

워핑 기법을 적용한 효율적인 얼굴 인식

정원구¹, 이필규²
인하대학교 지능기술연구실^{1,2}
jnls1@im.inha.ac.kr, pkrhee2@inha.ac.kr

Warping using for Efficiency Face Recognition

Won Gu Jung¹, pil kyu Rhee²
Inha University, Intelligent Technology lab.^{1,2}

요약

본 논문에서는 여러 가지 표정으로 입력되어지는 얼굴 이미지를 효율적으로 인식시키는 작업을 수행하는 방법에 대한 내용을 소개하고 있다. 각 얼굴 이미지들은 상황에 따라 많은 표정에 영향 성분을 포함하고 있다. 이런 각기 특성이 다른 얼굴 이미지들의 효율적인 인식을 위하여, 특징 점을 선정을 한 후 실험 진행을 하면 표정에 영향을 많이 받는 이미지를 구분할 수 있다. 여기서 제안하는 방법은 표정이 많이 포함된 이미지에 대하여 표정에 영향을 많이 미치는 특징 점과 그 특징 점 영역에 워핑 기법을 처리 함으로써 표정이 있는 이미지를 인식하는 방법을 제안한다.
Keyword : Face Recognition, Gabor Wavelet, Warping

1. 서론

최근 여러 가지의 생체인식 기술들이 많은 각광을 받으며 개발, 사용되고 있다. 생체인식 기술은 사람 개개인마다 확연히 구별되는 생체정보를 이용하기 때문에 높은 신뢰성을 보이며 편리성 면에서도 다른 보안 기술의 한계점이나 불편함을 여러 부분에서 보완해줄 것으로 기대된다. 이중 얼굴 인식 기술은 인식하고자 하는 대상이 직접 센서에 접촉하지 않아도 되는 장점이 있다. 하지만 얼굴 인식은 인식하고자 하는 대상을 인증하려 할 때 입력 받는 얼굴이미지의 표정과 그에 따른 진처리 방법 및 인식 방법을 어떻게 선택하여 적용하느냐에 따라 결과가 다르게 나타난다. 예를 들어 입력 되어지는 얼굴 이미지에 지나치게 많은 표정이 포함되어 있다거나 등록 당시 무표정하던 이미지를 입력 받았던 비교 대상이 되는 얼굴 이미지에 비해 특징이 많이 변형 된 것처럼 되어 인식률에 영향을 미칠 수 있다.

본 논문에서는 이렇게 각기 다른 표정으로 입력 되어진 얼굴 이미지의 효과적인 인식 작업을 수행하기 위해 워핑 방법을 이용한 실험을 했다. 얼굴 이미지의

특징점을 선정할 때 가보 웨이블릿을 이용하여 특징 점을 추출하였고, 그 특징 점을 통한 인식 실험 중 오류가 난 얼굴이미지와 올바르게 인식된 이미지들의 특징 점 중 가장 많은 변형이 있는 특징 점 영역인 눈과 입 영역의 특징 점의 특성을 파악하여 임계치를 설정한 후 그 임계치에 도달하지 못한 얼굴 이미지의 특징 점에 워핑 기법을 통하여 표정의 영향을 줄여나간다.

2. 관련 연구

신경망을 이용한 방법은 학습이 가능한 몇몇 소수의 클래스를 분류하는 방법으로써, 추상적인 표현을 함축하는 기능을 가지고 있다[1]. 복잡한 얼굴이 추상화되어 압축 저장된다는 장점을 가지고 있지만, 새로운 패턴이 들어왔을 때 전체적인 학습을 다시 수행해야 하기 때문에 매우 느리다는 단점을 가지고 있다. 이러한 신경망 대신 좀 더 실용적인 방법으로써 주성분 분석이 쓰이기도 하는데, 다변량 통계 분석 방법중 하나로써 데이터 차원의 감소라는 큰 장점이 있다. Turk 와 Pentland 는 이 주성분분석을

이용하여 고유얼굴을 만들어 얼굴 인식에 적용하여 좋은 결과를 얻었다. 하지만 얼굴의 전역적인 특징을 이용하기 때문에 눈, 코, 입등 세부적인 표현을 하지 못하기에 작지만 다양한 세부 변형을 표현해 내지 못한다는 단점이 있다[2]. 국소 특징 분석은 고유얼굴을 기반으로 한 방법인데 통계적으로 계산된 국소 특징과 위치로 객체를 표현하는 것으로 얼굴의 표정 변화, 조명 등의 변화 때문에 나타날 수 있는 문제들을 해결할 수 있다고 하지만 대부분의 특징들이 얼굴의 외곽에서 추출되기 때문에, 왜곡으로 인한 인식을 감소를 가져올 수 있다[3].

3. 가보 특징점 기반의 워핑

3.1 가보웨이블릿

가보 웨이블릿은 방향성분, 공간 주파수, 그리고 공간 지역성을 효율적으로 추출한다. 가보 웨이블릿은 생물학적 연관성과 계산적 특성 때문에 이미지 인식에 널리 사용되고 있다. 가보는 인간의 기본적인 시각 피질내에 있는 일반적인 세포의 수용계와 비슷한 모형을 가지고 있다. Receptive function 은 인간의 기본적인 시각 피질에서 뉴런의 수용계는 독자적인 주파수와 방향을 갖는다[4]. 가보 필터는 이미지에서의 노이즈와 중복성을 감소시키는데 효율적이다. 가보 웨이블릿은 이미지의 압축과 재표현에 특히 적합하다는 것을 보여주며, 서로 다른 주파수와 방향의 커널을 위한 회선 계수는 어떤 특정한 얼굴의 특징점에서 시작하는 것으로 계산되어 진다. Malsberg 가 제안한 가보 커널은 아래 수식 (1)과 같다.

$$v(x, y) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}\right) \cdot [\exp(i k_j(x^2 + y^2)) - \exp(-\frac{\sigma^2}{2})]$$

$$\vec{k}_j = (k \cos \theta_\mu, k \sin \theta_\mu)^T, k = 2 \frac{\mu \pi}{T}, \theta_\mu = \mu \frac{\pi}{n}$$

$$j = \mu + 8\nu, \nu = 0, \dots, m, \mu = 0, \dots, n$$

수식 (1)

수식 1 에서 첫번째 괄호 안의 항목은 커널의 주파수를 결정하며 두번째 괄호는 DC 값을 상쇄하며, DC-free 한 커널을 만들게 된다. σ 는 조절가능한 파라미터로서 wavelength 에 대한 가우시안 윈도우 길이의 비율을 나타낸다. 가보 웨이블릿은 보통 5개의 주파수, $\nu=0, \dots, 4$ 와 8 개의 방향, $\mu=0, \dots, 7$ 을 사용한다[5].

3.2 와핑

얼굴을 인식하는 데에 있어서 가장 안정된 인식률을 나타내는 얼굴의 표정은 '정면 무표정' 이다. 인식을 위한 정면 무표정 얼굴은 몇 가지 조건이 있는데, 눈은 반드시 뜬 상태이고, 찡그린 다던가, 과도하게 치켜 뜬 눈의 경우, 보조개가 들어가거나, 코 주위에 찡그림 역시 최소화 되어야 하며, 입은 다 물은 상태이어야만 한다[6].

그러므로 논문에서 제안하는 방법은 특징 기반 워핑(feature-based warping) 방법[7]을 이용하여 표정을 최대한 감소하였다. 기존의 메쉬 워핑 기법의 경우 메쉬(제어라인)가 일정하게 분포해 있기 때문에 메쉬를 조정하여 표정을 변형하기가 쉽지 않다. 따라서 메쉬의 제어 라인을 특징에 일치시키는 워핑 기법으로써 특징점 기반의 Field-based 워핑 방법을 이용하여 기존의 메쉬 워핑의 단점을 보완하였다.

4. 실험 결과

실험과정은 특징점 32 개로부터의 가보벡터를 추출한다. 본 과정을 통하여 추출된 가보벡터를 이용하여 실험이 이루어지는데 기존에 얼굴 인식 시스템의 인식률은 91.75%을 보이고 있다. 이 실험 중 오인식되는 얼굴 이미지의 경우와 정상적으로 인식되는 얼굴 이미지들의 가보 벡터값을 비교하면 인식이 정상적으로 되는 얼굴 이미지의 특징점의 분포와의 거리에서 차이를 보이는 것에 착안하여 실험을 진행하였다.

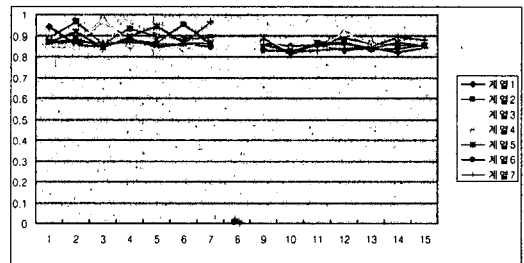
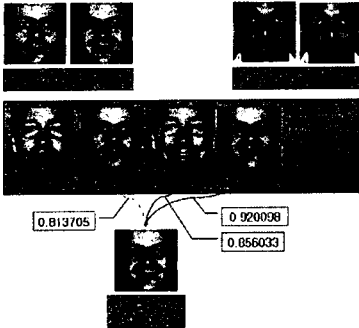


표 1

오인식 되는 얼굴 이미지의 경우와 정상적으로 인식되는 얼굴 이미지는 위의 표 1 과 같이 구분되어 지는데, 정상적으로 인식 되어지는 얼굴 이미지의 경우에는 0.850704 에서부터 0.941923 의 범위의 분포를 보이고 있으며, 오인식된 이미지의 경우 유사도가 0.85 보다 낮음을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는

경계값을 0.85 로 정하여, 오인식될 가능성이 있는 이미지를 분류한다. 이러한 오인식가능한 이미지는 표정이 많이 들어간 영상으로 분류하고, 와핑을 수행하여 보정한다.



와핑을 수행하는데 있어서 눈 영역과 입 영역의 특징점을 이용하여 와핑 처리를 한다. 기존의 메쉬 와핑 방법을 적용하게 되면 표정에 큰 영향을 받지 않는 부분까지도 변형되는 경우가 있다. 기존에 인식이 정상적으로 되는 얼굴 이미지의 특징점의 분포를 입의의 메쉬 형태의 선형구조를 특징점을 기반으로 만들어서 오인식되는 얼굴 이미지의 눈 과 입에 매칭하여 와핑을 적용하면 표정을 감소시키는 효과를 얻게 된다. 기존의 범위 기반의 일반적인 와핑 방법만을 적용했을 경우에는 그리 큰 영향을 받지 않은 92.2%의 인식률을 보였다. 하지만 임계치를 설정하여 오인식 될 가능성이 있는 얼굴이미지를 분류하고 눈 영역과 입 영역에 와핑을 처리한 후 특징점별 가중치를 부여하여 인식률을 측정하면 아래 표(1)와 같이 인식률의 향상을 보이게 된다.

	와핑이나특징점별 가중치 수행 이전	필드 와핑 수행	특징점별 가중치 + 특징점 기반 와핑
FERET DB(1204 개 이미지)	91.75%	92.26%	94.12%%

표 1

5. 결론

본 논문에서는 얼굴 인식에 표정이 많은 얼굴 이미지가 입력 되었을 때 각각의 이미지에 특징점 기반의 Field-Based 와핑 기법을 통하여 인식률 향상을 도모하였다. 가보 특징점은 자동얼굴 인식을 위한 특징을 추출하는데에 매우 효과적인 방법으로 알려진 바와 같이 우수한 성능을 보였으며, 임계치의 설정을

통하여 오인식될 가능성이 높은 이미지에 특징점 기반의 와핑을 통한 표정을 감소 시키는 방법은 표정으로 인한 오인식을 최대한 줄여주었다. 하지만 극단적으로 표정이 많이 가해진 이미지인 경우에는 항상 안정된 결과를 가져온다고 볼 수는 없었다. 향후 연구 방향은 각 얼굴 이미지의 특징 점 별 특성을 균집화 하여 임계치를 최대한 세밀하게 선정하여 더욱 자연스럽게 실험을 유도하고 각 데이터 별로 적합한 임계치 값을 정하는 방법을 연구하는 것이다.

6. 참고문헌

[1] H.A.Rowley, S.Baluja, T.Kanade, "Neural network-based face detection" Computer Vision and Pattern Recognition, 1996. Proceedings CVPR '96, 1996 IEEE Computer Society Conference on , 18-20 June 1996

[2] A.Pentland, B.Moghaddam, T.Starner, "View-based and modular eigenspaces for face recognition" Computer Vision and Pattern Recognition, 1994. Proceedings CVPR '94., 1994 IEEE Computer Society Conference on , 21-23 June 1994

[3] Penio S. Penev, Jeseoph J. Atick, "A General Statistical Theory for Object Representation " Network: Computation In Neural Systems, Vol.7, pp.477-500, 1996

[4]J. P. Jones and L. A. Palmer, "An evaluation of the two-dimensional gabor filter model of simple receptive fields in cat striate cortex," J. Neurophysiol., 58(6):1233-1258, 1987.

[5] L.Wiskott, J.K.Fellous, N.Kruger, von der Malsburg, C, "Face recognition by elastic bunch graph matching" Image Processing, 1997. Proceedings., International Conference on , Volume: 1 , 26-29 Oct. 1997

[6] Alex M. Martinez, "Semantic Access of Frontal Face Images: the expression-invariant problem," Content-based Access of Image and Video Libraries, 2000. Proceedings. IEEE Workshop on, 12 June. 2000.

[7] Beier. T and Neely. S, "Feature-Based Image Metamorphosis," Computer Graphics (Proc. Siggraph 92), Vol. 26, No. 2, 1992.

[8] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," Addison Wesley, pp.161-218, 1993.