시점불변의 얼굴 탐지기
Viewpoint invariant face detection system

김 동성, 배명진, 홍석권

숭실대학교 정보통신공학과
E-mail:dongsung@saint.soongsil.ac.kr

요약

복잡한 배경의 컬러 이미지에서 시점불변의 얼굴 탐지 방법이 제안되었다. 얼굴과 그 구성요소는 바라보는 각도에 따라서 다른 형태를 갖기 때문에 복잡한 배경 이미지에서 시점불변의 탐지를 위해서 얼굴의 컬러 정보를 이용하여 얼굴의 위치를 찾는 방법을 제안한다. 찾아진 얼굴은 눈과 입 등의 구성요소들의 기하학적 정보를 이용하여 검증된다. 제안된 방법은 크기, 이동, 방향에 불변하다. 또한 몇 십장의 화상을 이용한 실험 결과를 제공한다.

I. 서론

얼굴 탐지에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다[1-8]. 많은 알고리즘들은 크게 다중 해상도방법[4], 계층적 지식베이스 방법[1,2,5], 텍스처 특징 분석 방법[3,6]으로 나눌 수 있다.

다중 해상도 방법이란 해상도를 변화하여 얼굴을 찾는 것이다[4]. 입력 화상의 해상도를 낮추어서 mosaic화상을 만들게 된다. 물론 입력 화상의 크기에는 변화를 주어서는 안된다. 이렇게 해서 만들어진 mosaic화상의 명암도를 검사해서 얼굴로 추정되는 부분을 찾고 그 내부에서 얼굴 요소들을 찾게된다. 해상도에 변화를 주어 검사하게 되므로 얼굴의 크기에 상관없이 얼굴 영역을 찾을 수 있지만 극히 제한된 화상 즉 알고리즘에서 제시한 명암도를 가진 화상만이 가능하게 된다. 그림자 등 여러 환경으로 인하여 명암도가 바뀌게되면 올바로 얼굴을 찾을 수 없게 된다.

계층적 지식베이스 방법을 쓰는 알고리즘은 얼굴 패턴을 먼저 찾아서 그것을 기본 모델과 비교하면서 얼굴을 찾는 것이다[1,5]. Enhanced Edge filter, band-pass filter[6]등 여러 가지 방법을 사용하여 얼굴의 윤곽선을 찾게된다. 알고리즘에 따라서는 얼굴요소까지 찾는 경우도 있다. 이렇게 찾은 정보를 기본얼굴 모델과 비교해서 얼굴을 찾게 되는데 입력화상의 다양성을 지원하기 위해서 기본 얼굴 모델을 옆모습, 앞모습 등 여러 가지 얼굴 형태와 여러 가지의 크기별로 준비하게된다. 하지만 기본 얼굴 모델을 만드는데는 한계가 있기 마련이므로 이 알고리즘의 유연성 역시 한계가 있게 된다.

텍스처 특징 분석 방법은 얼굴 요소들을 검사함으로서 얼굴 영역을 찾는 것이다[6]. Edge필터 등 여러 가지 방법을 사용하여 얼굴 요소를 찾는다. 그후 찾아진 얼굴 요소들에 대해서 길이, 넓이, 크기, 비율 등을 검사해서 얼굴 영역을 찾는 것이다. 이 알고리즘은 얼굴요소의 변화를 지원하지 못하고 있다. 하품하는 얼굴, 입을 오므린 얼굴, 옆으로 돌린 얼굴, 위를 쳐다보는 얼굴 등은 얼굴 영역을 찾기가 힘들어진다. 얼굴 요소들의 비율이나, 길이, 크기 등이 변화하기 때문이다.

우리는 색깔정보와 기하학적인 정보를 이용하여 얼굴이 준 정면(quasi-frontal)일 때는 물론이고 그 이상의 각도로 방향이 돌려져 있을 때도 얼굴을 탐지할 수 있는 방법을 제안한다.

II. 본론

시점에 변화에 따라 얼굴의 형태가 변화하기 때문에 윤곽선 추출 방법으로 윤곽선을 찾거나 또는 다른 방법으로 얼굴형태를 찾는 방법은 템플릿을 사용하여 비교한다 하더라도 그 한계

가 있기 마련이다. 따라서 이러한 난점을 극복하기 위해서는 시점에 불변할 수 있는 특징인 색깔 정보를 이용한다. 먼저 색깔정보를 이용하여 얼굴영역을 찾고, 찾아진 영역에서 얼굴의 구성요소 즉 눈과 입이 찾아진다. 이렇게 찾아진 눈과 입으로 눈-입 삼각형을 구성한다. 눈-입 삼각형과 얼굴영역의 방향과 크기를 이용하여 얼굴영역을 검증한다. 자세한 블록도가 그림 1 에 나타나 있다

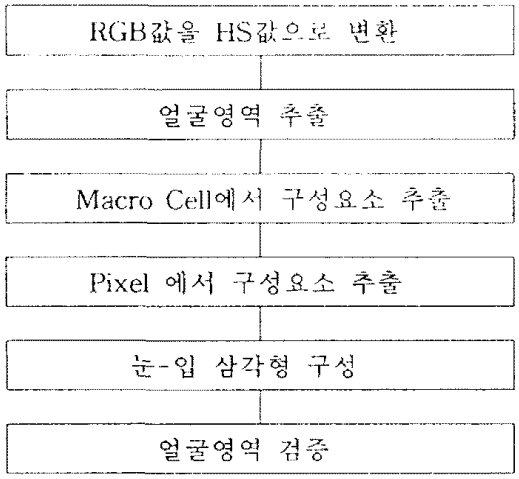

그림 1. 얼굴탐지 블록도

첫째로, 얼굴 영역을 탐지하기 위해서 칼라 화상의 정보를 Hue와 Saturation으로 나타낸다..

Hue 와 Saturation을 구하는 공식은 다음과 같다[5].

$$\text{Hue} = \frac{R-(G+B)*0.5}{R+G+B} \qquad (1)$$

$$\text{Saturation} = \frac{(G-B)*\frac{\sqrt{3}}{2}}{R+G+B} \qquad (2)$$

화상의 RGB 값들을 위의 공식 (1)과 (2)를 이용하여 Hue 와 Saturation 값으로 나타낸다. Hue와 Saturation으로 나타내어진 화상은 원래 화상의 4 x 4 pixel 영역을 한 개의 Macro cell 로 크기가 줄여진다. 이런 Macro cell로 나타냄으로써 처리속도를 높이고, bluring 효과를 갖게 한다.

Macro cell로 나타내어진 화상에서 얼굴색인 영역들을 찾아낸다. 얼굴 색은 우리가 가지고 있는 수십 장의 화상 데이터에서 살색정보를 얻어서 그 평균값을 취했다. 그림 2는 원래의 화상을 나타내고, 그림 3은 Hue와 Saturation을 이용하여 추출한 얼굴이라고 간주되는 영역들을 나타낸다.

그림 2. 얼굴이 포함된 화상

그림 3에서 보여지듯이 추출된 영역에는 진짜 얼굴 영역 이외에도 팔과 귀의 일부분도 찾아졌다. 이는 살색 정보만을 가지고 얼굴 영역을 찾기 때문에 야기되는 결과이며, 이 잘못된 결과들은 다음 단계를 거치면서 제거하게 되다.

둘째로, 추출된 얼굴영역에서 얼굴 구성 요소 즉 눈과 입을 추출한다. 먼저 눈을 색깔정보 이용하여 추출한다. 눈의 추출을 위해서는

그림 3 색깔정보로 추출된 얼굴

Hue와 Saturation 뿐만 아니라 R, G, B 의 합인 value 값을 이용하여 갈색 눈을 찾는다. 눈을 찾을 때는 얼굴영역 내부에서만 찾으면 된다. 먼저 얼굴영역에서 비어있는 Macro cell 들을 grouping 하여 얼굴 구성요소 영역으로 만든다. Grouping 은 region growing 방법을 이용했다. 얼굴구성요소 중에서 눈의 threshold 에 들어있는 영역을 눈이라고 찾는다. 입의 추출도 눈의 추출과 유사하게 한다. 단 입의 threshold 에 들어있는 영역을 입이라

고 찾는다.

구성요소의 위치를 좀더 정확하게 계산하기 위해서 Pixel 단위로 화상을 처리한다. Macro cell 단위에서 얻어진 구성요소의 좌표를 중심으로 주변 영역을 Pixel 단위 화상에 구성요소의 영역을 찾는다. 이때 사용되는 색깔정보는 평균적인 얼굴 구성요소의 Hue, Saturation과 value 값이 아닌 현재화상에 맞는 색깔정보를 이용한다. 그 값들은 Macro cell 단위에서 구해진다. 얼굴 구성 요소의 좌표로부터 일정크기의 window를 설정하고 그 Window의 경계선 값을 Threshold값과 비교하면서 Window영역을 Growing하게 된다. Window의 Growing이 멈추게되면 그 window내부에 있는 pixel 들을 검사하여 구성요소에 해당되는 pixel들로 grouping을 한다. 이렇게 grouping 된 구성요소에서 중심좌표를 계산한다.

우리가 색깔 정보로 찾은 얼굴 구성 요소들 중에서는 잘못된 얼굴 구성 요소들도 포함되어져 있을 수 있다. 이런 잘못된 구성요소를 제거하기 위해서 구성요소들의 기하학적 관계를 이용한다. 사람의 얼굴은 눈 한 쌍과 입 한 개로 이루어져있으므로, 두 눈과 입으로 구성된 이등변 삼각형을 만든다. 이런 삼각형을 눈-입 삼각형이라 한다. 눈-입 삼각형은 각 구성요소의 위치 뿐만 아니라 각 구조에 대한 정보도 포함한다. 눈의 크기와 모양, 입의 크기와 모양 등을 포함한다. 이 삼각형을 이용하여 얼굴영역으로 찾아진 영역이 진정한 얼굴인지를 검증한다.

검증은 먼저 얼굴의 방향과 눈-입 삼각형의 방향이 서로 조화를 이루는가를 조사한다. 또 다른 검증으로 얼굴과 눈-입 삼각형의 상대적 크기를 비교한다. 첫 번째 검증으로 눈-입 삼각형에서 얼굴의 머리 방향을 계산하고, 계산되어진 머리 방향에 머리 영역이 있는지를 조사한다.

머리 영역의 조사는 색깔 정보를 이용한다. 두 번째 검증으로 얼굴의 크기와 눈-입 삼각형의 크기를, 눈-입 삼각형을 기준으로 눈과 눈으로 이루어진 가로축의 길이와 두 눈의 중심과 입으로 이루어진 세로축의 길이로, 각 각 계산한다. 얼굴과 눈-입 삼각형의 크기의 비율이 미리 정하여진 threshold안에 있는가를 조사한다. 이상의 검증을 통과한 얼굴영역은 진정한 얼굴이라고 간주된다.

III. 실험 결과

얼굴의 색깔정보와 구성요소의 기하학적 정보를 이용하여 시점에 불변적인 얼굴탐지 방법을 제안했다. 구성요소의 기하학적인 정보가 많은 잘못된 구성요소들을 제거하는데 도움이 되었다. 그러나 우리의 실험 역시 제한된 화상이 존재 하게된다. 적어도 두 눈과 입이 화상에 나타나야한다는 것이다.

우리의 실험은 28개의 화상을 대상으로 실험을 하였다. 이 화상들은 디지탈 비디오 카메라로 만들어진 연속된 화상들중 선택된 것이다. 우리의 실험 결과 완벽히 찾은 것은 25개 이었다. 따라서 우리가 실험에 적용한 알고리즘의 성공률은 약 89.3%가 된다. 실패한 화상중 2개의 화상은 한쪽 눈을 찾지 못한데서 야기되었고, 1개는 입을 찾지 못한데서 야기되었다. 실패한 2개의 화상에서 눈을 못 찾은 이유는 우리가 정한 살색의 Threshold값과 눈의 Threshold값에 의해서 눈의 영역으로 선택할 수 없었기 때문인데 한쪽 눈의 색이 살색과 함께 번져 있는데서 야기되었다. 또한 입을 못 찾은 화상 역시 입의 색깔이 명확하지 않았기 때문이다. 우리의 실험은 얼굴을 찾는데 있어서 색을 기본으로 하기 때문에 이와 같이 번지는 효과가 있는 화상은 때에 따라서는 찾지 못하는 결과를 야기할 수도 있다.

그림 4는 그림 2에 대한 얼굴 탐지 결과 그림이다. 두 눈과 입이 표시되어있다. 눈-입 삼각형을 이용한 검증을 통해서 그림 3에 있던 팔 부분과 귀부분이 제거되고, 얼굴부분만이 올바

그림 4. 구성요소로 검증된 얼굴

른 얼굴로 탐지되었다.

그림 5, 6, 7 은 눈-입 삼각형이 한 개 이상

나온 화상의 결과이다. 그림 6에서 보듯이 두 개의 입이 추출되었다. 두 개의 눈-입 삼각형이 만들어졌다. 잘못된 눈-입 삼각형은, 이 삼각형의 위쪽에 머리영역이 존재하지 않기 때문에 배제되었다. 또한 팔 부분은 눈-입 삼각형이 존재하지 않아서 배제되었다. 탐지결과가 그림 7에 나타나있다.

그림 5 초기 입력 화상

그림 6 중간 결과 화상

그림 7 구성요소로 검증된 얼굴

그림 8 입력 화상

그림 9 중간 결과 화상

그림 10 최종 결과 화상

얼굴탐지에 실패한 결과가 그림 8, 9, 10에 나타나있다. 그림 9에서 보듯이 팔과 귀가 얼굴영역으로 추출되었다. 하지만 이들은 눈-입 삼각형을 포함하지 않아 배제되었다. 그러나 진짜 얼굴 역시 한쪽 눈을 찾지 못해서 눈-입 삼각형이 존재 하지 않아 얼굴탐지에 실패했다. 그림 10에 원래 화상에 눈과 입을 그린 화상을 보여준다.

III. 결론

본 논문은 색깔정보와 구성요소의 기하학적인 정보를 이용한 시점불변의 얼굴 탐지 방법을 제안했다. 색깔정보를 이용하여 얼굴영역의 찾아내고, 그 영역들 중에서 얼굴구성요소 즉 눈과 입으로 이루어진 눈-입 삼각형의 기하학적 정보가 찾아진 얼굴영역과 일치되는 것을 얼굴로 탐지했다. 색깔정보만으로 얼굴영역을 찾아냄으로 해서 시범변화에 무관하게 얼굴을 찾아낼 수 있었고, 얼굴 구성 요소를 이용한 검증으로 잘못된 얼굴영역을 제거할 수 있었다. 하지만 얼굴의 색깔정보가 개인차가 심하기 때문에 이런 변화에 무관한 색깔정보에 대한 연구가 더 진행되어져야할 것이다. 또한 현재의 기하학적인 검증으로는 눈-입 삼각형이 여러개 존재하는 얼굴영역에서 진짜 눈-입 삼각형을 선택하기가 매우 어렵다. 이런 선택을 위해서 눈-입 삼각형으로부터 부분적이나마 3차원 정보를 계산하여 검증하고자 한다.

IV. 참조

1. R. Brunelli and T. Poggio. "Face Recognition: Features versus Templates". *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 15(10):1042-1052, Oct. 1993

2. G. Burel and D. Carel. "Detection and Localization of Faces on Digital Images". *Pattern Recognition Letters*, pages 963-967, Oct. 1994

3. Y. Dai and Y. Nakano. "Extraction of Facial Images from Complex Background Using Color Information and SGLD Matrices", *International Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition*, pages 238-242, Zurich, 1995

4 G. Yang and T.S. Huang. "Human Face Detection in a Complex Background". *Pattern Recognition*, 27(1): 53-63, Jan 1994

5. H. WU, M. YACHIDA and Q. CHEN "An Application of Fuzzy Theory: Face Detection", *International Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition*, Zurich, 1995

6. H. Graf, T. Chen, E. Petajan, and E. Cosatto "Location Faces and Facial Parts", *International Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition*, Zurich, 1995

7. Brian V. F. and Graham D. F. "Color Constant Color Indexing", *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., VOL. 17, NO 5, 522-529*, May. 1995