

지능형 영상회의를 위한 얼굴검출

박 재 현[†] · 박 규 식^{††} · 온 승 엽^{†††} · 김 천 국^{††††}

요 약

얼굴검출은 현재 많은 연구가 활발히 진행되고 있는 분야로 보안, 인식 등 다양한 응용분야를 갖는다. 본 논문은 카메라가 화자의 이동에 따라 이를 추적하여 회전하고 회의상황에 맞는 앵글을 유지하는 지능형 영상회의 시스템 개발의 기본요소인 화자검출의 선행단계로 얼굴검출에 대한 새로운 방법을 제안한다. RGB 색공간의 입력영상을 YIQ 공간으로 변환한 후 IQ 성분은 피부영역검출에 Y 성분은 얼굴의 특성을 추출하는데 사용된다. 색분포도를 이용하여 피부영역을 검출하고, 마스크를 누적 적용하여 잡음을 제거한 후 얼굴의 구조적인 특성과 명암의 분포를 이용하여 얼굴영역이 검출된다. 실험결과 다양한 배경의 영상에서 여러 명의 얼굴이 오류 없이 검출됨이 관찰되었다.

Face Detection for Intelligent Video Conference System

Jae-Hyun Park[†] · Kyu-Sik Park^{††} · Syng-Yup Ohn^{†††} · Chun-Kuk Kim^{††††}

ABSTRACT

Face detection is a very active research topic having many applications like automatic surveillance or intelligent recognition systems. In this paper, we are focusing on the development of an effective face detection algorithm, which becomes a basic tool for intelligent video conference systems. Here, intelligent system means that video camera should have the capability of both detecting and tracking the speaker's movement. The input images are transformed from the RGB to the YIQ color space. Then, the IQ components are used for skin region detection using the skin color table and facial features are searched through the Y components. Mask operation is also involved in detecting process to remove the falsely detected areas. In our approach, three facial features : area, shape and luminance ratio, are utilized. From the experimental results, we confirmed that multiple faces in an image with a complex background can be detected fairly well through the proposed algorithm.

키워드 : 얼굴 검출(Face Detection), 피부색 분포도(Skin Color Table), 마스크 기법(Mask Operation)

1. 서 론

영상회의는 시간과 장소에 제약 없이 음성, 영상, 음성, 문자, 그래픽 등의 멀티미디어 정보를 실시간으로 전송하여 동일한 장소에서 회의를 하는 것과 같은 효과를 목적으로 하는 서비스를 말한다. 본 논문에서는 카메라가 화자의 이동에 따라 이를 추적하여 회전하고 회의 상황에 적절한 앵글을 유지하는 지능형 영상회의 시스템의 기본요소인 음원 추적과 화자검출 중에서 효과적인 화자검출의 선행요소인 얼굴검출에 대한 새로운 기법을 제안한다.

영상 내의 얼굴검출에 대한 기존의 연구동향은 크게 그레이스케일(grayscale) 영상을 이용한 방법과 컬러영상을 이용하는 방법으로 나뉘어진다. 그레이스케일 영상에서의 얼굴검출은 빛의 반사에 민감하여 조명등에 의해 영향을

받는 경우 얼굴 영역이 정확히 검출되지 못하는 경우가 발생한다[1-4]. 특히 초기에는 얼굴의 윤곽선을 사용하여 얼굴을 검출하기 위해 에지(edge) 정보를 이용하는 방법이 사용되었으나 이 방법은 에지가 제대로 검출될 때에만 얼굴 검출이 가능한 문제점이 있다[5, 6]. 최근의 얼굴검출에 대한 연구는 주로 컬러영상에 집중되어 진행되고 있다. CIE Lab 컬러공간(color space)의 ab성분에 대한 색조표(chroma chart)를 사용하여 피부영역과 비피부영역을 분리하고 입과 눈 등의 특징을 이용한 가설검정(hypothesis testing) 기법으로 얼굴을 검출하는 방법이 소개되었다[7]. Xerox 컬러표준인 YES 컬러공간에서 색과 모양(shape)을 기준으로 얼굴영역을 분리한 후 눈, 코, 입 등의 위치를 비용함수(cost function)를 통하여 검출하는 방법과 영상전화(video-phone)의 연속되는 영상에서 움직임을 추출하여 얼굴영역을 검출하는 연구도 발표되었다[8, 9]. RGB 색공간의 영상을 YIQ 공간으로 변환 후 YI 영역에서의 피부색분포에 의하여 피부영역을 분리하고 연속적인 영역분할(region partitioning)을 수행하여 얼굴영역을 검출한 연구결과도 있고 [10], 컬러와 텍스처(texture) 정보를 사용하여 피부영역을

* 본 연구는 한국과학재단 특정 기초 연구(과제번호 : 1999-2-302-018-3) 지원으로 수행되었음.

† 정 회 원 : 명지대학교 전자정보통신공학부 교수
†† 정 회 원 : 상명대학교 컴퓨터정보통신학부 교수
††† 정 회 원 : 한국항공대학교 전자정보통신컴퓨터공학부 교수
†††† 준 회 원 : 명지대학교 대학원 전자정보통신공학부
논문접수 : 2000년 10월 24일, 심사완료 : 2000년 12월 21일

분리하고 모폴로지(morphology) 기법으로 얼굴의 특징을 추출하는 방법도 소개되었다[11]. [12]에서는 히스토그램 균일화 방법을 얼굴영역에 적용하여 윤곽 정보를 추출하고 이를 눈의 위치 검출에 사용하였다. 얼굴의 좌,우 대칭성에 착안한 얼굴 검출에 대한 연구 분야에서는 기술어진 영상의 경우 대칭적인 면이 감소하기 때문에 얼굴을 검출하기 힘들다는 단점이 있다[13-15].

본 논문에서는 RGB 색공간의 입력영상을 YIQ 공간으로 변환한 후 IQ성분은 피부영역 검출에 Y성분은 얼굴의 특성 추출에 사용된다. 컬러영상의 RGB성분을 사용하는 경우 그레이스케일 영상에서와 마찬가지로 피부영역의 검출단계에서 빛의 영향을 받게되므로 조명의 밝기와 음영의 영향을 주로 받는 휘도(luminance) 성분 Y를 피부영역의 검출에서 제외하고 색조성분 IQ를 이용하여 영상을 처리한다. 피부영역의 검출에서는 피부색조의 IQ 성분에 대한 분포도를 사용하며 본 연구의 응용분야인 영상회의의 환경에 적합한 실내 영상 데이터를 사용하여 색분포도를 구하였다. 분포도의 각 IQ 성분은 자신의 우도(likelihood)로 표현되며 이를 이용하여 보다 정확한 검출을 도모한다. 기존의 연구에서는 주로 피부영역의 색분포를 정규분포로 모델링하여 각 화소(pixel)값과 정규분포의 평균값(mean) 사이의 거리(distance)로 피부영역을 결정하는 방법이 사용되었는데 피부의 색분포가 모델링과 정확히 일치하지 않아 오류의 소지가 많고 특히 노랑이나 오렌지색 계통의 의상을 착용한 사람의 영상을 나체로 인식하는 오류가 자주 발생한다[16]. 색분포도를 사용하면 간단한 표참조(table look-up)로 피부영역이 분리되어 알고리즘의 고속화가 가능하다는 이점이 있다. 검출된 피부영역의 잠음성분을 마스크를 사용하여 제거한다. 본 논문에서 제안된 마스크 기법은 일정크기의 윈도우를 사용하여 영상을 스캔(scan)하면서 각 화소의 피부영역 가능성을 주위 화소들의 상태에 따라 가중치로 누적하여 잠음의 제거와 동시에 피부영역을 완벽하게 채울 수 있는 장점이 있다. 마지막으로 얼굴의 크기, 모양, 명암 분포의 세 가지 특성을 이용하여 피부영역에서 얼굴을 분리한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 피부색 분포도를 사용한 피부영역검출과 배경잠음을 제거하기 위한 마스크 기법에 대하여 설명하고, 얼굴의 특징을 이용하여 얼굴영역을 검출하는 방법이 3절에, 실험결과가 4절에 소개되며 본 논문의 결론을 5절에서 맺는다.

2. 피부영역 검출

사진이나 혹은 카메라로 입력된 영상에서 얼굴을 검출하기 위해서는 입력영상으로부터 각 화소의 RGB 값을 식 (1)에 대입하여 YIQ 색공간으로 변환하여, 빛이나 조명의 영

향을 비교적 덜 받는 각 화소의 I와 Q 값을 추출한 후 피부색 분포도를 사용하여 피부영역을 검출하게 된다. 기존의 방법과의 비교를 위하여 우선 서론에서 언급된 기존의 정규분포 모델링을 통한 피부영역검출에 관하여 알아본다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.1 정규분포 모델링

피부영역의 색분포를 3차원의 정규분포로 가정하여 구한 확률밀도함수의 평균값과 각 화소의 색조와의 차이를 임계값(threshold)과 비교함으로써 각 화소를 피부영역과 비피부영역으로 분리할 수 있으며 피부색의 분포는 식 (2)의 정규분포로 모델링된다.

$$p(\mathbf{x}) = \frac{\|C^{-1}\|^{1/2}}{2\pi^{3/2}} \exp[-(\mathbf{x}-\mathbf{m})^T C^{-1}(\mathbf{x}-\mathbf{m})/2] \quad (2)$$

$$\mathbf{m} = (m_Y, m_I, m_Q)^T$$

\mathbf{x} 는 각 화소의 YIQ 성분벡터, \mathbf{m} 은 YIQ 성분의 평균값을 나타내는 벡터이고, C 는 공분산(covariance) 행렬이다. 평균값 \mathbf{m} 과 공분산 행렬 C 는 샘플 영상들의 피부영역 화소들로부터 식 (3)과 (4)를 이용하여 구할 수 있다.

$$\mathbf{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \quad (3)$$

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \mathbf{m})(\mathbf{x}_i - \mathbf{m})^T \quad (4)$$

여기서, $\mathbf{x}_i = (Y_i, I_i, Q_i)^T$ 는 i 번째 화소의 YIQ 성분이고 n 은 영상 내 화소의 총수를 나타낸다. [17]에서 사용된 \mathbf{m} 과 C 는 아래와 같으며

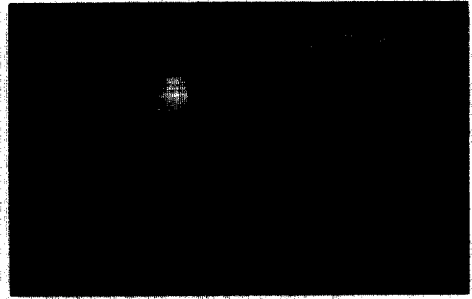
$$\mathbf{m} = \begin{bmatrix} 122.169 \\ 24.209 \\ -3.719 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 437.664 & 35.712 & -15.672 \\ 35.712 & 16.757 & -2.228 \\ -15.672 & -2.228 & 4.791 \end{bmatrix}$$

피부색 정규분포의 평균 \mathbf{m} 과 각 화소값 \mathbf{x}_i 간의 Mahalanobis distance는 아래의 식 (5)로 정의된다[16].

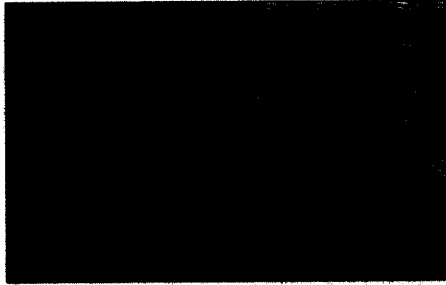
$$D = (\mathbf{x}_i - \mathbf{m})^T C^{-1}(\mathbf{x}_i - \mathbf{m}) \quad (5)$$

각 화소의 Mahalanobis distance가 임계값 이하이면 피부영역의 화소로 간주되고 임계값보다 큰 경우는 비피부영역으로 분류된다. 입력영상(그림 1a)에 정규분포의 Mahalanobis distance를 사용하여 검출된 피부영역이 (그림 1b)에 보여진다. 이 경우 비교적 피부영역의 검출결과가 양호한 편이나 배경이나 옷 등에 노랑이나 오렌지색 계통의 영역이 있는 경우 이 영역의 색조가 피부영역과 매우 유사하여 Mahalanobis distance를 매우 작은 임계값에 비교함에

도 불구하고 피부영역으로 검출된다. (그림 2a)의 영상에서 왼쪽 첫 번째 사람의 하의는 연한 고동색이고 맨 오른쪽 사람 상의는 짙은 노란색이다. 이 경우 (그림 2b)에서 알 수 있는 바와 같이 두 영역 모두 피부로 검출되었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 2.2절에 소개되는 피부색의 분포도를 사용하여 피부영역을 검출하는 방법을 제안한다.



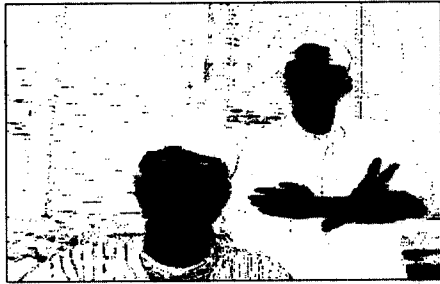
(그림 2a) 입력 영상



(그림 1a) 입력 영상



(그림 2b) Mahalanobis distance를 사용하여 검출된 피부 영역

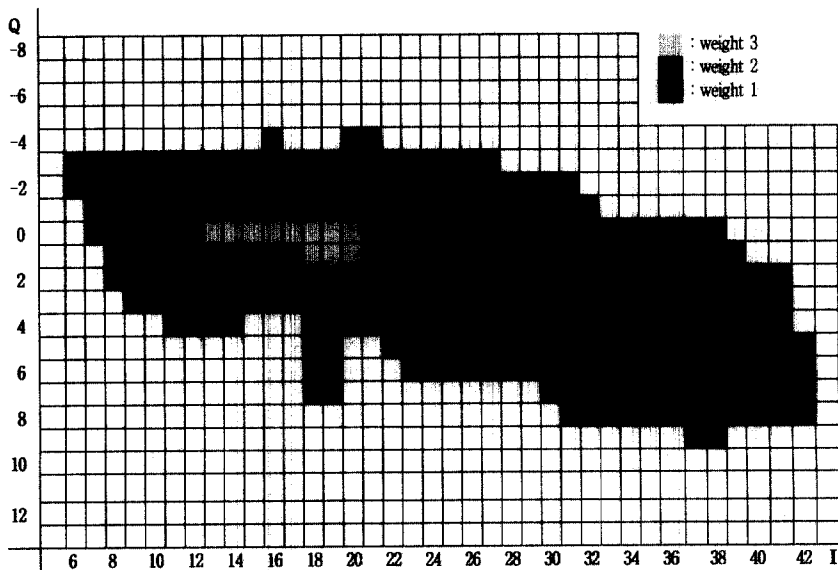


(그림 1b) Mahalanobis distance를 사용하여 검출된 피부 영역

한 배경이나 의상 등의 색조는 포함되지 않는 정밀한 피부색의 분포를 파악하려면 다양한 환경에서 얻은 많은 영상 데이터를 필요로 한다. 이러한 분포도를 이용하여 피부영역을 판별하는 경우 2.1절에서와 같이 매 화소마다 정규분포식의 거리를 계산하지 않고, 분포도를 검색하여 피부영역을 검출할 수 있기 때문에 알고리즘 실행시간의 단축이 가능하며 피부영역의 검출오류도 줄일 수 있다. 서론에서 언급되었듯이 빛의 반사나 조명등의 영향을 줄이기 위하여 각 화소의 Y 성분은 제외하고 I와 Q 성분만을 사용하여 피부

2.2 피부색 분포도

개인의 피부색 편차를 충분히 포함하면서도, 피부색과 유사



(그림 3) 제안된 피부색 분포도

색의 분포도를 구성한다.

본 논문의 연구내용은 지능형 영상회의 시스템을 주된 응용 분야로 하고 있으므로 2명에서 5명 정도의 인원을 포함하는 실내영상들이 주된 입력영상이 된다. (그림 3)은 본 논문에서 사용하는 피부영역의 색분포도로써 여러 종류의 실내영상 샘플들을 수집하고 피부색을 조사하여 얻은 결과이며 샘플로부터 조사된 피부색의 빈도에 따라 3단계의 가중치를 적용하였다. 밝은 부분이 가중치가 높은 곳이고 어두울수록 가중치가 낮아짐을 보이고 있다. 이는 피부영역의 검출에서 조명의 영향과 영상시스템의 잡음요인으로 인한 오류를 최소화하기 위한 방법으로 다음절에서 설명되는 마스크 기법에 이 가중치를 이용하고 있다. 입력영상(그림 1a)와 (그림 2a)에 (그림 3)의 분포도를 적용한 피부영역의 검출결과가 (그림 4)와 (그림 5)에 보여진다. 2.1절에서 제기한 배경이나 의류 등의 비피부영역을 검출하는 문제점이 상당히 해결되었음은 물론 피부 영역임에도 불구하고 검출되지 못했던 영역의 상당 부분이 (그림 5)에서 검출되었음을 볼 수 있다. 이는 피부 영역의 색분포가 단순한 정규분포 모델로는 충분히 수식화 될 수 없음을 보여주며 응용환경에 맞는 색분포도를 통하여 보다 정확히 검출됨을 보여준다.



(그림 4) 제안된 색분포도를 이용하여 검출된 피부 영역



(그림 5) 제안된 색분포도를 이용하여 검출된 피부 영역

2.3 마스크 기법

(그림 4)와 (그림 5)의 결과에서 볼 수 있듯이 제안된 색분포도를 사용하여 피부영역을 검출하는 경우에도 어느 정도의 오류는 존재한다. 피부색 분포영역에 포함되는 색조를 갖는 배경의 화소들이 잡음으로 함께 검출되고 있다. 이러

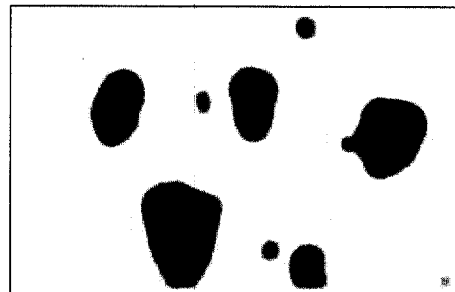
한 잡음을 제거하는 동시에 피부영역 내에서 검출되지 않은 화소들을 포함시키기 위하여 타원형의 마스크를 사용한다. 마스크를 스캔(scan)작업을 수행한다. 얼굴은 가로와 세로가 약 1:1.4의 비율을 가지는 타원형이고[9], 본 논문에서 주로 사용하는 영상의 크기가 640×480이므로, 세로방향의 크기가 영상의 1/10 이 되는 34×48 크기의 마스크를 사용한다. 이는 영상회의에서 인식되어지는 얼굴영역의 최소 크기를 고려한 것이다.

피부색 분포도의 가중치가 적용되어 피부영역이 검출된 영상에 마스크를 적용하는 방법은 우선 마스크 영역에 포함된 화소들의 가중치를 합하여 일정 임계값 이상이 되면, 마스크 중앙부에 해당되는 15×19 크기의 영역에 가중치를 더해간다. 이 과정이 전체 영상을 스캔하며 수행되고 누적된 값이 일정 임계값 이상의 화소만을 최종 피부영역으로 간주한다.

1차 피부 검출 영상인 (그림 4)와 (그림 5)에 마스크를 적용하여 누적된 값의 영상을 (그림 6)과 (그림 7)에서 보여주며, 임계값을 적용한 결과가 (그림 8)과 (그림 9)에 보여진다. 배경의 잡음이 거의 제거되었고 피부영역도 빈 영역없이 완벽하게 채워져 있음을 볼 수 있다. 특히 눈과 코, 입술 등의 영역도 마스크 기법에 의하여 피부영역에 포함되어 얼굴을 검출하는 기본 특징으로서의 활용이 가능하게 되었다. 3절에서 검출된 피부영역에서 얼굴을 추출하는 과정을 소개한다.



(그림 6) 마스크에 의하여 누적된 가중치 영상



(그림 7) 마스크에 의하여 누적된 가중치 영상

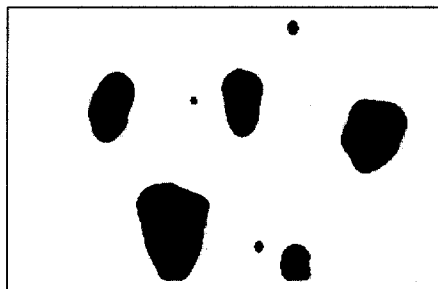
3. 얼굴 검출

(그림 8)과 (그림 9)에서 보는 바와 같이 피부영역의 검

출 결과, 얼굴을 포함한 일정 크기 이상의 피부영역이 검출되고 있다. 궁극적으로 찾고자 하는 영역은 사람의 얼굴이므로 얼굴영역을 제외한 다른 영역은 효과적으로 제거되어야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 얼굴영역의 크기, 형태, 그리고 명암분포의 세 가지 특성을 이용하고 있다.



(그림 8) Mask operation에 의하여 검출된 피부영역



(그림 9) Mask operation에 의하여 검출된 피부영역

3.1 일정 크기 이하의 영역 제거

영상회의 환경을 고려하여 보면 일반적으로 카메라로부터 거리가 약 4m 이내에 2내지 5명 정도의 인원이 앉아서 회의를 진행하게 된다. 실제로 한 화면에 4명 정도의 사람이 비추어 질 수 있도록 하고 사진을 찍은 결과 각자의 얼굴 면적이 전체 화면에서 최소 1% 이상의 크기가 됨을 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 얼굴영역의 크기가 전체 영상의 1% 이상이라 가정하고, 그 이하가 되는 영역은 제거한다. 따라서 640×480인 영상에서 고려되는 최소의 얼굴 영역의 크기는 대략 46×66 정도가 된다.

3.2 타원형 얼굴 비율 적용

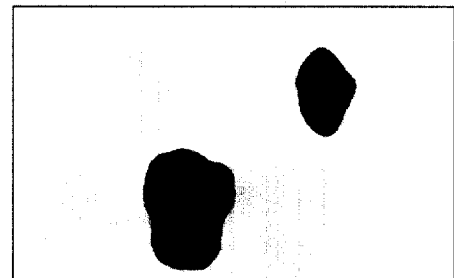
2절에서 얼굴의 형태는 가로와 세로의 비가 대략 1:1.4인 타원형이라는 점에 착안하여 타원형의 마스크를 만들어 잡음제거에 사용하였다. 여기서는 마스크를 적용하여 얻은 출력영상에 나타난 각 피부영역의 폭과 높이를 추정하여 타원형의 비율1:1.4에 근접하는 비율을 갖는 영역만을 추출하게 한다. 얼굴모양의 이와 같은 특징을 이용하는 방법은 (그림 8)의 피부영역 중에서 팔과 같은 영역을 제거하는데 매우 효과적이다.

3.3 얼굴영역의 명암분포

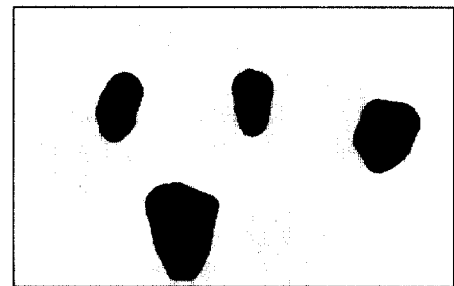
후백으로 촬영한 인물사진을 살펴보면 얼굴영역에서 눈썹, 눈, 콧구멍, 입술 등의 부위가 다른 영역에 비하여 어둡게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 특징을 이용하면 보다 정확한 얼굴영역의 검출이 가능하다. 2절에서 설명된 피부색 분포도를 얻는데 사용한 영상 데이터들로부터 조사한 결과, 전체 얼굴영역에서 눈썹, 눈, 콧구멍, 입술 등이 차지하는 비율이 대략 18% 내외임을 알 수 있었다.

피부영역 검출에서 각 화소의 RGB 값을 YIQ 형식으로 변환하고 I와 Q 값만을 사용하였는데 이 때 사용하지 않았던 휘도(luminance)성분 Y를 이용하여 검출된 피부영역에서 상대적으로 어두운 부분을 찾을 수 있다. 각 영역별로 해당 부분의 비율을 계산하여 일정 임계값과 비교함으로써 얼굴영역을 검출할 수 있다.

(그림 10)과 (그림 11)은 (그림 8)과 (그림 9)를 입력영상으로 위에서 설명된 얼굴의 세 가지 특성을 적용하여 얼굴영역이 아닌 부분을 제거한 결과이다. (그림 8)의 영상에서는 팔 부위가, (그림 9)의 영상에서는 배경의 잡음영역들이 효과적으로 제거되었음을 볼 수 있다. 본 논문에서 제안된 얼굴검출 알고리즘에 대한 순서도(flow chart)가 (그림 12)에 있다.



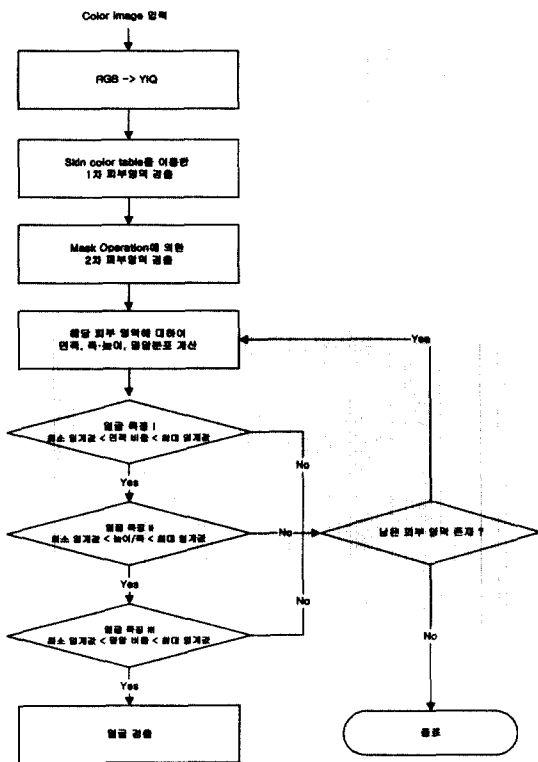
(그림 10) 최종 결과 영상



(그림 11) 최종 결과 영상

4. 실험 결과

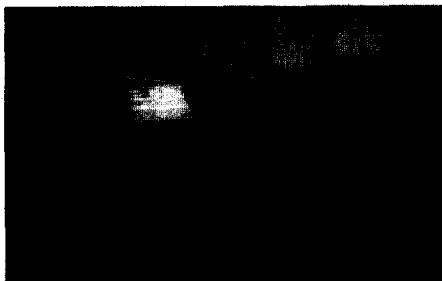
본 논문의 실험은 Intel PentiumIII 700MHz 성능의 PC를 사용하여 윈도우 98 운영체제에서, Visual C++ 6.0으로 프로그래밍하여 진행되었다. 얼굴영역을 검출하는데 평균 7초



(그림 12) 제안된 알고리즘 순서도

정도의 실행시간이 소요되었으며 이는 영상에 포함된 인원 수에 따라 다소의 차이가 있게 된다. 실험장비는 LOTTE CANON Communication Camera VC-C3를 사용해서 영상을 입력하였으며, Matrox사의 Meteor-II 보드로 영상을 캡처하여 실험을 진행하였다.

본 논문에서 제안된 알고리즘을 수행하여 얼굴이 검출된 결과가 (그림 13)에서 (그림 19)에 걸쳐 보여진다. 본 연구의 주요 적용대상이 영상회의의 환경이므로 사무실 또는 회의실을 염두에 두고 실내에서 형광등 조명을 받고 촬영된 영상을 주 실험대상으로 선택하였다. 실험결과 제안된 방법이 전체적으로 좋은 검출능력을 보여준다고 생각된다. 다만, (그림 19)의 경우 검출결과에 손이 포함되는 오류가 발생하였다. 이는 손으로 턱을 고이고 있는 경우 손과 얼굴이 연결되어 한 영역으로 파악되기 때문이다.



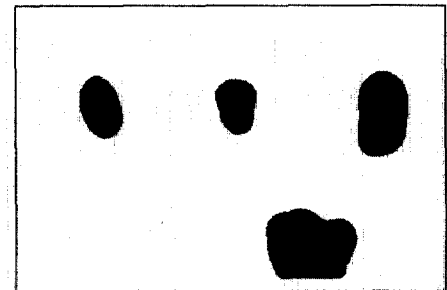
(그림 13a) 입력 영상



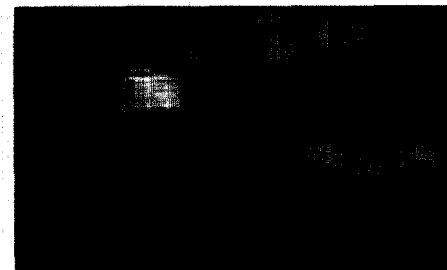
(그림 13b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



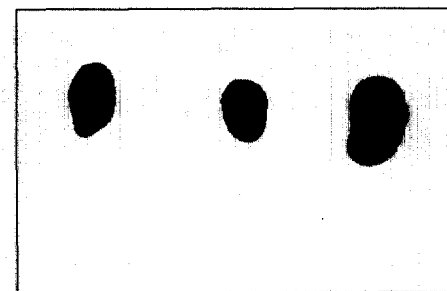
(그림 14a) 입력 영상



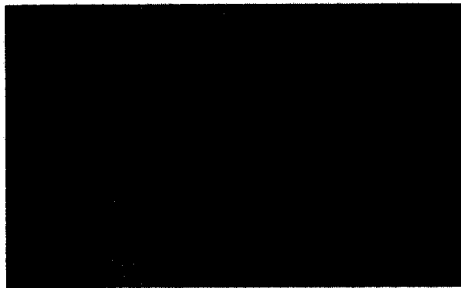
(그림 14b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



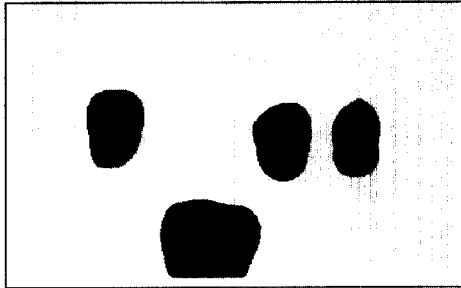
(그림 15a) 입력 영상



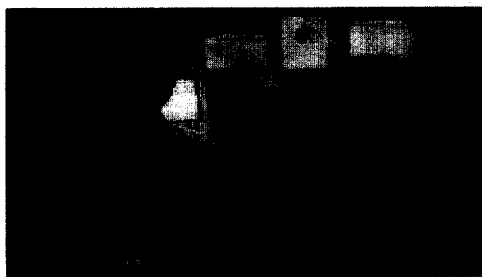
(그림 15b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



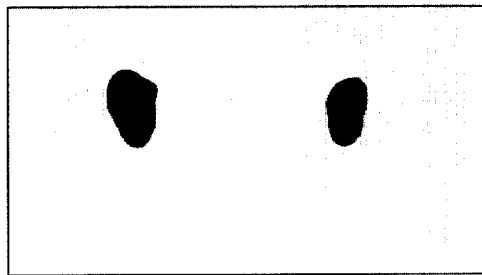
(그림 16a) 입력 영상



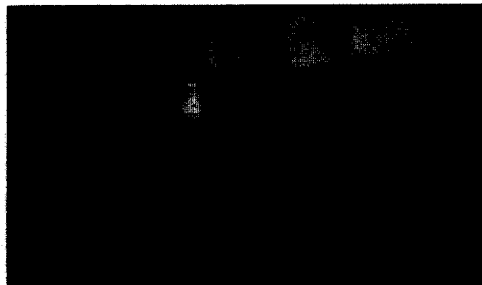
(그림 16b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



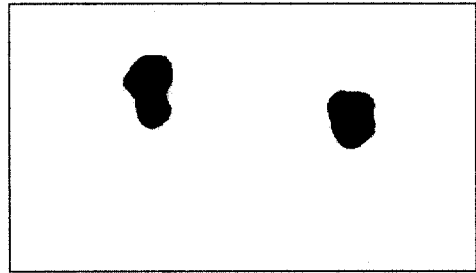
(그림 17a) 입력 영상



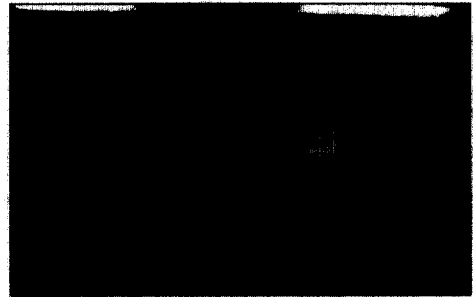
(그림 17b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



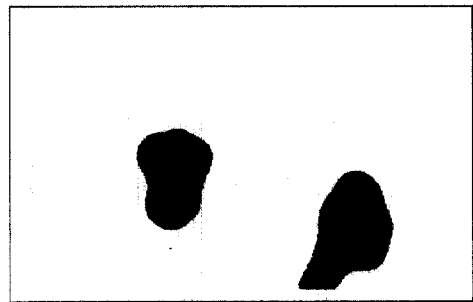
(그림 18a) 입력 영상



(그림 18b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과



(그림 19a) 입력 영상



(그림 19b) 제안된 방법에 의한 얼굴검출 결과

5. 결론 및 향후 과제

본 논문은 지능형 영상회의 시스템의 개발을 위한 화자 검출의 선행요소인 얼굴검출을 목적으로 한다. 따라서 알고리즘 내부의 임계값이나 피부색 분포도, 실험영상 등이 모두 실내환경에서 2내지 5인의 인물을 기준으로 선택되었고, 얼굴검출 결과에서 꽤 만족할만한 성능을 보여주었다.

본 논문에서 제안된 얼굴검출 알고리즘의 장단점과 이에 연관되어 향후 계획된 연구방향은 다음과 같다. 우선 얼굴검출의 결과는 양호한 반면 검출에 소요되는 시간이 기존 방법에 비해 증가하여 실시간 수행이 어려운 문제점이 있다. 이는 주로 2.3절에서 설명된 마스크 기법으로 영상을 스캔하는데 소요되는 시간이다. 본 연구의 최종 목표는 서론에서도 언급되었듯이 음원 추적과 얼굴 검출을 이용한 지능형 영상회의 시스템의 개발이므로 음원 추적의 결과를 바탕으로 영상의 스캔을 일부 영역에 국한시키는 한편 연속되는 영상 내에서의 움직임 추적을 추적하여 얼굴검출의 대상 영역을 축소함으로써 전체적인 알고리즘의 수행시간 감소를 계획하고 있다. 또한 실제 시스템 구축에서는 DSP를 사

용하여 알고리즘을 수행할 예정이다. 둘째로, 정면이 아닌 옆모습의 경우는 얼굴 특징에 해당되는 부분이 상대적으로 적게되어 임계값을 벗어나는 경우 검출이 어려워진다. 셋째, (그림 19)의 경우와 같이 얼굴에 다른 신체부위의 접촉이 있는 경우, 또는 영상에서 두 사람의 얼굴이 겹쳐져서 뒤에 위치한 사람의 얼굴이 일부분만 나타나는 경우에 이를 효과적으로 분리할 수 있는 방법이 연구되어야 한다

참 고 문 헌

[1] V. Govindaraju, "Locating human faces in photographs," *International Journal of Computer Vision* 19(2) (1996) pp.129-146.

[2] J. L. Crowley, F. Berard, "Multi-modal tracking of faces for video communications," *Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition*, Puerto Rico, June 1997, pp.640-645.

[3] K. C. Yow, R. Cipolla, "Feature-based human face detection," *Image and Vision Computing* 15 (1997) pp.713-735.

[4] G. Yang and T. Huang., "Human face detection in a scene," *In Proc. IEEE Conf. Comput. Vision Pattern Recog.*, pp. 53-458. IEEE, 1993.

[5] V. Govindaraju, S. N. Srihari, and D. B. Sher, "A computational model for face location," *IEEE Int. Conf. Computer Vision*, Osaka, Japan, pp.718-721, 1990.

[6] V. Govindaraju, S. N. Srihari, and D. B. Sher, "Caption-ided face location in newspaper photographs," *IEEE 11th IAPR*, Hague, Netherlands, pp.474-477, 1992.

[7] J. Cai, A. Goshtasby, "Detecting human faces in color images," *Image and Vision Computing* 18 (1999) pp.63-75.

[8] Eli Saber, A. Murat Tekalp, "Frontal-view face detection and facial feature extraction using color, shape and symmetry based cost function," *Pattern Recognition Letters* 19 (1998) pp.669-680.

[9] M. Kapfer, J. Benois-Pineau, "Detection of human faces in color image sequences with arbitrary motions for very low bit-rate videophone coding," *Pattern Recognition Letters* 18 (1997) pp.1503-1518.

[10] Gang Wei, Ishwar K.Sethi, "Face detection for image annotation," *Pattern Recognition Letters* 20 (1999) pp.1313-321.

[11] Jay P. Kapur, "Face Detection in Color Images," www.ece.cmu.edu/~jkapur/face.html.

[12] 이재준, 최정일, 이필규, "화상회의 인터페이스를 위한 눈 위치 검출," *한국정보처리학회논문지*, 제4권 제12호, pp.3211-3218, 1997.

[13] H. Zabrodsky, S. Peleg, and D. Avnir, "Hierarchical symmetry," *IEEE 11th IAPR*, Hague, Netherlands, pp.9-12, 1992.

[14] D. Reisfield, H. Wolfson, and Y. Yeshurun, "Detection of interest points using symmetry," *IEEE Int. Conf. Computer Vision*, Osaka, Japan, pp.62-65, 1990.

[15] D. Reisfeld and Y. Yeshurun, "Robust detection of facial features by generalized symmetry," *IEEE 11th IAPR*, Hague, Netherlands, pp.117-120, 1992.

[16] J. T. Tou, R. C. Gonzalez, "Pattern Recognition Principles," Addison-Wesley, Reading, MA, 1974.

[17] K. Sobottka and I. Pitas, "Extraction of facial region and

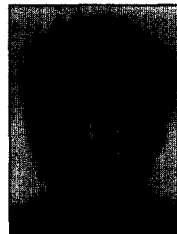
features using color and shape information," *In Proc, 10th Int'l Conf, Pattern Recog.*, pp.421-425, Vienna, 1996.



박 재 현

e-mail : jhpark@wh.myongji.ac.kr
 1984년 서울대학교 전기공학과 졸업(학사)
 1986년 Polytechnic University 대학원 전자공학과(공학석사)
 1993년 Polytechnic University 대학원 전자공학과(공학박사)

1994년~1996년 삼성전자 반도체 마이크로 사업부 선임연구원
 1996년~현재 명지대학교 전자정보통신공학부 조교수
 관심분야 : 통신이론, 통계적 신호처리, 멀티미디어



박 규 식

e-mail : kspark@smuc.sangmyung.ac.kr
 1986년 (미) Polytechnic University, 전자공학과 학사
 1988년 (미) Polytechnic University, 전자공학과 석사
 1993년 (미) Polytechnic University, 전자공학과 공학박사

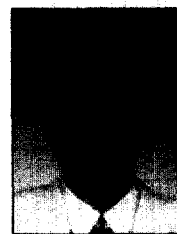
1994년~1995년 삼성전자 마이크로사업부, 선임연구원
 1995년~1996년 한국 해양대학교 전과공학과, 전임강사
 1996년~현재 상명대학교 컴퓨터·정보통신학부 조교수
 관심분야 : Digital signal and image processing, Digital communication systems



은 승 엽

e-mail : syohn@mail.hankong.ac.kr
 1984년 서울대학교 전기공학과(학사)
 1988년 뉴욕 Polytechnic Univ. 정보 및 컴퓨터과학과(공학석사)
 1996년 뉴욕 Polytechnic Univ. 정보 및 컴퓨터과학과(공학박사)

1997년 한국 통신 연구개발본부
 1997년~2000년 홍익대학교 전기전자컴퓨터 공학부 조교수
 2000년~현재 한국항공대학교 전자정보통신컴퓨터공학부 조교수
 관심분야 : 컴퓨터그래픽, 컴퓨터비전, 영상처리



김 천 국

e-mail : cafe1009@hanmail.net
 1996년 대우통신 정보통신사업부 연구원
 1999년 명지대학교 전기전자공학부 졸업(학사)
 1999년~현재 명지대학교 대학원 전자공학과 석사과정

관심분야 : 통신이론, 멀티미디어, 신호처리