

얼굴 표면의 형태정보를 이용한 3차원 얼굴인식

이동주, 신형철, 손광훈
연세대학교 전기전자공학과
생체인식 연구센터

e-mail : *inno708@hotmail.com, k9doli@yonsei.ac.kr, khsohn@yonsei.ac.kr*

3D face recognition based on facial surface information

Dong-Joo Lee, Hyoung-Chul Shin, Kwang-Hoon Sohn
Dept. of Electronics and Electrical Engineering
Yonsei University

Abstract

This paper describes a 3D face recognition using different devices for 3D faces and input faces which include several different pose. Before the recognition stage, through the EC-SVD, all data have to be preprocessed and normalized. At recognition stage, we propose the multi-point signature method for measuring facial surface information. And we use the root mean square error for matching. From the experiment results, we have 92.5% recognition rate.

I. 서론

얼굴인식기술은 최근 10여 년 동안 활발한 연구들이 진행되었다. 기존 2차원 얼굴인식기술의 경우, 얼굴의 포즈 및 조명변화에 민감하여 실제 사용 환경에서 낮은 인식률을 나타낸다. 그리고 영상획득기술이 발달함에 따라서 2차원 얼굴인식기술이 갖는 문제점들을 보완할 수 있는 3차원 얼굴인식기술에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다. 3차원영상은 포즈 및 조명 변화에

본 논문은 한국과학재단 지정 생체인식연구센터의 지원을 받아 이루어졌습니다.

영향을 받지 않는 얼굴 표면 형태정보와 깊이 정보를 가지고 있기에 인식에 있어서 유리한 특성을 가진다.

본 논문에서는 3차원 얼굴 영상의 얼굴 특징점에서 측정된 얼굴 굴곡 정도를 나타내는 Point Signature 그래프를 이용하여 얼굴인식을 수행한다. 또한 Multi Point Signature로 확장하여 얼굴인식을 수행하였으며, 또 다른 얼굴 표면굴곡을 측정하는 방식인 표면곡률지수(Surface Shape Index)에 의한 얼굴 인식 결과를 비교한다.

II. 얼굴인식시스템 및 전처리

2.1 얼굴인식시스템

본 논문에서 제안하는 3차원 얼굴인식시스템은 그림 1과 같이 입력단, DB단, 정합단으로 나누어진다. 이 시스템은 서로 다른 얼굴 획득 방법의 장비를 이용한다. 입력단의 경우 구조적 조명 방식의 얼굴 획득 장비를 사용하고, DB단의 경우 3차원 레이저 스캔 방식의 장비를 사용하여 3차원 얼굴 데이터를 획득한다.

2.2 얼굴 데이터 전처리

입력장치에서 얻어진 3차원 얼굴데이터의 경우 DB의 얼굴 데이터와 좌표축, 크기 및 위치가 다르기 때

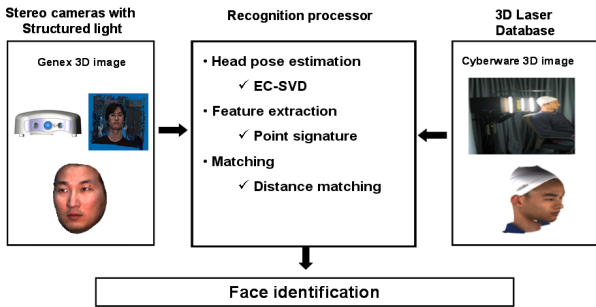


그림 1. 3차원 얼굴인식 시스템 구성도

문에 정규화를 통하여 DB와 같은 공간상에 놓이도록 한다. 얼굴 영역에서 다른 구성요소와 가장 구별이 되는 요소는 코이다. 가장 큰 깊이 값을 가지는 부분이 코끝이기 때문에 Z-buffer 알고리즘을 사용하여 코 끝 점을 추출하고, 그 점을 (0, 0, Z)로 정규화 시킨다. X 축과 Y축에 대해서도 동일한 과정을 수행한다. 각 축에 제한된 범위 $[-\sigma, \sigma]$, $[-\epsilon, \epsilon]$, $[0, z]$ 로서 다음 식 (1)로부터 얻을 수 있다.

$$F(x_i, y_i, z_i) = \left(\frac{F_x - F_{\min_x}}{F_{\max_x} - F_{\min_x}} \times \sigma, \frac{F_y - F_{\min_y}}{F_{\max_y} - F_{\min_y}} \times \epsilon, \frac{F_z - F_{\min_z}}{F_{\max_z} - F_{\min_z}} \times Z \right) \quad (1)$$

$F = (F_x, F_y, F_z)$: 입력데이터의 공간

얼굴 포즈 변화를 보정하기 위해 오류 보상 특이치 분해(EC-SVD)를 사용하였다. 오류 보상 특이치 분해 기법은 특이치 분해(SVD)를 이용하여 초기 각도를 추정 한 후, 남아있는 오류를 보상하기 위하여 추가의 정제 과정을 수행한다[1].

2.3 Point Signature

Point Signature의 경우 평행이동과 회전등에 영향을 받지 않고, 복잡한 곡면에 대해서도 표현가능하다. 얼굴의 굴곡 정도를 1차원으로 표현하기에 다루기 간단하며, 미분같은 복잡한 연산이 없기에 속도도 빠르다. 또한 Point Signature 반지름 값을 변화시키므로 해서 얼굴의 국소적인 특징 및 전체적인 특징도 나타낼 수 있다[2]. 반면, 표면곡률지수는 얼굴 표면을 2차 곡면함수로 근사화하고, 근사화한 함수를 미분하여 주곡률을 계산하여야한다.

III. 3차원 얼굴인식

얼굴인식 실험을 수행하기 위하여 DB는 Cyberware Scanner 3030RGB/PS로 획득된 100명의 3차원 데이터를 사용하였다. 입력 데이터로는 Genex FaceCam을 이용해 획득한 3차원 얼굴을 사용하였다. 입력 데이터는 각 개인마다 정면 영상과 좌우측으로 15도, 30도씩

포즈에 변화가 있는 5개의 입력 데이터를 사용하였다.

얼굴 특징점에 대해 Point Signature 단일 그래프인 경우와 얼굴의 전체적인 특징을 나타낼 수 있게 Point Signature 반지름을 늘려 Multi-Point Signature로 확장하여 얼굴인식을 수행하였다. 또한 표면곡률지수에 의한 방법도 같이 비교 수행하였다. 정합방법은 입력과 DB 데이터의 해상도가 다르기 때문에 기존 논문에서 제안한 허용 밴드(tolerance band)의 신뢰도가 떨어져 사용하지 않고, 빠르고 효율성을 살리기 위하여 학습과정이 없고, 간단한 거리정합을 이용한다.

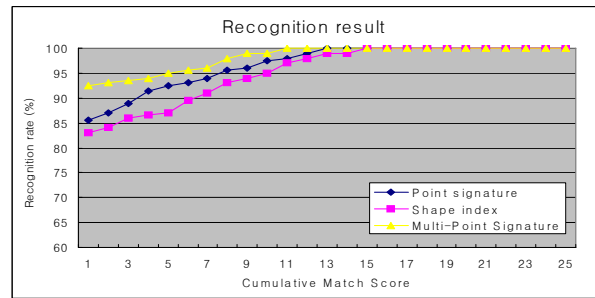


그림2. 얼굴인식 실험 결과

IV. 결론

그림 2와 같이 단일 Point Signature를 이용한 방식은 85.4%, 표면곡률지수를 이용한 방식은 83%, 얼굴의 전체적인 특징을 나타낸 Multi-Point Signature 방식의 경우 92.5%의 인식률을 나타낸다. 단일 Point Signature 방식인 경우 노이즈에 민감하기 때문에 이를 극복하기 위하여 Multi-Point Signature 방식을 제안하였다. 노이즈에 의한 영향을 다른 반지름을 갖는 Signature로 보상하였으며, 7.1%의 인식률 향상을 나타낸다. 향후 연구과제로 인식률 향상을 위하여 특징점의 레퍼런스 벡터의 방향을 고정시키고, 통계적 방법이나 Neuron Networks와 같은 다른 인식 알고리즘을 적용시킨다.

참고문헌

- [1] 송환중, 양육일, 손광훈 “3차원 얼굴인식을 위한 오류 보상 특이치 분해 기반 얼굴 포즈 추정”, 대한전자공학회지, 2003.11.
- [2] C. S. Chua, F. Han, K. Ho “3d human face recognition using point signature” in: Proceeding of the Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2000, pp. 233-238.