

# 스트링 구조의 MHC 인식부를 이용한 지문 매칭알고리즘

## Fingerprint Matching Algorithm using MHC Detector Set of String Structure

심귀보 · 정재원 · 이동욱

Kwee-Bo Sim, Jae-Won Jeong, and Dong-Wook Lee

중앙대학교 전자전기공학부

### 요 약

사람의 지문은 그 인식 성능과 중생 불변성 및 만인 부동성으로 인하여 신원 인증을 위한 생체 인식에서 가장 많이 이용되고 있다. 최근에는 지문인식의 신뢰성에 더하여, 그 인증속도가 지문인식을 각종 보안 어플리케이션에 응용하는데 있어서 매우 중요한 요소로 부각되고 있다. 본 논문에서는 생체면역계에서의 자기·비자기구별 과정에 착안한 빠르고 신뢰성 있는 지문인식 알고리즘을 제안한다. 제안한 매칭알고리즘은 지문영상의 특징점과 방향성분을 반영한 자기 공간(self-space)과 MHC 인식부를 이용한 1차 매칭과, 특징점의 로컬 구조(local structure)를 이용한 2차 매칭의 두 단계로 구성된다. 이러한 2단계의 매칭을 통하여 인식의 신뢰성을 유지하면서 인증속도를 향상시켰다.

### Abstract

Fingerprints have been widely used in the biometric authentication because of its performance, uniqueness and universality. Recently, the speed of identification becomes a very important point in the fingerprint-based security applications. Also, the reliability still remains the main issue in the fingerprint identification. In this paper, we propose the fast and reliable fingerprint matching algorithm based on the process of the 'self-nonsel' discrimination in the biological immune system. The proposed algorithm is organized by two-matching stage. The 1st matching stage does the matching process by the use of the 'self-space' and MHC detector string set that are generated from the minutiae and the values of the directional field. Then the 2nd matching stage is made based on the local-structure of the minutiae. The proposed two matching stage reduces matching time while the reliability of the matching algorithm is maintained.

**Key words** : 지문인식, 특징점, 로컬구조, 인공면역계, MHC 인식부

### 1. 서 론

생체인식(biometric)은 사람의 물리적 또는 행동적 특성을 추출하여 개인의 신원확인이나 인증에 사용하는 기술을 말한다[2]. 생체인식에서 사용되는 사람의 생체정보(biometric identifier)에는 사람의 지문, 얼굴형태, 홍채, 각막, 손등정맥, 서명, 음성 등이 있다[1]. 생체인식은 인간의 생체정보를 이용하는 특성에 기인한 특유의 보안성과 편리성으로 인하여 열쇠, 출입카드 등 기존의 보안수단을 대체하는 새로운 보안수단으로서 부각되고 있다[2].

사람의 생체정보 중에서 손가락의 표피에 나타나는 지문(fingerprint)은 땀샘이 융기하여 나타나는 융선(ridge)과 골(valley)의 흐름이 모여서 이루어지는 사실적인 패턴이다. 사람의 지문은 만인 부동함과 중생불변성(손가락에 외상이 없을 경우)을 생체인식에 사용되는 생체정보로서의 주요한 특

징으로서 가진다. 그리고 지문은 다른 생체정보와 비교하였을 때 고유성, 불변성, 생체정보채취의 용이성과 인식성능 등에서 우수한 특징을 가지고 있다[2][3]. 이로 인해 지문인식은 다양한 보안 분야에서 다른 생체정보를 이용한 방식보다 널리 이용되고 있으며, 생체인식 시장에서 차지하는 비중 역시 가장 높다[1]. 현재 지문의 매칭과 인식과정에는 주로 지문영상으로부터 추출되는 특징점(minutiae)이 가지는 데이터에 기반한 매칭방법이 널리 사용되고 있다[1]. 지문 특징점의 기하학적구조에 기반한 매칭 알고리즘은 각종 영상노이즈를 가지고 있는 지문이미지에 대해서도 우수한 인식성능을 가지나, 인식과정에서 많은 수의 매칭을 수행해야 하므로, 인식에 시간이 걸리는 단점이 있다[4].

본 논문에서는 생체면역계에서 자기와 비자기를 구별하는 과정에서 세포독성 T세포의 MHC(Major Histocompatibility Complex: 주조직 적합 유전자 복합체) 단백질 인식과정에 기반, 보다 빠르고 신뢰할 수 있는 지문 매칭 알고리즘을 제안한다[5]. 제안하는 알고리즘은 지문영상의 특징점 분포 및 방향성분(directional field)을 고려하여 모델링된 MHC 인식부에 의하여 이루어지는 1차 매칭과, 특징점으로 이루어지는 로컬구조(local structure)를 이용한 2차 매칭의 두 단계로 구성된다. 1차 매칭은 이진스트링의 매칭으로

접수일자 : 2004년 3월 15일

완료일자 : 2004년 5월 31일

본 연구는 2004년 중소기업기술혁신개발사업의 위탁연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

구성되어 보다 빠른 인증을 목표로 하였다. 2차 매칭에서는 지문 특징점의 기하학적 구조를 반영한 로컬구조가 가지는 특성에 의해 지문영상의 회전 및 병진이동에 대하여 보다 강인하게 동작할 수 있도록 하여, 매칭의 신뢰성을 보장하였다.

## 2. 인공면역 시스템

### 2.1 면역 시스템

생체면역시스템(Biological Immune System)은 생물체가 박테리아나 바이러스, 기타 병원균 등의 외부 침입자(항원:antigen)에 대하여 자신을 보호하기 위한 방어시스템으로서 이는 진화의 과정을 통하여 고도로 발달되어왔다. 생체면역시스템은 그 기능을 컨트롤하는 중심 장기가 없는 분산자율시스템으로서 기능하는 특성을 가지고 있으며, 항원에 대한 정보를 학습하고 이를 기억할 수 있는 능력을 가지고 있다. 아울러 '자기'와 '비자기'를 구별하여 '비자기(항원)'을 제거하는 능력을 가지고 있다[6]. 정보처리의 관점에서 보았을 때 면역시스템은 매우 발달된 병렬처리 지능시스템으로서 동작한다[7]. 이러한 생체면역시스템의 특성을 공학적으로 응용하기 위하여 인공적으로 모델링한 면역시스템을 인공면역시스템(Artificial Immune System)이라고 한다.

### 2.2 자기 인식을 위한 MHC 인식부

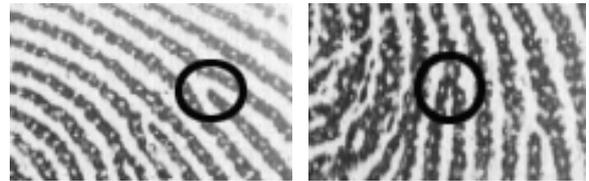
생체면역시스템의 기능은 B세포(B-cell)와 T세포(T-cell)의 작용에 의해서 이루어진다. B세포는 항원을 제거하기 위한 항체(antibody)를 분비한다. T세포는 그 작용기전에 의하여 다음의 3가지로 구분된다[7]; 보조 T세포(helper T-cell), 세포독성 T세포(cytotoxic T-cell), 억제 T세포(suppressor T-cell). 이 중에서 세포독성 T세포는 각종 항원에 의해 감염된 세포들을 식별하여 죽이는 기능을 한다. 세포독성 T세포는 세포가 자기세포인지 아닌지를 판별하고, 체내에 침입한 항원을 인식하기 위하여 두개의 인식부를 가지고 있으며, 이는 MHC 인식부와 항원인식부로 구성되어 있다. MHC 인식부는 자기 자신의 세포로부터 분비되는 MHC 단백질을 인식하여 세포가 자기세포인지의 여부를 판별한다. 항원인식부는 외부로부터의 침입자를 항원으로 인식한다. 본 논문에서는, 지문영상으로부터 추출해낸 지문의 특징점과 방향성분 값에 기반하여 MHC 인식부를 모델링하고, 이를 지문매칭 알고리즘에 적용하였다.

## 3. 지문인식을 위한 특징점추출

지문의 용선구조로부터 추출되는 특징점은 지문인식을 수행하는 데에 있어서 매우 유용한 특징으로 사용된다. ANSI(American National Standards Institute)에서는 지문의 특징점을 용선의 단선(ridge ending)과 용선의 분기점(ridge bifurcation), 그리고 교차점(crossover)과 undetermined의 4가지로 구분하고 있다[8]. 이 중에서 주로 단선과 분기점의 2가지 종류의 특징점이 일반적으로 지문 인식에서 널리 사용된다.

일반적으로 지문영상은 손가락 표피의 습기나 공기의 습도, 지문센서나 손가락 표피 위의 이물질, 또는 일시적/영구적인 손가락의 상처 등 여러 가지 요인에 의한 영상노이즈를 가지고 있으며, 지문영상의 이러한 영상노이즈들은 지문영상

의 분석 및 특징점의 추출을 어렵게 한다[3]. 따라서 지문영상의 영상노이즈를 제거하고, 특징점, 특이점(singular points)등 지문 용선구조에서 두드러지는 특징을 추출하기 위하여 지문영상에 특화된 영상처리과정이 필요하다. 특징점을 추출하는 데에는 크게 영상이진화에 기반한 방법(binanzation-based methods)과 직접 그레이스케일 영상으로부터 추출하는 방법(direct gray-scale extraction)이 있다 [1]. 본 논문에서는 단선과 분기점의 두가지 특징점을 지문영상의 매칭과정에 사용하며, 지문영상을 이진화한 후 세선화(skeletonization)가 이루어진 영상으로부터 특징점을 추출하는 영상이진화에 의한 특징점 추출방법을 사용하여 이를 추출하였다. 그림 1은 단선과 분기점의 두 가지 특징점을 나타내고 있다.



(a) 단선 (Ridge ending) (b) 분기점 (Ridge bifurcation)

그림 1. 지문의 두 가지 특징점: 단선(a)과 분기점(b)  
Fig. 1. Two types of the minutiae: Ridge ending (a) and Ridge bifurcation (b)

## 4. 스트링 구조 MHC 인식부에 의한 지문 매칭 알고리즘

입력된 지문을 지문데이터베이스(템플릿)에 저장된 지문 데이터와 대조하여 신원을 확인하는 지문 매칭과정은 지문인식과정에서 매우 중요하다. 본 논문에서는 인공면역계에 기반하여 보다 빠르고 강인한 지문 매칭 알고리즘을 제안한다. 기존의 특징점에 기반한 지문 매칭 알고리즘은 템플릿에 저장되어있는 지문영상의 특징점 데이터와 입력되는 지문영상의 특징점 데이터를 전부 이용하여 매칭을 수행한다. 이러한 기존의 방법에 비해, 본 논문에서 제안하는 매칭 알고리즘은 템플릿에 저장되어 있는 특징점의 분포와 방향성분의 값에 의해서 만들어지는 이진스트링의 집합인 자기공간(self-space)과 입력된 지문영상(input fingerprint image)의 자기공간으로부터 구성되는 MHC 인식부를 이용하여 1차 매칭을 실행한다.

1차 매칭과정의 결과에 의하여 2차 매칭을 적용할 템플릿 지문영상들을 선택, 2차 매칭에 사용될 템플릿 지문영상의 후보군을 줄인다. 그리고 1차 매칭에서 매칭이 이루어진 영역내에 존재하는 특징점들을 중심으로 하는 로컬구조에 기반하여 2차 매칭을 수행, 해당 입력지문영상의 매칭 여부를 최종 판정하게 된다. 이와 같은 2단계의 매칭 과정을 통하여 매칭 과정에서 사용하는 템플릿 지문영상의 수 및 특징점의 수를 줄임으로서 매칭을 수행하는 속도를 향상시킬 수 있다.

1차 매칭 단계에서는, 제안된 알고리즘을 적용하기 위하여 우선 입력된 지문영상을 16×16 픽셀(pixel)의 크기를 가지는 블록(block)으로 나눈다. 각각의 블록은 6 비트(bit)의 길이를 가지는 이진수로서 표현된다. 하나의 블록을 표현하는 이 과정을 지문영상 내의 모든 블록에 대하여 반복하여 얻어지

는 이진스트링의 집합이 자기공간(self-space)이 된다. 그림 2는 각각의 스트링의 길이가 6×(하나의 행(row)에서의 블록 수) 비트가 되는 이진스트링의 집합인 자기공간이 만들어지는 과정을 보여준다.

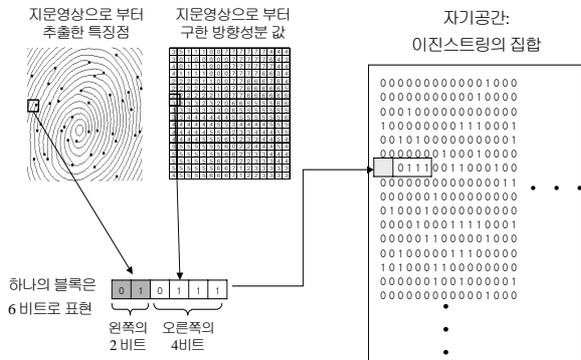


그림 2. 지문영상으로부터 자기공간이 구성되는 과정  
Fig. 2. The construction process of the self-space from the fingerprint image

한편, 표 1은 각 블록에 할당된 6비트의 값이 결정되는 조건이다. 하나의 블록을 표현하는 6 비트에서 왼쪽의 2 비트는 해당 블록내에 특징점의 존재여부 및 존재하는 특징점의 유형(단선 또는 분기점)에 의하여 그 값이 정해진다. 그리고 오른쪽의 4 비트는 해당 블록의 방향성분 값에 의해서 그 값이 할당된다. 여기서 방향성분 값은 정규화된 8방향의 값을 나타낸다. 0°와 180°가 같은 0000의 값을 기지도록 그레이코드로 비트값을 설정하였다. 이와 같이 설정하였을 경우 인접한 각도의 방향성분은 1비트의 차이가 나며 90°차이가 나는 방향성분은 4비트가 반전된 효과를 나타낸다.

표 1. 블록에 할당된 비트값의 결정조건

Table 1. The decision condition of the bit's value that are assigned to each block

<왼쪽의 2비트 값의 결정조건>

비트값	조건
00	블록 내에 특징점이 존재하지 않을 때
01	한 개의 단선이 블록 내에 존재할 때
10	한 개의 분기점이 블록 내에 존재할 때
11	두개 이상의 특징점이 블록내에 존재할 때

<오른쪽의 4비트 값의 결정조건>

비트값	방향성분 값	각도	비트값	방향성분 값	각도
0000	0	0°	1111	4	90°
0001	1	22.5°	1110	5	112.5°
0011	2	45°	1100	6	135°
0111	3	67.5°	1000	7	157.5°

입력된 지문영상으로부터 만들어진 자기공간을 구성하는 6×(하나의 행에서의 블록 수)비트 길이의 이진스트링의 중심

으로부터 임의의 1 비트를 추출하여, 하나의 MHC 디렉터를 형성한다. 이를 반복, 그림 3과 같이 N개의 MHC 디렉터를 가지는 MHC 인식부를 형성한다.

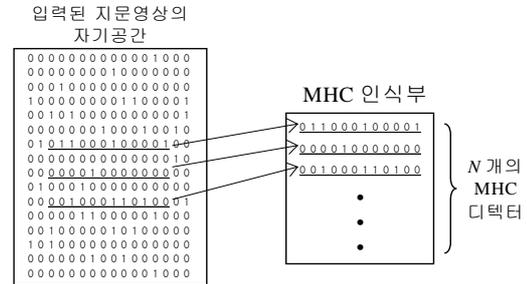


그림 3. 입력된 지문영상의 자기공간으로부터 MHC 인식부를 생성하는 과정

Fig. 3. Generation of the MHC detector set from the input fingerprint image

입력지문영상으로부터 생성된 MHC 인식부는 템플릿 지문영상으로부터 만들어진 자기공간과 매칭이 된다(템플릿 지문영상의 자기공간과 입력된 지문영상의 자기공간의 크기는 같다). MHC 인식부를 형성하고 있는 N개의 MHC 디렉터는 각각 그림 4의 과정을 통하여 템플릿 지문영상의 자기공간의 이진스트링 집합과 매칭되어 각각의 MHC 디렉터가 가장 높은 매칭점수로 매칭되는 템플릿 지문영상의 자기공간에서의 위치를 찾는다. 그리고 각각의 템플릿영상에 대한 MHC 디렉터들의 매칭점수를 합산하여 이를 비교, 높은 점수를 가지는 템플릿 영상을  $\mu$ 개 선택하여 선택된 영상에 대해서만 2차 매칭을 적용한다. 그림 4는 MHC인식부와 자기공간이 인식되는 과정을 나타내고 있다.

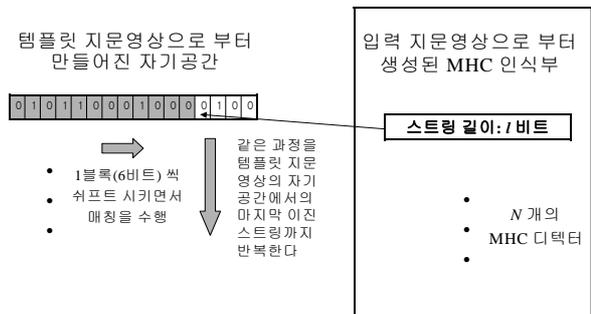


그림 4. 입력지문영상으로부터 생성된 MHC 인식부가 템플릿 지문영상으로부터 생성된 자기공간과 매칭되는 과정

Fig. 4. MHC detector set from the input image is matched to the self-space of the template

#### 4.1 디렉터 검사알고리즘

상기의 비트 패턴 매칭과 그림 5의 매칭과정의 특성상, MHC 디렉터가 템플릿의 자기공간과 매칭이 될 때 자기공간 상에서 '잘못된' 위치에서 매칭될 가능성을 무시할 수 없다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 1차 매칭의 마지막 단계에 다음의 알고리즘을 추가하였다.

[Step 1] 그림 5의 매칭 과정이 MHC 인식부 내의 모든 MHC 디렉터에 대하여 종료되었을 때, 템플릿의 자기공간과

입력된 지문영상의 MHC 디렉터가 가장 높은 점수로 매칭된 위치의 차  $PD(i)$ 를 (1)식과 같이 나타내고, 이를 각각의 MHC 디렉터에 대하여 구한다.

$$PD(i) = j - i \quad (1)$$

여기서  $i(i = 0, 1, \dots, N-1)$ 는 MHC 디렉터의,  $j$ 는 매칭된 자기 공간의 행의 수를 각각 나타낸다. 단,  $N$ 은 MHC 디렉터 스트링의 총 개수를 나타낸다.

[Step 2] Step 1에서 계산한  $N$ 개의 PD의 평균값  $PD_{av}$ 을 (2)식과 같이 구한다.

$$PD_{av} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} PD(i)}{N} \quad (2)$$

[Step 3] Step 1, 2에서 구한  $PD(i)$ 와  $PD_{av}$ 를 이용, 각각의 MHC 디렉터에 대하여 자기 공간과 매칭된 위치의 차이  $diff(i)$ 를 (3)식과 같이 구한다. 여기서  $i$ 는 MHC 디렉터의 행의 수이다.

$$diff(i) = PD(i) - PD_{av} \quad (3)$$

만약  $|diff(i)| > B$ (단,  $B$ 는 실험적 결과에 의해 정해지는 임계값) 이면 해당  $i$ 번째 MHC 디렉터의 매칭점수를 '0'으로 하여 매칭 과정에서 제외한다.  $|diff(i)| \leq B$  이면 그 MHC 디렉터의 매칭점수는 그대로 다음 매칭 과정에 적용된다.

1차 매칭에서 선택된  $\mu$ 개의 템플릿의 자기공간과 MHC 인식부가 매칭되는 위치에 기반하여 2차 매칭이 이루어진다. 2차 매칭은 선택된 자기공간과 MHC 인식부가 매칭된 위치 내에 존재하는 특징점을 중심점으로 하는 로컬구조의 구성에 의해 수행된다[9][10]. 그림 5는 로컬구조에 의한 2차 매칭이 수행되는 과정 및 하나의 중심점에 대하여 2개의 이웃점(neighborhood minutiae)을 가지는 로컬구조와 그 파라미터를 보여준다.

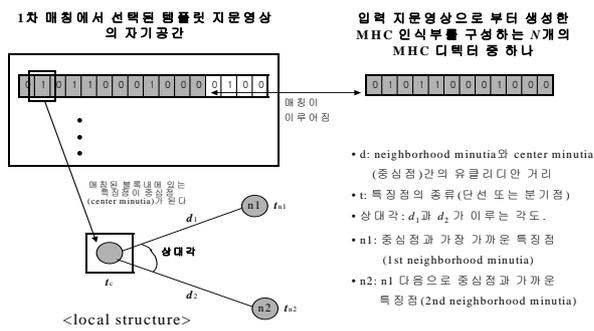


그림 5. 2개의 이웃점을 가지는 로컬구조에 의한 2차 매칭과정

Fig. 5. The 2nd matching stage by the local structure that have two neighborhood minutiae.

특징점이 가지는 기하학적 구조에 기반하여 구성되는 로컬구조의 파라미터들은 영상의 회전 및 병진이동의 영향을 받지 않는 값들로 구성되어 있다[9][10]. 이는 2차 매칭이 회전, 병진이동 및 기타 변환에 대하여 보다 강인하게 동작할 수 있도록 하여, 매칭의 신뢰성을 보장할 수 있도록 한다. 1

차 매칭에서 선택된 각 템플릿 지문영상의 자기공간과 MHC 인식부의  $N$ 개 MHC 디렉터에 대한 2차 매칭점수를 비교하여, 가장 높은 매칭점수를 받은 템플릿 지문영상을 최종 인 증된 지문으로 결정한다.

### 5. 실험 결과

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 실험에 사용된 지문영상은 500DPI의 해상도를 가지는 광학식 지문입력센서로부터 추출하였으며, 288×320 픽셀 크기를 가지고 있다. 제안한 알고리즘에서의 1차 매칭과정을 적용하기 위하여 지문 영상은 18×20개의 블록(각 블록크기는 16×16 픽셀)으로 나누어지고, 그 뒤에 가장자리의 1개의 블록을 제거하여 16×18개의 블록으로 자기공간을 구성하였다. 따라서 자기공간은 96비트의 길이를 가지는 18개의 이진스트링으로 구성된다. MHC 인식부는 입력지문영상의 자기공간으로부터 만들어지며, 72비트의 길이를 가지는 10개의 MHC 디렉터( $N=10$ )를 구성하였다. 그리고 1차 매칭에서 디렉터 검사 알고리즘에 요구되는 임계값  $B$ 는, 실험에 의하여 가장 좋은 결과를 보인  $B=2$ 로 설정하였다.

2차 매칭에서 사용되는 로컬구조는 매칭된 위치 내에 존재하는 특징점을 중심점으로 하여 가장 가까운 거리에 존재하는 특징점과 그 다음으로 가까운 거리에 존재하는 특징점 두개를 이웃점으로 하여 구성하였다. 그리고 하나의 로컬구조가 가지는 파라미터의 구성은 표 2와 같다[11]. 먼저 매칭되는 로컬구조의 각 중심점의 종류가 일치하는지를 비교한 뒤, 중심점의 종류가 일치하면 이웃점의 종류, 중심점과의 거리, 상대각을 매칭시켜 그 스코어를 계산하였다.

표 2. 로컬구조의 파라미터

Table 2. The parameters of the local structure

특징점의 종류	파라미터	
중심점 (center minutia)	특징점의 종류	단선 및 분기점
이웃점 (neighborhood minutia)	특징점의 종류	단선 및 분기점
	중심점과의 거리	$\sqrt{dx^2 + dy^2}$ $dx = x_n - x_c$ $dy = y_n - y_c$ ( $x, y$ )는 특징점의 좌표
	상대각	$\theta = \tan^{-1} \frac{dy}{dx} - \theta_c$ $\theta_c$ 는 중심점의 방향각

총 10,000장의 입력지문영상을 실험에 사용하여 인식성능을 테스트 하였다. 1차 매칭 과정에서 매칭점수에 따라 템플릿 지문영상 중 일부를 선택하여 로컬구조에 의한 2차 매칭을 적용하였다. 2차 매칭에서는 선택된 템플릿 영상에 대해서만 적용함과 동시에 MHC 디렉터가 매칭된 위치에 내에 존재하는 특징점만을 중심점으로 하는 로컬구조를 생성하여 이에 의한 2차 매칭을 수행, 1차 매칭과 2차 매칭을 통하여 매칭 속도가 향상될 수 있도록 하였다.

표 3.  $\mu$ 의 변화에 따른 1차 및 2차 매칭의 결과  
Table. 3. First and 2nd matching results by the change of parameter ' $\mu$ '

$\mu$	1차 매칭의 결과 : 동일인의 지문이 포함될 확률(%)	2차 매칭결과 : 최종 인식률(%)
1	98.50	98.25
2	99.98	99.90

표 3은 2차 매칭을 위하여 1차 매칭에서 선택된 템플릿 지문 영상수( $\mu$ )를 1개, 2개로 변화시켜가며 매칭을 수행한 결과이다. 1차 매칭의 결과는 1차 매칭의 결과에 의해서 선택된 템플릿 지문영상 내에 입력지문과 같은 사람의 지문영상이 포함될 확률을 의미한다. 2차 매칭 인식률은 1차 매칭을 통해 얻어진 후보를 다시 검증하여 최종적으로 인증했을 때 지문이 바르게 인증된 확률이다. 2차 매칭은 1차 매칭 결과를 바탕으로 수행되기 때문에 1차 매칭 후 얻어진  $\mu$ 개의 지문 중 올바른 지문이 선택되지 않았을 경우에는 인식할 수 없다. 제안한 방식에 의하여  $\mu$ 를 2로 설정하였을 때 1차 매칭에서 99.98%로 해당 입력지문영상과 동일한 사람의 지문이 포함되었으며, 2차 매칭 후 최종적으로 99.90%의 인식률을 얻었다.

본 논문에서 제안한 1차 매칭 방식은 특징점의 위치 및 용선의 방향성분을 이용한 스트링 기반 MHC 인식부를 이용한다. 따라서 실수 변수의 매칭이 포함되는 2차 매칭을 바로 수행하는 것보다 인식 속도를 높일 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 이때 1차 매칭만을 이용한 인식률은 98.50% 정도이다. 따라서 본 연구에서는 2차 매칭을 위한 후보 개체  $\mu$ 를 2로 늘리고 2차 매칭을 수행함으로써 인식률을 99.90%로 향상시킬 수 있었다. 여기에서 2차 매칭은 1차 매칭에서 선택한 후보 중에서 모든 경우 올바른 지문을 찾아낼 수 있었다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 생체면역계에서 세포독성 T세포의 MHC 인식부에 의한 자기인식과정을 모델링한 지문 매칭 알고리즘을 제안하였다. 1차 매칭은 템플릿으로부터 구성된 자기공간과 입력지문영상으로부터 구성된 MHC 인식부에 의해서 이루어진다. 이 1차 매칭과정에서 매칭에 사용되는 템플릿의 수와 매칭에 사용되는 특징점 수를 줄이고, 영상노이즈로 인하여 발생하는 잘못된 특징점으로 인한 오인식율을 줄일 수 있도록 하였다. 그리고 1차 매칭에서 선택된 템플릿영상의 자기공간 이진스트링과 입력영상의 MHC 디텍터 스트링이 표현하는 블록 내의 특징점을 중심점으로 하여 로컬구조를 구성, 이를 2차 매칭에 적용하였다. 로컬구조의 파라미터는 회전 및 병진이동에 대해 영향을 받지 않으며, 이는 매칭 알고리즘의 신뢰성을 향상시킨다. 본 논문에서 제안한 방식은 매칭시간이 비교적 적게 걸리는 이진스트링에 의한 1차 매칭을 통하여, 2차 매칭에서 비교할 템플릿 영상의 수와, 특징점 데이터의 수를 줄여 전체적으로 매칭속도가 향상되도록 하였다. 그리고 그 가능성을 실험을 통하여 제시하였다. 차후로 알고리즘의 개선을 통하여 인증률을 향상시키고, 기존의 매

칭 알고리즘과의 인증률 및 매칭 속도의 비교를 통하여 보다 빠르고, 신뢰할 수 있는 지문인식시스템을 구현할 예정이다.

## 참 고 문 헌

- [1] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, S. Prabhakar, *Handbook of Fingerprint Recognition*, Springer, 2003.
- [2] 심귀보, 반창봉, 심재윤, "지능형 지문인식시스템의 개발," *한국산학연논문집*, 제1권, 제2호, pp. 111-119, 2001.
- [3] A. K. Jain, L. Hong, S. Pankanti, R. Bolle, "An identify-authentication system using fingerprints," *Proc. of the IEEE*, vol. 85, pp. 1365-1388, 1997.
- [4] A. Wahab, S. H. Chin, E. C. Tan, "Novel approach to automated fingerprint recognition," *Proc of IEEE Conf. on Vision, Image and Signal Processing*, vol. 145, pp. 160-166, 1998
- [5] 심귀보, 이동욱, "T세포 발생과정의 긍정 및 부정 선택에 기반한 변경 검사 알고리즘," *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문집*, vol. 13, no. 1, pp. 119-124, 2003.
- [6] J. W. Yang, D. W. Lee, K. B. Sim, Y. S. Choi, D. I. Seo, "Intrusion detection algorithm based on artificial immune system," *Proc. on ICCAS 2002*, pp. 110-114, 2002.
- [7] D. Dasgupta, *Artificial immune systems and their applications*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1999.
- [8] A. Farina, Z. M. Kovacs-Vajna, A. Leone, "Fingerprint minutiae extraction from skeletonized binary images," *Pattern Recognition*, vol. 32, no. 5, pp. 877-889, 1999.
- [9] X. Jiang, W. Y. Yau, "Fingerprint minutiae matching based on the local and global structures," *IEEE Proc. on Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 1038-1041, 2000.
- [10] D. P. Mital, E. K. Teoh, "An automated matching technique for fingerprint identification," *Proc. on KES '97*, vol. 1, pp. 142-147, 1997.

저 자 소 개



**심귀보(Kwee-Bo Sim)**

1984년 : 중앙대학교 전자공학과 공학사  
1986년 : 동대학원 전자공학과 공학석사  
1990년 : The University of Tokyo 전자공학과 공학박사  
1991년~현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
2000년~현재 : 제어자동화시스템공학회사 및 지능시스템연구회 회장

2003년~현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 부회장  
2003년~현재 : 일본계측자동제어학회(SICE) 이사

관심분야 : 인공지능, 지능로봇, 지능시스템, 다개체시스템, 학습 및 적응알고리즘, 소프트 컴퓨팅(신경망, 퍼지, 진화연산), 인공지능시스템, 침입탐지시스템, 진화하드웨어, 인공지능, 지능형 홈 및 홈네트워킹, 유비쿼터스 컴퓨팅 등

Phone : +82-2-820-5319  
Fax : +82-2-817-0553  
E-mail : kbsim@cau.ac.kr



**정재원(Jae-Won Jeong)**

2003년 : 중앙대학교 전자전기공학부 공학사  
2003년~현재 : 동대학원 전자전기공학부 석사과정

관심분야 : 인공지능, 패턴인식  
E-mail : asellus@hitel.net



**이동욱(Dong-Wook Lee)**

1996년 : 중앙대학교 제어계측공학과 공학사  
1998년 : 동 대학원 제어계측공학과 공학석사  
2000년 : 동 대학원 제어계측공학과 공학박사

관심분야 : 인공지능, 진화연산, 인공지능, 인공지능, 인공지능 등  
E-mail : dwlee@wm.cau.ac.kr