

반복적 3D 얼굴 포즈 정규화 기법

유선진, 황진규, 이재호, *이상윤
 생체인식 연구센터, 연세대학교 전기전자공학과
 e-mail : (biometrics, winispirit, jhlee82, syleee)@yonsei.ac.kr

Iterative 3D Head Pose-Normalization Method

Sunjin Yu, Jinkyu Hwang, Jaeho Lee, Sangyoung Lee
 BEREC, School of Electrical and Electronic Engineering,
 Yonsei University

Abstract

To solve Pose-variation problem in 3D, we propose an iterative 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.

I. 서론

얼굴 인식에서의 가장 큰 문제들은 포즈 변화와 조명 변화이다. 2D 공간에서의 얼굴인식 연구의 경우 2D 공간의 공간적 한계로 인하여 최근에는 3D 공간에서 3D 얼굴인식이 활발히 연구되고 있다. 3D 얼굴 데이터의 경우 공간적 한계가 존재 하지 않아 포즈 정규화 문제를 해결 위한 다양 연구가 진행 중이다.

본 논문에서는 3D 얼굴 데이터의 포즈 정규화 문제를 해결하기 위하여 얼굴 특징 기반의 반복적 error 최소화 기법을 이용 3D 얼굴 데이터를 포즈 정규화 한다. 2D 공간에서 특징 추출을 위하여 AAM(Active Appearance Model)[1]을 이용하였고, 3D공간에서 포즈 정규화를 위하여 nose peak point 정보와 얼굴의 구조적 특징 기반의 3D facial normal vector를 사용하였다.

II. 반복적 3D 얼굴 포즈 정규화 기법

3D 얼굴 정규화를 위하여 두 눈 과 입으로 이루어진 3D 얼굴 평면을 생성하고 여기서 3D 얼굴 법선 벡

터를 추출 하여 이를 얼굴의 포즈로 정의한다. 3D 공간에서 translation 문제는 nose peak point를 이용하여, rotation 문제는 3D 얼굴 법선 벡터를 이용하여 해결한다.

2.1 전처리

train 단계로 Cyberware사의 장치에서 획득된 얼굴 데이터를 5가지 pose variation을 갖도록 projection하여 2D 공간에서 AAM train을 하였다. AAM은 initial shape위치에 민감함으로 Viola-Jones cascade detector[2]를 이용하여 얼굴 위치를 estimation한 후 initial shape 위치를 조정하였다. 2D와 3D 정보 활용을 위하여, 2D 정보를 3D로 back-projection하였다. 이를 위해 vertex의 inverse transform에 대한 절차가 필요하다. 그림 2는 2D pixel에서 3D vertex로의 inverse transform을 나타내고 있다.

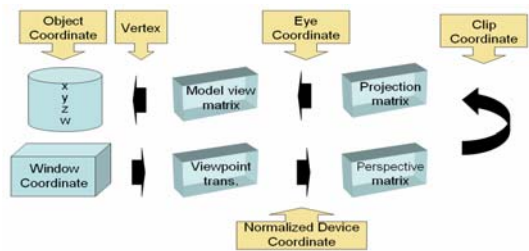


그림 2. 2D에서 3D로의 back-projection

2.2 반복적 3D 얼굴 포즈 정규화

3D 얼굴 포즈 정규화를 위하여, 반복적 3D 얼굴 정규화 기법을 제안한다. 3D 얼굴 데이터를 2D로 projection 하여 AAM을 이용하여 코, 두 눈, 입 에 대한 영역을 설정하고 이를 다시 back-projection한다.

다음으로 translation 문제를 해결하기 위해 식 (1)과 같이 nose peak point(N_{pp})를 찾고 N_{pp} 를 원점으로 이동하여 translation 문제를 해결한다.

$$N_{pp} = \underset{n}{\operatorname{argmin}} N(n) \in \{n | n_1, n_2, \dots, n_{pm}\} \quad (1)$$

n 은 코 영역내의 depth를 의미한다. 다음으로, 식 (2),(3),(4) 와 같이 두 눈, 입에 대한 depth 정보를 이용하여 특징점을 3D 공간에서 추출 한다.

$$P_0 = \underset{l}{\operatorname{argmin}} L(l) \in \{l | l_1, l_2, \dots, l_{pl}\} \quad (2)$$

$$P_1 = \underset{r}{\operatorname{argmin}} R(r) \in \{r | r_1, r_2, \dots, r_{pr}\} \quad (3)$$

$$P_2 = \underset{m}{\operatorname{argmax}} M(m) \in \{m | m_1, m_2, \dots, m_{pm}\} \quad (4)$$

이때 P_0 , P_1 그리고 P_2 는 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 입에 대한 3D 특징점이고, l , r 은 각각 영역 내에 depth를 의미하고, m 은 N_{pp} 를 지나는 vertical curvature 위에 있는 입 영역에서의 depth를 나타낸다. P_0 , P_1 , P_2 로부터 3D facial mesh plane 생성하고 이 plane 으로부터 3D facial normal vector를 찾는다. 3D facial normal vector $\mathbf{N}_f = [n_x, n_y, n_z]^T$ 는 식(5)과 같이 구해진다.

$$\mathbf{N}_f = \frac{(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)}{\|(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)\|} \quad (5)$$

$$\mathbf{R}_{N, s}(\theta_N) = \begin{bmatrix} c_\theta + (1 - c_\theta)n_x^2 & (1 - c_\theta)n_x n_y - s_\theta n_z & (1 - c_\theta)n_x n_z + s_\theta n_y \\ (1 - c_\theta)n_x n_y + s_\theta n_z & c_\theta + (1 - s_\theta)n_y^2 & (1 - c_\theta)n_y n_z - s_\theta n_x \\ (1 - c_\theta)n_x n_z - s_\theta n_y & (1 - c_\theta)n_y n_z + s_\theta n_x & c_\theta + (1 - c_\theta)n_z^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

where $s_\theta = \sin(\theta_N)$, $c_\theta = \cos(\theta_N)$.

포즈 정규화 되지 않은 3D 얼굴 데이터로부터 3D facial normal vector를 획득 후 기준 vector $\mathbf{S} = [0, 0, 1]^T$ 와의 회전 행렬 $\mathbf{R}_{N, s}(\theta_N)$ 를 식(6)와 같이 구한다. 이를 통해 rotation 문제를 해결한다. 정규화된 데이터에 대하여 가 threshold 이하 일 때 까지 반복한다.

III. 실험 결과

제안된 포즈 정규화 기법을 적용하여 인식 실험을 하였다. 5가지 포즈(정면, 상, 하, 좌, 우)로 구성된 BERC 3D 얼굴 데이터베이스에 적용하였으며, 데이터 베이스는 총 50명으로 구성 되어 있고, 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 이용한 후 2D로 projection하여 2.5D 얼굴 인식에 적용하였다. AAM shape information과 euclidean distance를 이용

하였고, 표 1은 인식 실험 결과를 보이고 있다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 반복적 3D 얼굴 포즈 정규화 기법을 제안하고 있다. 제안된 기법은 2D 공간에서 AAM을 이용하여 얼굴 특징에 대한 영역 정보를, 3D 공간에서 3D 얼굴의 구조적 정보를 이용하여 3D facial normal vector를 추출하여 얼굴의 포즈 계산하여 기준 vector로 회전시킴으로 포즈 정규화를 하고 있다. 제안된 포즈 정규화 기법을 이용하여 2.5D 얼굴 인식 기법을 이용하였다. 추후 3D 정보를 이용한 3D 얼굴 인식 기법의 연구가 필요할 것이다.



(a) 비 정규화 3D 얼굴 데이터



(b) 정규화된 3D 얼굴 데이터
그림 2. 포즈 정규화된 데이터

Set	proposed method	Number of data
Projected 2D	OFF	62.4 % (63/250)
Projected 2D	ON	90.4 % (231/250)

표 1. Identification results

Acknowledgement.

본 연구 결과는 한국과학재단 지정 생체인식연구센터의 지원을 받아 이루어 졌습니다.

참고문헌

[1] T. F. Cootes et al. "Active Appearance Models," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23(6), pp. 681-685, 2001.
 [2] Viola, P. et al, "Robust real-time face detection," InternationalJournalofComputerVision, Vol.57, No.2(2004), pp.137-154.