홍채인식을 위한 자동 눈 영역 검출

허윤°, 성한호, 이일병*
°연세대학교 컴퓨터과학과
*연세대학교 컴퓨터정보과학부 생체인식연구센터(BERC)
{unimath°, hanho, yblee*}@csai.yonsei.ac.kr

Autometic Eye Image Detection for Iris Recognition

Yoon Hur°, Hanho Sung, Yillbyung Lee*
°Dept. of Computer Science,
*Division of Computer and Information Engineering
and of Biometrics Engineering Research Center, Yonsei University

요 약

현재 홍채 인식은 주로 수동형 영상 획득 시스템을 통한 홍채 획득이 주를 이루고 있다. 이는 장비가 고가인 점과 정확한 홍채 위치추적의 어려움 등의 문제로 인한 것이다. 본 연구에서는 24bit 칼라 영상에서 피부색 정보와 윤곽선 검출 정보를 이용한 실시간 자동 홍채 인식 시스템을 제안하였다. 제안한 방법에서는 HSI 칼라 좌표계상에서의 얼굴 피부색 인식 외에 조명으로 인한 잡음을 제거 하였고, 배경과 사용자의 보다 정확한 영역 분리를 위하여 영상을 이진화한 후 윤곽선 영역을 다시 한 번 제거 한 후 레이블링을 실행 하였다. 또한, 보다 정확한 눈 영역 추출을 위하여 일정 크기까지의 줌을 한 후 윤곽선 검출을 사용하였다. 이러한 방법들을 통하여, 주위 환경에 영향을 덜 받으면서 보다 정확한 눈 영역을 추출 할 수 있었다.

1. 서 론

생체인식이란 사람 개개인 마다 다르게 가진 생체정보(지문, 얼굴, 홍채, 각막, 손 모양, 손등 정맥, 음성 등)를 추출하여 개인을 판별 가능하도록 하는 기술로서 그중에서도 홍채인식은 사람의 눈에서 동공과 흰자위 사이에 존재하는 도우넛 모양의 홍채를 이용하여 동공 중심을 기준으로 가상의 원에 있는 정보를 이용 사용자를 인증하는 기술이다.[1] 홍채는 통상 생후 1~2년 내에 고유한 패턴이 형성된 후 평생 변하지 않는다는 특성과 모든 사람의 홍채 패턴이 동일하지 않는 특성을 가지고 있기 때문에 생체 인식 시스템 중 가장 높은 신뢰도를 가지고 있다고 인정받고 있다. 또한, 홍채 인식은 비접촉식 생체인식 방법으로 현재 사용되고 있는 생체인식기술은 높은 변별력과 비접촉식으로 인한 사용자 편리성을 가지고 있다.

홍채인식은 홍채 영상의 촬영과 촬영된 영상에서 홍채를 추출하는 전처리 단계와 추출된 홍채 영상의 특징을 분석해서 정보를 담고 있는 코드로 변환하는 과정의 특징추출단계, 그리고 홍채 코드의 비교 및 판단의 단계로 이루어진다.

그 중에서 홍채 영상의 촬영은 불필요한 잡영을 최소화하고 주변 환경의 조건을 시간과 관계없이 동일하게 유지 시키는 것이 중요하며, 특히 조명에 의한 반사광에 의한 홍채 영역의 간섭을 최소화 시키는 것이 중요하다.[2]

홍채인식기는 작동 방식에 따라 크게 수동식, 반자동식, 자동식으로 나누어진다. 수동식은 초점과 광축이 고정되어 있어 사람이 직접 홍채를 촬영하기 좋은 위치로 이동하는 방식이다. 반자동식은 사용자가 직접 눈의 존재와 초점을 판단하여 촬영하는 방식이다.

마지막으로 자동식은 사용자의 근접이나 판단이 없이 자동으로 홍채를 촬영하고 인식을 하는 방식이다. 자동식은 팬/틸트/줌 기능이 가능한 카메라와 적외선 조명으로 이루어진다.

자동식 홍채 인식은 사용자의 인증의도를 인지하고 사용자의 위치를 파악하여 광축을 눈에 맞춘 후 초점을 조절하여 홍채 영상을 촬영하게 된다. 이때, 추적을 하게 되는 얼굴 이미지는 주변의 환경이나 자세 변화 등에 민감한 영향을 받게 된다. 주변의 조명이나 카메라의 위치, 사람의 자세에 따라 가변적이기 때문에 다른 생체 인식 시스템보다 변화량이 많게 된다. 이러한 변화를 만드는 주된 요소들은 조명의 밝기, 조명의 방향, 얼굴의 3차원

"본 연구는 KOSEF 생체인식연구센터(BERC)로부터 부분적인 지원을 받아 수행되었습니다."

적 회전각도 등이다.

본 연구에서 제안하는 시스템은 인증 의도를 가진 사용자의 홍채를 일정한 거리로 떨어진 위치에서 시스템 스스로 사용자의 광축과 초점을 조절하는 시스템으로 눈 영역 인식에 가장 큰 문제인 조명에 대한 영향을 최소화 할 수 있다.

2. 얼굴 영역의 인식과 추적

홍채 영역의 획득을 위한 과정 중 첫 단계는 얼굴 영역의 인식이다. 일정한 거리에 들어선 사용자가 인증에 대한 의사를 표시하면 시스템이 사용자의 위치를 파악하여 얼굴영역 추적을 시작하게 된다. 얼굴 영역의 추적은 HSI 칼라 좌표계를 사용하여 얼굴의 피부색을 이용한 후보 영역을 검출한 후 얼굴 영역을 찾게 된다.[3] 칼라 영상을 사용한 이유는 명암영상보다 많은 정보를 가지고 있다는 점 때문이다. 현재 명암 영상 대신 칼라 영상을 이용한 연구가 활발하게 진행되고 있다.[4][5]

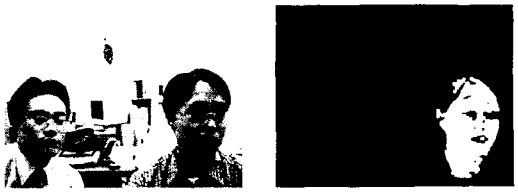
HSI 칼라 좌표계는 색상(H), 채도(S), 명도(I)로 구성되어져 있는 칼라 공간으로 조명으로 인해 영향을 받게 된다면, 영향을 받은 부분은 채도와 명도가 크게 증가하게 된다. 사람의 얼굴에서 조명에 의하지 않고 채도가 높은 부분은 거의 없으므로, 조명의 영향으로 훼손된 부분을 배제하기위해 채도와 명도가 각각 70%보다 큰 부분을 영역에서 배제 하였다. 색상의 경우 인종마다 다소 차이 나는 색상을 가지게 되지만, 대체로 아래의 표에서 보듯 20°~30°의 범위를 가지게 된다.

[표1] 인종별 얼굴피부색에 대한 HSI좌표계값 (8bit 영상)

칼라 / 인종별	색상 (Hue)	색농도(%) (Saturation)	명암도(%) (Intensity)
백인종 (Caucasian)	27	163(63.7)	210(82.0)
황인종 (Mongolian)	23	170(66.4)	179(70.0)
흑인종 (Negroid)	20	198(77.3)	106(41.4)

이를 이용하여, 채도와 명도가 높은 부분을 제외한 영상에서 색상 값을 이용 사람의 피부색과 유사한 색상을 가진 영상을 분리해 내었다. 다음으로 얼굴 영상이 배경과 겹치는 것을 방지하기위해 처음 입력 받은 영상에서 윤곽선을 검출하여 분리해낸 영상에서 제외 시켰다.

사용자가 인증을 받기 위해 카메라 앞쪽으로 다가오게 되면, 카메라 위치에서 볼 때 앞에 있는 물체는 더 넓은 영역으로 잡게 된다. 이렇게 앞에 있는 물체는 더 크게 보인다는 것을 가정하여 분리된 영상을 이진화한 후, 레이블링(Labeling)을 실시하였다.



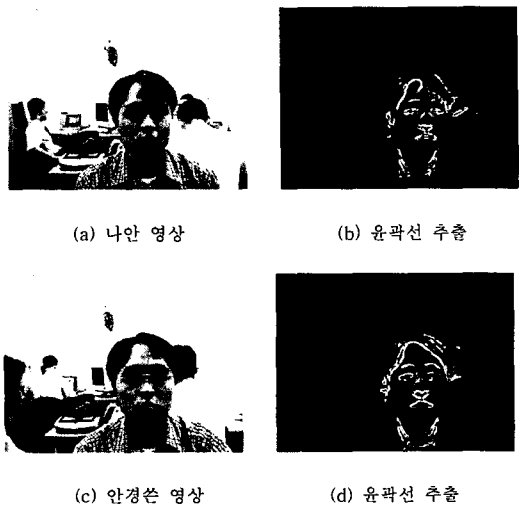
(a) 원영상 (b)레이블링 된 영상

[그림1] 레이블링을 하여 분리해낸 영상

영상을 분리해낸 뒤에는 영역 중심을 구하고 그 중심 영역으로 카메라의 중심을 이동시켰다. 중심을 이동한 후에 다시 중심을 찾아 중심 위치 변화가 적을 경우 줌을 실행 하였다. 이 과정에서 영상에서 바로 눈 영역을 찾아낼 수 있지만, 실시간 구현과 정확한 눈 영역 추출과 팬/틸트의 오차를 감안하여 일정 크기 이상으로 줌이 된 후에 눈 영역을 찾도록 하였다.

3. 눈 영역의 검출

얼굴 영역에서 윤곽선 검출을 실시하면 눈썹, 눈, 코, 입부분의 윤곽선이 가장 많이 검출 된다. 이러한 특성을 이용하여, 잡음에 강한 캐니(Canny) 윤곽선 검출 방법을 사용하여 윤곽선을 검출하였다.



(a) 나안 영상 (b) 윤곽선 추출

(c) 안경쓴 영상 (d) 윤곽선 추출

[그림2] 확대 전 윤곽선 검출 그림

검출된 윤곽선에 소벨(Sobel) 윤곽선을 다시 한 번 검출 하여 보다 정확하게 눈 영역을 찾을 수 있었다.

(a) 윤곽선 추출 (b) 소벨 적용후 윤곽선

[그림3] 소벨 적용 영상

위 그림은 영역을 추적하여 확대한 후의 영상으로 (a)에서는 불분명했던 윤곽선이 (b)처럼 소벨 적용 후 밝게 빛나는 것을 확인할 수 있다.

아래의 그림은 눈 영역 후보 중에서 하나를 찾아가 획득한 영상으로 카메라의 한계로 인하여 보다 정확한 영상을 획득하지 못하였지만, 앞으로 카메라의 성능이 향상된다면 현재 일반적으로 홍채인식에 사용되는 영상의 크기만큼 얻을 수 있을 것이다.

[그림4] 최종 획득된 영상

4. 시스템 구현 환경

본 연구는 CPU Pentium IV 1.5GHz, Memory 512MB, OS Windows 2003, Visual C++ 6.0 에서 수행되었으며, 입력 장치로 팬/틸트/줌이 가능한 Sony EV-D30 카메라 1대를 사용하였다.

5. 결론 및 연구계획

본 연구에서는 색상차를 이용한 영역 추출과 윤곽선 추출 방법을 이용하여 중심을 추적하는 알고리즘을 이용하였다. 중간 처리과정으로 이진화, 팽창, 레이블링 등의 전처리 알고리즘을 적용하여 조명과 같은 외부적 요소를 최대한 억제하는데 초점을 맞추었다.

연구를 진행하면서 일정하게 떨어진 거리에서 영역 추출과 눈 영역 후보지 예측 등은 가능하였으나, 사용자와 카메라 사이의 거리를 고정이 아닌 유동적으로 고려하였기 때문에, 팬/틸트를 이용한 중심점의 정확한 이동이 불가능 하였다. 때문에 본 연구에서는 시스템 스스로가 이동거리를 조정하여 영역의 중심에 근사한 위치로 이동을 한 후에 줌을 실시하도록 시스템을 구성하였다. 줌으로 확대한 영상이 어느 정도 크기가 되면, 캐니 윤곽선 추출 방법과 소벨 윤곽선 추출 방법을 순차적으로 사용하여 보다 정확한 눈 영역 후보를 찾은 후 최종적인 눈 영상을 획득하였다.

연구에서 사용한 카메라에는 적외선 조명이나 적외선 필터가 설치가 되어있지 않아 실제 홍채 부분의 촬영을 할 수 없었다는 것이 아쉬움으로 남는다. 실제 홍채 인식에 사용하기에는 획득된 영상의 크기가 작아서 사용할 수는 없지만, 카메라의 해상도를 더 높여 사용한다면 현재 홍채 인식에서 사용하는 해상도의 영상을 얻을 수 있을 것이라고 생각된다. 더불어서, 추적과 확대를 한 후 최종 눈 영상 획득 시에는 자동 렌즈 교환 장치(Converter Lens)를 사용하면 보다 좋은 성능을 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

5. 참고문헌

[1]John G. Daugman. "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", IEEE trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1148-1161, 1993

[2]R. P. Wildes, et al. "System for Automated Iris Recognition", Proceedings of the second IEEE Workshop of Computer Vision, 121-128, 1994

[3]김영일, 이웅주. "얼굴피부색, 얼굴특징벡터 및 안면각 정보를 이용한 실시간 자동얼굴검출 및 인식시스템", 한국정보처리학회논문지B, 제9-B권 제4호, 2002.

[4]김남호 외, "색상 움직임을 이용한 얼굴 특징점 자동 추출", 전자공학회논문지, 제35권, 제8호, 1077-1089, 1998.

[5]유호섭, 소정, 왕민, 민병우, "고립영역 분석에 의한 얼굴 요소 추출", 정보과학회논문지(B), 제23권, 제7호, 1996.