

웨이블렛 변환과 히스토그램 지정연산을 이용한 조명처리의 개선

Enhanced Illumination of Image Using Wavelet-Based Normalization and Histogram Fitting for Face Recognition

오두식¹,전승선¹,김대환¹,김석호¹,김상훈²
,조성원¹,김재민¹,정선태²

¹ 서울시 마포구 홍익대학교 전기정보제어공학과
E-mail: dusik@hongik.ac.kr

² 서울시 동작구 숭실대학교 전자공학과
E-mail: cst@ssu.ac.kr

요 약

비디오 시스템으로 영상 획득하는 과정에서 다양한 조명상태는 얼굴인식에 있어서 심각한 영향을 준다. 본 논문에서는 웨이블렛 변환을 이용하여 영상을 나눈 후 각각의 영역에 얼굴영상을 인식에 알맞은 조명상태로 변환한다. 변환과정은 얼굴을 히스토그램 지정연산으로 명암에 대해 개선과 경계부분을 강화하여 얼굴인식을 위한 영상을 만들어 인식률을 높였다.

Key Words : Wavelet Transform, Histogram, Face Recognition

1. 서 론

얼굴인식 시스템에서 입력되는 얼굴영상의 상태는 인식에 있어서 가장 비중을 많이 차지한다. 얼굴영상은 다양한 조명, 자세, 인종 등에 따라 인식에 있어서 달라지는데 본 논문에서는 영상의 조명상태를 얼굴인식에 맞게 개선을 하였다.

영상에 있어서 조명의 영향은 영상처리에 많은 영향을 주는데 어둡다거나 특히 한쪽방향으로 조명으로 인해 얼굴의 음영이 나타나는 경우 인식률을 떨어뜨리는 중요한 요인이 된다. 조명 전처리에 관한 분야는 얼굴인식뿐만 아니라 많은 인식분야에서 빠질 수 없는 부분이다.

사람이 다른 사람을 기억할 때 신체 부분 중 가장 먼저 보는 부분은 얼굴이다. 같은 사람의 얼굴이라도 조명상태에 따라 달라 보일 수 있다. 영상의 빛성분을 제거하기 위해 많은 방법들이 사용되었다. 음영영상에서의 조명 형성 복원방법(Shape from Shading)을 사용하였다[1]. 학습입력 영상의 다양한 조명상태로 다양한 조명상태를 표현하는 방법(Active Appearance Models ,AAM)을 사용하였다[2].

또한 웨이블렛 변환(Wavelet Transform)을 이용하여 영상분리 후 특정영역의 영상에 히스토그램평활화 (Histogram Equalization)를 방법을 사용하여 조명처리의 개선 방법을 사용하였다[3].

본 논문에서는 웨이블렛 변환과 히스토그램 지정연산(Histogram Fitting)을 통한 빛 성분을 제거 및 경계(edge)강화를 통해서 조명처리의 개선을 제안한다.

2장에서는 웨이블렛 변환이론에 대해 설명하고 3장에서는 히스토그램에 대해 설명하였다. 4장에서는 제안하는 조명개선 알고리즘 설명을 하였다. 5장에서는 실험을 통해 조명처리의 개선효과를 보여주었고 6장에서는 결론 및 향후 개선방향에 설명하였다.

2. 웨이블렛 변환

웨이블렛(Wavelet) 이론은 여러 가지 신호처리 분야에서 독립적으로 발전되어 온 다양한 기법들을 일괄하는 토대를 제공하여 주고 있다. 예로 음역이나 영상압축분야에서 발전한 Subband Coding, 컴퓨터 비전분야에서 연구된

다해상도 신호처리 등은 웨이블릿 이론에 기초를 둔 다른 접근방식들이다.

피라미드(Pyramid) 구조를 이용한 웨이블릿 변환은 가장 널리 알려진 웨이블릿 변환 방식으로 그 구조는 그림 1과 같다.

2차원 이미지의 각 행에 대해 저역 통과 필터와 고역 통과 필터를 적용시키고 2로 다운 샘플링을 수행하면 4개의 서브 영상 LL, LH, HL, HH가 생성된다. 이러한 4개의 서브 밴드 영상을 결합하여 원본 영상과 동일한 샘플의 개수를 갖는 출력 영상이 만들어진다.

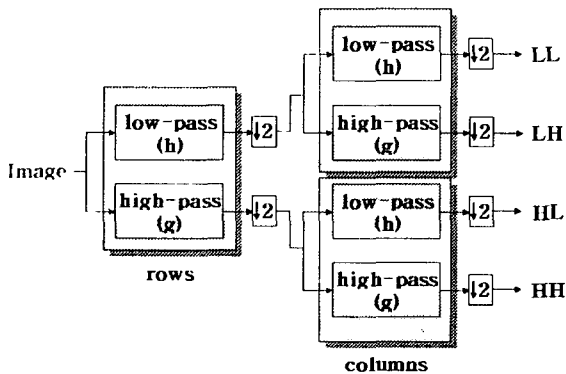


그림 1. 웨이블릿 변환의 단위구조



그림 2. 얼굴영상의 웨이블릿 분리 (Yale Face Database B)

- LL: 저역통과필터를 두 번 통과한 저주파영상.
- LH: X성분을 가지고 있는 고주파영상.
- HL: Y성분을 가지고 있는 고주파영상.
- HH: 고역통과필터를 두 번 통과한 고주파영상.

3. 히스토그램

히스토그램(Histogram)은 흔하게 쓰는 영상처리 방법 중 하나이다. 영상의 중요한 색상정보를 담고 있다. 색상 히스토그램을 그려서 사진감색을 하는 방법도 제시된바있다[4].

히스토그램은 영상의 명암값의 분포를 담은

수 있는 도구로서 이를 이용하면 명암도 분포를 알 수 있다. 구성방법으로는 그림3과 같이 0부터 255까지의 명암값을 가로축과 각 화소 명암값에 해당하는 개수를 세어 세로축을 표시한다.

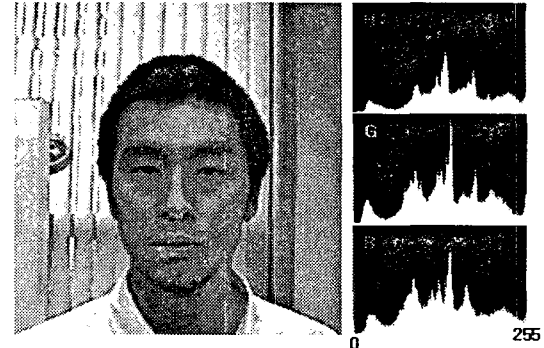


그림 3. 얼굴영상의 RGB 히스토그램

히스토그램으로 영상을 개선한 여러 가지가 있다. 그 중 하나로 히스토그램 평활화(HEQ: Histogram Equalization)은 영상의 전체적인 명암을 개선하는 방법에 많이 쓰이고 있다. HEQ은 각 화소의 값들을 가능한 균등한 화소의 값들로 나타내는 방법이다. 이 방법은 배경이 밝고 물체가 어두울 때 물체가 더욱 어두워져지는 단점이 있다. 다른 방법으로 히스토그램 스트레칭이 있다. 한쪽으로 치우친 히스토그램을 늘릴 수 있는 방법이다. 히스토그램에서 최저 화소의 값과 최고 화소의 값을 정할 수 있어서 영상개선의 효과가 있으나 히스토그램 분포가 넓게 퍼져있는 경우에는 효과가 미비하다.

본 논문에서 제안하는 방법으로 히스토그램 지정연산(HFT: Histogram Fitting)이 있다. 조명상태가 좋은 영상의 히스토그램을 이용하여 조명상태가 안 좋은 얼굴영상을 조명상태가 좋은 히스토그램으로 변환하면 영상이 원하는 영상을 얻어 조명처리의 개선효과를 볼 수 있다.



그림 4. HEQ의 조명처리 문제점 (Hongik Database B)

Hongik Database B : 5가지 자세, 4가지 조명상황으로 된 12명의 20대로 구성된 얼굴사진.

4. 제안하는 조명개선 알고리즘

4.1 QMF 웨이블릿 변환

영상의 분리 및 복원에 쓰인 웨이블릿 변환은 가장 많이 이용되는 Haar 웨이블릿 대신 완벽하게 복원하는 성질을 가진 QMF(Quadrature Mirror Filter) 웨이블릿을 이용하였다. Daubechies 4-, 8-, 16-, 32- 픽셀크기의 복원필터를 이용할 수 있다. 복원필터가 클수록 복원 시 원영상과 비슷한 영상을 얻을 수 있으나 16-과 32-은 영상복원의 차이가 거의 없었다. 본 논문에서는 실험은 16-을 사용하였다. 640X480 크기 영상을 분리 복원시 신호 대 잡음비 (SNR: Signal to Noise Ratio)로 복원에 문제가 있는지 확인할 수 있다[5].

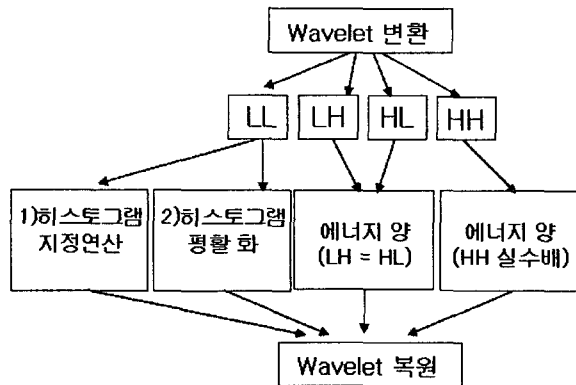


그림 5. 제안하는 조명 전처리 알고리즘
 1) 제안하는 방법: 히스토그램 지정연산
 2) 비교할 방법 : 히스토그램 평활화

4.2 얼굴 조명 개선 및 강화

웨이블릿으로 분리한 영상은 4등분되어 진다. 각각의 영역에 다른 영상처리를 하여 조명상태를 개선하였다. 제안하는 알고리즘은 그림 5에 순서도에 나타나있다.

LL영역의 처리방법인 HFT는 얼굴인식에 적합한 100장의 사진의 히스토그램으로 누적히스토그램을 만들어 얼굴인식용으로 만들고 입력되는 얼굴입력영상을 모델링된 영상의 히스토그램으로 바꾸어주는 방법이다. 이는 영상의 얼굴특징정보를 최대 보전하면서 원하는 조명 개선효과를 볼 수 있다.

LH, HL 영역의 영상은 LH, HL의 영역에 영상에 스칼라배하면 경계부분이 너무 강화되어 복원 시 잡음으로 인식되는 경우가 많다. 본 논문에서는 LH와 HL의 에너지를 맞추어 경계를 강화하였다.

HH 영역의 영상은 고주파영상이기 때문에 영상의 경계를 강화하기에 적합하다. HH를 실수 배(Scale factor)를 하였다. 실험에서 쓰인 방법은 LH의 에너지양에 1/2배이다.

4.3 QMF 웨이블릿 복원

서브영상(Subband image)에 조명개선(LL)과 경계강화(LL, HL, HH)를 위한 영상처리 후 분

리할 때 쓰인 복원필터 크기와 계수로 웨이블릿 역변환 하여 복원하였다.

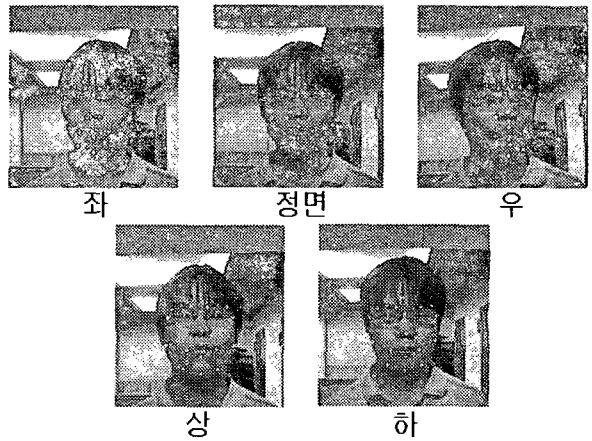
4.4 얼굴인식 알고리즘

본 논문에 쓰인 얼굴인식 시스템은 EBGM 알고리즘을 이용하였다. 크기가 다른 5개의 마스크와 8방향으로 구성된 40개의 다른 가버 계수(Gabor mask)를 이용하여 얼굴인식 시스템을 구성하였다[6].

5. 실험

5.1 홍익 얼굴 데이터베이스 C

본 논문에 쓰인 얼굴 데이터베이스(Hongik Face Database C)는 일반인들 120명 사진으로 크기는 640(row)X480(column)사진으로 좌, 우, 정면, 상, 하 5가지 자세이고 조명상태는 사람마다 서로 다른 시간에 실내조명상황에서 찍은 실제 얼굴인식(연령 20대~50대)에 적용된 사진으로 구성되어있다. 사람마다 그림 7과 같이 2가지 조명상태로 구성되어 있다. 또한 자동작업으로 EBGM의 랜드마크(Landmark)를 잡은 파일이 포함되어있다. 그림 6는 영상을 눈 좌표를 기준으로 256X256으로 전 처리한 후 자동으로 특징점을 잡은 사진이다.



EBGM의 특징점을 잡은 사진

그림 6. Hongik Face Database C

5.2 얼굴인식 실험 결과

본 논문에서는 그림 7을 보면 같은 사람 다른 조명조건에서 조명개선 효과에 대해서 제안하는 방법과 HEQ의 방법을 비교하였다. EBGM를 이용한 얼굴인식에서는 얼굴의 조명의 차이가 심할수록 인식이 떨어지는 점을 실험을 통해 알 수 있었다. 제안하는 방법으로 인식률을 높였다. 얼굴인식 실험은 120명을 등록 후 120명 테스트를 통해 인식률을 보았다. 결과는 표

1에 나타나 있다. RAW는 조명전처리를 하지 않은 영상 후백영상에 대한 실험결과이다. 제안된 HTF은 RAW 및 HEQ 에 비하여 62.18% , 7.81%의 인식을 향상을 확인할 수 있었다.

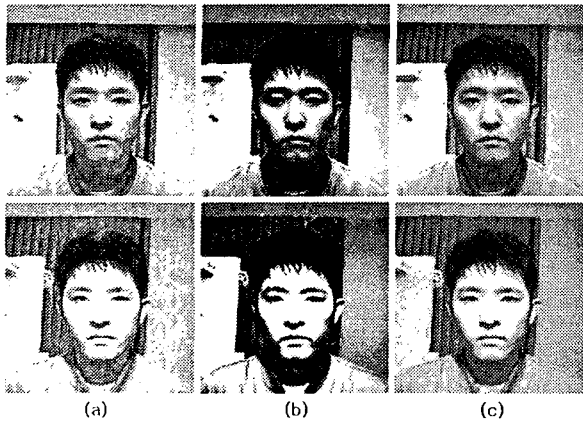


그림 7. 다른 조명 조건에서의 조명처리 결과
 a) 원 영상 b) 웨이블렛 히스토그램 평활화 영상
 c) 웨이블렛 히스토그램 지정연산 영상(제안하는 방법)

얼굴의 영상전처리	인식(%)
RAW	30.26
HEQ	84.57
HFT	92.38

표 1. Hongik Face Database C를 통한 인식실험

6. 결론 및 향후방향

본 논문에서는 웨이블렛 변환과 히스토그램을 이용하여 얼굴인식(EBGM)에 적합한 조명의 개선 효과를 보았다. 웨이블렛 변환으로 분리한 서브영상 영역을 다른 영상처리 방법을 하였고 웨이블렛 역변환하여 영상을 복원하였다.

앞으로 보안할 내용으로는 히스토그램을 이용한 조명개선은 영상의 전체적인 조명은 개선하지만 국부적인 개선에는 효과가 미흡하다. 영상의 국부적인 조명개선을 위해서 영상을 분할할 필요가 있다. 또한, 경계부분을 강화하는 방법 때문에 영상의 잡음이 발생하는 부분에 대하여 영상의 경계선이 흐리게 안할 수 있는 필터를 적용하면 인식에 적합한 개선효과를 볼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] Terence Sim ,Takeo Kanade, "Combinig Models and Examplars for Face Recognition: An Illumination Example", In Processing of Workshop on Models versus Exemplars in Computer Vision, CVPR 2001

[2] T. Cootes, G. Edwards, and C. Taylor, "Active appearance models", IEEE Trans. On Patt. Ana. and Mach. Intell., vol. 23, no.6, pp.681-685,2001

[3] Shan Du and Rabab Ward, "Wavelet-Based Illumination Normalization for Face Recognition", IEEE , 2005

[4] 김주현, "고속 웨이블렛 변환 기술을 이용한 효율적인 영상검색", 전남대학교 ,2000

[5] Mark R. Banham, Nikolas P. Galatsanos, Hector L. Gonzalez, Aggelos K. Katsaggelos, "Multichannel Restoration of Single Channel Images Using Wavelet-Based Subband Decomposition", IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, Vol. 3,NO. 6, 1994

[6] David S. Bolme, "ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING", Colorado State University ,2003