

## 웹 환경 학사관리 시스템의 학생증 인식을 위한 개선된 ART1 알고리즘

박현정\*, 김광백\*\*

### Enhanced ART1 Algorithm for the Recognition of Student Identification Cards of the Educational Matters Administration System on the Web

Hyun-Jung Park \*, Kwang-Baek Kim \*\*

#### 요약

본 논문에서는 영상처리 및 인식 기술을 학생증 영상 인식에 적용하는 방법과 웹 환경에서 학생 정보를 관리할 수 있는 방법을 제안한다. 원 학생증 영상에서 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀에 대한 평균 밝기 값을 임계치로 설정하여 원 영상을 이진화하여 수평 방향으로 히스토그램을 수행하고 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 추출된 학번 영역의 잡음을 제거하기 위하여 3×3 마스크를 적용한 최빈수 평활화(smoothing)를 수행하여 잡음을 제거하고 수직 방향 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 추출된 학번 문자의 인식은 ART1 알고리즘을 개선하여 적용한다. 본 논문에서 제안하고 있는 개선된 ART1 알고리즘은 클러스터링하는데 있어서 임의의 패턴과 저장 패턴 사이의 불일치 허용도를 나타내는 경계 변수를 동적으로 설정함으로써 기존의 ART1 알고리즘을 개선한다. 인식 실험 결과, 개선된 ART1 알고리즘이 기존의 ART1 알고리즘보다 인식률이 개선되었다. 따라서 실험을 통해 인식 향상을 보인 제안된 학생증 인식 방법을 이용하여 웹 환경에서의 학사 관리 시스템을 개발하였다.

#### Abstract

This paper proposes a method, which recognizes student's identification card by using image processing and recognition technology and can manage student information on the web. The presented scheme sets up an average brightness as a threshold, based on the brightest pixel and the least bright one for the source image of the ID card. It is converting to binary image, applies a horizontal histogram, and extracts student number through its location. And, it removes the noise of the student number region by the mode smoothing with 3×3 mask. After removing noise from the student number region, each number is extracted using vertical histogram and normalized. Using the enhanced ART1 algorithm recognized the extracted student number region. In this study, we propose the enhanced ART1 algorithm different from the conventional ART1 algorithm by the dynamical establishment of the vigilance parameter, which shows a tolerance limit of unbalance between voluntary and stored patterns for clustering. The Experiment results showed that the recognition rate of the proposed ART1 algorithm was improved much more than that of the conventional ART1 algorithm. So, we develop an educational matters administration system by using the proposed recognition method of the student's identification card.

▶ Keyword : Student's Identification Card, Mode Smoothing, ART1, Vigilance Parameter

• 제1저자 : 박현정

• 접수일 : 2005.08.30, 심사완료일 : 2005.11.23

• 신라대학교 건축학부 조교수 \*\*신라대학교 컴퓨터공학과 부교수

## 1. 서론

최근에 다양한 분야에 적용되고 있는 영상처리 기술은 시각적인 물체에 대하여 물체를 구분하고 인식하는데 응용되고 있다. 영상처리는 멀티미디어 시대에 있어 중요한 역할을 하는 영상을 컴퓨터를 이용하여 처리하는 분야이다. 인간은 기본적으로 시각적인 동물이다. 사람은 환경에 대한 정보 중 90% 이상을 눈에 의존한다. 영상처리란 이처럼 우리에게 친숙한 영상을 카메라나 스캐너 등을 통하여 전자적으로 얻은 후, 여러 가지 목적에 따라 컴퓨터와 여러 가지 알고리즘을 적용하여 처리하는 것이다.

본 논문에서는 영상처리 기술을 이용하여 학생증의 학번을 추출하고 인공지능망의 ART1 알고리즘을 개선하여 학번을 인식하고 데이터베이스에 저장하여 웹 환경에서 학생 정보를 관리할 수 있는 시스템을 제안한다. 영상 이진화(image binarization) 처리는 영상처리 분야에서 물체 인식, 영상 분석 등과 같은 다양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상 분할(segmentation)을 위한 일반적인 영상의 전처리로 사용되어진다. 이진 영상을 사용하는 영상처리 응용에서 임계치(threshold) 결정은 처리 성능을 결정짓는 중요한 문제이다. 대부분의 이진화 방법은 임계치를 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하고 밝기 분포를 조사한다. 배경과 물체의 명도 차이가 큰 경우에는 최적의 임계치를 찾기 위해 히스토그램에서 골짜기(valley)를 선택하는 것이 양호한 임계치를 얻을 수 있고 배경과 물체간의 밝기 차이가 크지 않거나 밝기 분포가 양봉 특성을 보이지 않을 때는 히스토그램 분석만으로는 적합한 임계치를 구할 수 없다[1,2]. 본 논문에서는 평균 밝기 값을 적용하여 원 영상을 이진화 한다. 히스토그램을 이용한 개별 문자 추출은 수평 방향 히스토그램을 적용하여 문자열 영역을 추출하고 추출된 문자열 영역에 대해 수직 방향 히스토그램을 적용하여 개별 문자를 추출하는 방법이다[3]. 그러나 히스토그램을 이용한 개별 문자 추출 방법은 개별 문자를 추출하는데 있어서 임계치 설정이 중요한 요소가 된다. 배경 영역과 문자 영역이 명확히 구분할 수 없는 임계치가 설정되면, 히스토그램에서 개별 문자를 정확히 추출할 수 없다[4]. 본 논문에서는 이진화된 영상에서 수평 히스토그램과 학번의 위치

정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 추출된 학번 영역에 대해 최빈수 평활화(smoothing)를 수행하여 잡음을 제거하고 배경과 문자의 영역을 명확히 구분한다. 그리고 수직 히스토그램을 적용하여 개별 문자들을 추출한다. 영상 인식에 있어 처리 속도와 잡음에 대한 저항성 등은 필연적으로 해결해야 할 주요 과제라 할 수 있다. 인공지능망은 이 두 가지 점에서 있어서 효율적인 수단을 제공해 준다[5]. 인공지능망의 자율 학습 방법인 ART1(Adaptive Resonance Theory)은 Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 모델로서 뉴런들 간의 경쟁 학습에 의하여 자율적으로 패턴을 분류하는 네트워크 구조이다.

ART1 알고리즘은 임의의 입력 패턴에 대해 이미 학습된 패턴을 잊지 않고 새로운 패턴을 학습할 수 있는 안정성(stability)과 적응성(plasticity)을 갖는 신경망의 자율 학습 알고리즘이다. 또한 저속 및 고속 학습이 가능한 장점을 가지고 있고, 지역 최소화(local minima) 문제가 발생하지 않는다. ART1 알고리즘의 경우 특징 영역이 커서 잡음과 훼손에 비교적 강하기 때문에 학생증 인식에 효과적이다[6]. 그러나 ART1의 문제점은 입력 패턴과 저장 패턴간의 측정 방법인 유사성 검증 방법과 경계 변수의 설정에 따라 인식률이 좌우된다. ART1 알고리즘에서 경계 변수(vigilance parameter)는 패턴들을 클러스터링 하는데 있어서 임의의 패턴과 저장된 패턴간의 불일치(mismatch) 허용도를 결정하는 기준이 된다. 이 경계 변수가 크면 입력 패턴과 저장 패턴 사이에 약간의 차이만 있어도 새로운 카테고리(category)로 분류한다. 반대로 경계 변수가 적으면 입력 패턴과 저장 패턴 사이에 많은 차이가 있더라도 입력 패턴들을 저장된 패턴의 클러스터로 분류하여 인식률을 저하시킨다[7]. 그러므로 실제 영상 인식과 같은 분야에 ART1 알고리즘을 적용하기 위해서는 경계 변수를 경험적으로 설정해야 한다. 그리고 서로 다른 유사한 특징을 갖는 패턴들이 많을 경우에는 경계 변수를 설정하는 것이 어렵다.

본 논문에서는 ART1 알고리즘의 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 ART1 알고리즘을 제안하여 학번의 개별 문자 인식에 적용한다. 그리고 인식된 개별 문자들을 데이터 베이스에 저장하고 웹 환경에서 학생정보를 관리하는 학생증 인식을 이용한 웹 환경에서의 학사 관리 시스템을 개발한다.

## II. 학번 영역 및 개별 학번 문자 추출

본 논문에서는 평균 밝기 값을 적용하여 원 영상을 이진화한다. 이진화된 영상에 대해 수평 히스토그램과 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 추출된 학번 영역에 대해 최빈수 평활화를 수행하여 잡음을 제거하고 배경과 문자 간의 영역을 명확히 구분한다. 그리고 수직 히스토그램을 적용하여 개별 문자들을 추출하고 정규화 한다.

### 2.1 이진화 및 학번 영역 추출

본 논문에서의 임계치는 원 영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀간의 평균값으로 설정한다. 임계치는 식 (1) 과 같이 계산한다.

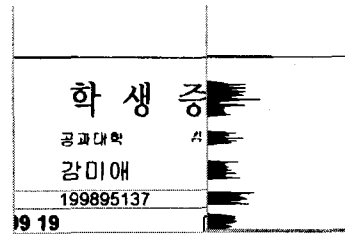
$$T = \frac{P_{\max}(x, y) + P_{\min}(x, y)}{2} \dots\dots\dots (1)$$

여기서  $T$ 는 임계치이고,  $P_{\max}(x, y)$ 은 영상의 가장 밝은 픽셀,  $P_{\min}(x, y)$ 는 가장 어두운 픽셀이다.

이진화된 영상에서 수평 히스토그램과 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 학생증 영상은 학번의 위치가 고정되어 있다는 사전의 정보를 이용하여 이진화된 학생증 영상 전체를 대상으로 히스토그램을 수행하지 않고 학번 영역이 포함된 일부 영역 부분만을 수행한다. 이진화된 학생증 영상의 일부 영역에 대해서만 수평 방향으로 히스토그램을 적용한다. 수평 방향으로 히스토그램을 적용한 후의 특징 영역은 (그림 1)의 (b)와 같이 5개 영역으로 구분되고 학번 영역은 4번째 영역에 위치해 있으므로 4번째 영역을 학번 영역으로 추출한다.



(a) 원영상



(b) 학번 영역 추출 과정

그림 1. 학번 영역 추출 과정  
Fig. 1 Extraction process of student number region

따라서 이진화된 학생증 일부 영상을 수평 방향 히스토그램을 적용하여 (그림 1)의 (b)와 같이 나타내고 위에서 아래로 검사하여 흰색 픽셀에서 검은색 픽셀로 변화는 4번째 부분을 학번 영역의 시작 부분으로 정의하고 다시 흰색 픽셀로 바뀌는 부분을 학번의 끝 부분으로 정의하여 추출한다. 학번 영역의 추출 단계를 표현하면 (그림 2)와 같다.

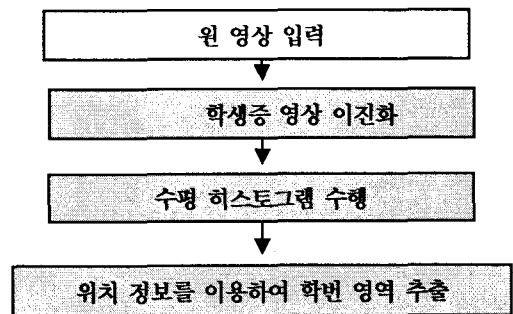


그림 2. 학번 영역 추출 단계  
Fig. 2 Extraction step of student number region

### 2.2 개별 문자 추출

본 논문에서는 추출된 학번 영역의 잡음을 제거하기 위하여 3x3 마스크를 이용한 최빈수 평활화를 수행한다. 최빈수 평활화는 특정한 범위내의 픽셀들을 조사하여 빈번히 나

타나는 픽셀로 대체시키는 방법이다. 따라서 최빈수 평활화를 적용하여 학번 영역의 잡음을 제거하고 수직 방향 히스토그램을 적용하여 학번의 개별 문자를 추출한다. 개별 문자를 추출하는 단계는 (그림 3)과 같다.

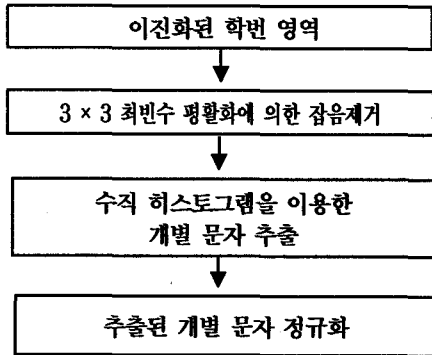


그림 3. 개별 문자 추출 단계  
Fig. 3 Extraction step of individual character

### III. 개선된 ART1을 이용한 학번 인식

#### 3.1 ART1 알고리즘

ART1 학습 모델은 기존에 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는 방법으로 통합한다. 그리고 적절하게 일치되는 새로운 정보를 이용하여 이미 배운 내용들을 정제하며, 새로운 인식 카테고리의 학습을 위하여 새로운 노드를 선택하고, 기억 용량을 넘어서는 과도한 새로운 입력에 의해 기존에 취득한 내용이 지워지는 것을 방지한다. 따라서 끊임없이 변하는 환경에서 자신의 메모리 용량을 전부 소모할 때까지는 제한 없는 입력에 대해 실시간으로 빠르고 안정되게 학습 및 인식할 수 있는 구조이다(6). ART1 모델의 구조는 (그림 4)와 같다.

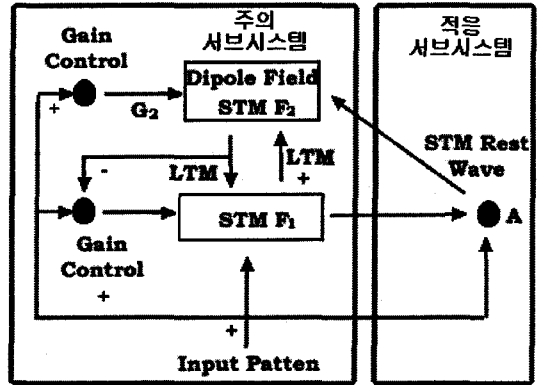


그림 4. ART1 학습 구조  
Fig. 4 ART1 learning structure

(그림 4)에서와 같이 이득 제어(gain control)를 조정함으로써 F1이 상향적 입력패턴과 하향적 기대패턴을 구별하고 이 패턴들을 매치(matching)시키는 작업을 수행할 수 있도록 한다. 또 다른 이득 제어 신호는 F2로 하여금 입력패턴이 활성화할 동안 F1으로 부터의 신호에 잘 반응할 수 있도록 한다. 적응 서브시스템(orienting subsystem)은 입력패턴과 기대패턴의 불일치가 충분히 클 때 F2에 리셋(reset) 신호를 보내어, 전에 활성화된 F2의 입력 신호가 차단될 때까지 선택적이고 지속적으로 억제한다. 즉, ART1의 시스템 구조는 가설 검증 단계(hypothesis testing cycle)를 주의(attentional)서브시스템과 적응(orienting)서브시스템의 상호작용을 통하여 자동화한다.

ART1 알고리즘에서 경계 변수(vigilance parameter)는 임의의 패턴과 저장된 패턴과의 불일치(mismatch) 허용도를 결정한다. 이 경계 변수가 크면 입력 패턴과 저장 패턴 사이에 약간의 차이만 있어도 새로운 카테고리(category)로 분류하게 된다. 반대로 경계 변수가 작으면 입력 패턴과 저장 패턴 사이에 많은 차이가 있더라도 허용하므로 입력 패턴들을 대략적으로 분류한다. 그러므로 실제 영상 인식과 같은 분야에 적용하기 위해서는 경험적으로 경계 변수를 설정해야 한다(7). 그리고 서로 다른 유사한 특징을 갖는 패턴들이 많은 경우에는 경계 변수를 설정하는 것이 어렵다. 따라서 ART1의 문제점은 입력 패턴과 저장 패턴간의 측정 방법인 유사성 검증 방법과 경계 변수에 따라 인식이 좌우된다(7,8).

3.2 개선된 ART1 알고리즘에 의한 학번 인식

본 논문에서는 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 유사성에 따라 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 ART1을 제안하여 추출된 학번의 문자 인식에 적용한다.

퍼지 합 접속 연산자는 연산자의 입력 중 값이 가장 큰 것보다 연산 결과가 작지 않은 성질을 갖는 연산자로서, 영역은  $(\max_i(x1,x2), \text{umax}(x1,x2))$ 의 범위를 갖고, 정보 융합 시 낙관적인 성향을 나타내는 연산자이다(9). 가장 대표적인 "max" 연산은 합 접속 연산자 중에 가장 비판적인 연산자이고, 합 연산자의 정의는 co-norm의 정의와 동일하기 때문에 발생 함수(generating function)에 따라 무수히 많은 합 연산자의 정의가 가능하다. 또한 이들 합 접속 연산자에는 파라미터를 가지고 있기 때문에 입력의 최대치와 1 사이의 영역에서 출력 값을 조정할 수 있는 일군(family)의 연산자가 정의되기도 한다. 퍼지의 합 접속 연산자는 총체화된 값이 모든 입력 중 가장 큰 값보다 연산 결과가 작지 않은 성질을 갖는 연산자로서, Yager의 퍼지 합 접속 연산자는 식 (2)와 같고  $p \in (0, \infty)$  값에 따라 단조 감소한다(9.10).

$$\mu(x_1, \dots, x_n) = \text{Min}[1, (X_1^p + \dots + X_n^p)^{\frac{1}{p}}] \dots (2)$$

본 논문에서는 Yager의 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 ART1의 경계 변수( $\rho$ )를 식 (3)과 같이 조정한다.

$$\rho(t+1) = \wedge(1, \sqrt{\rho(t)^2 + \rho(t-1)^2}) \dots (3)$$

개선된 ART1 알고리즘을 이용하여 개별 학번 문자를 학습하고 인식하는 과정은 (그림 5)와 같다.

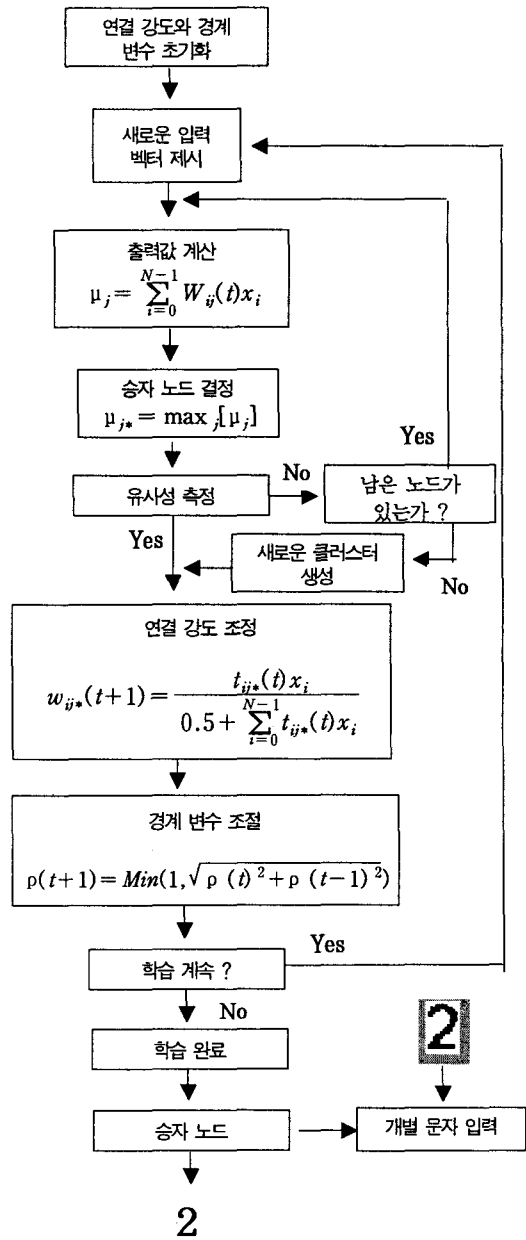


그림 5. 개선된 ART1 네트워크의 학습 및 인식 알고리즘  
Fig. 5 Learning and recognition algorithm of the enhanced ART1 network

## IV. 구현 및 결과 분석

### 4.1 웹 환경에서의 ASP와 DB 연동

ASP(Active Server Page)는 웹 서버 내에서만 실행되고 DB와 쉽게 연동 할 수 있는 장점을 가지고 있으며 CGI, Active X, Control, ISAPI 같은 프로그램을 이용하지 않고도 ASP만으로 DB와 연동 할 수 있다[11].

본 논문에서는 웹 서버로 PWS(Personal Web Server) 프로그램을 설치하고 Access를 이용하여 DB를 구축한 후 ODBC(Open Database Connectivity)를 설정하여 학생의 정보를 관리한다.

본 논문에서 웹 환경은 ASP와 DB 연동으로 (그림 6)과 같이 표현된다.

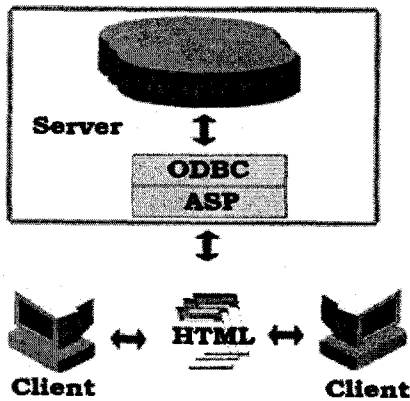


그림 6. 웹 환경에서의 ASP와 DB 연동  
Fig. 6 ASP and DB link on the Web

#### 4.1.1 데이터베이스 설계

데이터베이스는 Microsoft Access를 이용하여 학생 테이블을 구성한다. 데이터베이스의 스키마 구조는 <표 1>과 같고 ID필드를 Primary key로 정의하여 웹 환경에서 검색 할 수 있도록 한다. 학생증 영상에서 인식된 학번은 데이터 베이스에 저장한다.

표 1. 데이터베이스 스키마 구조  
Table. 1 Schema structure of database

필드	타입	키 값	설명
ID	숫자	Primary Key	학번
Name	텍스트	-	이름
Hakga	텍스트	-	학과
Group	텍스트	-	소속대학
Check	텍스트	-	출석(사유)
Data	날짜/시간	-	날짜

### 4.1.2 웹 환경에서의 학생 정보 관리

웹 환경에서 학생의 정보를 관리하기 위해 검색, 삽입, 수정 및 삭제 기능을 추가한다. 웹 환경에서의 학생 정보 관리 구성도는 (그림 7)과 같다. 본 논문에서는 ASP를 이용하여 ODBC에 연결되어 있는 데이터베이스 정보를 읽어서 웹 환경에서 학생들의 출석 여부를 확인하고 학생들의 정보를 관리한다. 웹 환경에서의 출석부 관리 구성도는 (그림 8)과 같다.

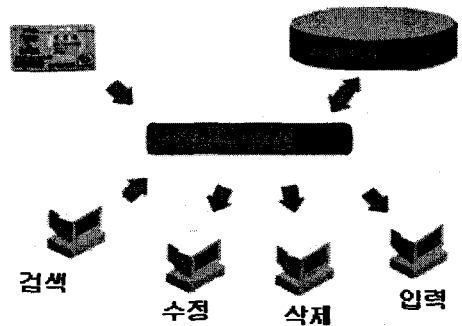


그림 7. 웹 환경에서의 학생 정보 관리 구성도  
Fig. 7 Administration diagram of student information on the Web

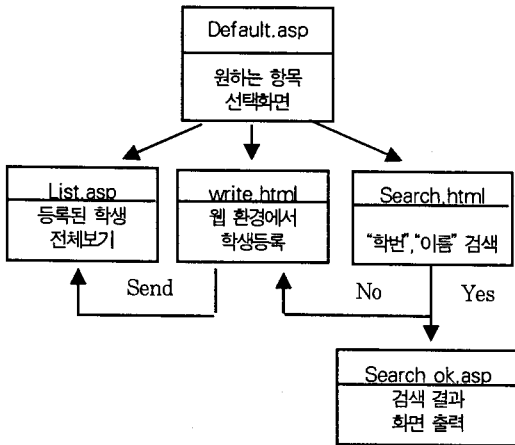


그림 8. 출석부 관리 구성도

Fig. 8 Administration diagram of attendance a roll

4.2 학생증 추출 및 인식

제안된 학생증 인식 시스템의 추출 및 인식 성능을 분석하기 위하여 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC 상에서 C++ Builder 5.0으로 구현하였으며, 640×420 픽셀 크기의 학생증 영상 50개를 대상으로 실험하였다. 그리고 기존의 ART1과 개선된 ART1 알고리즘을 추출된 학번 문자에 각각 적용하여 경계 변수의 설정에 따른 생성된 클러스터의 수와 인식 개수를 비교 분석하였다.

50개의 학생증에서 50개의 학번 영역이 모두 추출되었고 추출된 학번 영역의 예는 (그림 9)와 같다. 추출된 50개의 학번 영역에 대해 최빈수 평활화를 이용하여 잡음을 제거하고 수직 방향 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한 결과의 예는 (그림 10)과 같다.

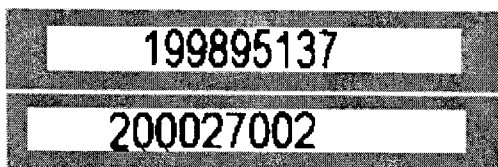


그림 9. 추출된 학번 영역 결과

Fig. 9 Result of extracted student number region

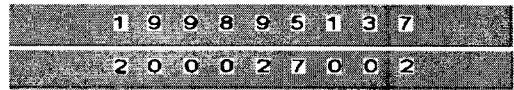


그림 10. 개별 문자 추출 결과

Fig. 10 Extraction result of individual character

50개의 학생증 영상에 대한 학번 영역과 개별 문자 추출 개수는 <표 2>와 같다. <표 2>에서 알 수 있듯이 50개의 학번 영역과 450개의 개별 문자가 모두 추출되었다. 그러나 최빈수 평활화를 적용하지 않은 경우에는 잡음으로 인하여 450개의 개별 문자 중에서 438개가 추출되었다.

표 2. 학번 영역과 개별 문자 추출 개수

Table. 2 Number of extracted for student number regions and individual characters

	학번영역	개별 문자 (최빈수 평활화)	개별문자
추출개수	50/50	450/450	438/450

최빈수 평활화 적용하여 개별 문자를 추출한 450개의 학번 문자들을 정규화 하여 학번 인식에 적용하였다. 추출된 450개의 학번 문자를 기존의 ART1과 개선된 ART1 알고리즘에 적용하여 경계 변수의 설정에 따라 생성된 클러스터 수와 인식 개수를 <표 3>으로 나타내었다.

표 3. 경계 변수에 따른 클러스터 및 인식 수

Table. 3 Cluster and recognition number according to vigilance parameter

	ART1 알고리즘		개선된 ART1 알고리즘	
	생성된 클러스터의 수	인식 개수 (450개)	생성된 클러스터의 수	인식 개수 (450개)
0.5	52	318	47	449
0.6	82	402	72	450
0.7	104	414	85	450
0.8	116	431	93	450
0.9	127	440	98	450

<표 3>에서와 같이 기존의 ART1은 경계 변수의 설정에 따라 클러스터의 생성에 민감하게 반응하였고 경계 변수의 값이 적을수록 인식률이 저하되는 것을 확인할 수 있다. 그러나 개선된 ART1에서는 경계 변수의 설정에 따라 클러스터의 생성에 민감하게 반응하지 않고 인식률에서도 기존의

ART1 보다 개선된 것을 알 수 있다. 개선된 ART1 알고리즘에서 경계변수를 0.5로 설정하여 클러스터의 갱신된 횟수에 따른 동적인 경계 변수의 변화 과정은 (그림 11)과 같고 본문에서 개발된 학생증 인식 화면은 (그림 12)과 같다.

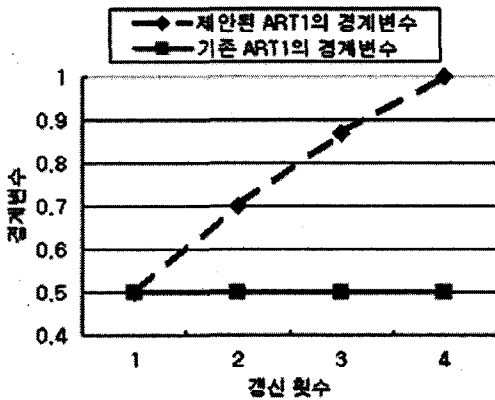


그림 11. 동적인 경계 변수 변화 과정  
Fig. 11 Dynamical change of vigilance parameter in the learning process



그림 12. 학생증 인식 화면  
Fig. 12 Output screen of recognition of student identification card

### 4.3 웹 환경에서의 인터페이스 구현

웹 환경에서의 학생 정보의 초기 관리 화면은 (그림 13)과 같이 4개의 부분으로 구성되며 데이터베이스에 저장된 학생 정보를 웹 환경에서 살펴 볼 수 있도록 하였다.

(그림 14)는 웹 환경의 학생 정보 리스트 항목에 접근하여 데이터베이스에 저장된 학번, 이름, 학과 및 소속에 대한 정보를 출력한 화면을 보여준다. (그림 15)는 데이터베이스

테이블에 정의된 학번(ID)을 Primary Key값으로 설정을 하여 데이터베이스의 레코드를 찾아 내용을 읽고 검색한 결과 화면을 나타내었다. (그림 16)은 학생 정보 내용과 출석 여부를 확인하는 화면을 나타내었다.

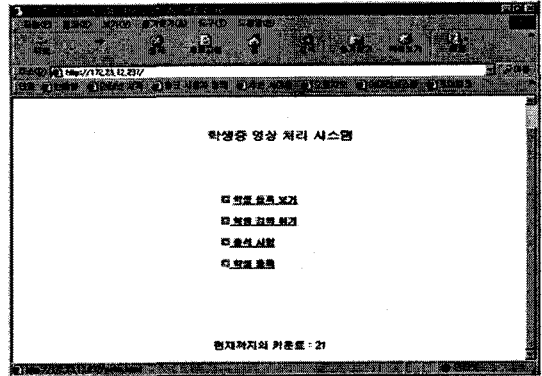


그림 13. 웹 환경에서 초기화면  
Fig. 13 First screen on the Web

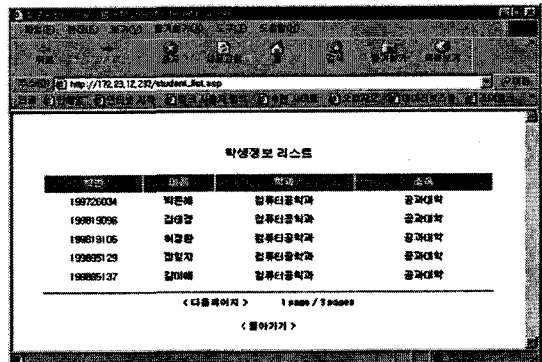


그림 14. 웹 환경에서의 학생 정보 리스트  
Fig. 14 List of student information on the Web

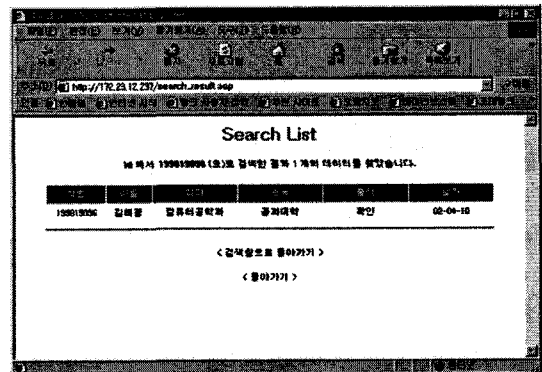


그림 15. 웹 환경에서의 검색 결과  
Fig. 15 Search result on the Web





- [10] R. P. Yager, "On a General Class of Fuzzy Connectives," *Fuzzy Sets Systems*, Vol.4, pp.235-242, 1980.
- [11] 이지숙, 정민수, "ASP를 이용한 도서관 검색 시스템의 설계 및 구현," *경남대학교 정보통신연구소, 제2집*, pp. 121-131, 2000.

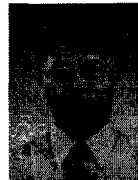
**저자 소개**



**박현정**

1993년 부산대학교 건축공학과 졸업 (공학사)  
 1995년 부산대학교 일반대학원 건축공학과 졸업 (공학석사)  
 2001년 부산대학교 일반대학원 건축공학과 졸업 (공학박사)  
 2003년~현재 신라대학교 건축학부 조교수

〈관심분야〉 Fuzzy Neural Networks, Image Processing



**김광백**

1999년 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)  
 1996년~1997년 동의공업대학 사무 자동화과 전임강사  
 1997년~현재 신라대학교 컴퓨터공학과 부교수  
 2005년~현재 한국멀티미디어학회 조직이사  
 2005년~현재 한국해양정보통신학회 인공지능 및 지능정보시스템 분과위원장 및 편집위원

〈관심분야〉 Fuzzy Neural Networks, Image Processing, Support Vector Machines, Computer Education