

얼굴 인식 및 화자 정보를 이용한 오프라인 회의 기록 지원 시스템

Recording Support System for Off-Line Conference using Face and Speaker Recognition

손윤식 · 정진우⁺ · 박한무 · 계승철 · 윤종혁 · 정낙천 · 오세만

Yun-Sik Son, Jin-Woo Jung⁺, Han-Mu Park, Seung-Chul Kye, Jong-Hyuk Yoon, Nak-Chun Jung, Se-Man Oh

동국대학교 컴퓨터공학과

요 약

최근 멀티미디어 서비스는 동영상 압축 기술 및 네트워크의 발달을 기반으로 하여 다양한 응용 서비스를 제공하고 있으며, 이 중 화상 회의 시스템은 이 두 가지 기술이 효과적으로 사용된 대표적인 예이다. 원격 사용자간의 원활한 의사전달을 위해 고려된 화상회의 시스템은 효과적인 응용 서비스로 분류되고 있지만, 이러한 서비스 제공을 위한 기술을 이용하여 빈도가 훨씬 많은 일반적인 회의를 지원하는 응용서비스는 드문 편이다.

본 논문에서는 얼굴 정보와 화자 정보를 기반으로 오프라인 회의를 보조하는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 3개의 마이크와 웹캠을 이용하여 화자의 위치를 파악하고 웹캠에서 얻어진 정보를 이용하여 얼굴 영역 정보를 분석하고 인식한 후 화자 정보를 추출하여 발언자들을 추적하여 기록하는 기능을 제공한다.

키워드 : 회의 기록, 얼굴 인식, 화자 인식

Abstract

Recent multimedia technology has supported various application services based on the development of effective movie compression and network techniques. On-line video conference system is a typical example that use these two technologies effectively. On-line video conference system can be characterized into an effective conferencing method for long-distanced on-line conference members. But, unfortunately, off-line conference with face-to-face meeting is more frequent than on-line conference and their support systems have not been sufficiently considered.

In this paper, we propose a recording support system for off-Line conference using face and speaker recognition. This system finds the speaker in the conference by using three microphones and three webcam cameras. And analysis is done with face region information that gathered by currently active webcam camera, and recognizes the identity of face. Finally, the system tracks speaker and records conference with extract speaker information.

Key Words : Conference recording, Face recognition, Speaker recognition

1. 서 론

원격 사용자간의 효과적인 의사전달을 위해 고려된 화상회의 시스템은 동영상 압축 기술 및 네트워크의 발달을 통해 그 효과가 입증되고 있으며 사용 빈도가 더욱 늘어나고 있다. 특히 최근에는 이러한 화상 회의 시스템에 얼굴 인식과 화자 분석과 같은 다양한 기법이 결합되고 있는 추세이다. 반면 실제 사회에서 발생하는 대다수의 일반적인 회의를 위한 보조 시스템은 드문 편이기 때문에 이를 지원하는 시스템에 대한 고려가 필요하다.

본 논문에서 제안된 회의 기록 지원 시스템은 회의 중에

발생하는 영상과 대화를 기록하여, 향후 의사 결정이나 업무 진행시 자료로 사용하는 것을 목표로 한다. 또 고가의 영상장비를 사용하는 대신 웹캠 카메라와 USB 마이크 이용하여 시스템을 구성하는 과정을 보인다.

시스템의 각 모듈은 독립적으로 구성하여 장비의 변경이나 환경의 변화를 고려하였으며, 영상의 기록과정에는 얼굴 인식 정보와 화자 정보를 기반으로 회의 기록을 보다 사용자 중심으로 할 수 있도록 기능을 구현하였다. 특히 얼굴 인식에서 사용되는 특징 값을 얼굴의 회전에 강인하도록 추출하여 자유로운 상황의 회의에서 다양한 자세를 가지는 참석자를 인식하도록 하였으며, 실험 결과 신원 확인을 위한 얼굴 인식은 92%, 화자 인식은 87%의 정확도를 보였다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 오프라인 회의 지원 시스템에 대해 설명한다. 우선 2장에서 기존의 얼굴 영역 인식 기법과 화자 분석 기법의 특징을 분석하고 장단점을 논한다.

접수일자 : 2007년 10월 25일

완료일자 : 2007년 12월 10일

* : 책임저자(corresponding author)

3장에서는 앞서의 연구를 바탕으로 회의 지원 시스템의 각 모듈을 정의하고 기능을 소개한다. 특히 얼굴 인식과 화자 인식을 위한 특징 값을 정의하고 이를 이용하여 분석하는 기법에 대해 논한다. 4장에서는 구현된 회의 지원 시스템의 실험을 통해 얼굴 인식과 화자 인식 결과를 확인하고 분석한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 결론과 앞으로의 연구 방향에 대해 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 얼굴 영역 인식 기법

얼굴 영역 인식 기술은 10여년에 걸쳐 많이 연구되고 있는 분야로 크게 피부색, 영역 분할, 얼굴 특징 값을 이용한 세 가지 방법론으로 분류할 수 있다.

피부색으로 얼굴 영역을 인식하는 방법[1-3]은 4가지 과정을 통해 수행되는데, 1) 입력된 영상을 몇 개의 색 계층으로 나눈 후 2) 위치정보에 따라서 색 정보를 모으고, 3) 미리 정해진 얼굴 모델을 기준으로 얼굴의 위치를 찾고, 4) 검출된 위치를 토대로 얼굴 영역 검출을 한 번 더 수행한 후 결과를 출력하게 된다. 피부색을 이용한 이 방법론은 비교적 간단한 알고리즘으로 얼굴을 신속히 검출할 수 있는 장점이 있는 반면 얼굴 검출 성능이 다른 방법론에 비하여 떨어지고 색 정보만을 가지고 얼굴을 검출하므로 복잡한 배경에서는 오류율이 많다.

영역 분할을 이용한 방식은 높은 얼굴 검출 성능을 자랑하는 방식이다[4-6]. 영역 분할, 후보 얼굴 영역 검출, 최종 얼굴 영역 검출의 세 가지 과정을 거치는데, 이 방법론에서 복잡도가 가장 높은 부분은 영역 분할 과정이다. 영역 분할 과정은 영상의 색 정보를 양자화한 후 그 결과를 이용해 클래스 맵과 j-영상을 생성하면서 그룹 정보를 세밀화하고, 그룹의 중심점을 찾는다. 그리고 각 영역이 서로 만날 때까지 영역을 확장한 후, 찾아낸 영역들을 다시 합쳐서 최종적으로 영역이 분할된 영상을 얻는다. 이 기법은 다른 기법들에 비해서 가장 높은 얼굴 검출률을 보인다. 그렇지만 영역 분할에서 많은 연산을 수행하기 때문에 실시간 얼굴 검출 기법으로는 부적절하다.

특징 값을 이용한 얼굴 영역 검출 방법론은 주로 학습 기법과 함께 사용되는데 얼굴뿐만 아니라 특정 물체를 계속 학습시켜 그 영역을 검출하는 방식으로 동영상에서 얼굴 검출 시 많이 사용되는 방식이다[7-9]. 이 방법론은 다음과 같은 실행 과정을 가진다. 1) 얼굴 인식을 위한 Haar-like 특징 값들을 추출한 후, 2) 이 중 우수한 특징들을 대상으로 Adaboost 알고리즘을 이용하여 cascade 방식의 분류기를 구성하고 학습하며, 3) 얼굴 영역과 배경 영역을 분류 후 검출로 끝난다. 학습 데이터로는 주로 얼굴 정면, 오른쪽 측면, 왼쪽 측면을 사용하여 얼굴 각도에 대해 강인한 검출이 가능하다. 이 방법론의 장점은 빠른 검출능력을 자랑하며, 색 정보를 이용한 방법보다 인식률이 높은 장점을 지닌다.

2.2 화자 정보 분석 기법

영상 회의 시스템에서 화자 정보는 사용자의 집중도를 높이거나 시스템의 품질을 향상시킬 수 있는 중요한 정보로 사용된다. 영상 정보를 기반으로 화자를 분석하는 기법은 주로 입술의 움직임 정보를 이용한다[10, 11]. 따라서 다수의 영상 프레임 정보가 필요하며, 각 프레임 별로 영상에 존재하는

다수의 얼굴을 인식한 후 각 영상에서 눈이나 턱 선과 같은 입술의 위치를 추정하기 위한 특징 값을 추출하고, 이를 이용하여 여러 프레임 상에서 발생하는 추정 입술 영역의 변화도를 이용하여 화자를 결정한다.

3. 회의 지원 시스템

3.1 시스템 모델

제안하는 회의 지원 시스템은 오프라인 회의 과정을 기록 하면서 회의의 참석자를 인식하고 화자를 분석하여 영상 기록시 화자 중심의 기록을 수행한다. 이와 같은 과정은 그림 1과 같이 회의 영상이 기록되는 과정 중에 4가지 분석 작업이 반복적으로 수행되면서 이루어진다.



그림 1. 회의 기록 지원 시스템의 수행 과정

Fig. 1. Process of conference recording support system

웹캠과 마이크의 수를 최소화 하면서 화자의 위치를 파악하기 위하여 그림 2와 같은 시스템 구성과 사용 환경을 고려하였다.

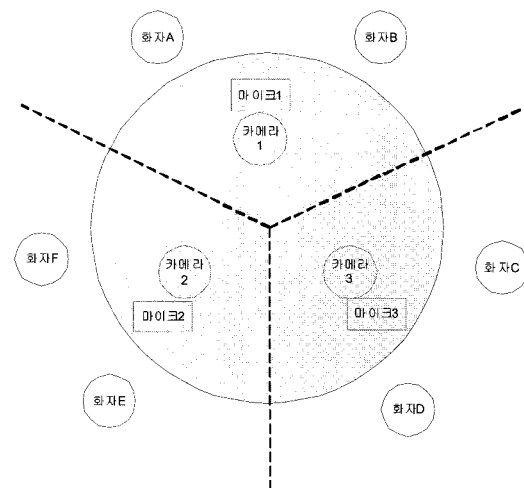


그림 2. 시스템 구성 및 사용 환경

Fig. 2. System configuration and operating environment

원탁 테이블에 화자들이 위치하며 각각 3대의 카메라와 마이크가 원탁 테이블의 중앙에 위치하고 각 카메라는 팬 기능을 이용하여 전방 120도의 시야를 담당하여 동작한다.

3.2 화자 위치 분석

회의 중의 화자를 녹화하는 시스템에서 다수의 카메라를 사용할 때, 가장 먼저 고려해야 할 사항은 화자가 위치한 곳의 카메라를 찾아서 해당 카메라에서 얼굴 인식을 시작해야 한다는 것이다. 제안한 시스템은 마이크에서 입력되는 음성 신호를 기반으로 화자의 위치를 추정하고 해당 위치를 담당하는 웹캠은 추정된 화자의 위치로 회전시킨다.

마이크를 통한 위치 확인은 거리에 따라 음성 신호 크기

가 줄어드는 원리를 이용한다. 일례로, 그림 2에서 화자D가 말을 하면 그림 3과 같이 음성 신호 크기가 가장 크게 측정되는 곳은 3번 마이크이고 두 번째로 큰 곳은 2번 마이크이며 1번 마이크는 가장 낮은 신호 크기를 갖게 된다. 일정 시간 동안 연속적으로 신호크기의 평균치가 임계값 이상 되면 화자가 말을 하고 있다고 판단하며 이때 해당 시간 동안 평균 신호크기가 가장 큰 마이크 번호를 선택하여 카메라 동작 모듈로 알려주고 신호 크기의 차를 이용하여 화자의 위치를 추정한다.

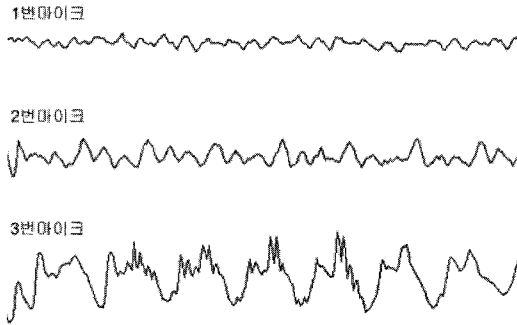


그림 3. 마이크로 입력된 음성신호
Fig. 3. Voice signal from microphone

3.3 얼굴 영역 추출 및 정규화

추정된 위치의 캠으로부터 얻어진 영상에서 얼굴 영역을 추출하기 위해 먼저 영상 전체에 대한 히스토그램 평활화를 수행한 후, Haar-like 특징 값을 이용하여 영상에 존재하는 다수의 얼굴 영역을 검출한다. 얼굴 영역은 얼굴 색 정보에 기반하여 주변의 배경을 삭제한 후 얼굴 객체만 추출하여 정규화 작업을 수행한다.

정규화는 얼굴 객체를 타원이라고 가정 후 무게 중심과 장축을 구하여 이를 기준으로 얼굴이 기울어지지 않도록 보정하며 양선형 보간법을 이용하여 다양한 크기의 얼굴 객체를 일정한 크기로 확대/축소한다. 그림4는 정규화에서 이루어지는 과정을 도시한 것이다.

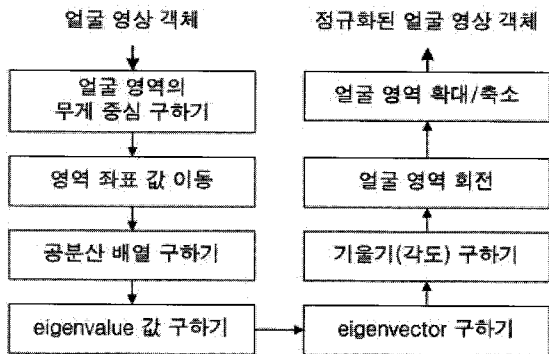


그림 4. 얼굴 객체 정규화 과정
Fig. 4. Normalization process of face object

3.4 얼굴 인식

얼굴 인식을 과정은 정규화된 얼굴 객체의 특징 값을 이용하여 신원을 확인하는 작업이다. 이를 위해 양쪽 눈의 중심점과 코의 중심점, 윗입술의 위치를 특징 값으로 사용한다.

- x_{leye} : 왼쪽 눈 특징 값의 x 좌표
- x_{reye} : 오른쪽 눈 특징 값의 x 좌표
- y_{eye} : 눈 특징 값의 y 좌표
- x_{nose} : 코 특징 값의 x 좌표
- y_{nose} : 코 특징 값의 y 좌표
- y_{mouse} : 입 특징 값의 y 좌표

얼굴 비교는 유클리디안 거리를 이용하며 최소 거리일수록 유사한 얼굴이라고 판단한다. 특징 값은 얼굴 비교 좌표계에 사상하여 사용하는데, 이미지의 크기 변경이나 노이즈로 인한 얼굴 영역의 왜곡, 자유로운 자세에 따른 얼굴의 상하, 좌우 회전을 반영하기 위함이다. 식 (1), (2)에서와 같이 각 특징 값 사이의 비율을 얼굴 비교 좌표로 사용하였다.

$$dx = \frac{|x_{nose} - x_{leye}|}{|x_{nose} - x_{reye}|} \quad (1)$$

$$dy = \frac{|y_{nose} - y_{eye}|}{|y_{nose} - y_{mouse}|} \quad (2)$$

미리 수집된 얼굴 템플릿(dx_t, dy_t)과 실제 회의 기록 중에 얻어진 얼굴 특징 값(dx, dy)의 거리는 다음과 같이 구한다.

$$distance_{face} = \sqrt{(dx_t - dx)^2 + (dy_t - dy)^2} \quad (3)$$

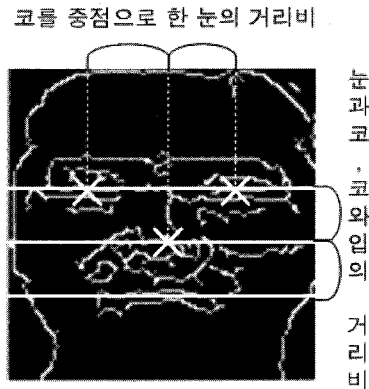


그림 5. 얼굴 인식을 위한 특징 값
Fig. 5. Features of face recognition

좌표 값을 위한 특징 값은 좌우 회전의 경우 상하 회전에 비해 변화가 크기 때문에 특징 값 추출시 얼굴의 좌우 회전에 대한 고려가 필요하며, 그 과정은 다음과 같다. 먼저 정규화된 얼굴 영역 객체에 Canny 기법[13]을 사용하여 엣지를 추출하고 이를 기반으로 눈썹, 눈, 코, 입의 수평 특징 선을 찾아낸다. 이때 얼굴의 좌우 회전을 고려하여 얼굴 영역을 좌측, 우측의 두 부분으로 분리하여 엣지를 수집하고, 중간 영역에 대해 중복 수행하여 수집한 엣지를 통합하고 대표 값을 선택한다. 선택된 대표 값을 이용하여 해당 위치에 분포하는 픽셀의 빈도수를 이용하여 양 쪽 눈과 코의 대표 값을 찾아낸다.

얼굴의 좌우 회전에 대한 판단은 코의 대표 값을 이용한다. 정면을 향하고 있는 얼굴 영상의 경우 코의 위치가 전체 얼굴 영역 중 가로의 중점에 위치한다고 가정하고, 코 대표 값이 좌우로 치우침에 따라 얼굴이 회전하였다고 판단하여 이에 대한 보정 작업을 한다. 한 쪽으로 치우쳐진 코의 대표

값을 중앙으로 이동시키기 위한 각도를 계산하고, 이 값을 이용하여 양쪽 눈의 대표 값을 변환한다. 이는 얼굴상에서 코와 눈의 특징 점이 동일한 원주에 있다는 가정에 기반한 것이며 실제 웹캠과 사람 사이의 거리가 1m라고 고려했을 때 2~3%정도의 오차가 생기는 것으로 확인되었다.

얼굴 인식과정은 이와 같은 오차를 보정하기 위해 4프레임 이상의 영상에서 얻어진 특징 값의 평균을 사용하여 얼굴 비교 좌표를 구하고 거리를 계산한다.

다수의 템플릿 좌표와 얼굴 특징 값 좌표의 거리가 동일하게 측정된 경우 얼굴 특징 값 좌표를 기준으로 각 사분면에 존재하는 템플릿을 3-2-4-1 사분면 순으로 선택한다. 이는 좌우 회전에 비해 상하 회전의 오류비율이 적고 특징 값 간의 차가 적은 것을 우선 선택하기 위함이다.

3.5 화자 인식

얼굴 인식 과정 후 화자 인식을 수행하며, 얼굴 인식 과정에서 얻어진 특징 값과 얼굴 객체를 사용한다. 화자 인식 문제의 특성상 시간적으로 연속적인 여러 개의 프레임이 필요하며 판단에 사용하는 초당 프레임의 개수가 일정량 이상 보장되어야 인식이 가능하고, 동시에 말하는 사람이 있을 경우, 주화자가 누군지 판단하기 어렵기 때문에 한 시점에서 화자가 한 명 뿐이라는 것을 가정하였다.

인식 과정은 먼저 코 아래 입술 부위의 엣지 산포도의 분산을 구하고, 변화율을 측정한다. 측정된 변화율 값이 일정 시간 동안 가장 큰 얼굴 객체를 화자라고 인식하며, 연속된 프레임 상에서 입주위의 변화도가 너무 적은 얼굴 객체는 화자가 아니라고 판단하여 화자인식 대상에서 제외한다.

변화율을 구하는 과정은 다음과 같다. 먼저 입 주위의 엣지 산포도를 가로선을 기준으로 각 선과 엣지들이 만나는 점의 개수의 합으로 결정한다.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (i-m)^2 f_i \quad (4)$$

n 은 입 영역의 길이, i 는 각 가로선의 인덱스, f_i 는 i 번째 가로선이 엣지들과 만나는 점들의 개수, m 은 평균값으로 식 (5)와 같다.

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n i f_i \quad (5)$$

산포도의 변화율은 식 (6)을 통해 얻어지며, T 값을 기준으로 화자 인식 대상에 포함 여부를 판단한다.

$$\sum_{i=0}^n (\sigma_{i+1}^2 - \sigma_i^2) > T \quad (6)$$

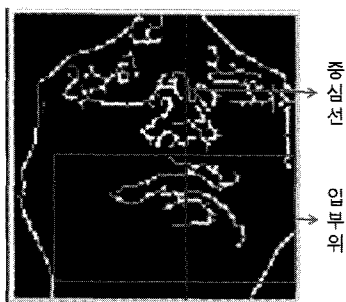


그림 6. 화자 인식을 위한 입 부위 영역 선택

Fig. 6. selection of mouse region for speaker recognition

화자가 인식되면 영상에서 화자를 정 중앙에 위치시키기 위해 웹캠의 팬/틸트/줌 모듈을 사용하여 위치를 조정한다.

4. 실험 및 결과 분석

시스템을 구현하기 최대 960x720 해상도와 팬/틸트/줌이 가능한 로지텍 QuickCam Sphere MP 3대와 USB 마이크 3개를 사용하였으며, 윈도우 환경에서 MFC 라이브러리와 OpenCV 라이브러리를 사용하여 구현하였다.

얼굴 인식을 위한 기본 정보로 15명의 얼굴 정보를 사전에 입력하였으며, 인원수에 따른 성능 평가를 위해 얼굴 인식 대상 데이터의 수에 변화를 주어 실험하였다. 실험상의 회의에는 5명이 참가하여 원탁 테이블 상에서 일반적인 형광등 조명하에 수행되었다. 회의는 선택된 캠의 영상을 MFC 라이브러리를 이용하여 녹화했으며, 본 시스템이 가지는 얼굴 인식과 화자 인식 과정을 확인하기 위해 각 과정에 대한 결과 분석을 수행하였다.

4.1 얼굴 인식 결과

얼굴 인식은 100x100 픽셀로 정규화 된 얼굴 객체 이미지를 대상으로 수행되었으며, 기본 데이터로 상하 20도, 40도, 좌우 25도 50도의 기울기를 가진 영상에서 얻어진 평균 특징 값을 사용하여 회의 시 얼굴의 상하좌우 회전에 인식 과정이 얼마나 강인한지 확인 하였다. 또한 기본 데이터에 따라 인식률을 확인해보기 위해 기본데이터의 수에 변화를 주었다.

실험 결과, 표 1과 같은 인식률이 도출되었으며, 얼굴 인식에 사용된 특징 값은 좌우 회전 보다 상하 회전에 더욱 강인한 것으로 나타났다. 얼굴의 좌우 회전에 따른 인식률 저하는 그림 7과 같이 회전 보정에 의한 오차 때문인 것으로 판단되며, 회전 각도가 증가할수록 인식률이 떨어지는 것으로 확인되었다.

표 1. 얼굴 인식률
Table 1. Face recognition rate

회전 방향 데이터 수	정면	상하 회전		좌우 회전	
		20도	40도	25도	50도
5명	98%	96%	95%	95%	92%
10명	94%	92%	91%	90%	85%
15명	92%	91%	91%	89%	84%

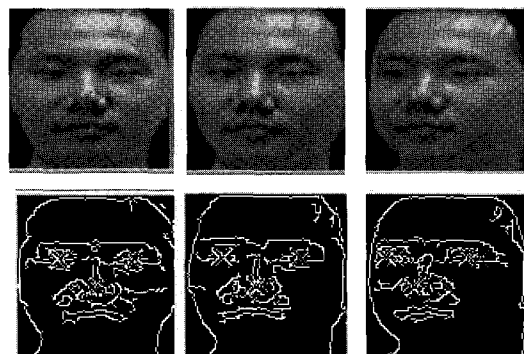


그림 7. 좌우회전에 따른 특징 값의 변화

Fig. 7. changed feature value by left-right rotation

인식을 위한 대상 얼굴 객체 정보의 증가에 따라 인식률이 저하되는 것으로 나타났으며, 10명에서 15명으로 증가했을 때의 저하도가 낮은 것은 추가된 대상 데이터가 기존의 데이터와 차이가 크기 때문으로 확인되었다. 실험 후 전체 인식률을 종합해본 결과 소규모 회의에 참가하는 인원수의 범위에서는 충분한 인식률을 보인다고 판단된다.

4.2 화자 인식 결과

얼굴 인식과 동일한 정규화된 얼굴 객체 이미지를 입력으로 하였으며, 연속된 프레임 상에서 발생하는 입 영역의 움직임을 확인하기 위해 일정 시간동안의 프레임을 얻어서 실험을 진행하였다. 실험 결과 표 2와 같은 인식결과가 나타났다. 객체가 말을 하고 있지 않은 상태인 비화자 상태와 말을 하고 있는 화자 상태가 확연히 구분이 되었으며, 기준 값을 각 상태의 사이 값으로 정할 경우 높은 인식률을 보였다.

표 2. 상태별 인식률
Table 2. Recognition rate for each states

실제 상태 \ 인식 상태	비화자 상태	화자 상태
비화자 상태	83 %	17%
화자 상태	10 %	90%

화자 상태의 인식률에 비해 비화자 상태의 인식률은 비교적 낮게 측정되었는데, 실험 대상의 입이 무의식적으로 조금씩 움직이는 것에 산포도 측정이 영향 받은 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 논문에서는 얼굴 인식과 화자 인식 기법을 적용하여 일반적인 오프라인 회의 환경에서 사용 가능한 회의 기록 지원 시스템을 제안하였다. 사용된 얼굴 인식 기법은 얼굴의 특징 값을 이용하여 신원을 확인하는 방법으로 사용된 특징 값은 얼굴의 상하 좌우 회전을 고려하여 결정하였으며, 실험 결과 얼굴이 회전한 영상에서도 약 92% 정도의 인식률을 보였다. 화자 인식 기법은 얼굴 객체에서 입 영역의 변화도를 기반으로 화자를 추출하는 방식이며 87%의 정확도를 보였다.

이러한 얼굴과 화자의 인식 정보를 토대로 회의 기록 지원 시스템에서 영상을 사용자가 보다 사용하고 집중하기 수월한 형태로 기록이 가능함을 보였다.

향후 과제로는 보다 정확하고 빠른 얼굴 인식방법에 대한 연구와 함께 화자의 입 움직임에 대한 세분화를 통해 말을 하는 행동과 순간적인 입 움직임을 구별하여 보다 정교한 화자 인식에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] D. Chai and K.N. Ngan, "Face segmentation using skin-color map in videophone applications," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on*, Vol. 9, No. 4, pp. 551-564,

1999.
 [2] Y. Wang, and B. Yuan, "A novel approach for human face detection from color images under complex background," *Pattern Recognition*, Vol. 34, No. 10, pp. 1983-1992, 2001.
 [3] I.S. Hsieh,, K.C. Fan, and C. Lin, "A statistic approach to the detection of human faces in color nature scene," *Pattern Recognition*, Vol. 35, No. 7, pp. 1583-1596, 2002.
 [4] 이재원, 박선영, 강병두, 김종호, 권오화, 성치영, 김상근, "복잡한 영상에서의 영역 분할을 이용한 얼굴 검출," *멀티미디어학회논문지*, Vol. 9, No. 2, pp. 160-171, 2006.
 [5] Y. Deng, and B.S. Manjunath, "Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, No. 8, pp. 800-810, 2001.
 [6] Y. Deng, , C. Kenney, M.S. Moore, B. S. Manjunath, "Peer group filtering and perceptual color image quantization," *Circuits and Systems*, 1999. *ISCAS'99. Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on*, Vol. 4, No. pp. 21-24, 1999.
 [7] E. Hjelmas, and B.K. Low, "Face detection: A survey," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 83, No. 3, pp. 236-274, 2001.
 [8] R. Lienhart, and J. Maydt, "An extended set of Haar-like features for rapid object detection," *Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on*, Vol. 1, No. pp. 900-903, 2002.
 [9] P. Viola, and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *Proc. CVPR*, Vol. 1, No. pp. 511-518, 2001.
 [10] H. Schneiderman, and T. Kanade, "Object Detection Using the Statistics of Parts," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 56, No. 3, pp. 151-177, 2004.
 [11] 이병선, 고성원, 권혁봉, "영상회의를 위한 화자 검출 시스템," *조명·전기설비학회논문지*, Vol. 17, No. 5, pp. 68-79, 2003.
 [12] P. Delmas, P.Y. Coulon, and V. Fristot, "Automatic snakes for robust lip boundaries extraction," *Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1999. *ICASSP'99. Proceedings., 1999 IEEE International Conference on*, Vol. 6, No. pp. 3069-3072, 1999.
 [13] J. Canny, "A computational approach to edge detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, No. 6, pp. 679-698, 1986.

저 자 소 개



손윤식(Yun-Sik Son)
 2004년 동국대학교 컴퓨터공학과 공학사.
 2006년 동국대학교 컴퓨터공학과 공학석사.
 2006년~현재 동국대학교 컴퓨터공학과 박사과정.

관심분야 : 프로그래밍 언어, 컴파일러, 모바일/임베디드 컴퓨팅
 Phone : +82-2-2260-3342
 Fax : +82-2-2265-8742
 E-mail : sonbug@dongguk.edu



정진우(Jin-Woo Jung)
 제 15권, 제 7호 참조.
 2006년~현재 동국대학교 컴퓨터공학과 조교수.

Phone : +82-2-2260-3812
 E-mail : jwjung@dgu.edu



박한무(Han-Mu Park)
 2007년 동국대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2007년~현재 동 대학원 컴퓨터공학과 석사과정.

관심분야 : 영상처리, 패턴인식
 Phone : +82-2-2260-8742
 E-mail : lilee00@dongguk.edu



계 승 칠 (Seung-Chul Kye)
 1999년 서경대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2002년 동국대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.
 2007년 동 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료.

관심분야 : 웹 서비스, 모바일 컴퓨팅
 Phone : +82-2-2260-3343
 E-mail : ksch75@dgu.edu



윤종혁(Jong-Hyuk Yoon)
 2006년 동국대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2007년~현재 동 대학원 컴퓨터공학과 석사과정.

관심분야 : 네트워크 시뮬레이션, 무선 통신, 센서 네트워크, 임베디드 시스템
 Phone : +82-2-2285-1060
 E-mail : ronaldo@dgu.edu



정낙천(Nak-Chun Jung)
 2006년 동국대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2007년~현재 동 대학원 컴퓨터공학과 석사과정.

관심분야 : 네트워크 시뮬레이션, 무선 통신, 센서 네트워크, 임베디드 시스템
 Phone : +82-2-2285-1060
 E-mail : opl000@dgu.edu



오세만(Se-Man Oh)
 1977년 서울대 수학교육학과 졸업.
 1979년 한국과학기술원 전산학과 석사 졸업.
 1985년 한국과학기술원 전산학과 박사 졸업.
 1985년~현재 동국대학교 컴퓨터공학과 교수.

1993년 3월~1999년 2월 동국대학교 컴퓨터공학과 대학원 학과장.
 2001년 11월~2003년 11월 한국정보과학회 프로그래밍언어 연구회 위원장.
 2004년 6월~2005년 11월 한국정보처리학회 게임연구회 위원장.

관심분야 : 프로그래밍 언어, 컴파일러, 모바일 컴퓨팅
 Phone : +82-2-2260-3342
 E-mail : smoh@dgu.edu