

히스토그램 균등화 기반의 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘

홍성일¹, 인치호^{1*}
¹세명대학교 컴퓨터학부

An Efficient Vehicle Image Compensation Algorithm based on Histogram Equalization

Sung-IL Hong¹, Chi-Ho Lin^{1*}

¹School of Computer, Semyung University

요약 본 논문에서는 히스토그램 균등화 기반의 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘을 제안한다. 제안된 차량용 영상 보정 알고리즘은 움직임 추정 및 움직임 보상을 통해 차량용 영상의 흔들림을 제거하였다. 그리고 영상을 보정하기 위해 영상을 일정 영역으로 분할하여 각각의 서브 영상에서 픽셀 값의 히스토그램을 계산하였다. 또한, 기울기를 조절하여 영상을 개선하였다. 제안된 알고리즘은 IP에 적용하여 성능 및 시간, 영상의 차이점을 평가하고, 차량용 카메라 영상의 흔들림 제거와 영상 개선을 확인하였다. 본 논문에서 제안된 차량용 영상 보정 알고리즘은 기존 차량 영상 안정화 기술과 비교하였을 때, 차량용 영상에 대한 흔들림 제거는 메모리를 사용하지 않고 실시간 처리를 했기 때문에 효율성을 입증하였다. 그리고 블록 정합을 통한 연산으로 계산 시간 감소 효과를 얻었고, 노이즈가 가장 적고 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 복원 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract In this paper, we propose an efficient vehicle image compensation algorithm based on Histogram Equalization. The proposed a vehicle image compensation algorithm was elimination to the vehicle image shake using motion compensation and motion estimation. And, algorithm was calculated the histogram of pixel values from each sub-image by dividing the image as the constant size areas in order to image enhancement. Also, it had enhancement to the image by adjusting the gradient. The proposed algorithm was evaluate the difference between of performance and time, image by applied to the IP, and were confirmed the image enhancement with removing of vehicle camera image shake. In this paper, the proposed vehicle image enhancement algorithm was demonstrated effectiveness when compared to existing vehicle image stabilization, because the elimination of shake for the vehicle images used real-time processing without using a memory. And it was obtained the reduction effect of the computation time by the calculated through block matching, and obtained the better restoration result for naturalness of the image with the lowest noise.

Key Words : Motion Vector, Histogram, Motion Removal, Image Compensation, Merging

1. 서론

최근 디지털 영상 기기 사용증가에 따라 다양한 환경에서 촬영한 디지털 영상의 화질 개선(image enhancement)

기술과 영상 흔들림에 대한 영상 안정도 향상에 대한 요구가 급격히 늘어나고 있다. 차량 영상 안정화 기술은 바람이나 진동, 손 떨림 등의 외부 요인으로 인해 카메라가 흔들릴 때 영상보정을 통하여 선명하고 흔들림이 없는

이 논문은 2014학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

*Corresponding Author : Chi-Ho Lin(Semyung Univ.)

Tel: +82-43-649-1272 email: ich410@semyung.ac.kr

Received October 30, 2014

Revised December 29, 2014

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

영상을 얻을 수 있는 기술이다. 그리고 저연비, 친환경, 지능형 운전자 보조 시스템 (driver's assistance systems)에 그 중점을 두고 있기 때문에 자동차의 자동 주행과 차선 감지, 보행자 및 자동차의 탐색과 추적과 같은 다양한 부분 있어서 중요도가 증가하고 있다. 또한, 현재 도로에서 일어나는 70%의 사고는 운전자의 부주의가 원인이며 이러한 상황을 수초전에 미리 알고 적절한 대응 한다면 사고는 50%이상으로 줄어들거나 경미한 사고로 줄일 수 있다. 사고를 줄이기 위해 운전자가 좀 더 편리하고 안전하게 주행할 수 있도록 영상 안정화 관련 분야의 기술을 이용하여 주행 정보나 위험 경보를 제공하는 시스템으로 후방 주차경보 시스템과 같은 보조정보 생성 시스템에서 적극적인 조향이나 속도제어를 하는 차선이탈방지 시스템 등이 연구되고 있다[1-2].

영상 안정화 관련 분야의 기술을 기반으로 자이로 센서를 사용하는 루카스-카나데 옵티컬 플로(Lucas-Kanade Optical flow)는 이전 프레임과 이후 프레임 사이의 픽셀 이동 량을 계산하고, 이동 방향의 역방향으로 영상을 이동시켜 안정화 하는 방법이기 때문에 지속적으로 오차가 누적되어 회전 각도에 대한 정확도가 떨어지는 문제점이 있다. 그리고, 차량에 적용할 경우, 영상보정을 위한 카메라 움직임의 절대위치와 정확한 값을 구하기 어렵기 때문에 문제해결을 위해 영상이 복합적으로 조합된 방식의 연구가 최근 진행되어오고 있다[3-7].

본 논문에서는 기존의 차량 영상 안정화 방법에서 발생하는 문제점 해결을 위하여 영상처리를 복합적으로 적용한 히스토그램 균등화 기반의 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘을 제안한다. 제안된 영상 보정 알고리즘은 차량 영상의 흔들림 제거를 위해 움직임 추정과 움직임 보정으로 구분하고, 흔들림이 제거된 영상의 색상을 보정하기 위해 영상을 일정 영역으로 분할하여 각각의 서브 영상에서 픽셀 값의 히스토그램을 계산하여 영상을 개선한다.

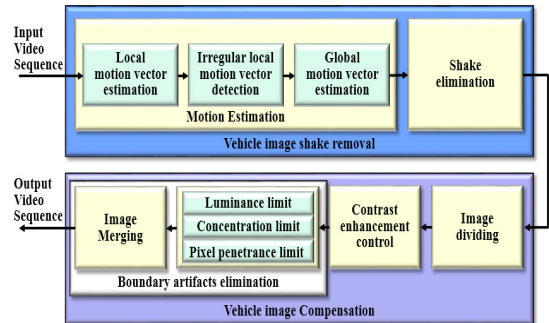
2. 차량용 영상보정 알고리즘

본 논문에서 제안하는 차량용 영상 보정 알고리즘은 움직이는 자동차에서 흔들림 없는 뚜렷한 영상의 실시간 인식 및 처리가 가능한 차량용 영상 흔들림 보정 기술로, 객체와 배경의 흔들림을 제거한 차량용 카메라 영상 정보를 노이즈 제거 및 색상 보정을 통해 영상의 자연스러

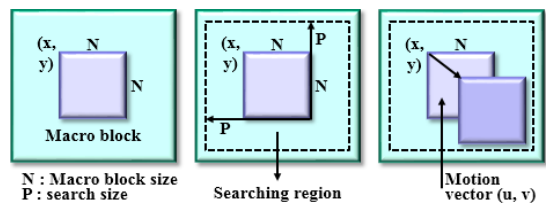
움을 복원한다. 차량용 영상 보정 알고리즘은 차량 영상의 흔들림 제거를 위해 움직임 추정 및 보정으로 구분하였고, 영상의 보정을 위해 영상 분할 및 명암 향상 제어, 경계 결합 제거로 구분하여 영상을 보정하도록 구분하였다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘을 나타낸다.

지역 모션 벡터 추정(Local motion vector estimation)은 움직임 예측을 위한 첫 단계로 미리 지정한 다수의 영역에서 움직임 벡터를 추정하고, 영상 프레임의 백그라운드에서 모션 벡터를 검출하여 처리하였다. 차량 영상에 흔들림이 발생하는 경우, 블록 정합을 사용할 경우보다 매칭오류를 감소시키기 때문에 블록 정합 모션 벡터 확산을 감소시키고, 과도한 연산 횟수를 줄였다

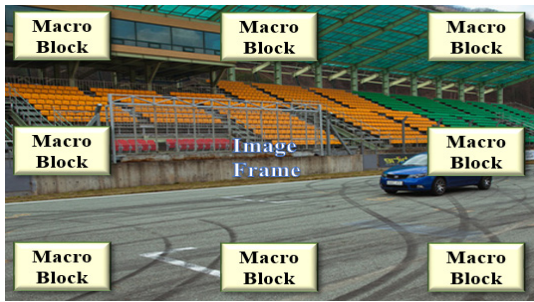
그림 2는 매크로 블록 크기 지정과 지역 모션 벡터 추정 과정을 나타낸다. 영상에서 움직이는 물체는 프레임의 중앙에 위치하며, 배경 부분은 프레임의 가장자리에 위치하는 경우가 많다. 움직이는 물체보다 배경으로 영상 흔들림을 판단하는 것이 정확성이 매우 높기 때문에, 지역 모션 벡터 추정을 위해 프레임 내에서 각 매크로 블록의 위치는 영상의 배경의 가장자리에 위치하게 설정하였다. 그림 3은 지정 크기의 매크로 블록의 위치를 나타낸다.



[Fig. 1] Vehicle image compensation algorithm



[Fig. 2] Estimation of local motion vector



[Fig. 3] The macro block located on the frame

다수의 영역에서 흔들림 예측을 위해 이전 프레임과 현재 프레임을 비교하였을 때, 각 매크로 블록 영역 위치의 픽셀 값들은 어떠한 이동과 변화를 했는지 추정해야 하므로 수식 (1)과 같이 매크로 블록 별로 현재 프레임과 이전 프레임에서의 픽셀 값의 차이들의 합을 구하여 각 매크로 블록 별로 지역 모션 벡터를 추정하였다. 여기에서 M은 매크로 블록의 사이즈를 뜻하며, C와 P는 각각 현재 프레임과 이전 프레임의 매크로 블록을 의미한다.

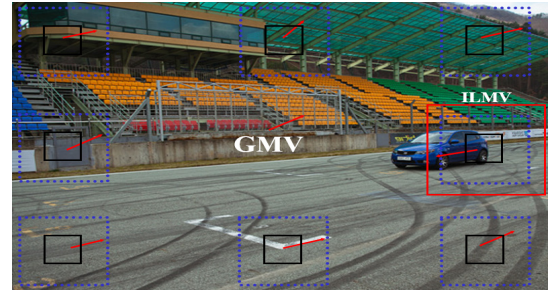
$$SAD(i,j) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{M-1} |C(x,y) - P(x+i,y+j)| \quad (1)$$

불규칙 지역 모션 벡터 검출 (Irregular local motion vector detection)은 측정된 지역 모션 벡터들의 평균과 표준편차를 이용하여 불규칙 모션 벡터를 검출하였고, 글로벌 모션 벡터 정보를 종합할 때 제외시켜 사용하지 않았다. 불규칙 모션 벡터는 영상 배경의 모션 벡터를 통해 측정된 지역 모션 벡터 중에 전체 영상 배경이 찍히는 카메라 이동 방향과 무관한 방향으로 이동하는 물체들로 인해 발생하는 지역 모션 벡터를 의미한다. 측정된 지역 모션 벡터와 지역 모션 벡터 평균의 차이가 표준편차 보다 크게 벗어나면 모션 벡터들을 불규칙 지역 모션 벡터로 판단하기 위해 식 (2)를 사용하여 차량용 카메라를 통해 획득한 영상에서 흔들림을 측정할 때에 제외시켰다. LMV_i는 i번째 지역 모션 벡터, m과 σ은 지역 모션 벡터들의 평균과 표준편차를 의미한다.

$$\text{if} (|LMV_i - m| > \sigma) \quad (2) \\ LMV_i = (Irregular\ LMV)$$

그림 4는 글로벌 모션 벡터 추정상태를 나타낸다. 글로벌 모션 벡터 추정(Global motion vector estimation)은

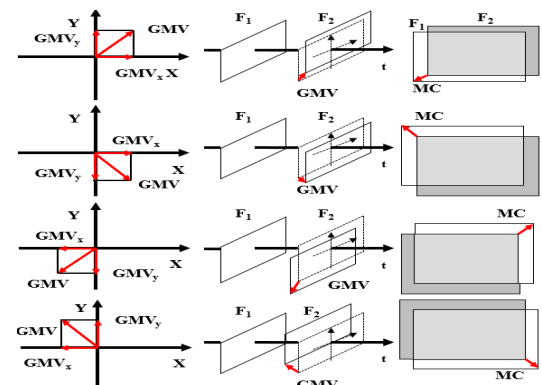
연속되는 영상 프레임에서 각 지역 모션 벡터의 움직임을 영상 프레임을 통해 추정하고, 다수의 지역 모션 벡터들의 성공적인 정합을 위해 점, 예지패턴, 위상, 다중 해상도 조건의 고려 및 결합하여 글로벌 모션 벡터를 추정하였다.



[Fig. 4] Estimation of global motion vector

글로벌 모션 벡터는 흔들림이 연속되는 프레임들을 통해 각 매크로 블록에서 추정된 지역 모션 벡터들을 정합하여 차량용 카메라의 흔들림을 판단하였다. 불규칙 지역 모션 벡터를 제외한 크기 순서로 정렬되어 있는 지역 모션 벡터들을 대상으로 중간필터(median filter)를 사용하여 계산 횟수를 감소시키고, 평균적으로 나타난 지역 모션 벡터 값을 이용하여 글로벌 모션 벡터를 추정하였다.

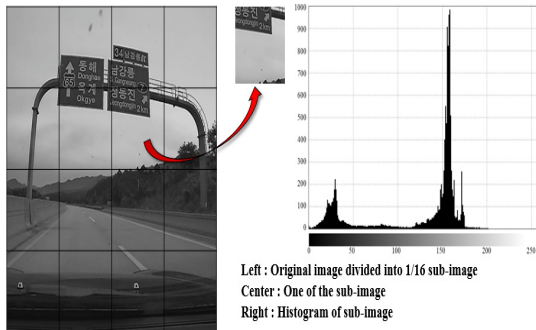
그림 5는 영상을 다수의 셀로 분할하여 각 셀의 흔들림이 발생된 부분만 다시 그려주는 MPEG-2 압축 기술을 적용한 차량용 영상의 흔들림 제거(Shake elimination) 과정을 나타낸다. 흔들림 제거는 추정된 글로벌 모션 벡터를 기반으로 이전 프레임과 현재 프레임의 비교를 통해 차량용 영상 흔들림 제거를 위해 다음 화면을 추정하는 보정방법으로 4방향으로 결정된 글로벌 모션 벡터를 사용하여 흔들림을 제거하였다.



[Fig. 5] Motion elimination

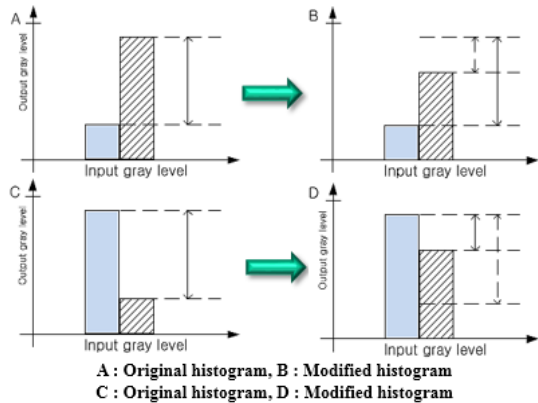
흔들림이 제거된 영상은 정확한 색상을 판단하여 복원하는 기술이 필요하다. 영상 프레임이 흔들림으로 인해 발생하는 색상 또는 밝기 변화를 복원하기 위해 색상 혹은 밝기의 차이를 의미하는 영상의 명암 값이 필요하다. 기존의 LHE(Linear Histogram Equalization) 알고리즘은 선형 분배를 통한 히스토그램 명세화라는 간단한 방법을 통해 처리하였지만 과도한 명암 증가로 인해 노이즈가 증폭되는 단점이 있고, CLAHE(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) 알고리즘은 확률 밀도 함수에서 최대 픽셀의 집중을 제한하여 과도한 영상 명암 증가를 방지하지만, 자연스럽게 않은 영상 결과물을 내며 색상이 어두운 영역은 노이즈가 증폭되는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 본 논문에서 제안된 차량용 영상 보정 알고리즘은 히스토그램 명세화를 통해 영상을 보정하였다.

그림 6은 영상 보정 단계의 영상 분할(Image dividing)을 나타낸다. 흔들림 제거 영상을 이용하여 흔들림으로 인한 색상 보정을 위해 영상을 일정 영역(1/16)으로 분할하였고, 각각의 서브 영상 히스토그램을 계산하였다. 히스토그램 가로축은 화소의 밝기를 나타내는 명도 값, 세로축은 영상의 화소 개수를 나타낸다.



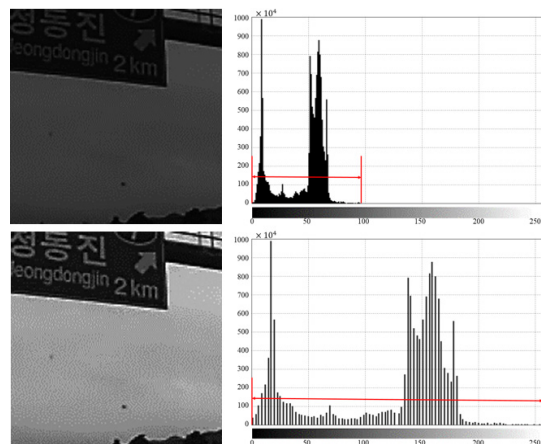
[Fig. 6] Image dividing

그림 7은 히스토그램을 이용한 명암 개선 제어(Contrast enhancement control) 방법을 나타낸다. 명암은 영상에서 밝기 또는 색상의 차이를 의미하고, 시각적으로 물체를 구별할 수 있게 된다. 명암 개선 제어는 영상 흔들림으로 인해 특정 픽셀 값으로 집중된 어두운 영상의 히스토그램 형태를 동적 범위를 일정 간격으로 넓게 분산시키고, 기울기를 완만하게 조절하여 영상의 물체를 식별하기 쉽게 하였다.



[Fig. 7] Method contrast enhancement control

그림 8은 히스토그램 균등화(Histogram Equalization) 방법을 이용하여 어둡게 촬영된 영상 히스토그램을 조절하여 명암 분포가 빈약한 영상을 균일하게 만든 명암개선 제어 결과를 나타낸다. 그림 상단은 입력 영상, 하단은 출력 영상이다. 히스토그램 균등화는 입력 영상 히스토그램 명암의 동적 영역 값이 좁은 영역에 편중되어 명암 대비가 좋지 않기 때문에 히스토그램 분포가 균등하게 분포 되도록 변경해 주는 과정으로, 출력 영상 히스토그램 분포가 균등하게 분포 되도록 산술연산을 수행하지 않고 명암 값 분포를 재분배하였다. 그림 8의 상단에 나타나는 명암의 동적영역 값 0~95를 0~255로 조정하여 히스토그램을 전 영역에 골고루 분포시켜 명암대비가 좋고, 모든 밝기가 영상 내에 있어 시각적으로 우수한 출력 영상을 얻었다.



[Fig. 8] Result of contrast enhancement control

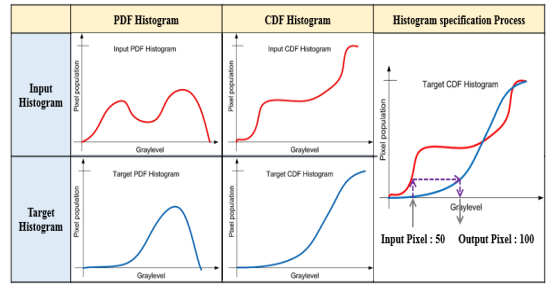
명암의 동적 영역 값의 조정을 위해 명암 값 j 의 빈도수 $hist[j]$ 를 계산하여 입력영상 히스토그램을 생성하였고, 수식 (3)을 이용하여 각 명암 값 i 에서 0까지의 누적 빈도수를 계산하였으며, 수식 (4)를 이용하여 누적 빈도수를 정규화 하였다. N 은 화소의 총 개수를 나타내며, I_{max} 는 최대 명도 값을 나타낸다. 정규화 값 $n[i]$ 은 입력 영상의 화소 값 i 를 변환하면 균등화 영상을 얻을 수 있다[8].

$$\sum [i] = \sum_{j=0}^i hist[j] \quad (3)$$

$$n[i] = \sum [i] \times \frac{1}{N} \times I_{max} \quad (4)$$

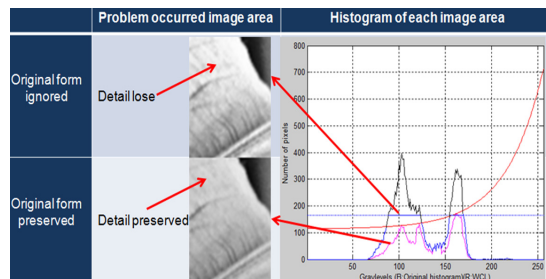
그림 8의 상단 영상 히스토그램과 같이 곡선 분포를 갖는 CDF 히스토그램을 하단 영상의 히스토그램처럼 선형으로 픽셀을 분포시키는 것이 기존의 방법이다. 하지만 이 방법의 단점은 CDF에서의 기울기 값이 크면, 그 부분에서의 그레이 레벨 값들이 큰 명암을 가지며 새롭게 분포시키게 된다. 이러한 영역에서 과도한 명암 개선이 이루어지며, 노이즈까지 증대시키고 washed-out 이라는 현상도 생길 수 있다. 또한, CDF의 기울기를 좌우하는 것은 PDF 히스토그램에서의 픽셀의 개수의 양이다. 픽셀의 양이 많으면 해당 영역에서 CDF의 적층되는 양이 많아지기 때문에 명암 개선은 크게 증대되고, 픽셀의 양이 적으면 CDF의 적층되는 양이 줄어들기 때문에 개선되는 부분이 줄어든다. 이것은 PDF 히스토그램에서 1차 미분하여 얻어진 기울기 값을 조정하는 것과 같으며, 기울기를 조절하는 것이 중요하다.

히스토그램 명세화(Histogram Speccification)는 입력 영상을 평활화하여 역히스토그램 평활화를 수행하고, 룩업 테이블을 생성하여 평활화된 원본 영상을 역변환하여 원하는 히스토그램을 얻었다[8]. 서로 다른 영상은 서로 다른 히스토그램 분포를 지니게 되는 PDF(Probability Density Function)와 PDF를 누적시킨 CDF(Cumulative Density Function)가 있다. 본 논문에서는 히스토그램 명세화를 위해 입력 영상의 PDF를 사용하였고, 목표 영상과 같은 밝기로 만들기 위해 특정 그레이 레벨이 가지는 픽셀 집중도와 동일한 값을 가지는 목표 영상의 PDF 히스토그램 그레이 레벨을 명세화 시켰다. 그림 9는 히스토그램 명세화 프로세스를 나타낸다. 입력 영상 CDF 히스토그램의 그레이 레벨 50은 목표 영상 CDF 히스토그램의 그레이 레벨 100과 픽셀 집중도가 동일하므로 서로 명세화가 가능하다.



[Fig. 9] Example of histogram specification

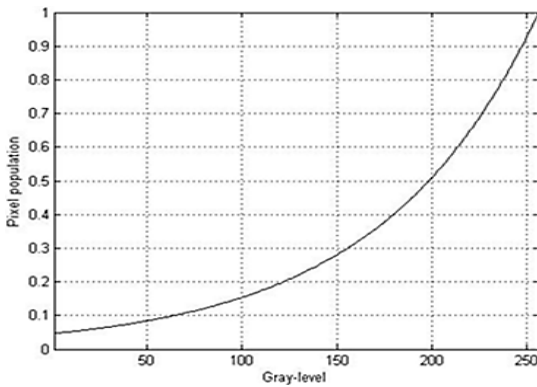
기존 히스토그램 명세화 방법들은 영상에서 세부정보 손실 및 잡음증폭이 발생한다는 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 감각기에서 자극의 변화를 느끼기 위해서는 처음 자극에 대한 일정 비율 이상으로 자극을 받아야한다는 웨버의 법칙을 적용하였다. 웨버의 법칙을 영상의 PDF 히스토그램에서 최대 픽셀 집중을 제한할 때 적용하면 최대 픽셀 집중을 제한하는 것이 아니라 히스토그램에 따라 최대 픽셀 집중을 다르게 제한하여 과도한 영상의 삭제를 방지하였다. 그리고 원본 영상의 히스토그램의 형태를 유지하기 위해 과도한 영상 대비 증가 방지 및 세부 정보 손실을 감소 시켰다. 그림 10은 원본 영상의 히스토그램 형태 유지를 나타낸다. 픽셀 집중을 감소시킨 결과를 원본 영상 히스토그램의 형태를 무시한 채 일정하게 최대 픽셀 집중을 제한한 결과와 비교하면 영상의 세부 정보가 유지되고 있음을 확인할 수 있었다.



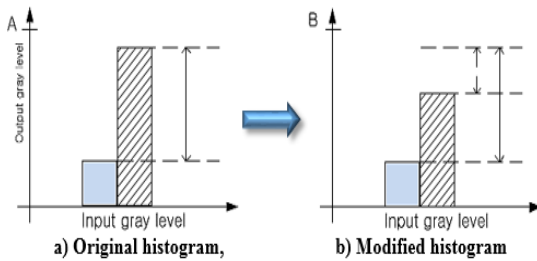
[Fig. 10] Original histogram preserving status

경계 결함 제거(Boundary artifacts elimination)는 서브 영상들을 병합 할 때 발생하는 경계 결함을 서브 영상 주변의 여러 개의 서브 영상들을 참조하는 양자간 가중치 방식(bilateral weighting scheme)을 통해 제거하도록 설계하였다. 휘도 제한(Luminance limit)에서는 히스토

그림 기울기를 조정해 주기 위해 3가지 가중치에 의한 기울기 및 영상의 밝기 값에 따른 기울기를 조절하였다. 실제 영상을 카메라로 얻을 경우, 포화현상이 발생하고 그 포화현상은 빛의 밝기가 밝을수록 자주 일어난다. 포화 부분의 특징은 영상의 상세 정보를 가지고는 있으나 밝은 영역에 집중되어 육안 구분이 쉽지 않기 때문에 영상이 밝은 영역에서는 개선 정도를 어두운 영역에 비해 크게 주어야 한다. 그림 11은 휘도 향상 그래프를 나타낸다. 그림 12는 그레이 레벨 개선 정도와 픽셀 집중도의 입력력 그래프를 나타낸다.



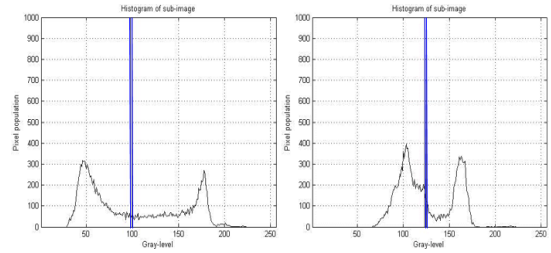
[Fig. 11] Graph of enhancing at each luminance



[Fig. 12] Enhancement quantity and pixel population

집중 제한(Concentration limit)에서는 히스토그램의 집중 정도를 판별해야 한다. PDF에서 영상 픽셀들이 많이 있는 경우, 그 부분에서의 CDF의 기울기가 급격히 높아져서 지나치게 많은 개선을 유발한다. 이러한 부분은 PDF의 분포에서 정점과 같은 형태를 나타내게 되고, 정점 부분의 기울기를 감소시켜야 한다. 기울기 감소를 위해 표준편차를 사용하여 히스토그램 전체에서 일정한 부분의 표본만을 놓고 그 표본 영역에서의 표준편차를 계산하였다. 표준편차는 평균값에서 가까울수록 값이 작고,

멀수록 값이 크게 나타난다. 즉, 표준편차의 값이 작으면, 히스토그램에서 정점형태를 갖는다는 것이고, 표준편차의 값이 크면, 평평한 형태를 갖는다. 그림 13은 히스토그램의 파란색 영역을 중심으로 한 표준편차 값의 비교를 나타낸다. 그림의 왼쪽 파란색 영역은 중심에 몰려있는 형태로 0.2355를 나타냈고, 우측 파란색 영역은 중심에서 퍼져있는 형태로 0.5280로 나타냈다.



[Fig. 13] Standard deviation of the histogram

픽셀 집중도 제한(Pixel penetrance limit)에서는 픽셀의 개수에 대한 가중치로 CDF의 기울기를 결정짓는 것은 결국 픽셀의 개수이다. 픽셀의 개수가 많으면 많을수록 큰 향상을 이루게 되지만, 노이즈까지 증대되는 현상이 나타날 수 있다. 그리고 자연스럽게 못한 결과를 얻을 수 있기 때문에 이 부분의 픽셀의 개수를 줄여야 한다. 즉, 픽셀의 개수가 많을수록 기울기를 줄여야 하고, 적으면 기울기를 증대 또는 유지시켜야 한다. 마찬가지로 표준편차를 사용하지만 평균 픽셀 분포를 중심으로 얼마나 많은 양의 픽셀이 있는지를 판단해야 한다.

영상 병합(Image merging)에서는 영상의 경계 결합 제거를 위해 3가지 기준에 의해 가중치를 생성하고, 그 곱하여 기울기를 재 생성한 다음, 각각의 서브 영상들의 히스토그램을 향상시킨다. 향상된 히스토그램을 가진 서브 영상들을 병합할 때 생기게 되는 경계 결합을 제거하고, 경계 결합은 서브 영상 주변의 여러 개의 서브 영상들을 참조하는 양자 간 가중치 방식을 통해 제거한다. 이는 해당 서브 영상 주변의 여러 개의 서브 영상들을 참조하여 픽셀을 새로 정의하는 작업이다. 수식 (5)는 픽셀의 재정의를 위해 사용하였다. $d(x,y)$ 는 다시 매핑된 픽셀의 강도를 의미하고, N 은 영역의 개수를 의미한다. d_n 은 각 사용 영역의 중심과 현재 픽셀 사이의 거리를 의미하고, σ 는 블록 평활화의 제어 매개변수를 의미한다.

$$d(x,y) = \frac{\sum_{n=1}^N C_n [D[(x,y)]w_d(n)]}{\sum_{n=1}^N w_d(n)} \quad (5)$$

$$w_d(n) = e^{-(d_n/\sigma_d)}$$

그림 14는 블로킹 현상이 발생된 영상을 양측 가중치 방식을 통해 경계 결합을 제거하는 과정을 나타낸다. 블로킹 현상을 제거하기 위해 노란색으로 표시된 픽셀이 영상 전체에 대해 움직이면서 해당되는 서브 영상을 중심으로 주변 서브 영상들을 참조한다. 그리고 해당 서브 영상과 참조 서브 영상들 간의 계산으로, 노란색 픽셀은 새로운 값을 갖게 된다. 이러한 과정을 통해 처리함으로써 경계결합이 제거된 양질의 영상 보정 결과를 얻을 수 있다.



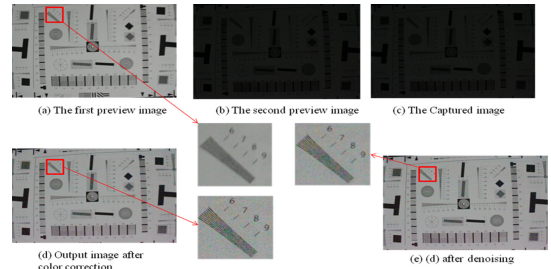
[Fig. 14] Boundary artifacts removal process

3. 실험 및 결과

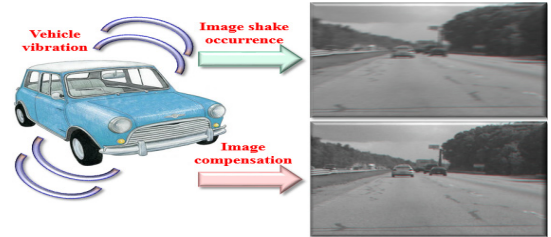
제안된 히스토그램 균등화 기반의 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘은 성능 및 시간, 영상의 차이점을 사용하여 성능 평가를 하였다.

평가를 위해 차량용 카메라에서 얻은 영상정보를 다수의 영역에서 흔들림을 예측하도록 각 매크로 블록 영역에서 픽셀 값들을 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임을 비교하고, 어떠한 이동과 변화를 했는지 추정을 하였다. 측정 지역 모션 벡터들의 평균과 표준편차를 사용하여 불규칙 지역 모션 벡터를 판단하고, 낮은 계산 량으로 정확한 글로벌 모션 벡터 판단을 위해 불규칙 지역 모션 벡터를 제외한 지역 모션 벡터들을 대상으로 중간필터를 사용하였다. 측정된 글로벌 모션 벡터를 사용하여

차량용 영상의 흔들림을 제거하기 위해 4방향에 대해 보정을 하였다. 그림 15는 차량용 카메라에서 얻은 영상정보에 본 논문에서 제안한 차량용 영상 보정 알고리즘을 IP에 적용하여 얻어진 영상의 흔들림 제거 검증 결과를 나타낸다. 첫 번째 영상과 두 번째 영상을 비교하여 변화된 내용을 캡처하고, 영상은 4방향에 대해 흔들림을 제거하여 실제 차량용 카메라로부터 얻어진 영상에 적용하였으며, 그림 16과 같이 정상적으로 흔들림 제거 영상의 출력 결과를 얻었다.



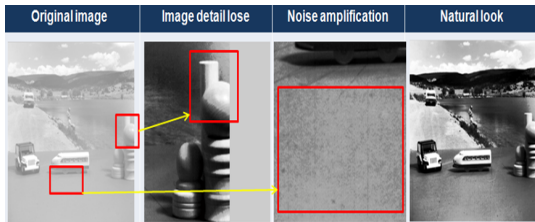
[Fig. 15] IP verification results



[Fig. 16] Elimination image of shake

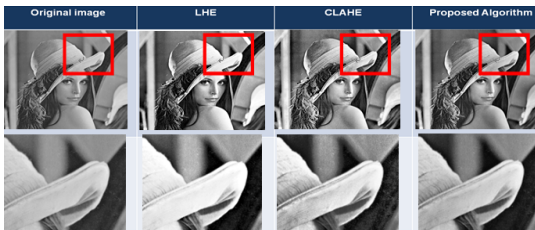
본 논문에서는 흔들림 제거 영상의 색상 보정을 위해 일정 영역으로 분할하여 각각의 영상에 대하여 히스토그램을 계산하였다. 영상의 흔들림으로 인해 특정 값으로 집중된 형태를 분산시켜 히스토그램 기울기를 완만하게 조절하여 차량용 영상의 보정을 확인하였다. 차량용 영상 보정 기술에서 인식하는 사람에 따라 개인적 차이가 발생하여 객관적 비교를 할 수 없기 때문에 히스토그램에 존재하는 명암을 보정하기 위해 PNSR, SSM, AMBE 같은 기준을 적용하지 않았다. 그리고, 일반적 명암 제어 결과 평가는 절대적 기준이 없기 때문에 인간 시각에 의존하여 원본 영상과 비교하였을 때, 영상 디테일의 인식 정도에 대한 기준, 명암 보정 시 잡음증폭 대한 기준, 영상의 자연스러움에 대한 기준을 사용하였다. 즉, 영상에서 어두운 영역의 노이즈 발생과 밝은 영역의 불분명한 부분 발생 등의 주관적 평가를 실시하였다.

그림 17은 원본 영상과 비교하였을 때, 세부 손실과 노이즈 증폭에 따른 영상의 자연스러움 정도를 판단한 일반적인 대비 향상을 판정결과를 나타낸다. 영상 대비 향상 결과를 판단하기 위한 절대적인 지표가 없기 때문에, 인간의 지각에 의존하여 영상의 어두운 영역에 노이즈가 있는지, 밝은 영역에 불분명한 부분이 있는지 등의 주관적인 평가를 실시하였다. 원본 영상과 비교했을 때 영상의 세부 손실이 발생되지 않았고, 노이즈 증폭이 없었으며 영상이 자연스럽게 보이는 결과를 얻었다.



[Fig. 17] Contrast enhancement rate decision result

그림 18은 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘의 휘도 레벨 비교 결과를 나타낸다. 다른 알고리즘과 비교하여 전체 영상의 디테일, 노이즈, 자연스러움을 판단하였을 때, 제안된 알고리즘의 결과에서 그림의 사각형 안에 존재하는 모자 부분을 확대해 보면 영상 디테일이 원본에 가장 가깝게 복원되었고, 노이즈가 가장 적으며, 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 결과를 얻을 수 있었다. 그림 19는 컬러 레벨의 비교 결과를 나타낸다. 컬러 레벨에서도 전체 영상의 노이즈가 감소되어 복원되는 결과를 얻었다.



[Fig. 18] Comparison of luminance level



[Fig. 19] Comparison of color level

표 1은 기존의 알고리즘들과 제안된 알고리즘의 비교를 나타낸다[9-12]. 기존 알고리즘은 S/W 방식으로 구현되었기 때문에 구현을 위해 PC가 필요하였고, 실시간 처리가 불가능하였으며, 메모리를 사용하는 결과를 얻었다. 그러나 제안된 알고리즘은 H/W 방식 구현되기 때문에 구현을 위해 FPGA방식이 요구되었고, 처리 시간은 영상 흔들림 보정이 실시간으로 이루어 졌으며, 메모리를 사용하지 않는 결과를 얻을 수 있었다. 결과적으로 차량용 영상 보정을 위한 시간이 감소되었고, 노이즈를 감소시켜 효율적인 영상 보정 결과를 얻을 수 있었다.

[Table 1] Comparison of algorithm

Algorithm	[9]	[10]	[11]	[12]	Propose
Implemented	S/W	S/W	S/W	S/W	H/W
Requirement	PC	PC	PC	PC	FPGA
Time consumption	Not real-time	Not real-time	1.47sec	Not real-time	Real time
Memory	≥2 frame	1 frame	1 frame	1 frame	No frame

4. 결론

본 논문에서는 운전자 상황인식을 위해 기존의 차량용 흔들림 보정 기술이 가지는 문제점을 보완하고, 영상 처리를 복합적으로 적용한 히스토그램 균등화 기반의 효율적인 차량용 영상 보정 알고리즘을 제안하였다. 제안된 영상 보정 알고리즘은 움직임 추정 및 움직임 보상을 통해 차량용 영상의 흔들림을 제거하고, 영상을 개선하기 위해 영상을 일정 영역으로 분할하여 각각의 서브 영상에서 픽셀 값의 히스토그램 계산 및 기울기 조절을 통해 영상을 개선하도록 설계 하였다. 또한, 실제 카메라 영상을 이용한 실험을 통해 기존 차량 영상 안정화 기술과 비교하고, 효율성 분석 및 성능평가를 하였다.

본 논문에서 제안된 영상 보정 알고리즘은 기존 차량용 영상 안정화 기술과 비교하였을 때, 차량용 영상에 대한 흔들림 제거는 메모리를 사용하지 않고 실시간 처리를 했기 때문에 다른 방법과 비교하여 효율성을 입증하였고, 블록 정합을 통한 연산으로 계산 시간 감소 효과를 얻었다. 또한, 기존의 알고리즘과 휘도 레벨 및 컬러 레벨을 비교하였을 때, 노이즈가 가장 적고 영상의 자연스러움이 더 뛰어난 복원 결과를 얻을 수 있었다.

References

- [1] S.Y Tak, J.M Ban, S Lew, W.J Lee, B.R Lee and H.C Kang, "A Study on an Image Stabilization in Moving Vehicle" Journal of The Institute of Electronics Engineers, vol. 49, SP no 4, pp.95-104, Jul 2012.
- [2] S.Y Kim, G.K Kang, Y.W Ryu, S.Y Oh, K.S Kim, S.C Park, and J.W Kim, "Intelligent Driver Assistance Systems based on All-Around Sensing", IEIE, Journal of IEIE (TC), Vol 43, No. 9, pp49-59, Sept. 2006.
- [3] Lucas, B. & Kanade, T., "An iterative image registration technique with an application to stereo vision", Proceeding DARPA Image Understanding Workshop, pp121-130, Apr. 1981.
- [4] A. Karpenko, D. Jacobs, J. Baek, and M. Levoy, "Digital Video Stabilization and Rolling Shutter Correction using Gyroscopes", Stanford Tech Report CTSR 2011-03, pp1-7, Mar. 2011.
- [5] A. Amanatiadis, A. Gasteratos, S. Papadakis, and V. Kaburlasos, "Image Stabilization in Active Robot Vision", INTECH, Robot Vision, pp261-274, Mar. 2010.
- [6] M. Drahanický, F. Orság, and P. Hanáček, "Accelerometer Based Digital Video Stabilization for General Security Surveillance Systems", International Journal of Security and Its Applications, Vol. 4, No. 1, pp1-10, Jan. 2010.
- [7] T. Kondo, W. Kongprawechon, "A matching technique using gradient orientation patterns", Thammasat Int. J. Sc. Tech., Vol. 14, No. 3, pp41-55, Sept. 2009.
- [8] J.H. Shin, S.B. Jang, and I.H. Jee, "Introduction of Digital Image Process", Hanhit media, Jan. 2008
- [9] W. Cho, D. Kim, and K. Hong, "CMOS digital image stabilization," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 53, No. 3, pp. 979 - 986, Aug. 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2007.4341576>
- [10] C. W. Chiu, P. C. P. Chao, and D. Y. Wu, "Optimal design of magnetically actuated optical image stabilizer mechanism for cameras in mobile phones via genetic algorithm," IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 6, No. 43, pp. 2582-2584, Jun. 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TMAG.2007.893320>
- [11] W. Cho, K. Hong, "Affine motion based CMOS distortion analysis and CMOS digital image stabilization," IEEE Trans. Consum. Electron., Vol. 53, No. 3, pp. 833 - 841, Aug. 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TCE.2007.4341576>
- [12] A. Amanatiadis, I. Andreadis, "An integrated dynamic image stabilizer applied to zooming systems," in Proc. of the IEEE Instr. Meas. Technol. Conf., pp. 1 -5, May. 2007.

홍 성 일(Sung-II Hong)

[정회원]



- 2007년 2월 : 세명대학교 컴퓨터과 학과 (이학사)
- 2009년 8월 : 세명대학교 대학원 전자계산교육학과 (교육학석사)
- 2009년 8월 ~ 현재 : 세명대학교 대학원 전산정보학과 (박사과정)

<관심분야>

SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC Design, RTOS and Embedded Systems, Lighting Control Systems

인 치 호(Chi-Ho Lin)

[정회원]



- 1985년 2월 : 한양대학교 (공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 (공학석사)
- 1996년 8월 : 한양대학교 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 컴퓨터학부 교수

<관심분야>

SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC Design, RTOS and Embedded Systems, Lighting Control Systems