

DFT계수를 이용한 홍채 인식

Iris Pattern Recognition Using the DFT Coefficients

고현주 · 전명근
충북대학교 제어계측공학과

Myung-Geun Chun and Hyoun-Joo Go
School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Buk National University
E-mail : mgchun@c Bucc.chungbuk.ac.kr

ABSTRACT

In this work, we will present an iris pattern recognition method as a biometrically based technology for personal identification and authentication. For this, we propose a new algorithm for extraction unique feature from images of the iris of the human eye and representing these feature using the discrete fourier transform. From the computational simplicity of the adopted transform, we can obtain more fast and efficient results than previous ones.

Keywords : 생체인식시스템, Discrete Fourier Transform, 홍채 패턴, 정보보호

1. 연구배경 및 동향

21세기 고도 정보화 사회를 맞아 정보의 가치가 개인의 전문성은 물론 기업의 이익, 국가의 장래를 결정짓는 핵심적인 요소로 등장하고 있다. 정보 인프라의 구축과 콘텐츠의 개발이 국가 정책상의 목표가 된지도 오래이고 기업은 물론 개인도 질 높은 정보를 축적, 전파하기에 부심하고 있다. 또한 정보 축적의 필요성은 컴퓨터의 발달에 힘입어 더욱 뿌리깊게 확산되고 네트워크를 통한 효과적인 정보 공유가 21세기 최대의 화두가 되고 있다. 그러나 이렇게 막대한 자금과 공을 들여 축적한 정보가 타인의 기술적 접근에 의하여 손쉽게 도용 당하는 것 또한 피할 수 없는 현실이다.

따라서 컴퓨터가 쓰이기 수 백년 전부터 절대 유일의 보안장치를 개발하려는 노력이 진행됐고, 그 결과 인간의 신체일부를 이용한 생체인식기술이 발달하여 오늘에 이르게 되었다. 오늘날은 살아있는 개인의 신체만이 유일한 보안 도구라는 사실이 과학적으로 입증되고 있어 생체 인식 기술이 '유일성'을 보증하는 가장 훌륭한 보안 인증수단이라는 사실이 정설로 굳어져 있다.

이러한, 생체측정학(Biometrics)의 가장 큰 특성은 어떠한 경우에도 외부요인에 의한 분실, 도난, 망각, 복제의 염려가 없다는 것이며, 이를 가장 특징적인 장점으로 보고 있다. 또한 이러한 기법을 사용할 경우 보안 침해를 누가 하였는지 추적이 가능해지는 등 감사(audit) 기능이 완벽하게 구축될 수 있다는 장점이 있다.

생체측정학중 가장 먼저 자동화된 기법은 손모양

(장문인식)이다. 이는 손가락의 길이가 틀린 점을 착안, 약 4,000명이 손가락 형태를 분석하여 이를 데이터화해서 만든 보안시스템이지만 크기가 크고 타인을 본인으로 잘못인식하는 오류율이 높아 보안의 중요도가 높은 지역이나 정보에 대한 접근을 관리하는 방식으로 사용하기에는 크기가 크고 가격이 비싼 것 이외에도 많은 문제점이 있는 것으로 알려지고 있다.

또한 땀샘이 움기되어 일정한 흐름으로 만들어진 지문은 그 모양이 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않음이 증명되어 실생활에서 각종 신원확인을 위해 지문인식이 사용되어 왔다. 이러한 고유의 특성상 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도가 다른 수단 보다 높은 것으로 평가되어 가장 효율적인 개인 인증의 방법으로 이용되고 있다.

한편 망막인식은 사용자의 안구 배면에 위치한 모세혈관의 구성이 인간의 지문과 같이 종생불변의 특성을 지니고 있다는 점을 이용하는 것으로 이러한 망막 패턴을 읽기 위해서는 미약한 강도의 연필 지름만한 적색 광선이 안구를 투시하여, 망막에 있는 모세혈관에 반사된 역광을 측정하여야 한다. 그러므로 성공적인 망막 패턴 검색을 위해서는 사용자가 안경을 벗고 검색기에 접사하여야 하며 접안기의 등근 원통내 어두운 부분중 적색 광선이 반사되는 점에 눈의 초점을 맞추어야 한다. 이러한 망막 패턴 검색 기술은 고도의 보안성을 만족시키지만 사용상의 불편과 두려움을 유발하는 등 일반인을 대상으로 하여 사용하기에는 비효율적이다.

이에 반해 홍채인식의 홍채패턴은 평생 변하지

않으며 좌우측도 서로 다르고 일관성 쌍등이 일지라도 다르다. 또한 홍채는 살아있는 눈만 가능하기 때문에 과학적인 방법으로도 위조가 불가능할 뿐 아니라, 망막과 달리 눈의 동공 주변에 위치한 홍채의 무늬패턴을 이용한 방법으로 안구내 질병에 영향을 받지 않으며 눈의 충혈과도 상관이 없기 때문에 사용상 편리하다.[1]

홍채인식으로는 J.G.Daugman의 논문에서 2-D Gabor Filter를 사용하였고, W.W.Boles의 논문에서는 Wavelet Transform을 사용하였다. 그러나 2-D Gabor Filter의 사용은 데이터의 양이 방대해 처리속도면에서 느리며, Boles의 Wavelet Transform은 Zero-crossing를 사용하여 적은양의 데이터베이스에서는 효율적으로 작동 할지 모르나 대상 데이터베이스의 개수가 커지면 이들을 모두 분리해 내기에 특징점의 개수가 부족 한 문제가 발생한다.[3][4]

한편 [5]에서는 1차원 밝기 데이터에 대해서 DWHT를 이용한 홍채인식을 수행하였다. 그러나 이 방법을 사용하기 위해서는 밝기데이터의 갯수가 2^n 이 되어야만 하는 조건이 있어서 현실적으로 적용하기가 용이하지 않다.

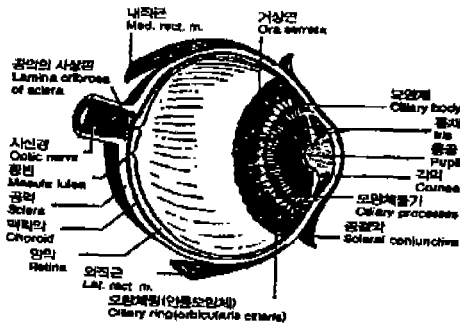


그림 1 사람의 눈 구조

따라서 본 논문에서는 1차원의 데이터를 사용하고 계산이 간단한 Discrete Fourier Transform 계수를 이용하여 Iris code를 제안하고 대규모 데이터베이스에 대응할 수 있도록 하고자 한다.

II. DFT계수의 특징과 홍채

2.1 전처리과정

홍채 영상의 취득시 속눈썹이 동공을 가리는 경우나, 눈꺼풀 등에 의해 홍채 영상에 영향을 주는 부분 등 영상 취득시에 문제점들이 발생할수 있는데, 이러한 문제점들을 보완하기 위해 영상전처리과정을 거친다. 전처리 과정중에 윤곽선(Edge)을 유지할 수 있는 특성을 지닌 중위수 필터(Median Filter)를 잡음제거에 사용했으며, 동공의 경계를 만들기 위하여 8이웃화소인 성분 명칭화(component labling)를 사용하였다.

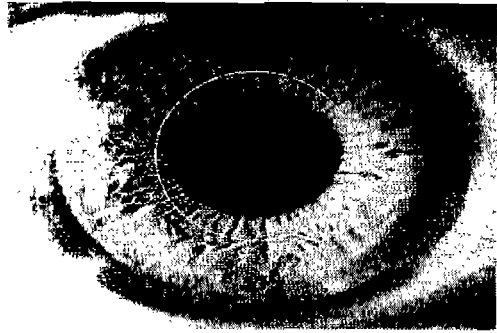


그림 2 영상의 동공으로부터 얻은 데이터

또한 자동 경계값 검출 방법을 이용하여 홍채영상의 동공만을 추출하였다. 동공의 검출은 동공의 중심점을 찾기 위하여 검출하는데, 추출한 동공의 x-축에서의 히스토그램과 y-축에서의 히스토그램의 중심값이 만나는 점을 이용해 동공의 초점을 찾아 낼 수 있다.

이에 대한 검증으로는 초점으로부터 좌우대칭 여부를 확인하는 방법을 사용하였으며, 이렇게 찾아낸 동공의 초점으로부터 동공의 반지름(r)을 알 수 있고, 이로부터 동공의 밖으로 반지름 길이의 30% 큰 원상의 데이터를 찾을 수 있다. 이렇게 하여 데이터를 취득하는 원의 반지름은 $r(1+0.3)$ 이 되고 전체 데이터의 개수는 $R \times \cos 45^\circ \times 8$ 이 된다.

2.2 Discrete Fourier Transform계수의 특성

DFT는 시간영역의 신호를 주파수 영역의 표현으로 변환하는데 적용될 수 있으며, 임의의 유한 수열에 대해 수치적으로 계산가능한 최종적인 푸리에 변환으로 N개의 표본은 이산푸리에변환계수라고 불리고, DFT 계수 $X(k)$ 역시 N-점 수열이다.

$$X(k) \equiv DFT[x(n)] = \begin{cases} X(k), & 0 \leq k \leq N-1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk}, \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (2)$$

$X(n)$ 에 대한 DFT 계수가 $|X(k)|$ 일 때 $X(n-n)$ 에 대한 DFT 계수의 크기 역시 $|X(k)|$ 이 되어 본 연구에서 적용하고자 하는 회전엔 무관한 변환 특성을 얻을 수 있다.[8]

2.3 특징점 추출

영상 전처리 과정을 통해 얻어진 동공으로부터 동공의 반지름 보다 30% 큰 원상에서 1차원의 밝기 data를 구하고, 이렇게 얻은 data를 Discrete Fourier Transform을 이용하여 DFT 계수를 알 수 있다. 이때 모든 $X[k]$ 계수를 계산하기 위하여 필요한 연산량을 계산한다면 전

체적으로 N^2 의 복소 곱셈과 $N^2 - N$ 의 복소 덧셈이 필요하다. 그러나 Fast Fourier Transform(FFT)을 사용하므로써 이 변환은 N^2 이 아닌 $N \log_2 N$ 에 비례하는 연산량을 가지고 DFT계수를 계산할 수 있다.

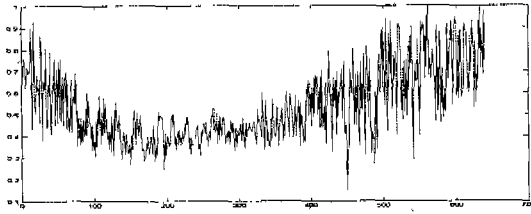


그림 3. 홍채에 의한 1차원의 밝기 데이터

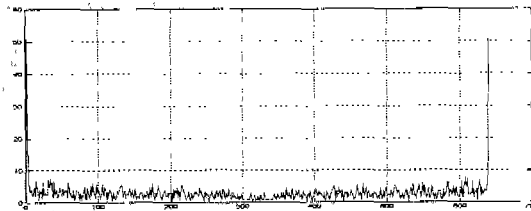


그림 4. 그림 3 데이터에 의한 DFT 계수

DFT계수는 영상의 회전, 이동, 크기에 불변하고, 데이터의 시작점이 다른 경우에도 그림 5, 그림 6에서 보는바와 같이 계수 값이 같으므로 회전에 무관함을 알 수 있다. 또한 그림 7과 같이 영상 전체의 밝기를 높이거나 낮출 때에도 계수 값이 변하지 않아 조명등에 의한 영상 밝기 변화에도 무관함을 알 수 있다

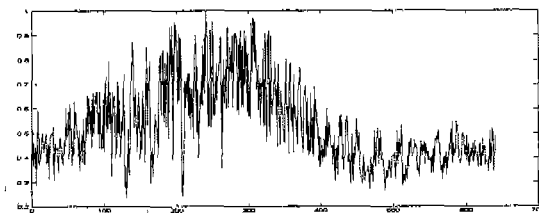


그림 5. 시작점을 다르게한 1차원의 밝기 데이터

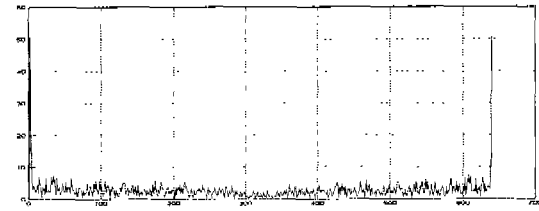


그림 6. 그림 5 데이터에 의한 DFT 계수

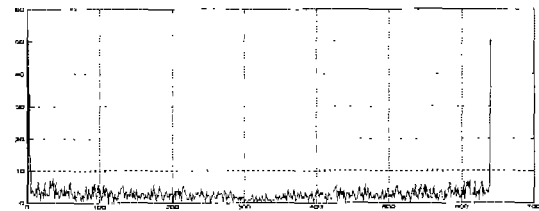


그림 7. 입력영상의 밝기를 높였을 때 DFT계수

위와 같이 Discrete Fourier Transform에 의해 얻어진 계수들에 대하여 다음과 같은 IRIS Code를 제안한다.

$$F(i) = \begin{cases} 1, & \text{if } I(i) - I(i+1) > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

III. 실험 및 검증

위와 같이 정의된 IRIS Code에 대하여 본 논문에서는 640개의 data를 사용했으며, 개개인 별로 매칭하기 위한 매칭함수(matching function)로는 Hamming distance를 사용하였다.



그림 8. Iris Code

즉, 0과 1로 구현된 IRIS Code의 각 비트를 조사하여 두 개의 비트값이 같은 개수를 구하는 방식이다.

유사측정(Similarity Measure) :

두 Iris code 사이의 해밍거리

$$SM = IC_i \oplus IC_j = \sum_{k=1}^{640} ic_k^i \oplus ic_k^j$$

\oplus : exclusive-NOR

두 개의 홍채 패턴이 동일할 경우에 최대값 640을 갖는다. 본 연구에서는 다섯사람의 눈에 대한 홍채패턴을 촬영하여 제시된 알고리즘을 MATLAB으로 구현하여 실험하였다.

그 결과를 표 1과 표 2에 나타내었다. 먼저 표 1은 노이즈를 섞지 않은 경우의 인식 결과이다. 주어진 5명에 대하여 100% 개인 확인을 할 수 있었으며, 타인과의 매칭값은 모두 450이하로 본인의 매칭값 640과는 큰 값의 차이를 보이고 있으므로 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 제안된 알고리즘의 노이즈 영향을 분석하고자 동일한 영상에 인위적으로 입력영상 총 픽셀 갯수의 1%에 대응되게 'salt & pepper' 노이즈를 추가 했다. 이때, 노이즈가 있는 영상에 대한 노이즈가 없는 영상의 인식결과를 표 2에 나타내었다. 노이즈가 있음에도 대략 450이상의 결과값을 얻을수 있어 각 개인의 확인 및 인종이 성공적으로 행하여 짐을 알 수 있다.

Model Unknown	data1	data2	data3	data4	data5
data1	640	329	287	299	307
data2	329	640	342	466	326
data3	287	342	640	340	360
data4	299	446	340	640	340
data5	307	326	360	340	640

표 1. 잡음이 없는 경우의 홍채인식 결과

Model Unknown	data1	data2	data3	data4	data5
data1	574	224	257	196	206
data2	181	518	287	256	183
data3	198	184	472	192	163
data4	247	201	274	508	201
data5	211	227	249	195	531

표 2. salt&pepper 잡음이 있는 경우의 홍채인식 결과

비교를 위하여 [6]의 방법에서 하나의 1차원 밝기데이터를 이용했을때의 홍채인식 결과를 표 3, 표 4, 표 5에 나타내었다.

먼저 표 3은 노이즈를 섞지 않은 경우의 영상 밝기의 인식 결과이다. 주어진 5명에 대하여 100% 개인 확인을 할 수 있었으나, 타인과의 매칭값은 236에서 541까지로 비교적 매칭값의 값이 컸다.

Model Unknown	data1	data2	data3	data4	data5
data1	640	331	345	330	236
data2	331	640	328	541	319
data3	345	328	640	311	429
data4	330	541	311	640	290
data5	236	319	429	290	640

표 3. 잡음이 없는 경우 홍채인식 결과

다음으로 특징점의 회전에 대한 변화도를 보기 위하여 영상을 10% 회전시키고 데이터를 취득하여 인식한 결과이다. 또한 표에서 괄호안은 [6]의 방법에 따른 매칭값을 실험하였다. 이때, 이용한 특징점이 회전에 불변하지 않으므로 영상의 회전에 대하여 성능이 많이 저하됨을 알 수 있다.

Model Unknown	data1	data2	data3	data4	data5
data1	640(319)	328(312)	287(339)	298(301)	306(339)
data2	328(316)	640(307)	343(348)	466(318)	326(324)
data3	287(320)	343(301)	640(328)	341(300)	361(326)
data4	298(309)	466(318)	341(341)	640(317)	340(325)
data5	306(321)	326(319)	361(315)	340(317)	640(319)

표 4. 영상에 대한 회전(10%)한 결과

IV. 결론

본 연구에서 제시된 알고리즘은 DFT계수를 이용하여 구현 됨으로서 회전에 대하여 불변의 특성이 있다. 또한 FFT를 이용할수 있으므로 계산량을 줄일수 있다. 따라서 기존의 홍채인식 알고리즘에 비해 효율적으로 이용 될 수 있으리라 기대된다. 앞으로, 실험결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해서 좀더 다양한 영상과 data 취득과 실험이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-51200-001-2) 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] (주)금진하이테크, "21세기 보안시스템 전망"
- [2] Richard P. Wildes, "Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology" Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 9, 1997.
- [3] J.G.Daugman, "Complete Discrete 2-D Gabor Transforms by Neural Networks for Image Analysis and Compression", IEEE Tr. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 36, No.7, pp.1169-1179, 1988
- [4] W. W. Boles and B. Boashash, "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform", IEEE Tr. on Signal Processing, Vol. 46, No. 4, pp.1185-1188, 1998.
- [5] 이상원, 전명근, "홍채인식에 의한 개인 확인 및 인증 알고리즘", (제어계측공학과 석사학위 논문, 2000)
- [6] 조성원, 김태훈, "홍채반지름별 패턴특징에 따른 홍채검증" 한국퍼지 및 지능시스템학회, pp 170-174, 2000
- [7] 하영호 외 3인, 디지털 영상처리, 그린, 1998.
- [8] 전주환 외 2인, MATLAB을 이용한 디지털 신호처리, 시그마프레스, 1998.