

휴대폰 환경에서의 홍채 인식을 위한 홍채 코드 추출에 관한 연구

정대식*, 박강령**

*상명대학교 일반대학원 컴퓨터학과

**상명대학교 미디어학부

*e-mail : jungsoft97@smu.ac.kr

A Study on Iriscode Extraction for Iris Recognition in Cellular Phone

Dae-Sik Jung*, Kang Ryoung Park**

*Dept. of Computer Science, Sangmyung University

**Division of Media Technology, Sangmyung University

요 약

최근 휴대폰의 활용 범위는 단순히 사용자간의 통신이라는 기본적인 목적을 넘어서 다양한 기능을 제공하고 있다. 그중 휴대폰에 카메라를 탑재하여 디지털 카메라의 기능을 혼합한 휴대폰은 최근 각광을 받고 있으며 휴대폰에 탑재된 카메라의 기능은 디지털 카메라의 메가 픽셀 급 화질을 제공하는 정도의 수준으로 발전하였으며 이미 그 수요는 대중화되어 가고 있다. 이런 카메라 폰을 응용한 연구 분야로 생체 인식 기술을 적용할 수 있으며, 본 논문에서는 휴대폰 환경에서의 홍채 인식을 위한 홍채 영역에서의 홍채 코드 추출에 관한 방법을 제안한다.

휴대폰에서의 홍채 인식에 사용되는 홍채 코드 추출 과정은 다음과 같다. 먼저 휴대폰 카메라를 통해 얻은 메가 픽셀 급 영상(2048x1536 pixel 8bit gray Image)에서 동공위치 추적 & 홍채 영역 추출 알고리즘[1]을 이용하여 눈 영상(640x480 pixel 8bit gray Image)을 추출한다. 이렇게 추출된 눈 영상 중에 홍채 코드 인식 에러율을 줄더 낮추기 위해 눈썹영역, 안경에 의해 반사되는 반사광(Specular Reflection), 눈꺼풀 영역을 눈 영역에서 제거 하는 과정을 거친다. 이 논문에서는 위와 같은 과정을 거쳐 얻어진 홍채 영상에 그대로 극좌표 가버 필터[2]를 씌워 홍채 코드를 추출해내기 때문에 기존 보간법을 이용한 스트레칭 된 홍채 영상에서의 홍채 코드 추출보다 잘못된 홍채 코드 정보를 줄일 수 있으며 휴대폰이라는 특수한 환경에서의 홍채 코드 추출이란 점을 고려하여 가버 필터를 고주파와 저주파로 나누어 미리 설계해두어 줄더 빠르고 정확한 홍채 코드를 추출해 내는 방법을 제안한다. 실험 결과, 기존 방식보다 극좌표 가버 필터를 사용한 홍채 코드 추출 실험에서 보다 높은 인식률을 보였다.

1. 서론

생체 인식(biometrics) 기술은 개인의 독특한 특징을 반영하는 신체 부위나 습관 등을 개인 식별을 위하여 이용하는 것으로, 홍채를 이용하는 방법을 비롯하여 지문, 얼굴, 정맥, 음성, DNA등을 이용하는 방법들이 있다. 생체 인식 기술은 현재까지 개인 식별이나 보안 수단으로 널리 사용되어 오고 있는 PIN(Personal Identification Number), 스마트카드, 열쇠 등을 대체할 차세대 개인 식별 및 보안을 위한 기술로 그 역할과 일상생활에 미치는 영향이 점차

증대되고 있다. 기존 개인 식별 수단들이 가지고 있는 단점은 열쇠와 같은 물리적 수단의 분실 시에 문제가 된다는 점과 도용 가능성의 문제점, 비밀번호와 같은 비 물리적 수단의 경우 암기의 필요성 등을 들 수 있다. 이에 반해 생체 인식 기술의 장점은 분실이나 도용의 가능성이 희박하고 기억의 필요성도 없다. 따라서 생체 인식 기술을 이용한 개인 식별은 방대한 정보를 획득하기 쉽고 모방 기술이 발전된 정보화 사회에서 개인의 재산과 정보 보호를 위하여 반드시 필요한 기술이다. 이런 사실은 최근 생체인

식 기술이 확대 되면서 입증되고 있다[3]. 이중 홍채는 생체 인식 기술 중 가장 정확성과 분별력이 높은 생체 정보로써 다른 생체 인식 기술보다 신뢰성 및 인식률이 높은 것으로 알려져 있다[4].

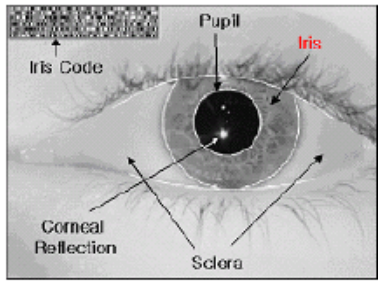


그림 1. 사람의 눈 구조

기존의 홍채 인식 기술은 대 용량 고 사양의 PC 환경에서 주로 이용되어 왔다. 하지만 최근 20년간 급격히 발전하고 있는 휴대폰 기술은 그 활용범위가 통신기능을 넘어서 디지털 카메라, 게임, 엔터테인먼트, 모바일 뱅킹 등등 그 기능이 통합화 되어 가고 있다[5]. 이런 추세에 부흥하여 지난 10월 500만 화소 급 카메라 폰이 개발되었고[6], 이러한 카메라 폰을 활용하는 연구 개발 중 홍채 인식에 필요한 홍채 코드 추출 연구에 적용하여 홍채 인식 기술을 휴대폰에 적용하고자 한다. 홍채 인식 기술은 크게 홍채영역 추출과 홍채 코드 추출로 나뉘는데 이 논문에서는 추출된 홍채 영역에서 홍채 코드를 추출하는 방법을 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 동공 및 홍채 추출 알고리즘

휴대폰 환경에서의 제한적인 CPU처리 속도를 감안하여 연산 량을 줄이면서 동공과 홍채의 영역을 찾기 위해서 동공과 공막, 눈 주변 피부의 그레이 값의 차이가 존재한다는 이론을 이용하여 영상의 밝기와 대비를 조절하여 정확한 경계 위치를 찾는다.

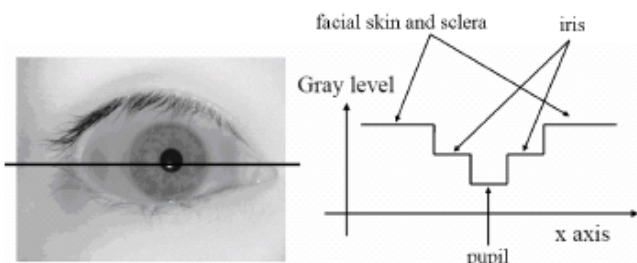


그림 2. 수평 그레이 값 프로파일 레벨[1]

이렇게 얻어진 영상의 정보에서 눈썹의 그레이 값은 동공의 그레이 값과 비슷하게 나타날 수 있기 때문에(그림 3) 동공에 반사되는 반사광을 이용하여 동

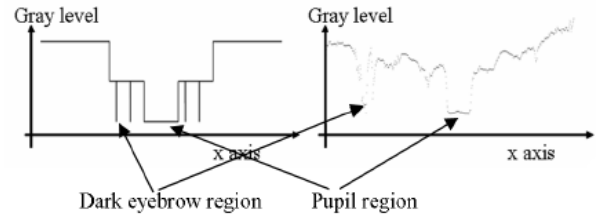


그림 3. 눈썹영역과 동공사이의 그레이 값 관계[1]

공의 위치를 찾고 이렇게 찾은 위치정보를 가지고 눈썹과 동공을 구분해 낸다.

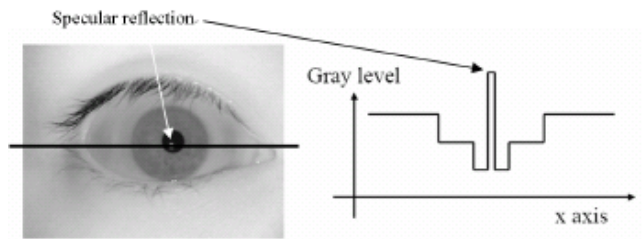


그림 4. 반사광의 수평축 그레이 값[1]

이후 동공과 홍채 영역의 경계를 찾기 위해 도그만 교수가 제안한 CED(Circular Edge Detection)방법을 이용하여[7] 홍채 영역을 추출해 낸다.

2.2 홍채 코드 추출

홍채 코드 추출 연구에서의 홍채 코드 추출이란 홍채가 가지고 있는 무늬 패턴의 특징을 추출하는 것이다. 기존연구에서는 선형 보간법(Interpolation)을 이용하여 스트레칭 된 홍채 영상에 J. Daugman이 제안한 이차원 가버 웨이블릿(식(1))을 투영하여 홍채 코드를 추출해내는 방법이 대표적이다[8].

$$h_{Re, Im} = \text{sgn}_{Re, Im} \int_{\rho} \int_{\theta} I(\rho, \phi) e^{-i w(\theta_0 - \phi)} e^{-(r_0 - \rho)^2 / a^2}$$

식(1) 가버 웨이블릿 필터 변환 공식

이런 방법은 빠른 처리 속도를 장점으로 하지만 보간법을 통해 스트레칭 된 영상은 원래 홍채 정보에 불필요한 정보가 가미된다는 단점을 가지고 있다.

이 논문에서는 기존의 스트레칭 방식과 비교해 홍채 코드를 추출하기 위하여 식(1)과 같은 직교 이차원 가버 웨이블릿을 스트레칭하지 않고 (그림 4)에서처럼 눈썹 영역과 안경의 반사광, 눈꺼풀 영역을 제외한 홍채영역에 그대로 가버 필터를 투영하는 방법을 제안하였다.

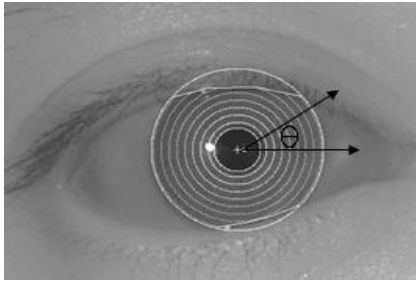


그림 5 홍채 영역에서의 코드 추출 방법

이런 극좌표 가버 필터 투영 방식은 스트레칭 방식보다 보다 정확한 홍채 코드 정보를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 상대적으로 스트레칭 방식에 비해 연산량이 많아진다는 단점 또한 가지고 있어 이를 보완하기 위해 이 논문의 연구에서는 필터의 변위를 고주파와 저주파로 미리 계산해두어 사용자 패턴에 따라 동적으로 변화시켜 계산 할 때보다 처리 속도를 빠르게 하였다.

일반적으로 가버 웨이블릿은 영상의 텍스처 정보를 추출하기 위하여 많이 이용되고 이 논문의 극좌표 가버 웨이블릿 필터는 일차원 필터방식을 사용했으며 실수부만을 취하였다. 또한 보다 정확한 홍채 코드 추출을 위해 가버 필터를 고주파와 저주파 필터로 두개 나누어 설계하여 홍채 코드를 추출하였다.

그림 4에서처럼 홍채 영역을 8트랙으로 나누고 동공 중심과 홍채 중심의 중간 좌표 값을 전체 중심으로 하여 1.4도씩 총 256섹터로 나누어 섹터 0에서 255까지 각각의 트랙에서 구한 평균 그레이 값을 고주파 가버 필터(SK_GF)와 저주파 가버 필터(LK_GF)에 각각 투영하여 계산된 결과 값을

$$\begin{cases} SK_GF(x) > 0 \rightarrow 1, & \{LK_GF(x) > 0 \rightarrow 1, \\ SK_GF(x) < 0 \rightarrow 0 & \{LK_GF(x) < 0 \rightarrow 0 \end{cases} \quad (2)$$

식(2)의 수식을 이용하여 값의 결과가 임계치 값 0 이상이면 1을 이하이면 0을 할당하면서 전체 홍채 코드를 생성하였다[2]. 또한 눈썹영역이나 눈꺼풀영역등과 같은 홍채 영역에 포함되지 않는 곳들은 Invalid한 영역으로 지정하여 가버 필터를 투영시킬 때 한 포인트라도 Invalid하면 계산식에서 제외시켜 보다 신뢰도 있는 홍채 코드 추출 하였다. 이와 같이 생성된 코드는 트랙당 256bit, 따라서 고주파/저주파 가버 필터가 각각 256*8bit 씩 추출되어 총 추출되어지는 홍채코드 비트는 4096bit이다.

2.3 홍채 인식

J. Daugman[7]은 홍채 특징의 유사도를 판단하기 위하여 식(2)와 같이 해밍거리(Hamming Distance)를 이용하였다.

$$HD = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} A_j \oplus B_j \quad (3)$$

여기서 N은 코드의 크기를 나타낸다. 비교되는 두 홍채 비트 간에 서로 다른 비트가 몇 개인지에 따라서 유사도가 결정된다. 극좌표 고주파 / 저주파 가버 필터를 투영하여 추출한 4096bit의 해밍거리(HD)를 표본 인원 10명에 대하여 구해 보았다.

동일 홍채 영상	해밍 거리(HD)
홍 채 영 상 1	0.157715
홍 채 영 상 2	0.063477
홍 채 영 상 3	0.067871
홍 채 영 상 4	0.128662
홍 채 영 상 5	0.075684
홍 채 영 상 6	0.035156
홍 채 영 상 7	0.066895
홍 채 영 상 8	0.037842
홍 채 영 상 9	0.094238
홍 채 영 상 10	0.030273

표 1. 동일 홍채 영상의 인식률 테스트

표 1.에서 보듯이 완전히 동일한 홍채 코드일 경우에 0이 나오고 반대의 경우는 1이 나온다. 성능 실험에서 거의 모든 홍채가 0에 가까운 값을 나타내는 것을 볼 수 있다. 동일 홍채 영상에 대한 해밍거리 평균값은 0.0757813이다.

3.4 실험 결과 및 분석

본 논문은 제한된 휴대폰 환경 하에서 홍채코드를 추출하기 위한 것을 목적으로 하기 때문에 영상은 삼성 s2300[6]모델의 메가 픽셀 급 카메라 폰으로 2048x1536 pixel 8bit Gray Image를 취득하여 실험에 사용하였다.

영상 취득 시 홍채 패턴을 효율적으로 얻고자 할로겐 조명에 적외선 투과 필터를 사용하여 영상을 취득하였으며 취득한 영상은 10명에 대해 각각 2장의 영상을 취득하였다.

동일인에 대한 홍채 인식 검사는 위의 표 1.을 보면 알 수 있다. 여기서 우리는 홍채 인식 시스템의 적절한 임계치 값을 추정해내기 위해 타인에 대한 홍채 인식 성능 검사를 거쳐 알맞은 임계치 값을 도출해내야 한다.

다음은 표본 홍채 10개에 대한 타인 검사를 표로 나타내어 보았다.

홍채 영상		해밍 거리	홍채 영상		해밍 거리
영상 1	영상2	0.286621	영상 2	영상1	0.149414
	영상3	0.295864		영상3	0.216309
	영상4	0.335982		영상4	0.324219
	영상5	0.216406		영상5	0.157227
	영상6	0.236816		영상6	0.131348
	영상7	0.263672		영상7	0.103027
	영상8	0.303711		영상8	0.133789
	영상9	0.297363		영상9	0.141113
	영상10	0.226250		영상10	0.342285
	영상 3	영상2		0.175781	영상 4
영상1		0.302246	영상3	0.270996	
영상4		0.341309	영상1	0.157227	
영상5		0.292383	영상5	0.363770	
영상6		0.201660	영상6	0.193848	
영상7		0.185547	영상7	0.175781	
영상8		0.220703	영상8	0.209961	
영상9		0.196289	영상9	0.170410	
영상10		0.370117	영상10	0.352539	
영상 5		영상2	0.302246	영상 6	
	영상3	0.211914	영상3		0.127930
	영상4	0.216309	영상4		0.131348
	영상1	0.270996	영상5		0.193848
	영상6	0.127930	영상1		0.312500
	영상7	0.220215	영상7		0.112793
	영상8	0.222656	영상8		0.175293
	영상9	0.161133	영상9		0.133789
	영상10	0.232422	영상10		0.335938
	영상 7	영상2	0.185547		영상 8
영상3		0.220215	영상3	0.232422	
영상4		0.103027	영상4	0.182129	
영상5		0.175781	영상5	0.352539	
영상6		0.112793	영상6	0.335938	
영상1		0.313477	영상7	0.325195	
영상8		0.147461	영상1	0.296387	
영상9		0.136230	영상9	0.330566	
영상10		0.325195	영상10	0.342285	
영상 9		영상2	0.303711	영상 10	
	영상3	0.222656	영상3		0.297363
	영상4	0.133789	영상4		0.141113
	영상5	0.209961	영상5		0.170410
	영상6	0.175293	영상6		0.133789
	영상7	0.147461	영상7		0.136230
	영상8	0.177246	영상8		0.177246
	영상1	0.296387	영상9		0.330566
	영상10	0.220703	영상1		0.161133

표 1. 타인 홍채 영상의 인식률 테스트.

타인 홍채 영상의 해밍거리 평균 값은 0.19334이다.

3. 결론

본 논문의 실험에서는 휴대폰에서 취득한 메가 픽셀급 얼굴 영상을 눈 위치를 검출하는 방법[5]을 통

해 얻고 이렇게 얻어진 눈 영상에서 동공과 홍채 영역을 추출하여 홍채 코드를 추출해내는 극좌표 가버 필터와 가버 필터의 크기를 가변적으로 동적으로 만들어주는 것이 아니라 미리 계산을 통해 만들어 놓고 처리하여 속도개선을 고려하였다. 향후에는 실제 한국 모바일 플랫폼 표준 규격인 WIPI환경(WIPI1.1)[9]에서 직접 프로그램 테스트를 통해 처리속도를 개선해보고자 한다.

< Acknowledgement >

“이 논문은 2004년도 한국 학술진흥 재단지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2004-003-D00374)”

참고문헌

- [1] Dal Ho Cho, Kang Ryoung Park, Dae Woong Rhee, "Real-time Iris Localization for Iris Recognition in Cellular Phone", 6th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing (SNPD2005), Towson University, Maryland, USA, May 23 - 25, 2005
- [2] John Daugman, "Demodulation by Complex-valued Wavelets for Stochastic Pattern Recognition", International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing Vol. 1, No. 1 (2003) 1-17
- [3] 박영규, 노승인, 윤훈주, 김재희, "일차원 홍채 신호를 이용한 개인 식별", 전자공학회 논문지, 2002-39SP-1-8.p80-p96쪽, 2002년 1월
- [4] John Daugman, "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", IEEE Trans. on PAMI, Vol. 15, NO.11 pp1148-1160, Nov.1993
- [5] 박현애, 박강령, "휴대폰에서 눈 영역 검출 연구", 2005년 정보처리학회 춘계학술대회, 상명대학교, 2005. 5. 13-14
- [6] <http://www.anycall.com>
- [7] John G. Daugman, "How Iris Recognition Works", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, No. 1, pp. 21-29, Jan. 2004
- [8] 노승인, 배광혁, 박강령, 김재희, "독립 성분 분석 방법을 이용한 홍채 특징 추출", 2004년 생체인식연구센터 워크샵, 연세대학교, 2004. 2. 5/6
- [9] <http://www.wipi.or.kr>