

목 부분의 제거를 통한 얼굴 검출 향상 기법

Improvement of Face Components Detection using Neck Removal

윤가림, 윤요섭, 김영봉
부경대학교

Yoon Ga-Rim, Yoon Yo-Sup, Kim Young-Bong
Pukyong National University

요약

보통 사람의 정면과 측면 사진 등을 이용하여 3차원 얼굴 모델에 텍스처를 입히는 많은 연구들이 수행되어 오고 있다. 많은 좋은 결과들이 나타나고 있다. 정면 사진이나, 측면 사진에서 사람의 눈, 코 입 등의 위치를 정확히 추출하는 일은 이 작업에서 가장 중요한 요소라 할 것이다. 기존의 연구들은 눈의 위치 혹은 입이나 코의 위치를 대충 찾은 다음에 그 상관관계에 따라 얼굴의 각 요소를 추출해 내는 방법을 많이 쓰고 있다. 이 때 가장 문제가 되는 부분이 목 부분이 제대로 인식되어 얼굴 부분에서만 얼굴 요소를 찾으면 정확한 결과를 보이는데, 목과 턱선의 구분의 불명확으로 나타난 경우에는 잘못된 결과를 보이고 있다. 따라서 본 연구에서는 전체의 얼굴 영상에서 턱 아래 부분을 제거함으로써 얼굴 요소의 검출이 향상되도록 하는 알고리즘을 제시할 것이다. 턱 아래 부분의 완전한 제거를 위해 본 연구에서는 RGB값과 그 기울기를 이용하여 목 부분을 효율적으로 제거하는 방법을 제시할 것이다.

Abstract

Many researchers have been studied texturing the 3D face model with front and side pictures of ordinary person. It is very important to exactly detect the position of eyes, nose, mouth of a human from the side pictures. Previous results first found the position of eye, nose, or mouth and then extract the other face components using their positional correlation. The detection results greatly depend on the correct extraction of the neck from the images. Therefore, we present a new algorithm that remove the neck completely and thus improve the detection rates of face components. To do this, we will use the RGB values and its differences.

I. 서론

다양한 사용자 인터페이스 기술의 발전은 컴퓨터와 멀티미디어 기술의 발전에 많은 영향을 끼치고 있다. 특히 3차원 얼굴모델은 대표적인 인터페이스 기술로서 방송, 그래픽스 환경, 지능형 에이전트 등의 분야에서 널리 그 활용가치를 높여가고 있다[1].

3D 얼굴 모델을 생성하기 위해서는 먼저 얼굴영역

을 검출하고 얼굴요소를 추출해야 한다[2][3][4]. 얼굴영역을 검출하기 위한 방법으로는 모양정보를 이용하여 모자이크[5], 신경망, K-L 변환을 이용하는 방법이 있으며, 이들 방법은 얼굴의 크기와 방향, 배경에 영향을 많이 받는 단점이 있다[6]. 또한 명암이나 색상을 이용하여 얼굴영역을 검출할 수 있는데, 이러한 정보들은 잡음에 민감하고 복잡한 배경으로

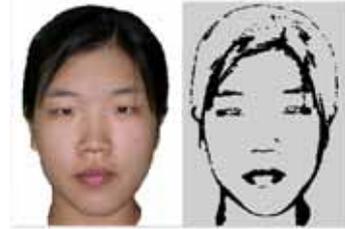
부터 추출이 어렵다[7][8]. 이러한 방식으로 추출된 얼굴영역은 얼굴의 범위가 대략적이고 목 부분이 포함되어 정확한 얼굴요소를 추출하기에 어렵다. 또한 인체비례를 이용한 얼굴영역의 추출은 얼굴이 아닌 범위에서 얼굴요소를 추출할 우려가 있다. 따라서 본 논문에서는 실제에 근접한 얼굴부분만을 추출하는데 중점을 두고 배경과 옷 등이 전처리된 영상에서 목 부분과 얼굴 부분을 효율적으로 분리하여 완전한 얼굴영역을 추출하기 위한 알고리즘을 제안하고자 한다.

또한 3차원 얼굴모델을 생성하기 위하여 추출된 얼굴영역을 사용하여 각 얼굴의 특징요소를 자동으로 추출하는 방법에 대하여 알아보하고자 한다. 정면사진을 제외한 측면과 뒷면에 대한 얼굴특징요소는 임의로 배경과 옷이 전처리된 영상을 사용할 것이다.

II. 얼굴 영역과 목 부분의 분리

정확한 얼굴 요소를 추출하기 위해서는 그 이전에 정확한 얼굴영역이 검출되어야 한다. 기존의 논문들은 얼굴 요소를 추출하기 위한 여러 가지 방법들을 시도해왔었지만 얼굴과 함께 검출될 수밖에 없는 목 부분은 얼굴의 전체 크기나 턱선과 같은 정확한 얼굴 요소추출을 위한 시도에 장애요소가 된다. 따라서 본 논문에서는 미리 옷부분과 배경이 제거된 정면 영상에서 턱이 훼손되지 않고 온전하게 추출할 수 있는 방법을 찾고자 한다. 수행 순서는 다음과 같다.

- ① 전처리된 영상(그림1-a)에 수동으로 적당한 문턱치를 주어 얼굴의 경계선이 잘 나타나도록 한다.
- ② 추출된 문턱치 값에 해당하는 픽셀을 검은색으로 값을 준 후 얼굴추출을 위한 임시배열에 넣는다(그림1-b).



▶▶ 그림 1. a. 입력영상
b. 문턱치값으로 추출한 영상

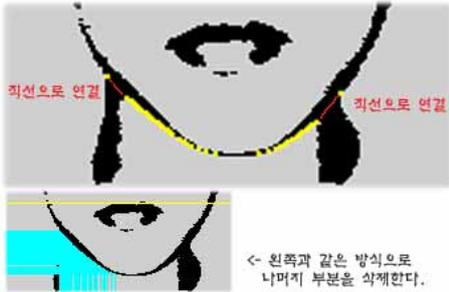
- ③ 불필요한 계산을 줄이기 위해 사진 아랫부분부터 전체 높이의 1/2-1/4 영역을 계산 범위로 잡고(그림2의 노란 선) 좌우 양쪽에서 중심으로 검색하면서 처음 만나는 검은색 픽셀의 위치를 저장한다.
- ④ 검색된 첫 번째 검은색 픽셀의 위치 배열에서 사진의 아래에서 윗부분으로 검색해가며 위치의 기울기가 두 번 변하는 부분을 목과 턱의 접선부위로 정한다(그림2). 이것은 보통 사람들이 V넥이나 라운드넥 모양의 옷을 입게 되는데 이때 추출되는 얼굴과 목의 살색영역은 옷깃에 의해 아랫부분에서 한번 좁혀지며 얼굴과 목의 경계부분에서 기울기가 꺾이기 때문이다. 만일 기울기가 변하지 않고 평행한 부분은 가장 높은 부분의 픽셀을 기준으로 한다.



▶▶ 그림 2. 목선탐색범위(노란선)와 기울기변화

- ⑤ 턱 아랫부분을 검출하기 위하여 사진의 좌우에서 중앙방향으로 두 번째 만나는 가장 가장자리의 검은픽셀을 검출하여 임시배열에 넣는다.
- ⑥ 이때 사진의 정 중앙에서 +5, -5 픽셀까지를 검색의 범위로 하여 반대쪽의 턱 경계나 반대쪽

의 목 부분을 턱으로 검색하지 않도록 한다.



▶▶ 그림 3. 턱선과 목의 접점을 직선으로 연결(위)하고 얼굴아래부분을제거(아래)

- ⑦ 앞서 구한 두 번째 기울기의 두 점과 턱 아래부분의 맨 윗부분에 해당하는 픽셀을 서로 연결하여 있는 선을 턱의 경계로 정한다(그림3 및 그림의 붉은선 부분).
- ⑧ 얼굴영역 아래에 있는 픽셀을 모두 제거하면 얼굴영역만이 남게 된다.

III. 얼굴 요소의 추출 방법

얼굴표준모델을 촬영한 실제 사람 모델에 맞게 고치기 위해서는 눈, 코, 입 등의 각 얼굴 요소들이 먼저 추출되어야 한다. 완전한 3차원 얼굴 모델의 완성을 위해서는 그림 4의 정면, 측면, 뒷면의 사진 모두에서 각 얼굴요소의 위치를 추출해야 한다. 이때 정면사진은 앞에서 검출한 얼굴영역을 이용하기로 한다. 일반적으로 정면 얼굴사진에서 얼굴 요소 부분이 다른 부분에 비해 어두워지는 특성을 이용하여 필터링 한 후, 영상을 프로젝션시켜 히스토그램을 관찰하면 해당 얼굴 요소 부분에서 값이 돌출된다. 이 크기를 이용하면 적절한 임계 값이 결정된다. 그리고 측면영상의 경우에는 얼굴 윤곽의 기울기를 이용하면 된다. 위면 영상일 때는 코 부분은 얼굴 윤곽 부분의 기울기를, 눈 부분은 눈썹의 위치를 이용하여 찾게 된다. 각 영상에서 얼굴 요소의 추출 순서는 다음과 같다.



▶▶ 그림 4. 3방향의 입력영상

그림 4의 영상들은 밝기를 이용하여 주어진 기준치보다 큰 값과 작은 값으로 나누어진다. 즉 필터링 시킨다. 이 영상을 얼굴 요소를 추출하기 위해 사용한다.

(1) 정면사진의 얼굴요소 추출

- ① 필터링된 영상을 가로, 세로로 프로젝션된 값을 위아래, 좌우를 검색하여 두상의 상하좌우의 크기를 구한 뒤 얼굴 중심에서부터 좌우로 검색하여 양눈의 시작점을 찾는다.
- ② 양눈의 시작점에서 얼굴의 좌우 바깥쪽으로 검색하여 RGB 문턱치에서 벗어나는 경우를 양눈의 끝 점으로 정한다. 코와 입술도 비슷한 방법을 사용한다.
- ③ 눈의 정 중앙에서 아래위로 검색하면서 문턱치를 넘어가는 값을 검색하여 눈의 아래, 위 지점으로 정한다.
- ④ 코의 경우 눈의 좌우크기만큼 내려온 점에서 아래로부터 얼굴높이의 1/4 이상인 범위 안에서 코의 좌우 값에 해당하는 부분에 문턱치를 만족하는 값을 찾는다. 가장 아래에서 찾아진 부분을 코 밑으로 지정한다.
- ⑤ 코의 밑 부분에서부터 처음 만나는 부분을 입술 위로, 턱에서 위로 검색하여 처음 만나는 부분을 입술 아랫부분으로 정한다.

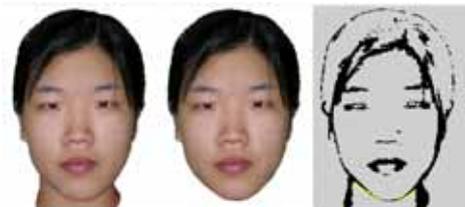
(2) 측면사진의 얼굴요소 추출

- ① 얼굴의 방향을 정하여 앞부분 중 가장 처음 만나는 점을 코로 설정한다.

- ② 코에서부터 얼굴 윤곽선을 따라 위로 검색하면서 처음으로 기울기가 달라지는 부분을 눈으로 한다.
 - ③ 코에서 아래로 검색하여 기울기가 달라질 때마다 코밑, 윗입술, 입술중심, 아랫입술로 정한다.
 - ④ 코에서 머리꼭대기까지의 범위에서 머리 뒤쪽에서 처음 검출되는 값을 머리 뒷부분으로 정한다.
- (3) 윗면사진의 얼굴요소 추출
- ① 상하좌우를 검색하여 머리방향의 제일 앞부분에 해당하는 값을 코로 정하고, 머리의 좌우와 뒤의 위치를 설정한다.
 - ② 코의 위치에서 좌우로 윤곽선을 따라가며 눈썹에 해당하는 위치를 찾는다. 이 눈썹의 중앙 위치를 눈의 중앙 위치로 간주한다.
 - ③ 코에서 머리중심방향으로 추출된 값이 머리좌우 크기의 1/5 이상인 경우를 얼굴시작점으로 본다.

IV. 실험결과

본 연구에서는 정면, 측면, 윗면 영상을 촬영하기 위해 Nikon CoolPix2500 디지털카메라를 사용하였으며 촬영된 영상에서 특정 색깔의 배경부분을 없애고 얼굴부분만을 사용하였다. 그리고 프로그램은 펜티엄 4 1.5GHz 환경에서 OpenGL기반의 JAVA3D Applet 으로 구현되었다.

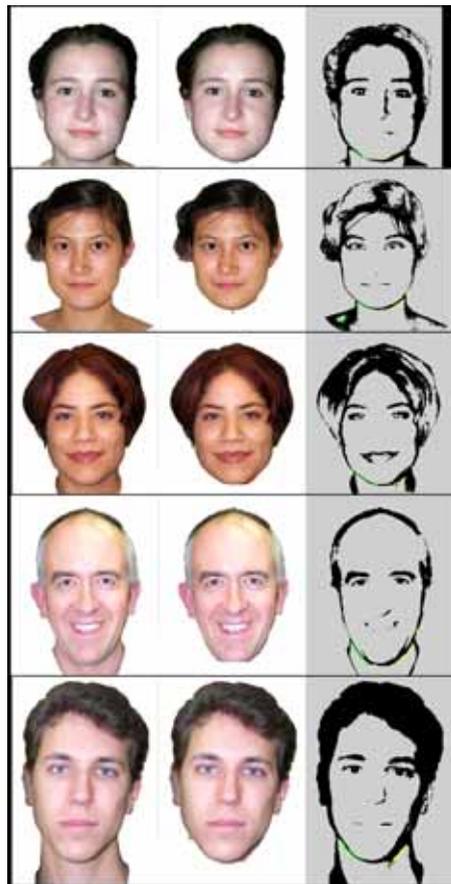


▶▶ 그림 5. 입력영상(좌)과 목 부분을 제거한 얼굴영역(가운데), 턱선추출표시부분(우)

그림 5의 왼쪽은 입력영상, 가운데는 최종출력영상

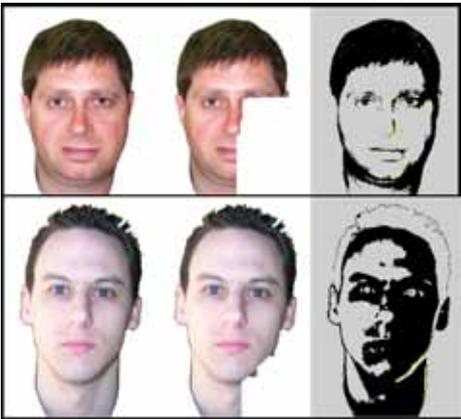
이며, 오른쪽 그림은 목 부분의 제거를 위해 수동으로 RGB문턱치를 이용하여 조정하고 잘라내는 영역을 노란색으로 표시한 것이다.

그림 6은 추출성공의 예이다. 얼굴영상은 Caltech Image Database[9]를 이용하였다. 조명이 얼굴 중앙을 비추고, 목이 한쪽방향으로 기울어지지 않았으며, 목과 얼굴의 경계지점이 명확하게 나오고 연속적으로 잘 이어져있는 경우에 추출성공률이 높았다. 이것은 얼굴이 긴 형이나 둥근형 등의 얼굴모양에 관계가 없고 목과 턱선 사이의 밝기값이 잡음이 생성되지 않고 남성의 경우 목젓이 두드러지게 튀어나오지 않은 영상에서 우수한 결과를 보였다.



▶▶ 그림 6. 얼굴추출성공의 예

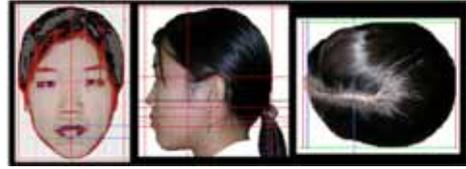
그림 7은 얼굴추출에 실패한 사례이다. 두 사람중 한명은 수염이나 피부잡음으로 인해 턱선이 불명확하고 다른 한명은 턱선이 밝기 차가 작아 불명확하여 추출되지 않은 경우이다. 또한 오른쪽 목선의 경우 기울기가 양(+)의 방향으로 기울어져 있다. 기울기를 이용하여 목과 얼굴의 접선부위를 구하기 때문에 조건을 만족하는 값이 나올 때까지 계속 위로 검색하게 된다. 아래 그림은 조명이 한쪽으로 치우쳐 있어 턱선이 다 나오는 밝기까지 문턱치를 주면 반대쪽의 추출이 실패하게 되는 예이다.



▶▶ 그림 7. 얼굴추출실패의 예

주로 조명과 피부잡음, 기울기, 주름과 수염, 그리고 고개를 지켜올리거나 살 때문에 경계가 모호해진 경우에 얼굴추출이 실패하였다. 또한 이미지사진이나 연예인의 사진의 경우 예쁘게 보이도록 톤을 조절하기 때문에 턱선이 끊어지거나 피부톤이 단순해져 실패하였다.

그림 8은 목선을 제거한 후에 3방향 영상에서 얼굴 요소의 추출 결과를 보여준다. 정면의 영상은 목 부분을 제거한 영상에 대하여 수행한 결과이다. 이 결과로부터 눈, 코 입 등의 얼굴요소들이 올바르게 잘 검출됨을 확인할 수 있다.



▶▶ 그림 8. 얼굴 각 요소의 추출

V. 결 론

본 논문에서는 얼굴요소를 추출하기 위하여 정면사진에서 얼굴부분만 추출하기 위한 목 부분 제거에 관한 알고리즘을 제거하였다. 그리고 추출된 얼굴 영상에서 눈코입 등의 얼굴요소를 추출하기 위한 방법과 측면과 윗면에 대한 얼굴요소의 추출방식을 제안하였다. 그 결과는 그림 5, 6, 8 과 같다. 이를 위해서는 우선 조명이 정면에 있고 목을 기울이지 않은 상태에서 추출된 결과이어야 한다.

얼굴주름과 잡음, 턱선의 불명확함 등을 제외하고는 올바른 목 부분 제거가 얻어졌으며 이를 바탕으로 얼굴요소를 추출하는 방법도 잘 수행되었다.

향후연구로는 조명의 치우침과 피부잡음에 영향을 받지 않는 턱선추출이 요구되며 얼굴모델의 부풀려진 머리스타일 때문에 정확하게 얼굴범위가 추출되지 않는 부분에 대한 보완이 필요하다.

■ 참고문헌 ■

- [1] Jose D. R. Wey, Joao A. Zuffo, "InterFace : a Real Time Facial Animation System", Anais do XI SIBGRAPI, October, 1998.
- [2] 유호섭, 소 정, 왕 민, 민병우, "고립영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출", 정보과학회논문지(B), 제23권 제7호, 1996.
- [3] 장경식, "다해상도 영상을 이용한 얼굴 구성요소 추출", 정보처리학회논문지, 제6권 제12호, 1999.
- [4] G. Yang, T. S. Huang, "Human Face Detection in a Complex Background", Pattern Recognition, Vol.27, No.1, pp.53-63, 1994.
- [5] K-M. Cho, J-H. Jang, K-S. Hong, "Adaptive

- Skin-Color Filter", *Pattern Recognition*, Vol.34, pp.1067-1073, 2001.
- [6] Rama Chellappa, C. L. Wilson, and S. Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces : A Survey", *Proc. IEEE*, Vol.83, No.5, pp.705-740, May, 1995.
- [7] C. L. Hang and C. W. Chen, "Human facial feature extraction for face interpretation and recognition", *ICPR'92*, pp.204-207, 1992.
- [8] Robert W. Burnham, Randall M. Hanes, C. James Bartleson, "Color: a Guide to Basic Facts and Concepts", pp.11-16, John Wiley & Sons., 1963.
- [9] <http://www.vision.caltech.edu>