

# 3차원 얼굴인식을 위한 픽셀 대 정점 맵 기반 얼굴 표현방법

\*문현준, \*정강훈, \*\*홍태화

\*세종대학교 컴퓨터 공학과

\*\*연세대학교 전기전자공학과

e-mail : \* *hmoon@sejong.ac.kr*, *hereim80@hotmail.com*

\*\* *riccati@yonsei.ac.kr*

## Face Representation Method Using Pixel-to-Vertex Map(PVM) for 3D Model Based Face Recognition

\*Hyeonjun Moon, \*Kanghun Jeong

School of Computer Engineering

Sejong University

\*\*Taehwa Hong

Department of Electrical and Electronic Engineering,

Yonsei University

### Abstract

A 3D model based face recognition system is generally inefficient in computation time because 3D face model consists of a large number of vertices. In this paper, we propose a novel 3D face representation algorithm to reduce the number of vertices and optimize its computation time.

에 동일한 수학적 형태로 데이터를 표현하는 것이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 타원마스크와 픽셀 대 정점 맵을 통해 정점의 수를 일치시키는 방법을 제안하고자 한다. 또한 100개의 3차원 샘플 데이터를 가지고 구현된 모델을 제시한다.

### I. 서 론

일반적으로 3차원 얼굴 데이터는 3차원 형태정보(shape)와 그와 일치하는 2차원 색 정보(texture)를 통해 표현된다. 특히, 형태정보의 경우 정점(vertex)이라 불리는 3차원 상의 기하학적 위치 점들과 다각형(polygon)이라 불리는 정점들의 조합으로 구성되어 있다. 각각의 3차원 데이터는 정점의 수가 데이터마다 다르기 때문

### II. 본 론

본 연구에서는 제안하는 얼굴 표현방법을 위해 먼저 수동으로 3개의 점을 등록하고 타원 마스크를 적용하여 얼굴 부분을 배경으로부터 제거 한다 [1]. 그 후 그림1에서 보여 지는 것처럼 픽셀 대 정점 맵(pixel-to-vertex map; PVM)을 사용하여 마스크 내부의 얼굴 영역에 대해 정점(vertex)과 대응하는 픽셀정보를 일종의 이진영상으로 나타낸다. 대응하는 정점이 존재하는 픽셀을 활성 픽셀(active pixel, AP)이라 하고 대응하는 정점이 존재하지 않는 픽셀을 비활성 픽셀(inactive pixel, IP)라고 한다.

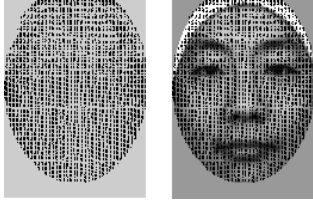


그림 1. 타원 마스크 내부의 활성 픽셀(AP; 검은 점)과 비활성 픽셀(IP; 밝은 점)로 나타낸 PVM (pixel-to-vertex map)

PVM을 사용하여 정점의 수를 동일하게 맞추는 과정은 다음과 같다.

$$M_i = \begin{bmatrix} m_{11}^i & m_{12}^i & \dots & m_{1C}^i \\ m_{21}^i & & \ddots & \\ \vdots & & & \\ m_{R1}^i & \dots & m_{RC}^i \end{bmatrix}, m_{rc} = \begin{cases} 0, & \text{if } P_{rc} \text{ is IP} \\ 1, & \text{if } P_{rc} \text{ is AP} \end{cases} \quad (1)$$

$$P_i = [V_1^i \ V_2^i \ \dots \ V_{s(M_j)}^i]. \quad (2)$$

여기서  $M_i$ 는  $i$ 번째 데이터의 PVM 행렬이고  $P_i$ 는 그 데이터의 정점 위치 행렬을 나타내며, 이 때 AP중  $j$ 번째의 정점의 좌표는  $V_j^i = [x_j \ y_j \ z_j]^T$ 로 나타낸다. 또한  $p_{rc}$ 는 색 정보에서 (r, c) 위치의 픽셀을 의미하고,  $s(M_j)$ 는 PVM의 크기로서 AP의 수와 동일하다. 각 샘플들의 PVM으로부터 식(3)과 같은 기준을 통해 하나의 레퍼런스 PVM(이하 RPVM)을 선택하고 그것의 PVM 행렬을  $M^R$ 으로 표기한다.

$$M^R = \arg \max_{M_j} s(M_j) \quad (3)$$

선택된 RPVM을 바탕으로 모든 수집된 데이터에 대해, 정점의 수를 일치시킨다. 이 때 수집된 모든 데이터에서 각각의 변경된 정점의 위치 행렬은 다음의 식과 같이 계산한다.

$$\hat{V}_k^i = \begin{cases} V_{p(k)}^j, & \text{if } m_{p(k)}^i \text{ is AP} \\ V^N, & \text{if } m_{p(k)}^i \text{ is IP} \end{cases}, V^N = \sum_{q=1}^8 W_q V_q \quad (4)$$

여기서  $\hat{v}_k^i$ 는 변경된 정점의 위치 벡터이며, 이것은 대응되는 픽셀이 AP이면 그 PVM의 해당정점의 위치와 같고, IP이면 보간 되어야 한다. 보간 될 정점의 위치는 8방향의 최 근접 AP와 대응되는 정점의 위치들을 선형 결합을 사용하여 보간 한다,

PVM을 통해 100명의 한국인의 3차원 얼굴 데이터베이스로부터 정점수를 동일하게 맞추는 후, 형태와 색 정

보를 독립적으로 주성분 분석법(Principal Component Analysis, PCA) [3][4] 을 적용하여 분리된 모델을 생성 한다 [2]. 이 과정은 식 (5) 와 같고 그림 2는 생성된 3차원 얼굴 모델을 보여준다.

$$S = S_0 + \sum_{j=1}^{N_s} \alpha_j S_j \quad (5)$$

$$T = T_0 + \sum_{i=1}^{N_T} \beta_i T_i$$

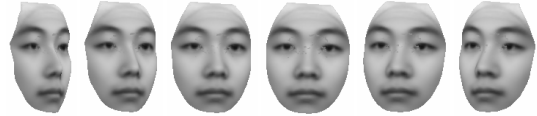


그림 2. -45 ~ 45° 까지 각각 15°씩 Y축으로 회전 시킨 3차원 얼굴 모델

### III. 결론

본 연구에서는 얼굴 모델 생성을 위한 3차원 얼굴 데이터의 표현 방법을 제시하였고 이를 이용하여 정점의 수를 줄임과 동시에 모든 얼굴 샘플들의 정점수를 일치시킬 수 있었다. 이러한 결과를 통해 모델과 입력영상의 적응과정(fitting)에 있어서 많은 계산시간을 단축할 수 있음을 몇몇 실험을 통해 확인하였다.

### 참고문헌

1. T. Papatheodorou and D. Rueckert, "Evaluation of 3D Face Recognition Using Registration and PCA". AVBPA 2005, LNCS 3546, pp. 997-1009, 2005.
2. V. Blanz and T. Vetter, "Face Recognition Based on Fitting a 3D Morphable Model". IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 25(9):1063-1074, 2003.
3. M. Tusk and A. Pentland. "Eigenfaces for recognition. J. Cognitive Neuroscience", vol. 3, pp. 71-86, 1991.
4. H. Moon and P. Phillips. "Computational and Performance Aspects of PCA-Based Face-Recognition Algorithms". Perception. vol. 30. pp. 303-321, 2001.