

얼굴의 색상, 윤곽선, 구조적 정보를 이용한 얼굴 및 구성요소 추출

선영범, 김진태

한서대학교 컴퓨터정보학과 영상통신연구실

Extraction of Face and Components Using Color, Contour, and Structural Information of Face

Young-Bum Sun, Jin-Tae Kim

Image Communications Laboratory

Department of Computer & Information Sciences, Hanseo University

요 약

본 논문에서는 얼굴추출을 하는데 있어서 빠른 속도로 얼굴의 구성요소들을 분할하고 추출한다. 효율적인 분할과 추출을 위해서 3가지의 정보를 사용한다. 첫 번째는 얼굴의 색상정보로써 배경 속의 얼굴을 찾는 데 이용한다. 두 번째는 얼굴의 윤곽선 정보로 얼굴의 구성요소를 추출해 내는데 사용한다. 세 번째는 얼굴의 구조적인 정보를 이용하여 색상 및 윤곽선 정보를 이용하여 추출된 요소에 더해 얼굴의 다른 구성요소를 추출하는데 이용한다.

1. 서론

정지영상이나 동영상으로부터 얼굴을 자동으로 인식하는 기술은 영상처리나 패턴 인식, 컴퓨터 비전과 같은 신경망 같은 다양한 분야에 걸쳐서 활발히 연구되고 있으며 상업적, 법적으로 수많은 응용 분야를 가지고 있다. 얼굴 영상 인식 기술은 크게 얼굴 영역의 분리, 얼굴 특징의 분류, 그리고 분류과정으로 구성된다.

얼굴 영역의 추출에 관한 연구는 90년대에 들어 시작되었다. 이 중에서 대표적인 얼굴 영역 추출 방법은 동영상을 대상으로 움직임 부분을 추출하고 이를 바탕으로 얼굴을 경계를 추출한 연구, 영상의 해상도를 줄여가면서 눈, 코, 입 부분의 명암 특징을 사용하여 얼굴 영역을 추출한 연구, 눈, 코, 입의 명암 특징을 이용하여 얼굴 영역을 추출하는 시스템을 개발한 연구, 계층적 영상에서 후보 영역을 추출하고 삼각형 구조 모델을 이용한 얼굴 영역을 추출하는 연구 등이 있다.

본 논문에서는 화상 카메라로부터 영상을 입력받고, 입력 영상에서 얼굴의 색상 정보를 이용하고, 소벨 연

산자로 얼굴의 윤곽선을 검출하고 이를 투영시킨 정보를 이용하여 얼굴의 구성 요소를 찾는다. 또한 얼굴의 구조적인 정보를 이용하여 눈과 입술의 최소 사각형을 구하는 방법을 제안한다.

2. 시스템 구조

본 논문에서의 얼굴추출은 빠른 속도로 얼굴을 분할하고 추출하여 연속적인 움직임 추출하는데 목적을 두고 있다. 분할과 추출을 위해서 영상의 색상정보를 이용하여 임시영역을 찾아내고, 윤곽선과 얼굴의 구조적인 정보를 이용하여 효율적으로 얼굴을 찾는 방법을 제안한다. 영상을 획득하기 위해서 비디오캡처장치(Video Capture Device)인 화상카메라를 사용한다. 빠른 속도로 얼굴추출을 하기 위해서는 화상카메라의 입력 영상에 대하여 실시간 캡처를 하여 정지영상을 얻는다. 얼굴의 추출을 위한 모든 처리는 정지영상에서 이루어진다. 정지영상에서 색상정보와 윤곽선을 추출해 내고, 이러한 정보를 이용하여 얼굴영역을 분할하고 부분요소를 추출한다. 그림 1에 얼굴 추출을 위한 전체 개념도를 나타내었다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000 1 30300 003 2)지원으로 수행되었음.

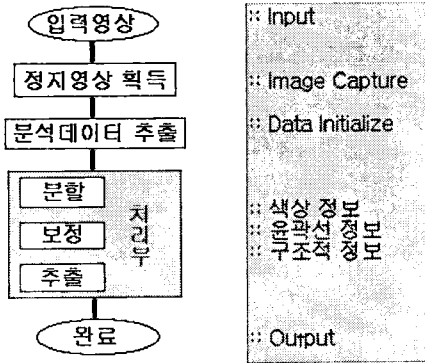


그림 1. 얼굴추출을 위한 전체 개념도

3. 얼굴 영역의 분할 및 추출과정

화상 카메라로 취득한 영상에 대해 얼굴영역만을 분할하기 위해서 영상의 색상정보를 이용해서 얼굴영역과 배경이 포함된 1차 영역을 찾아낸다. 다음에 윤곽선을 이용한 반복과정을 통해 얼굴영역만을 분할한다.

3.1 입력영상에 대한 데이터 수집

색상정보로 필요한 데이터는 HSI 좌표계로 변환된 데이터를 사용한다. 사람의 얼굴색 범위를 지정하기 위해서는 색조(Hue)와 채도(Saturation)로써 나타내는 것이 가장 유리하다. 그림 2와 같이 HSI 색상좌표계에서 얼굴색의 범위를 나타내는 값을 지정한다. 또한 입력영상에 대해 얼굴색이 충분히 포함될 수 있는 각각의 범위를 조건으로 영상을 처리하면 얼굴이 포함된 영상과 그 외의 얼굴색과 유사한 배경영상(Face Color Information Image: FCI)만이 추출된다. 이는 색상정보로 얼굴을 찾기 위한 가장 중요한 데이터가 된다.

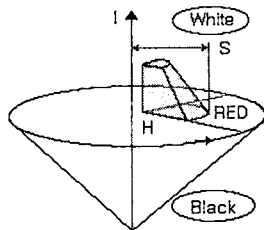


그림 2. HSI 색상 좌표계에서 피부색 범위

윤곽선을 구하기 위해서 소벨(Sobel) 연산자를 영상에 수직/수평으로 각각 적용한다. 얼굴영역 중에서 눈 부분에 대해 많은 에지(Edge)가 포함된다는 정보를

이용한다. 또한 세부적으로 입술영역을 추출하기 위해서는 수평 소벨 연산을 한 영상이 필요하다. 입술영역은 특히 수평에지 영상에 큰 값을 가지고 있다.

본 논문에서는 얼굴 추출과정에 색상정보를 이용하여 임시적으로 영역을 설정하며, 윤곽선 정보와 구조적 정보를 이용하여 추출된 영역의 정확성을 높이는 방법으로 처리한다. 얼굴 영상에 대해서 얼굴영역을 찾기 위해 우선적으로 얼굴색과 유사한 영역을 찾고, 해당 영역에서 눈이 존재하는 위치를 윤곽선 정보를 이용하여 찾는다. 찾은 눈의 위치를 중심으로 여러 번의 분할과정을 거쳐 얼굴영역 분할을 완료하게 된다. 분할이 완료되면, 얼굴의 구조적인 정보를 이용하여 눈과 입술을 찾는다. 그림 3에 수평/수직 윤곽선 영상을 투영시키면 눈과 입술위치에서 강한 값이 나오는 것을 보인다.



그림 3. 수평/수직 윤곽선 영상에 대한 투영 값

3.2 얼굴영역 분할

입력영상에 대해 얼굴 영역만을 분리해 내는 작업이 필요하다. 분할을 위한 영역설정에는 영상의 전체영역으로 시작한다. 전체 영상에 대하여 FCI를 구하여 수직으로 투영 과정(Projection)을 수행한다. 투영된 데이터에서 최대값과 평균값을 이용하여 배경잡음을 제거한 얼굴의 임시 영역을 추출한다. 그림 4에 입력영상에서 임시 얼굴영역이 추출된 영상을 보인다. 그림 4의 2번째 영상은 FCI 영상의 추출결과이며, 3번째는 얼굴영역을 임시로 분할한 것이다.

투영한 데이터의 최대값을 사용하여 임시 영역을 추출하므로 두 개 이상의 얼굴이 입력 영상에 포함될 경우 가장 큰 얼굴을 갖는 영역이 임시 영역으로 추출된다.



그림 4. FCI 영상 추출 및 임시 얼굴영역 추출

추출된 임시영역을 사각형 좌표를 각각 $Fx1$, $Fx2$, $Fy1$, $Fy2$ 라 하자. 임시 얼굴 영역에 윤곽선 정보를 이용하여, 눈이 존재하는 위치를 찾아낸다. 눈은 수직 윤곽선 영상을 투영하였을 때 그 결과값이 가장 강하게 나타난다. 추출된 눈의 Y좌표를 EY 로 정하면, 눈이 존재하는 위치로부터 구조적인 얼굴정보를 이용하여 임시영역의 $Fy1$, $Fy2$ 를 다시 설정한다. 여기서는 임시영역의 X좌표 부분을 옆으로 크게 확장하고 Y좌표부분을 줄여줌으로써 얼굴영역을 좀더 정확히 구할 수 있도록 조사영역을 설정해 주었다.

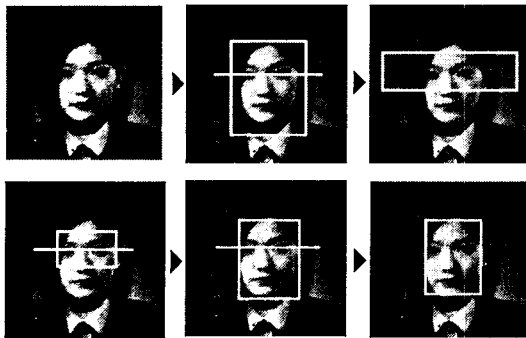


그림 5. 얼굴 영역 분할 과정

얼굴 영역을 분할하는 과정을 그림 5에 보인다. 처음에 영상의 전체영역을 중심으로 FCI 영상을 추출하여 영상이 존재하는 영역을 추출해 내고, 눈의 위치를 추출하여 눈을 중심으로 좌우로 늘리고, 상하로 줄인 영역(조사영역)을 만든다. 이는 수평으로 늘어진 영역은 수직으로 늘어진 영역에 비해 배경잡음을 좀더 효과적으로 줄일 수 있기 때문이다. 조사영역에서 다시 FCI 영상을 추출하고 얼굴 영역을 구하면 그림 5의 4번째 영상과 같은 영역이 구해진다. 여기서 다시 눈의 위치를 찾고 찾은 눈의 위치를 중심으로 Y좌표를 얼굴의 구조적인 크기에 맞게 늘려준다. Y의 크기는 X의 크기에 비례하여 크기를 늘려 주어야 한다. 최종적으로 식 (1)과 (2)를 사용하여 얼굴요소의 눈, 코, 입, 눈썹이 포함된 얼굴영역을 구한다.

사람에 따라 얼굴의 크기는 각각 다르므로 얼굴영

역의 X크기로 Y크기를 결정짓는 것은 정확성이 떨어질 수 있으나 얼굴영역의 부분요소를 추출하는데는 전혀 무리가 없다.

$$Fy1 = Ey - (Fx2 - Fx1) \times 0.6 \quad (1)$$

$$Fy2 = Ey - (Fx2 - Fx1) \times 0.7 \quad (2)$$

3.3 분할 영상의 보정

얼굴 영상의 보정은 분할된 영역에 대해 두 눈의 좌표를 구하고 그 좌표에 대해서 기울기를 구하여 기울기만큼 영상을 회전시킨다. 그림 6은 얼굴이 기울어진 영상에서 두 눈의 좌표를 구하는 영상이다. 눈의 좌표를 구하는 방법은 여러 가지가 있으나, 본 논문에서는 명도의 차를 이용하여 두 눈의 좌표를 구했다. 즉, 얼굴의 중심 y축에서 좌우로 명도 값이 급변하는 두 곳을 찾아 눈의 좌표로 처리하였다.



그림 6. 양쪽 눈을 추출하기 위한 후보영역 설정

3.4 얼굴의 부분요소 추출

얼굴의 부분요소 추출은 보정된 영상에 대해서 다시 두 눈을 추출하고 그 거리를 구하는 것이다. 두 눈을 구하는 것은 보정할 때의 두 눈을 구하는 방법과 같다.

눈이 포함되는 최소 사각형 영역(MER - Minimum Enclosing Rectangle)을 구하기 위해서 보정된 영상의 명암도 영상을 사용하여 이진화한다. 이진 처리된 영상에서 눈이 존재하는 부분을 구분하여 영역을 추출한다. 입술영역의 추출은 두 눈의 거리×1.1배 떨어진 Y축에 대해 수평 윤곽선 영상을 사용한다. 투영의 최대값을 사용하여 입술의 Y위치를 구한다. Y위치를 구해 후보영역을 설정하며, 후보영역 내의 MER영역을 구한다. 후보영역의 설정은 구조적인 정보를 사용하여 크기를 대략적으로 지정한다. 또한 MER영역을 구하기 위해서 사용할 영상은 명암도 영상을 이진화하여 사용한다. MER 영역을 구하는 것은 얼굴의 구조상 Y부터 구하고 X를 구하는 식으로 하는 것이 추출 성공률이 높으며, Y 추출 시에는 이진 영상을 사용하고 X를 추출 할 때는 수평 윤곽선 영상을 사용하는 것이

더욱 효율적이다. 그림 7에 입력 영상에서 얼굴 및 구성 요소를 추출하는 전 과정을 보인다.

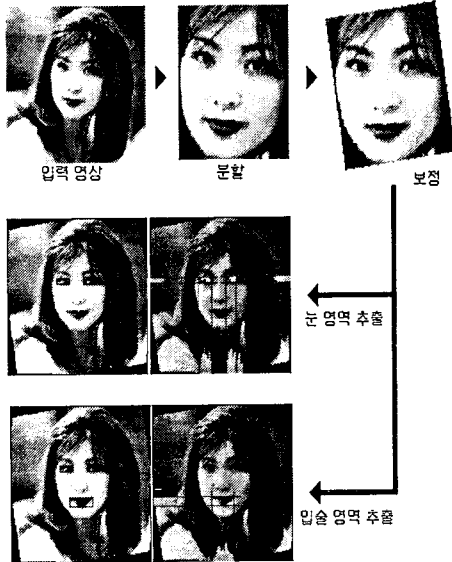


그림 7. 분할/보정/추출의 전체 과정

4. 실험 및 고찰

4.1 조명의 밝기 변화에 대한 분할부분

주변의 밝기에 의해 색상변화가 큰 화상카메라의 경우 얼굴색의 변화가 심할 경우 피부색이 붉은색이거나 푸르스름한 경우까지 나타날 수 있었으나, 이는 부분적으로만 나타나는 현상이 아니므로 HSI 색상 좌표계에서 H(색조)와 S(채도)값의 범위를 크게 좁으로써 색상을 이용한 분할이 쉽게 이루어 졌다.

4.2 윤곽선을 이용한 분할부분

윤곽선을 이용하여 대략적인 눈의 위치를 찾을 때 입력영상에 존재하는 얼굴 크기가 전체 영상에 대해 20%도 못 미칠 경우 윤곽선 추출이 안되어 분할에 실패하는 경우를 제외하고는 얼굴의 20~30° 정도까지 기울어진 경우도 분할이 잘 됨을 실험을 통해 확인하였다.

4.3 얼굴의 구조적인 정보를 이용한 추출 부분

구조적인 정보를 이용하여 얼굴의 구성요소를 추출할 경우 분할이 정확히 되면, 추출 역시 정확히 되었다. 단, 얼굴의 구성요소 추출 중에 악세서리나 안경 등이 영상에 포함된 경우 추출에 실패하는 경우도 발생하였다.

5. 결론

본 논문에서는 화상 카메라로부터 영상을 입력받아 얼굴 영역 및 얼굴의 구성 요소를 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 입력 영상이 카메라의 마주 보고 있는 경우에 있어서는 배경의 복잡도와 관계없이 거의 완벽하게 얼굴 및 구성 요소를 추출하였고 얼굴이 기울어진 경우도 대부분 추출에 성공하였다. 그러나 얼굴에 안경이 있는 경우에 빛에 노출되어 반사가 일어나면 추출에 어려움이 있었고, 얼굴이 옆면을 보고있는 경우는 추출할 수 없었다.

앞으로의 연구로 실시간에 가깝게 동영상에 대해 얼굴을 추출하는 방법의 개발과 얼굴의 특징점들을 추출하여 얼굴 인식에 이용될 수 있는 방법을 개발할 필요성이 있다고 본다.

참고문헌

- [1] 이경희, 변혜란, "얼굴 요소의 영역 추출 및 Snakes를 이용한 윤곽선 추출", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, vol. 27, no. 7, pp. 731-740, 2000.
- [2] 김영일, 김정훈, 이용주, "HSI 정보와 얼굴 특징자들의 기하학적 특징각을 이용한 얼굴 인식 알고리즘", 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, 제 8권, 제 1호, pp. 859-862, 2001.
- [3] 이성환, 이미숙, "얼굴 영상 인식 기술의 연구 현황", 전자공학회지, vol. 23, no. 6, pp. 80-94, 1996.
- [4] L. Stringa, "Eyes detection for face recognition," Applied Artificial Intelligence, vol. 7, no. 4, pp. 365-382, 1993.
- [5] G. Yang and T. S. Huang, "Human face detection in a complex background," Pattern Recognition, vol. 27, no. 1, pp. 53-63, 1994.
- [6] 이철우, 최정주, "후보영역의 밝기 분산과 얼굴특징의 삼각형 배치구조를 결합한 얼굴의 자동 검출", 멀티미디어학회논문지, vol. 3, no. 1, pp. 23-33, 2000.
- [7] 이재준, 최정일, 이필규, "화상 회의 인터페이스를 위한 눈 위치 검출", 한국정보처리학회 논문지, vol. 4, no. 12, pp. 3211-3218, 1997.
- [8] 최동선, 이주신, "형태 분석에 의한 특징 추출과 BP알고리즘을 이용한 정면 얼굴 인식", 전자공학회 논문지, vol. 33-B, no. 7, pp. 63-71, 1996.