

논문 2005-42CI-2-4

## Hu 불변 모멘트를 이용한 장문인식 알고리즘

(Palmprint Identification Algorithm using Hu Invariant Moments)

신 광 규\*, 이 강 현\*\*

(Kwang Gyu SHIN and Kang Hyeon RHEE)

## 요 약

최근 생체인식기반의 개인인증은 인증의 자동화와 높은 성능으로 개인인증의 효과적인 방법으로 대두되고 있다. 본 논문에서는 Hu 불변 모멘트에 기초한 장문인식 방법을 제안하였다. 그리고 장문인식 알고리즘의 전체 실행 속도를 높여 효율성 있는 장문인식 시스템을 설계하기 위하여 저해상도(75dpi) 장문이미지(5.5Cm×5.5Cm)를 사용한다. 제안된 시스템은 두 부분으로 이루어져 있는데, 정확한 장문이미지를 획득하기 위한 장문 고정장치와 장문인증을 효과적으로 처리할 수 있는 알고리즘으로 구성되어 있다. 그리고 장문인증 단계는 3회로 제한되며, 그 결과 임계값 0.001일 때 FAR은 0.038%, GAR은 98.1%이다. 이는 [3]과 비교하여, FAR은 0.002%, GAR은 0.1% 향상되었음을 확인하였다.

## Abstract

Recently, Biometrics-based personal identification is regarded as an effective method of person's identity with recognition automation and high performance. In this paper, the palmprint recognition method based on Hu invariant moment is proposed. And the low-resolution(75dpi) palmprint image(5.5Cm×5.5Cm) is used for the small scale database of the effectual palmprint recognition system. The proposed system is consists of two parts: firstly, the palmprint fixed equipment for the acquisition of the correctly palmprint image and secondly, the algorithm of the efficient processing for the palmprint recognition. And the palmprint identification step is limited 3 times. As a results, when the coefficient is 0.001 then FAR and GAR are 0.038% and 98.1% each other. The authors confirmed that FAR is improved 0.002% and GAR is 0.1% each other compared with [3].

**Keywords :** Palmprint, Hu Invariant Moments, Identification, Otsu Binarization

## I. 서 론

최근 정보화 기술의 발달로 개인의 신체적 특징을 이용한 개인 식별 기술의 연구가 활발히 진행 중이다. 개인 식별에 사용할 수 있는 신체적 특징은 각 사람마다 유일해야 하고 측정 시간에 관계없이 항상 불변하는 특성을 가져야 한다. 이러한 조건을 충족하는 신체적 특

징으로는 지문을 비롯하여 얼굴, 눈의 홍채 및 망막, 손등의 정맥, 장문 등 다양한 것들이 존재할 수 있으며, 현재 이러한 특징들을 인식하여 개인을 식별하는 다양한 생체인식시스템이 연구되고 있다.

보안과 개인 인증을 목적으로 하는 많은 분야에서 기계적인 장치를 이용하는 과학적인 개인 식별 방법의 필요성이 크게 증대되고 있으며, 그 연구 방향의 대표적인 것이라 할 수 있는 지문은 모든 사람이 다른 형상을 가지고 있으며 평생 동안 변화하지 않으므로 개인을 구별하는 확실한 식별자료가 될 수 있다.

장문<sup>[1]</sup>의 피부 패턴도 지문과 마찬가지로 출생 시에 이미 완전하게 형성되고 형성된 패턴은 평생 동안 변화

\* 정회원, 조선대학교 대학원 박사과정  
(Dr. Degree, Graduate School, Chosun University)

\*\* 정회원, 조선대학교 전자정보공과대학 전자공학과  
(Dept. of Electronic Eng., College of Elec-Info Eng., Chosun University)

접수일자: 2004년2월16일, 수정완료일:2005년3월4일

하지 않으므로 개인 식별에 이용될 수 있으나 지문에 비하여 분류나 정리에 이용될 패턴의 존재위치가 넓게 분포되어 있어 처리 데이터양이 많다는 것, 입력 장치를 통한 특징영역의 정확한 채취가 어렵다는 것, 손의 사용상태에 따라 특징패턴에 부분적인 손상이 발생하여 특징패턴의 형태나 위치에 영향을 주는 등의 문제점이 있으나, 장문에는 개인을 식별하는데 사용될 수 있는 손금(principal lines), 주름(wrinkles), 융기(ridges), 특징 점(minutiae point) 등이 있어서 개인을 효과적으로 식별할 수 있다<sup>[2]</sup>. 또한, 지문은 한정된 영역에 많은 특징적인 정보들이 집중되어 있어서 부분적인 위조가 용이하며 직업적으로 손을 많이 사용하여 지문이 닳거나 없어지는 공사장의 인부와 같은 사람에게는 정확한 지문을 획득하기 어려운 단점이 있다. 지문에 비하여 장문은 닳거나 없어지지 않아 견고성을 가지고 있으며, 식별 정보가 넓게 분포되어 있어서 부분적인 위조에도 강한 특성을 가지고 있다.

현재 사용되어지는 장문 인식 알고리즘은 홍채인식에 사용되어지는 2D Gabor phase coding 알고리즘<sup>[3]</sup>, 지문 인식에 사용되는 특징점과 패턴 매칭(Minutia and Feature patterns matching)<sup>[4]</sup> 등의 알고리즘이 사용되고 있으나 장문처럼 넓은 범위에 존재하는 특징점과 패턴을 검색하기에는 많은 시간이 소요된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 불변모멘트를 이용한 장문 인식 알고리즘을 제안하였다. 장문의 정확한 특징영역을 획득하기 위하여 스캐너 상에 장문고정 장치를 설계하여 부착하였으며, 장문의 부분적인 손상을 보상하기 위하여 히스토그램 평활화, 평활화 필터 그리고 Otsu 이진화 블록<sup>[5,6]</sup>을 장문인식 전 처리과정에 삽입 시켰다. 장문의 인식에는 Hu 불변 모멘트<sup>[7~9]</sup>를 사용하였으며, 처리 데이터양과 장문 인식 동작 시간을 최소화 하기 위하여 75dpi(dots per inch)의 저급 해상도를 가지는 장문을 입력 데이터로 사용하였다.

본 논문의 구성은 II장에서 스캐너와 장문 고정 장치를 이용한 장문 획득 시스템에 대하여 설명하고, III장에서 불변 모멘트를 사용하여 데이터베이스 작성과 입력 장문의 인증과정을 제안한다. 그리고 IV장에서는 제안된 알고리즘을 사용하여 입력되는 장문의 본인거부와 타인수용률을 계산하여 성능을 측정하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. 장문 획득 시스템

장문 획득 시스템은 변화량이 적은 장문 이미지를 획득하기 위한 장문 고정 장치와 장문 추출 부분으로 구성되어 있다. 장문 인증 시스템의 계산 시간을 최소화 하기 위하여 [3]을 참조하여 장문 이미지의 해상도는 75dpi로 결정하였으며, 장문 이미지의 크기는 반복적인 실험을 통하여 135×135 픽셀(pixel)을 선택하였다.

### 1. 장문 고정 장치

본 논문에서는 장문의 식별에 불변 모멘트를 이용함으로써 획득되어지는 장문 이미지의 변화량이 적을수록 정확한 식별을 할 수 있다. 그림 1은 장문 획득 시스템을 위하여 제작한 장문 고정 장치이다. 이 장치는 불변 모멘트 계산에서 중요한 정보를 가지는 일정 영역의 주름과 손금을 획득하기 위하여 검지와 중지, 약지와 소지 사이에 손을 고정시킬 수 있는 핀을 설치하고 설치된 핀을 기준으로 장문 이미지를 획득하는 구조를 가지고 있다.

그림 1에서 장문을 획득하는 사각형 영역 'D'는 핀 A와 B를 지나는 직선에 평행한 정사각형으로 5.5×5.5[cm]의 크기를 갖는다.

### 2. 장문 추출

장문 고정 장치를 스캐너상에 고정시켜 장문 이미지를 획득한다. 획득한 장문 이미지는 칼라 성분을 포함하고 있으므로 알고리즘의 계산량을 줄이기 위하여 256

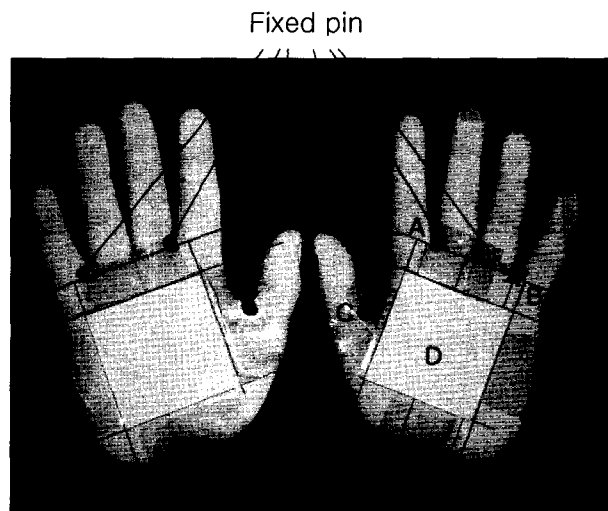


그림 1. 장문 고정 장치  
Fig. 1. Palmprint fixed equipment.

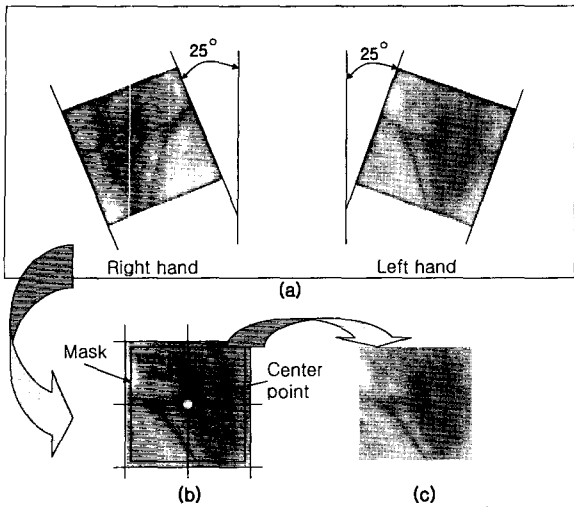


그림 2. 장문 이미지 획득 과정  
Fig. 2. The acquisition procedure of palmprint image.

그레이 레벨로 변화시킨다. 그리고 모서리 부분의 잡음 성분 제거와 획득한 장문의 중심영역의 이미지를 얻기 위하여 135×135 픽셀의 마스크를 사용하여 최종 이미지를 획득한다. 그림 2는 장문 이미지의 획득 과정을 나타낸다.

그림 2에서 (a)는 장문 고정 장치를 이용하여 획득한 양손의 장문 이미지이다. 한사람으로부터 각각 좌우 두 개의 장문을 획득하여 사용하였다. (a)에서 획득되어지는 장문 이미지는 5.5×5.5[cm]의 크기를 갖는 이미지이며, 각각 좌우로 25도씩 회전되어진 상태로 획득되어진다. 장문의 회전 각도는 장문 고정 장치의 제작 시 반복적인 실험을 통하여 장문 고정 장치에 편하게 장문을 올려놓을 수 있는 각도이다. 그림 2의 (b)는 (a)에 얻어진 이미지를 각각 25도씩 회전시킨 다음 이미지의 중심점으로부터 135×135 픽셀의 마스크를 씌우는 과정이며, 최종적으로 장문 인식에 사용되어지는 (c) 이미지를 얻는다.

### III. 장문 인증 알고리즘

본 논문에서 제안된 장문 인증 알고리즘은 히스토그램 평활화(Histogram Equalization), 평활화 필터(Smoothing Filter), Otsu 이진화(Otsu Binarization), 불변 모멘트(Invariant Moment) 그리고 검색 알고리즘(Search Algorithm)의 5단계로 이루어져 있다.

히스토그램 평활화와 평활화 필터는 장문 인증 시스템에 필요한 장문의 배경부분과 주름 및 손금 부분을

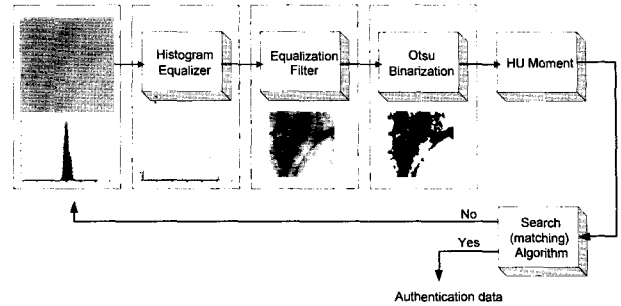


그림 3. 제안된 장문 인증 알고리즘  
Fig. 3. The proposed algorithm of Palmprint identification.

명확하게 구분 시켜주며, 또한 빛에 따른 명암의 변화나 장문의 손상에 대하여 강인성을 부여해준다. Otsu 이진화 처리는 불변 모멘트를 계산하기 위하여 장문 이미지를 '0'과 '1'의 이진 데이터로 변화시키는 과정이며 불변 모멘트 계산을 통하여 각 사람을 구분할 수 있는 장문의 고유값을 추출할 수 있다. 그림 3은 제안된 장문 인증 알고리즘이다.

Uniqueness Theorem<sup>[10]</sup>에 의하면, 2차원 연속 함수  $f(x, y)$ 를 갖는 영상에서,  $f(x, y)$ 가 구간에서 연속이고  $x-y$  평면의 일정 부분에서 영이 아닌 값을 갖는다면 모든 차수의 모멘트가 존재하며  $f(x, y)$ 에 의해  $(p+q)$ 차수의 모멘트  $m_{pq}$ 가 유일하게 결정되고 또  $m_{pq}$ 로부터  $f(x, y)$ 가 유일하게 결정된다. 디지털 영상  $f(i, j)$ 가 이진 영상이라면 모멘트는 식 (1)과 같다.

$$m_{pq} = \sum_i \sum_j i^p j^q, (p, q=0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

$p, j$  : 이미지 픽셀의 x축 좌표

$q, j$  : 이미지 픽셀의 y축 좌표

중심 모멘트는 식 (2)로 정의되며 이동에 불변인 특성을 갖게 된다<sup>[9]</sup>.

$$\mu_{pq} = \sum_i \sum_j (i - \bar{x})^p (j - \bar{y})^q \quad (2)$$

식 (2)에서 인덱스  $i, j$ 는 각각 수평  $x$ 축, 수직  $y$ 축의 위치를 나타낸다. 모멘트  $m_{00}$ 는 이진 객체 영역을 나타내는데 3차 모멘트까지의 중심 모멘트는 식 (3)과 같은 관계를 갖는다.

$$\begin{aligned}
\mu_{00} &= m_{00} = \mu \\
\mu_{10} &= \mu_{01} = 0 \\
\mu_{20} &= m_{20} - \mu \bar{x}^2 \\
\mu_{11} &= m_{11} - \mu \bar{x} \bar{y} \\
\mu_{02} &= m_{02} - \mu \bar{y}^2 \\
\mu_{03} &= m_{03} - 3m_{02} \bar{y} + 2\mu \bar{y}^3 \\
\mu_{30} &= m_{30} - 3m_{20} \bar{x} + 2\mu \bar{x}^3 \\
\mu_{21} &= m_{21} - m_{20} \bar{y} - 2m_{11} \bar{x} + 2\mu \bar{x}^2 \bar{y} \\
\mu_{12} &= m_{12} - m_{02} \bar{x} - 2m_{11} \bar{y} + 2\mu \bar{x} \bar{y}^2
\end{aligned} \tag{3}$$

중심 모멘트의 해석은 다음과 같다.

$\mu_{20}$  : 수평축 분산

$\mu_{02}$  : 수직축 분산

$\mu_{11}$  : 수평축과 수직축의 상호분산(covariance)

$\mu_{12}$  : 수평축에서 오른쪽에 비해 왼쪽으로 퍼져 있는 정도

$\mu_{21}$  : 수직축에서 위쪽에 비해 아래쪽으로 퍼져 있는 정도

$\mu_{30}$  : 수평축의 비대칭 정도(skew)

$\mu_{03}$  : 수직축의 비대칭 정도(skew)

또한 정규 모멘트는 중심 모멘트를 일정한 크기의 값으로 나눠주는 것으로 식 (4)와 같이 정의되며, 이는 크기에 불변인 특성을 부여해 준다<sup>[11]</sup>.

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma}, \quad \gamma = \frac{p+q}{2} + 1 \tag{4}$$

본 논문에서는 식 (3)과 (4)를 이용하여 Hu 불변 모멘트<sup>[12]</sup>를 추출하여 장문 인식 알고리즘에 사용하였다. Hu 불변 모멘트는 식 (5)와 같이 2차와 3차 중심 모멘트로 구성된다.

$$\begin{aligned}
\phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\
\phi_2 &= (\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\
\phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \\
\phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2
\end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
\phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\
&\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\
&\quad \times [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\
\phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\
&\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\
\phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\
&\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] - (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\
&\quad \times [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]
\end{aligned}$$

식 (5)에서 정의된 Hu 모멘트의 해석은 다음과 같다.

$\phi_1$  : 수평과 수직 방향의 분산의 합, 수직과 수평축으로 많이 퍼져 있을수록 값이 커짐.

$\phi_2$  : 수직축과 수평축의 분산의 정도가 비슷할 경우 수직과 수평축에 대한 상호분산 값.

$\phi_3$  : 좌우, 상하로 치우친 값을 강조하는 결과

$\phi_4$  : 좌우, 상하로 치우친 값을 상쇄하는 결과

$\phi_5, \phi_6, \phi_7$  : 크기, 회전, 위치에 불변인 특징값을 추출

탐색알고리즘에 사용되는 Hu 모멘트 중 5번째와 7번째 모멘트는 그 값의 변화가 미세하여서 장문 인중에 큰 영향을 미치지 않으며 또한 계산량의 증대를 가져오므로 장문 검색 알고리즘에서 제외하였다.

탐색알고리즘은 기본적으로 최소 유클리디안 (Euclidean) 거리를 계산하는 방식을 취했으며 식 (6)을 사용하였다.

$$V_M = \frac{x_{dbM}}{x_{inM}} \quad V_T = \frac{\sum_{M=0}^{M-1} V_{M-1}}{M} \tag{6}$$

$$result = coeff \geq V_T$$

M : 모멘트 차수

XinM : 입력데이터의 Hu 모멘트

XdbM : DB의 Hu 모멘트

VM : 정규화 데이터

VT : 유클리디안 거리

coeff : 임계값(0.001~0.004)

즉, 데이터베이스에 들어있는 5개의 Hu 불변 모멘트

와 인증을 위해 들어온 장문의 Hu 불변 모멘트 사이의 거리 값이 일정값 이하인 데이터를 찾는 알고리즘이다.

#### IV. 실험 및 결과

##### 1. 장문 데이터베이스

본 논문에서 설계된 장문 획득 장치를 사용하여 189 명으로부터 양손의 장문을 획득하여 총 378개의 장문을 가지고 제안된 알고리즘의 성능을 측정하였다. 장문을 제공한 사람은 21~28세 사이의 남자 168명, 여자 21명으로 구성되어 있다. 획득된 장문은 135×135 픽셀의 크기를 가지며 장문 고정장치를 사용하여 장문의 회전, 위치이동 등의 변화가 최소가 되도록 하였다.

장문 데이터베이스를 만들기 위하여 하나의 장문을 3 번 측정하여 각각의 장문으로부터 5개의 Hu 불변 모멘트를 구한다음 3개 모멘트의 평균을 데이터베이스로 만들었다. 그림 4는 데이터베이스의 기본 형태로 장문의 이름과 5개의 Hu 불변 모멘트로 구성되어 있다.

표 1은 데이터베이스에 입력된 장문의 최대, 최소, 평균 그리고 Otsu 이분점의 픽셀 밝기를 나타낸다.

##### 2. 장문 인증

장문의 인증 방법으로는 장문 데이터베이스에 들어

```
DB=cell(378,2)
DB{1,1} = 'Jinsoo_right'; ← Name
DB{1,2} = [0.4268 0.1898 0.0017 0.0059 0.0004];
DB{2,1} = 'Jinsoo_left';
DB{2,2} = [0.3713 0.1381 0.0037 0.0124 -0.0002];
.
.
DB{377,1} = 'Minhuk_right'; ← Hu moment
DB{377,2} = [0.3897 0.1532 0.0048 0.0060 0.0003];
DB{378,1} = 'Minhuk_left';
DB{378,2} = [0.3698 0.1467 0.0121 0.0293 0.0041];

save DB DB
```

그림 4. 데이터베이스 구조  
Fig. 4. The structure of database.

표 1. 데이터베이스의 픽셀 밝기와 Otsu의 이분점  
Table 1. Pixel brightness of database and Otsu's binarization.

	181	106	172	122
	131	119	126	

있는 Hu 불변 모멘트와 장문획득 장치로부터 들어오는 입력장문의 Hu 불변 모멘트를 매칭시켜 장문 데이터베이스에서 입력 장문과의 유클리디안(Euclidean) 거리가 일정값 이하인 장문을 입력된 장문과 동일한 장문으로 인증한다.

장문인증시스템의 성능평가를 위한 기준으로 사용되는 대표적인 방법은 타인수락오류율(FAR : False Acceptance Ratio)과 본인거부오류율(FRR : False Rejection Ratio)이다. 여기서 타인수락오류율은 입력 장문을 데이터베이스의 장문과 비교했을 때 동일인의 장문이 아님에도 불구하고 동일인의 장문으로 잘못 판정한 비율이고, 본인거부오류율은 동일인의 장문임에도 불구하고 동일인의 장문이 아니라고 잘못 판정한 비율이다. 본 논문에서는 타인수락오류율(FAR)과 본인거부오류율(FRR)로서 식 (7)을 사용하였으며 [3]과의 비교 데이터를 얻기 위하여 GAR(Genuine Acceptance Rate)을 계산하였다.

$$\begin{aligned}
 FAR &= \frac{\gamma_a}{\gamma_b} & FRR &= \frac{\delta_a}{\delta_b} \\
 GAR &= \frac{\delta_b - \delta_a}{\delta_b} = 1 - FRR
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

$\gamma_a$  : 타인이 본인으로 오인식된 횟수

$\gamma_b$  : 본인대타인 매칭 횟수

$\delta_a$  : 본인이 타인으로 오인식된 횟수

$\delta_b$  : 본인대본인의 매칭 횟수

총 378장의 데이터베이스에 입력된 장문만을 가지고 장문인증 알고리즘의 성능을 측정했을 때는 비교 장문 사이의 Hu 불변 모멘트가 정확히 일치하므로 FAR과 FRR이 각각 0%를 기록했다. 본 논문에서는 데이터베이스에 들어 있는 장문과 실시간으로 장문획득 장치를 통하여 얻어지는 장문 데이터를 가지고 장문인증을 하였다. 그러므로 획득되어지는 장문의 위치 및 장문 이미지의 명암에 변화가 있는 데이터가 입력되어진다. 본 연구에서 사용된 장문의 전체 매칭 횟수는 142,884 (378×378)이며 본인대타인 매칭 횟수는 142,506이고 본인대본인 매칭 횟수는 378이 된다.

제안된 알고리즘의 성능 비교는 인간의 손을 기반으로 이루어지는 인증 시스템 중 손 모양, 지문 그리고 장문 인증 시스템을 고려하여 하였으며 장문 인증 시스템 중 성능이 가장 뛰어난 [3]과 성능을 비교하였다. 표 2

표 2. [3]의 FAR과 GAR  
Table 2. FAR and GAR of [3].

	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
	97.7	97.8	98.0	98.2	98.3

표 3. 1차 인증으로 측정된 FAR과 GAR 성능  
Table 3. The performances of first identification FAR, GAR.

	$\delta$		$\delta$ $\delta$	
0.001	104	0.072	70	81.5
0.002	225	0.157	48	87.3
0.003	276	0.193	31	91.8
0.004	290	0.203	24	93.7

표 4. 2차 인증으로 측정된 FAR과 GAR 성능  
Table 4. The performances of second identification FAR, GAR.

	$\delta$		$\delta$ $\delta$	
0.001	61	0.042	32	91.5
0.002	78	0.054	21	94.4
0.003	86	0.060	19	95.0
0.004	135	0.094	14	96.3

표 5. 3차 인증으로 측정된 FAR과 GAR 성능  
Table 5. The performances of third identification FAR, GAR.

	$\delta$		$\delta$ $\delta$	
0.001	55	0.038	7	98.1
0.002	71	0.049	7	98.1
0.003	79	0.055	6	98.4
0.004	125	0.087	4	98.9

는 [3]의 FAR과 GAR이며, 음영부분은 [3]에서 최적화로 제시된 FAR과 GAR이다.

표 3은 식 (6)에서 제안한 탐색 알고리즘의 임계값 (coeff)의 변환에 따른 FAR과 GAR을 나타낸다.

표 3에서 전체적으로 FAR과 GAR이 [3]에서 제안한 알고리즘의 표 2보다 나쁨을 알 수 있다. 그 이유는 임계값 범위 안에 들어가는 데이터가 두개 이상일 때는 장문인증을 오인된 횟수로 처리했기 때문이다. 이와 같은 점을 개선하기 위하여 임계값 범위 안에 두개 이상의 값이 들어오면 다시 한번 장문을 획득하여 장문을

```

START
Scan Pallmprint...      (1500ms)
Histogram Equilization... (23ms)
Otsu Binarization...    (38ms)
Maximum distribution : 123
Hu Moment Calculation... (45ms)
0.4131 0.1708 0.0007 0.0017 0.0001
Search...                (600ms)
Result = "Jin Soo NOH"

Total Time =             (2106ms)
    
```

그림 5. 제안된 알고리즘 전체 실행시간  
Fig. 5. Total run-time of algorithm proposed.

재 인증하는 구조를 가지도록 설계했으며, 재 인증을 총 3회로 제한시켰다. 3회 초과 시 인증 실패로 처리하고 다시 처음부터 인증과정을 거치도록 설계하였다. 표 4는 2차 인증을 거쳐 나오는 데이터이다.

표 4에서 탐색 알고리즘의 임계값을 0.001로 설정했을 때 FAR은 0.042[%], GAR은 91.5[%]를 얻을 수 있었다. 마지막으로 표 5에서와 같이 3차 인증과정을 거쳐 나오는 데이터에서는 FAR과 GAR이 각각 0.038[%], 98.1[%]로 [3]보다 FAR은 0.002%, GAR은 0.1% 향상됨을 알 수 있다.

### 3. 장문 인증 속도

본 논문에서 제안한 장문 인증 시스템은 Matlab 6.5에서 구현 되었으며, 사용된 컴퓨터의 사양은 Intel Pentium 4(3.0GHz) 프로세서와 2GB RAM을 사용하였다. 그리고 장문 획득에 사용된 스캐너는 HP ScanJet 7400C 모델이다.

장문 인증을 위해 걸리는 전체 시간은 약 2초 정도가 소요되며 그림 5와 같이 크게 스캐너를 이용하여 장문을 획득하는 시간(1.5s), 모멘트를 추출하는 시간(110ms), 데이터베이스를 탐색하는 시간(0.6s)으로 나뉘어진다. 데이터베이스의 양에 따라 탐색시간이 변화되는데 본 논문에서는 378개의 장문 이미지를 데이터베이스에 저장시켜 사용하였다.

## V. 결 론

본 논문에서는 불변모멘트 기반의 장문 인증 알고리즘을 제안하였다. 이 방법은 크게 장문 획득 시스템과 장문 인증 시스템으로 구성되어 있다. 장문 획득시스템은 장문 고정장치를 사용하여 장문 이미지 획득에 정확성을 부여하고, 불변 모멘트 계산 시간을 단축시키기 위하여 히스토그램 평활화, 평활화 필터, Otsu 이진화 등의 이미지 전처리 부분으로 이루어져 있다. 그리고 장문 인증 시스템은 이미지 전처리를 거친 장문 데이터의 불변 모멘트를 계산하여 데이터베이스에 들어 있는 데이터와 최소 유클리디안 거리를 탐색하는 알고리즘을 사용하여 장문을 인증할 수 있는 구조로 되어 있다.

본 논문에서 제안된 알고리즘의 FAR, FRR 그리고 GAR을 계산한 결과, 표 4, 5와 같이 2차, 3차 인증과정 알고리즘으로 임계값 0.001일 때 FAR은 0.038[%], GAR은 98.1[%]의 값을 얻을 수 있었으며, 표 2의 비교 데이터로 선택한 [3]보다 FAR은 0.002%, GAR은 0.1% 향상되었음을 알 수 있다.

제안된 시스템의 전체 동작 속도는 약 2초 정도가 소요된다. 스캐너를 이용한 장문 획득시간이 약 1.5초로 가장 오래 걸리는데 이 부분은 앞으로 장문 획득장치에 사용된 스캐너를 CCD로 개선하여 동작시간을 단축 하겠다. 결과적으로 본 논문에서 제안한 불변 모멘트를 이용한 장문 인식 시스템은 전체적 동작 속도를 제외하고는 상용화되어 있는 지문 인식 시스템보다 높은 성능을 나타내었다.

## 감사의 글

본 논문의 실험 데이터를 수집, 정리해준 박사과정 노진수군과 보이지 않은 곳에서 면밀한 심사를 해주신 심사위원님들께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

[1] K. Yamato, Y. Hara, "Fingerprint Identification System by Ravine Thinning," IEICE, Vol. J71-D, No.2, pp. 329~335, 1988.  
 [2] W. Shu and D Zhang, "Automated Personal Identification by Palmprint," Optical Eng., vol. 37m no. 8, pp. 2659~2362, 1998.  
 [3] David Zhang, Wai-Kin Kong, Jane You, Michael

Wong, "Online Palmprint Identification," IEEE Trans. Pattern analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 9, pp. 1041~1050, 2003.  
 [4] Sun B. Jun, Young D. Lim, "Personal Verification using Feature Patterns of Palmprint," KICS, vol. 17, no. 12, pp. 1437~1450, 1992.  
 [5] N. Otsu, "A threshold selection method from gray level historgam," IEEE SMC-9, no. 1, pp. 62~66, 1979.  
 [6] K. Fukunage, Introduction to Statistical Pattern Recognition, New York Academic, 1972.  
 [7] Rafael C. Gonzales and Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, pp. 514~518, 1993.  
 [8] Robert M. Haralic and Linda G. Shapiro, Computer and Robot Vision II, Addison Wesley, pp. 428~330, 1993.  
 [9] Morton Nadler and Eric P. Smith, Pattern Recognition Engineering, Wiley-Interscience, pp.197~199, 1993.  
 [10] Papoulis, Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, McGraw Hill, 1965.  
 [11] Cho-Huak Teh and Roland T. Chin, "On Digital Approximation of Moment invariants," Computer Vision, Graphics, And Image Processing, Vol. 33, pp. 318~326, 1986.  
 [12] M. K. Hu, "Pattern recognition by moment invariants," Proc. IEEE, vol. 49, no. 9, pp. 1428, Sept. 1961.

---

 저 자 소 개
 

---



신 광 규(정회원)  
 1992년 조선대학교 전자공학과  
 학사졸업.  
 1999년 조선대학교 전자공학과  
 석사졸업.  
 2005년 조선대학교 전자공학과  
 박사과정 수료.

<주관심분야 : 신호처리, 생체인식>



이 강 현(정회원)  
 1979년, 1981년 조선대학교 전자  
 공학과 공학사 및 석사  
 1991년 아주대학교 대학원  
 공학박사  
 1977년~현재 조선대학교 교수  
 1991년, 1994년 미 스탠포드대  
 CRC 협동연구원.

1996년 호주시드니대 SEDAL 객원교수

2002년 영국 런던대 객원 교수

2000년 한국 멀티미디어 기술사 협회 이사

2002년 대한전자공학회 멀티미디어연구회  
 전문위원장

2003년 한국 인터넷 방송/TV 학회부회장