

적응적 칼라 정보와 부분 템플릿매칭에 의한

얼굴영역 및 기관 검출

이미애⁰⁺ 류지현⁺ 박기수⁺⁺

⁺한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 ⁺⁺고신대학교 컴퓨터과학부
⁺{malee,startail}@hanbat.ac.kr ⁺⁺pkisoo@kosin.ac.kr

Dection Method of Human Face and Facial Components Using Adaptive Color Value and Partial Template Matching

Miae Lee⁰⁺ Jiehun Ryu⁺ Kisoo Park⁺⁺

⁺Dept. of Information Communication and Computer Engineering, Hanbat Nat'l University
⁺⁺Dept. of Computr Science, Kosin University

요 약

얼굴영상을 효율적으로 처리하기 위해선 먼저 입력영상에서 얼굴영역과 얼굴을 구성하는 각 기관을 검출하는 전처리가 필요하다. 본 논문에서는 얼굴의 크기와 얼굴의 회전, 조명의 변화가 어느 정도 허용되고 피부색 배경이 얼굴에 병합된 경우에도 얼굴영역과 얼굴기관(눈, 입)을 강건하게 검출할 수 있는 방법으로, 입력영상에 따른 적응적 칼라 색상정보와 얼굴기관의 부분 템플릿매칭을 조합한 알고리즘을 제안한다. 변환된 HSV 칼라 좌표계상의 대역적 피부색상 정보와 히스토그램을 이용한 적응적 피부색상 정보로 얼굴영역을 검출한 뒤, 얼굴영역 안에서 입술색상 정보로 도출된 입술영역의 x축 기울기를 이용해 회전각을 보정하고, 양안의 조합으로 이루어진 부분 템플릿을 이용해 눈을 검출한다.

1. 서 론

얼굴은 인체의 어떤 부위보다 사람의 개성과 감정이 잘 나타나며, 공개적이고 비접촉에 의해 얼굴영상을 획득할 수 있는 특징이 있어 표정인식, 사람과 컴퓨터와의 휴먼인터페이스, 생체인증시스템연구 등에 널리 이용되고 있다[1-3]. 얼굴영상을 효율적으로 처리하기 위해선, 먼저 입력영상에서 얼굴영역과 얼굴을 구성하는 각 기관을 검출하는 전처리가 필요하다. 지금까지 제안된 방법으로는, 얼굴의 종축과 횡축의 비 및 얼굴영역의 크기를 이용한 모양정보, 눈, 코, 입으로 구성된 얼굴 기관의 위치정보, 피부색을 이용한 색상정보, 얼굴동영상에서 획득한 움직임정보를 이용한 방법 등이 제안되었다. 이러한 방법들은 입력영상이 단일 배경을 전제로 정면 얼굴만 사용하거나 조명, 장소 등 촬영환경을 고정하는 등, 여러 제약조건 아래에서는 비교적 좋은 결과를 기대할 수 있으나, 얼굴영역의 크기나 조명 변화, 정면얼굴이 아닌 경우, 피부색상이 포함된 배경이 존재할 경우에는 얼굴 검출에 어려움이 있었다. 최근에는 모양정보, 색상정보, 위치정보들을 결합하여 얼굴영역을 검출하는 방법이 제시되고 있다[4-6]. 그러나 머리가 회전되거나 피부색에 가까운 염색머리 또는 배경이 얼굴과 병합된 경우에는 정밀도 높은 결과를 기대하기 어렵다.

본 논문에서는 얼굴의 크기와 얼굴의 회전, 조명의 변화가 어느 정도 허용되고 피부색 배경이 얼굴에 병합된 경우에도 얼굴영역과 얼굴기관(눈, 입)을 강건하게 검출할 수 있는 방법으로, 입력영상에 따른 적응적 칼라 색

상정보와 얼굴기관의 부분 템플릿매칭을 조합한 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 얼굴영역을 검출하는 방법과 3장에서 얼굴기관을 검출하는 방법을 설명한다. 4장에서 실험결과를 통해 본 연구의 유효성을 제시하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 얼굴후보 영역 검출

피부 칼라를 이용한 종래의 얼굴 검출방법은 고정된 피부 칼라의 임계값을 이용하거나, 검출된 피부칼라 영역의 가장 큰 부분이 얼굴부위임을 전제하는 제약조건이 적용되었다. 그러나 촬영장소가 같은 실내라 하더라도 날씨, 시간대에 따라 입력영상의 칼라 값은 조금씩 변할 수 있으므로 고정된 임계값으로 각 입력영상의 피부영역을 대응하기에는 한계가 있었다. 또한 비슷한 피부 칼라 값으로 얼굴영역과 비얼굴영역이 병합된 경우에는 얼굴 검출에 어려움이 있었다.

본 논문에서 사용되는 실험영상은 그림1처럼 자연스런 표정의 얼굴영상을 전제로 배경, 얼굴의 크기, 얼굴의 움직임을 고정하지 않았다.



그림 1 실험영상

얼굴후보 영역을 결정하기 위한 본 연구의 제안 알고리즘은 다음과 같다. 입력영상을 인간의 시각체계와 비교적 유사한 HSV 칼라 좌표계로 분리한 뒤,

① 기존의 얼굴영상처리 논문[7]에서 적용된 피부칼라 값과 본 실험에서 사용된 입력영상(100매)의 피부칼라 값 중 최대치와 최소치의 임계영역(H:0~60, S:0.13~0.68, V:90~255)을 적용하여 대역적 피부칼라 영역을 결정한다.



그림 2 대역적 피부칼라영역

② ①의 피부칼라 영역에서 색상정보(H)의 히스토그램을 구한 뒤, 정점을 이루는 색상 값을 선택영역으로 잡고 이웃한 화소들과의 칼라 값의 차가 일정치 이하이면 그 화소를 선택영역에 포함해 영역을 확장시켜 나가는 범람방식(Flood)을 이용하여 1차 얼굴후보를 결정한다. 본 논문에서는 실험을 통해 H=10, S=0.2 V=45 이하인 칼라 값들을 포함시켰다. 이로서 촬영환경에 따라 조금씩 달라지는 피부 칼라 값을 입력영상마다 적응적으로 대응하여 얼굴후보를 결정할 수 있다.



그림 3 적응적 피부칼라영역

③ ①의 방법으로 입술칼라의 최대치와 최소치의 대역적 임계영역(H:0~15, S:0.3~1, V:102~255)을 구한 뒤, ②의 얼굴후보영역 안에서 입술영역을 검출한다. 얼굴영역에서는 입술부위가 가장 큰 영역으로 검출됨이 예상됨으로, 레이블링으로 최대영역만 남기고 잡음 등으로 검출되는 그 외의 부분은 제거한다.

④ 얼굴영역 : 입술영역(평균 28:1~32:1 허용)을 비교해 조건에 만족하면 얼굴임을 확정하고 ⑤를 실행한다. 비얼굴로 예측되는 경우는 1차 얼굴후보영역을 제외한 나머지 피부칼라 영역으로 ②, ③, ④를 실행한다.

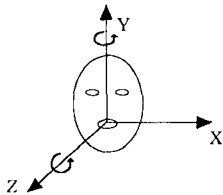


그림 4 얼굴회전 축

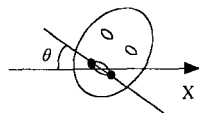


그림 5 Z축 얼굴 회전각

⑤ Z축에 따른 얼굴회전은 입술도 같이 회전하므로 ③에 의해 구해진 입술영역의 좌우측 끝점을 연결하여 x축에 대한 각도 θ 를 구한 뒤, 식(1)을 이용하여 얼굴의 기

울기를 보정한다. 이 때, (x_r, y_r) 는 중심점이며, θ 만큼 회전시 점 (x,y) 로부터 점 (x',y') 를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} x' &= x_r + (x - x_r)\cos\theta - (y - y_r)\sin\theta \\ y' &= y_r + (x - x_r)\sin\theta + (y - y_r)\cos\theta \end{aligned} \quad (1)$$



그림 6 입술영역과 회전각



그림 7 기울기가 보정된 얼굴영역

⑥ 하나의 얼굴을 검출한 뒤, 다음 얼굴을 검출하기 위해서는 얼굴검출이 성공한 부분을 제외한 영역을 대상으로 알고리즘을 반복한다. 본 실험에서는 ②~④에서 연속적으로 3번까지 비얼굴로 예측되면, 더 이상 검출대상이 없으므로 판단하고 실행을 끝낸다.



그림 8 반복 실행 결과

3. 얼굴기관 검출

얼굴영상에서 각 기관을 검출하는 종래의 방법으로는 얼굴 패턴 정보를 이용하거나, 얼굴의 위치정보, 칼라 정보를 이용하는 방법 등이 있다. 그러나 대부분 입력영상이 정면얼굴일 경우로 제한되며 회전이 있는 입력영상인 경우에는 적용에 어려움이 있다.

본 논문은 2장의 알고리즘에 의해 검출된 얼굴후보 영역이, 얼굴의 회전에 의해 양안이 같은 눈의 형상을 유지하지 못할 경우에도 대응 가능한 방법으로 부분 템플릿 매칭방법을 제안한다. 사람의 눈은 좌우측이 대칭성을 가지고 있지만 low-level 영상에선 비슷한 패턴으로 이루어짐에 착안하여, 양안의 중간값 템플릿을 설정한 후 그레이 영상으로 변환시킨 얼굴후보영역에서 매칭을 행한다. 이 때, 영상에 따라 얼굴크기가 달라지므로

얼굴기울기가 보정된 얼굴후보영역의 횡축 최대길이에 맞추어 템플릿 크기를 조정한다(그림9 우측 눈). 부분 템플릿은 본 실험대상 100매 중 눈 크기가 비슷한 정면얼굴영상 5매(N)의 눈을 조합하여 구성하였다.

$$Template = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{Right\ Eye + Left\ Eye}{2} \quad (2)$$



그림 9 부분 템플릿에 의한 눈 검출

입술색상으로 검출한 입 영역과 부분 템플릿으로 검출한 눈 영역을 그림9에 나타냈다.

4. 실험결과

실험에 사용된 얼굴영상은 눈을 감지 않은 자연스런 표정의 입력영상을 전제로 배경, 얼굴의 크기, 얼굴의 움직임 등을 고정하지 않았다. 다만, 강한 조명, 햇빛 등으로 칼라 값이 전반적으로 왜곡된 입력영상은 실험대상에서 제외하였다. 그림4와 같이 머리회전이 이루어질 때, Z축에 대해선 좌우 90도까지 허용하였고, Y축은 얼굴횡축 넓이와 눈의 넓이 비율 감안하여 좌우45도 이상의 회전은 고려하지 않았다. 색깔있는 안경(테는 상관치 않음)을 제외한 안경의 유무, 남녀 구분없이 칼라 CCD카메라로 촬영한 영상 80매와 웹에서 획득한 20매의 영상을 입력영상으로 사용하였으며, 해상도는 320×240이다.

표1은 얼굴영역의 검출결과이다. CCD 카메라로 획득한 영상과 웹 영상을 구분하였고, 입력영상의 얼굴 수에 따른 검출결과를 나타냈다. 본 실험에서는 입력영상의 얼굴 수를 3개까지만 허용했다. 표1에서 나타난 것처럼, 얼굴이 두 개까지는 대체적으로 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 얼굴 수가 3개인 경우에는 영상크기에 비해 얼굴이 너무 작아 입술영역이 제대로 검출되지 않거나 얼굴보다 피부색상과 유사한 배경이 더 넓은 면적을 차지하는 경우에 검출율이 현저히 저하됨을 알 수 있었다.

기관검출은 얼굴검출이 성공한 얼굴을 대상으로 검출이 이루어지므로 입은 100%, 눈의 경우도 95%이상의 높은 성공률을 얻었다.

표 1 얼굴영역 검출 결과

	CCD카메라 영상(80매)	웹영상 (20매)	성공률 (%)
얼굴갯수 (1개)	38/40매	8/10매	92
얼굴갯수 (2개)	37/(20매×2)	7/(5매×2)	88
얼굴갯수 (3개)	44/(20매×3)	9/(5매×3)	71

5. 결론

본 논문은 얼굴의 위치정보나 얼굴형상 정보를 이용하지 않고 칼라정보를 기반으로 얼굴영역 및 기관(눈, 입)을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 촬영환경의 변화에 민감한 칼라 정보를 HSV로 변환한 후, 대역적 피부색상 정보와 히스토그램을 이용한 적응적 피부색상 정보로 얼굴영역을 검출하였다. 또한 얼굴영역 안에서 입술색상 정보로 검출한 입술영역의 x축 기울기를 이용해 회전얼굴을 보정하고, 양안의 조합으로 이루어진 부분 템플릿을 이용해 눈을 검출하였다. 실험 결과, 얼굴의 크기와 얼굴의 회전, 조명의 변화가 있는 입력영상에서도 높은 성공률을 보였다.

본 실험에서는 계산 시간을 고려하지 않고 있으나, 향후 연구로는 실시간 처리에 대응할 수 있는 알고리즘으로 개선할 예정이다.

참고문헌

- [1] H. Ohta, H. Saji, H. Nakatani, "Recognition of Facial Expressions Using Muscle-Based Feature Models," IEICE, Vol. J82-D-II, No.7 pp.1129-1139, 1993
- [2] O. Hasegawa, K. Sakaue, S. Hayamizu, "A Human-Like Software Robot Which Interactively Learns and Manages Visual Information in Real World," IEICE, Vol.J82-D-II, No.10, pp.1666-1674, 1999
- [3] R. Brunelli, T. Poggio, "Face Recognition : Feature versus Templates," IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.15, No.10, pp.1042-1052, 1993
- [4] 황춘, 최철, 최영관, 조성민, 박장춘, "히스토그램과 영역분할기법을 이용한 얼굴추출에 관한 연구," 제18회 한국정보처리학회 추계학술대회, 제9권, 제2호, pp.633-636, 2002
- [5] 권혁봉, 장언동, 윤태승, 안재형, "입술 움직임 정보를 이용한 실시간 화자 클로즈업 시스템 구현," 멀티미디어학회논문지, 제4권, 제6호, pp.510-517, 2001
- [6] H. Wu, Q. Chen, M. Yachida, "Face Detection From Color Images Using a Fuzzy Pattern Matching Method," IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.21, No.6, pp.557-563, 1999
- [7] 김영일, 이응주, "얼굴피부색, 얼굴특징벡터 및 안면 각 정보를 이용한 실시간 자동얼굴검출 및 인식시스템," 정보처리학회논문지, B 제9권, 제4호, pp.491-500, 2002