

論文91-28B-11-7

## 階層的 分類方式에 의한 印影 檢證

## (A Hierarchical Classification Method for Verification of Seal Imprint)

金 珍 希\*, 沈 載 昌\*\*, 玄 基 浩\*\*, 河 永 浩\*\*

( Jin Hee Kim, Jae Chang Shim, Ki Ho Hyun, and Yeong Ho Ha)

## 要 約

본인을 확인하는 수단으로 사용되고 있는 인영 확인의 자동화는 동양권에서 절실히 요구되고 있다. 본 논문에서는 인영 검증 시스템 구현을 위한 접근으로 인영의 전체적인 형태를 파악하는 전역적 특징과 자획의 크기, 분포, 길이의 상대적 위치를 알 수 있는 제안한 지역적 특징을 사용하였다. 또한 정확한 검증을 위해 계층적 분류법을 통하여 검증 과정을 수행하였다. 기존 알고리즘에서의 자세 추정 과정에서 생기는 오류와 시간 소모를 줄였고 실험을 통하여 좋은 결과를 얻었다.

## Abstract

Automatic recognition of seal imprint has been required in the oriental countries. In this paper, a hierarchical approach for seal imprint verification is presented. Global features are used for seal imprint description in the first step. In the second step, conventional and several proposed local features are used to detect useful informations such as size, distribution and relative position of stroke length from seal imprint. In the last step, seal imprints are classified into one of three categories 'accept', 'ambiguous' and 'reject', based on the hierarchical classification. Experimental results show good performance on classification and recognition.

## I. 서 론

인영(seal imprint)은 동양권에서 본인을 확인하는 수단으로 널리 사용되고 있다. 원본인영과 검증대상 인영을 비교하여 진위판별을 하는 인영검증은 현재 사람의 눈을 통해 이루어지고 있으므로 진위판별에

오류를 발생시킬 소지가 있을 뿐만 아니라 방대한 양의 정보를 처리하는데 있어서 난점이 되고 있다. 따라서, 인영 검증의 자동화가 요구되고 있으며 신뢰성 있는 검증 시스템의 연구가 필요하다.

일반적인 패턴인식<sup>1)</sup>의 예를 들면 문자인식의 경우, 인식대상문자를 여러종류의 모델과 비교하여 가장 유사한 모델로 인식하는 반면에 인영 검증은, 두개의 인영이 정확히 정합되는지 확인하기 위해 검증대상 인영이 원본인영과 전체적으로 동일한 형태를 가지고 있어야 할 뿐만 아니라 두 인영이 몽롱화(bluring)되거나 왜곡되지 않았다면 모든 자획(stroke)의 크기, 폭, 길이, 면적 및 상대적 위치등도 일치해야 한다. 그러나, 동일 인감으로 부여의 인영일지라도 많은 변형을 가질 수 있다.<sup>2)</sup> 종이에 인감을 날인하는 방법,

\*正會員, 韓國通信 硏究開發團 光通信硏究室  
(Korea Telecom, Research Center Optical Comm. Section)

\*\*正會員, 慶北大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)  
接受日字: 1991年 5月 22日

날인된 종이의 재질등에 따라 인영의 형태가 다를 수 있으며, 또한 날인시에 가해지는 힘에 따라 어떤 부분은 손상되며, 어떤 부분은 아예 나타나지 않을 수도 있다. 이러한 인영 검증의 특성은 시스템 구현에 장애 요인이 되고 있다.

인영 검증을 위하여, Ueda와 Nakamura<sup>[6]</sup>는 인영검증 전문가가 사용하는 검증법의 분석을 통하여 지역적 특징 및 전역적 특징을 사용하였다. 이 방법은 좋은 인식율을 얻어 제안한 기법의 효용성을 증명하였지만 원형 안감에 대해서만 실험되었고 부분적으로 손상된 인영은 검증될 수 없는 문제점을 안고 있다. Fan과 Tsai<sup>[8]</sup>는 사각형 인영만 처리할 수 있는 방법을 제안하였다. 이 방법도 이진화된 영상을 세선화 과정을 거쳐 골격영상을 추출하게 되며, 두 골격 영상의 유사도를 측정하기 위해 거리가중 상관관계(distance-weighted-correlation)가 사용되었다. 이로 인하여 앞서의 방법보다 우수한 검증율을 얻을 수 있었지만, 부분적으로 손상된 인영과 사각형이 아닌 다른 모양의 인영은 인식할 수 없는 문제점을 갖고 있다. 최근 S. W. Lee과 J. H. Kim<sup>[7]</sup>는 ASG (attributed stroke graph) 정합을 이용한 인영 검증 시스템 구현의 시도를 한 바 있었다. 이 방법은 입력 영상을 단일 두께의 선 표현으로 변환하고 이로부터 속성 자획 그래프를 구성한다. 그 다음은 속성 자획 그래프를 표준위치로 변환시켜 입력한 후 각 모델 속성 자획 그래프의 정점(verex)과 조각(segment) 사이의 대응을 결정하여 그들 사이의 거리를 계산하였다. 이렇게 함으로서 기존 알고리즘의 제약 조건을 많이 줄였지만 검증 속도와 검증율 개선 등에는 문제점이 있다. 앞에서 소개한 인영 검증 방법들은 원본인영과 검증대상인영을 비교하여 회전각을 결정하고 좌표 변환 과정을 거친다. 이 과정에서 회전각이 커짐에 따라 원래 영상과는 다른 자획의 형태를 갖는 영상으로 바뀔 염려가 있으며 또한, 다양한 형태의 인영을 처리할 수 없다.

따라서, 본 논문에서는 기존 알고리즘의 자세 추정(pose estimation) 과정에서 생길 수 있는 오류를 줄이고, 다양한 형태를 갖는 인영을 처리하기 위하여 인영 자체의 특성을 이용할 수 있는 기존의 척도들과 제안한 간단한 척도들을 조합하여 사용하였다. 또한, 정확한 인식을 위해 인영의 전체적인 부분으로부터 세밀한 부분까지 검사할 수 있도록 척도를 적용하였다. 현재 척도에 대한 인식 허용 범위를 만족할 때 다음 척도를 비교하는 계층적 분류방식을 통해 3가지 형태로 분류하였다. 제안한 척도들은 전역적 특징을 위한 인영의 형태 검사와 영역적 고리 데

이타이며, 또한, 지역적 특징을 위해 원 모양 주사선 상에서 정의되는 확장된 고리 데이터의 최대 정합율, 특징점의 총 수와 자획폭의 차이등이다.

## II. 전처리 및 특징 추출

### 1. 전처리(preprocessing)

#### 1) 이진화 과정

입력 인영 영상을 이진화 영상으로 처리하기 위한 가장 간단한 방법은 모든 입력 영상에 고정된 문턱치를 사용하는 것이다. 그러나 인영을 얻을 때 조명 조건이 다름으로 인해 인영은 다양한 명암도를 가지기 때문에 고정된 문턱치의 사용은 오류를 유발한다. 또 다른 방법으로 이완(relaxation)을 이용하는 방법이 있으며 이는 계산 시간이 많이 걸리는 문제점이 있다. 따라서, 이를 극복하기 위하여 명암도 정규화(gray scale normalization)<sup>[6]</sup> 과정을 통해 동일한 명암도를 갖는 입력 영상으로 변환한다. 먼저 입력 영상의 각 화소의 명암도( $G_i$ )에서 입력 영상의 평균 명암도( $M_i$ )를 빼고 모델 영상의 평균 명암도( $M_R$ )를 더해 주어 새로운 명암도  $G_N$ 을 얻는다. 이를 나타내면 식(1)과 같다.

$$G_N = G_i - M_i + M_R \quad (1)$$

이렇게 변환된 입력 영상의 평균 명암도는  $M_R$ 이 되어 모델인영의 문턱치  $T_R$ 로서 이진화 영상을 얻는다.

#### 2) Labeling(blob coloring)

이진화 과정을 거친 인영의 연결된 자획을 독립적인 하나의 영역으로 구분하기 위하여 즉, 각 자획에 다른 label을 할당하기 위하여 그림1과 같은 L모양의 형틀을 이용하여 순차적(sequential)인 labeling과정<sup>[9]</sup>을 수행한다. labeling 과정을 거친 자획의 부분들은 서로 독립적인 영역으로 구분이 된다. 이들 각 영역으로 부터 정합에 이용되는 지역적 특징들인 면적, MBR, 주변길이, 무게중심이 추출되며 같은 label로 이루어진 영역끼리 정합이 이루어진다.

#### 3) 회전각 결정

원본인영과 검증대상인영 사이의 회전각을 결정하

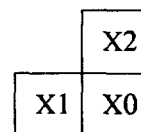


그림 1. 레이블링을 위한 L-자 형틀  
Fig. 1. L-shape template for labeling.

기 위하여 Nakamura<sup>[6]</sup> 방법을 이용하였다. 먼저, labeling과정을 통하여 최외각 화소들을 추출하여 그로부터 중심점이 유도된다. 중심점으로 부터 반경  $R_1$ ,  $R_2$ 의 두 원을 그어 원상에 존재하는 코리데이타(ring data)라고 하는 일련의 화소를 추출한다. 코리데이타의 정합율은 식(2)와 같이 정의된다.

$$P(m, n) = \frac{1}{N_1 + N_2} \left\{ \sum_{i=1}^{N_1} \overline{R_1(i) \oplus T_1(i-m)} + \sum_{j=1}^{N_2} \overline{R_2(j) \oplus T_2(j-n)} \right\} \quad (2)$$

여기서,  $R_1(i)$ 와  $T_1(i)$  ( $i=1, N_1; T_1(i) = \dot{T}_1(i-N_1)$ )는 원본과 검증대상인영의 반경  $R_1$ 상의 코리데이타이고,  $R_2(j)$ 와  $T_2(j)$  ( $j=1, N_2; T_2(j) = \dot{T}_2(j-N_2)$ )는 반경  $R_2$ 상의 코리데이타이다.  $N_1$ 과  $N_2$ 는 각 코리데이타의 길이이며,  $m$ 과  $n$ 은 검증대상인영의 각 코리데이타의 회전 각의 양이다.  $P(m, n)$ 의 최대 정합율을  $P_M$ 으로 정의하며 식(3)과 같다.

$$P_M = \max_{m, n} [P(m, n)] \quad (3)$$

$P_M$ 을 결정하는  $n$ 의 값을  $n_0$ 로 한다면, 얻어지는 회전각은 식(4)와 같다.

$$\phi = (360 / N_2) \cdot n_0 (^\circ) \quad (4)$$

이렇게 얻어진 회전각은 지역적 특징인 MBR, 무게중심을 구할 때 이용된다.

### 2. 특징 추출

인영검증을 위해서는 원본인영과 검증대상 인영을 정합하여야 한다. 이를 위하여 인영의 전체적인 형태를 파악할 수 있는 전역적 특징과 독립적인 영역으로 구분된 자획의 크기, 길이, 분포 및 상대적 위치 등을 알 수 있는 기존의 특징과 세안한 지역적 특징들이 유도된다.

#### 1) 전역적 특징

인영의 전체적인 표현과 형태를 비교하기 위한 척도로서 인영의 형태 검사, Hu's moments, ellipse 및 영역적 코리 데이타를 사용하였다.

##### (1) 인영의 형태 검사

인영의 전체적인 모양(원형, 사각형, 타원)을 인영의 중심으로 부터 가장자리 점들까지의 거리 정보로서 식(5)와 같이 구한다.

$$P_r = \max [P(r)] - \min [P(r)] \quad (5)$$

여기서  $P(r)$ 은 중심으로부터 가장자리 점들 사이의 거리이다.  $P_r$ 는 사각형일 때 가장 크며, 원형일 때

가장 작은 값을 가진다.

#### (2) Hu's moments

2차원 입력  $f(x, y)$ 에 대한  $p+q$ 차 2차원 모멘트는 다음의 식(6)과 같이 표현된다.

$$m_{pq} = \sum_x \sum_y x^p y^q f(x, y) \quad (6)$$

식(6)의 모멘트는 각 차수마다 고유한 특징을 가지고 있다. 즉, 0차 모멘트  $m_{00}$ 는 임의의 입력영상  $f(x, y)$ 의 총 에너지를 의미하며 1차 모멘트  $m_{01}$ 과  $m_{10}$ 는 물체의 중심위치를 표시한다. 즉,

$$\bar{x} = m_{10} / m_{00}, \quad \bar{y} = m_{01} / m_{00} \quad (7)$$

그리고 2차 모멘트  $m_{20}$ ,  $m_{02}$ 는 영상의 크기 및 회전에 대한 정보를 포함하고 있다. 변위 이동에 대해 불변한 특징을 가진 중심 모멘트  $\mu_{pq}$ 는 영상의 중심에 대해 식(8)로 정의한다.

$$\mu_{pq} = \sum \sum (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (8)$$

여기서  $\mu_{pq}$ 는 각 차수에 따라 고유한 특징을 내포하고 있는 모멘트를 적절히 조합으로 계산할 수 있다. 모멘트의 정규화된 중심 모멘트  $\eta_{pq}$ 는 다음의 식(9)로 정의된다.

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\gamma^p} \quad (9)$$

여기서  $\gamma = \frac{p+q}{2} + 1$ 이다.

이렇게 정규화된 2,3차 중심 모멘트를 이용하면 변위, 회전에 무관하게 인식할 수 있는 7개의 불변 모멘트들을 구할 수 있다.<sup>[6]</sup> 모멘트를 모양 묘사에 사용할 때 적용범위가 낮은 차수의 것으로 제한되어 있다. 왜냐하면 높은 차수로 갈수록 그 값의 범위가 무한히 커지고 표본화 오차(sampling error) 영향이 더욱 커지기 때문이다.<sup>[11]</sup> 이들 중 1,2차 모멘트만을 이용하여 모양 묘사에 사용하였다. 이를 나타내면 다음의 식(10)과 같다.

$$\begin{aligned} H_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ H_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

일반적으로  $H_1$ 은 spread(혹은 size)를 의미하며  $H_2$ 는 slenderness의 정도를 나타낸다.

#### (3) ellipse

그림2에서 보듯이 2차 중심 모멘트  $\mu_{20}$ ,  $\mu_{11}$  및  $\mu_{02}$ 로부터 크기와 방향을 갖는 타원을 임의의 모양에 사상(mapping)이 가능하다.<sup>[11]</sup>

모멘트 벡터  $[\mu_{00} \mu_{11} \mu_{01}]$ 의 고유치를  $a, b$ 라 하면

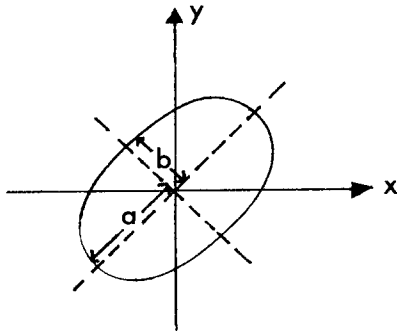


그림 2. 타원  
Fig. 2. Image ellipse.

이들은 각각 다음의 식(11)로 주어진다.

$$a = \frac{\mu_{20} + \mu_{02} + \sqrt{(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2}}{2} \quad (11)$$

$$b = \frac{\mu_{20} + \mu_{02} - \sqrt{(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2}}{2}$$

따라서 타원의 정도는 식(12)와 같다.

$$\text{타원정도} = \sqrt{\frac{b}{a}} = \sqrt{\frac{\text{minor axis}}{\text{major axis}}} \quad (12)$$

(4) 영역적 고리 데이터 (regional ring data)

등간격의 원 모양 주사선 (circle type scan line) 사의 영역으로 정의되며 식(13)과 같이 표현된다.

$$D(i, j) = \sum_{\substack{R < R_{\max} \\ R_i > R_j}} [A(R_i) - A(R_j)] \quad (13)$$

여기서 A(R)은 임의의 변径 R보다 작은 영역의 화소를 의미한다. 식(13)을 정규화하면 식(14)와 같이 표현할 수 있다.

$$R_c(i, j) = D(i, j) / A \quad (14)$$

여기서 A는 전영역의 화소를 의미한다.

2) 지역적 특징

Labeling 과정을 거친 후 인영의 각 자획은 서로 독립적인 영역으로 구분이 된다. 이들로부터 각 자획의 크기, 길이 및 상대적 분포를 표현하는 척도들은 다음과 같다.

(1) 면적 (area)

같은 label이 이루는 영역의 화소수로 정의된다.

$$A(k) = \text{Blob}(k) / A \quad (15)$$

여기서 k는 특정 label을 의미한다.

(2) MBR (minimum boundary rectangular)

자획을 포함하는 최소 사각형 (그림3)을 회전각을 고려하여 새로운 좌표상에서 가로, 세로비로 정의되며 수식은 다음의 식(16)과 같다.

$$MBR = \frac{a}{b} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} \quad (16)$$

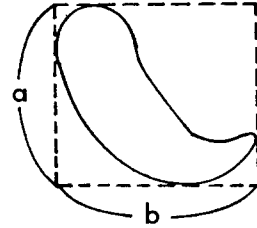


그림 3. 자획을 포함하는 최소사각형  
Fig. 3. Minimum boundary rectangular.

(3) 주변길이 (perimeter)

자획의 주변길이를 의미하며 정규화된 주변길이가 사용된다.

$$P(k) = \frac{\text{peri}(k)}{p} \quad (17)$$

여기서 p는 모든 자획의 주변길이의 합을 의미하고, peri(k)는 label k로 이루어진 영역의 주변길이를 의미한다.

(4) 무게 중심 (centroid)

자획의 무게중심을 의미하며 MBR의 a, b 정보로부터 식(19)와 같이 정의된다.

$$C(k) = \left( \frac{a}{2}, \frac{b}{2} \right) \quad (18)$$

원 모양의 주사선을 정의하기 위하여 Bresenham's circle generation 알고리즘을 이용하였다.<sup>12)</sup>

그림4에서 현재 화소가 P<sub>n</sub>(x, y) 라면 다음 화소는 A 이거나 B가 된다. f(x, y) = x<sup>2</sup> + y<sup>2</sup> - r<sup>2</sup>라 두면 다음 세가지 조건이 성립한다.

- ① f(x, y) = 0 이면 화소는 원주상에 존재
- ② f(x, y) > 0 이면 화소는 원 외부에 존재
- ③ f(x, y) < 0 이면 화소는 원 내부에 존재

어느 화소가 원에 가장 가까운지를 결정하기 위하여 식(19)가 필요하다.

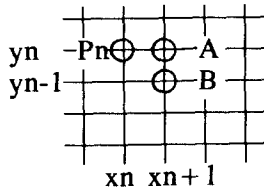


그림 4. 알고리즘 설명을 위한 예  
Fig. 4. Algorithm explanation.

$$d = \sqrt{(x+1)^2 + y^2} + \sqrt{(x+1)^2 + (y-1)^2} - 2r \quad (19)$$

여기서  $d < 0$  이면 A를 선택

$d = 0$  이면 A이거나 B를 선택

$d > 0$  이면 B를 선택

이렇게 결정된 화소는 다음 결정될 화소의 기준이 되며 식(19)를 반복한다. 이 과정을 반복함으로써 제1사분면에 대해 원을 이루는 화소를 결정할 수 있으며 대칭성을 이용하여 완전한 원을 발생시킬 수 있다. circle generation 알고리즘으로부터 유도된 임의의 반경을 가지는 원 모양 주사선 상에서 고리 데이터의 최대 정합율과 자획의 폭, 자획의 상대적 위치, 길이 등에 대한 척도가 된다 유도된다.

(5) 고리 데이터의 최대 정합율 (maximum matching rate of ring data)

Nakamura<sup>6)</sup>가 제안한 고리 데이터의 개념을 확장한 것이 사용된다. 등간격의 원모양 주사선상에서의 최대 정합율은 식(20)에 의해 구한다.

$$R(l_1, l_2, \dots, l_n) = \frac{1}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \left\{ \sum_{i_1=1}^{N_1} \overline{R_1(i_1) \oplus T_1(i_1 - l_1)} + \sum_{i_2=1}^{N_2} \overline{R_2(i_2) \oplus T_2(i_2 - l_2)} + \dots + \sum_{i_n=1}^{N_n} \overline{R_n(i_n) \oplus T_n(i_n - l_n)} \right\} \quad (20)$$

여기서,  $N_1, N_2, \dots, N_n$  : 각 주사선을 이루는 화소의 수

$l_1, l_2, \dots, l_n$  : 각 주사선상의 회전량

$R_n, T_n$  : N번째 주사선상의 모델과 입력 데이터

식(20)에서 최대값을  $R_m$ 으로 정의한다. 원 모양 주사선상에서 같은 label이 만날 때만 계수되므로 정합한 정합이 이루어 진다.

(6) 특징점의 총 수

각 주사선과 만나는 자획의 시작과 끝점을 특징점이라 하면 각 주사선에서의 특징점의 개수도 척도로서 이용되며  $f_r(i)$ 라 정의 한다. 여기서 i는 i번째 주

사선이다.

(7) 자획 (stroke) 폭의 차이

주사선 각각으로부터 존재하는 일련의 데이터열을 유도하며 이들을 각 주사선에 따라 비교한다.

$$S_T = \sum_{s=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^n |X_i(s) - Y_i(s)| \right\} \quad (21)$$

여기서 m : 주사선의 수

n : 주사선과 만나는 자획의 수

$X_i, Y_i$  : 같은 label을 가지는 원본과 검증대상 인영의 데이터

### III. 인영 검증

인영 검증은 훈련과정 (training stage)과 검증 (identification) 과정의 2가지 과정을 통해 이루어 진다.

#### 1. 훈련과정

모델인영을 처리하는 과정으로서 원본인영과 같은 인감으로부터 발생된 인영 집합에 대하여 이루어 진다. 먼저 인영영상을 얻어 이진화과정을 거친 후 건역적 특징들을 유도하고, 이후 각 자획을 독립적인 영역으로 구분하기 위한 labeling 과정을 거친다. 각 자획으로부터 지역적 특징들을 추출한다. 결국 이 과정을 통해 모델과 같은 인영으로 인식할 수 있도록 각 척도에 대한 인식 허용 범위를 결정하고 원본인영과 함께 기억한다. 인식 허용 범위는 모델의 특징에 따라 달라질 수 있으므로 훈련 과정을 통해서 실험적으로 최적값을 구하여야 한다.

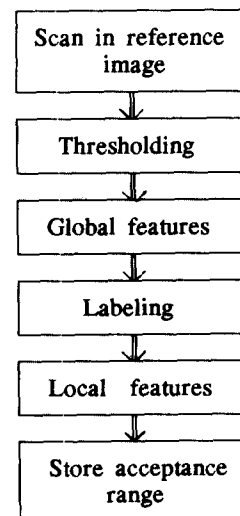


그림 5. 원본인영을 처리하기 위한 흐름도  
Fig. 5. Flow diagram for the operation on reference seal images.

2. 검증 과정

검증과정에서 검증대상인영을 처리하여 'accept', 'ambiguous' 및 'reject'의 3가지 형태로 분류한다. 흐름도는 그림6에 제시하였다.

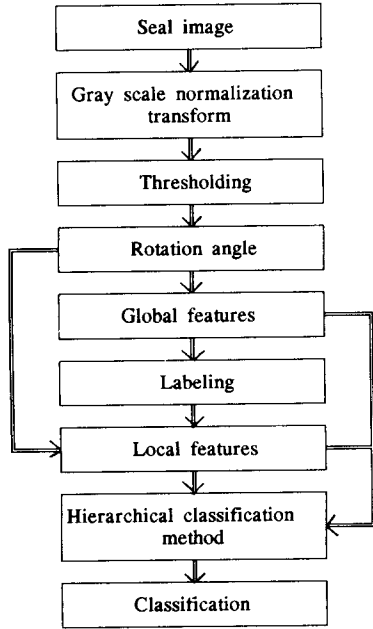


그림 6. 입력영상을 처리하기 위한 흐름도  
Fig. 6. Flow diagram for the identification steps of unknown seal image.

입력 인영영상을 얻고 명암도 정규화 과정을 거친 후 이진화 영상을 얻는다. 고리 데이터를 이용하여 회전각을 결정하고 모델과 정합하기 위한 전역적 특징들을 유도한다. 자획의 면적, 폭, 길이, 상대적 위치 등을 파악하는 지역적 특징들을 labeling 과정 이후 유도한다. 각 척도에 대한 값들을 결정한 후 계층적 분류 과정을 거쳐 "accept", "reject" 그리고 "ambiguous"의 3가지 형태로 분류한다.

3. 계층적 분류 과정

더욱 정확한 검증을 위해 본 논문에서는 인영의 전체적인 형태로 부터 점차적으로 더욱 세밀한 부분까지 검사할 수 있도록 전역적 특징 및 지역적 특징들을 배치하여 인식율을 높이는 데 기여하였다. 각 척도에 대한 배치상황은 그림7과 같다. 그림 7에서 보듯이 윗 단계의 척도에 대한 인식 허용 범위를 만족하면 다음 척도를 검사하는 과정을 거친다. 즉, 인

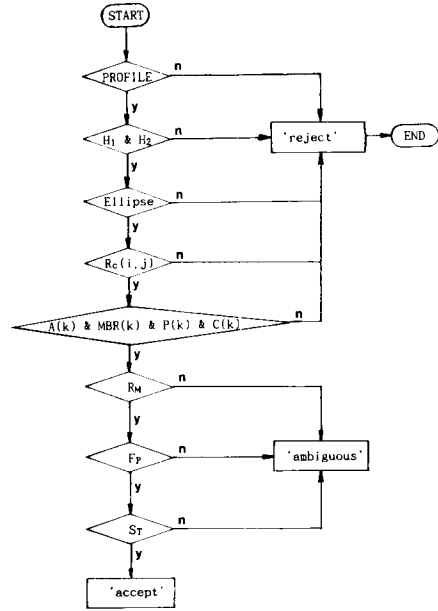


그림 7. 계층적 분류과정을 위한 흐름도  
Fig. 7. Flow diagram of hierarchical classification.

식에 대한 오류율은 아래 단계로 내려올 수록 줄어든다.

IV. 실험 및 고찰

동일인영으로 부터 조각된 3개의 인영으로부터 각각 20개, 총 60개의 선명한 인영을 실험에 사용하였다. 입력 영상은 150×150의 화소를 가진다. 그림8은 4가지 인영의 예를 나타낸다. (a)는 원본인영으로 사용하였고 (b)는 (a)와 같은 인영으로부터 발생된 인영이다. (c), (d)는 (a)와 다른 두개 인영으로부터 각각 발생된 인영이다. 비록 동일인영으로부터 조각된 인영 일지라도 각기 다른 것으로 인식되어야 한다. 따라서 (b)는 "accept", (c), (d)는 "reject"가 되는 결과가 기대된다.

표1에 제안한 척도들의 시뮬레이션 결과를 제시하였다. 원본인영 (Ref.) 과 검증대상 인영의 예 (A5, A7, A11)에 대한 결과값만 나타내었다. 데이터 A7은 원본인영과 비교시 각 척도에 대한 값의 차이가 큼을 볼 수 있다. 따라서 A7은 'reject'의 검증결과가 예상된다. 표2에 60개의 검증대상인영에 대한 검증 결과를 나타내었다. "0"는 'accept', "x"는 'reject', "A"는 'ambiguous'를 의미한다. 실험을 통해 얻은 검증율은 다음과 같다. 총60개 데이터 중 5개('am-

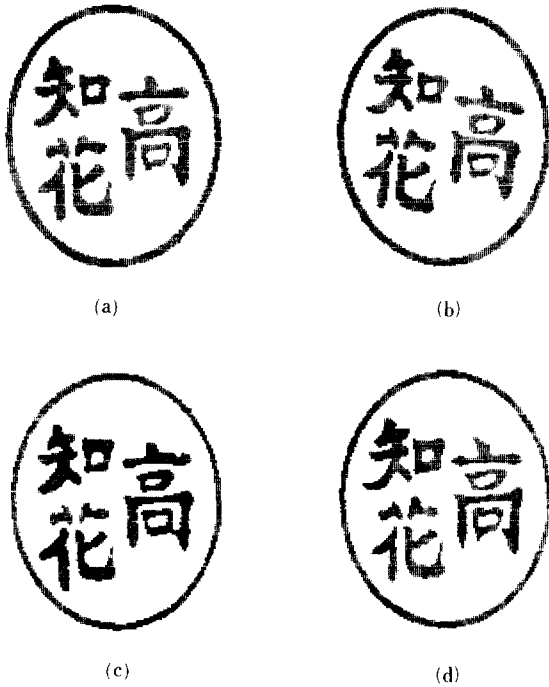


그림 8. 입력 영상들

- (a) 원본인영
- (b) (a)와 동일한 인감으로부터 발생된 인영
- (c), (d) 원본과 다른 인감으로부터 발생된 인영

Fig. 8. Image of seal imprints.

- (a) reference imprint,
- (b) an imprint to be identified, produced by the same seal as that (a).
- (c), (d) two other imprints to be identified, produced by two seals different from that of (a) and (b).

biguous' 포함시)는 오류로 판정되어 오류율은

$$\frac{5}{60} = 8.33\%$$

로 나타나 약 91.7%의 검증율을 얻었으며, 'ambiguous'를 제외한 오류율은

$$\frac{3}{60} = 5.0\%$$

로 나타나 95.0%의 검증율을 얻었다. 각 인영을 검증하는데 걸리는 cpu time은 IBM-386에서 3분 보다 적게 소모되었다.

한개 인감으로부터 40개의 인영을 얻어 본 알고리즘의 회전각에 따른 검증율을 실험하였다. 표 3에

표 1. 제안한 척도에 대한 정합결과

Table 1. Matching for proposed measures (R=10, 20, 30, 40).

	R <sub>c</sub>			R <sub>m</sub>	f <sub>p</sub> (i) (R=20)	S <sub>r</sub>
Ref.	0.018	0.083	0.166		6	
A5	0.018	0.085	0.168	0.35	6	11
A7	0.015	0.084	0.186	0.39	6	35
A11	0.018	0.082	0.170	0.34	6	20

표 2. 60개의 입력영상에 대한 정합결과

Table 2. The results of matching 60 test images with reference image.

	MA		MA		MA
A 1	○	B 1	×	C 1	×
A 2	○	B 2	×	C 2	×
A 3	○	B 3	×	C 3	×
A 4	○	B 4	×	C 4	×
A 5	○	B 5	×	C 5	×
A 6	○	B 6	×	C 6	×
A 7	×	B 7	×	C 7	×
A 8	○	B 8	×	C 8	×
A 9	○	B 9	×	C 9	×
A10	○	B10	×	C10	×
A11	A	B11	×	C11	×
A12	○	B12	×	C12	×
A13	○	B13	○	C13	×
A14	○	B14	×	C14	×
A15	○	B15	×	C15	×
A16	○	B16	×	C16	×
A17	○	B17	×	C17	×
A18	×	B18	×	C18	×
A19	○	B19	×	C19	×
A20	○	B20	×	C20	×

표 3. 회전각에 따른 검증 결과

Table 3. Verification results for rotation angles (error rates (%)).

회전각	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
오류율 (%)	2.5	2.5	2.5	5	5	5	7.5	7.5	7.5

회전각에 따른 실험 결과를 나타내었다. 회전각에 따른 각 자획의 면적, 상대적 분포는 거의 변함이 없었지만, 자획의 상대적 위치는 변함으로 인해 인영의 회전각이 약 35도 이상 일때 검증율이 떨어짐을 볼 수 있다. 그러나, 실제 은행업무 등에서 인감은 주의를 기울여 발생되므로 30도 이내의 회전각이면 충분하다고 생각된다.

## V. 결 론

본인을 확인하는 수단으로 사용되고 있는 인영의 자동화는 동양권에서 절실히 요구되고 있는 부분이다. 본 논문에서는 인영 검증 시스템 구현을 위한 한 접근으로서, 인영의 전체적인 형태를 파악하는 전역적 특징과 자획의 크기, 분포, 길이, 상대적 위치등을 알 수 있는 기존과 제안한 지역적 특징들을 사용하였다. 또한 정확한 검증을 위해 계층적 분류법을 통하여 검증과정을 수행하였다. 기존 알고리즘에서의 자세 추정 과정에서 생기는 오류와 시간 소모를 줄였고 실험을 통하여 인영의 회전각이 약 35도 이내에서는 본 알고리즘이 유용함을 확인하였으며 또한, 검증율도 90%가 넘어 자동화에 큰 도움이 되리라 예상된다. 앞으로 부분적인 손상이 있는 인영도 처리할 수 있는 알고리즘 개발과 검증율 개선등의 문제점이 남아있다.

## 參 考 文 獻

- [1] P.P. Wang and R.C. Shiau, "Machine recognition of printed chinese characters via transform algorithms," *Pattern Recognition*, vol. 5, pp. 303-321, 1973.
- [2] R.H. Davis and J. Lyall, "Recognition of handwritten characters," *Image and Vision Computing*, vol. 4, no. 4, pp. 208-218, 1986.
- [3] T.C. Malleswara Rao, "Feature extraction for fingerprint classification," *Pattern Recognition*, vol. 8, pp. 181-192, 1976.
- [4] B. Moayer and K.S. Fu, "A tree system approach for fingerprint pattern recognition," *IEEE Trans. On Com.*, vol:c-25, no. 3, pp. 262-274, 1976.
- [5] T.J. Fan and W.H. Tsai, "Automatic chinese seal identification," *Comput. Vision Graphics Image Process*, vol. 25, no. 3, pp. 311-330, 1984.
- [6] K. Ueda and Y. Nakamura, "Automatic verification of seal-impression patterns," *Proc. 7th Int. Conf. Pattern Recognition*, Montreal, Canada, pp. 1019-1021, 1984.
- [7] S.W. Lee and J.H. Kim, "Unconstrained seal imprint verification using attributed stroke graph matching," *Pattern Recognition*, vol. 22, no. 6, pp. 653-664, 1989.
- [8] A. Rosenfeld and A.C. Kak, *Digital Image Processing*, Academic, New York, pp. 61, 1976.
- [9] B.K. P. Horn, *Robot Vision*, Cambridge London, England, pp. 65, 1986.
- [10] M.K. Hu, "Pattern recognition by moment invariants," *Proc. IRE*: vol. 49, pp. 1428, 1961.
- [11] M.R. Teague, "Image analysis via the general theory of moments," *Optical Society of America*, vol. 70, no. 8, pp. 920-930, 1980.
- [12] C.K. Pokorny and C.F. Gerald, *Computer Graphics*, Franklin, Beedle & Associates, pp. 80-94, 1989.
- [13] D.H. Ballard and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice Hall, pp. 151, 1982.
- [14] 김진희, 현기호, 조석재, 하영호, "계층적 분류 방식에 의한 인영검증," 제3회 신호처리 학동 학술 대회 논문집, vol. 3, no. 1, pp. 101-105, 1990.
- [15] 심재창, 조석재, 하영호, "이진 경계코드를 이용한 새로운 영역채움 알고리즘," 대한전자공학회 논문지 제26권 11호 pp. 228-242, 1989. 레 bu



著 者 紹 介



金 珍 希 (正會員)

1964年 12月 2日生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1991 年 2月 경북대학교 대학원 전자공 학과 졸업. 1991年 2月~현재 한 국통신 연구개발단 광통신연구실 전임연구원.



玄 基 浩 (正會員)

1964年 10月 19日生. 1986年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1990년 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 석사학위취득. 1990 年 3月~현재 경북대학교 대학 원 전자공학과 박사과정 재학중.

주관심분야는 영상처리, 컴퓨터비전 등임.



沈 載 昌 (正會員)

1962年 3月 27日生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1990年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 석사학위취득. 1989 年 11月~1990年 9月 서울대학 교 반도체 공동 연구소 조교.

1990年~9月~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학중. 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비 전 등임.



河 永 浩 (正會員) 第25卷 第10號 參照

현재 경북대학교 전자공학과 부교수