

# 에지 정보와 형판 변형을 이용한 얼굴 특징 추출과 특징의 추적

## Facial Feature Extraction and Tracking using Edge Information and Template Deformation

박주철, 최형일

Joo-Chul Park, Hyung-Il Choi

승실대학교 컴퓨터학부

School of Computing, Soongsil University

jcpark@vision.soongsil.ac.kr, hic@computing.soongsil.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 동영상으로부터 에지 정보와 형판 변형을 통해 얼굴의 특징을 추출하고 그 특징을 기반으로 하는 추적 기법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 추적 기법은 추출된 특징에 기반한 추적 기법으로 초기에 모자이크 영상을 이용하여 얼굴 부분을 찾고 찾아진 얼굴 부분에 에지 연산자를 적용하여 에지를 추출한다. 에지 영상이 얻어지면 에지 영상에서 영역의 크기와 모양, 그리고 관계 검증을 통해 대략적인 눈 영역을 추출한다. 눈 영역이 찾아지면 이를 바탕으로 입 영역에 대한 후보 영역에 대하여 이진화를 수행하고 히스토그램 프로젝션을 통해 대략적인 입 영역을 추출한다. 추출된 눈 영역과 입 영역에 각각의 형판을 사용해 형판 변형을 하고 초기 매개변수를 추출한다. 추출된 매개변수는 다음 프레임에서 형판의 초기 값으로 사용된다. 그리고 나서 형판에 대하여 변형(deformation) 과정을 수행한다. 이 과정을 반복함으로써 추적 과정을 수행한다.

### I. 서론

얼굴은 의사 소통 시에 가장 많이 사용되고, 상대방의 의사를 가장 잘 표현해 주는 인간의 인터페이스라고 할 수 있으며[1] 일반적으로 사람들간의 의사 소통 시에 가장 직관적

으로 관찰하는 부분이다. 왜냐하면 얼굴은 인간의 신체 중에서 가장 표현적이고 인지도가 높은 부분이기 때문이다.

기계로 인간의 얼굴을 분석하기 위한 연구는 과거 20년 전부터 여러 분야에서 이루어져 왔다. 최근의 연구에서 활발히 수행되고 있는 분야 중의 하나가 인간의 얼굴에 내재되어 있

는 표정을 파악하여 가상 에이전트가 동일한 표정을 짓게 하는 연구이다[2]. 이를 위하여 얼굴 영상을 분석하여 얼굴의 각 구성요소들의 모양 변화를 파악하여야 한다. 즉, 얼굴 영상에서 얼굴 구성요소를 분리하고, 분리된 요소들의 특징을 파악[3, 4, 5, 6]하여 그 변화를 가상 에이전트에게 전달하는 방법을 사용한다.

본 논문에서는 형판 변형과 에지 정보를 결합한 방법을 제안한다. 그림 1은 전체적인 구조를 보여준다. 즉, 동영상의 첫 번째 프레임으로부터 에지 정보와 형판 변형을 통해 얼굴의 특징을 추출하고 그 특징을 기반으로 한 추적 기법을 제안한다.

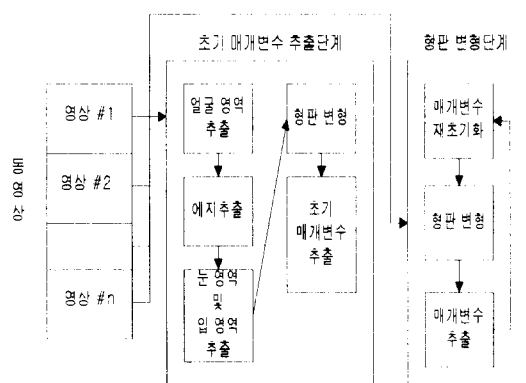


그림 1. 전체적인 개요도

## II. 본론

### 2.1 얼굴 영역 추출

본 논문에서는 컬러 얼굴 영상을 대상으로 하였으며 카메라로부터 입력되어지는 영상에서 얼굴 영역만을 획득하는 과정이다.

컬러 영상으로부터 얼굴 영역만을 추출하기 위하여, 먼저 RGB 컬러 공간을 YIQ 컬러 공간으로 변환하여 I와 Q요소를 이용하였다. 특히 I 요소는 사람의 피부 색상을 잘 나타내 주는 것으로 보고되고 있다. I와 Q요소에 대한 샘플들의 평균과 표준 편차를 피부 색상 모델로 하여 일정 임계값 내의 거리를 갖는 화소를 피부 색상으로 간주한다.

컬러 공간을 변환한 다음 원래 영상에 대해

해상도를 축소함으로써 모자이크 영상을 구성한다. 즉, 입력영상을 같은 크기를 갖는 사각형의 셀들로 나눈다. 각 셀은 한 면의 길이가  $n$  인  $n$  by  $n$ 으로 설정한다. 각 셀의 값은 그 셀 안에 포함된 모든  $n$  by  $n$  화소의 평균값과 같다. 일반적으로  $n=32$ 의 모자이크 영상 안에서, 얼굴의 주요한 부분은 약 4 by 4 셀들의 영역을 차지한다. 이러한 모자이크 영상에 얼굴 피부 색상 모델을 이용하여 대략적인 얼굴 영역을 추출한다.

### 2.2 얼굴 특징 추출

얼굴 영역이 추출되면 추출된 얼굴 영역에 에지 연산자를 적용한다. 그림 2는 얼굴 구성 요소 추출의 흐름도이다.

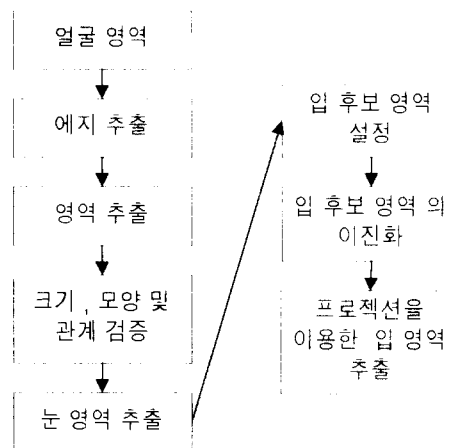


그림 2. 얼굴 구성 요소 추출 흐름도

에지 영상이 얻어지면 레이블링 알고리즘을 수행한다. 레이블링을 수행하고 나면 영역에 관한 정보를 구할 수 있다. 즉, 최대 근접 사각형 및 각 영역의 화소 개수 등은 레이블링을 수행함과 동시에 구할 수 있다. 이러한 정보를 이용하여 영역의 크기 검증은 통해 후보 눈 영역을 찾는다. 다음에는 눈의 모양이 타원형의 구조를 갖는다는 사실을 기반으로 눈 후보 영역을 추출한다. 즉, 후보 영역의 최대, 최소 가로 세로 비와 전체 면적과 에지 개수 사이의 비를 이용해 눈 후보 영역을 추출한다. 마지막

으로 눈 후보 영역에 관계 검증을 수행한다. 일반적으로 눈 후보 영역이 2개 이상이므로 먼저 대응되는 후보 쌍을 추출한 다음에 이러한 후보 쌍 중 유사도가 가장 높은 쌍을 찾는다. 관계 검증에서 가장 중요한 부분은 눈이 쌍이라는 가정 하에 여러 후보 영역 중에서 쌍이 될 수 있는 확률을 조사하는 것이다. 후보 쌍이 구해지면 유사도 측정을 통해 눈과 가장 유사한 쌍을 선택한다. 유사도는 통계적 측정치, 두 영역사이의 간격, 그리고 현재 쌍을 구성하고 있는 영역 바로 아래에 또 다른 쌍이 존재하는 지를 검사한다. 눈 영역이 정확히 찾지면 이를 바탕으로 입 영역을 찾을 수 있다. 입 영역을 추출하기 위해서 후보 영역을 설정하고 이 영역에 대해 이진화를 수행한다. 후보 영역의 가로변의 시작점 및 끝점은 왼쪽 눈 및 오른쪽 눈 후보 영역의 시작점 및 끝점의 안에 들어오도록 하고 후보 영역의 세로축 좌표는 오른쪽 눈과 왼쪽 눈 사이의 거리에 비례해 결정한다. 이진화를 수행한 후 히스토그램 프로젝션을 통하여 입 영역을 추출한다.

### 2.3 형판 변형

눈과 입 영역이 추출되면 각각의 영역에서 형판의 초기 매개변수를 추출한다. 먼저 눈 형판은 그림 3과 같이 한 개의 원과 두 개의 포물선으로 구성된다. 따라서 눈 형판은 원에 대한 세 개의 매개변수( $c_x$ ,  $c_y$ ,  $r$ )와 두 개의 포물선 부분에 대한 다섯 개의 매개변수( $l_x$ ,  $l_y$ ,  $r_x$ ,  $r_y$ ,  $b$ )로 구성된다.

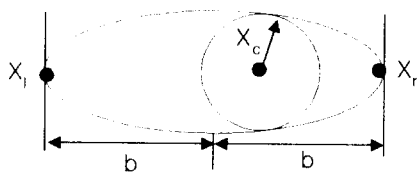


그림 3. 눈 형판

형판을 변형하는 과정은 에너지 최소화를

이용하지 않고 영역 특징을 이용하는 방법을 사용한다. 먼저 포물선에 대한 매개변수  $x_l$ 과  $x_r$ 을 구하기 위해서 눈 영역의  $y$ 축을 탐색하면서 에지 특징을 구한다. 에지 특징이 가장 큰 화소의 위치를  $x_l$ 과  $x_r$ 로 놓는다. 또한 다음의 추적과정을 위하여 그 위치의 텍스트 특징을 구한다. 텍스트 특징은 가보 웨이블릿 변환을 이용하여 구한 가보특징을 사용한다. 그런 다음 영역을 이진화한다. 이진화된 영상에 대해서 홍채의 크기를 조절하기 위해서 영역의  $x$ 축을 탐색하면서 홍채 영역의  $force$ 를 구한다. 식 (1)이 홍채 영역  $force$ 에 대한 식이다.

$$I_f = 1 - \frac{\sum(\text{홍채 영역안의 화소 값})}{\text{홍채 영역의 면적}} \quad \text{식 (1)}$$

홍채 영역  $force$ 가 임계값보다 크면 매개변수를 변경한다. 즉, 원의 중심과 반지름을 포함하는 이러한 매개변수는 작은 값에 의해서 증가하거나 감소되어진다.

입 형판은 그림 4와 같이 9개의 매개변수 ( $a_x$ ,  $a_b$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $l_x$ ,  $l_y$ ,  $r_x$ ,  $r_y$ ,  $\theta$ )로 구성된다.

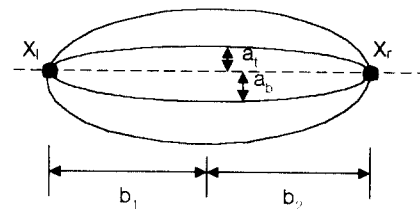


그림 4. 입 형판

입 형판의 변형 과정은 입 형판이 두 개의 포물선 형태를 갖고 있으므로 먼저 입 영역의  $y$ 축을 탐색하면서 입술 색상 값을 구한다. 입술 색상 값이 임계값보다 큰 값의 화소 위치를  $x_l$ 과  $x_r$ 로 놓는다. 또한 다음의 추적과정을 위하여 그 위치의 가보특징을 구한다. 안쪽 포물선의 매개변수를 구하기 위해서 입 영역의 중간에서  $y$ 축을 탐색하면서 입술 색상 값을 구하

고 그 값이 임계값보다 작은 위치를 찾는다.

## 2.4 특징의 추적

첫 번째 프레임에서 눈과 입의 형판이 각각의 영역에 일치하고 매개변수가 유용하면 이러한 매개변수가 다음 프레임의 초기 값으로 사용된다. 이러한 초기 값을 가지고 각 영역의 크기를 1.5배로 설정한다. 그리고 나서 눈 영역의 에지를 구하고 형판에 대하여 변형 과정을 수행한다. 이러한 과정을 반복함으로써 추적 과정을 수행한다. 그리고 프레임과 프레임 사이에서 변형이 적고 영역 특징에 기반한 접근 방법이 눈과 입에 대해서 잘 정합 되기 때문에 에너지 최소화에 의한 정밀한 조정이 필요하지 않다.

## III. 실험 및 결론

실험은 Pentium II 프로세서를 사용하는 IBM 컴퓨터에서 Visual C++로 구현하였으며, Metrox Meteor 영상 획득 보드를 사용하였다.

그림 5는 추출된 얼굴 영역을, 그림 6은 동영상에 대한 특징 추적의 예를 보여준다.



그림 5. 추출된 얼굴 영역



그림 6. 특징 추적

본 논문에서는 형판 변형 기법과 에지 정보를 결합한 방법을 제안했다. 즉, 동영상의 첫

번째 프레임으로부터 에지 정보와 형판 변형을 통해 얼굴의 특징을 추출하고 그 특징을 기반으로 한 추적 기법을 제안했다.

이와 같이 영역의 특징을 이용하여 형판을 변형함으로써 기존의 에너지 최소화 방법의 문제점인 계수의 선택, 그리고 일반화 문제를 해결할 수 있으며 또한 형판이 shrinking 하는 문제를 해결할 수 있다. 더 나아가 안경을 쓴 얼굴도 에지 추출에 의한 영역 분석에 의해 눈 영역을 찾을 수 있으므로 좀 더 제약을 완화할 수 있다.

## IV. 참고 문헌

- [1] Akikazu Takeuchi, Steven Franks, "A Rapid Face Construction Lab," SCSL-TR-92-010, May 7, 1992.
- [2] Yaser Yacoub, Heung-Man Lam and Larry S. Davis, "Recognizing Faces Showing Expressions," *International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp.278-283, 1995.
- [3] Alan L. Yuille, Peter W. Hallian, and David S. Cohen, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Template," *International Journal of Computer Vision*, pp. 99-111, 1992.
- [4] Gloria Chow, Xiaobo Li, "Towards a System for Automatic Facial Feature Detection," *Pattern Recognition*, Vol.12, No. 12, pp. 1739-1755, 1993.
- [5] X. Xie, R. Sudhakar and H. Zhuang, "On Improving Eye Feature Extraction using Deformable Template," *Pattern Recognition*, Vol. 27, No. 6, pp. 791-799, 1994.
- [6] Jyh-Yuan Deng, Feipei Lai, "Region-based Template Deformation and Masking for Eye-Feature Extraction and Description," *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 3, pp. 403-419, 1997.