

생체 면역계를 이용한 자기 인식 알고리즘의 구현과 응용

선상준¹, 서동일², 김대수³, 심귀보¹

¹중앙대학교 전자전기공학부, ²한국전자통신연구원 정보보호기술 연구본부, ³한신대학교 컴퓨터학과

Its Application and Realization of Self-Recognition Algorithm Based on Biological In

Sang-Joon Sun¹, Dong-Il Seo², Dae-Su Kim³, Kwee-Bo Sim¹

¹School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University

²Information Security Technology Division, ETRI

³Department of Computer Science, Hanshin University

Abstract - 생명체의 면역계는 외부에서 침입해 세포나 장기에 피해를 주는 물질인 항원을 스스로 자기세포와 구분해 인식하고 제거하는 기능을 가지고 있다. 이러한 면역계의 특징 중의 하나는 항원과 구별되는 자기 세포의 확실한 인식을 가지고 구분하는 자기/비자기(self/non-self) 인식방법이다. 이러한 기능을 가장 잘 보여주는 면역 T세포 중의 하나인 세포독성 T세포(T-cytotoxic Cell)는 자기세포를 인식하는 부분과 항원으로 인식하는 부분으로 구성되어 항원에 의해 감염된 자기세포를 찾아 제거하는 역할을 한다. 본 논문에서는 생명체의 면역계에서 중요한 역할을 하는 세포독성 T세포의 생성의 자기인식 과정의 하나인 Positive Selection을 모델링하여 자기-인식 알고리즘 구현하였다. 구현한 알고리즘을 자기 공간의 국소변경과 불록변경에 대한 자기인식률을 통해 알고리즘의 유효성을 검증하며 응용 시스템으로 지문 인식에 적용하였다.

링하여 자기-인식 알고리즘을 구현하였다. 구현한 알고리즘은 국소변경과 불록변경에 대한 자기인식률을 통해 알고리즘의 유효성을 검증하였다. 또한 응용 시스템으로 지문 인식에서의 자기 지문의 판별의 특징점 데이터로 사용하여 자기-인식 알고리즘의 적용하였다.

2. 생체 면역계

2.1 생체 면역계 동작 원리

생명체의 방어체계인 면역계는 박테리아, 기생균, 병원균, 독소, 바이러스 등과 같이 항원이라고 통칭하는 매우 다양한 외부 유기체나 단백질에 대하여 생명체의 세포와 장기를 방어할 수 있는 매우 정교하고 복잡한 시스템이다. 이러한 생명체의 면역계는 중앙처리장치인 뇌의 명령에 따르는 것이 아닌 각 요소의 자율적인 행동이 유기적으로 결합되어 형성된 자율분산시스템으로 항원을 인식하는 기능, 정보처리 기능, 학습 및 기억능력, 자기와 비자기의 구별능력, 분산시스템으로서 전체의 조화를 유지하는 능력 등을 가지고 있다. 이렇듯 복잡하게 형성된 면역계를 구성하는 기본요소는 두 가지 형태의 림프구로 각각 B세포와 T세포이다. B세포는 항원을 인식하는 항체를 생산, 분비하는 체액성 반응을 하며, T세포는 면역에 관련된 세포를 자극 또는 억제하거나 항원에 의해 감염된 자기세포를 죽이는 세포성 반응을 주로 담당한다.

초기 외부의 침입 물질인 항원이 발생하면 대식세포 등과 같은 식세포에 의해 항원을 제거하는 면역반응이 형성된다. 이 과정에서 대식세포는 항원제공세포(Antigen-Presenting Cell, APC)로서 항원의 특정부위인 항원결정소(Antigenic Determinant)의 정보를 수집, 이를 항원의 모습으로 설정하여 제공한다. 이렇게 모여진 정보는 T세포의 하나인 보조 T세포(T-helper Cell)를 자극시켜 정보가 전달된다. 보조 T세포는 전달받은 항원결정소의 형태를 가지고 있는 세포독성 T세포(T-cytotoxic Cell)와 B세포(B-Cell)를 찾아 각각의 세포를 자극한다. 자극 받은 B세포는 항원의 특징을 가진 항체를 생산하는 Antibody-forming Cell과 항원과 작용하는 B세포를 만들기 위해 혈장세포(Plasma Cell)로 분화한다. 나중에 이 혈장세포는 항원의 특징을 가지는 다수의 항체 생성을 위한 B세포와 이후의 같은 항원의 재차 침입에 대한 2차 면역반응을 위해 항원의 항원결정소를 기억하는 기억세포로 된다. 침입한 항원의 특징을 가지는 세포독성 T세포는 자신의 세포 중에서 항원에 의해서 감염된 세포를 찾아서 제거하는 역할을 하게 된다. 항원이 감소하기 시작하면 T세포의 일종인 억제 T세포(T-suppressor Cell)에 의해 B세포와 T세포의 활동이 억제되어 면역반응이 감소하게 된다. 이러한 일련의 과정이 1차 면역반응이다. 그림 1은 생체면역시스템의

1. 서 론

생체 면역계는 박테리아, 기생균, 병원균, 독소, 바이러스 등과 같은 항원이라고 통칭하는 매우 다양한 외부 유기체나 단백질에 대하여 생체의 방어와 유지를 하면서 생체 면역계의 각 요소는 뇌의 명령에 아닌, 자율적으로 처해진 환경에 대처한다. 생체 면역계는 외부로부터 침입한 물질에 대한 2차 방어수단으로써, 생물체는 진화의 과정을 통하여 고도로 발달한 생체 방어수단인 면역시스템을 발달시켜왔다. 면역시스템은 외적을 인식하는 기능, 정보처리 기능, 학습 및 기억능력, 자기(Self)와 비자기(Non-self)의 구별 능력, 분산계로서 전체의 조화를 유지하는 능력 등을 가지고 있다[1].

생체 면역계에는 외부에서 침입해 세포나 장기에 피해를 주는 물질인 항원을 스스로 자기세포와 구분해 인식하고 제거하는 기능을 가지고 있다. 이러한 생체 면역계의 특징 중의 하나인 항원을 인식하는 기능은 자기세포의 확실한 인식을 가지고 있는 상태에서 자기세포와 다름으로 구분되는 물질로 분류하는 자기/비자기(self/non-self) 인식방법으로 볼 수 있다. 이러한 기능을 가장 잘 보여주는 면역 T세포 중의 하나인 세포독성 T세포(T-cytotoxic Cell)는 자기세포를 인식하는 부분과 항원으로 인식하는 부분으로 구성되어 항원에 의해 감염된 자기세포를 찾아 제거하는 역할을 한다. 생체 면역계의 특징을 자기-인식 알고리즘에 적용한 사례는 S. Forrest의 Negative Selection을 이용해 비자기로 구성된 비자기 인식부(Nonsel Self Detector)를 이용하여 자기를 인식할 수 있음을 제안하였다[2-6]. 본 논문에서는 생체 면역계에서 중요한 역할을 하는 세포독성 T세포의 생성의 자기인식 과정의 하나인 Positive Selection을 모델

상호작용을 보여주고 있다.

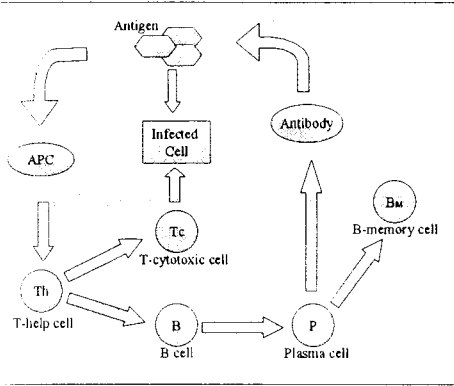


그림 1. 생체 면역시스템의 상호작용도
Fig. 1 Interaction of biological immune system

2.2 Positive Selection과 Negative Selection

각 면역세포는 항원과 자기세포들을 인식하는 각각의 수용체를 가지고 있다. 항원과 반응하는 B세포에는 항원 수용체(Antigen Receptor)가 존재하여 항원을 구분하며, T세포 중의 하나인 세포독성 T세포의 경우 항원에 감염된 자기세포를 구분하기 위해 항원수용체와 자신의 세포를 구별하기 위해 자기세포 판별용 단백질인 MHC(Major Histocompatibility Complex, 구조적 복잡성 복합체)를 인식하는 MHC 인식(MHC Receptor)를 가지고 있다. 이 인식부를 이용하여 세포독성 T세포는 MHC 단백질을 인식하며 항원수용체에 수용되는 세포를 감염된 자기세포로 인식하게 된다. 이러한 T세포와 B세포 항원수용체는 MHC 단백질을 항원으로 인식하게 되면 자기세포를 항원으로 인식하기 때문에 안되며 MHC 인식기능에서는 MHC 단백질을 이용해 자기 세포로 판별하므로 정확히 MHC 단백질을 인식해야한다. 따라서 각 면역세포들의 인식부는 초기 생성시 Positive Selection과 Negative Selection을 통해 정상적인 기능을 가진 면역세포로만 면역계를 구성한다. Positive Selection은 각 면역세포의 MHC 인식기능을 확인하는 선택방법이다. 자기세포에서 분비되는 MHC 단백질을 정확히 인지할 수 있는 면역세포만이 사용가능하기 때문에 갖 생성된 면역세포에 MHC 단백질을 결합시켜 긍정적인 선택이 되는 세포들로만 면역 세포를 구

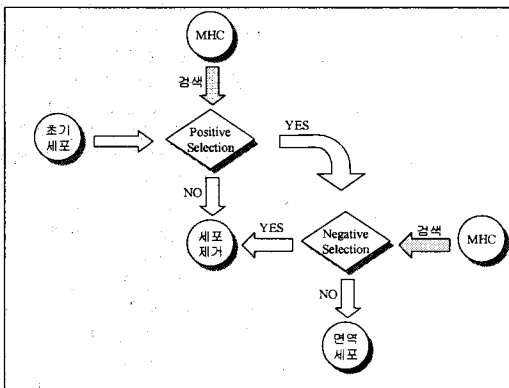


그림 2. Positive Selection과 Negative Selection을 이용한 정상적인 면역세포의 구성방법
Fig. 2 A construction method of normal immune cell using Positive Selection and Negative Selection

성하게 된다.

Negative Selection은 항원의 인식에 있어서 자기를 항원으로 인식하는 것을 배제하기 위해 방법이다. 항원 수용체가 MHC 단백질을 항원으로 인식하면 모든 세포를 항원으로 인식하기 때문에 항원으로 MHC 단백질을 인식하지 못하게 하기 위해 면역세포에 MHC 단백질을 결합시켰을 때 항원수용체가 부정적인 선택을 하는 세포만으로 구성된다. 이때 긍정적인 선택을 하는 면역세포는 MHC를 항원으로 인식하는 세포들이므로 죽이거나 다시 항원인식부를 형성하는 단계를 거치게 된다.

이 두 가지 선택을 거친 면역세포는 MHC 단백질을 자신으로 인식하면서 이를 항원으로 인식하지 못하게 구성되어 생명체에서 정상적인 면역반응을 형성한다. 본 논문에서는 이 두 가지의 Selection 방법 중 Positive Selection을 이용하여 자기-인식 알고리즘을 구현하였다.

3. 자기-인식 알고리즘

3.1 알고리즘의 구현

본 논문에서는 면역세포의 생성시 MHC 인식부를 형성해 주는 Positive Selection을 자기-인식 알고리즘으로 구현하여 컴퓨터에서 자기로 인식해야하는 파일이나 기능에 대해 MHC 인식부를 형성해 자기와 비자기를 인식하게 하였다.

MHC 인식부는 자기 파일내의 일정 부분에서 가져온 정보를 이용하여 구성한다. 컴퓨터 상의 자기파일은 심벌로 구성된 스트링(String)들의 집합으로 형성되어 있다. 또한 일정한 스트링의 길이를 셀(Cell)이라 정의한다. 제안한 MHC 인식부는 자기파일을 셀의 길이로 나누어 생기는 셀 위치 값을 가진 자기파일의 연속적인 스트링들을 가져와서 하나의 셀을 구성한다. MHC 인식부의 일부를 구성하는 연속적인 스트링을 코드(Code)라고 한다. 하나의 MHC 인식부는 자기 파일에서 셀의 길이 만큼의 코드를 이용하여 구성한다. 이렇게 구성한 하나의 MHC 인식부는 자기파일 셀들의 같은 위치에 존재하는 같은 심벌들을 코드의 길이 값만큼 MHC로 구성해 자기파일의 정보를 저장하게 된다.

MHC 인식부를 이용하여 자기와의 일치성을 검사할 때는 구성된 MHC 인식부들의 데이터를 토대로 파일의 위치에 따른 연속된 부분의 존재여부를 이용해 자기파일 인지 변경된 파일인지를 구분한다. 다음은 자기-인식 알고리즘에서 자기와 비자기를 구분하고 자기 파일의 특정 정보를 가지고 있는 MHC 인식부를 구성하는 알고리즘이다.

1. 자기파일(컴퓨터 상에서 자신으로 인식해야하는 파일)을 일정한 크기인 셀(Cell)로 나눈다. 나누어진 자기파일의 셀이 가지는 위치정보의 값을 가지게 된다. 이 셀은 하나의 MHC 인식부의 길이가 되며 자기파일 변경검사의 단위가 된다. 셀은 여러 개의 스트링(String)으로 구성되며 각 스트링은 정해진 심벌 중 하나의 값을 가진다.
2. 자기파일 셀들의 처음 위치 값에 존재하는 자기파일 셀의 연속적인 스트링인 코드를 MHC 인식부의 처음 위치의 코드로 구성한다.
3. 셀의 두 번째 위치 값에 해당하는 첫 번째 코드부분을 포함하는 자기파일의 셀을 찾아서 이를 MHC 인식부의 두 번째 위치의 코드로 구성한다. 구성된 두 번째 코드는 첫 번째 코드의 부분과 새로운 부분으로 구성되게 된다.
4. 위의 방법을 반복해서 셀의 크기를 구성하는 코드들을 찾아 하나의 구성된 셀이 하나의 MHC 인식부가 된다. 따라서 MHC 인식부는 셀의 값은 위치 값에서 자기파일의 정보를 가지게 된다.
5. 일정 개수의 MHC 인식부 셀들을 만들어 자기-인식부를 구성한다.

그림 3은 자기 파일에서 MHC 인식부를 구성하는 방법으로 셀의 위치에 존재하는 자기파일의 코드를 모아 하나의 MHC 인식부를 구성하는 것을 보여주고 있다. 코드의 길이를 3으로하여 동일한 패턴이 있는 스트링들을 MHC 인식부의 자기파일 셀과 같은 위치에 구성하여 하나의 인식부가 자기파일의 여러 부분을 내재되어 구성한다.

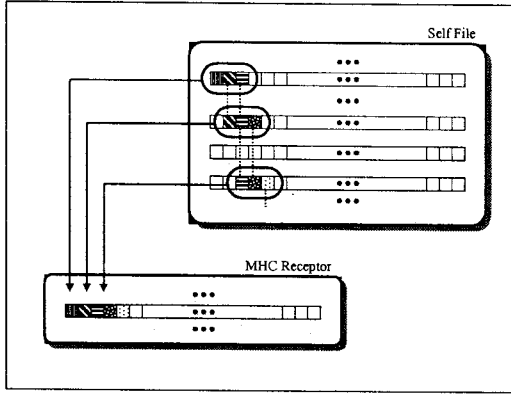


그림 3. 자기파일에서의 MHC 인식부 구성 방법

Fig. 3 Method of construting MHC receptor in self files

자기-인식 알고리즘은 구성된 MHC 인식부들을 이용하여 이루어진다. 각각의 인식부의 코드들이 자기파일의 해당 위치에 존재하는가를 검사한다. MHC 인식부를 이루고 있는 코드가 모두 존재하면 해당 인식부에 의해서는 자기파일로 인식하고 모든 MHC 인식부가 자기파일로 인식하면 검사한 파일은 자기파일로 인식하게 된다.

3.2 시뮬레이션

생체 면역 시스템에 기반한 자기-인식 알고리즘의 유효성을 검증하기 위해 기존에 제시된 S. Forrest의 Negative Selection 알고리즘을 자기-인식 알고리즘과 제시한 MHC 인식부를 이용한 자기-인식에 대한 시뮬레이션을 컴퓨터에서 자기파일을 만든 다음 이를 두가지 방법으로 변경시켜 얻어지는 변경파일로 자기파일의 변경에 대한 알고리즘의 정확도를 검사하여 MHC 인식부의 성능을 비교, 평가하였다(3).

3.2.1 시뮬레이션 조건

제안한 MHC 인식부에 의한 자기변경 탐색알고리즘의 유효성을 검증하기 위해서 시뮬레이션의 조건을 다음과 같이 설정하였다.

자기파일은 컴퓨터에서 자기로 인식하는 파일로 시뮬레이션에서는 일정 크기의 파일을 구성해 자기파일로 설정하였다. 자기파일의 각 스트링을 이루는 심벌의 개수는 256개로 2진 8비트의 크기로 나타낸다. 이는 문자를 나타내는 컴퓨터의 단위가 Character의 2진 8비트 코드를 기본으로 형성하기 때문이다. 셀은 32개의 스트링으로 구성하였으며 총 1600개의 셀로 자기파일을 구성하였다. 각각의 셀 분할로 자기파일은 각 셀의 스트링의 개수인 32개의 위치 정보 값을 가지게 된다. 또한 MHC 인식부의 코드의 길이는 2로 설정하였다. 따라서 하나의 MHC 인식부는 31개의 자기파일 셀의 각 위치에 해당하는 코드로 구성하였다. 각각의 MHC 인식부는 5개, 10개, 20개, 30개를 구성하여 각각의 경우에 따른 자기파일 변경의 검색의 유효성을 검증하였다. 비자기 인식부의 시뮬레이션 조건도 동일하게 설정하였다. 시뮬레이션은 각각의 경우에 대해 10,000개의 변경파일을 형성해 자기인식률을 평가하였다. 이때 자기파일

의 변경방법에 따라 두 가지의 방법을 사용하였다. 하나는 국소 변경에 의한 자기-인식 알고리즘의 자기파일 변경의 검색률을 검증하기 위해 자기파일의 몇 개의 스트링을 변경하는 스트링 변경(String Change)방법과 자기파일의 일정부분 변경에 따른 검색률을 확인하기 위해 자기파일의 일정 개수의 셀의 모든 스트링을 변경하는 셀 변경(Cell Change) 방법의 두 가지를 설정하였다. 스트링 변경의 시뮬레이션은 자기-인식 알고리즘이 자기파일의 미세한 변경에 따른 유효성 검증이며 셀 변경 시뮬레이션은 해킹이나 바이러스 등에 의한 자기파일 일부분의 변경에 대한 자기-인식 알고리즘 검사의 유효성을 평가한다.

3.2.2 시뮬레이션 결과

표 1은 자기파일의 국소 스트링을 변경한 경우로 스트링 변경의 정도와 MHC 인식부 개수, 비자기 인식부의 개수를 변화시켜 얻은 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 결과 값은 자기파일과 정해진 유사도를 보이는 변경 파일 각 10,000개의 파일에 대해 각각의 MHC 인식부와 비자기 인식부가 변경된 파일로 인식하지 못하고 자기파일로 인식한 경우의 횟수를 나타내고 있다. 표에서 보듯이 MHC 인식부와 비자기 인식부를 이용한 자기-인식률은 비슷한 결과를 보여주고 있으며 두가지의 인식부 모두 자기파일과 변경된 파일간의 유사도와 인식부의 개수가 인식율에 영향을 주어 낮은 유사도와 많은 개수일 때 인식율이 높아짐을 알 수 있다.

표 1. 스트링변경에 의해 변경된 자기파일 10,000개에 대해서 자기-인식 알고리즘이 자기로 잘못 인식한 횟수

Table 1 In string-change simulation, this is number that recognizes as self for 10000 changed self file.

인식부	인식부 개수	자기파일과의 유사도					
		0.9993	0.9981	0.9969	0.9845	0.9765	0.9695
MHC	5	9935	9850	9754	8568	7862	7311
	10	9891	9617	9450	7324	6532	6113
	20	9775	9297	8912	5641	3797	3233
인식부	30	9626	8952	8308	4089	2511	1759
	비자기	5	9943	9846	9757	8968	8413
10		9905	9718	9509	7857	7060	6395
20		9812	9446	9027	6288	4899	3807
인식부	30	9707	9160	8713	4966	3392	2439

표 2. 셀 변경에 의해 변경된 자기파일 10,000개에 대해서 자기-인식 알고리즘이 자기로 잘못 인식한 횟수

Table 2 In cell-change simulation, this is number that recognizes as self for 10000 changed self file

인식부	인식부 개수	자기파일과의 유사도					
		0.990	0.980	0.970	0.960	0.940	0.900
MHC	5	9796	9989	6861	2400	2562	0
	10	6815	2803	612	7	2	0
	20	2659	1762	0	3	0	0
인식부	30	187	366	2	0	0	0
	비자기	5	9649	9240	8924	8593	7911
10		9280	8548	7950	7320	6248	4600
20		8544	7289	6223	5422	3907	2161
인식부	30	7889	6187	4979	3925	2451	968

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 생체 면역 시스템의 면역세포 중의 하나인 세포독성 T세포의 자기를 구분하는 MHC 단백질 이용 인식하는 MHC 인식기능을 이용하여 자기를 인식하는 알고리즘을 구현하였다. 이렇게 구현한 MHC 인식부를 이용해 변경된 자기파일에 대한 자기-인식률을 기존의 알고리즘과 비교해 그 유효성을 검증하였다. 구현한 알고리즘은 큰 파일에서도 기존의 알고리즘에 비해 쉽게 구성이 가능하며 일정부분의 변경에 대해서는 높은 자기 인식률을 보여주고 있다. 또한 지문 인식과 같은 응용시스템으로의 적용 가능성을 보였다. 아직 자기파일과의 유사도가 작은 변경 검사에서는 그 유효성이 미미하고 특정 변경에 대한 인식률의 저조를 보완하기 위해 MHC 인식부와 비자기 인식부를 통한 종합적인 자기-인식 알고리즘의 보완이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 한국전자통신연구원의 인공면역기반 차세대 인터넷 보안기술 개발의 용역으로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

(참 고 문 헌)

- [1] I. Roitt, J. Brostoff, D. Male, Immunology, 4th edition, Mosby, 1996.
- [2] P. D'haeseleer, S. Forrest, P. Helman, "An Immunological Approach to Change Detection : Algorithms, Analysis and Implications," Proc. of IEEE Symp. on Security and Privacy, 1996
- [3] S. Forrest, L. Allen, A. S. Perelson, R. Cherukuri "Self-Nonself Discrimination in a Computer" IEEE Symposium on Research in Security and Privacy, 1994.
- [4] P. K. Harmer, G. B. Lamont, "An Agent Based Architecture for a Computer Virus Immune System", Genetic and Evolutionary Computation Conference Workshop Program pp. 45 - 46, 2000.
- [5] D. Dasgupta, "An Immune Agent Architecture for Intrusion Detection", Genetic and Evolutionary Computation Conference Workshop Program pp.42 - 44, 2000.
- [6] 구자범, 이동욱, 박세현, 심귀보, "생체 면역시스템 기반의 새로운 보안 항체 계층 모델", 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 논문지 vol. 10, no. 2, pp. 122-128, 2000.
- [7] M. Kawagoe and A. Tojo, "Fingerprint Pattern Classification," Pattern Recognition, vol.17, no.3, pp.295-303 (1984).
- [8] O'Gorman, L. and Nickerson, J. V. "An approach to fingerprint filter design," Pattern Recognition, vol.22, no.1, pp. 29-38 (1989).
- [9] Baldi, P. and Chauvin, Y. "Neural Networks for Fingerprint Recognition," Neural Computation, vol. 5, pp.402-418 (1993).
- [10] B. M. Mehre, "Fingerprint Image Analysis for Automatic Identification," Machine Vision and Applications, vol.6, no. 2-3 (1993).

표 2는 셀의 변경에 따른 자기-인식 알고리즘들의 자기-인식율을 보여주고 있다. 자기파일의 일정 셀의 모든 스트림을 변경한 10,000개의 변경파일에 대해 MHC 인식부와 비자기 인식부의 개수를 5개에서 30개로 변화시켜 검사파일을 변경된 파일이 아닌 자기파일로 잘못 인식한 경우를 나타내고 있다. 표에서 보여주듯이 MHC 인식부의 인식률이 비자기 인식부에 의한 인식률에 비해 높은 성능을 보여주고 있다. 특히 적은 MHC 인식부의 개수에 대해서도 높은 자기-인식 효율성을 보여주고 있다. 이는 블록화된 자기파일의 변경부분에 대해 MHC 인식부에 의한 알고리즘의 자기변경 검사가 비자기 인식부에 의한 알고리즘의 경우보다 정밀하게 인식함을 보여준다.

4. 자기-인식 알고리즘의 응용

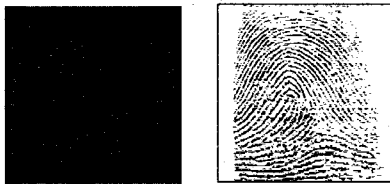
4.1 지문 인식

지문(fingerprint)은 땀샘이 움직여 일정한 흐름을 형성한 것으로 그 형태가 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생동안 변하지 않는 고유한 특성 때문에 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도에 있어서 높은 것으로 평가되어 효율적인 개인 인증방법으로 이용되고 있다[7-10].

지문인식기술은 입력계나 센서를 통해 들어온 지문 영상에서 지문의 특징점을 찾아내기 위해 지문의 음선 부분만을 뚜렷하게 해주는 영상 전처리 과정과 추출한 지문의 특징점을 메모리에 저장된 표준패턴과 비교하여 매칭을 수행하는 매칭 과정으로 구분되며 이러한 과정을 통하여 지문의 본인여부를 판단하게 된다. 본 논문에서는 자기와 비자기를 구분하여 인식하는 자기-인식 알고리즘을 이용하여 지문의 자기여부를 판별하는 매칭 과정에 적용하였다.

4.2 지문 인식에 자기-인식 알고리즘 응용

센서로부터 입력된 지문 영상을 특징점의 추출을 위해 음선을 뚜렷하게 하였다. 그림 4는 입력받은 460*460 크기의 입력 지문 영상과 전처리 과정을 거친 지문의 음선 영상을 보여주고 있다.



4(a). 지문 영상 4(b). 음선 영상

그림 4. 지문인식의 영상 처리 결과

자기-인식 알고리즘을 적용하기 위해 전처리 과정을 지난 지문의 음선 영상에서 라인의 성분 값을 추출하였다. 추출한 라인의 성분 값을 자기 공간의 심벌로 설정하였다. 설정된 심벌을 이용하여 자기 공간의 기본 크기인 셀을 구성해 MHC 인식부를 생성하였다. 이때 지문의 셀의 위치는 구성 가능한 모든 공간을 이용하여 고정된 위치 값을 가지지 않게 하여 지문 영상의 변화로 인한 오류 값을 수정하였다. 이렇게 설정된 MHC 인식부를 이용하여 자기의 지문 인식과 타인의 지문 인식에 적용하여 정상적으로 인식이 가능함을 확인하였다. 적용에 많은 지문 데이터를 얻지 못해 부분적으로 적용하였으며 앞으로 지문의 많은 데이터의 적용과 인식률의 향상이 요구되고 있다.