

홍채인식을 위한 효율적인 홍채영역추출 방법

임재경⁰ 기근도[†] 이관용* 이일병[†]
⁰ 연세대학교 컴퓨터과학·산업시스템공학과
*한국사이버대학교 컴퓨터정보통신학부
(ultracap⁰, kigd, kylee, yblee)@csai.yonsei.ac.kr

An Efficient Method of Extracting Iris Area for Iris Recognition System

Jaekyung Lim⁰ Gyundo Kee[†] Kwanyong Lee* Yillbyung Lee[†]

⁰ Dept. of Computer Science & Industrial Systems Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea

[†] Div. of Computer, Information and Communication, Korea Cyber University

요 약

기존의 홍채인식 시스템에서 사용된 홍채영역추출 방법의 경우 불필요한 정보를 포함하여 추출하기 때문에 효과적인 특징추출이 어렵게 된다. 본 논문에서는 홍채영역을 효율적으로 추출하기 위한 새로운 접근방법으로서, 통계 정보를 이용하여 홍채영역을 추출하는 방법을 제안한다. 획득된 그레이레벨의 눈 영상에서 홍채영역의 경우 다른 영역보다 픽셀들간의 값의 변화율이 크기 때문에 간단한 영상처리를 통해 홍채영역이라 판단되는 영역을 강조한 뒤 그 값들의 통계정보를 이용한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 실세계의 눈 영상을 이용한 실험을 통하여 그 성능을 검증하였다.

1. 서론

오늘날 우리는 급속도로 발전하는 정보사회에 살고 있으며, 이러한 정보사회는 물리적인 정보보다는 전자적으로 정보를 자유롭게 교환할 수 있는 환경을 제공해주고 있다. 그러나, 전자적인 자료 교환 및 거래가 발달할수록 개인에 대한 정확하고 신뢰성 있는 확인과 인증에 대한 필요성은 더욱 증가하게 된다. 지문, 얼굴, 망막 패턴 등을 이용하는 생체인식은 신뢰도와 정확성이 높은 개인인증 또는 신원확인을 제공하는 방법이다.[1] 생체인식은 개인의 신체적 또는 생물학적 특징을 기반으로 개인을 검증하거나 인식하기 위한 자동화된 방법이라 할 수 있다. 이와 같은 생체인식은 패스워드나 신분증과 같은 단순하고 전통적인 보안 방법의 단점인 분실, 절도, 누출을 극복할 수 있는 정보화 사회에 부응하는 신뢰성 있는 새로운 형태의 신분검증 방법이라 할 수 있다.

이러한 개인의 식별을 위해 사용할 수 있는 개인의 생물학적 특징은 고유성을 지녀야 하며, 시간의 경과에 따른 특징변화가 거의 없어야 하는데 이러한 특성을 갖는 생물학적 특징으로는 오래 전부터 연구가 진행되어온 지문, 정맥, 홍채 등이 있다. 이러한 생체특징들 중에서 사람의 홍채무늬에 나타나는 특징은 정확도가 높으며 평생 동안 특징이 거의 변하지 않기 때문에 안정적이고 정확한 개인의 식별 및 인식을 위한 생체특징으로 알려져 있다.[1][2]

2. 제안하는 방법

기존에 사용된 홍채영역추출 방법은 동공과 홍채영역의 경계를 내부경계, 홍채영역과 공막의 경계를 외부경계로 결정하여 홍채영역을 추출하였다. 그러나 자율신경환(autonomic nerve wreath)과 공막 사이에는 실제 홍채주름이 나타나지 않기 때문에 홍채의 특징을 추출하는데 있어 불필요한 정보라 할 수 있고 연산시간이 많아지기 때문에 홍채주름만을 정확히 추출하는 방법이 필요하게 되었다.[2][3]

본 논문에서는 내부경계추출을 위해 기존에 제시되었던 Canny 경계 검출기와 Bisection법[4]을 사용하고 정확한 홍채영역을 추출하기 위하여 내부경계부터 홍채영역을 포함하는 탐색영역을 설정하고 탐색영역 내부에서 실제 홍채주름이 나타나는 홍채경계를 추출하는 방법을 제시한다.

2.1 내부경계추출

내부경계추출에는 세선화(모든 경계선의 두께를 1로 만드는 일)와 단선화(한 가지가 여러 가지로 분기되지 않게 하는 일)가 가능한 Canny 경계 검출기와 임의의 두 점 A, B를 이은 직선 AB의 이등분점을 C라고 하면, 점 C를 지나고 직선 AB에 수직인 직선은 항상 원의 중심(점 O)을 지나게 된다는 Bisection법(그림 1)을 이용한다.[4]

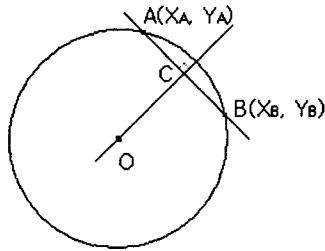


그림 1. Bisection방법

입력받은 눈 영상(그림 2)을 Canny 경계 검출기를 이용하여 경계정보를 획득(그림 3)한 후 연결된 경계들로서 그룹화 한다. 임의의 두 픽셀을 선택해서 직선 OC를 찾아낸 후 이 직선 OC 위에 존재하는 픽셀들의 계수를 구한다. 여기서 자격이 되는 픽셀들의 영역을 제한할 필요가 있는데 그 영역은 그룹을 포함하는 전체 사각영역 중에서 가로, 세로의 길이가 $\frac{1}{2}$ 이 되는 중앙의 사각영역을 그 계수 영역으로 사용한다. 하지만 그룹의 크기에 따라서 그 그룹에 잡영이 있는 정도에 따라서 적절한 윈도우 크기가 다르다. 이런 이유로 다양한 윈도우 크기에 대한 최대 계수를 각각 고려해보아야 하며, 본 연구에서는 가능한 범위의 윈도우 크기를 모두 적용해서 가장 큰 계수 값을 얻은 윈도우, 즉 적중률이 가장 큰 윈도우(그림 4)에서의 중심을 해당 그룹의 중심으로 채택한다(그림 5).

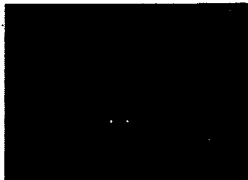


그림 2. 눈 영상



그림 3. 경계추출



그림 4. 내부경계추출

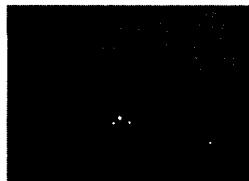


그림 5. 중심설정

2.2 탐색영역설정

홍채경계를 눈 영상 전체에서 찾아내는 방법은 처리해야 할 데이터가 많아지기 때문에 홍채주름을 포함하는

영역을 예측하여 처리할 데이터의 양을 줄일 필요가 있으므로 내부경계를 추출할 때 사용한 내부경계의 중심과 경계정보를 이용하여 탐색영역을 설정한다.

내부경계의 중심에서부터 $225^\circ \sim 315^\circ$ 사이(그림 6)에서 나타나는 경계들 중 내부경계를 제외한 픽셀들과의 거리를 구한 뒤 가장 짧은 길이를 탐색영역의 범위로 설정한다.(그림 7)

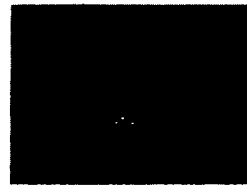


그림 6. 탐색범위설정

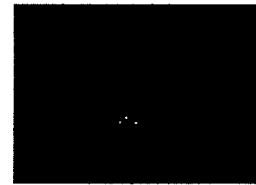


그림 7. 탐색영역설정

2.3 홍채영역경계추출

원형 모양으로 홍채주름의 위치를 판단하기에는 계산량이 많아지고 시간 복잡도가 증가한다. 보다 정확한 홍채경계추출을 위해 원형의 홍채영역을 직사각형모양으로 변형하였다.



그림 8. 직사각형모양으로의 변환

홍채탐색영역을 시계방향으로 변환하였기 때문에 잘라낸 직사각형영역의 동공부분은 아래쪽, 공막부분은 위쪽으로 변환되었다. 여기서 필요로 하는 정보는 직사각형모양으로 변환된 홍채영역에서의 홍채주름 높이이므로 가로성분에 대한 분석은 불필요하다. 홍채주름이 있는 영역이 그렇지 않은 영역보다 픽셀값의 변화가 심하기 때문에 변화가 심한 영역만을 추출한다.

다음과 같은 다섯 단계를 통하여 최종적으로 홍채영역을 결정하게 된다. 먼저 추출된 직사각형영역에 히스토그램 평활화를 수행한다. 두 번째, Sobel 경계 검출기를 이용하여 영상의 경계를 추출한다. 세 번째로, 추출한 경계영상을 1차원 이산 푸리에 변환을 하여 주파수영역으로 변환하고, 네 번째 단계에서는 고주파 필터를 사용하여 저주파성분을 제거한 뒤 마지막으로 원 영상으로 역

변환을 한다.(그림 9)

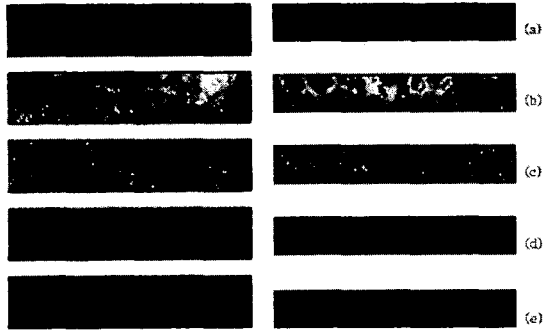


그림 9. 통계 정보추출을 위한 직사각형영역의 영상 처리과정((a) 변환된 직사각형영역 (b) 히스토그램 평활화 (c) Sobel 경계 검출기 (d) 1차원 이산 푸리에 변환된 주파수영역 (e) 고주파 필터를 적용한 영상)

통계정보를 계산하기 위해 역변환된 영상을 상하 인접한 픽셀끼리 영역을 만들고 잡영에 덜 민감하고 각각 영역의 변화량을 확인하기 위해 누적평균값을 구한다. 누적평균값을 이용하여 인접한 영역사이의 증가율을 구한 뒤 증가율의 표준편차가 변하지 않는 부분을 홍채영역 중 정보가 없는 부분으로 판단하여 0이 되는 위치를 찾는다. 표준편차가 더 이상 변하지 않고 0이 될 경우 0이 시작되는 위치가 자율신경환의 위치이다.(그림 10)

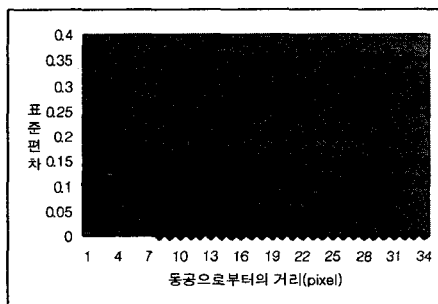


그림 10. 누적평균값 증가율의 표준편차

3. 실험환경 및 결과

본 논문에서는 남녀 105명으로부터 획득한 나안, 안경 및 렌즈 착용을 포함한 3157개 눈 영상에 대하여 제안한 방법을 적용하였다. 펜티엄 4, Window 2000에서 Visual C++로 실험하였으며 실험결과는 표 1과 같다.

표 1. 실험결과 (단위 : 개)

구분	전체	성공	실패	성공률(%)
나안	2198	2095	103	95.31
안경	830	765	65	92.17
콘택트렌즈	129	121	8	93.80
합계	3,157	2,981	176	94.43

조명으로 인해 영상획득과정에서 잡영이 생길 경우 일부 데이터에서 홍채영역을 잘못 찾은 결과가 나왔다. 이는 영상에서 픽셀값들을 정보로 이용하기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 통계정보를 이용하여 홍채영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 기존 방법의 경우 계산량 및 시간 복잡도가 낮은 장점이 있지만, 동공과 공막사이의 영역을 모두 사용하여 실제 특징이 나타나지 않는 부분까지 사용함으로써 불필요한 정보까지 사용하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 이용할 경우 정확한 특징을 가지는 홍채영역을 추출할 수 있었으며 인식률도 향상되었다. 그러나 푸리에 변환을 이용하였기 때문에 시간 복잡도가 증가하는 단점이 있다.

향후 연구 계획으로는 푸리에 변환으로 인한 계산량과 시간 복잡도가 증가하는 문제의 해결 및 다양한 환경에서 획득된 대량의 눈 영상에 적용하여 보다 안정된 시스템을 구현할 예정이다.

참고문헌

- [1] Liu, S., Silverman, M., "A Practical Guide to Biometric Security Technology", *IT Professional*, Volume 3, pp27-32, 2001
- [2] Li Ma, Yunhong Wang, Tieniu Tan, "Iris Recognition Using Circular Symmetric Filters", *IEEE*, 2002
- [3] 윤훈주, 개인식별을 위한 홍채영역 추출연구, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학·산업시스템공학과 석사학위논문, 2001
- [4] 이동국, 개선된 홍채 영역 검출과 정규화에 관한 연구, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학·산업시스템공학과 석사학위논문, 2001
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2001