

명암변화에 강한 웨이블릿 변환 기반의 얼굴검출

조치영* · 김수환*

*부산외국어대학교

Wavelet Transform based Robust Face Detection

Chi-Young Cho* · Soo-Hwan Kim**

*Pusan University Of Foreign Studies. Div. of Computer Engineering

E-mail : cycho*,shkim**@pufs.ac.kr

요 약

본 논문은 웨이블릿 변환 특성을 기반으로 조명의 영향을 표현하는 표준 영상 왜곡 모델을 구축하여 조명 및 기타 영상의 왜곡에 강한 얼굴검출 기법을 제시한다. PC카메라 환경에서와 같이 입력 영상의 명암왜곡이 지속적으로 존재하는 응용에서는 히스토그램 평활화, 명세화와 같은 기존의 명암도 보정 방법으로는 효율적인 얼굴탐색이 어렵다. 따라서 입력 영상의 왜곡정보를 분석하고 이 정보가 입력 영상의 보정에 사용될 수 있다면 효율적인 얼굴검출이 수행될 수 있을 것이다. 본 논문에서는 입력 영상의 웨이블릿 변환으로 얻어진 각 고주파 영역의 픽셀을 조사하여 원 영상의 가로, 세로, 대각선 방향의 에지 정보를 분석함으로써 현재 입력된 영상의 명암 상태를 확인하고, 얼굴특징요소 중 눈을 기준으로 검출을 수행하여 아주 어둡거나 밝은 환경에서도 얼굴검출 성능을 높이도록 한다.

ABSTRACT

In this paper, we present a system for robust face detection based on wavelet transform using the standard models of image distortion. In the previous works, it was known to be difficult to treat a distorting of image information such as noises and light of the images obtained by a still camera and a movie camera. we analyze the high frequency information by using wavelet transform. This information is used for testing the image distortion and constructing the standard models of image distortion. The experimental results show that our extracting method based on standard models of image distortion is very effective.

키워드

face detection, wavelet transform, image distortion model

1. 서 론

영상에서 얼굴을 검출하고 인식하는 응용들은 패턴 인식, 컴퓨터 비전, 신경망 등과 같은 다양한 분야에서 활발하게 연구되어지고 있고 과거 실험 단계의 응용들이 최근 들어 실생활에 많이 활용되고 있다. 이러한 얼굴인식기술은 인증 처리에만 국한되지 않고 컴퓨터와의 자연스러운 인터페이스, 자동차 운전자의 졸음방지, 화상회의의 특징인 주시 기능 등, 비 인증 분야에 활용되는 경우도 많다. 이러한 기술은 먼저 영상 내에서 처리 대상인 얼굴 개체를 추출하는 것이 우선이며,

따라서 얼굴영역 추출분야의 연구도 얼굴인식 분야와 함께 활발히 진행되어오고 있다[1].

얼굴영역 추출은 대상 영상이 동영상인지 정지 영상인지의 여부와 영상입력 매체의 성능에 따라 효율적으로 적용할 수 있는 기법이 정해진다. 본 논문에서는 최근 많이 보급되어있는 PC카메라 환경에서 얼굴인식 및 기타 응용을 위한 선행 과정인 얼굴검출을 효율적으로 수행할 수 있는 방법을 제시한다. PC카메라로부터 획득된 이미지는 안정적인 상태로 획득된 이미지를 보다 밝기 및 화질의 변화가 상대적으로 많으므로 검출 과정에서 상대적으로 오류가 발생할 가능성이 크다.

영상 내의 특정 개체를 추출하기 위해 형판정합(template matching), 에지 분석, 색상 분석, 영상 이진화 기법과 같은 이미지 분석방법이 사용되거나, 신경망(Neural Network)과 같은 학습 기법들이 사용되어져 왔다[8,9,10,11,12]. 이미지 분석방법의 경우 대상 영상의 잡음 및 조명 등 영상왜곡에 대처하기가 어려운 단점이 있으며 신경망과 같은 학습이론의 경우, 학습이론 자체의 특성으로 잡음 및 조명 등 완만한 영상왜곡에 대처할 수 있는 특성이 있으나 잡음과 조명 변화가 상대적으로 많은 실시간 PC카메라 환경에 적용하기에 어려운 점이 있다. 특히 전면/후면광, 상하좌우 측에서 비추어지는 조명에 의해 검출 객체가 왜곡되는 상황이 발생되어 기존의 방법으로는 난해한 경우가 발생된다[1].

본 논문에서는 웨이블릿 변환 특성을 기반으로 조명의 영향을 표현하는 표준 영상 왜곡 모델을 구축하여 조명 및 기타 영상의 왜곡에 강한 얼굴 검출 기법을 제시한다.

웨이블릿 변환은 영상신호를 다중 해상도로 해석할 수 있으며 시간과 주파수 도메인(domain)에서의 신호분석을 대차 분석할 수 있는 특성 등, 영상의 주파수 성분을 효율적으로 분석할 수 있기 때문에 신호 및 영상처리 분야에서 많이 응용되고 있으며[2], 얼굴 검출 및 인식을 위한 영상 특징 분석에도 널리 사용되고 있다[2,3,4,5,6].

본 논문에서는 입력 영상의 웨이블릿 변환으로 얻어진 각 고주파 영역의 픽셀을 조사하여 원 영상의 가로, 세로, 대각선 방향의 에지 정보를 분석함으로써 현재 입력된 영상의 명암 상태를 확인하고, 얼굴특징요소 중 눈을 기준으로 검출을 수행하여 아주 어둡거나 밝은 환경에서도 얼굴검출 성능을 높이도록 한다.

II. 얼굴검출 개요

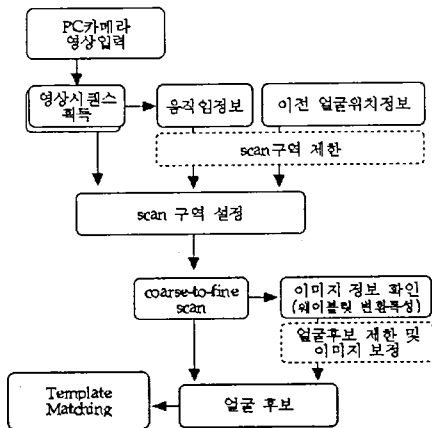


그림 1 얼굴검출 시스템 개요

얼굴검출은 PC카메라로부터 입력되는 352×288 크기의 이미지에서 coarse-to-fine 방식으로 32×32 크기의 window로 스캔하여 얼굴 검출을 시도한다. 시스템 개요도가 그림 1에 나타나 있다.

대상구역은 차영상을 사용하여 얻은 움직인 부분으로 제한될 수 있다. 차영상에서 움직인 부분 검출이 실패하면 카메라 영상 가운데 부분의 사각형 구역부터 coarse-to-fine 탐색을 시작한다. 본 논문에서 검출을 위한 얼굴영역 sample의 크기는 32×32픽셀이다. 352×288 크기의 입력영상의 특정 영역을 점점 축소해가며 각 단계별로 32×32 window로 회선하여 형판정합(template matching)방법으로 얼굴검출을 수행한다. 따라서 최소 32×32의 얼굴크기부터 352×288에 포함될 수 있는 얼굴크기를 모두 검출할 수 있다. 그러나 PC카메라로 입력되는 얼굴의 크기 정보는 보다 제한적이므로 고속의 수행을 위해 축소될 범위를 제한할 수 있다. 본 시스템에서는 64×64에서 256×256까지의 얼굴 크기를 검출할 수 있도록 설정하였으며, 검출대상은 눈, 코, 입을 포함하는 정사각형 구역으로 설정하였다.

III. 얼굴검출 및 추적

우선 각 조명상황에 따른 표준 얼굴 영상으로 형판을 형성하며, 이 형판으로 웨이블릿 변환 특성을 구축한다. 조명에 의한 영상왜곡 상황은 아래 그림과 같이 10가지로 설정하였으며, 표준 얼굴 영상으로 10가지 조명 상황에서의 왜곡영상을 획득하여 각각을 웨이블릿 변환을 수행하였다. 본 논문에서는 기저함수를 Haar 웨이블릿을 사용하였다. 웨이블릿 변환을 수행하면 저주파성분(L)과 가로(H), 세로(V), 대각선(D) 방향 고주파성분이 구해지는데, 이중 고주파성분이 영상의 조명에 의한 왜곡상황을 파악하는데 사용된다.

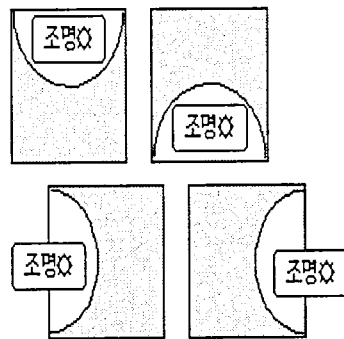


그림 2 상하좌우 왜곡모델

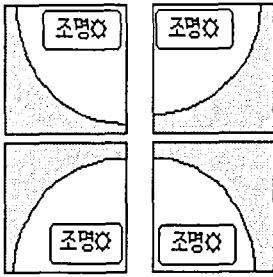


그림 3 대각방향 왜곡모델

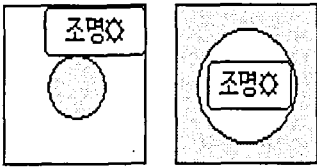


그림 4 전후광 왜곡모델

얼굴영역의 웨이블릿 변환으로 얻어진 각 고주파영역은 얼굴에 반영된 왜곡정보를 잘 표현하고 있으므로 PC 카메라 환경에서 조명에 의한 영상 왜곡에 대처할 수 있다. 아래 그림은 왼쪽에서 조명을 비추어 PC카메라로 획득된 특정 프레임의 얼굴 영상을 웨이블릿 변환을 수행한 후의 각 고주파 성분을 보여주고 있다



그림 5 조명에 의해 왜곡된 예

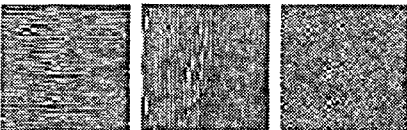


그림 6 그림 7 그림 8

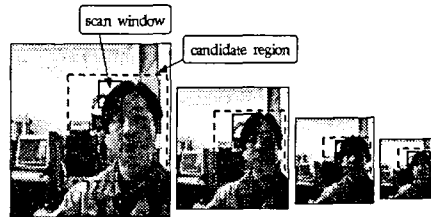
그림 6 가로방향 고주파성분(H)
 그림 7 세로방향 고주파성분(V)
 그림 8 대각방향 고주파성분(D)

본 논문에서는 조명에 의한 영상의 왜곡상태를

판단하기 위해 웨이블릿 변환 결과 얻은 고주파 성분을 모두 사용한다. 그림6, 그림7, 그림8에서 보이는 것처럼 좌측 조명에 의해 웨이블릿 변환 결과 얻은 고주파 성분에 오른쪽의 어두운 부분의 특성이 잘 나타나고 있다.

얼굴 검출시 coarse-to-fine 방식의 탐색을 수행한다. 즉 확률이 높은 구역을 대상으로 보다 자세한 탐색을 수행하게 된다. 대상 scan window의 이미지는 명암도 정규화 방식의 템플릿 정합(template matching)을 사용하여 주어진 이미지가 얼굴영역인지를 판단한다. 첫 단계에서 가장 높은 확률의 scan window가 주어진 범위 내의 낮은 확률의 얼굴이라 판단되면 양 눈을 검출하여 조명 왜곡 상황을 판단한다. 본 시스템에서는 가장 높은 확률을 가지는 scan window의 얼굴표준 이미지와의 정확도가 30%이상 60%미만 일 경우 웨이블릿 변환 특성을 사용하여 판단하였다. 하한치를 더 작게 지정할 경우 얼굴이 아닌 영역이 검출될 가능성이 높아지게 되며 하한치를 높게 지정할 경우 보다 정확하지만 조명의 왜곡에 대처하는 능력이 떨어지게 된다.

한 번 검출된 얼굴영역과 조명 왜곡 정보는 다음 번 얼굴탐색을 위한 정보로 사용되어 얼굴탐색 시간을 줄이고 보다 빠른 얼굴 움직임도 포착할 수 있게 된다. 즉, 이전 얼굴의 위치를 참고하여 다음 위치를 추적하는데 사용되는 것이다.



PC카메라를 주시하는 얼굴의 움직임은 보통 크지 않으므로 다음 번의 얼굴 검출시 대상영역을 상당히 줄일 수 있으며, 또한 주위 일부분의 탐색만으로도 신속하게 얼굴검출을 수행할 수 있게 된다

IV. 결 론

본 시스템은 펜티엄III-866 MHz PC에서 Visual-C++을 이용하여 구현되었다. 실험을 위한 카메라는 CMOS방식의 일반USB-PC카메라를 사용하였다. 제한된 시스템과 비교하기 위해 기존의 전처리를 수행한 시스템과 비교 실험했다. 조명 상태는 조명이 카메라로 향하는 방향을 기준으로 후광, 상하좌우 측광, 정면광의 조명 방향과 조명의 밝기를 다르게 하는 것으로 하였다. 조명에 의한 왜곡에 대처하기 위해 히스토그램 평활화, gamma correction($\gamma=1.2$), Zero-mean 정규화 기

법을 사용하여 비교하였으나 조명에 의한 얼굴 상하좌우 명암 차가 심한 경우 모두 검출이 실패 하였으며 본 시스템에서 제안한 방법 만이 검출을 성공하였다.



그림 10 전면광에 의한 실험 예



그림 11 측면광(좌측)에 의한 실험

Packet Analysis for Face Recognition," Image and Vision Computing, Elsevier, 18(4):289-297, 2000.

[5] C. Garcia, G. Zikos, G. Tziritas, "A Wavelet-Based Framework for Face Recognition," Proc. of the Workshop on Advances in Facial Image Analysis and Recognition Technology, 5th European Conference on Computer Vision (ECCV'98), pages 84-92, Freiburg, Allemagne, Juin 1998.

[6] Boles, W.W., Boasshash, B. "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform," IEEE Trans. On Signal Processing, 46(4), pp. 1185-1188, 1998.

[7] Stephane. G. Mallet. "Wavelet for a Vision," IEEE, 84(4), pp. 604-614, 1996.

[8] Kin C. Yow, and Roberto Cipolla, "Feature-Based Human Face Detection," Second International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 1996.

[9] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition : Features versus Templates," IEEE Trans. PAMI, vol. 15, pp. 1042-1052, 1993

[10] Alan L. Yuille, Peter W. Hallinan, and David S. Cohen, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates," International Journal of Computer Vision. pp. 99-111, 1992

[11] S. Lawrence, C. Giles, A. Tsoi, A. Back, "Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach," IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 8, No. 1, pp. 98-111, 1997.

[12] Zhang, J., Yan, Y., and Lades, M., "Face Recognition: Eigenface, Elastic Matching, and Neural Nets," Proceedings of the IEEE, 85(9):1423-1435. 1997.

참고문헌

[1] Ming-Hsuan Yang, David Kriegman, and Narendra Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 1, pp. 34-58, Jan, 2002.

[2] L. H. Yang, T. D. Bui, C. Y. Suen, "An Application of Nonlinear Wavelet Approximation to Face Recognition," ICPR'02 Volume2, 2002.

[3] W. Zhao, R. Chellappa, A. Rosenfeld, P.J. Phillips, "Face Recognition: A Literature Survey," UMD CfAR Technical Report CAR-TR948, 2000.

[4] C. Garcia, G. Zikos, G. Tziritas, "Wavelet