

이산 코사인 변환 기법을 이용한 선택적인 홍채영상 알고리즘

김찬중*, 김재훈**, 최복천***

*아주대학교 지식정보보안학과

**아주대학교 정보통신전문대학원

***아이락 글로벌

e-mail: legna3004@ajou.ac.kr

Selective Iris Image Algorithms Using Discrete Cosine Transform

Chan Joong Kim*, Jai-Hoon Kim**, Bok Chun Choi***

*Department of Knowledge Information Security, Ajou University

**Graduate School of Information & Communication, Ajou University

***I-LOCK Global

요 약

대부분의 홍채인식 시스템의 전반부를 살펴보면 카메라를 통한 이미지를 획득 후 전처리 과정에서 동공의 경계를 잡는 과정이 수행된다. 카메라를 통한 이미지 획득 시 초점이 좋은 이미지와 나쁜 이미지가 같이 획득이 된다. 초점이 나쁜 이미지는 동공의 경계를 잡는 과정에 있어서 좋은 이미지보다 시간이 오래 걸리기 마련이다. 이에 본 논문에서는 영상획득 후 동공의 경계를 잡는 과정 전에 DCT(Discrete Cosine Transform)를 이용한 선명도 측정하는 방법을 제안한다. 카메라를 통한 영상을 획득한 후 초점이 좋은 영상과 나쁜 영상을 구분하게 되고 초점이 좋은 영상만을 선택하여 다음 과정인 동공의 경계를 잡는 작업을 수행하게 된다. 제안하는 방법은 DCT를 이용한 이미지의 선별 작업에 시간이 소비 되지만 나쁜 영상을 이용하여 동공의 경계를 잡느라 걸리는 시간을 줄일 수 있는 장점을 기대할 수 있다. 우선적으로 수학적 분석을 통하여 23%의 속도 절감을 통한 성능 개선의 가능성을 보였고, 실제 구현을 통하여 속도 향상이 기대된다.

1. 서론

정보화 사회가 발전해갈수록 개인의 프라이버시가 중요하게 인식되고 있다. 신원파악을 위해 현재 가장 많이 사용되고 있는 방법은 주민등록증, 운전면허증과 같은 방법과 최근에는 지문인식 및 얼굴인식 홍채인식 등이 사용되고 있다. 이중 생체인식의 대표적인 것으로는 얼굴인식, 지문인식, 홍채인식, 정맥인식 및 음성 인식 등이 있으며 이중 홍채인식은 사람의 눈에서 중앙의 검은 동공과 흰자위 사이에 존재하는 도넛 모양의 홍채를 이용하여 사용자를 인증하는 기술이다.

홍채패턴은 같은 사람이라도 왼쪽 눈과 오른쪽 눈이 다르고, 쌍둥이들도 서로 다르다. 이러한 홍채패턴이 사람마다 고유하다는 사실은 미국의 안과의사인 레오나르도 풀롭과 알란 사피르에 의해 발견되었고 1987년에 그 기술에 관한 원천 특허가 등록되었다. 홍채의 고유성이 밝혀진 이후 1993년에 영국 캠브리지 대학의 John G. Daugman교수가 홍채패턴을 256바이트로 코드화 할 수 있는 가벼워 웨이블릿 변환을 기반으로 한 영상처리 알고리즘을 제안하였다. 홍채인식은 약 120만분의 1의 확률로 같은 사람으로

판단하는 경우가 발생된다. [1]

본 연구의 아이디어는 개선된 이산 코사인 변환 방법을 이용하여 획득한 영상 데이터를 코사인 함수의 합으로 표현하고 그 함수의 합의 값을 사용하여 일정 수치 이상의 값이 나오면 초점이 좋은 영상으로 간주하고 일정 수치 이하의 값이 나오면 초점이 나쁜 영상으로 간주한다. 수치에 대한 정렬 알고리즘을 사용하여 오름차순으로 나열한 후 수치가 낮은 일부 이미지는 다음 단계인 동공의 경계를 잡는 처리과정에 사용하지 않는다.

본 논문에서는 우선적으로 수학적 분석을 통하여 제안하는 방법이 동공 경계를 찾는 데 약 23%의 속도 향상의 가능성을 보였고 향후 연구에서 구현을 통하여 속도와 정확도에 대한 검증할 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련연구인 홍채 인식 시스템의 전반적인 내용과 제안하는 방법에 기본이 되는 DCT에 대하여 간략하게 알아본다. 3장 제안하는 방법과 제안하는 방법에 대한 성능효과에 대하여 알아본다. 4장은 결론 및 앞으로의 연구 과제에 대해서 논한다.

2. 관련연구

2.1 홍채 인식 시스템

홍채패턴이 개인 식별에 유용하게 사용될 수 있다는 사실은 1930년대 Frank Burch에 의해 처음 제안되었다. 그 후 미국의 안과의사인 레오나르도 플롭과 알란 사피르에 의해 홍채패턴이 사람마다 고유하다는 결과를 도출 하였고 1993년 영국 캠브리지 대학의 John G. Daugman 교수가 홍채패턴을 256바이트로 코드화 할 수 있는, 가버 웨이 블릿 변환을 기반으로 한 영상 신호 처리 알고리즘을 제안하였고 현재 상용화된 제품들의 대부분은 이 알고리즘에 기반을 두고 있다. [3][4]

홍채 인식 시스템이란 홍채의 특징을 추출하고, 그 특징을 이용하여 개별 인식을 가능하게 하는 시스템을 말한다. 이러한 홍채 인식 시스템은 크게 <그림 1>과 같은 구성도를 가진다.



<그림 1> 홍채 인식 시스템의 구성도

위의 <그림 1>의 구성도는 일반적인 홍채 인식 시스템의 구성도로서 각 단계의 세부사항을 간략하게 살펴보면

첫째, 카메라를 통한 영상을 획득 한다.

둘째, 카메라를 통한 이미지 획득한 자료에서 전처리과정이 일어난다. 전처리 과정은 홍채영역을 좀 더 정확하게 추출하기 위한 이미지의 잡음이나 노이즈를 제거하는 과정, 동공의 경계를 찾는 과정, 홍채 영역을 극좌표계로 변환하고 정규화 하는 과정 등 세가지 과정으로 나눌 수 있다.

셋째, 전처리한 이미지를 이용해 홍채 특징 코드를 추출한다.

넷째, 홍채 특징 코드를 추출한 것을 가지고 유사도를 측정하여 본인인지 여부를 확인한다.

다섯째, 인식 및 성능 평가를 한다.

2.2 DCT

DCT는 Discrete Cosine Transform의 약자이다. 위에서 말한 바와 같이 DCT는 n개의 데이터를 n개의 cosine 함수의 합으로 표현하여 데이터의 양을 줄이는 방식이다. 가장 널리 쓰이는 변형 DCT알고리즘은 2DCT인데, 이를 DCT라고 부르는 경우가 많다. 이것의 역변환을 IDCT라고 부른다.

DCT는 어떠한 신호를 정해져있는 식을 사용하여 도메인을 바꿔주는 도구이다. 즉 영상을 공간영역으로부터 주파수 영역으로 변환해주는 도구이다. 예를 들어 음악의

신호는 시간축으로 변하지만 영상에 DCT를 적용시키면 주파수 축이 변화한다. 이러한 변환방법에는 DCT나 DFT 등 여러 가지가 있다. [5][6]

여기서 말하는 주파수란 변화량이다. 주파수가 낮으면 영상내에서 같은 색의 지속적임을 나타내고 주파수가 높으면 영상내에서 색의 변화가 자주 일어난다.

DCT의 일반적인 식은 아래와 같다.[7]

Forward DCT:

$$F(u,v) = C(u)C(v) \left[\sum_{x=0}^{(N-1)} \sum_{y=0}^{(N-1)} f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right]$$

Inverse DCT:

$$f(x,y) = \left[\sum_{u=0}^{(N-1)} \sum_{v=0}^{(N-1)} C(u)C(v) F(u,v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right]$$

where: $C(u) = \frac{1}{\sqrt{N}}$, $C(v) = \frac{1}{\sqrt{N}}$ for $u, v = 0$;
 $C(u) = \sqrt{\frac{2}{N}}$, $C(v) = \sqrt{\frac{2}{N}}$ for $u, v = 1 \text{ through } N-1$;
 $N = 8 \text{ or } 16$

<식1> 2차원 DCT의 일반적인 식

위 식과 같이 DCT는 곱셈과 덧셈이 많이 사용되지만 고속알고리즘으로 인해 영상을 8*8블럭 또는 16*16블럭으로 나눠 계산함으로써 계산의 효율을 높일 수 있다. 위 식을 이용하여 DCT를 프로그래밍한 후 홍채 영상을 직접 대입하였더니 <그림 2>와 같은 영상이 나왔다.

영상	
오리지날 영상	
2DCT를 적용한 영상	
2DCT를 적용한 영상을 기반으로 IDCT를 적용한 영상(복원한 영상)	

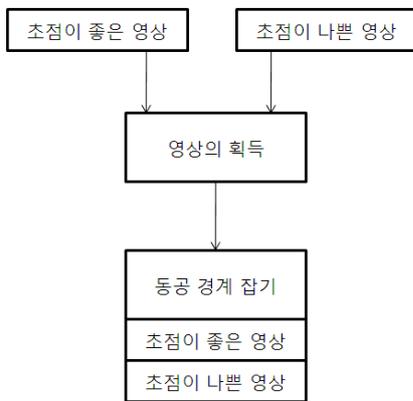
<그림 2 DCT를 적용한 홍채 이미지 >

3. 개선된 이산 코사인 변환 기법을 이용한 홍채 영상 선명도 측정 알고리즘 기법

3.1 제안 기법

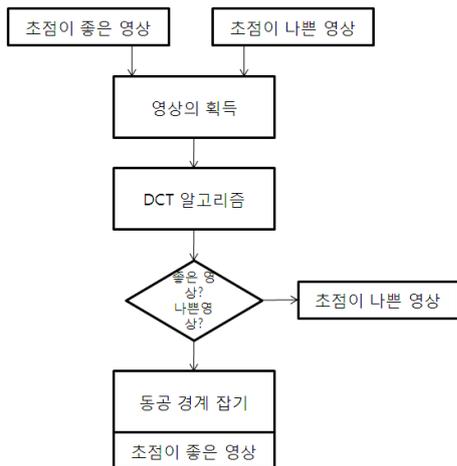
이 논문의 제안기법은 홍채 인식 시스템의 전처리 과정에서 약간의 아이디어를 삽입한 것이다. 그 아이디어는 홍채 영상을 획득했을 시 좋은 영상과 나쁜 영상이 동시에 들어오는데 나중에 동공의 경계를 잡는 과정에 있어서 초점이 나쁜 영상들은 동공의 경계를 잡는데 시간이 오래 걸릴 것이고 초점이 좋은 영상은 동공의 경계를 잡는데 시간이 오래 걸리지 않을 것이라는 생각에서 이 연구를 제안하게 되었다.

기존의 방법을 표로 나타내면 다음과 같다.



<그림 3> 기존의 방법

기존에는 홍채 영상의 획득시 좋은 이미지와 나쁜 이미지가 무분별하게 들어와도 홍채 이미지의 동공·경계를 잡는 작업을 동일하게 수행했다. 그러나 제안하는 방법을 사용한다면 다음과 같은 표로 나타내어질 것이다.



<그림 4> 제안하는 방법

제안하는 방법을 사용함으로써 DCT를 이용한 이미지의 분석작업을 하는 수행시간은 조금 더 소비될 것이다. 그러나 다음 단계에서 초점이 좋은 영상만으로 동공·경계를 잡기 때문에 시간이 감소하게 되므로 전체적인 면에서는 처리 속도 향상을 가져올 것으로 기대된다.

3.2 성능평가

이 연구의 기대효과로는 동공 경계를 찾는 데 걸리는 시간 측면에서 다음과 같은 성능 향상을 가져올 것으로 예상된다.

$$t_{old}(n) = nt_{edge}$$

$$t_{new}(n) = nt_{dct} + n't_{edge}$$

<식3> 기존의 방법(t_o)과 제안하는 방법(t_n)에 대한 시간

<표1> 제안방법에 대한 파라미터 내용

기호	내용
$t_{old}(n)$	기존의 방법에 대한 시간
$t_{new}(n)$	제안하는 방법에 대한 시간
n	이미지의 수
t_{edge}	동공·경계 잡는 시간
t_{dct}	DCT를 수행하는 시간
n'	초점이 좋은 이미지의 수

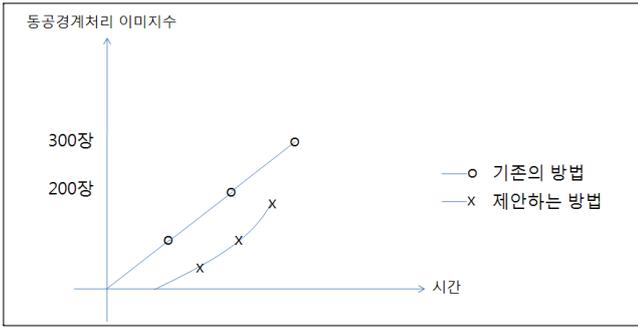
$t_{old}(n)$ 를 기존의 방법의 속도이고 $t_{new}(n)$ 은 제안하는 방법의 속도라고 가정할 때 이 두가지 경우에 따른 속도는 <식 3>과 같이 나타낼 수 있을 것이다.

n 은 초점이 잘 잡혀있는 이미지와 잘 잡혀있지 않은 전체 이미지의 집합을 의미하며 n' 은 전체 이미지에 DCT함수에 대입하여 나오는 좋은 이미지들만의 집합이다. t_{dct} 는 DCT를 수행하는 시간을 나타내며 t_{edge} 는 홍채 이미지의 동공·경계를 잡는 시간을 나타낸다.

$t_{old}(n)$ 의 시간은 동공·경계를 잡는 알고리즘의 속도가 일정하다고 가정하였을 때 이미지의 숫자에 따라 비례할 것이다.

그에 반해 $t_{new}(n)$ 은 처음 이미지를 획득하는 과정은 기존의 방법과 동일하나 이미지를 획득한 후 제안하는 방법을 이용하여 동공·경계를 잡는 과정 전에 초점의 거리에 대한 선명도를 선별하는 작업을 수행한다. 이에 따른 시간은 따로 걸리지만 그에 따른 이미지의 수가 줄어들게 되고 그 선별된 이미지의 동공·경계를 잡는 과정은 그 다음에 수행되어지게 된다. 언 듯 보면 전체적으로 시간이 늘어나 보이지만 동공·경계를 잡는 과정에 있어서 선명하지 못한 이미지의 동공의 경계를 잡는 시간에 비해, 선명한 이미지의 동공·경계 잡는 작업의 시간이 빨리 수행되므로 기존의 방법에 비해 제안한 방법의 시간이 줄어들 것으로 예상된다.

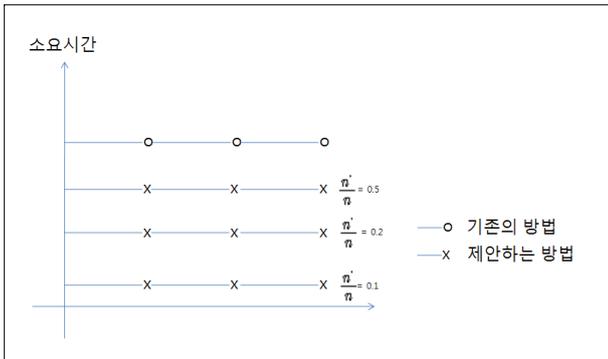
예를 들어 $n = 300$ 장, $t_{edge} = 100$ 초, $t_{dct} = 10$ 초, $n' = 200$ 장 이라고 할 때, 아래의 <그림 5>와 같이 약 23%의 속도 향상을 볼 수 있다.



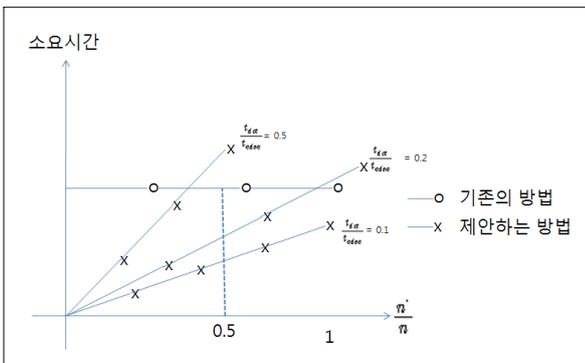
<그림 5> 동공경계처리 이미지수 - 시간 그래프

기존의 방법은 처음부터 300장의 이미지를 전부 처리하게 되지만 제안하는 방법은 위의 <그림 5>처럼 처음에 t_{dct} 만큼의 시간을 소비하게 되지만 후에 처리하게 되는 이미지의 수가 200장이기 때문에 처리하는 속도는 급격도로 빨라질 것이라고 예상된다.

그 외에 $\frac{n'}{n}$ -소요시간, $\frac{t_{dct}}{t_{edge}}$ -소요시간의 측면에서 본 그래프는 <그림 6>, <그림 5>와 같은 그래프를 나타낸다. 아래의 그래프에서 볼 수 있듯이 이 알고리즘은 초점이 흐린 이미지의 수가 많을수록 그 효율이 높아짐을 알 수 있다.



<그림 6> $\frac{t_{dct}}{t_{edge}}$ - 소요시간의 그래프



<그림 7> $\frac{n'}{n}$ - 소요시간에 대한 그래프

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 DCT를 이용하여 이미지의 초점을 수치상으로 나타내어 그 수치가 일정치 이하일 경우 필터링을 통하여 좋은 이미지로만 홍채의 경계를 잡는 연구를 하였다.

앞으로의 연구 과제로서는 t_{edge} 로 쓰이는 동공·경계를 잡는 부분에 웨이블릿 알고리즘을 적용시켜 실제로 실험으로 인한 속도를 DCT를 적용시켰을 때와 적용시키지 않았을 때의 차이를 확실하게 알아보고 DCT의 결과 수치를 높은 순으로 정렬하여 속도를 향상시키는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 강병준, 박강령, “홍채 인식을 위한 눈썹 추출 알고리즘”, 상명대학교 미디어학부.
- [2] 장재영, 김희율, “홍채 인식 기술의 동향”, 전자공학회지 제 26 권 11호, 1999년 11월호.
- [3] John G. Daugman, “High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence”, IEEE Trans. PAMI, Vol. 15, No. 11, pp. 1148- 1161, Nov., 1993.
- [4] Jonn G. Dauhman, “Wavelet Demodulation codes, statistical independence and pattern recognition”, Institute of Mathematics and its Applications, Proc. 2nd IMA-IP, London: Albion, pp.1-17
- [5] <http://blog.naver.com/kukuta14?Redirect=Log&logNo=60017894127>
- [6] 유성욱, “영상 압축 응용분야를 위한 DCT 아키텍처 개발”, 중앙대학교 전자전기공학부
- [7] Application Note “Discrete Cosine Transform with the LF3320”, LOGIC. DEVICE INCORPORATED