는

$$C_i(x, y) = f [I'_i(x, y)] \quad (18)$$

이다. R_{MSRCR_i} 는 칼라 회복된 MSR의 i 번째 스펙트럼 밴드의 출력을 나타낸다. 테스트 영상의 범위에서 선형·비선형 칼라 회복 함수를 실험적으로 영상에 적용한 결과 전반적으로 칼라 회복 능력이 가장 뛰어나게 나왔다[7].

$$C_i(x, y) = \log [I'_i(x, y)] = \left\{ \log [I_i(x, y)] - \log \left[\sum_{i=1}^S I_i(x, y) \right] \right\} \quad (19)$$

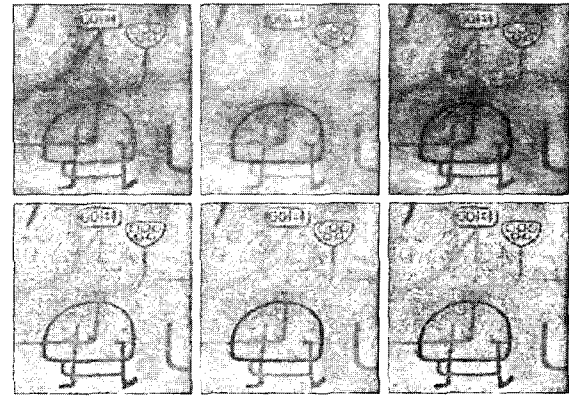


그림 3. 조명효과에 따른 MSR 결과 영상[7]
 Fig. 3. The effect of changing the illuminant on the MSR output image[7]

2.5 클러스터링 알고리즘을 이용한 영상 대비 향상 기법

인간은 시각 특성상 색차신호보다 밝기신호에 더 민감한 특성을 가지고 있다. MPEG-2하에서 밝기정보 Y와 색차정보 Cb, Cr의 세 가지 성분 비율이 4:2:2인 YUY2중에서 Y값만을 추출하여, K-means 알고리즘을 사용하여 교차점을 자동으로 선정하였다. 이 최적의 교차점을 선정하는 과정은 획득한 영상을 물체와 배경으로 분리하는 두 개의 클래스 문제로 보고 K-means 알고리즘을 적용하였다. 그림 4는 일련의 영상 향상과정을 보여주고 있다.

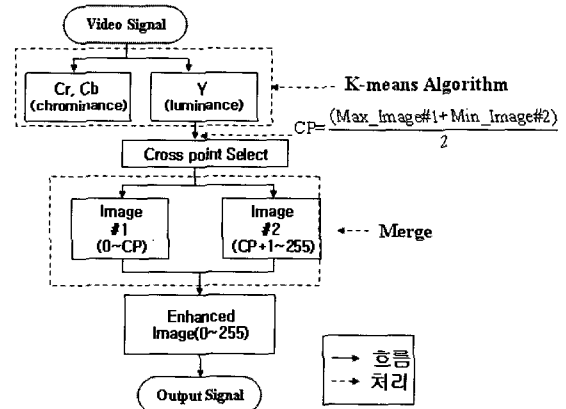


그림 4. 영상 향상 과정
 Fig. 4. Procedure of Image Enhancement

입력 영상 X는 X_L, X_U 로 분할된다. 분할된 영상에서 각각 명암도의 최소값을 M_l, M_u 라 하고 최대값을 M_L, M_U 라 할 때, X_L, X_U 는

$$X = X_L \cup X_U \quad (20)$$

이고, 여기서

$$X_L = \{X(i, j) | X(i, j) \geq M_l \text{ and } X(i, j) \leq M_L, \forall X(i, j) \in X\}$$

$$X_U = \{X(i, j) | X(i, j) > M_u \text{ and } X(i, j) \leq M_U, \forall X(i, j) \in X\} \quad (21)$$

이다. 그러면, X_A, X_B 에서 각각의 발생확률은

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

$$p_B(X_k) = \frac{n_B^k}{n_B}, \text{ where } k = M_b, M_{b+1}, \dots, M_B \quad (21)$$

이다.

n_L^k, n_U^k 는 $\{X\}_L, \{X\}_U$ 에서 X_k 레벨의 명암도의 개수를 나타낸다. $\{X\}_L, \{X\}_U$ 의 전체 명암도를 갖는 픽셀의 개수는 n_L, n_U 이다. n_L, n_U 는

$$n_L = \sum_{i=M_L}^{M_L} n_i$$

$$n_U = \sum_{i=M_U}^{M_U} n_i \quad (22)$$

이다. 그리고 $n = n_A + n_B$ 이다.

$\{X\}_A, \{X\}_B$ 각각의 누적된 확률은

$$C_L(x) = \sum_{i=M_L}^{M_L} p_L(X_i)$$

$$C_U(x) = \sum_{i=M_U}^{M_U} p_U(X_i) \quad (23)$$

이다. 정의에 의해서 $C_L(X_{M_L})=1, C_U(X_{M_U})=1$ 이다. 누적된 확률로 정규화 된 값을 입력 영상의 제안된 동적범위 전방에 걸쳐서 변환함수로 매핑시키는 것이다. 그러면 각각 두 개의 사상함수는

$$f_L(x) = CP * C_L(x)$$

$$f_U(x) = CP + (L - CP) * C_U(x) \quad (24)$$

이다. 마지막으로 제안된 기법에서 출력 영상 Y는

$$Y = f(X)$$

$$= f_L(X_L) \cup f_U(X_U) \quad (25)$$

이고, 여기서

$$f_L(X_L) = \{f_L(X(i, j)) | \forall X(i, j) \in X_L\}$$

$$f_U(X_U) = \{f_U(X(i, j)) | \forall X(i, j) \in X_U\} \quad (26)$$

이다.

3. 실험 결과 및 성능 평가

NASA의 Langley Research Center에서 제공한 실험 영상(256 × 256)과 의료영상들에 HE, BBHE, ICECA, SSR, MSR기법 등을 적용한 결과를 영상 해석적인 측면과 칼라 복원 능력에 대하여 성능 비교를 하였다.

3.1 Retinex 이론을 이용한 영상 실험

Retinex 이론은 세 개의 독립적인 색채 처리 체계를 가정하고, 영상의 상대적 흑백도를 이용하여 색채 지각을 설명하려 하였다. SSR을 적용한 영상 실험은 주변 상수값에 따른 영상의 향상 정도를 측정하고, 최적의 대비와 흑백도를 찾는

데 목표가 있다. MSR을 적용한 영상 실험은 자기 다른 주변 상수값을 이용해서 얻은 SSR을 적용한 출력의 평균의 합과 같다. 또한 MSR을 적용한 결과를 출력 영역으로 변화시키기 위한 gain/offset 조정은 각 스펙트럴 채널에 대하여 독립적이다. 표 1은 본 논문에서 MSR의 구현을 위해 사용된 상수들을 나타낸다. 이때, G는 gain, b는 offset값을 나타낸다.

표 1. MSR의 구현을 위해 사용된 상수들[8]

Table 1. List of constants used for implementation of the MSR[8]

Constant	N	C1	C2	C3	G	b	wn
Value	3	5	20	240	175	-0.575	1/3

3.2 클러스터링 알고리즘을 이용한 영상 대비 향상 기법 실험

ICECA기법은 K-means 알고리즘을 사용하여 교차점을 자동적으로 선정한다. 이 최적의 교차점을 선정하는 과정은 획득한 영상을 물체와 배경으로 분리하는 두 개의 클래스 문제로 보고 K-means 알고리즘을 적용한다. 표 2는 K-means 알고리즘으로 구한 실험영상의 교차점을 나타낸다.

표 2. 실험영상의 교차점 및 K-means 알고리즘의 결과

Table 2. Results of cross-point and K-means algorithms for experimental images

Images	교차점			K-means 결과		
	red	green	blue	red	green	blue
영상(1)	51	30	23	1~91	2~66	0~51
	132	103	80	92~255	67~255	52~255
영상(2)	9	14	13	0~51	0~60	0~21
	94	107	30	52~196	61~255	22~252
영상(3)	27	30	21	0~104	0~115	0~95
	182	201	170	105~255	116~255	96~255
영상(4)	2				0~19	
	36				20~194	
영상(5)	3				1~40	
	78				41~227	

표 3은 각 방법별 특징 및 장·단점을 비교한 것이다. MS R기법이 다른 영상 강화 알고리즘 보다 수행 속도는 느린 반면, 전반적인 영상 복원 능력이 뛰어나며, 인간의 시각시스템에 가장 가깝다.

표 3. 방법별 특징 및 장·단점 비교

Table 3. Comparison of characteristic strength and weakness of methods

방법 비교분야	HE	BBHE	MSR	ICECA
밝기값 보존	Very Poor	Good	Excellent	Very Good
색채정보 보존	Poor	Poor	Very Good	Good
대비 강화	Very Good	Very Good	Excellent	Excellent
색채 복원	Fair	Fair	Very Good	Good
영상 해석	Good	Good	Excellent	Very Good
수행 속도	Excellent	Very Good	Poor	Good

4. 결 론

본 연구에서는 저대비 영상의 영상 향상 문제와 영상의 해석적인 측면과 색채 항등성의 유지 및 칼라 복원 능력을 MSR기법과 세 가지 다른 자동적인 영상 향상기법인 히스토그램 평활화(HE), 양분 히스토그램 평활화(BBHE), 클러스터링 알고리즘을 이용한 영상 향상 기법(ICECA)과의 비교를 통한 성능 분석을 보여준다. BBHE기법과 ICECA기법은 히스토그램 평활화 기법을 수정한 기법이다. 결국, BBHE기법과 ICECA기법은 입력 영상과 처리된 영상 사이의 관계가 LUT(single lookup table)로 설명할 수 있기 때문에 전역적(global)인 기법이다.

HE기법은 영상의 엔트로피(entropy)를 최대로 하기 위한

가장 잘 알려진 기법들 중 하나이다. 입력 영상이 그레이 레벨일 경우, 입력 영상의 확률분포가 최대일 때, 영상의 엔트로피는 최대가 된다. 다만, HE기법을 칼라 영상에 적용할 경우에는 계단현상인 알리아싱현상이 발생하고 원 영상의 색채 정보를 잃어버린다. 또한 HE기법은 입력 영상의 밝기값을 변화시키는 문제점을 가지고 있다.

BBHE기법은 입력 영상의 밝기값을 보존하면서 동적인 범위로 영상을 향상 시켜주는 반면 평균값을 이용해서 교차점을 선정한 결과 물체와 배경을 잘 분리해 내지 못한 결과를 낳았다. BBHE기법도 HE기법과 마찬가지로 칼라 영상에 적용할 경우에는 알리아싱현상이 발생하고 원 영상의 색채 정보를 잃어버리는 문제점을 낳았다. 또한 칼라 영상의 해석적인 측면과 색채 항등성을 잘 유지하지 못했다.

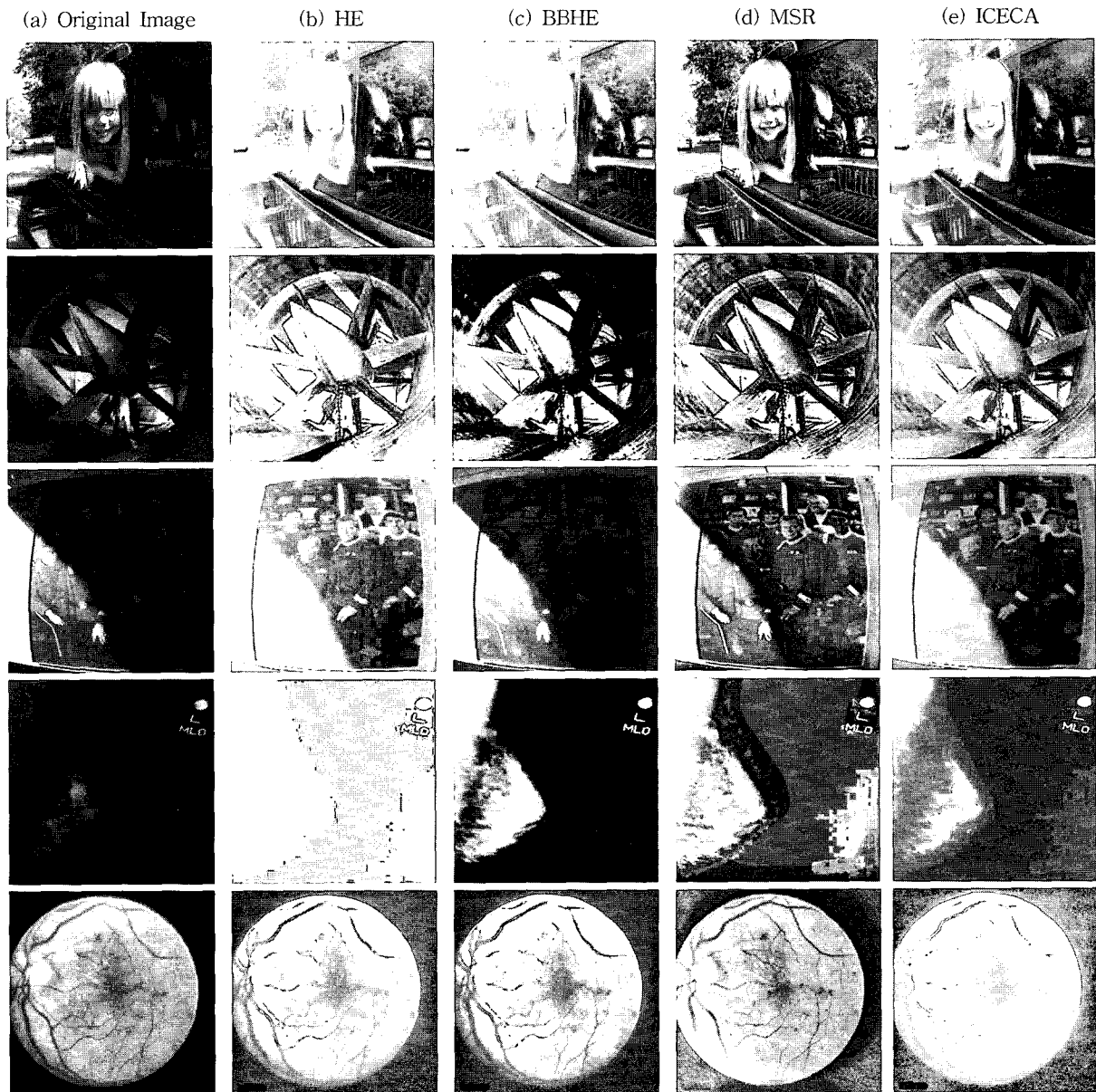


그림 5. ICECA의 성능과 다른 자동적인 영상 향상 기법들과의 비교

Fig. 5. Comparison of the performance of ICECA with the performances of the other automatic image enhancement techniques.

Retinex 이론은 세 개의 독립적인 색채 처리 체계를 가정하고, 영상의 상대적 흑백도를 이용하여 색채 지각을 설명하려 하였다. SSR, MSR기법은 인간의 시각시스템을 모방하는 한 가지 접근 기법이다. SSR기법은 주변 상수 값이 작을($C_n=5$) 때는 입력영상의 에지를 강조하는 반면에 영상의 색조 정보를 잃어버리는 고주파 통과 필터의 효과를 가지며, 높을($C_n=240$) 때는 훌륭한 색조 정보를 얻을 수 있는 반면, 에지가 흐려지는 저주파 통과 필터효과를 가진다. 중간($C_n=20$) 일 때, 동적인 범위와 훌륭한 색조 정보를 얻을 수 있다. 결국, MSR의 결과는 세 가지 SSR 출력의 평균의 합이다. MSR기법은 동시에 2개의 유용한 성질을 가지고 있고, 또한 MSR기법은 영상의 전후 관계가 약한 구조와 공간적이고 스펙트럼한 조명과 같은 외래 변수에 관한 영상 표현 영상의 구조적인 특징의 의존성을 줄인다. MSR기법은 외부 조명의 변화에 대해서도 색채 항등성을 유지 했다. MSR기법이 다른 세 가지 영상 향상기법보다 칼라 영상 해석과 색채 항등성 유지 및 동적인 범위로 압축이 잘 됨을 보여준다.

ICECA기법은 클러스터링 알고리즘인 K-means 알고리즘을 이용해서 교차점을 선정한다. ICECA기법으로 구한 교차점은 물체와 배경은 잘 분리해 내는 반면 교차점 선정시 알고리즘 수행시간이 다소 걸리는 문제점이 있다. 또한 칼라 영상에 적용할 경우 알리아싱현상이 발생하고 칼라 영상의 해석적인 측면인 색채 복원 능력도 떨어진다.

향후 연계 과제로 MSR기법을 조명의 영향에 민감한 로봇 비전 및 생체 기술 분야의 전처리 기법으로 적용할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, second edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2002.
- [2] Yeong-Taeg Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 1, pp. 1-8, 1997.
- [3] E. Land, "Recent advances in retinex theory," Vision Research 26(1), pp. 7-21, 1986.
- [4] D. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, "Properties and performance of a center/surround retinex," IEEE Transactions on Image Processing 6, pp. 451-462, March 1997.
- [5] Z. Rahman, D. Jobson, and G. A. Woodell, "Multiscale retinex for color rendition and dynamic range compression," in Applications of Digital Image Processing XIX, A. G. Tescher, ed., Proc. SPIE 2847, 1996.
- [6] Z. Rahman, G. A. Woodell, and D. Jobson, "A comparison of the mutiscale retinex with other image enhancement techniques," in Proceedings of the IS&T 50th Anniversary Conference, pp. 426-431, IS&T, 1997.
- [7] Z. Rahman, G. A. Woodell, and D. Jobson, "Retinex Processing for automatic image enhancement," Journal of Electronic Imaging, Vol. 13(1), pp.100-110, January 2004.

- [8] D. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, "A multi-scale Retinex for bridging the gap between color images and the human observation of scenes," IEEE Transaction on Image Processing: Special Issue on Color Processing 6, pp. 95-976, July 1997.

저 자 소개



김용수(Yong-Soo Kim)

1981년 : 연세대학교 전기공학과 공학사
 1983년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
 1986년 : 삼성전자 종합연구소 주임연구원
 1993년 : Dept. of Electrical Eng., Texas Tech Univ. 공학박사
 1995년~현재 : 대전대학교 컴퓨터공학부 부교수

관심분야 : 신경회로망, 퍼지 논리, 패턴인식, 영상처리, 침입 탐지 시스템등

Phone : +82-42-280-2547

Fax : +82-42-284-0109

E-mail : kystj@dju.ac.kr



김남진(Nam-Jin Kim)

2003년 : 대전대학교 컴퓨터공학과 공학사
 2005년 : 대전대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 2005년~현재 : 삼성전자 정보통신총괄 무선사업부 연구원

관심분야 : UMTS, 영상처리, computer vision, 패턴인식

Phone : +82-31-279-0695

E-mail : namjin45.kim@samsung.com



이세열(Se-Yul Lee)

1996년 : 대전대학교 전자물리학과 이학사
 1999년 : 동 대학원 정보통신공학과 공학석사
 2000년 : (주)인소팩 부설기술연구소 연구원
 2003년 : 동 대학원 컴퓨터공학과 공학박사
 2004년 : 청운대학교 컴퓨터학과 강의전담 전임강사
 2005년~현재 : 청운대학교 컴퓨터학과 전임강사

관심분야 : 네트워크 및 시스템보안, 정보보안, 퍼지논리

Phone : +82-41-630-3225

Fax : +82-41-634-8700

E-mail : pirate@cwunet.ac.kr