

# 차량 번호판 검출을 위한 자동차 개인 저장 장치 이미지 향상 알고리즘

윤종호<sup>1</sup>, 최명렬<sup>2</sup>, 이상선<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 전자통신컴퓨터공학과, <sup>2</sup>한양대학교 전자공학부

## An image enhancement algorithm for detecting the license plate region using the image of the car personal recorder

Jong-Ho Yun<sup>1</sup>, Myung-Ryul Choi<sup>2</sup>, Sang-Sun Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronics and Computer Engineering, Hanyang University

<sup>2</sup>Division of Electrical Engineering, Hanyang University

**요약** 본 논문은 블랙박스 적용을 위한 적응형 히스토그램 스트레칭 알고리즘을 제안하였다. 본 알고리즘은 자동차 개인 저장장치 영상을 이용한 차량 번호판 검출을 위한 전처리 단계로 사용하였다. 제안 방식은 확률밀도함수(PDF: Probability Density Function)와 누적분포함수(CDF: Cumulative Density) 이용하여 영상의 밝기 분포도를 분석하였다. 이 두 함수는 일정한 간격을 두고 샘플링 한 영상을 사용하여 구하였다. 두 함수를 이용하여 영상의 특성을 분석하여, 특정 인자를 검출하였다. 검출된 인자를 분포도에 따라 각각 다른 스트레칭을 수행하였다. 알고리즘 검증은 촬영된 자동차 개인 저장장치 영상을 사용하였다. 기존 알고리즘 비교는 시각적인 평가, 히스토그램 분포, 표준 및 표준 편차 값을 분석하였다. 또한 시뮬레이션 결과를 자동차 번호판 인식 알고리즘에 적용하여 번호판 인식율을 분석하였다. 기존 알고리즘보다 열화 현상이 적게 나타났고, 향상된 콘트라스트 값을 통하여, 차량 번호판 검출에서 기존 알고리즘보다 정확한 위치가 나타났다.

**Abstract** We propose an adaptive histogram stretching algorithm for application to a car's personal recorder. The algorithm was used for pre-processing to detect the license plate region in an image from a personal recorder. The algorithm employs a Probability Density Function (PDF) and Cumulative Distribution Function (CDF) to analyze the distribution diagram of the images. These two functions are calculated using an image obtained by sampling at a certain pixel interval. The images were subjected to different levels of stretching, and experiments were done on the images to extract their characteristics. The results show that the proposed algorithm provides less deterioration than conventional algorithms. Moreover, contrast is enhanced according to the characteristics of the image. The algorithm could provide better performance than existing algorithms in applications for detecting search regions for license plates.

**Keywords** : Cumulative Distribution Function, Histogram Equalization, Image Enhancement, Car Personal Recorder, car license plate

### 1. 서론

영상을 이용한 기술들은 매우 광범위하게 사용되며, 보다 많은 곳에 적용하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 그러나 영상은 항상 일정한 밝기, 화질 등으로 보이는 것

이 아니다. 촬영 당시의 주위 환경, 카메라 등에 따라 같은 곳을 촬영해도 다른 화질, 밝기 된다. 그래서 보다 선명하고 좋은 영상을 위해 다양한 영상처리 기술이 연구 개발 되고 있다. 화질 향상을 위한 화상처리에는 콘트라스트 조정, 노이즈 감소, 에지 복원, 에지 강조, 감마 조

\*Corresponding Author : Sang-Sun Lee(Hanyang University)

Tel: +82-10-7390-1179 email: ssnlee@hanyang.ac.kr

Received February 11, 2016

Revised March 2, 2016

Accepted March 3, 2016

Published March 31, 2016

정 등이 있다. 그중에서도 콘트라스트 조정은 별도의 정보 증가량 없이 화질을 향상 시킬 수 있다. 콘트라스트 조절을 위해 가장 많이 사용되는 것이 히스토그램을 조절하는 것이다. 히스토그램은 영상의 밝기 값을 구분하여 분포도를 나타낸 것이다.

본 논문은 자동차 개인 저장장치 영상에 콘트라스트 향상 기술을 적용하여 개인 저장장치 영상 화질을 향상하는 방법을 제안하였다. 개인 저장장치는 자동차 운행의 필수품이 되어있다. 각종 사건 사고 해결의 중요한 열쇠가 되고 있다. 그러나 영상 화질이 주위환경의 영향으로 일정하지 않고 때로는 구분이 어려운 경우가 있다. 이러한 것을 해결하고자 영상의 명암 비 조절을 통해 영상을 선명하게 만드는 것이다. 명암 비 조절을 위한 가장 기본이 되는 기술이 히스토그램을 조절하는 것이다. 히스토그램 조절은 쉬고 간단하지만 잘못된 조절은 과도한 밝기로 인하여 영상이 왜곡 되는 경우가 발생한다. 과도한 밝기를 방지하면서 영상을 밝기 조절하는 것이 매우 중요하다.

본 논문은 콘트라스트 조절을 통해 자동차 개인 저장장치 영상 화질을 향상 시키는 알고리즘을 제안하였다. 히스토그램에 대한 설명 후 제안 알고리즘을 알아 볼 것이다. 그리고 시뮬레이션을 통해 알고리즘에 우수성을 증명했다.

## 2. 제안 알고리즘

밝기 레벨 범위가  $[0, L-1]$ 인 히스토그램은 이산 함수식(1)과 같이 나타 낼 수 있다[1].

$$h(b_k) = n_k \quad (1)$$

$b_k$ 는  $k$  번째 밝기 값이고,  $n_k$ 는 밝기 값  $b_k$ 을 가지는 화소 수 들이다. 히스토그램은 각각의  $n_k$ 을 전체 화소 수로 나누어 정규화를 한다. 전체 수를  $TN$ 이라 한다면, 정교화 된 히스토그램은 식(2)와 같이 나타낼 수 있다 [1, 4].

$$p(X_k) = n_k / TN \quad (2)$$

$k = 0, 1, 2, \dots, L-1$  이다.  $p(X_k)$ 는 밝기 레벨  $b_k$ 가 발생할 확률이고, 정규화 된 히스토그램의 모든 합은 1이다[1].

영상  $X = \{X(i, j)\}$ 는  $L(8\text{-비트 영상은 } 256)$ 개의 명암도를 가지는 형태로 표현 할 수 있다. 밝기 값을 구간  $[0, L-1]$ 의 랜덤 변수로 볼 수 있다. 랜덤 변수의 기본적 표현은 확률 밀도 함수(PDF)이다. 출력 밝기 변수  $t$ 의 PDF는 입력 밝기의 PDF와 사용된 변환 함수의 결정 된다. 변환 함수는 식(3)과 같이 표현 될 수 있다.

$$T(X_k) = (L-1) \int_0^k p_k(w) dw \quad (3)$$

여기서  $w$ 는 적분 변수이고, 우변은 랜덤 변수  $k$ 의 누적 분포 함수(CDF)이다. 이산 값들에 대해서는 확률 밀도 함수와 적분 대신 히스토그램 값과의 합을 사용한다. 따라서 식(3)의 이산 형태는 식 (4)로 표현 할 수 있다 [1].

$$T(X_k) = \sum_{j=0}^k p(X_j) = (L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{TN} = CDF(X_j) \quad (4)$$

여기서,  $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$  이고,  $T(X_k)$ 는 히스토그램 선형화 또는 히스토그램 평활화라고 부르며, 입력 영상을 전체 영역( $X_0, X_{L-1}$ )로 매핑하는 역할을 수행한다. 따라서 히스토그램 평활화의 출력은 식(5)와 같이 나타 낼 수 있다[1].

$$Y = f(X_j) = X^* CDF(X_j) \quad (5)$$

제안된 알고리즘의 확률 밀도 함수는 샘플링 이미지의 값과 그것의 누적 분포 값을 이용하여 구하였다. 샘플 이미지의 확률 밀도 값은 식(6)와 같이 정의 할 수 있다.

$$CDV(X_{SRV_k}) = \sum_{j=0}^{SRV_k} X_j \quad (6)$$

$j = 0, 1, 2, \dots, L-1$  이다. 식(7)은 선형 추정예 의한 출력 방식을 나타 낸 것이다.

$$Y(n) = (\alpha X_{SRV_k} - \alpha x(n) - 1) \times NCDV(X_{SRV_k}) + (\alpha x(n) - \alpha X_{SRV_k}) \times NCDV(X_{SRV_{k+1}}) \quad (7)$$

여기서,  $k=0, \frac{L}{4}, \frac{L}{2}, \frac{3L}{4}, L-1$  이고,  $n = 0, 1, \dots, L-1$  이다.  $0 \leq \alpha \leq 1$  로 정의되고,  $X_k$ 는  $k$ 번째 위치의 값을 의미하며,  $x(n)$ 은  $n$ 번째 입력 영상의 값을 나타낸다.  $NCDV(X_{SRV_k})$ 는 정규화 값을 의미한다. 기존의 히스토그램 평활화 방법은 모든 부분이 일률적으로 밝아져서 과도한 밝기 현상이 나타나는 단점이 있다. 본 논문에서는 과도한 영상의 밝기 변화를 제어하기 위하여 확률 밀도함수를 이용하여 입력 영상의 분포를 판단하여 제어하는 방법을 제안하였다. 확률밀도함수는 선형추정방법을 이용하여 계산된 누적분포함수로부터 단순한 연산을 통하여 구현 할 수 있다. 이것은 영상에서 중요한 통계의 한 부분이다. 누적분포함수는 일련의 계단함수( $u(\cdot)$ )로 구성되고, 계단함수의 미분은 충격과 함수( $\delta(\cdot)$ )라고 가정하면 확장이 가능하다. 식(8)은 이용하여 관련된 확률  $P_i$ 와 이산 랜덤 변수  $x$ 에 대한 누적 분포함수는 다음과 같이 나타낸다[5].

$$PDF(x) = \frac{d}{dx} CDF(x) = \sum_i^L P_i \delta(x - x_i) \quad (8)$$

누적분포함수와 확률밀도함수 성질을 이용하여 일정 구간의  $PDV(SRV_{X_{(k+1,k)}})$ 를 구할 수 있다.  $k$ 는 임의 위치를 나타낸 것이고,  $CDV$ 를 이용하여 구할 수 있다. 식(9)은 일정 구간 밝기의 밀도를 연산하기 위한 것이다.  $PDV1, PDV2$ 를 비교하여  $PDV2$ 가 크면 밝은 영상으로 구분하였다.

$$PDFV1 = [PDV(X_{0, \frac{k}{3}})] + [PDV(X_{\frac{k}{3}, \frac{2k}{3}})] + [PDV(X_{\frac{2k}{3}, k})] \\ PDFV2 = [PDV(X_{k, \frac{4k}{3}})] + [PDV(X_{\frac{4k}{3}, \frac{5k}{3}})] + [PDV(X_{\frac{5k}{3}, 2k})] \quad (9)$$

구분된 영상을 일률적으로 밝기를 확장할 경우 밝은 부분이 과도한 밝기로 나타낼 수 있다. 이를 방지하기 위해 두 영역에서 각각의 최대 최솟값을 추출한다. 식(10)은 과도한 밝기 제어를 위한 인자 값을 구하는 공식이다.

$$EF1 = \alpha(PDFV_{\max} - PDFV_{\min}) + PDFV_{\min} \quad (10) \\ EF2 = \alpha(PDFV_{\max} - PDFV_{\min}) + PDFV_{\min}$$

$0 \leq \alpha \leq 1$  이고, 어두운 영상인 경우, 최댓값은 일정 위치의 정규 분포 값이고, 최솟값은 그 위치 값이다. 밝은 영상일 경우 최댓값은 위치 값이고 최솟값은 일정 위치의 정규 분포 값이다. 영상 향상 인자를 조정하더라도 밝기가 과하게 되는 경우가 발생할 가능성 있다. 이를 최대한 방지하기 위해서 밝은 부분과 어두운 부분의 범위를 축소하는 방법을 추가하였다. 확장 제어 인자를 사용하여 최종 알고리즘은 식(11)과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$Y(n) = (\alpha X_{SRV_k} - \alpha x(n) - 1) \times NCDFE(X_{SRV_k}) + (\alpha x(n) - \alpha X_{SRV_k}) \times NCDFE(X_{SRV_{k+1}}) \quad (11)$$

여기서,  $n=0, 1, \dots, L-1$  이고  $X_k$ 는  $k$ 번째 값을 의미한다.  $x(n)$ 은  $n$ 번째 입력 영상 값을 의미하고  $NCDFE(X_{SRV_k})$ 는 정규화된 값을 의미한다.  $NCDFE(X_{SRV_k})$ 값의 입력은 적응형 구간과 일반적 구간으로 구분 된다. 일반적인 구간은 정규화된 값을 입력하고 적응형 구간은 향상 인자 값을 입력한다.

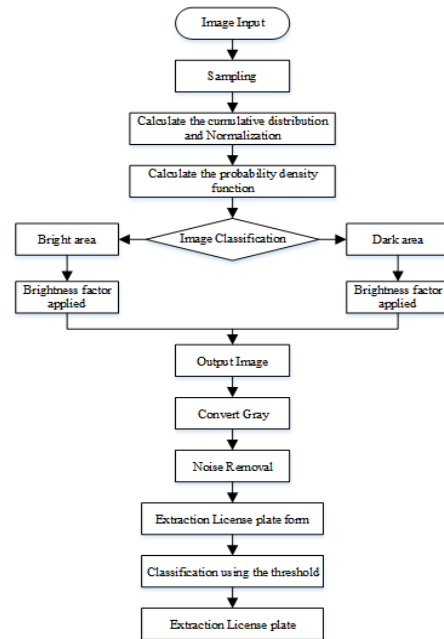


Fig. 1. Flowchart of the proposed algorithm

Fig. 1은 제안한 알고리즘의 순서도를 표시한 것이다. 영상을 입력 받아서 일정 간격으로 샘플링하여 새로운 영상을 생성한다. 이 영상을 이용하여 누적분포함수와 확률밀도 함수를 이용하여 어두운 영역과 밝은 부분으로 구분하여 각각 다른 인자 값을 적용하여 콘트라스트 스트레칭을 수행한다. 알고리즘이 적용된 영상을 그레이로 변환하고 미디언 필터를 이용해 노이즈를 제거한다. 그리고 에지 검출을 이용하여 에지를 검출하고 모폴로지 연산을 수행하였다.

모폴로지 연산을 통해 크고 작은 박스 형태의 공간이 생성되었다. 이 중에서 차량 번호판과 비슷한 형태만 남기고 모두 지워야한다. 이것을 위해 수식(11)을 사용하였다.

$$A \oplus B = \{Z | (\hat{B})_Z \cap A \neq \emptyset\} \quad (11)$$

$\emptyset$ 는 빈공간을 말하며,  $B$ 는 구성 요소를 말한다[6]. 이것을 통해 정해진 값보다 작은 공간은 자동차 번호판이 아닌 것으로 판단하여 삭제 하였다. 그리고 아직 남아 있는 박스의 에너지 값을 구하여 일정 값이 안되는 경우 모두 삭제하였다. 식(12)은 에너지 값을 구하는 식을 나타낸 것이다[7].

$$K = \alpha \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix} \quad (12)$$

$$\alpha = \begin{cases} \frac{1}{A * B} & \text{normalize} = \text{true} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$A, B$ 는 블록 사이즈이며,  $true$ 는 실제 박스를 의미한다.

### 3. 시뮬레이션 결과

제안 알고리즘 성능 평가를 위해 기존 알고리즘과 제안 알고리즘은 비교 분석하였다. 사용된 영상은 직접 촬영한 블랙박스 영상을 사용하였다. 사용한 영상은 야간 우천과 지하 주차장 영상이다. 시뮬레이션은 약 500여장을 이미지를 사용하였다.

Table 1과 2는 각 영상의 시뮬레이션 결과이며, 영상의 각 밝기 값의 개수 총합(밝기 값과 개수의 곱), 평균 그리고 표준 편차를 보여준다. 밝기 값의 개수 총합이 크다는 것은 높은 밝기 값의 개수가 많다는 것을 의미하고, 평균이 높다는 것은 높은 밝기 값을 갖는 픽셀의 개수가 많다고 할 수 있다. 그리고 표준 편차가 크다는 것은 평균을 기준으로 고르게 분포되어 있다고 볼 수 있다.

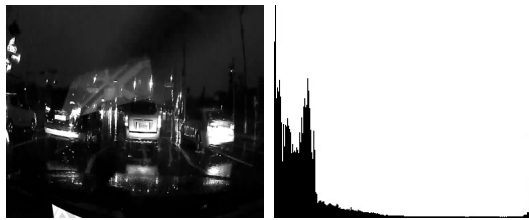
Table 1. Night Rainy

Division	Total Number	Average	Standard Deviation
Algorithm			
Original(a)	28,799,710	31.25	0.55
HE(b)	119,679,368	129.86	0.87
DRSHE(c)	90,975,848	98.72	0.79
BBHE(d)	62,317,280	67.62	0.53
DSIHE(e)	117,394,144	127.38	0.78
Proposed(f)	65,164,224	70.71	0.92

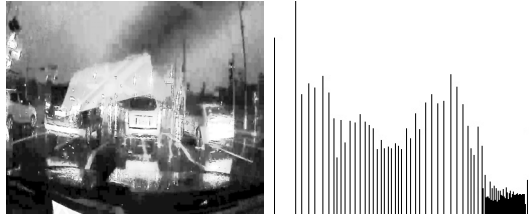
Table 2. Underground parking lot

Division	Total Number	Average	Standard Deviation
Algorithm			
Original(a)	13,302,971	14.43	0.55
HE(b)	99,116,008	107.55	0.92
DRSHE(c)	47,715,968	51.77	0.67
BBHE(d)	37,029,732	40.18	0.51
DSIHE(e)	103,617,960	112.43	0.96
Proposed(f)	34,689,784	37.64	0.91

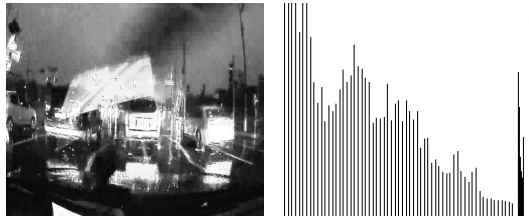
Table 1과 2의 결과를 보면 히스토그램 평활화(HE)와 DSIHE는 다른 알고리즘에 비해 총합과 평균이 큰 것을 볼 수 있다. 즉 평균 밝기 값이 크고, 밝은 값이 개수가 다른 알고리즘에 비하여 많이 분포되어 있어 다른 알고리즘 보다 밝다고 할 수 있다. DRSHE 알고리즘은 총합, 평균이 제안 알고리즘보다 높지만 표준 편차가 작아서 픽셀의 분포가 고르지 못하다고 볼 수 있다. BBHE 알고리즘은 제안 알고리즘과 비슷한 총합과 평균을 보여주지만 표준 편차에서 제안 알고리즘보다 작은 값을 가지고 있어 픽셀의 분포도가 제안알고리즘보다 낮음을 알 수 있다.



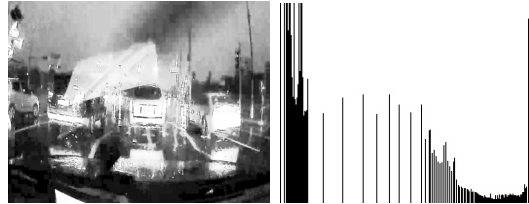
(a) Original Image and its histogram



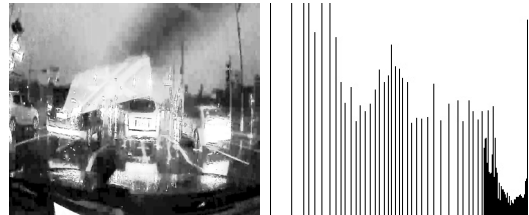
(b) Histogram Equalization method and its histogram



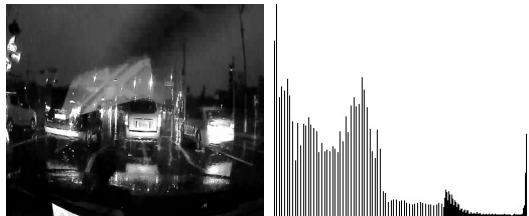
(c) DRSHE algorithm and its histogram



(d) BBHE algorithm and its histogram



(e) DSIHE algorithm and its histogram

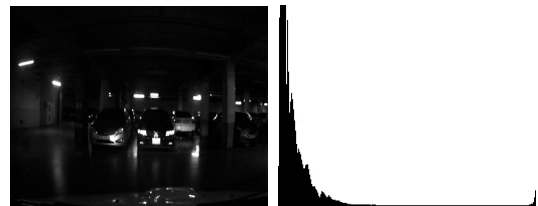


(f) Proposed algorithm and histogram

Fig. 2. Simulation results of conventional and proposed method (Rainy night streets)

Fig. 2는 야간 우천 주행 시 시뮬레이션 결과이다. Fig. 2(a)는 원영상으로 히스토그램의 분포가 낮은 밝기 값을 갖는 왼쪽에 모여 있어, 매우 어두운 영상이다. 히스토그램 평활화(HE, Fig. 2(b)), DRSHE(Fig. 2(c)), DSIHE(Fig. 2(e))는 히스토그램이 넓게 분포 되어 있지만 밝은 부분에 많은 값이 분포되어 과도하게 밝아진 것을 볼 수 있다. BBHE(Fig. 2(d))는 중간 부분 값이 거의 존재 하지 않고 오히려 어두운 부분에 픽셀 개수가 증가한 것을 볼 수 있다. 즉, 어두운 부분은 더 어두워지고 밝은 부분은 더욱 밝아진 현상이 발생한 것이다. 그러나 제안 알고리즘은 전체적으로 히스토그램이 분포 되어있는 것을 확인할 수 있다. 낮은 밝기 값을 갖는 픽셀 개수가 감소했고 처음에 없었던 밝기 값을 갖는 픽셀 개수가 나타난 것을 알 수 있다. 또한 높은 밝기 값을 갖는 픽셀의 수가 급격하게 증가한 것이 아닌 일정량만 증가하였다. 그래서 원영상 히스토그램 형태를 유지하면 다양한 밝기 값을 고르게 갖는 히스토그램을 보여주고 있다. 즉 과도한 밝아짐 없이 고르게 밝아진 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 지하 주차장 영상을 시뮬레이션 한 결과이다. 본 영상 역시 낮은 밝기 값을 갖는 픽셀의 개수가 왼쪽에 치우친 매우 어두운 영상이다. HE(Fig. 3(b)), DSIHE(Fig. 3(e))는 높은 밝기 값을 갖는 픽셀의 개수가 많이 분포되어 있는 것을 볼 수 있다. 즉 영상이 과도하게 밝아졌다는 것이다. DRSHE(Fig. 3(d))는 중간이후의 밝기 값이 거의 존재 하지 않을 것을 볼 수 있는데 이는 영상이 전체적으로 화면이 어둡다고 할 수 있다.



(a) Original Image and its histogram



(b) Histogram Equalization method and its histogram

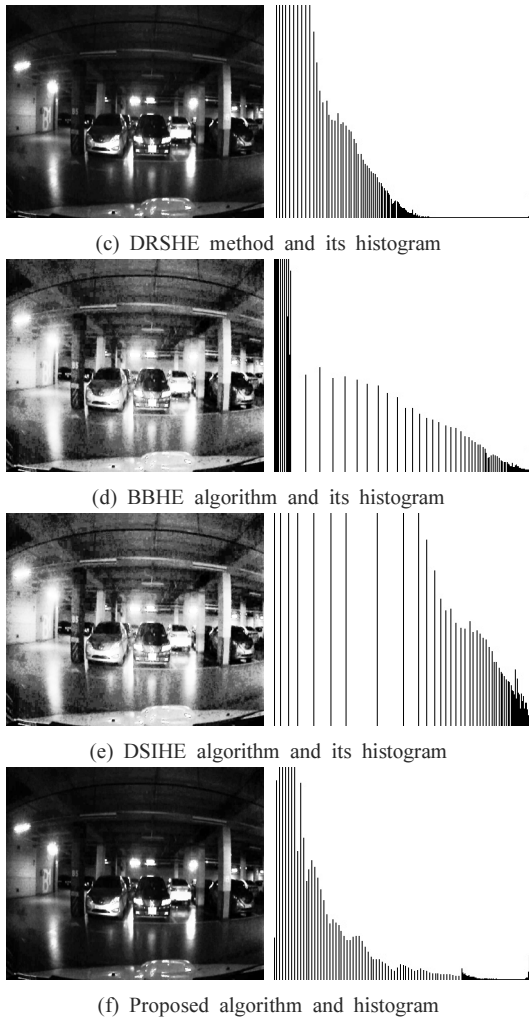


Fig. 3. Simulation results of conventional and proposed method (Underground parking lot)

BBHE(Fig. 3(e))는 밝기 값의 분포가 고르나 상대적으로 밝은 부분이 비율이 높아 밝은 부분이 과도하게 밝게 나타난 것을 볼 수 있다.

그러나 제안 알고리즘은 다른 알고리즘에 비하여 밝은 부분의 픽셀 개수가 많지 않아 과도한 밝기가 없으며 어두운 부분에서 중간 밝기 값까지 픽셀의 개수가 고르게 분포 된 것을 볼 수 있다. 즉 다른 알고리즘에 비해 과도하게 밝아짐 없어 적절한 비율로 밝아진 것을 알 수 있다.

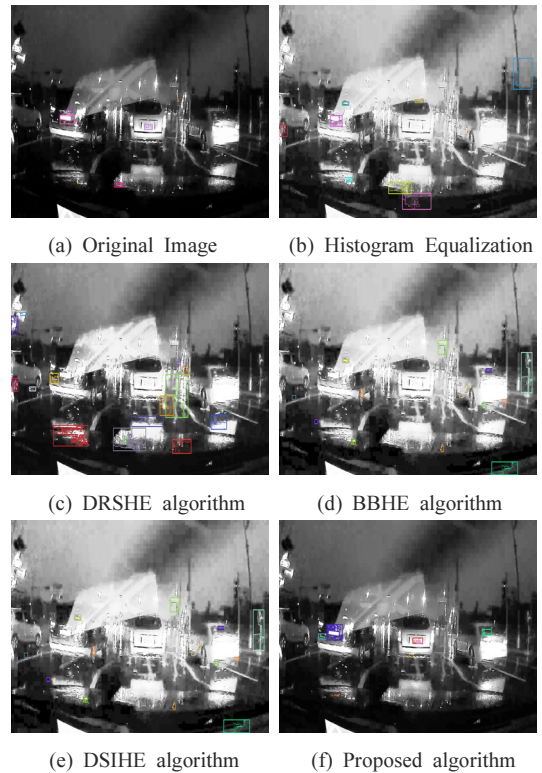
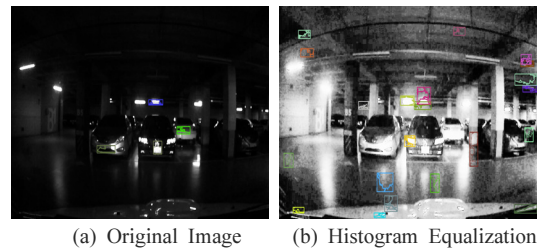


Fig. 4. Simulation results of License plate detection(Rainy night streets)

Fig. 4와 Fig. 5는 기존 알고리즘과 제안 알고리즘을 적용한 후 차량 번호판 추출 알고리즘을 적용한 결과이다. Fig. 4에서 원영상은 왼쪽 차량 한쪽만 정확하게 번호판을 검색하였다. 기존 알고리즘 같은 경우 영상이 과도하게 밝아져서 차량 번호판 형태의 사각형 형태가 많아지면서 많은 오류가 발생한 것을 볼 수 있다. 그러나 제안 알고리즘 같은 경우 기존 알고리즘보다 오류가 현저히 적게 나타나고 있고 정확하게 두 개의 차량 번호판 추출된 것을 볼 수 있다.



(a) Original Image (b) Histogram Equalization

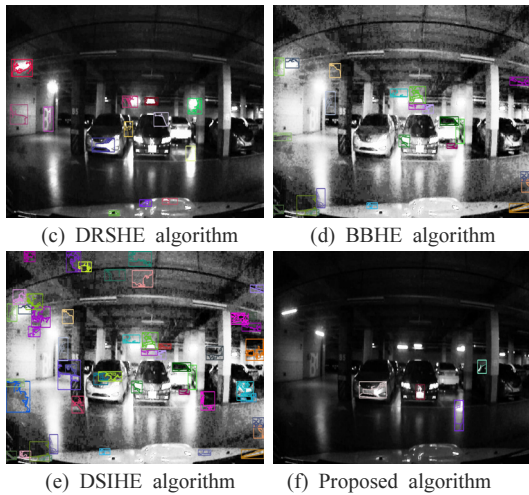


Fig. 5. Simulation results of License plate detection (Underground parking lot)

Fig. 5는 원 영상에서 하나의 번호판만 검색된 것을 확인할 수 있다. 기존 알고리즘 같은 경우 많은 오류가 발생한 것을 볼 수 있다. 특히 DSIHE 같은 경우 매우 많은 오류가 발생했으며, 제안 알고리즘과 비슷한 형태의 히스토그램 분포를 보여주었던 DRSHE 경우 전등 분과 그로 인해 반사되는 부분도 번호판으로 검색되는 오류가 발생한 것을 볼 수 있다. 제안 알고리즘은 기존 알고리즘보다 오류가 현저히 적으며 두 개의 정확한 차량 번호판을 추출하였다.

#### 4. 결론

히스토그램 평활화는 화질 향상의 가장 기본적인 연구이다. 일률적인 평활화는 과도한 밝기로 인하여 열화 현상이 발생한다. 본 논문은 자동차 개인 저장장치 적용을 위한 히스토그램 평활화 방법을 제안하였다. 개인 저장장치에 촬영되는 영상을 분석하고 분석된 결과를 이용하여 영상의 특징에 맞는 향상 인자를 추출하였다. 추출된 인자를 영상의 특징에 맞게 각각 다른 스트레칭을 수행하여 영상의 과도한 밝기 변화를 방지하였다. 검증은 시각적인 평가, 히스토그램 분포, 평균 및 표준편차 값을 분석하여 평가하였다. 그리고 번호판 추출 알고리즘을 적용하여 추출 결과를 비교하였다. 그 결과 기존 알고리즘보다 과도한 밝기 변화가 적었고, 히스토그램의 분포가 고른 것을 확인할 수 있었다. 영상을 무조건

밝게 하는 것이 아닌 영상의 특성에 맞게 밝기를 조절하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 실험 결과를 자동차 번호판 검출 알고리즘에 적용하여 검증을 했다. 그 결과 제안 알고리즘이 기존 알고리즘보다 부정확한 검출이 적게 나타났다.

#### References

- [1] Rafael C. Gonzalez, Digital Image Processing, Prentice-Hall, pp.88-102, 2002.
- [2] Y. T. Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization", IEEE Trans. On Consumer Electronics, vol.43, no. 1, pp.1-8, Feb. 1997.
- [3] Randy Crane, Simplified Approach to Image Processing, Prentice-Hall, pp. 55-83, 1994.
- [4] Bernd Jähne, Digital Video Processing, Springer-Verlag, pp. 77-94, 1993.
- [5] Y. Koo, et al., "An Image Resolution Enhancing Technique Using Adaptive Sub-Pixel Interpolation for Digital Still Camera system", IEEE Transaction on Consumer Electronics, vol. 45, no. 1, pp. 118-122, 1999.
- [6] Haoliang Li, Tao Qin. "A License Plate Location Algorithm based on Multicomponent Edge Combination of the HSI color space" IEEE International Congress on Image and Signal Processing, vol. 2, pp.1127-1129, 2011.
- [7] Md.Mostafa Kamal Sarker, Sook Yoon, Jaehwan Lee, Dong Sun Park. "Novel License Plate Detection Method Based on Heuristic Energy Map", J-KICS, vol 38C No.12, pp. 1114-1125, 2013.

윤 종 호(Jong-Ho Yun)

[정회원]



- 2001년 2월 : 한양대학교 전자컴퓨터공학부 (공학학사)
- 2003년 8월 : 한양대학교 전자전기제어계측공학과 (공학석사)
- 2003년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야>

ASIC/SoC 설계, 영상처리

**최 명 렬(Myung-Ryul Choi)**

[정회원]



- 1983년 2월 : 한양대학교 전자공학 (공학학사)
- 1985년 2월 : 미시간주립대학교 컴퓨터 공학 (공학석사)
- 1991년 2월 : 미시간주립대학교 컴퓨터 공학 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 10월 : 생산기술연구원 전자정보 실용화센터 조교수
- 1991년 11월 ~ 1992년 8월 : 생산기술연구원 산하 전자부품종합기술연구소 선임연구원
- 1992년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 전자공학부 교수

<관심분야>

ASIC/SoC 설계, 3D, FPD 컨트롤, RFID 응용, 스마트카드 응용

---

**이 상 선(Sang-Sun Lee)**

[정회원]



- 1978년 2월 : 한양대학교 전자공학 (공학학사)
- 1983년 2월 : 한양대학교 전자공학 (공학석사)
- 1990년 8월 : 미국 University of Florida 전기공학 (공학박사)
- 1991년 4월 ~ 1991년 11월 : 생산기술연구원 선임연구원겸 조교수
- 1991년 11월 ~ 1993년 2월 : 전자부품종합기술 연구소 선임연구원
- 1993년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

통신 네트워크 시스템 위치 추적, 메모리 설계