

論文94-31B-7-1

# 퍼지 알고리즘을 이용한 오프라인 서명 검증에 관한 연구

## (A Study on Off Line Signature Verification using by Fuzzy Algorithm)

李相範\*, 朴南洙\*\*, 崔漢錫\*\*\*, 李桂英\*\*\*\*

(Sang Burm Rhee, Nam Su Park, Han Seok Choi and Gye Young Lee)

### 要約

최근 컴퓨터를 이용한 문서의 자동 인식에 대한 많은 연구가 이루어 지고 있으며, 이러한 이론을 바탕으로 인식 시스템이 구현되고 있다.

특히 서명 검증은 자동 문서 인식과는 달리 서명의 필적 압력에 따라 필적에 대한 진위 여부를 판단하여야 하므로, 서명자의 심리 상태와 주위 환경에 의한 변화로 인하여 서명 검증 시스템 개발에는 기술적인 어려움이 많이 있다.

본 논문에서는 서명 검증 시스템을 구현하기 위하여 전처리, 특징 추출 그리고 검증의 단계로 구성하여 서명 검증 방법을 평가하였다. 또한 실험을 통하여, 위조된 서명은 구조적 분석으로는 구별하기가 불가능하므로, 압력에 관계된 특징파라미터 추출이 중요하다는 사실을 확인하였다. 검증 방법으로는 퍼지 유사도를 사용하는 방안을 제시하였다. 특히, 압력 파라미터와 다른 파라미터 사이의 오인율을 비교함으로써, 기존의 방법보다 오인율에 있어서 30%에서 20%로 대폭 감소함을 실험으로 확인하였다.

### Abstract

There are many research activities in various recognition areas using high calibered computing power. Among many areas, the signature recognition and verification have more difficulties than any other recognition area because signature itself contains many problems caused by a variation of psychological status of signer and other environment. In the case of signature, therefore, it is important to extract the better parameters required for the higher verification ratio.

In this paper, signature pressure is extracted and used as feature parameters to determine whether the input signature is true or forgery, and then, input signature is verified by fuzzy similarity method.

As a result of applying the fuzzy similarity method to the recognition system, it is proven that the system has by far better verification ratio about 10% than existing methods.

\*正會員, 檀國大學校 컴퓨터工學科  
(Dept. of Comp. Eng., Dankook Univ.)

\*\*正會員, 韓國電子通信研究所  
(Electronics & Telecommunication Research Institute)

\*\*\*正會員, 木浦大學校 電算統計學科  
(Dept. of Comp. Sci. and Sta., Mokpo Nat'l Univ.)

\*\*\*\*正會員, 東國大學校 電子計算學科  
(Dept. of Computer Sci., Dongguk Univ.)

※ 본 논문은 체신부 출연 제조업 경쟁력 강화를  
위한 연구개발사업의 중간결과임.

接受日字 : 1993年 5月 4日

## I. 서론

정보 산업의 발달로 컴퓨터를 이용한 문서의 자동 인식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 손으로 쓴 서명은 은행 수표(check)나 신용 전표(slip)와 같은 많은 문서에서 여러가지 형태로 쓰이고 있다. 이들 문서에서 계좌번호(account number)나 금액(amount)을 자동으로 판독하는 것은 가능하지만, 서명 검증(signature verification)은 위조(true and forgery)여부를 결정해야 하므로, 여러가지 사회적인 문제에 직면하게 된다.<sup>[1]</sup>

서명 검증은 인간의 필기 습관에 따른 궤적을 확인하고 대조하는 작업을 말한다. 특히 서명은 나이, 시간, 장소, 공간, 정신적 상태 및 육체적 조건에 따라 도형이 달라질 수 있으므로, 서명을 검증하는 데는 많은 기술적인 어려움이 따르고 있다. 그리고 서명 검증의 경우에 대상이 필기체라는 점에서 필기체 문자 인식과 비슷한 점은 있으나, 서명에는 특별한 문자나 화려한 장식이 가능하고, 서명자 이외에는 이를 판독하기 어려울 때가 많다는 다른 점도 있다.<sup>[2]</sup> 따라서 서명 검증의 연구는 주로 온라인(on-line)의 서명 입력 방법이 많이 연구되어 왔다. 서명의 입력 방법이 오프라인(off-line)의 경우에는, 동적인(dynamic) 특징 파라미터가 상실되기 때문에 이에 대응되는 특징 파라미터를 추출해야 한다.

본 논문에서는 서명의 압력 파라미터가 위조를 방지하는데 좋은 특징파라미터 추출 방법임을 제시하였다. 또한 오프라인 서명 검증 방법으로써 정적인(static) 영상 획득 장치에서 얻어진 서명 영상을 배경 부분과 서명 부분을 분리하기 위해 전처리 과정(preprocessing)을 거치게 되며, 서명자의 심리적, 감정적인 여러 변동이 많기 때문에 이를 최소화하고 위조 필기를 방지하는데 그 목적이 있다.<sup>[3]</sup>

본 논문에서는 오프라인 서명의 검증에 적합한 특징 파라미터를 추출하기 위하여 퍼지 집합을 이용하였다. 또한 검증 방법은 퍼지 유사도(fuzzy similarity)를 이용하였다. 또한 실험을 통하여 퍼지 유사도와 기존의 유클리언 거리(Euclidean distance) 방법과의 성능을 비교 분석하였다.

## II. 퍼지 알고리즘

퍼지 개념은 패턴의 모양의 애매 모호한 경우에 이를 효과적으로 모델링할 수 있는 특성이 있다. 문자 인식에서 퍼지 개념을 응용하게 되는 동기는 필기자에 따라 변형이 심한 패턴을 기존의 확률 개념을 도

입하여 주로 처리하였다. 그러나 이 확률 개념은 통계치에 바탕을 두고 있으므로, 인식 절차의 복잡성, 베이시안(Baysian) 통계에서의 계산상의 복잡성, 그리고 인식을 위한 유형(feature)의 실제적인 분포 특성을 발견하기가 어렵다. 따라서 이런 어려움을 퍼지 집합론을 도입하여 해결하려고 하였다. 퍼지 개념을 애매 모호한 경계 영역을 갖는 특성들에 퍼지 소속함수를 적용하여 해결하고자 하였다.<sup>[4]</sup>

또한 본 논문에서는 압력 파라미터 추출과 패턴 매칭하는 방법으로 퍼지 집합을 응용하였다. 패턴 매칭은 입력 화상의 특징 패턴과 각 표준 패턴과의 유사도, 또는 거리를 계산하는 규칙을 미리 작성해 두고, 그 거리가 가장 작은, 즉 가장 유사한 패턴을 그 화상으로써 검증하는 수단이 사용된다. 간단한 방법으로는 유클리드 거리가 사용된다.

표준 패턴(reference pattern)과 미지의 패턴(현재의 입력패턴)에 대한 거리 척도(distance measure)는 다음과 같이 주어지는 유클리드 거리(Euclidean distance)에 의하여 계산된다.<sup>[5]</sup>

$$DIST = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(F_i - \mu_i) / \sigma_i]^2} \quad (1)$$

여기서 DIST는 입력 패턴에 대한 거리 척도이고,  $F_i$ 는 입력 패턴에 대한  $i$ 번째 특징의 측정치이다. 그리고  $\mu_i$ 는 표준 패턴의  $i$ 번째 특징의 평균치이고,  $\sigma_i$ 는 표준 패턴에  $i$ 번째 특징의 표준 편차이며,  $n$ 은 사용된 특징 파라미터의 수이다.

서명 검증은 입력 패턴이 표준 패턴과 같은지를 결정한다. 입력 패턴의 경우에는 표준 패턴과 같이 특징 분포가 미리 설정되어 있지 않기 때문에, 식(1)에서 계산된 값에서 적당한 임계치를 설정하여 진위 여부(true and forgery verification)를 확인하게 된다.

본 논문에서는 다른 방법으로 퍼지 유사도에 의한 방법을 사용하였다. 퍼지 유사도를 계산하기 위해서는 퍼지 이론의 소속함수(membership function)를 어떻게 정의하는가가 중요한 문제로 된다. 퍼지 패턴 매칭은 미지의 패턴  $y$ 가 입력될 때, 멤버쉽 함수  $m$ 을 이용하여 유사도를 결정한다.

소속도(membership grade)를  $D_j$ 라고 하면 다음과 같은 식이 된다.

$$D_j = \int m_j(f) \wedge y(f) df \quad (2)$$

이것과 반대되는 반소속도는 다음과 같다.

$$\bar{D}_j = \int \bar{m}_j(f) \vee y(f) df \quad (3)$$

그러므로 유사도는 다음과 같이 정의 된다.

$$S_{jk} = D_j / \bar{D}_j \quad (4)$$

식 (2), (3), (4)를 이용하여 다음절의 압력에 관계된 특징 파라미터로 얻어진 멤버십 함수의 유사도는 다음과 같은 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$V_{-min}(I) = \sum_{c=1}^U m_{ci} \wedge m_{cj}, V_{-max}(I) = \sum_{c=1}^U m_{ci} \vee m_{cj} \quad (5)$$

여기서  $m_{ci}$ 는  $i$ 번째 표준(참조) 패턴에 있는  $l$ 번째 히스토그램 투영의 값을 가진  $e$ 번째 샘플 요소의 소속값을 나타낸다. 이때  $U$ 는 표준 패턴의 수이다.

식(5)로 부터 유사도의 척도(measure of similarity)  $S_{ij}$ 은 다음과 같이 정의된다.

$$S_{ij} = 1 / M \sum_{l=1}^M \frac{V_{min}(l)}{V_{max}(l)} \quad (6)$$

식(6)에서  $\min(\wedge)$ ,  $\max(\vee)$ 의 의미는 퍼지 집합의 곱집합과 합집합의 연산이 되며 본 논문의 퍼지 그레이 레벨 투영에서는  $M=256$ 이고  $U=4$ 의 값을 갖게 된다.

### III. 서명 압력 및 특징벡터의 추출

특징 파라미터 추출(feature extraction)은 문자등을 분류하기 위해서 필요한 문자의 특징을 추출하여 특징 벡터(feature vector)를 만드는 과정으로 이에 따라 인식할 수 있는 문자의 변형 정도가 결정된다. 특히 연습 필기의 검증 문제에서, 참서명과 위조 서명은 대부분의 경우에 비슷하다. 따라서 효과적인 특징 파라미터를 추출하는 것은 매우 중요하며, 이 특징 파라미터의 효율적인 추출이 검증 시스템의 성능을 결정하게 된다. 서명에서 중요한 특징 파라미터를 추출하는 방법들로서는 상한선(upper limit)와 하한선(lower limit)을 결정함으로써 이루어지는 중간 영역 분할 알고리즘이 있다. 또한 서명자의 필적 방향을 찾을수 방법으로 마스크를 사용하는 경사각(slant angle) 특징이 있다.<sup>6,7,8</sup>

그러나 이러한 특징 벡터는 구조적 분석을 하는 경우에는 적당한 파라미터가 될 수 있지만, 투명지와 같은 오프라인의 위조 필기에 대해서는 좋은 파라미터가 될 수 없다. 따라서 필적의 압력 파라미터를 추출하는 것이 중요하다.

본 논문은 이와같은 위조 필기를 방지할 수 있는 압력 파라미터를 추출할 수 있는 방안을 연구하고 실

험을 통하여 서명 검증을 확인하였다.

일반적으로 훈련된 필자의 서명 위조는 식별하기가 매우 어렵다. 그러므로 서명 검증 과정에서 도움을 줄수 있는 유용한 정보를 발견해 내야 한다. 서명의 속도, 불규칙한 반점(patching), 연속필기(retouching), 필기 압력(pressure habit) 혹은 이와 유사한 특징들은 훈련된 서명의 위조를 발견하는데 매우 중요한 정보들이 된다.

이러한 파라미터들은 오프라인 서명 검증에서는 직접적으로 얻어질 수 없지만, 그레이 레벨의 상대 분포에 영향을 준다. 이러한 타당성은 서명 영상이 어떤 영역에서 변화가 있을 경우에 중요한 특징을 나타내는 영역을 발견할 수 있다. 이것은 고밀도 영역(High Density Regions:HDRs)을 이용하면 가능하다. HDRs는 서명자의 필기 도구(instrument)의 변화가 있어도 안정하다.<sup>7</sup>

HDRs는 다음과 같은 식을 이용하여 얻어진다.

$$Phd(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{픽셀의 값이 THP보다 클경우} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

여기서 THP는 HDRs와 다른 영상을 분리하기 위한 문턱값(threshold)의 상수이다. THP는 펜의 종류와 종이의 종류가 변화할 경우에도 동일한 필기 조건의 변화를 설명할 수 있도록 하기 위해서는 서명의 히스토그램이 적응적(adaptive)이 되어야 한다. THP의 선택은 서명영상의 0과 1사이에서 정규화된 히스토그램 최대 빈도의 상한치인 0.7에 대응되는 부분에서 선택한다.<sup>7</sup> 실험 결과에 의하면 참 서명은 THP의 위치가 상호간에 유사하게 나타나지만 위조 서명은 THP의 차이가 크며 훈련된 영문자 서명의 경우 THP를 0.7로 정할때 검증율이 가장 높게 나타났다.<sup>7</sup>

다음 그림은 THP를 선택하기 위한 적응적 방법의 그래프를 나타낸다.

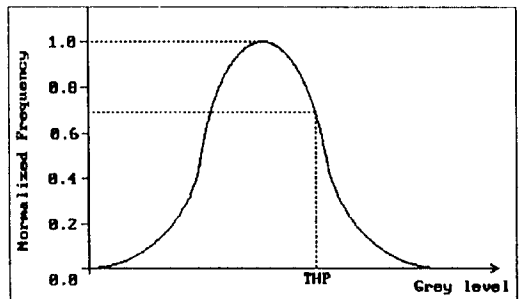


그림 1. THP 선택을 위한 적응적 선택 방법  
Fig. 1. Adaptive selecting of THP.

그림 1에서 THP의 경우는 임계화 방법과 각 나라의 서명에 따라 달라 질 수 있다. 고밀도 인자(High Density Factor:HDF)는 다음의 식으로 표현된다.

$$HDF = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N Phd(i,j)}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N Pb(i,j)} \times 100 \quad (8)$$

여기서 Pb(i,j)는 서명부분에 해당되는 픽셀값으로 0보다 크면 1의 값을 그렇지 않을 경우에는 0이 된다.

그런데 여기서 문제가 되는 것은 정규화 과정시의 예러이다.

본 논문에서는 이를 보완하는 방법을 제안한다. 방법은 S함수(standard function)를 사용하여 히스토그램의 급격한 변화에 둔감하고, 서명자의 심리적 변화에 최소한의 영향을 받을 수 있도록 하는 것이다. 이 방법을 퍼지 정규화(fuzzy normalization)라고 정의한다.

그림 2는 히스토그램에 매핑(mapping)할 S함수의 그래프를 나타낸다.

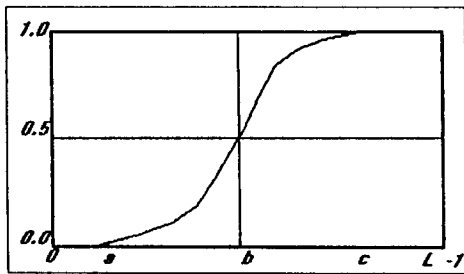
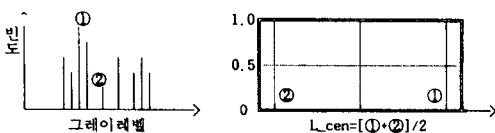


그림 2. S함수의 그래프  
Fig. 2. S-function graph.

그림 3은 히스토그램에 S함수를 매핑하여 퍼지 멤버십 함수(fuzzy membership function)을 구하는 방법을 나타내고 있다.



(a) 히스토그램 (b) S함수를 사용한 정규화 함수

그림 3. 퍼지 정규화  
Fig. 3. Fuzzy normalizaton.

그림 3의 (a)에서 히스토그램은 원래의 히스토그램에서 평활화하여 얻어진 그림이다. 이때 ①, ②는 각각 그레이레벨의 최대와 최소 빈도의 값을 나타낸다. 그림 3을 사용하여 얻어진 값을 퍼지 유사도(fuzzy similarity)를 사용하여 검증할 경우에 소속 함수의 값으로 사용한다.

이것의 의미는 서명의 빈도가 가장 많은 곳에는 큰 값의 소속도를 갖고 그렇지 않은 경우에는 작은 소속도를 갖게 된다. 이때 문제가 될 수 있는 것은 서명의 압력은 작은 빈도에서도 얻을 수 있으므로, 결국에 유사도는 반 소속도에 관계된 파라미터가 포함되어야 함을 알 수 있다.

#### IV. 시스템 구성 및 검토

##### 1. 서명 검증 시스템의 구성

본 논문에 사용된 서명 검증 시스템의 구성도는 그림 4와 같다.

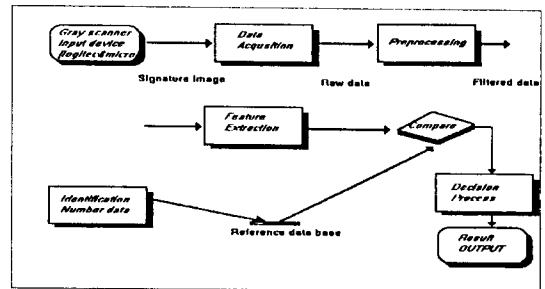


그림 4. 서명검증 시스템의 블록도  
Fig. 4. Block diagram of signature verification system.

그림 4에서 원래의 화상 데이터(raw data)는 불필요한 정보를 제거하기 위해 전처리 과정을 거치거나, 중요한 신호나 영상을 필터링(filtering)하도록 하여 획득된 데이터가 원하는 영상이 되도록 한다. 이때 임계화는 Otsu의 방법을 사용한다.<sup>[9]</sup> 또한 세선화를 통해 서명의 필기 도구의 변화에도 선형성을 갖도록 한다. 이때는 3x3 마스크를 사용하여 수행한다.<sup>[10]</sup> 특징 파라미터 추출 과정에서는 규정 함수(식별 함수)와 파라미터들이 입력 데이터로 부터 계산된다. 다음 단계인 비교 과정에 들어가기 전에 주민등록번호(identification number)정보를 사용하여 표준(기준 참조) 특징 벡터를 찾아낸다. 이 특징 벡터들의 집합을 R<sub>i</sub>, 입력된 서명의 특징 벡터의 집합을 S<sub>i</sub>라고 할 때, 이들 패턴간에 거리가 계산된다. 결정과정에서는 적당한 임계값(threshold) T<sub>0</sub>에 기준으로

하여  $T_0$  보다 크면 참으로 결정하고, 그렇지 않을 경우에는 거짓으로 판정하여 서명을 거절하게 된다. 이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$d(S_j, R_i) < T_0 : \text{true signature} \quad (9)$$

$$d(S_j, R_i) > T_0 : \text{false signature} \quad (10)$$

본 논문의 서명 검증 시스템의 소프트웨어는 Borland C(version 3.0)을 사용하여 IBM PC 486에서 작성되고 실행되었다. 소프트웨어의 구성은 크게 전처리부, 특징파라미터 추출부, 검증부, 그리고 입력력부로 나뉘어진다.

정적인 입력 장치로는 Logitech 社의 256 그레이 레벨을 가진 Scanman 256 모델이다. 입력 장치로부터 얻어진 서명 영상은 10인의 것으로, 참서명이 6개이고 이것들 중에서 4개를 혼련패턴으로 사용하였으며, 2개는 검증시의 입력 데이터로 사용하였다. 또한, 이들 6개의 참 서명에 투명지(透明紙)를 사용하여, 3개의 위조서명을 작성하고 이를 검증시 거짓 서명의 입력 데이터로 사용하였다.

2. 특징 벡터 집합

전처리과정을 거치고 특징 파라미터 추출 알고리즘을 통하여 얻어진 특징 벡터 집합은 다음의 표 1과 같이 작성할 수 있다.

표 1. 특징 벡터 집합

Table 1. Set of feature parameters.

번호	특징	종 류	사용된 영상
1 - 1	GB-UP	전역적(global)	이진영상
1 - 2	GB-BAS	전역적(global)	이진영상
1 - 3	GB-LO	전역적(global)	이진영상
2	THF-G		고밀도영역
3 - 6	THF-s1 ~ s3	국부적(local)	고밀도영역
7 - 9	SLANT-N, I, P		세션화
10	G-MAX/MIN	"	히스토그램
11	THF-G		고밀도영역
12-15	THF-s1 ~s3	국부적(local)	고밀도영역
16	CENT-GRAY	전역적(global)	히스토그램

이때 표의 기호는 다음과 같이 정의된다.

GB-UP : 기준라인(baseline)을 중심으로 중심 영역의 상한치

GB-BAS : 기준라인

GB-LO : 기준라인을 중심으로 중심 영역의 하한치

THF-G : 전역적으로 얻어진 고밀도 인자

THF-s1, s2, s3 : 국부적으로 얻어진 서명요소들의 고밀도 인자

SLANT-N, I, P : 음, 수직, 양의 경사도

G-MAX/MIN : 히스토그램의 양분된 이상의 값과 이하의 값의 비

THf-G : 퍼지 정규화를 사용한 전역적 고밀도 인자  
THf-s1, s2, s3 : 퍼지 정규화를 사용한 국부적 고밀도 인자

CENT-GRAY : 히스토그램의 중심값

3. 결과 및 검토

서명 특징 추출 방법을 달리하면서 검증 실험한 결과는 다음과 같다.

표 2. 검증 실험 결과

Table 2. Experiment result of verification.

번호	특징파라미터	FR	FA	오인율
1	16개의 특징 (THP = 0.7)	7/20 35 %	13/30 43 %	39 %
2	16개의 특징 (THP = 0.6)	6/20 30%	13/30 43%	36.5%
3	6개의 특징 (THP = 0.5)	6/20 30%	11/30 36%	33 %
4	8개의 특징 (THP = 0.7)	2/20 10%	17/30 56%	33 %
5	8개의 특징 (THP = 0.5)	1/20 5%	17/30 56%	30.5%
6	8개의 특징 (THP = 0.6)	1/20 5%	16/30 53%	29%
7	퍼지 유사도 (국부적 고밀도영역)	3/20 15%	18/30 60%	37.5
8	퍼지 유사도 (그레이레벨)	6/20 30%	3/30 10%	20%

표 2에서 16개 특징 파라미터에서 국부적 고밀도 인자의 특징 파라미터 8개를 제외하고서 다시 실험한 것이 8개의 특징 파라미터이다. 이때, 1-6는 각각의 특징 파라미터 수 만큼에 대해 유클리드 거리에 의해 얻어진 결과 값이다. 그리고 오인 제거(false rejection : FR)와 오인 허용(false acception : FA)은 오류로서 다음과 같은 오인율(SR)로 정의된다.<sup>(5)</sup>

$$Fr = \frac{\text{제거된 참서명의 수}}{\text{참서명의 총수}} \times 100$$

$$FA = \frac{\text{받아들인 위조의 수}}{\text{위조서명의 총수}} \times 100 \quad (11)$$

$$SR = \frac{FR + FA}{2}$$

위의 표 2에서 볼때 제안된 퍼지 집합을 이용한 방법(번호8)이 기존의 방법보다 검증율이 좋은 것을 알 수 있다. 또한 서명의 압력을 검사하는 고밀도 영역

을 이용한 방법은 국부적 요소를 사용한 방법보다 히스토그램 전체를 이용한 방법이 좋은 것을 알 수 있다. 이것은 표 2에서의 번호(7,8)의 비교를 통해 알 수 있다.

다음 그림은 FR, FA, 오인율(SR)에 대한 16개의 특징 파라미터를 사용하여 유클리드 거리를 사용할 경우와, 퍼지 그레이 레벨 투영을 이용하여 특징을 추출하고 이것을 퍼지 유사도를 사용하여 각각 임계값을 결정하는 그래프를 나타내고 있다.

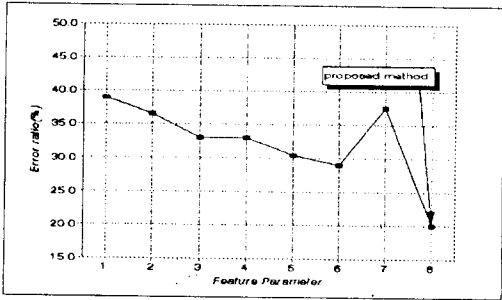


그림 5. 16개 특징 파라미터를 유클리드 거리에 적용시 오인율

Fig. 5. Graph of error ratio using Euclidean distance.

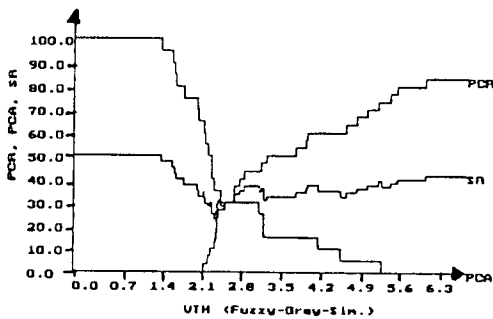


그림 6. 퍼지 유사도를 사용할 경우 오인율

Fig. 6. Graph of error ratio using fuzzy similarity.

그림 5와 6에서 PCA 곡선은 참서명을 거짓으로 판별하는 것이고, PCR는 위조 서명을 참으로 판별하는 곡선이다. 따라서 PCA와 PCR의 평균인 SR이 오인율이 되고 세계의 곡선이 만나는 지점에서  $T_0$ 를 선택하는 것이 서명 검증 시스템의 성능을 증가 시키게 된다.

검증 결과를 통해서 불매 서명의 연습 필기 위조는 구조적 분석으로는 찾아 낼 수 없음을 알 수 있다. 따라서 참서명과 위조서명의 구별은 결국 서명자의 서명시의 필적 압력, 즉 필자 고유의 경험으로 얻어

진 특유한 필적 압력으로 찾아 낼 수 있다. 10인의 서명에서 알 수 있듯이 간단한 서명에 대해서는 위조가 쉽고, 복잡한 서명에 대해서는 어렵다는 것을 알 수 있다. 따라서 위조를 방지하기 위해서는 많은 특징 파라미터보다도 압력을 검사하는 파라미터 하나를 사용하여도 가능함을 알 수 있다.

또한 서명자의 심리적, 정신적 변화에 덜 민감하도록 하는 특징 파라미터를 계속적으로 찾는 것이 서명 검증 시스템의 실용화에 중요한 관건이 된다는 것을 알 수 있다.

본 논문에 사용된 10인의 서명영상 중에서 서명자의 서명자 특유의 필적 압력이 있는 것은 위조하기가 상당히 어렵다는 것과 복잡한 서명에 대해서는 제안된 퍼지 유사도에 의해 식별할 수 있음을 알 수 있다.

### VI. 결론

정보화 시대에 컴퓨터를 이용한 문서의 자동 인식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 오프라인 문서를 인식할 수 있는 장치의 구현이 필요하다. 그중에서도 서명을 검증하는 시스템을 구현하는 것이 요구되고 있다.

본 논문에서는 서명 영상의 특징을 추출하기 위한 전처리과정, 특징 파라미터의 추출, 그리고 검증 방법을 일반적인 방법과 퍼지이론을 적용하는 방법을 제안하였다. 특히, 서명영상의 위조 필기를 방지하기 위한 방안으로 온라인의 중요한 특징 파라미터라 할 수 있는 동적인 특징을 오프라인에서도 가능하게 하기 위해서 히스토그램에 주안점을 두고 특징 파라미터를 추출하였다.

여기서 추출된 파라미터를 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 검증 실험을 실시한 결과 기존의 방법을 이용할 경우에 오인율이 30%에서 39%이 있었지만, 퍼지집합을 도입한 결과 오인율이 20%가 되었다. 서명 데이터로 사용된 위조 서명은 구조적 분석으로는 거의 식별할 수 없었다. 구조적 분석에 관계되는 특징파라미터 16개와 8개를 사용한 방법보다 히스토그램을 이용한 퍼지 유사도에 의한 방법이 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제안된 방법은 서명 검증 장치에 효과적으로 사용될 수 있음을 보였다.

### 參 考 文 獻

[1] Jean-Christophe Salome, Manuel Leroux, Herve Oiry and Ali Saad,

- "Retrieval of script information appearing on bank cheques for automatic reading purpose." *Visual Communication and Image processing*, Vol.1360, 1990.
- [ 2 ] R. N. Nagel and A. Rosenfeld, "Computer detection of freehand forgeries," *IEEE Trans. on Com.*, Vol.c-26, No.9, pp.895-905, Sep. 1977.
- [ 3 ] 尾上守夫, 畫像處理, 昭光堂, 1987.
- [ 4 ] 이광형, 오길록, 퍼지이론 및 응용, 홍릉과학출판사
- [ 5 ] 박기태, 김진호, 최홍문, "오프라인 한글 서명 확인," 대한전자공학회, 하계 학술 대회, Vol.15, 1992.
- [ 6 ] R. Plamondon and G. Lorette, "Automatic signature verification and writer identification - The state of the art," *Pattern Recognition*, Vol.22, No. 2, pp.107-131, 1989.
- [ 7 ] M. Ammar, Y. Yoshida, and T. Fukumura, "Structural description and classification of sinature images," *Pattern Recognition*, Vol.23, No.7, pp. 697 - 710, Jan. 1988.
- [ 8 ] Maan Ammar, Yuuji Yoshida and Teruo Fukumura, "Off-Line Prepro- cessing and Verification of Signatures," *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelleginece*, Vol.2, No.4, pp.589-602, 1987.
- [ 9 ] Nobuyuki otsu, "A threshold selection method from grey level his- togram," *IEEE Trans. System, Man, Cyber- netics*, Vol.SMC-9, No.1, 1979.
- [ 10 ] T. Y. Zhang and C.Y. Suen, "A Fast parallel Algorithm for Thinn- ing Digital Patterns," *Image Processing and Computer Vision*, Vol.27, No.5, March, 1984.
- [ 11 ] H. J. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- [ 12 ] Abraham kandel, *Fuzzy Techniques in Pattern Recognition*, Wiley Interscience Publication, 1982.

著 者 紹 介



李 相 範(正會員)

1974年 2月 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1978年 2月 서울대학교 전자공학과 공학석사 학위취득. 1986年 2月 연세대학교 전자공학과 공학박사 학위취득. 1984年 미국 아이오와대학 컴퓨터 공학과 객원교수. 1979年- 1992년 단국대학교 전자공학과 교수. 1993年 ~ 단국대학교 컴퓨터공학과 교수. 주관심 분야는 컴퓨터구조, 마이크로프로세서응용, 영상처리시스템 등임.

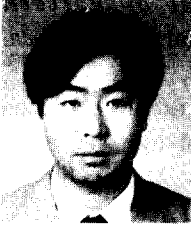
朴 南 洙(正會員)

1968年 4月 7日生.. 1991年 단국대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1993年 단국대학원 전자공학과 석사졸업. 1993年 ~ 한국전자통신연구소 연구원. 주관심 분야는 컴퓨터네트워크, 영상처리, 뉴로퍼지 등임.

---

 著 者 紹 介
 

---



崔 漢 錫(正會員)

1980年 2月 전남대학교 수학교육과 졸업(공학사). 1986年 8月 미국 웨스턴 일리노이대학 전산학과 석사학위 취득. 1989年 2月 미국 인디애나대학 전산학과 박사과정 수료. 1989年 3月 ~ 목포대학교 자연대학 전산통계학과 조교수. 주관심 분야는 패턴 인식, 뉴럴네트워크, 분산데이터베이스 등임.

李 桂 英(正會員)

1980年 2月 동국대학교 전자계산학과 졸업(공학사). 1983年 2月 동국대학교 대학원 전자계산학과(공학석사). 1992年 8月 단국대학교 대학원 전자공학과(공학박사). 1985年 ~ 현재 동국대학교 전자계산학과(경주) 조교수. 주관심 분야는 자연어 처리, 음성 신호처리 등임.