

자동 3차원 얼굴 포즈 정규화 기법

유선진¹², 김종락¹³, *이상윤¹²

생체인식 연구센터¹, 연세대학교 전기전자공학과², 생체인식 협동과정³

e-mail : (biometrics, jurock, syleee)@yonsei.ac.kr

Automatic 3D Head Pose-Normalization using 2D and 3D Interaction

Sunjin Yu, Joongrock Kim, Sangyoun Lee
BERC, School of Electrical and Electronic Engineering,
Graduate Program in Biometrics
Yonsei University

Abstract

Pose-variation factors present a significant problem in 2D face recognition. To solve this problem, there are various approaches for a 3D face acquisition system which was able to generate multi-view images. However, this created another pose estimation problem in terms of normalizing the 3D face data. This paper presents a 3D head pose-normalization method using 2D and 3D interaction. The proposed method uses 2D information with the AAM(Active Appearance Model) and 3D information with a 3D normal vector. In order to verify the performance of the proposed method, we designed an experiment using 2.5D face recognition. Experimental results showed that the proposed method is robust against pose variation.

I. 서론

얼굴 인식은 컴퓨터 비전 분야에서 흥미로운 연구 토픽이다. 지금까지 2D 얼굴인식이 많이 연구 되어왔다. 2D 얼굴 인식의 경우 조명과 포즈의 한계로 인한 제약으로 최근 3D 얼굴인식이 주목 받고 있다. 3D 얼굴 데이터의 경우 다양한 view를 생성해 낼 수 있다.

3D 얼굴인식을 위해 일반적으로 3D 얼굴 획득 기기는 3D 얼굴 정규화라는 단계가 필요하다. 기존에 대부

분의 3D 얼굴인식은 포즈 정규화가 이미 되어 있다고 가정하거나, 별도의 포즈 정규화 단계를 가지고 있다.

본 논문에서는 3D 공간상의 포즈 정규화 문제를 해결 하고 위해 얼굴 특징 기반으로 2D와 3D 정보의 상호 작용을 통한 자동 3D 얼굴 포즈 정규화 기법을 제안한다. 얼굴의 2D 정보를 획득하기 위해 AAM(Active Appearance Model)[1]을 이용하였고, 3D 정보를 이용하기 위해 얼굴의 구조적 특징 기반의 3D facial normal vector를 사용하였다.

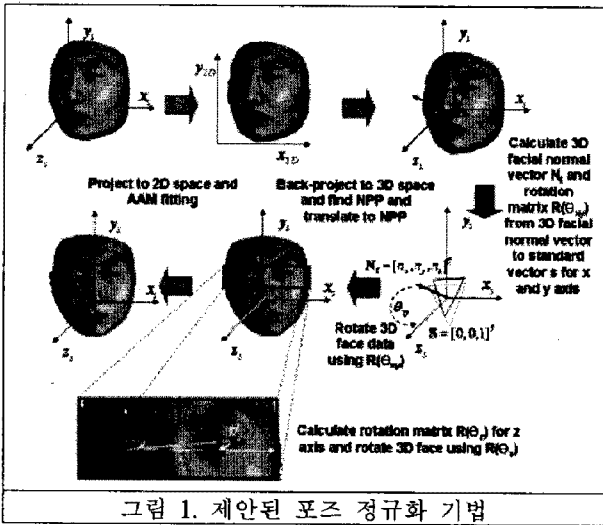
II. 3D 얼굴 정규화 기법

3D 얼굴 정규화를 위해 첫째, 3D 얼굴 데이터를 2D space로 projection한다. 둘째, AAM을 이용하여 두 눈, 코, 입 영역을 찾는다. 셋째, 2D와 3D relation을 이용하여 3차원 공간상의 두 눈, 코, 입 좌표를 찾는다. 넷째, 두 눈과 입으로 이루어진 3D facial mesh plane 으로부터 3D facial normal vector를 찾는다. 마지막으로 코 영역에서의 nose peak를 찾아 translation 문제를 해결한다. facial normal vector $N_f = [n_x, n_y, n_z]^T$ 는 식 (1)과 같이 눈 코 입으로 이루어진 P_0, P_1, P_2 로 부터 아래와 같이 구해진다.

$$N_f = \frac{(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)}{\|(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)\|}, \quad (1)$$

포즈 정규화 되지 않은 3D 얼굴 데이터로부터 3D

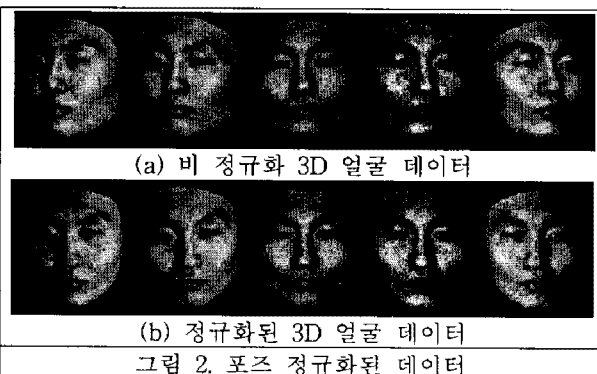
$$R_{N_r, S}(\theta) = \begin{bmatrix} \cos(\theta) + (1 - \cos(\theta))n_x^2 & (1 - \cos(\theta))n_x n_y - \sin(\theta)n_x & (1 - \cos(\theta))n_x n_z + \sin(\theta)n_y \\ (1 - \cos(\theta))n_x n_y + \sin(\theta)n_x & \cos(\theta) + (1 - \cos(\theta))n_y^2 & (1 - \cos(\theta))n_y n_z - \sin(\theta)n_x \\ (1 - \cos(\theta))n_x n_z - \sin(\theta)n_y & (1 - \cos(\theta))n_y n_z + \sin(\theta)n_x & \cos(\theta) + (1 - \cos(\theta))n_z^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$



facial normal vector를 획득 후 기준 vector $S = [0, 0, 1]^T$ 와의 회전 행렬 $R_{N_r, S}(\theta)$ 를 식(2)와 같이 구한다[2]. 그림 1은 제안된 얼굴 정규화 기법에 대해 보이고 있다.

III. 실험 결과

제안된 포즈 정규화 기법을 이용하여 5가지 포즈(정면, 상하좌우)로 구성된 BERC 3D 얼굴 데이터베이스에 적용하여 인식 실험을 하였다. 데이터 베이스는 총 50명으로 구성 되어 있으며 gallery로 Cyberware사의 장비로 취득한 데이터를 이용하였으며 probe로 Genex사의 장비로 취득된 데이터를 이용하였다. 그림 2는 포즈 정규화 기법을 통한 얼굴 정규화 샘플을 보이고 있다. 제안 정규화 기법을 이용하여 2.5D 얼굴 인식 실험을 하였다. 이때 AAM shape information과 euclidean distance를 이용하였다. 표 1은 인식 실험 결과를 보이고 있다.



IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 3D 얼굴 데이터의 정규화 기법을 제안하고 있다. 제안된 기법은 2D 공간에서 AAM을 이용하여 얼굴의 구조적 정보를 추출 하고, 3D 공간에서 3D 얼굴의 구조적 정보를 이용하여 3D facial normal vector를 추출하여 얼굴의 포즈 계산하여 기준 vector로 회전시킴으로 포즈 정규화를 하고 있다. 제안된 기법은 간단한 계산을 통하여 하나의 회전 행렬으로 3D 얼굴의 포즈를 정규화 할 수 있다. 제안된 포즈 정규화 기법을 이용하여 2.5D 얼굴 인식 기법을 이용하였다. 추후 3D 정보를 이용한 3D 얼굴 인식 기법의 연구가 필요할 것이다.

Set	proposed method	Number of data
Projected 2D	OFF	62.4 % (156/250)
Projected 2D	ON	90.4 % (226/250)

표 1. Identification results

Acknowledgement.

본 연구 결과는 한국과학재단 지정 생체인식연구센터의 지원을 받아 이루어 졌습니다.

참고문헌

- [1] T. F. Cootes, G. Edwards and C. Taylor, "Active Appearance Models," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23(6), pp. 681-685, 2001.
- [2] E. Lengyel, "Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics", Charles River Media, 2001.