

위치 이동에 무관한 웨이블릿 변환을 이용한 패턴 인식

김국진, 조성원, 김재민
홍익대학교 전자전기공학부

Patterns Recognition Using Translation-Invariant Wavelet Transform

Kukjin Kim, Seongwon Cho, Jaemin Kim
Department of Electric and Electronic Engineering, Hongik Univ.

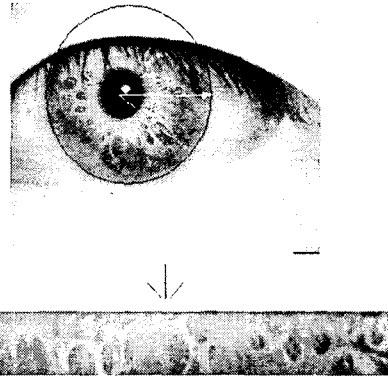
Abstract - 패턴 인식(Patterns Recognition)은 인공 지능의 한 분야로서 이해할 수 있는데, 요즘은 보안과 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)은 푸리에 변환에 기반을 둔 기존의 알고리즘에 비해 시간-주파수 영역에서 신호의 국소화를 효율적으로 구현할 수 있다. 하지만, 이를 패턴 인식의 특징 추출에 그대로 이용할 경우 입력 신호의 위치 이동 등이 문제가 되며, 이것은 또한 여러 요인이 된다. 본 연구에서는 웨이블릿 변환을 패턴 인식에 적용할 경우, 입력 신호의 위치 이동 등이 있는 경우 생기는 문제점을 보완하여, 개선된 방법으로 패턴 인식에 사용할 수 있는 알고리즘을 제안하며, 실험 결과를 토대로 그의 타당성을 보인다.

2. 본 론

2.1 영상 획득과 전처리

영상 획득 단계에서는 홍채 인식에 필요한 영상을 CCD 카메라를 통하여 얻는다. 홍채는 눈의 동공과 흰부위 사이에 존재하는 영역으로, 그 무늬가 사람마다 다른 생물학적 특성을 가진다[5].

전처리 단계는 영상 획득을 통하여 얻어진 눈 영상에서 홍채 영역만을 찾기 위하여 홍채의 내부 경계, 즉 동공과 홍채의 경계를 찾고, 그리고 홍채의 외부 경계를 찾는다. 그리고 홍채 영역만을 극 좌표 변환을 통하여 <그림 2>와 같이 나타낸다. 이 때 정규화 과정을 통하여 동공의 크기 변화에 따른 홍채 영역의 크기를 일정하게 맞추어 준다.



<그림 2> 홍채의 극 좌표 변환 및 정규화

2.2 웨이블릿을 사용한 특징 추출

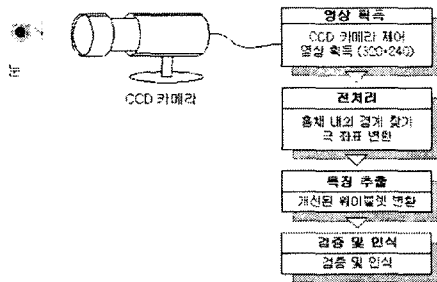
특징 추출은 극 좌표 변환을 한 홍채 영역에 대한 특징을 추출하여 특징 벡터를 생성하는 단계이다. 특징 추출을 하기 위하여 가버 변환[6]~[8], 웨이블릿 변환[3][9] 등이 사용되었다. 웨이블릿 변환을 이용한 특징 추출 방법은 <그림 3>과 같이 필터 뱅크를 통과한 신호를 다운샘플링(down sampling)하여 서브 밴드(subband)로 분해하고 각각의 서브 밴드에서 특징을 추출한다.

1. 서 론

최근에는 보안에 관한 관심이 급증하고 있으며, 이와 관련하여 인간의 다양한 생물학적인 특징을 바탕으로 개인의 신분을 확인하려는 생체 계측학 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

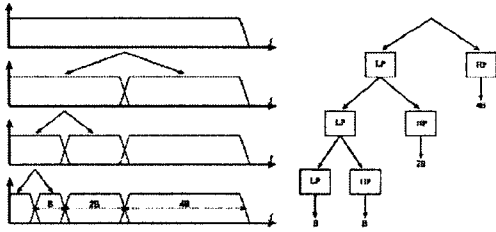
생체 계측 시스템 중 홍채 인식은 다른 생체 계측 시스템보다 오 인식이 낮아 고 신뢰도를 요구하는 보안 시스템에 적용하기에 적합하다[2]. 따라서 본 논문에서는 개선된 알고리즘을 홍채 인식 시스템을 통하여 제안한다.

홍채 인식 시스템은 <그림 1>과 같이 크게 CCD 카메라를 이용한 영상 획득, 홍채 영역에 대한 전처리, 특징 추출, 그리고 추출된 특징을 이용한 검증 또는 인식의 단계로 구성된다[3].



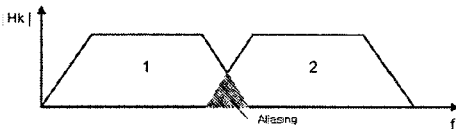
<그림 1> 홍채 인식 시스템의 처리 흐름도

여기서 특징 추출은 패턴 인식을 이용하여 이루어지는데, 기존에 사용되어온 웨이블릿 변환을 사용할 경우, 입력 영상의 위치 이동 등에 따라 특징 값이 달라지는 문제점이 발생한다[4]. 따라서 본 논문에서는 위치 이동에 무관한 웨이블릿 변환을 사용한 개선된 알고리즘을 제안한다.



〈그림 3〉 웨이블릿 변환

이러한 웨이블릿 변환은 패턴 인식의 특징 추출에 응용할 경우 입력 신호의 위치 이동과 에일리어싱(aliasing) 〈그림 4〉 등이 인식에서의 에러 요인이 된다.

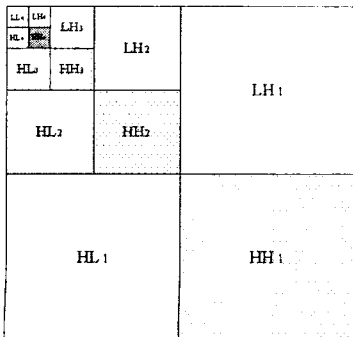


〈그림 4〉 에일리어싱

2.3 개선된 웨이블릿 변환을 이용한 특징 추출

카메라를 통하여 사람의 홍채 영상을 획득할 때, 카메라를 향한 눈의 자세가 일정하지 않은 경우 큰 좌표 변환과 정규화를 거친 홍채 영상은 수평 방향으로의 위치 이동이 발생하게 된다. 이러한 위치 이동이 있는 경우 웨이블릿 변환된 각각의 서브 밴드에서 그 값이 일정하지 않다는 단점이 있다[4].

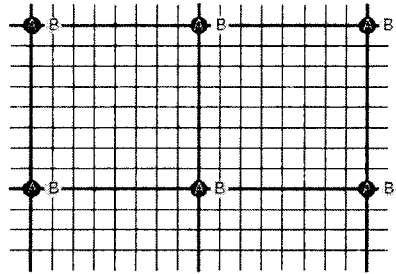
〈그림 5〉에서 HH_4 서브 밴드는 스케일링(scaling) 함수에 해당하는 저역 필터를 통과한 신호에서 〈그림 6〉과 같이 수평 및 수직 방향으로 8의 배수에 해당하는 신호를 샘플링하고 여기에 웨이블릿 함수에 해당하는 필터를 적용한 것과 동일하다. 수평 방향으로 1화소씩 이동하여 8의 배수를 샘플링하여 같은 필터를 적용하여 서브 밴드를 생성한다면 하나의 HH_4 서브 밴드에 대하여 해당하는 8가지의 서브 밴드가 생성된다. 이 때, 서브 밴드에서 수직 방향으로의 위치 이동은 고려하지 않아도 되는데, 이는 〈그림 2〉의 원 홍채 영상에서 θ 방향으로는 위치 이동이 일어나지만, R방향으로는 일어나지 않기 때문이다.



〈그림 5〉 웨이블릿 변환의 서브 밴드

홍채영상이 수평방향으로 8의 배수에 해당하는 값으로 이동한다면 정수의 딜레이(delay)를 가진 이들 8개의 서브 밴드는 딜레이를 가지는 동일한 파장을 가지게 되지만, 8로 나누어지지 않는 값으로 이동한다면 8개의 서브 밴드는 다른 파형을 가지게 된다.

본 논문에서는 일반적인 〈그림 5〉의 방법을 사용하는 대신, 위에서 설명한 방법과 같이 동일한 서브 밴드에 대하여 위치이동에 따라 변화할 수 있는 모든 경우를 고려한 다수의 서브 밴드를 생성하고 이들 모든 서브 밴드에서 특징을 추출하고 등록된 값과 비교하여 최적의 특징 값을 선택하는 방법을 사용하였다.



〈그림 6〉 저역 필터를 통과한 영상에서의 다운샘플링

또한 본 논문에서는 웨이블릿 변환에서 생기는 〈그림 4〉와 같은 에일리어싱을 최소화하기 위하여 Quadratic B-Spline을 사용한다. B-Spline은 식(1), (2)와 같이 표현된다

transfer function :

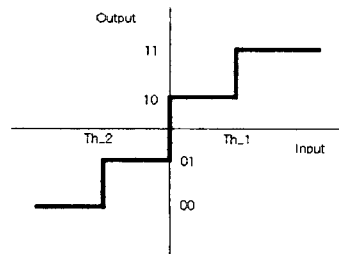
$$H(z) = \frac{(1+z^{-1})^4}{16} \quad \text{식(1)}$$

dilation equation :

$$\phi(t) = \sum_{k=0}^N c(k) \phi(2t-k) \quad \text{식(2)}$$

B-Spline을 사용하면, 에일리어싱의 영향을 줄였기 때문에 더욱 정확한 정보를 얻을 수 있으며, 여러 또한 줄어든다.

이러한 과정으로 나온 특징 값을 특징 벡터로 만들기 위하여 특징 값의 부호와 크기를 정보로 사용한다. 따라서, 4레벨 양자화를 선택하였는데, 4레벨 양자화는 특징 값의 분포가 0을 기준으로 나뉘어지며, 그 크기에도 정보가 들어있음에 착안하여, 〈그림 7〉과 같이 양자화하였다.



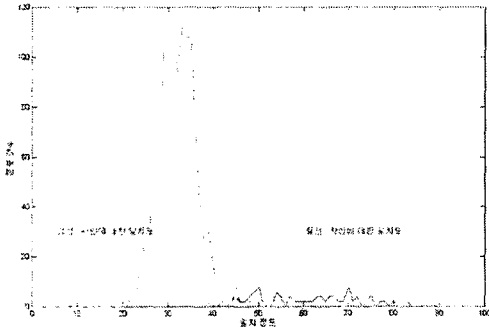
〈그림 7〉 양자화 함수

이렇게 나온 특징 벡터를 저장하고, 검증 및 인식에 사용한다.

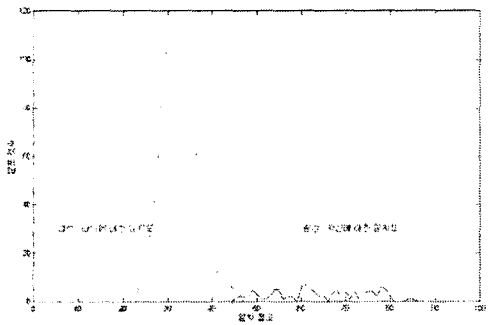
2.3 실험 결과

실험은 기존 웨이블릿 변환을 이용한 것과 제안한 알고리즘을 사용한 결과를 비교하였다. 실험에 사용된 데이터는 10명에 대한 4장씩의 홍채 영상으로, 총 1296개의 일치도 데이터를 사용하였다.

2.3.1 일치도 분포



〈그림 8〉 기존 알고리즘의 일치도 분포



〈그림 9〉 제안한 알고리즘의 일치도 분포

〈그림 8〉과 〈그림 9〉에서 보듯이, 본 논문에서 제안한 위치 이동에 무관한 웨이블릿 변환을 사용한 알고리즘이 자신에 대한 일치도 분포와 타인에 대한 일치도 분포에서 기존에 사용되어온 웨이블릿 변환을 사용한 것보다 더욱 향상됨을 알 수 있다.

2.3.2 FRR과 FAR

사용자가 자신의 ID를 입력하고 홍채를 통하여 신원 확인 요청을 할 경우 시스템은 본인임을 확인하고 사용자의 요청을 받아들여야 한다. 또한, 타인에 대하여는 사용자의 요청을 거절하여야 한다. 이에 대한 시스템의 성능은 FRR(False Reject Rate)과 FAR(False Accept Rate)을 통하여 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 위치 이동에 무관한 웨이블릿 변환을 사용한 알고리즘은 FRR과 FAR의 값이 기존 알고리즘에서의 2%대의 값을 1% 이하로 낮추었다. 위 실험 결과 중에서 1개의 데이터가 겹치는데, 이는 분석 결과 반사광에 의한 노이즈(Reflective Noise)로 인한 것이었다.

3. 결 론

본 논문에서는 기존에 주로 특징 추출에 사용되어온 웨이블릿 변환을 사용한 패턴 인식의 여러 요인을 최소화하여 일치율을 개선하는 위치 이동에 무관한 웨이블릿 변환을 사용한 알고리즘을 제안하였다. 특징 추출뿐만 아니라, 다른 전처리 등의 단계에서도 많은 부분이 개선된다면, 더욱 신뢰도가 높은 홍채 인식 시스템이 될 수 있을 것이다. 또한, 더욱 깨끗한 홍채 영상을 입력받을 수 있는 장비가 개발된다면 시스템의 인식률과 안정성이 더욱 좋아질 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Anil Jain et al. "Introduction to biometrics", Biometrics-Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic Publishers, pp. 1-41, 1999
- [2] F. H. Adler, Physiology of the Eye : Clinical Application, The C. V. Mosby Company, 1995
- [3] 이종인, "특징 벡터간 유사도 측정을 통한 홍채 검증", 홍익대학교 석사학위 논문, 2001
- [4] Huilin Xiong, Tianxu Zhang, and Y. S. Moon, "A Translation- and Scale-Invariant Adaptive Wavelet Transform", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 12, pp. 2100-2108, December 2000
- [5] Yong Zhu, "Biometric Personal Identification Based on Iris Patterns", 2000 IEEE, pp. 801-804
- [6] W. W. Boles and B. Boashash, "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform", IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 46, No. 4, pp.1185-1188, April 1998.
- [7] W. W. Boles, "A Security System Based on Human Iris identification Using Wavelet Transform", IEEE First International conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems, pp. 533-541, May 1997.
- [8] John Daugman, "High Confidence Recognition of Persons by Iris Patterns", 2001 IEEE, pp. 254-263
- [9] 조문수, "Haar 웨이블릿 변환과 참조벡터를 이용한 홍채 검증", 홍익대학교 석사학위 논문, 2000