가상대학을 위한 얼굴인식에 기반한 수강자 인증시스템의 설계 및 구현

이종구[0] 양명섭 임규만
전북대학교 컴퓨터과학과, 초당대학교 컴퓨터과학과
jg0509@orgio.net, {msyang, gmim}@chodang.ac.kr

Design and Implementation of Student Verification System based on Face Recognition for Cyber University

Jong-Gu Lee[0] Myung-Sub Yang Kyu-Mann Im
Dept. of Computer Science, Chonbuk National University
Dept. of Computer Science, Chodang University

요 약

최근 네트워크의 발전과 인터넷을 통한 가상대학의 급속한 활성화는 상대방을 확인 및 검증할 수 있는 다양한 인식기술을 요구하고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 얼굴인식 기술에 기반한 가상대학 수강자 인식시스템을 설계 및 구현한다. 구현된 시스템에서는 얼굴영역 검출을 위하여 얼굴 구성의 사전지식을 이용한 평균 얼굴컬러 분포도 구성에 의한 검출방법과 고유특징을 추출하기 위하여 얼굴 구성요소의 평균 히스토그램 분포도 구성에 의한 추출 방법을 제시한다. 그리고 실험에 의하여 제안된 시스템이 실시간 계산을 요구하는 시스템에 적절하며 가상대학 적용에 효율적임을 보인다.

1. 서 론

최근 통신과 인터넷의 발전으로 원격교육이나 가상대학 시스템 등이 급속히 증가하고 있으며 가상공간에서 이루어지는 모든 원격 시스템들은 참가자의 확인 및 검증을 위한 다양한 생체 인식기술을 요구하고 있다. 이러한 요구는 본질적으로 영상에 존재하는 물체를 인식하는 기술로 구현하기 어려운 문제이며 중요한 연구과제이다.

현재의 연구동향을 보면 세계적으로 사용자를 확인할 수 있는 생체 인식기술에 대한 다양한 방법이 연구되고 있다. 특히 지문인식 및 홍채인식 기술은 벤처기업을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있는 실정이다. 또한 얼굴인식 분야는 매우 어려운 문제로 여러 모델들을 제시하고 있지만 완전한 시스템을 개발하는 것은 아직까지는 불가능하다. 이러한 모델들은 기본적으로 얼굴을 표현하는 있는 정보, 즉 얼굴 영역의 검출과 물체(object)의 추출, 그리고 특징의 추출이 필수적으로 요구된다[5]. 본 논문에서는 이러한 배경과 필요성에 부합되는 카메라 영상에서 얼굴영역의 실시간 탐지에 의한 주성분 특징 분석 방법을 개발한다. 그리고 가상대학 시스템에 적용할 수 있는 수강자 인증 시스템의 개발을 목표로 한다. 이를 위해서는 본 논문에서는 정형화된 얼굴 영상으로부터 개개인의 의미정보 추출을 위한 방안으로 얼굴의 모양과 구성의 사전지식(prior knowledge)을 이용한 얼굴성분의 주성분 특징추출(feature extraction) 방법을 고려한다. 또한 인터넷상에서 사용자의 보안문제를 확인하기 위하여 사람의 얼굴 속성을 어떻게 추출하여 데이터베이스화 것인가와 사용자 정보의 속성을 어떻게 추출하여 인증할 것인가를 주요 연구내용으로 다룬다. 본 연구는 현재 국내외적으로 준비중인 가상 대학 구축이나 인터넷 보안 서비스에 기여할 것이다.

2. 관련 연구

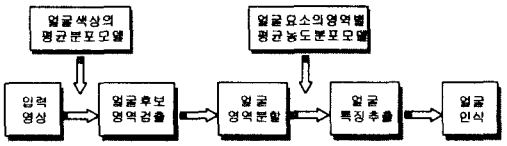
자연영상에서 사람의 얼굴을 검출하는 방법은 얼굴확인의 분야에서 중요한 연구과제이며 상당히 어려운 연구과제이다. 지금까지 영상에서 얼굴을 검출하는 수법이 몇 가지가 제안되었다. 대표적인 방법으로 다중영상에 대한 패턴조합에 기초한 방법은, 얼굴의 개인차와 자세의 차이에 의해 생기는 영상에서의 얼굴이 보여지는 변화를 흡수하기 때문에 얼굴모델을 평균화하거나 또는 해상도를 떨어뜨리도록 처리하므로 배경이 복잡한 경우, 얼굴이 바르게 검출될 수 없거나 배경이 얼굴로 검출되는 경우가 많았다. 또한 얼굴윤곽모델과 윤곽주변의 밝기의 변화규칙에 기초한 방법은, 탐색을 시작할 때에, 얼굴초기위치와 크기 및 방향을 설정할 필요가 있으므로, 얼굴의 대강의 위치와 크기를 이미 알고 있는 경우 그 정확한 위치나 크기 등의 정보를 얻도록 하나 얼굴을 자동적으로 검출하는 처리는 하지 않는다. 그 외에 에지(edge) 검출 등의 수법으로 눈과 입 같은 얼굴기관을 추출하는 얼굴검출법도 제안되었지만, 영상중의 얼굴크기가 작은 경우나 화상이 선명하지 못한 경우, 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴기관을 추출하는 것은 곤란하다. 또한 색정보를 이용하여, 피부색 부분을 얼굴영역으로 추출하는 방법도 제안되었으나, 영역분해에 기초한 얼굴색상 부분의 추출은 수치 등의 매개변수에 대해서는 상당히 민감하므로 안정적으로 추출할 수 없는 경우가 많다. 대부분 얼굴 인식에 관한 기존 연구는 명암 영상에 기반한 명암정보에 치우쳐 있다[1]. 명암 얼굴 영상에서 얼굴 영역 및 특징 추출을 위하여 사용되는 특징들은 에지, 템플리트, 윤곽선, 광도 등을 기반으로 얼굴 형태의 기하학적인 정보와 형태학적인 정보가 주를 이룬다. 위의 연구들은 에지 기반으로 템플리트, 윤곽선, 에지간의 위치 거리등을 가지고 단순한 배경을 갖는 명암 영상에서 대부분 수

행되었으며 정확한 얼굴 영역 및 특징들의 위치를 찾는데 집중되었다. 이런한 명암 영상에 기반한 얼굴 영역 및 특징 추출 알고리즘의 단점은 에지 추출시 잡음에 민감하므로 복잡한 배경으로부터 특징 추출이 어렵다는데 있다. 반면 컬러 영상은 보다 많은 정보를 지니고 있으므로 명암 영상에 비해 유리한 점이 많다[2,3].

3. 가상대학을 위한 사용자 얼굴 인증 시스템의 설계

3.1 평균 얼굴 컬러분포와 얼굴 구성요소 분포도에 의한 특징추출

제안된 방법의 특징추출 과정은 [그림 3-1]과 같다.



[그림 3-1] 고유특징 추출과정

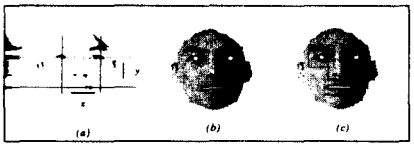
1) 얼굴 영역 검출

얼굴 영역을 검출하기 위해서는 먼저 카메라의 동영상에서 얼굴영상 가능성 후보의 감지가 이루어져야 한다. 본 논문에서는 피부색 정보를 이용하여 색채 화상에서 얼굴 영상을 자동 검출하는 방법 즉, 여러 영상에서 모든 피부색의 분포를 조사하여 평균 피부색 모델을 구축하여 피부색을 분류하는 방법을 사용한다. 우선 얼굴영상에서 얼굴부분의 영역을 오려낸다. 다음으로 *RGB* 컬러모델로 표현된 얼굴영역을 *HSI* 컬러모델로 변환한다[4]. *HSI* 컬러모델은 색채 요소(*H, S*)와 명암 요소(*I*)를 분리하여 명암 요소를 제거함으로써 조명변화의 영향을 줄일 수 있는 장점을 갖는다. 평균 피부색 모델을 구성하기 위해서는 *HSI* 요소 중 색상 요소(*H*)와 채도 요소(*S*)만을 사용한다. 얼굴 영역을 판단은 구성된 색상 분포 모델은 이용하여 입력영상을 사람의 얼굴에 해당하는 값으로 변환하는 단계를 수행한다. 두 번째 단계에서는 첫 번째 단계에서 변환된 영상을 획득한 후 연결 요소를 추출한다. 그리고 얻어진 연결요소 영상 외곽점들을 선으로 연결하여 내부의 영역을 일정한 색으로 채운다. 이 영역을 제외한 영역을 원 영상에서 제거함으로써 얼굴 영역만을 추출한다[5].

2) 얼굴 특징 추출

얼굴영상에서 개인의 고유특징을 추출하기 위해서 본 논문에서는 먼저 얼굴의 기본 특징인 눈을 추출하고 다음으로 입과 코를 추출한다. 전처리과정으로 얼굴 영상에 대해서 히스토그램 균일화을 수행한 후 구역 이진화를 수행한다. 눈을 추출하기 위해서는 명암 영상에서 계곡을 구하기 위해서 *x*축으로 투영(projection)한다.

투영된 영상에서 두 봉우리(눈, 입)를 위치를 판단한다. 다음으로 눈의 위치를 판단하기 위하여 눈의 수평축을 기준으로 일정크기의 매스크를 적용하여 수직 중심축을 기준으로 이동하면서 최대의 검은 화소의 영역을 좌우측 눈의 위치로 결정한다. 그리고 입의 가로 크기는 봉우리의 높이로 정한다. [그림 3-2]에서 (*b*)는 눈과 입의 위치를 찾은 결과를 나타낸다. (*a*)에서 변위 x 와 변위 y는 개개인의 특징 중 가장 기본이 되는 특징 값이다. 또한 이 값들은 비교되는 영상의 정규화 값으로 사용한다.



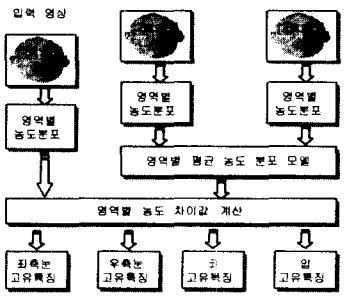
[그림 3-2] 눈, 입 위치 및 영역 검출

얼굴의 크기를 조정하기 위한 방법은 즉, 좌, 우눈 사이의 거리(x)와 눈과 입사이의 거리(y) 이용하여 얼굴의 면적이 일정하게 얼굴의 영상을 확대 축소한다.

다음 본 논문에서는 개개인의 특징값을 추출하기 위해서 농도를 기반으로 하는 표준이 되는 평균 기저 농도 히스토그램 생성하여 이를 기반으로 기저 영상 히스토그램과의 차이값을 고유 특징값으로 설정하는 방법을 이용한다. 따라서 위에서 추출된 눈과 입의 위치 그리고 중심선을 기반으로 좌우 눈의 영역과 코의 영역 그리고 입의 영역을 분리하여 특징을 추출하는 방법을 제안한다. [그림3-3]과 같이 먼저 각 영역에 대한 평균 농도 분포도를 생성한다. 생성과정은 다음과 같이 먼저 좌측눈의 평균 농도분포 $(AH)_{l\ eye}$, 우측눈의 평균 농도분포 $(AH)_{r\ eye}$, 입의 평균 농도분포 $(AH)_{mouth}$, 코의 평균 농도분포 $(AH)_{nose}$를 구한다.

① 정규화된 영상에서 영역별로 농도의 히스토그램을 구한다.
② 영역별로 농도의 히스토그램을 누적한 후 다시 ①의 과정을 준비된 영상에 대하여 반복한다.
③ 영역별로 누적된 농도 히스토그램을 준비된 영상수로 나누어 농도의 평균 분포도를 구한다.

구해진 평균 농도 분포를 이용하여 입력된 얼굴 영상의 고유 특징을 구한다. 그 과정은 입력 얼굴영상의 4개의 영역별 히스토그램을 구한 후 히스토그램 각 빈(bin)의 농도 차이값을 계산하여 고유특징을 구한다.



[그림 3-3] 특징추출

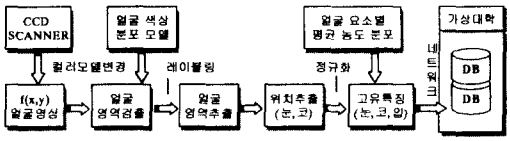
본 논문에서는 등록된 비교 영상과 입력된 질의 영상의 유사성을 판단하기 위해서 히스토그램 교차법에 의한 얼굴 인식을 수행한다.

3.2 사용자 얼굴 인증 시스템의 설계

1) 얼굴영상 등록 모듈

가상대학 등록자를 위하여 수강자의 신상과 얼굴 영상을 데이터베이스 구축하는 모듈의 전체적인 과정은 [그림3-4]과 같다. 수강자의 얼굴영상의 특징등록은 앞 절에서 설명된 특징 추출방법을 사용하여 CCD 카메라에서

얼굴 영상 데이터를 입력받아 추출된 특징을 가상대학 서버에 개인별 얼굴 데이터베이스를 구축한다. 저장구조는 사용자ID 별로 눈의 좌우 눈과 코, 입의 고유 특징값을 계산하여 [그림3-5]과 같은 구조로 저장한다.



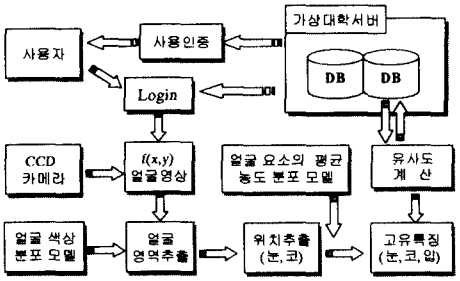
[그림 3-4] 얼굴 특징의 등록과정

수강자 ID	좌측눈 특징값	우측눈 특징값	코 특징값	입 특징값

[그림 3-5] 특징 저장 구조

2) 수강자 얼굴 인증 모듈

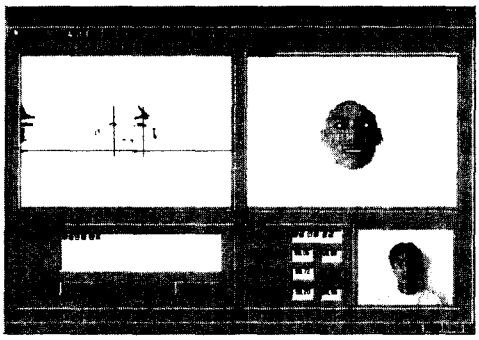
설계된 모듈은 기존의 키워드 암호 인증 방법과 제안된 얼굴인증 방법을 통합함으로써 인증시 얼굴비교 횟수를 줄이고 또한 인증의 실패 가능성을 최대로 줄이도록 설계하였다. [그림3-6]는 설계된 본 모듈의 가상대학을 위한 사용자 얼굴 인증 과정의 단계를 보여주고 있다. 사용자는 가상대학에 접속하기 위해서 먼저 기존의 키워드 암호를 이용하여 로그인한 후 앞 절에서 설명한 바와 같이 먼저 사용자의 얼굴의 특징을 추출에 의하여 추출된 특징값 즉, 눈과 입의 위치값을 기반으로 눈과 입, 코의 명암 텍스쳐 분포도를 계산하여 DB 화된 자신의 특징값과 매핑을 통하여 인증을 수행한다. 특징값의 유사도 S(similarity)는 $S_{l\ eye}$, $S_{r\ eye}$, S_{mouth}, S_{nose} 각각의 값에 대한 표준 편차가 적고 그 유사도 평균(S_{ave}) 값이 임계값 이상인 경우에 얼굴이 인증된 것으로 판단한다.



[그림 3-6] 특징 추출후 인증과정

4. 구현 및 결과

시스템의 구현은 Windows-NT/Unix 환경에서 Visual C++ 언어를 이용하여 구현하였다. 그리고 실험에 사용한 얼굴 영상 데이터베이스 구축 데이터들은 CCD 카메라 및 스캐너를 사용하여 제안된 방법을 이용하여 얼굴영상의 평균 색상분포를 구하고 특징을 추출하여 얼굴 영상 데이터베이스를 구축하였다. 구현된 시스템에서 [그림 4-1]은 추출된 얼굴 부위의 눈, 코, 입의 영역을 사용자의 등록된 영상과 매핑을 통하여 인증하는 과정을 보인다.



[그림 4-1] 유사도 계산 후 인증된 화면

시스템의 오류 유형은 얼굴영상의 판단보다는 얼굴 요소의 위치추적에서 주로 발생 발생되었다. 입력영상에서 얼굴요소를 가리는 경우와 색상 성분이 불안정하여 얼굴 영역을 정확히 추출할 수 없는 경우에 주로 발생하였다. 오류의 결과를 살펴보면 주로 눈, 코, 입이 아닌 영역을 특징으로 검출했을 때와 눈, 코, 입의 특징 나타나지 않는 경우 발생된다.

5. 결론

본 논문은 가상대학의 사용자 확인을 위한 보안으로 사용자의 얼굴 인식에 의한 인증의 편리성을 제공과 기존의 키워드 암호 입력방식의 문제점을 해결할 수 있는 통합 방법을 제공하는 얼굴 인증 시스템을 제시하였다.

제안된 방법의 주요 내용은 기본적으로 평균얼굴 색상의 색체 히스토그램 구축과 눈, 코, 입의 영역별 얼굴요소의 평균 히스토그램 분포도 구축에 의한 개개인의 고유특징을 추출하는 방법과 인증 방법을 제시하였다. 또한 제안된 방법에 의한 가상대학 수강자 얼굴인증 방법을 설계 및 구현하였다. 실험결과 제안된 방법이 실시간 계산을 요구하는 시스템에 적절하며 가상대학 적용에 효율적임을 입증하고 있다.

참고문헌

[1] G. Yang and T. S. Huang, "Human face Detection in a complex background," Pattern Recognition, Vol. 27, No. 1, pp. 53-63, 1994.

[2] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing," Internal Journal of Computer Vision, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.

[3] T. C. Chang, T. S. Huang and C. Novak, "Facial feature extraction from Color Image," Processing of 12th International Conference on pattern Recognition, Vol. 2, pp. 39-43, 1994.

[4] Baback Moghaddam and Alex Pentland, Handbook of Image and Video Processing, Academic Press, pp. 837-851, 2000.

[5] 유태웅, "색채 히스토그램에 기반한 컬러 동영상에서 물체탐지와 추적", 전북대학교, 박사학위논문, 1998.