
홍채 정보 기반 마우스를 활용한 사용자 인증 시스템

User Identification System Based on Iris Information Using a Mouse

문순환*, 김신흥**, 노광현***

주성대학 산업시스템경영과*, 주성대학 인터넷정보과**, 한국전자통신연구원***

Soon-Hwan Moon(msh@jsc.ac.kr)*, Sin-Hong Kim(kshong@jsc.ac.kr)**,
Kwang-Hyun Rho(khrho@etri.re.kr)***

요약

최근 개인용 컴퓨터의 보급을 증가, 인터넷 등 통신망 기술의 발달로 인해 인터넷 뱅킹, 전자상거래 등의 분야가 활성화되고 있고, 그에 따른 정보 보호 및 보안에 대한 중요성이 크게 증가하고 있다. 현재 많은 부분에서 활용되는 인증 방식은 분실, 타인 도용 및 해킹 등의 유출로 인한 많은 문제점을 야기시키고 있다. 그래서 본 연구에서는 유출가능성이 없는 개인 생체특징 중 홍채정보에 기반한 마우스를 활용하여 사용자의 인증여부를 판단할 수 있는 인증시스템을 제안하였다. 이 시스템은 홍채정보를 획득하기 위해 일반적으로 사용되고 있는 마우스에 CCD카메라, 조명 장치 등을 장착하였고, 획득된 영상정보를 처리하여 사용자의 인증 여부를 판단한다. 이는 개인용 컴퓨터 사용자들이 별도로 고가의 생체인식을 위한 장비를 마련할 필요성이 없고, 간편하고, 편리하게 저렴한 비용을 가지고 사용자 인증 시스템으로 활용할 수 있는 이점을 갖는다.

■ 중심어 : | 생체인식 | 홍채 | 사용자 인증 |

Abstract

Recently, the fields such as internet banking and electronic commerce are more and more growing due to the growth of practical use of personal computer and the progress of communication technology, So importance of information security has been increased. In fact, traditional identification systems are inherently insecure because the personal identification information can be forgotten, stolen or lost.

In this paper, we propose an identification system that can decide whether the user is registered based on iris information using a mouse. The proposed system is mounted a CCD camera and an illumination device on general type mouse. Then it decides whether the user is registered after the acquired image are processed and analyzed. This system gives a PC user the advantage of low-cost and convenience without necessity preparing high-cost equipment for biometrics when using a identification system.

■ keyword : | Biometrics | Iris | User Identification |

1. 서론

최근 산업사회는 개인용 컴퓨터와 인터넷 산업의 발달로 인해 인터넷 뱅킹이나 전자 상거래 등 보안이 절실히 요구되는 분야가 증가하고 있는 추세이다. 이러한 정보기술 분야의 정보 보안을 위해서 많은 부분에서 IC카드, 개인고유번호(PIN), 비밀번호 방식들을 사용하고 있다. 그러나 이들 방식들은 보안성이 미흡하여 망각이나 타인에 의해 쉽게 노출될 수 있으며, 사용자 아이디와 비밀번호에 대한 해킹 툴의 난립으로 피해가 늘어가고 있는 실정이다. 그래서 최근 정보화 사회에서는 편의성과 보안성을 동시에 만족시킬 수 있는 신분 인증 방법으로 생체인식기술이 각광을 받고 있는 추세에 있다. 생체인식(biometrics)기술은 인간의 각 신체적/행동적 특성 중에서 개개인의 특성이 다른 사람들과 뚜렷이 구별시켜주는 고유성과 그 특성이 죽을 때까지 변화가 거의 없다는 불변성에서 착안하여 개발되었고, 자동화된 장치를 통해 신체적/행동적 특징을 측정하여 개인 식별 및 인증을 위한 수단으로 활용될 수 있다.

최근 미국은 생체인식 여권 및 비자 제도 시행을 포함한 국경안전강화법 등을 통해 자국 방문 외국인에게 생체인식정보를 요청하고 있으며, 일본 또한 34개 기관과 업체들이 참여하는 생체인식 컨소시엄이 결성돼 기술표준화를 위한 본격적인 활동에 들어가는 등 세계 각국이 여권 및 비자에 생체인식을 접목하기 위한 활발한 움직임을 보이고 있다.

생체인식 기술에 대표적으로 사용되는 개인의 신체적, 행동적인 특징들은 지문, 얼굴, 홍채, 음성, 정맥 등이다. 이들 생체 특징을 이용하는 생체인식 기술에 대한 많은 연구들이 행해지고 있다[1-3]. 이 중 홍채인식(Iris recognition) 기술은 인간의 눈에서 중앙의 검은 부분인 동공과 흰자위 사이에 존재하는 홍채(Iris) 패턴 정보를 이용하여 사용자를 식별 및 인증한다. 홍채패턴을 형성하고 있는 조직은 생후 1-2년간 빛살무늬형태로 변화하게 되고, 그 이후에는 패턴이 변화하지 않고 사람마다 고유하다고 알려져 있다. 홍채패턴의 불변성과 사람마다 고유하다라는 고유성 사실로부터 홍채에 대해 연구되기 시작하였고, 그 동안 많은 연구들이 행해지고 있는 실정이다[4-6]. 다른 생체인식 기술에 비해 홍채인식

기술은 정보 획득을 위해 접촉하지 않고 비접촉식으로 홍채 정보를 획득할 수 있는 편리성을 가질 수 있을 뿐 아니라 정밀도도 높다는 장점을 가지고 있다. 그 중 LG 전자의 Iris-Access 3000은 카메라 앞 8-25cm 사이에 위치한 사용자의 홍채 정보를 이용해 출입통제용으로 개발 중에 있다. Iridian사의 system 2100은 접속 제어를 위한 보안시스템으로 홍채와 동공사이 및 홍채와 흰자위 사이를 명확히 구분할 수 있어 홍채 부분만의 패턴 추출이 용이하다는 장점을 가지고 있는 반면 사용자가 오랫동안 카메라를 주시할 경우 가시관으로 인해 사용자가 거부감을 느낄 수 있으며 사용자가 카메라 앞 일정 거리에서 직접 초점을 맞추어야 하는 불편이 있다. Panasonic 사의 BM-ET500은 사용자의 얼굴 및 눈 위치를 찾고 이를 바탕으로 홍채 카메라를 자동 Pan/Tilt 하는 기능을 포함하고 있다. 사용이 불편하며 인식시간이 오래 걸리고 가격이 비싸다는 단점이 있다[7].

본 연구에서는 사용의 편의성과 가격이 저렴하고 실시간으로 홍채정보를 활용하여 개인의 식별 및 인증을 할 수 있는 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 홍채정보를 획득하기 위해 마우스 시스템에 CCD카메라와 조명장치를 설계하여 장착하였고, 이 시스템을 통해 획득된 영상정보를 처리하여 인증된 사용자인지의 여부를 판단하게 된다. 이는 생체인식을 위해서 고가의 별도 장비를 구비함이 없이 일반적으로 컴퓨터에 기본적으로 장착되어 사용되는 마우스를 이용함으로써 개인용 컴퓨터 사용자들이 편리하고, 저렴하게 사용자 인증을 할 수 있는 장점을 갖는다. [그림 1]은 본 연구에서는 제안한 시스템 중 마우스를 활용한 홍채정보 획득 시스템의 외형적인 모습을 보인다.

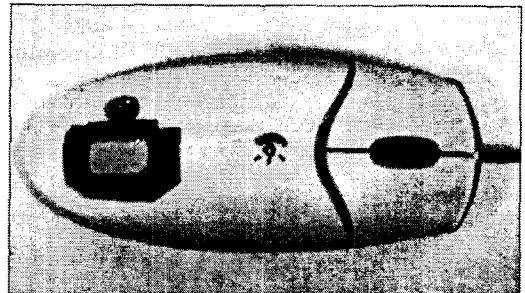


그림 1. 홍채인식용 마우스 시스템의 외형적 모습

II. 사용자 인증 방법

사용자 인증을 위해서는 먼저 사용자 등록을 위한 해당 사용자의 홍채 정보를 등록한다. 인증을 원하는 사용자의 홍채 정보를 획득하여 기존에 등록된 인증된 사용자의 홍채 정보와 비교 분석함으로써 인증된 사용자인지 여부를 파악하게 된다. [그림 2]는 사용자 등록이나 인증을 위해서 거쳐야 하는 전체적인 절차를 나타낸다.

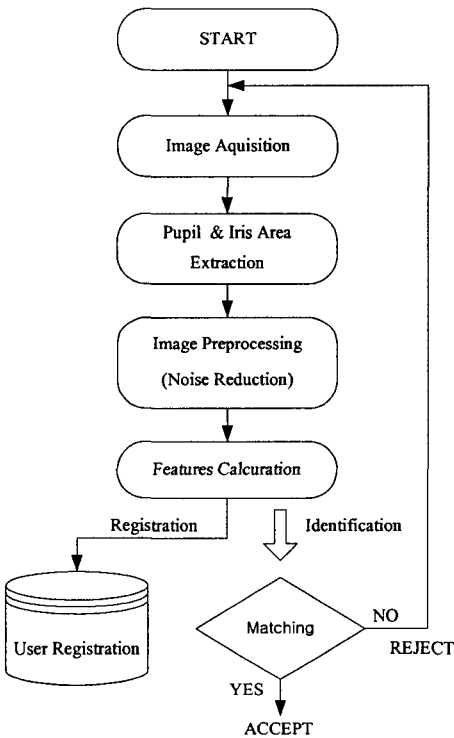


그림 2. 전체적인 사용자 인증 절차

1. 동공 영역 추출 방법

홍채의 패턴을 인식하기 위해서는 홍채 영역의 영상을 정확히 추출해야 한다. 동공 영역을 추출함으로써 홍채 영역을 추출하도록 하였다. 동공 영역의 모양은 겉으로 보기에는 정원과 같은 형상을 하고 있는 것처럼 보이거나 실제로는 매우 불규칙한 모습을 하고 있다. 동공과 홍채 사이 경계 부분에서 영상 화소값이 급격히 변화하는데 이 정보를 활용하여 동공 영역을 추출하였다. 본

연구에서는 크게 두 단계를 거쳐 동공영역을 추출하도록 하였다. 첫 번째는 동공의 경계를 추출하는 부분이고, 두 번째는 추출된 동공의 경계로부터 동공의 중심과 반지름을 구하는 것이다. 이들 구한 정보를 활용하여 홍채 영역을 추출하는데 사용하였다.

1.1 동공의 경계추출 방법

동공의 정확한 추출은 홍채 영역을 추출하는 단계에 민감하게 영향을 미치게 되므로 무엇보다도 중요하다. 입력 영상으로부터 동공 경계를 정확히 추출하기 위해서 영상 내에 있는 임펄스(Impulse) 잡음 영상을 제거할 필요가 있다. 이를 위해 중간값 필터(Median filter)를 적용하였다. 중간값 필터를 적용하였을 경우와 적용하지 않았을 경우 명도 변화를 관측하면, 중간값 필터를 적용하지 않은 경우가 적용한 경우보다 일차미분값이 두 배 정도 증가한다. 이는 잡음도 일차미분시 그 값이 커져서 실제 동공의 경계가 아님에도 경계인 것처럼 잘못 판단할 수 있는 요인이 된다.

동공 윤곽선 경계를 구하기 위해 일차 미분법(Gradient method)을 사용하였다. 일차 미분필터를 사용하면 밝기의 기울기 값을 구하여 급격히 변화하는 부분을 경계로 검출하는데 사용할 수 있다. 본 연구에서는 일차 미분필터 중에서 에지 윤곽선 추출을 위해 많이 사용되고 있는 방법 중 식(1)처럼 소벨 연산자(Sobel operator)를 사용하였다[8].

$$G_x = \frac{\partial f}{\partial x} = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3),$$

$$G_y = \frac{\partial f}{\partial y} = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)$$

(1)

여기서, z_k 은 3×3 영상내 k 번째 마스크에 의해 걸러진 화소 값을 나타낸다.

입력된 영상에 메디안 필터를 적용한 후 일차 미분을 한 경우, 경계 영역이 아닌 잡음의 영역에서 일차 미분값이 크게 나올 수 있다. 따라서 일차 미분값된 영상을 Otsu's method를 사용하여 임계값을 선정하고 임계값보다 낮은 화소는 경계영역에서 배제시킨다. 본 연구에

서는 임계값을 자동으로 설정하는 방법 중에서 분산비를 최대로 하는 방법을 이용하여 임계값을 구하였다[9]. 이 방법은 영상을 2 개의 군(class) S1, S2로 분할하는 경우, 식(2)에 표시된 분리도(separability) $\psi(T)$ 가 최대로 되도록 임계값 T를 설정하는 것이다. 이 방법은 쌍봉(Bimodal)선이 보이지 않은 경우에도 분할할 수 있는 장점이 있다.

$$\psi(T) = \frac{\sigma_b^2(T)}{\sigma_w^2(T)} \quad (2)$$

여기서, 군 S1, S2 에 대하여 $\sigma_b^2(T)$ 는 군간 분산(Between-class variance)이고, $\sigma_w^2(T)$ 는 군내 분산(Within-class variance)이다.

분산비가 최대가 되는 임계값을 이용하여 영상을 이진화하면, 8-연결로 연결된 체인(Chain)들을 찾을 수 있다. 여기서 중요한 문제는 영상 내에는 동공 부분을 포함하는 체인 외에도 많은 체인들이 존재하는데 이 중에서 동공을 포함하는 체인만을 추출해야 하는 것이다. 본 연구에서는 이를 위해 체인들의 기하학적인 외형적인 특징들을 이용하여 동공 부분을 포함하는 체인만을 추출하도록 하여 동공의 경계를 추출하도록 하였다. 체인의 외형특징들은 다음의 조건들을 만족해야 한다.

- 조건 1: 체인의 형태가 폐곡선일 것
- 조건 2: 체인상의 화소 수가 일정크기 범위 내에 있을 것,
- 조건 3: 체인상에서 가장 먼 두 점을 이어주는 주축의 길이와 이와 수직인 단축에 대한 비율인 편심률(Eccentricity)이 일정 범위 내에 있을 것

위에 제시한 조건들을 만족하는 체인을 선택함으로써 동공의 경계를 포함하는 체인을 추출할 수 있다.

1.2 동공 중심 추출

동공을 중심을 찾기 위해서는 동공의 형태가 원형이라고 판단하여 적용할 수 있는 방법으로는 최소제곱법(Mean square method)을 이용하는 방법과, 원 경계상

에 있는 경계점들을 이용하는 방법 등이 있다. 그 중 최소제곱법을 이용하는 방법은 최소제곱합(Mean squared error) 오차를 최소로 하도록 곡선맞춤(Curve-fitting)을 함으로써 원의 중심을 구할 수 있는데, 이는 앞서 구한 동공의 경계점을 이용하여 반지름(r)과 동공의 중심 위치(x_c, y_c)를 구하기 위하여 식(3)의 원의 방정식과 식(4)에서 오차의 제곱합(ϵ)을 최소화하는 동공의 반지름과 중심위치를 구할 수 있다.

$$(x_k - x_c)^2 + (y_k - y_c)^2 = r^2 \quad (3)$$

$$\epsilon = \sum_{k=0}^{N-1} [(x_k - x_c)^2 + (y_k - y_c)^2 - r^2]^2 \quad (4)$$

여기서, $k=0, 1, 2, \dots, N-1$, (x_k, y_k) : 동공 경계를 구성하는 좌표, (x_c, y_c) : 원의 중심위치, N : 동공 경계의 화소수를 나타낸다.

다음으로 원 경계상에 있는 경계점을 이용하는 방법을 이용하여 세 점을 지나는 원의 방정식을 이용할 수 있다. 이 방법은 식(5)에서처럼 그 중심과 반지름을 계산할 수 있다.

$$x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0 \quad (5)$$

여기서, A, B, C : 상수,

$$(x_c, y_c) = \left(-\frac{A}{2}, -\frac{B}{2}\right), r = \frac{\sqrt{A^2 + B^2 - 4C}}{2}$$

이 두 방법 모두 잡음이 없는 경우에 적합하고 동공의 형태가 정원의 형태일 경우에 적용이 가능한 방법들이다. 특히 제안된 시스템은 영상 획득을 위해 기존 시스템에 장착된 카메라 등에 비해 마우스 상에 소형이면서 저렴한 CCD 카메라를 장착하여 활용하였다. 그 결과 잡음이 존재할 확률이 높은 만큼 이 방법들을 적용하기에는 부적합하다. 그래서 본 연구에서는 잡음에 둔감한 모멘트법을 활용하여 동공의 중심을 구하였다. 식(6)은 1차 모멘트법을 이용하여 동공영역의 위치들(c_k)로부터 동공의 중심(x_c, y_c)을 구하는 방법을 나타낸다.

$$c_k = (x_k, y_k), k=0, 1, 2, \dots, M-1$$

$$x_c = \sum_{i=0}^{M-1} x_i/M, y_c = \sum_{i=0}^{M-1} y_i/M \quad (6)$$

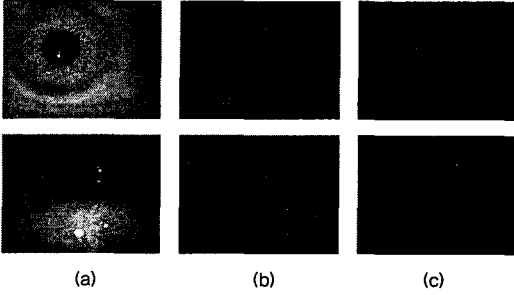


그림 3. 동공 추출 모습

[그림 3]에서 (a)는 획득된 영상을 보이고, (b)는 (a)의 영상으로부터 경계를 추출하여 모든 체인들을 표시한 영상을 보인다. (c)는 (b)의 영상에 기하학적 형태 특징들을 적용하여 필터링 후 동공을 포함한 체인과 그 중심을 추출한 영상을 보인다.

2. 홍채 영역 매칭 기법

사용자 인증 여부는 등록된 홍채 정보 모델을 입력되는 새로운 영상에서 탐색함으로써 수행된다. 입력 영상 내에 등록된 홍채 모델이 존재하는 경우에는 인증된 사용자로 분류하고, 그렇지 않은 경우는 등록되지 않은 사용자로 구분한다.

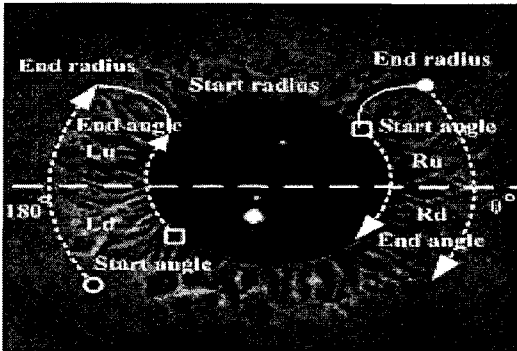


그림 4. 홍채의 관심 영역

홍채 영역의 아래 부분이나 윗부분은 눈꺼풀이나 눈

썩, 조명 등으로 인해 홍채 영역을 추출하기에 어려운 점이 종종 발생한다. 그래서 홍채 영역의 저장은 전체 홍채의 영역 중 [그림 4]에서 Lu, Ld, Ru, Rd 영역만을 대상으로 하였고, 저장된 홍채 모델은 사용자 인증을 위해 활용된다.

홍채 영역은 원형으로 이루어져 있고, 이를 보다 효율적으로 처리하기 위하여 직각좌표계에서 극좌표 형태로 변환하여 처리하였다. 직각좌표계상의 위치 (x, y) 를 각도로 변화시키면서 극좌표계상의 위치 (r, θ) 로 변환하여 계산하게 된다. 여기서, 각도의 변화량 $(\Delta\theta)$ 은 식(7)처럼 계산된다.

$$\Delta\theta = \frac{(\theta_{end} - \theta_{start})}{L} \quad (7)$$

여기서, θ_{start} : Start angle, θ_{end} : End angle, L : Arc length를 나타낸다.

[그림 5]는 [그림 4]에서 추출한 홍채 영역을 식(7)을 이용하여 극좌표 위치로 변화한 영상의 형태를 보이고 있다.



그림 5. 극좌표 변환된 홍채 영역 영상

사용자 인증을 하기 위해서는 획득된 홍채 패턴 영상으로부터 저장된 사용자의 홍채패턴 영상의 존재 여부를 파악해야 한다. 본 연구에서는 템플릿 패턴매칭 기법인 정규화상관 (normalized gray-level correlation) 정합법을 사용하여 인증된 사용자의 홍채 패턴의 존재 여부를 파악하도록 하였다.

크기 $M \times N$ 의 탐색영역내 영상 $f(x, y)$ 내에 있는 크기 $J \times K$ 의 부영상 $w(x, y)$ 의 정합을 찾는 정규화상관 정합을 위한 수식은 식(8)로 표현된다.

$$\chi(s, t) = \frac{\sum \sum f(x, y) - \bar{f}(x, y) [w(x-s, y-t) - \bar{w}]}{\sqrt{\sum \sum [f(x, y) - \bar{f}(x, y)]^2 \sum \sum [w(x-s, y-t) - \bar{w}]^2}} \quad (8)$$

여기서 $s=0, 1, 2, \dots, M-1, t=0, 1, 2, \dots, N-1$.

$f(x, y)$ 는 w 의 현 위치와 일치되는 영역에서의 $f(x, y)$ 의 평균값, (s, t) 는 모델 블록이 이동한 변위량을 나타낸다.

[그림 6]은 사용자의 홍채패턴의 존재유무를 파악하기 위하여 입력영상으로부터 저장된 홍채 모델을 블록 매칭하는 과정을 나타내고 있다. 여기서 모델블록은 저장된 인증자의 홍채 패턴 영상의 영역을 나타낸다.

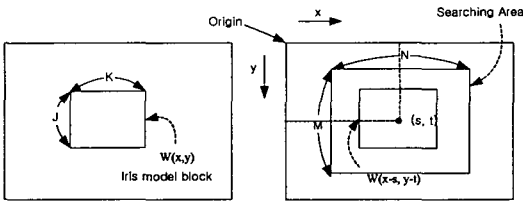


그림 6. 홍채 모델 블록 매칭 과정

실시간적인 인증을 수행하기 위해선 인증된 사용자의 홍채 모델 블록의 탐색시간을 줄이는 것도 중요한 사항이다. 그래서 본 연구에서는 입력영상으로부터 주어진 홍채모델영역의 탐색 시간을 단축하기 위해 탐색영역을 지정하였고, 홍채모델 영상을 계층적인 구조(hierarchical architecture)를 갖도록 하는 방법을 사용하였다. 영상을 해상도에 따라 계층적인 구조를 갖도록 한다. 실제 영상 데이터 양을 변화시키지 않지만 프로그램 내부적으로 패턴의 존재 유무를 보다 실시간으로 찾기 위해서 사용한 방법이다. 이는 계층마다 영상의 해상도를 줄이면서 영상의 크기를 줄여나가는 방식으로 계층구조의 맨 아래에는 원래의 해상도를 갖는 영상이 위치하며, 맨 위에는 다운 샘플링된 작은 크기의 영상이 존재하게 되는 구조를 가진다. 그래서 계층구조의 상위 레벨에서 대략적인 템플릿 매칭 기법을 수행하고, 최적 위치 근방에서 다음 단계의 계층구조에 대해 인접한 위치 근방만을 탐색하여 모델을 찾음으로써 계산량을 크게 줄여 실시간적인 모델 탐색이 가능하여 검사 시간을 단축하였다.

홍채 영역 영상을 극좌표 변환하여 홍채 모델을 탐색하도록 함으로써 다소 회전된 홍채 영상이 획득되더라도 이 회전에 둔감하게 저장된 홍채 영역의 존재 유무를 판단할 수 있는 장점을 갖는다.

III. 실험 및 결과

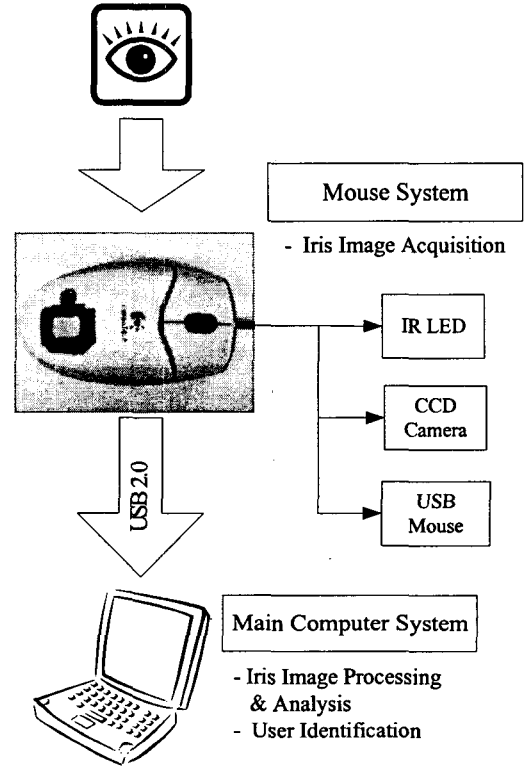


그림 7. 시스템 구성도

본 연구에서 개발한 시스템은 마우스에 구축된 영상 획득부를 포함하는 마우스 시스템과 획득된 홍채 영상의 처리 및 분석을 통해 사용자 인증을 위한 컴퓨터 시스템으로 크게 구성되었다. [그림 7]은 개략적인 시스템 구성도를 나타낸다. 마우스 시스템은 고정 초점 CCD 카메라, 적외선 조명, 반투명 거울, 적외선 필터로 구성되어 있다. 사용자는 마우스의 윗부분에 부착되어 있는 반투명 거울을 이용하여 마우스 내부의 CCD 카메라의 광축을 쉽게 맞출 수 있고 반투명 거울과 카메라 사이의 적외선 필터로 인해 불필요한 가시광선이 영상으로 들어오는 것을 막을 수 있다. 영상처리 및 분석을 위한 컴퓨터 시스템은 Intel Centrino 1.6GHz NoteBook(RAM 512MB) 이 사용되었다 [그림 8]은 컴퓨터 시스템에 구현된 사용자 인터페이스 화면(Graphic user interface)

을 나타낸다.

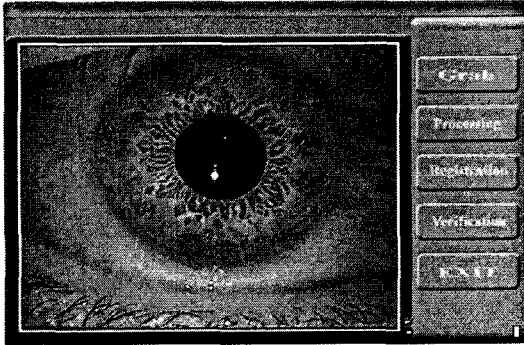


그림 8. 사용자 인터페이스 화면

시스템의 성능 분석을 위해 10명의 피실험자(1~10)를 대상으로 실험자마다 4개의 영상을 획득하여 실험을 행하였다. 피실험자들의 영상들로부터 홍채 모델 정합 유사도 측정치를 비교한 평균 결과를 [표 1]에 나타내었다. 여기서, 유사도 측정치는 식(8)에서 계산된 값을 제공해서 구하였다.

[표 1]을 살펴보면 홍채 모델 정합 유사도 측정치는 동일한 피실험자에 대한 값이 동일하지 않은 실험자들에 비해서 비교적 크게 나타남을 알 수 있다. 이 측정치에 대한 임계 기준값을 설정함으로써 사용자에게 의해 주어진 임계값보다 크고, 상호간 비교하여 산출치가 가장 큰 부분을 선택함으로써 인증된 사용자인지 여부를 판단할 수 있게 된다.

표 1. 모델 정합 유사도 측정치

Pattern	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	82.5*	54.5	35.4	43.2	32.4	43.1	45.2	39.3	20.8	52.2
2	54.5	75.3*	45.4	35.9	45.5	34.5	60.3	45.6	32.4	38.5
3	35.4	45.4	83.5*	55.5	35.8	55.3	51.4	47.8	42.5	46.5
4	43.2	35.9	55.5	84.3*	54.5	34.7	43.2	34.5	35.4	38.3
5	32.4	45.5	35.8	54.5	78.3*	45.3	42.4	36.5	38.5	45.3
6	43.1	34.5	55.3	34.7	45.3	80.3*	53.6	45.7	45.4	39.4
7	45.2	60.3	51.4	43.2	42.4	53.6	77.5*	62.5	43.2	39.6
8	39.3	45.6	47.8	34.5	36.5	45.7	62.5	74.8*	47.4	36.3
9	20.8	32.4	42.5	35.4	38.5	45.4	43.2	47.4	84.6*	38.6
10	52.2	38.5	46.5	38.3	45.3	39.4	39.6	36.3	38.6	81.5*

홍채패턴의 인증을 위한 처리시간은 300~400 msec

정도가 소요되었다. 영상획득은 사용자에게 의해 수동으로 얻어짐으로써 사용자마다 시간 차이가 발생하여 처리시간에서 영상획득시간을 제외하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 생체인식 기술 중 비접촉식이고 정밀도가 높은 홍채 정보에 기반한 마우스를 활용한 개인의 식별 및 인증 시스템을 제안하였다.

현재 개인용 컴퓨터상에서 개인 식별 및 인증을 위해 많은 부분에서 망각이나 타인 도용의 가능성이 큰 방식들이 활용되고 있다. 제안된 시스템의 활용으로 개인 인증 정보 유출로 인해 발생하는 문제점들을 제거할 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 컴퓨터에 기본적으로 장착되어 사용되는 마우스를 이용함으로써 생체인식을 위한 별도로 고가의 장비를 구비할 필요성이 없고, 개인용 컴퓨터 사용자들이 편리하고, 간편하고, 저렴하게 사용자 인증 시스템으로 활용이 가능하다는 장점을 갖는다.

현재 제안된 시스템에서는 자동 초점 조절 기능이 없어 선명한 영상을 얻기 위해서 사용자가 수동으로 영상을 획득함으로써 사용상에 불편한 점이 있다. 기존 연구에서도 초점이 맞는 영상을 실시간으로 획득하기 위해서 많은 노력을 하고 있는 실정이다. 또한 마우스를 이용함으로써 영상을 획득하는데 마우스의 치우침 등의 요소가 발생할 확률이 크다는 단점을 갖고 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

참고 문헌

- [1] M. S. Bartlett, J. R. Movellan, and T. J. Sejnowski, "Face recognition by independent component analysis," *IEEE Transactions on Neural Network*, Vol.13, No.6, pp.1450-1464, Dec., 2002.
- [2] R. Luis-Garcia, C. Alberola-Lopez, O. Aghzout, and J. Ruiz-Alzola, "Biometric identification systems," *Signal Processing*, Vol.83,

