퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2007, Vol. 17, No. 1, pp. 58-65

크로스토크 제거를 위한 얼굴 방위각 검출 기법

Detection Method of Face Rotation Angle for Crosstalk Cancellation

한상일 · 차형태
Sangil Han and Hyungtai Cha

숭실대학교 정보통신전자공학부

요 약

2채널 방식을 이용하는 입체 음향 구현 방법은 멀티채널 방식에 비해 비용의 감소 효과 및 설치가 쉽다는 장점이 있으나 크로스토크(crosstalk)를 제거하는 것이 어려운 문제이다. 크로스토크를 제거하기 위해서는 머리의 위치를 정확하게 추정하는 것이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 2채널 방식에서 3차원 입체 음향을 구현하기 위해 얼굴의 방향을 추정하기 위한 알고리즘을 제시한다. 제안하는 알고리즘은 Haar-like 특징을 이용하여 얼굴을 검출하고 전처리 작업과 수학적 형태학을 이용한 두 눈의 위치를 검출하는 알고리즘을 이용, 얼굴이 향하고 있는 방위각을 검출한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 기존의 제안되어진 방법들에 비해 적용 범위가 더 넓으며, 얼굴 방위각이 매우 안정적으로 검출됨을 실험을 통해 알 수 있었다.

키워드 : 입체음향, 크로스토크 제거, 얼굴 검출, 눈 검출, 방위각 추정

Abstract

The method of 3D sound realization using 2 speakers provides two advantages: cheap and easy to build. In the case, crosstalk between 2 speakers has to be eliminated. To calculate and remove the effect of the crosstalk, it is essential to find a rotation angle of human head correctly. In the paper, we suggest an algorithm to find the head angle of 2 channel system. We first detect a face area of the given image using Haar-like feature. After that, the eye detection using pre-processor and morphology method. Finally, we calculate the face rotation angle with the face and the eye location. As a result of the experiment on various face images, the proposed method improves the efficiency much better than the conventional methods.

Key Words : 3D sound, Crosstalk cancellation, Face detection, Eye detection, Azimuth estimation

1. 서 론

입체음향(3D sound)은 음원(sound source)이 발생한 공간에 직접 위치하지 않은 청취자가 재생된 음향을 들었을 때, 음향으로부터 거리감 및 방향감 그리고 공간감 등과 같은 단서를 지각할 수 있는 음향을 말하며, 단순한 모노(mono)음이나 스테레오(stereo)음의 신호에 공간적 지각 단서를 부가하여 입체음향신호로 변환하는 기술을 입체음향 생성기술이라 한다[1]. 2채널 방식을 이용하는 방법은 멀티채널 방식에 비해 비용의 감소 효과 및 설치가 쉽다는 장점이 있으나 크로스토크를 제거하는 것이 어려운 문제이다[2]. 이 크로스토크를 제거하기 위해서는 머리의 위치를 정확하게 추정하는 것이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 2채널 방식에서 입체 음향을 구현하기 위해 얼굴의 방향을 추정하기 위한 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 Haar-like 특징을 이용하여 얼굴을 검출하고, 전처리 작업과 수학적 형태학을 이용한 두 눈의 위치를 검출하는 알고리즘을 이용하여 얼굴이 향하고 있는 방위각을 검출한다.

얼굴 검출의 단계는 크게 얼굴 영역 검출, 특징점 추출 그리고 얼굴 분류의 3가지로 나눌 수 있다. 즉, 얼굴 후보 영역을 찾고 얼굴의 고유 특징인 눈, 코, 입과 같은 특징점 구성 요소들을 추출하여 인식과 분류가 이루어지게 된다. 이런 얼굴 인식을 위하여 획득한 영상들 중에 일반 환경에서 자연스럽게 얻어진 영상으로부터 얼굴의 위치를 찾는 문제는 다양한 응용 분야를 가지고 있다. 기존의 연구되어진 논문에서는 얼굴의 특징들을 쉽게 이용할 수 있을 정도의 거리나, 배경들을 이용하여 얼굴에 관한 방위각을 검출하였다[3][4]. 하지만 제한된 촬영 환경에 상관없이 얼굴에 관한 방위각을 검출함이 필요하다.

본 논문에서는 기존에 연구되었던 촬영 환경과는 다른 더 범용적인 환경에서의 얼굴 방위각 검출에 관하여 논의하려 한다. 얼굴 방위각에 있어 가장 큰 문제는 얼굴 후보의 검출이다. 따라서, 본 논문에서는 이를 Haar-feature 특징을 이용하여 영상으로부터 얼굴을 분리하며, 얼굴에 관한 여러 눈, 코, 입 등의 여러 특징점들을 추출하기 위해 자동 이진화, 4종류의 소벨(sobel) 에지 연산 등의 논문에서 제안하는 전처리 작업을 적용하며, 추출되어진 특징점들의 위치간의 비를 이용하여 얼굴 방위각을 검출한다.

교신저자 : 차형태
접수일자 : 2006년 11월 7일
완료일자 : 2006년 12월 14일
감사의 글 : 본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 얼굴 방위각 검출을 이용한 크로스토크 제거와 기존에 제안되어진 방법들을 살펴본다. 그리고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 얼굴 방위각 검출의 방법과 4장에서는 제안한 방법을 실험한 실험결과를, 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

2. 얼굴 방위각 검출을 이용한 크로스토크 제거(Crosstalk Cancellation)

2.1 크로스토크 제거

음상정위(sound localization)란 머리전달함수(HRTF: Head Relate Transfer Function)을 이용하여 방향성이 없는 모노음에 음원의 방향 및 거리에 관한 정보를 가진 머리전달함수와의 컨벌루션(convolution)을 수행, 음원의 위치를 인위적으로 이동시키는 방법이다[5].

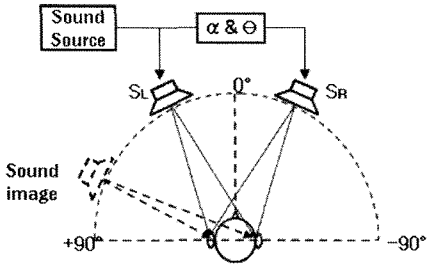
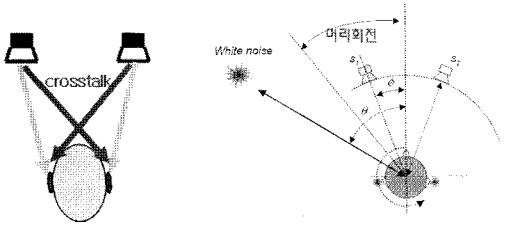
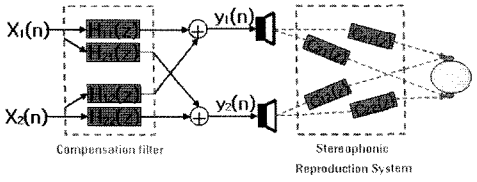


그림 1. 2채널에서의 입체 음상 정위
Fig. 1. Sound localization in 2 channel system

인위적으로 이동시킨 가상의 음원을 2개의 스피커로 재생할 때 왼쪽(혹은 오른쪽)에만 들려야 할 음이 오른쪽(혹은 왼쪽)에도 들리는 현상이 발생한다. 이러한 현상 크로스토크라 하며, 이는 두 스피커 사이에 존재하는 공간으로 인하여 왼쪽 스피커에서 출력된 소리가 청취자의 왼쪽 귀에만 전달되는 것이 아니라 오른쪽 귀로도 전달이 되어 소리의 정확한 전달을 방해한다. 즉 크로스토크로 인하여 음상 정위 효과가 감소되며 명료성 또한 떨어지는 요인이 된다.



(a) 크로스토크 (b) 2채널에서의 얼굴 회전



(c) 크로스토크 제거기

그림 2. 크로스토크와 얼굴 회전각 검출의 필요성
Fig. 2. Crosstalk and Face rotation angle detection necessity: a) Crosstalk, b) Face rotation in 2 channel system, c) Crosstalk cancellation

크로스토크를 제거하기 위해서는 가상의 위치에 해당하는 머리전달함수를 적용하고 크로스토크제거기를 설계하여 크로스토크를 제거할 수 있다[6]. 그러나 머리의 위치가 변하여 잘못된 머리전달함수가 적용되어지면 입체음향 시스템의 성능이 저하된다.

따라서, 본 논문에서는 올바른 머리전달함수의 사용으로 크로스토크를 제거하기 위해 얼굴이 향하는 방위각을 추정하는 알고리즘을 제안한다.

2.2 기존에 제안된 얼굴 방위각 검출 알고리즘

얼굴 검출은 감시 등의 보안 관련 분야에서 임의의 제약이 없는 자동화 시스템으로 발전하기 위하여 필수적인 조건이다. 그러나 카메라의 성능, 조명, 카메라와 피사체와의 거리 및 각도 등에 의하여 시스템의 성능에 많은 영향을 주게 된다[7]. 특히, 얼굴 방위각 검출은 사용자의 의사를 결정할 수 있는 기본적인 단계이다. 그러나 얼굴 검출의 다양한 연구와는 다르게 얼굴 방위각 검출에는 관한 연구는 미비하였다. 또한 기존에 제안되어진 방법들은 고정되어진 배경 및 이미지의 크기 등의 단점이 있으며 그 내용을 표 1에 도시하였다.

표 1. 기존에 제안된 알고리즘
Fig. 1. Proposed Algorithm

제안자	특징	적용 범위
박[8]	적외선 조명을 이용한 눈 검출	-45°~+45° 15° 간격
김[9]	2개의 카메라를 이용하여 스테레오 이미지를 이용	-70°~+70°
이[10]	머리 영역과 눈의 위치간의 비로 방위각 추정, 입력 영상에서 80% 이상 얼굴 영역이 존재	0, +24°
김[11]	복수의 얼굴 이미지 필요, 최초 입력 영상은 정면영상, 카메라와 피사체의 거리 고정	-
박[12]	얼굴의 좌·우 면적을 이용, 입력 영상에서 90% 이상 얼굴 영역이 존재	-90°~+90° 15° 간격
김[4]	제한된 배경의 사용으로 배경과의 분리가 쉬움, DB의 개수가 각도별로 1개만 존재	0°~+45° 10° 간격
제안방법	눈과 얼굴의 경계면과의 비를 이용하여 방위각 추정, 입력 영상에서 30% 이상 얼굴 영역이 존재	-40°~40° 10° 간격

3. 제안하는 얼굴 방위각 검출 방법

본 논문에서 제안하는 얼굴 방위각 검출 알고리즘의 전체적인 구조는 그림 3과 같다. 크게 4단계로서 얼굴 검출 단계, 검출되어진 얼굴 영역으로부터 눈의 위치와 얼굴의 경계면을 결정하는 단계, 그리고 결정되어진 정보들로부터 얼굴 회전각을 추정하는 단계로 구성되어 있다.

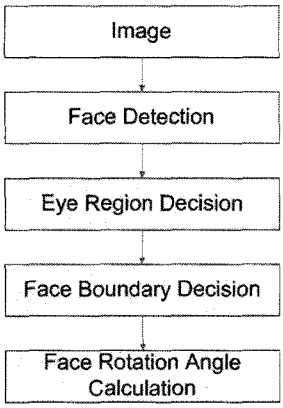


그림 3. 얼굴 방위각 검출 알고리즘
Fig. 3. Face rotation angle detection algorithm

3.1 얼굴 검출

기존에 제안되어진 얼굴을 검출하는 방법으로는 크게 얼굴의 요소 및 위치 관계를 이용한 지식 기반 방법(knowledge based method)과 얼굴에 관한 성분들의 크기, 모양, 색상, 질감 등을 이용한 특징 기반 방법(feature based method), 대상이 되는 얼굴에 대한 표준 템플릿(template)을 만든 후 입력 영상과 비교하여 얼굴을 검출하는 템플릿 매칭 방법(template matching method), 그리고 학습 되어진 고유 벡터들을 이용한 외형 기반 방법(appearance based method)으로 나눌 수 있다.

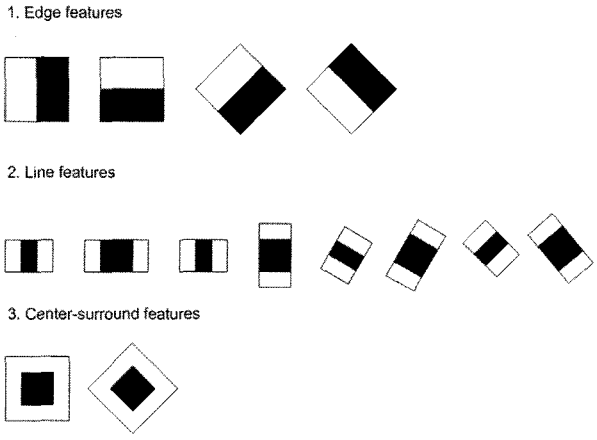


그림 4. Haar-like 특징의 프로토타입
Fig. 4. Prototype of Haar-like feature

본 논문에서는 그림 4의 Haar-like 특징(feature)과 그림 5의 AdaBoost 학습 알고리즘을 이용하여 얼굴을 검출한다 [13]. 그림 4는 Haar-like 특징의 프로토타입(prototype)들이다. 입력 영상에 따라서 윈도우(window)를 이동시키면서 특징을 얻은 후 각 영역 안에 있는 픽셀(pixel)들의 값을 합하여 그 영역에 대한 합을 구하고, 그 값들에 대해서 가중치(weight)를 곱한 합을 계산을 한다. 각 타입들로부터 얻어지는 특징의 수는 윈도우 특징에 맞게 위치의 변화 및 영상에 따라서 많은 특징 값을 나타낼 수 있다. 이런 빠른 계산 방법으로 인해 다른 얼굴 검출 알고리즘에 비해 검출 속도 및 정확도가 높다.

Adaboost 학습 알고리즘은 얼굴 검출 인식률을 높이기 위한 단순하고 효율적인 학습 알고리즘으로서, 그룹화 하는 단계(stage)가 높아질수록 Haar-like 특징의 프로토타입들의 위치가 얼굴에 대해 세밀한 특징까지 나타낼 수 있는 장점을 가지고 있다.

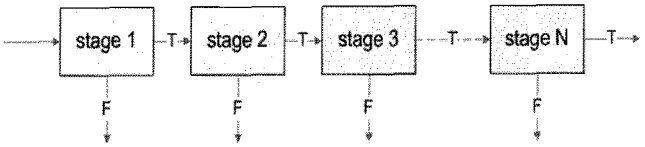
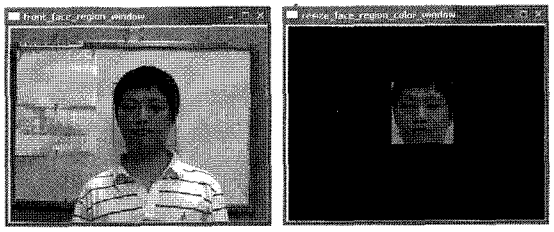


그림 5. N개의 단계를 갖는 분류기
Fig. 5. Cascade of classifiers with N stages

여러 단계를 직렬 형태로 연결하여 결정 트리(decision tree)와 같은 역할을 하게 된다. 각 단계는 얼굴을 찾아내기 위해 학습된 분류기(classifier)를 포함하고 있으며, 단계를 거듭할수록 전 단계보다 더 많은 특징 값을 만들어 그룹화를 한다. 그러한 분류기의 흐름을 그림 5에 도시하였고, 본 논문에서는 24단계의 분류기를 이용하여 실험하였다.



(a) 얼굴 검출 결과 (b) 재조정된 얼굴검출 결과

그림 6. Haar-like 특징을 이용한 얼굴 검출 결과
Fig. 6. Face detection result using Haar-like feature

Haar-like 특징을 이용한 얼굴 검출 결과를 그림 6의 (a)에 도시한다. 검출된 사각형 안에 얼굴의 특징에 해당하는 요소(눈, 코, 입)이 존재함을 알 수 있다. 검출된 영역 내에서 요소가 아닌 부분을 제거하기 위해 사각형의 크기를 재조정하였으며 그 결과를 그림 6의 (b)에 도시한다. 사각형의 크기가 줄었어도 그 안에 얼굴의 특징이 모두 존재함을 알 수 있다.

3.2 눈 위치 검출

눈의 위치를 찾기 위해서는 수직 투영 기법(vertical histogram projection)을 사용한다. 수직 투영 기법은 밝기에 대한 수직 방향에 대해 누적 정보인 프로파일(profile)을 생성하고, 생성되어진 프로파일의 계곡점(valley point)을 이용하여 특징 요소들을 검출하는 방법이다. 투영 기법은 단순한 연산으로 높은 검출률을 보이나 복잡한 배경이나 여러 개체가 존재할 경우 성능이 저하된다. 하지만, 본 논문에서는 Haar-like 특징을 이용하여 배경으로부터 얼굴 영상만을 분리하여 투영 기법의 단점을 보완하였다. 그림7은 본 논문에서 제안하는 얼굴영역으로부터의 눈 위치를 검출하기 위한 알고리즘을 나타내고 있다.

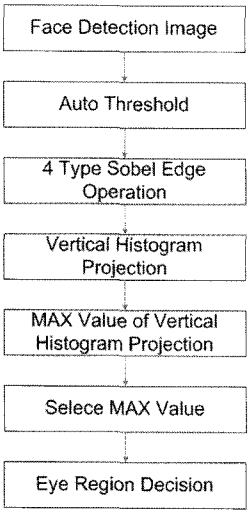


그림 7. 눈 영역 결정 알고리즘
Fig. 7. Eye Region Decision Algorithm

검출된 얼굴 영역으로부터 에지(edge) 정보를 얻기 위해 영상을 이진화(binary image) 할 필요가 있다. 이때, 이진화를 위해서 임계값이 필요하게 되는데, 고정되어진 임계값은 조명등의 환경에 의해서 이진화 된 영상의 결과가 매우 달라진다. 따라서 본 논문에서는 주어진 영상에 따라 임계값이 가변적인 알고리즘을 적용하였으며 자동 이진화가 적용된 과정을 그림 8에 도시하였다.

변화되어진 이진 영상으로부터 얼굴에 관한 정보를 얻기 위해 소벨(sobel) 에지 검출 기법을 사용하여 이진 영상에 대해 에지를 검출한다. 소벨 에지 검출은 그림 9처럼 대표적인 1차 미분 연산자이며 3×3 크기의 창(window)을 이용하여 연산을 수행한다. 창의 중앙의 화소를 중심으로 한쪽 방향은 양수이고, 반대 방향은 음수이기 때문에 영상의 값이 동일하거나 유사한 경우에는 0에 가까운 값을 타나내며 변화가 심한 경우에는 더 높은 값을 나타낸다. 또한 소벨 에지 연산은 수평과 수직 성분에 대해 각각 검출하기 때문에 수평 및 수직 에지 검출에 유용한 방법이며 잡음에 민감하지 않고, 우수한 성능을 갖는다.

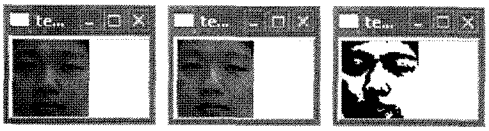
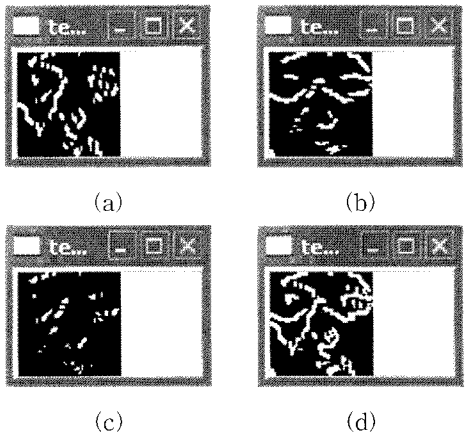


그림 8. 가변적인 임계값 알고리즘의 결과
Fig. 8. Auto Threshold Algorithm Result

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	-1

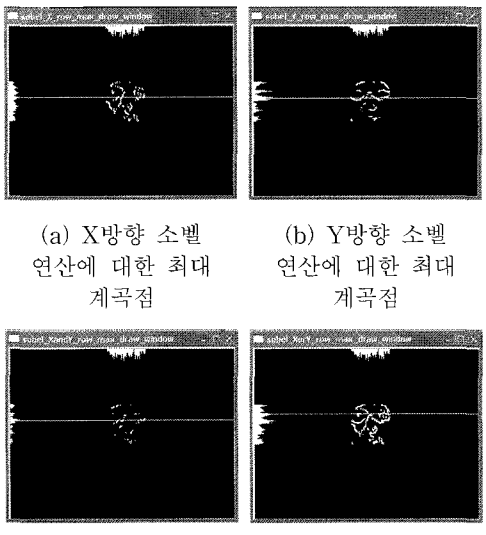
그림 9. 소벨 에지 연산
Fig. 9. Sobel edge operation



(a) (b) (c) (d)

그림 10. 소벨 에지 연산 결과: a) 수평 방향, b) 수직 방향, c) 두 방향의 AND 연산, d) 두 방향의 OR 연산
Fig. 10. Sobel Edge Operation and Result: a) Horizon direction sobel result, b) Vertical direction sobel result, c) Join both direction using AND operation, d) Join both direction using OR operation

또한 본 논문에서는 정확한 눈의 위치를 찾기 위해 수평과 수직 에지 연산을 수직 방향 히스토그램 투영화 대상으로 선정하고 AND 연산 및 OR 연산을 추가적으로 적용, 총 4가지의 소벨 에지 영상에 대해 수직 방향 히스토그램 투영화를 적용하였다. 2개의 후보군을 더 추가함으로써 눈 영역의 위치 후보를 더 강화하였다. 4가지 소벨 에지 연산 결과에 대한 수직 방향 히스토그램 결과에서 가장 높은 계곡점(valley point)만을 추출한다. 이때 추출되어진 가장 높은 계곡점들이 눈 영역에 있음을 그림 11을 통해 알 수 있다.



(a) X방향 소벨 연산에 대한 최대 계곡점 (b) Y방향 소벨 연산에 대한 최대 계곡점

(c) AND 연산에 대한 최대 계곡점 (d) OR 연산에 대한 최대 계곡점

그림 11. 최대 계곡점 검출
Fig. 11. MAX valley point detection: a) MAX valley point about X direction sobel operation, b) MAX valley point about Y direction sobel operation, c) MAX valley point about AND operation, d) MAX valley point about OR operation

그림 11의 4가지 최대 계곡점만으로는 세로 방향에 대한 눈의 위치는 찾을 수 있지만 눈의 위/아래 영역은 알 수 없다. 따라서, 본 논문에서는 4가지 최대 계곡점들에 대해서, 다시 최대값과 최소값을 구한다. 구해진 최대값과 최소값의 범위가 눈 영역이 존재하며, 그 결과를 그림 12에 도시한다.

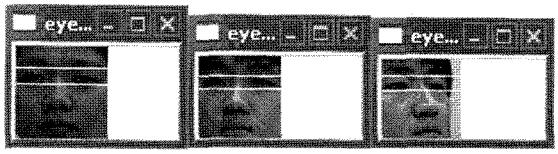


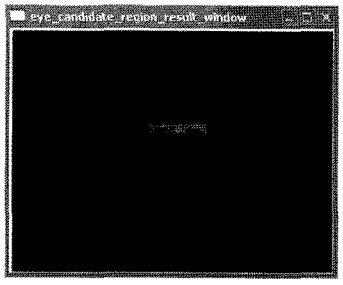
그림 12. 눈 영역 검출 결과
Fig. 12. Eye region detection result

피부 색상을 이용하여 검출하는 방식은 그 방법이 매우 간단하여 빠른 연산 시간의 장점이 있으나 카메라의 특성과 조명 환경의 변화에 많은 영향을 받는 단점을 가지기 때문에 얼굴 색상 하나의 단일 정보에 의해서만 얼굴 영역을 검출하는 것은 다양한 환경에 강인한 특성을 갖지 못한다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Haar-like 특징을 사용하여 배경으로부터 얼굴만을 추출, 색상 하나의 단일 정보만을 이용한 단점을 보완하였다.

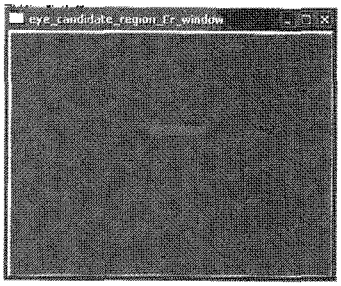
화소에 대한 얼굴 색상의 범위는 표 2와 같이 YCbCr (Luminance, Blueness, Redness) 컬러 공간에서 Cr 성분만을 사용하여 분류하였다.

표 2. 얼굴 색상의 범위
Table 2. Range of Skin Color

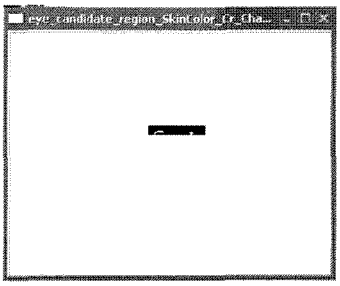
ColorSpace	Range
YCrCb	152 < Cr < 173
	77 < Cb < 127



(a) 눈 영역 이미지



(b) Cr 성분



(c) 피부 색상 범위를 적용한 결과
그림 12. 눈 위치 검출을 위한 연산 결과
Fig. 12. Operation result for eye locate detection: a) Eye region image, b) Cr color space, c) Skin color result about Cr color space

입력된 영상으로부터 Haar-like 특징을 이용하여 얼굴 영역을 검출하고, 검출한 영역에 대해 그림 11의 최대/최소 계곡점을 이용하여 눈 영역만을 검출한다. 그리고 표2의 YCbCr 공간에서의 피부색에 해당하는 Cr 성분의 범위를 적용하여 눈 영역에 대한 피부색 범위를 검출한다. 그림 12의 (c)는 피부 색상 범위를 적용한 결과이며 결과 영상을 보면 검은 영역 내에 두 그룹이 존재함을 알 수 있다. 이 두 그룹이 눈의 1차 위치를 나타내며, 왼쪽 그룹에서는 오른쪽 끝을, 오른쪽 그룹에서는 왼쪽 끝을 검출한다. 이때 검출되어진 결과가 눈의 2차 위치로서 눈의 위치를 나타내며 그 결과를 그림 13에 도시하였다.

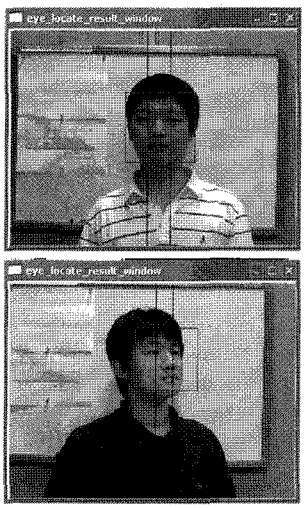
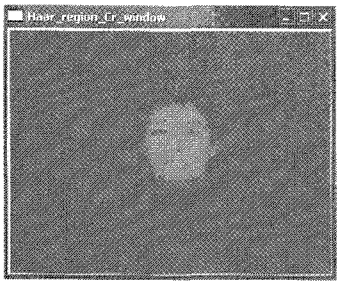


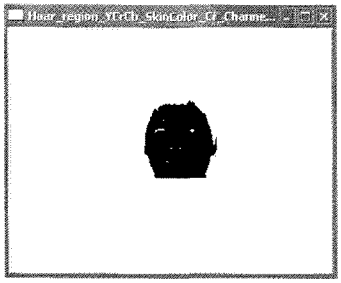
그림 13. 눈 위치 결정 결과
Fig 13. Eye locate decision result

3.3 얼굴 경계면 검출

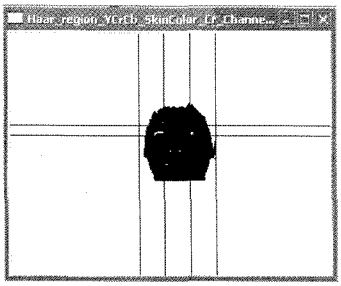
얼굴 영역의 경계면은 그림 6의 (b)의 결과로부터 표 2의 피부 색상 범위를 이용하여, 얼굴 색상에 해당하는 범위만을 추출한다. 그리고 추출된 영역으로부터 눈 영역 범위를 적용한다. 그림 14의 (d)에서 눈 영역의 왼쪽 위치와 오른쪽 위치를 추출한다. 이때 추출되어진 두 개의 위치를 얼굴의 경계면이라 한다.



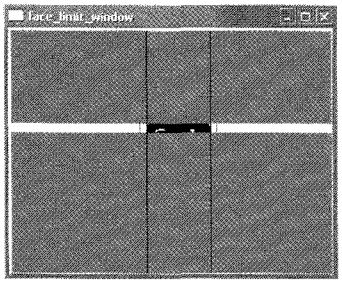
(a) Cr 성분



(b) 피부 색상 범위를 적용한 결과



(c) 눈 영역 적용



(d) 얼굴 경계면 결정

그림 14. 얼굴 경계면 검출 과정

Fig 14. Flow of face boundary decision: a) Cr color space, b) Skin color result about Cr color space, c) Eye region include, d) Face boundary decision

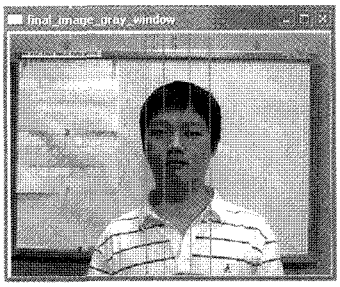
3.4 얼굴 방위각 계산

3.2절의 얼굴 경계면의 위치와 3.3절의 눈의 위치를 계산 후 눈과 얼굴 경계면의 위치들 간의 비를 계산한 후 표 3의 방위각 표를 이용하여 얼굴 방위각을 추정한다.

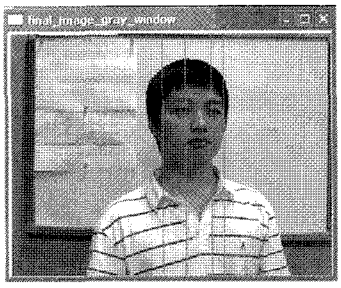
표 3. 비율에 따른 방위각

Table 3. Face rotation angle about ratio

방위각	왼쪽	오른쪽
왼쪽 40°	1	0.2 이하
왼쪽 30°	1	0.3~0.4
왼쪽 20°	1	0.5~0.6
왼쪽 10°	1	0.7~0.8
0°	0.9~1	0.9~1
오른쪽 10°	0.7~0.8	1
오른쪽 20°	0.5~0.6	1
오른쪽 30°	0.3~0.4	1
오른쪽 40°	0.2 이하	1



(a) 정면(0°) 얼굴



(b) 좌측 20° 회전 얼굴

그림 15. 얼굴 방위각 계산 결과

Fig 15. Face rotation angle calculation result

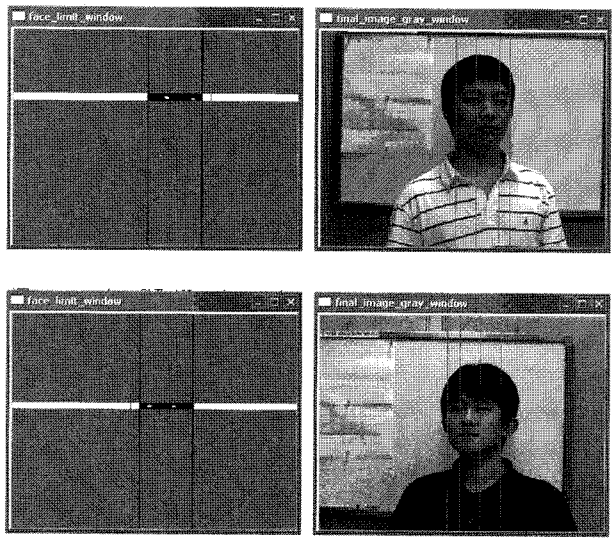
4. 실 험

본 실험에서는 근거리에서 촬영된 얼굴 데이터베이스에 대해 제안한 얼굴 방위각 검출 방법을 적용하여, 제안된 얼굴 방위각 검출 알고리즘의 성능을 평가하였다. 입력 영상은 20대의 연령층의 남성과 여성으로 구성되었으며, 안경과 마스크 등의 부가요소는 제외하였다. 근거리 촬영을 전제로 하여 데이터베이스를 구성하였으므로 입력 영상은 모두 얼굴이 존재하며, 얼굴의 영역이 영상의 40%에서 60%에 해당하게 촬영을 하여 기존에 제안된 알고리즘과의 차이를 두었다. 또한 10명을 대상으로 왼쪽 40°에서 오른쪽 40°까지 10° 간격으로 촬영, 총 90장의 영상을 이용하여 실험하였다. 촬영은 일반 CCD카메라와 USB 카메라를 이용하였으며, 실험은 Intel 3.2GHz processor와 2G RAM을 장착한 일반 데스크탑 컴퓨터에서 실험하였다. 본 논문에서 제안된 얼굴 방위각 검출 실험 결과를 표 4에 정리하였다.

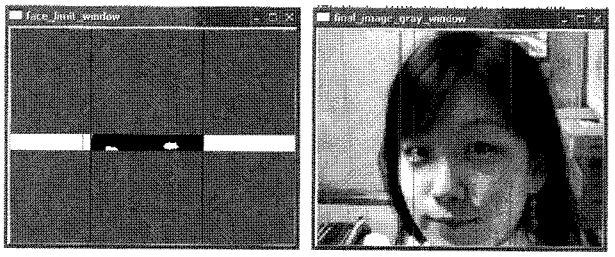
표 4. 얼굴 방위각 검출 결과
Table 4. Face rotation angle detection result

방위각	성공	실패
왼쪽 40°	8	2
왼쪽 30°	9	1
왼쪽 20°	9	1
왼쪽 10°	10	0
0°	10	0
오른쪽 10°	10	0
오른쪽 20°	9	1
오른쪽 30°	9	1
오른쪽 40°	7	3
합	80	10
성공률	90%	10%

본 논문에서는 얼굴의 정보가 보이는 -40°에서 +40°까지의 영상을 대상으로 한다. 50° 이상의 영상은 얼굴의 정보가 일부 부족하여 실험 대상에서 제외하였다. 표 4를 보면 제안된 얼굴 방위각 검출이 90%로서 높은 검출 결과를 나타냄을 알 수 있다. 10%에 해당하는 얼굴 방위각 검출의 실패의 요인으로는 앞머리의 휘어짐으로 잘못된 눈의 위치를 검출한 경우, 혹은 앞머리가 길어서 눈을 넘어오는 경우에 눈의 위치 검출에 실패하여 얼굴 방위각 검출에 실패 하였다.



(a) 얼굴 방위각 검출 성공 결과



(b) 얼굴 방위각 검출 실패 결과
그림 15. 얼굴 정보 검출 결과
Fig 15. Face information detection result: a) Face rotation angle detection success, b) Face rotation angle detection fail

5. 결 론

본 논문에서는 크로스토크 제거를 위해 정확한 방위각 검출을 목표로 하며, 기존에 제안된 방법들과는 달리, 얼굴 영역이 80%이하인 영상과 복잡한 배경 아래서 얼굴 방위각 검출 알고리즘을 제안하였으며 실험을 통해 제안된 방법이 우수함을 입증하였다. 제안된 방법은 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하기 위해 Haar-like 특징을 이용하였고, 검출된 얼굴 영역으로부터 정보를 얻기 위해 자동 이진화 및 여러 방향에 대한 소벨 에지 연산 적용 등의 전처리 작업을 하였다. 전처리 작업을 통한 영상으로부터 눈의 위치 정보와 얼굴 경계면 위치 정보를 추출한다. 추출되어진 눈의 위치 정보와 얼굴 경계면 위치 정보에 대해 각 위치간의 비를 이용하여 얼굴 방위각 추출을 하였다. 실험은 왼쪽 40°에서 오른쪽 40°까지 10° 간격으로 촬영된 영상을 이용하였으며, 실험 결과 90%의 성공률을 보임을 알 수 있었다.

제안된 얼굴 방위각 검출 알고리즘은 입체 음향의 응용분야 외에 여러 영상 데이터베이스에서 기준 영상과 동일한 방향을 가진 영상을 찾는 질의를 처리하거나 방향성을 고려한 영상 자동 배치 등, 얼굴의 방향 및 방위각이 필요한 응용 분야에 효율적으로 활용될 수 있을 것이다. 향후 과제로는 40° 이상에서의 얼굴 방위각 검출과 추가적인 알고리즘의 적용으로 보다 높은 인식률을 보이는 시스템을 구현해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Durand R. Begault, "3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia", NASA, 2000.
[2] H. S. Kim, P. M. Kim and H. B. Kim, "Cross-talk Cancellation Algorithm for 3D Sound Reproduction," ETRI Journal, pp. 11-19, VOL. 22, No. 2, June 2000.
[3] J. S. Park, J. Y. Dong, "Detection of Facial Direction using Facial Features", Korean Society for Internet Information, Vol. 4. No. 6, December 2003.
[4] H. T. Kim, K. E. Lee, J. S. Park, "A Tracking of Head Movement for Stereophonic 3-D Sound", Korea Multimedia Society, pp. 1421-1431, VOL. 8, No. 11, November 2005.
[5] Yasuto Yasuda, Wai C. Chu, "All-Pole Modeling of Head-Related Transfer Functions: Objective and Subjective Evaluation Result", ICA2004, pp. 3745-3748, Vol. 5, 2004.
[6] J. B. Melick, V. R. Algazi, R. O. Duda, Thompson, D. M., "Customization for personalized rendering of motion-tracked binaural sound", 117th Convention of the Audio Engineering Society, pp. 6225, October 2004
[7] M. Yang, D. J. Kriegman, N. Ahuha, "Detecting faces in Images: A Survey", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 34-58, VOL. 24, No. 1, January 2002.
[8] H. S. Park, C. S. Bar, "Real Time 3D Face Pose Discrimination Based on Active IR Illumination",

KIMICS, Vol. 8, No. 3, 2004.
[9] T. H. Kim, J. H. Jang, "A Study on Head Roation Angle Estimation Using Disparity Information of Stereo Images", Korea Information Processing Society, Vol. 12, No. 1, May 2005.
[10] S. J. Lee, J. S. Park, K. S. Son, "Head Tracking for Implementing 3-Dimensional Stereo Sound", Korea Multimedia Society, 2003.
[11] H. Y. Kim, "Qualitative Reasoning of Facial Angles", Soongsil Univ. M. S. Journal, 1998.
[12] J. S. Park, J. Y. Dong, "Detection of facial Direction using Facial Features", Korea Internet Information Society, Vol. 4, No. 6, December 2003.
[13] R. Lienhart, J. Maydt, "An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection", IEEE ICIP, pp. 900-903, 2002.

저 자 소 개

한상일(Sangil Han)
2003년 : 한림대학교 컴퓨터공학과 졸업
2004년~현재 : 숭실대학교 전자공학과 석사과정
관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전

차형태(Hyungtai Cha)
제 13권 4호(2003년 8월호) 참조