

CCD 컬러 영상과 적외선 영상을 이용한 얼굴 영역 검출

論 文
54D-9-9

Facial Region Tracking by Utilizing Infra-Red and CCD Color Image

金敬燮[†] · 李定桓^{*} · 尹泰皓^{**} · 韓明希^{**} · 辛承元^{**} · 金寅寧^{***} · 宋哲奎[§]
(K. S. Kim · J. W. Lee · T. H. Yoon · M. H. Han · S. W. Shin · I. Y. Kim · C. G. Song)

Abstract - In this study, the automatic tracking algorithm tracing a human face is proposed by using YCbCr color coordinated information and its thermal properties expressed in terms of thermal indexes in an infra-red image. The facial candidates are separately estimated in CbCr color and infra-red domain, respectively with applying the morphological image processing operations and the geometrical shape measures for fitting the elliptical features of a human face. The identification of a true face is accomplished by logical 'AND' operation between the refined image in CbCr color and infra-red domain.

Key Words : Face, CCD Color Image, Infra-Red Image, Region Tracking

1. 서 론

현재, 적외선 (Infra-red) 카메라를 통하여 피부 표면 온도를 측정하고, 이를 이용하여 말초 혈관 질환, 국부의 신진대사 질환 등을 진단하는 방법이 널리 사용되고 있다. 또한 얼굴은 신체의 다른 부분 중에서 노출도가 가장 높고, 얼굴 부위의 온도 분포는 인체의 생리적인 활동이나 특정한 질환의 징후를 반영하고 있다. 따라서 적외선 카메라를 통하여 얻은 온도 영상에서 얼굴 부위를 정확히 추산 할 수 있다면, 질환의 징후나 생리적인 변화 상태의 관찰이 가능하다. 하지만 단순히 얼굴의 온도의 분포에 따라 얼굴 영역을 추출하고자 하면, 얼굴의 온도 분포와 유사한 열 분포 값을 갖는 열원이 영상 내에 동시에 존재할 경우, 얼굴 영역을 잘못 인식할 수 있는 오류가 발생 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 실시간으로 적외선 카메라를 통하여 획득한 얼굴의 온도 분포와 동일한 프레임으로 획득한 CCD 컬러 영상의 YCbCr 컬러 정보 값, 2차 모멘트 모양 특성 값을 이용, 두 영상에서 각각 획득한 얼굴 후보 영역을 논리합 (Logical AND)으로 연산하여 최종 얼굴 후보 영역을 추출한 후, 이 최종 얼굴 후보 영역을 실시간으로 추적함과 동시에 적외선 카메라를 통해 획득한 영상에 최종 얼굴 후보 영역을 매핑 (mapping)함으로써 최종 얼굴 후보 영역의 열 특성지수를 도출하였다.

2. 본 론

2.1 적외선 영상을 이용한 얼굴 후보 영역 추출

모든 물체는 스스로가 가진 온도에 따른 적외선 에너지를 방출한다. 적외선 카메라는 이와 같이 물체에서 방출되는 적외선 영역의 에너지를 검출하여 물체의 표면 온도를 각각의 온도의 높낮이에 따른 물체의 온도 분포 정보를 영상으로 나타낸다. 따라서 적외선 영상에서 얼굴 영역의 온도 분포를 이용하면, 얼굴 영역의 추출이 가능해진다. 적외선 영상을 이용해서 얼굴 영역을 추출하려면 그림 1과 같이 먼저 적외선 영상을 획득한 후, 적외선 영상에서 온도 분포에 따른 1차 얼굴 후보 영역을 추출하여 이진화 (Binarization)하고, 이진화된 값에 형태학적 필터링 (Morphological Filtering), 기하학적 교정 (Geometrical correction), 레이블링 (Blob Labeling)의 순서로 영상처리를 수행한 후, 마지막으로 2차 모멘트 모양 특성 값을 이용하여 얼굴 후보 영역으로 추출된 부분이 얼굴 영역인지를 판단하여 최종적으로 얼굴 영역을 추출한다.

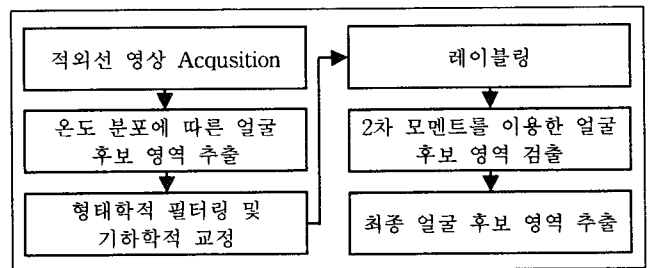


그림 1. 적외선 영상에서의 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘.
Fig. 1 The face candidate extraction algorithm in Infra-red image.

그림 1에서 온도 분포에 따른 얼굴 후보 영역 검출을 위하여, FLIR SystemTM사의 'ThermaCAMTM P20' 장비를 이

† 교신저자, 正會員 : 建國大學校 醫學工學部 助教授
E-mail : kyeong@kku.ac.kr

* 正會員 : 建國大學校 醫學工學部 助教授

** 學生會員 : 建國大學校 醫學工學部

*** 正會員 : 漢陽大學校 醫學工學部 副教授

§ 正會員 : 全北大學校 電子·情報工學部 助教授

接受日字 : 2005年 5月 26日

最終完了 : 2005年 8月 8日

용하여 얼굴 온도 분포의 값을 $34^{\circ}\text{C} \leq T \leq 42^{\circ}\text{C}$ 범위로 설정하고 얼굴 후보 영역을 검출하였다. 그러나 상기 알고리즘은 적외선 영상 내에 얼굴 영역과 유사한 온도 분포를 갖는 열원 (heat source)이 존재할 경우, 이를 모두 얼굴 영역으로 인식하는 오류가 발생할 수 있다. 예를 들면, 그림 2의 (a)는 적외선 영상 내에 얼굴 영역의 온도 분포와 유사한 열원이 존재할 경우를 보여주며, (b)는 (a)의 열 특성 지수 분포를 이용하여, 그림 1의 '얼굴 후보 영역 추출' 알고리즘을 수행한 결과를 보여주고 있는데, 그림 2.(a)의 우측 하단에 얼굴 온도 분포와 비슷한 열원 물체도 같은 얼굴 영역으로 잘못 인식되고 있다.

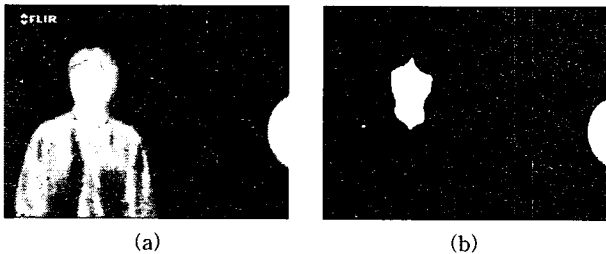


그림 2. 적외선 영상장비를 이용한 얼굴 후보 영역 추출의 문제점.

- (a) 얼굴 영역의 열 특성 지수 분포와 유사한 열원이 존재하는 적외선 영상.
- (b) (a)의 적외선 영상에 '얼굴 후보 영역 추출' 알고리즘을 수행한 결과.

Fig. 2 The limitation of Face extraction algorithm in Infra-red image.

2.2 CCD 컬러 영상을 이용한 얼굴 후보 영역 추출

CCD 컬러 영상을 이용한 얼굴 영역 추출의 방법으로는 기본적으로 색상 정보와 기하학적 모양 정보를 기반으로 하는 방법들이 존재한다. 그러나 일반적으로 많이 사용되고 있는 RGB 컬러 공간에서, 색상 정보를 기반으로 하는 얼굴 인식 방법은 조명의 변화에 민감하게 반응한다. 따라서 RGB 컬러 공간을 YCbCr 컬러 공간 (YCbCr Color space)이나, YIQ 컬러 공간 (YIQ Color space)으로 변환시켜 얼굴 영역을 추출하는 연구가 많이 진행되고 있으며, 그 중에서 현재 가장 많이 사용되고 있는 방법은 YCbCr을 이용한 얼굴 영역 추출 방법으로서 [1], YCbCr 컬러 영역에서 Cb와 Cr만을 사용, 다양한 조명 변화의 영향을 감소시켜 얼굴 영역을 추출하여 이진화하고, 이진화 된 영상에 적외선 영상에서와 같이 영상처리 기법들을 사용하여 영상을 향상(enhancement)시킨 후 추출된 얼굴 영역을 2차 모멘트 모양 특성 값을 이용하여 [2] 최종 얼굴 후보 영역을 추출한다. 그림 3은 'Logitech USB' 화상 카메라를 이용하여 획득한 CCD 컬러 영상의 RGB 컬러 공간을 YCbCr 컬러 공간으로 변환하여 얼굴 후보 영역을 추출하는 알고리즘을 보여준다. 그러나 적외선 영상을 이용한 얼굴 추출 방법과 마찬가지로, CCD 컬러 영상에서의 얼굴 주변에 얼굴의 Cb, Cr 값과 유사한 색원(color source)과 기하학적 모양을 가진 물체가 존재할 경우, 이를 모두 얼굴 영역으로 인식하는 오류가 발생한다. 그림 4의 (a)는 CCD 컬러 영상 내에 얼굴 영역과 유사한 Cb, Cr 값을 갖는 색원이

존재할 경우를 보여주며, (b)는 (a)의 Cb, Cr 값을 이용하여 $((110 \leq Cb \leq 125) \cap (132 \leq Cr \leq 140))$ 그림 3의 '얼굴 후보 영역 추출' 알고리즘을 수행한 결과를 보여준다.

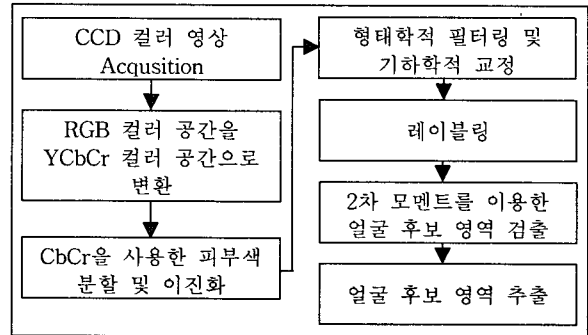


그림 3. CCD 컬러 영상에서의 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘.
Fig. 3 The face candidate extraction algorithm in CCD color image.

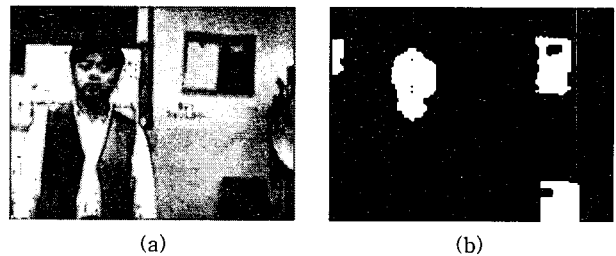


그림 4. CCD 컬러 영상에서 Cb, Cr 값을 이용한 얼굴 후보 영역 추출의 문제점.

- (a) 얼굴 영역의 Cb, Cr 값과 유사한 색원이 존재하는 영상.
- (b) (a)의 영상에 그림 3의 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘을 수행한 결과.

Fig. 4 The Limitation of Face extraction algorithm in Cb, Cr Color Domain.

2.3 CCD 컬러 영상과 적외선 영상 정보를 이용한 얼굴 후보 영역 추출

CCD 컬러 영상과 적외선 영상 각각의 얼굴 후보 영역을 추출한 후, 추출된 두 결과의 논리합 (Logical AND) 연산을 수행하기 위해 먼저 그림 5와 같이 동시에 컬러 영상 및 적외선 영상을 획득 할 수 있는 장치를 이용하여 각각의 영상을 획득 한다 [3].

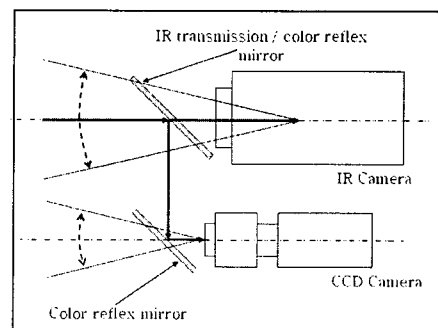


그림 5. 컬러 영상 및 적외선 영상 동시 획득 장치.
Fig. 5 The Composite image acquisition system.

그림 5의 장치에 의해 획득한 각각의 영상을 이용하여 최종 얼굴 후보 영역을 추출하기 위해, 그림 6과 같이 각각의 영상에서 1차 얼굴 후보 영역을 추출하여 이진화 (Binarization)하고, 이진화 된 값에 형태학적 필터링 (Morphological Filtering), 기하학적 교정 (Geometrical correction), 레이블링 (Blob Labeling)의 순서로 영상처리를 수행한 후, 각각의 영상에서 최종적으로 추출된 얼굴 후보 영역의 논리합 (Logical AND) 연산을 이용하여 얼굴 영역을 추출한다.

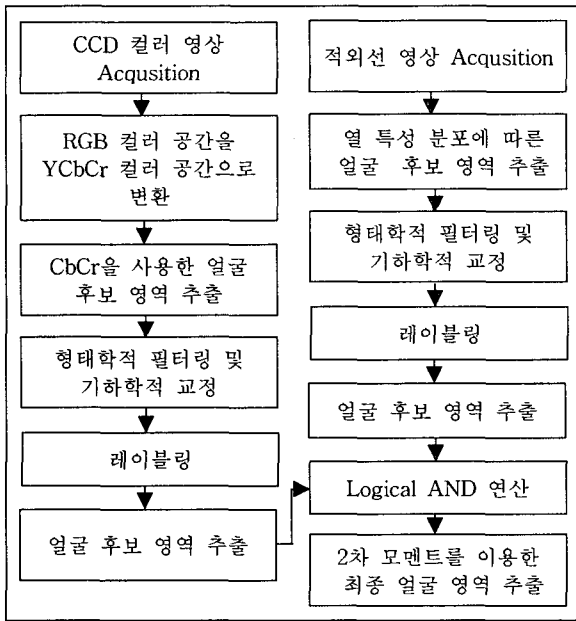


그림 6. 적외선 영상과 CCD 컬러 영상의 논리합을 이용한 얼굴 영역 추출 알고리즘.

Fig. 6 The face extraction algorithm by logical "AND" operation between Infra-red and CCD color image.

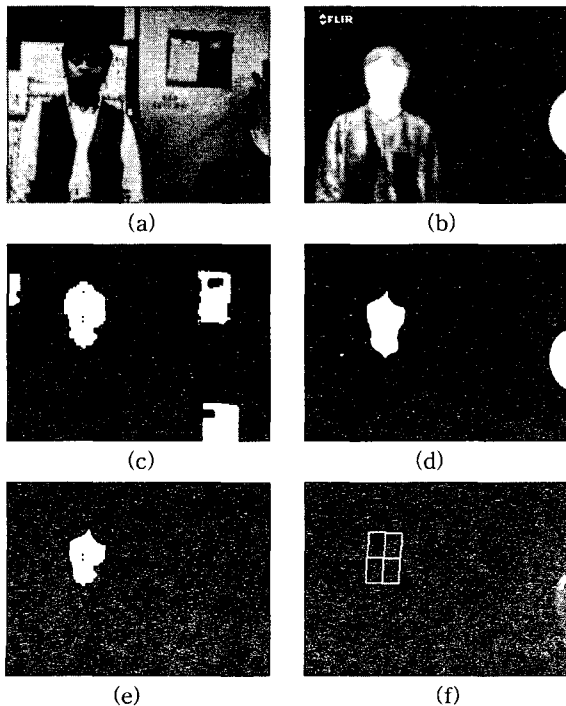


그림 7. CCD 컬러 영상과 적외선 영상의 논리합 연산을 이용한 얼굴 후보 영역 추출.

- (a) CCD 컬러 영상
- (b) 적외선 영상
- (c) 그림 3의 방법을 통해 얼굴 후보 영역을 추출한 결과
- (d) 그림 1의 방법을 통해 얼굴 후보 영역을 추출한 결과
- (e) 그림 6의 방법을 통해 얼굴 후보 영역을 추출한 결과
- (f) 최종 인식된 얼굴영역의 2차 모멘트 모양 특성을 이용하여 온도 분포 값에 매핑한 영상.

Fig. 7. The extracted face region by logical "AND" operation between Infra-red and CCD color image.

그림 7은 얼굴 영역의 열 특성 지수와 유사한 열원이 존재하고, CCD 컬러 영상에도 얼굴 영역과 유사한 Cb, Cr 값이 존재하는 배경에서 그림 6의 방법을 이용하여 얼굴 영역을 추출한 각각의 결과를 보여준다.

3. 결론

본 연구에서는 적외선 영상에서 얼굴 영역의 열 특성 지수를 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출하고, 또한 CCD 컬러 영상에서 YCbCr 컬러 공간의 Cb, Cr 값을 이용하여 얼굴 후보 영역을 추출하여 두 영상을 통해 획득한 각각의 얼굴 후보 영역을 논리합 (Logical AND) 연산을 통하여 최종 얼굴 후보 영역을 추출하였다. 최종적으로 논리합 연산을 통해 얻은 결과를 적외선 카메라를 통해 획득한 영상에 매핑하여 얼굴 부위의 온도 분포를 획득하였다. 결과적으로 그림 7의 (c)에서와 같이 Cb, Cr 값을 이용해 얼굴 후보 영역을 추출한 결과와 (d)에서와 같이 온도 분포를 이용해 얼굴 후보 영역을 추출한 결과는 모두 얼굴 영역을 포함하고는 있으나, 각 영상 내에 얼굴 부위와 유사한 열원 (heat source)이나 색원 (color source)이 존재할 경우 이를 모두 얼굴 후보 영역으로 지정하는 오류가 발생했다. 그러나 (e)에서와 같이 (c)와 (d)의 논리합 연산을 통해 얼굴 부위를 정확하게 추출할 수 있었다. 또한 이 결과를 바로 얼굴의 온도 분포에 적용하여, (f)와 같이 얼굴 부위의 온도 분포를 추출 할 수 있어 적외선을 이용한 건강 감시 분야에도 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

Acknowledgement

본 연구는 산업자원부 산하 "실버의료기기 핵심기술개발사업"의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] M-H. Yang and M. Ahuja, "Detecting Human Face in Color Image", IEEE Proc. Image Processing, pp. 127-139, 1998.
- [2] K. Sobottka and I. Pitas, "Extraction of Facial Regions and Features using Color and Shape Information", IEEE Proc. Pattern Recognition, vol. III, pp.C421-C425, 1996.
- [3] H. Genno, K. Ishikawa, O. Kanbara, M. Kikumoto, Y. Fujiwara, R. Suzuki, M. Osumi, "Using Facial Skin Temperature to Objectively Evaluate Sensations", International Journal of Industrial Ergonomics, 19, pp. 161-171, 1997.