

# 영상 인식을 이용한 웹 환경에서의 학사 관리 시스템

김태경\* · 허정환\*\* · 윤형근\*\* · 노영욱\*\*\* · 김광백\*\*

## An Educational Matters Administration System on The Web by Using Image Recognition

Tea-Kyung Kim\* · Jung-Hwan Huh\*\* · Hyung-Keun Yun\*\* ·  
Young-Uhg Lho\*\*\* · Kwang-Baek Kim\*\*

### 요 약

본 논문에서는 영상 처리 및 인식 기술을 학생증 영상 인식에 적용하여 학생증 영상을 인식하고 웹 환경에서 학생 정보를 관리할 수 있는 방법을 제안한다. 원 학생증 영상에 대해서 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀에 대한 평균 밝기 값을 임계치로 설정하여 원 영상을 이진화 하여 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 추출하고 정규화 한다. 개별 학번 인식은 인공 신경망의 자율학습 방법인 ART1 알고리즘을 적용하여 학번 문자를 인식한다. 실험 결과에서는 제안된 학생증 인식 방법이 학번 영역 추출과 개별 문자 인식에 효율적인 것을 보이고 인식된 개별 문자들을 데이터 베이스에 저장하여 웹 환경에서 학생정보를 관리한다.

Key words: 임계치, 이진화, 최빈수 평활화, 히스토그램, ART1알고리즘, 데이터베이스

## 1. 서 론

최근에 영상 처리 기술은 다양한 분야에 적용되고 있다. 영상 처리 기술은 시각적인 물체에 대하여 물체를 구분하고 인식하는데 응용되고 있다. 영상 처리는 멀티미디어 시대에 있어 중요한 역할을 하는 영상을 컴퓨터를 이용하여 처리하는 분야이다. 인간은 기본적으로 시각적인 생물이다. 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.

현재의 학생증 관리 시스템은 바코더를 이용하여 학생들의 정보를 관리하고 있다. 그러나 바코더를 이용할 경우 주위 환경 즉 온도가 올라가거나

주위의 전파로 인해 오인식 되는 경우가 발생한다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 영상 처리 기술을 이용하여 학생증의 학번을 추출하고 인공신경망의 ART1 알고리즘을 이용하여 학번을 인식하여 데이터베이스에 저장하고 웹 환경에서 출석부를 관리할 수 있는 시스템을 제안한다. 영상 이진화(Image binarization) 처리는 영상 처리 분야에서 물체 인식, 영상 분석 등과 같은 다양한 응용에서 배경과 물체를 구분하는 영상 분할(Segmentation)을 위한 일반적인 영상의 전처리로 사용 되어진다.

이진 영상을 사용하는 영상 처리 응용에서 임계치(Threshold) 결정은 처리 성능을 결정짓는 중요한 문제이다. 대부분의 이진화 방법은 임계치를 결정하기 위하여 히스토그램을 사용하고 밝기 분포를 조사한다. 배경과 물체의 명도차이가 큰 경우에는 최적의 임계치를 찾기 위해 히스토그램에서 골짜기

\* 신라대학교 컴퓨터 정보공학과  
\*\* 신라대학교 컴퓨터 공학과  
\*\*\* 신라대학교 컴퓨터 교육과

(Valley)를 선택하는 것이 양호한 임계화를 얻을 수 있고 배경과 물체간의 밝기차이가 크지 않거나 밝기 분포가 양봉 특성을 보이지 않을 때는 히스토그램 분석만으로는 적절한 임계치를 구할 수 없다 [1,2]. 따라서 본 논문에서는 평균 밝기 값을 적용하여 원 영상을 이진화 한다. 히스토그램을 이용한 개별 문자 추출은 수평 방향으로 히스토그램을 계산하여 문자열 영역을 추출하고 추출된 문자열 영역에 대해 수직 방향으로 히스토그램을 계산하여 개별 문자를 추출하는 방법이다[3]. 그러나 히스토그램을 이용한 개별 문자 추출 방법은 개별 문자를 추출하는데 있어서 임계치 설정이 중요한 요소가 된다[4]. 배경 영역과 문자 영역이 명확히 구분할 수 없는 임계치가 설정되면 개별 문자를 정확히 추출할 수 없다. 본 논문에서는 이진화된 영상에서 히스토그램과 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 그리고 추출된 학번 영역에 대해 최빈수 평활화(smoothing)를 수행하여 잡음을 제거하고 배경과 문자간의 픽셀값을 명확히 구분한다. 그리고 수직 히스토그램을 적용하여 개별 문자들을 추출하고 정규화 한다. 영상 인식에 있어 처리 속도와 잡음에 대한 저항성 등은 필연적으로 해결해야 할 주요 과제라 할 수 있다. 인공신경망(artificial neural networks)은 이 두 가지 점에 있어서 효율적인 수단을 제공해 준다[5]. 인공신경망의 비지도 학습 방법(unsupervised learning method)인 ART1(Adaptive Resonance Theory)은 Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 모델로서 뉴런들 간의 경쟁 학습(Competitive Learning)에 의하여 자율적으로 패턴을 분류하는 네트워크 구조이다[6]. ART1 학습 알고리즘은 기존에 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는(self-consistent) 방법으로 통합한다. 적절하게 매치(match)되는 새로운 정보를 이용하여 이미 배운 내용들을 정제(refine)하며, 새로운 정보를 이용하여 새로운 클래스를 선택하고, 기억용량을 넘어서는 과도한 새로운 입력에 의해 기존에 취득한 내용이 지워지는 것을 방지한다[5,6]. 따라서 정규화된 학번의 개별 문자들을 ART1 알고리즘을 이용하여 인식한다. 그리고 인식된 개별 문자들을 데이터 베이스에 저장하여 웹 환경에서 학생정보를 관리한다.

## 2. 학생증의 학번 영역 추출

본 논문에서는 평균 밝기 값을 적용하여 원 영상을 이진화 하고 수평 방향으로 히스토그램을 수행하고 학번의 위치 정보를 파악하여 학번 영역을 추출한다. 추출된 학번 영역에 대해 최빈수 평활화를 수행하여 잡음을 제거하고 배경과 문자간의 픽셀값을 명확히 구분한다. 그리고 수직 히스토그램을 적용하여 개별 문자들을 추출하고 정규화 한다.

### 2.1 이진화

학생증 영상의 특징을 배경과 물체를 분리하기 위하여 원 영상을 이진화한다. 이진화는 영상을 입

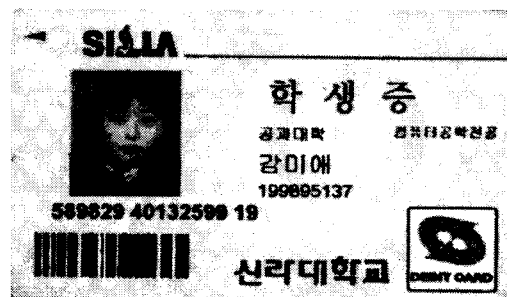
력 받아서 임계치를 중심으로 큰 픽셀들은 0으로 작은 픽셀들은 1로 설정하여 두 개의 영역으로 구분한다. 본 논문에서의 임계치는 원 영상의 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균값으로 설정한다. 임계치는 다음과 같이 계산한다.

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

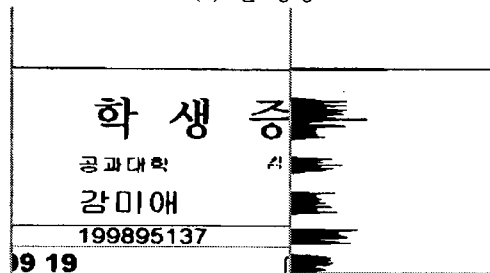
여기서  $T$ 는 임계치이고,  $I_{\max}(x, y)$ 은 영상의 최대 밝기 픽셀,  $I_{\min}(x, y)$ 는 최소 밝기 픽셀을 의미한다.

### 2.2 학번 영역 추출

이진화된 영상에서 수평 방향으로 히스토그램을 수행하고 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출한다. 학생증 영상은 학번의 위치가 고정되어 있다는 사건의 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. 히스토그램을 적용한 후의 특징 영역은 그림 1의 b와 같이 5개 영역으로 구분되고 학번 영역은 5번째 부분에 위치해 있으므로 5번째 영역을 학번 영역으로 추출한다. 그러므로 이진화된 학생증 일부 영상을 수평 방향으로 히스토그램을 나타내고 위에서 아래로 검사하여 흰색 픽셀에서 검은색 픽셀로 나타나는 5번째 부분을 학번 영역의 시작 부분으로 정의하며 다시 흰색 픽셀로 바뀌는 부분을 학번의 끝 부분으로 정의하여 추출한다. 학번 영역 추출 단계를 표현하면 그림 2와 같다.

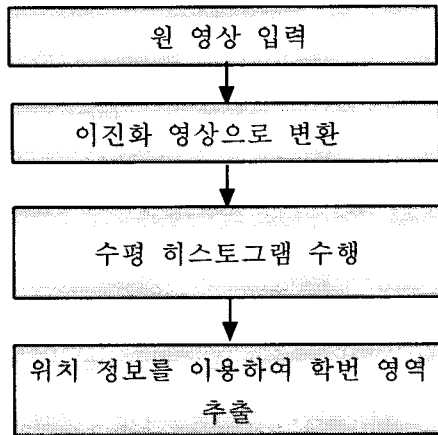


(a) 원 영상



(b) 학번 영역 추출 과정

[그림 1] 학번 영역 추출 과정

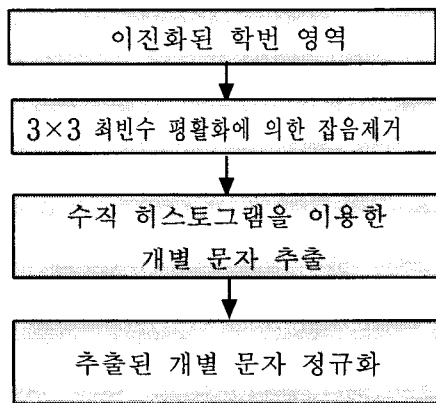


[그림 2] 학번 영역 추출 단계

### 2.3 개별 문자 추출

본 논문에서는 추출된 학번 영역의 잡음을 제거하기 위하여  $3 \times 3$  마스크를 이용한 최빈수 평활화(smoothing)를 수행한다. 최빈수 평활화는 특정한 범위내의 픽셀들을 조사하여 빈번히 나타나는 픽셀로 대체시키는 방법이다. 최빈수 평활화에 의해 잡음이 제거된 학번 영역에 대해서 각 문자 영역을 추출하기 위해 수직 방향으로 히스토그램을 적용하여 개별 문자를 추출하고 정규화한다. 추출된 학번 영역을 수직 방향으로 히스토그램을 나타내어 왼쪽에서 오른쪽으로 검사하여 흰색과 검은색 픽셀이 번갈아 나타나는 위치를 각 문자의 시작 부분으로 정의하고 다시 흰색 픽셀이 나타나는 부분을 각 문자의 끝 부분으로 정의하여 각 개별 문자를 추출한다.

개별 문자 추출 단계를 표현하면 그림 3과 같다.



[그림 3] 개별 문자 추출 단계

### 3. ART1을 이용한 학번 인식

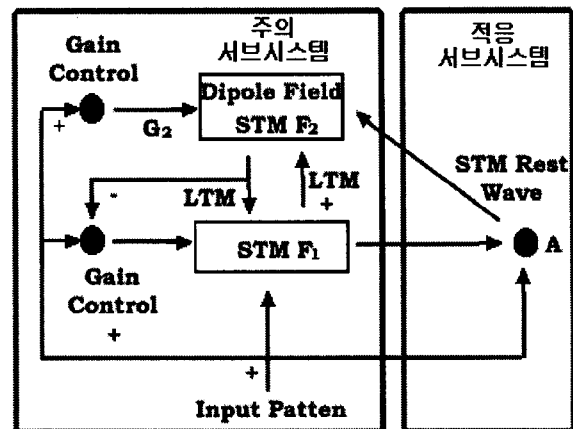
Grossberg와 Carpenter에 의해 제안된 ART1 (Adaptive Resonance Theory) 신경회로망 모델은 뉴런들 간의 경쟁 학습(Competitive Learning)에 의하

여 자율적으로 패턴을 분류하는 네트워크 구조이다. 자율적으로 패턴을 분류하기 위해 이 네트워크는 순차적 리더 알고리즘(Sequential Leader Algorithm) 형태로 동작한다[6]. ART1 모델은 이러한 과정을 반복하여 자율적으로 입력 패턴을 기존의 클러스터에 포함하거나 새로운 클러스터를 생성하는 과정을 반복한다. ART1 신경망 학습 모델은 기존에 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는(self-consistent) 방법으로 통합한다. ART1의 학습 과정은 적절하게 결합되는 새로운 정보를 이용하여 이미 배운 내용들을 정제하며, 새로운 인식 카테고리 학습을 위하여 새로운 클래스를 선택하고, 기억용량을 넘어서는 과도한 새로운 입력에 의해 기존에 취득한 내용이 지워지는 것을 방지한다. ART1 모델의 구조는 그림 4에서와 같다.

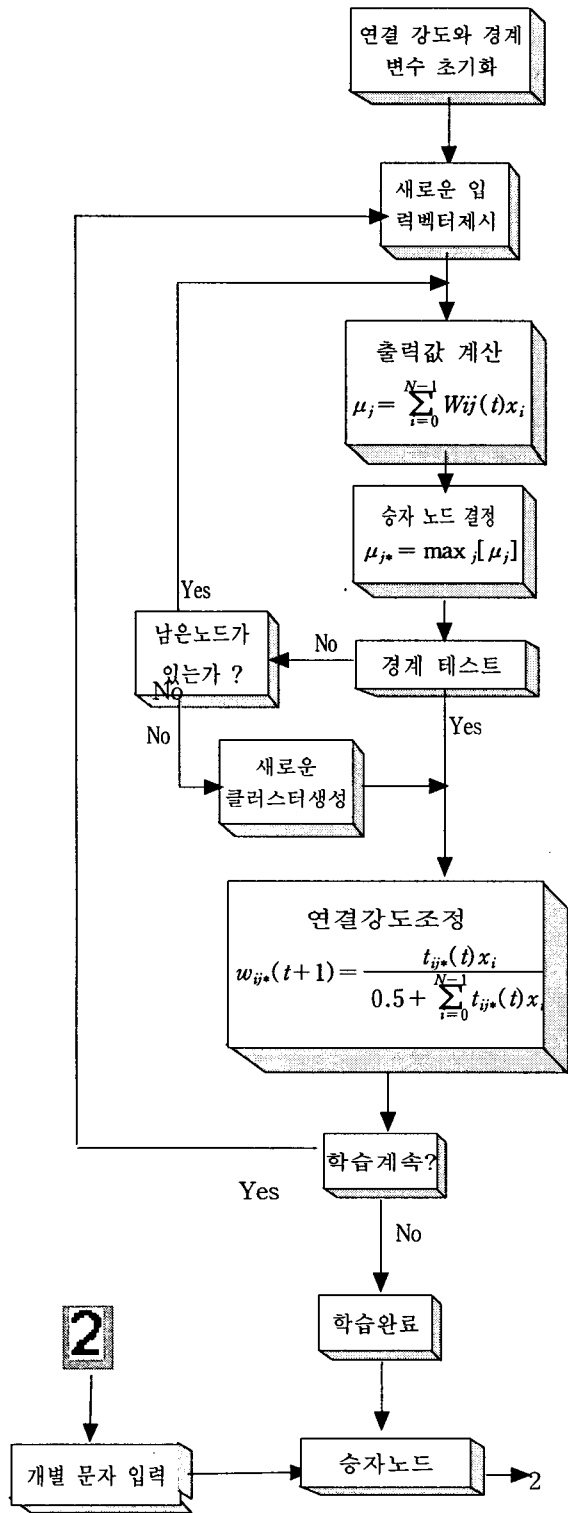
그림 4에서와 같이 이득 제어(gain control)를 조정함으로써  $F_1$ 이 상향적 입력패턴과 하향적 기대패턴을 구별하고 이 패턴들을 매치(matching)시키는 작업을 수행할 수 있도록 한다. 또 다른 이득 제어 신호는  $F_2$ 로 하여금 입력패턴이 활성화할 동안  $F_1$ 으로부터의 신호에 잘 반응할 수 있도록 한다.

적응 서브시스템(Orienting subsystem)은 입력패턴과 기대패턴의 불일치가 충분히 클 때  $F_2$ 에 리셋(reset) 신호를 보내어, 전에 활성화된  $F_2$ 의 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.

본 논문에서는 ART1 알고리즘을 이용하여 학생증 영상에서 추출된 개별 학번 문자들을 학습하여 인식한다. ART1을 이용하여 개별 학번 문자들을 학습하고 인식하는 과정은 그림 5와 같다.



[그림 4] ART1 학습 구조



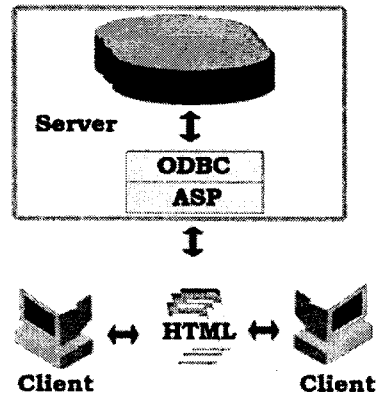
[그림 5] ART1을 이용한 학번 인식 흐름도

## 4. 구현 및 결과 분석

### 4.1 웹 환경에서의 ASP와 DB의 연동

ASP(Active Server Page)는 웹 서버 내에서만 실행되고 DB와 쉽게 연동할 수 있는 장점을 가지고 있으며 CGI, Active X, Control, ISAPI 같은 프로그램을 이용하지 않고도 ASP만으로 DB와 연동할 수 있다. 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 6과 같이 표현된다.



[그림 6] 웹 환경에서의 ASP와 DB 연동

#### 4.1.1 데이터베이스 설계

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

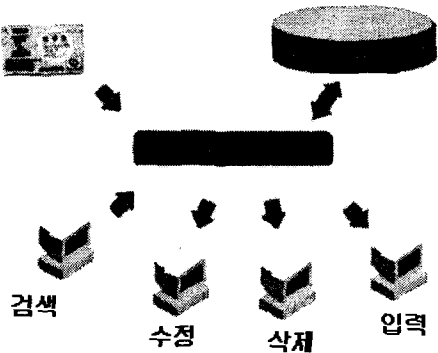
<표 1> 데이터베이스 스키마 구조

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

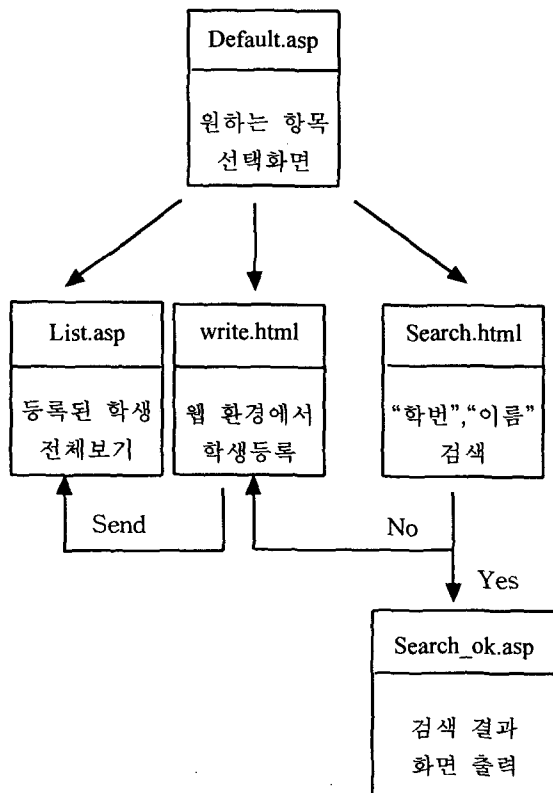
웹 환경에서 학생의 정보를 관리하기 위해 검색, 삽입, 수정 및 삭제기능을 추가한다. 웹 환경에

서의 학생 정보 관리 구성도는 그림 7과 같다.



[그림 7] 웹 환경에서의 학생 정보 관리 구성도

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 8과 같다.



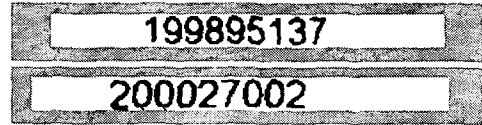
[그림 8] 웹 환경에서의 출석부 관리 구성도

## 4.2 학생증 추출 및 인식

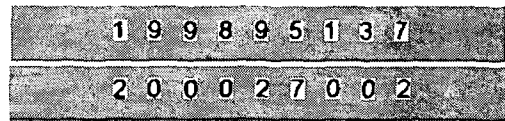
학생증 인식 시스템은 제안된 방법을 이용하여 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC 상에서 C++ Builder 5.0으로 구현하였으며, 640×420 픽셀 크기의 학생

증 영상 20개를 대상으로 실험하였다.

학번 영역 추출 결과의 예는 그림 9와 같다. 추출된 20개의 학번 영역에 대해 최빈수 평활화를 이용하여 잡음을 제거하고 수직 방향 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한 결과의 예는 그림 10과 같다.



[그림 9] 추출된 학번 영역 결과 예



[그림 10] 개별 문자 추출 결과 예

20개의 학생증 영상에 대한 학번 영역과 개별 문자 추출 개수는 표 2와 같다. 표 2에서 알 수 있듯이 20개의 학번 영역과 180개의 개별 문자가 모두 추출되었고 최빈수 평활화를 사용하지 않은 경우에는 잡음으로 인하여 추출 개수가 낮았다.

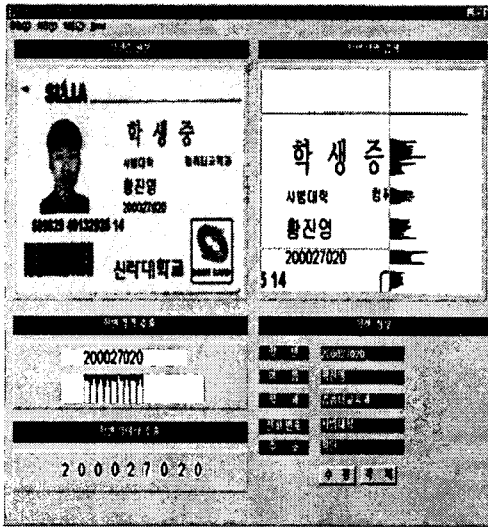
<표 2> 학번 영역과 개별 문자 추출 개수

	학번영역	개별 문자 (최빈수 평활화)	개별 문자
추출개수	20/20	180/180	171/180

학번 인식은 최빈수 평활화 이용하여 개별 문자를 추출한 180개의 학번 문자들을 정규화 하여 ART1 알고리즘으로 인식하였다. ART1 알고리즘으로 학습한 결과 유사도에 따라서 생성된 클러스터 수와 인식률이 달랐다. 표 3은 개별 문자 180개를 유사도 설정에 따라 생성된 클러스터의 수와 인식수를 나타내었다. 표 3에서와 같이 ART1 알고리즘은 유사도 설정에 따라 생성되는 클러스터의 수가 달라지고 개별 문자를 인식하는 수도 달라지는 것을 실험에 통해서 확인하였다. 본 논문에서의 개발된 학생증 인식 화면은 그림 11과 같다.

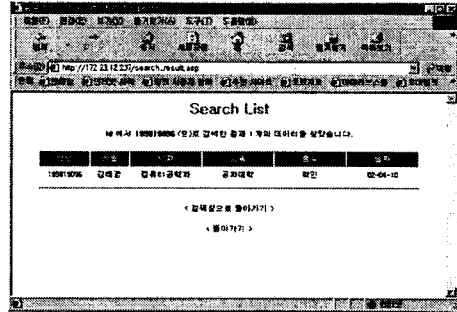
<표3> 유사도에 따른 인식 개수 비교

유사도	클러스터의 수	인식 개수
0.75	32	174
0.85	39	178
0.95	46	180



[그림 11] 학생증 인식 화면

그림 14는 데이터베이스 테이블에 정의된 학번 (ID)을 Primary Key값으로 설정을 하여 데이터베이스의 레코드를 찾아 내용을 읽고 검색한 결과 화면을 나타내었다.

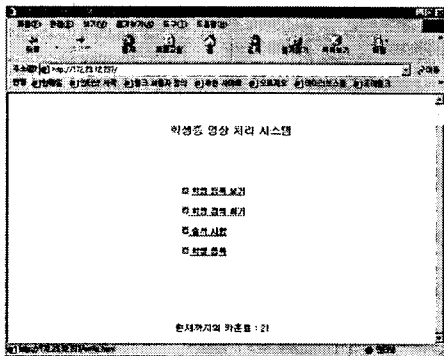


[그림 14] 웹 환경에서의 검색 결과

그림 15는 학생 정보 내용과 출석 여부를 확인하는 화면을 나타내었다.

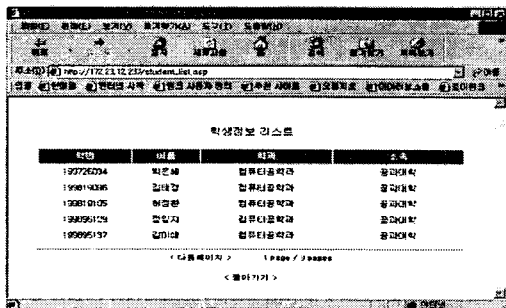
### 4.3 웹 환경에서의 인터페이스 구현

웹 환경에서의 학생 정보 관리 초기 화면은 그림 12와 같고 4개의 부분으로 구성되며 데이터베이스에 저장된 학생 정보를 웹 환경에서 살펴 볼 수 있도록 하였다.

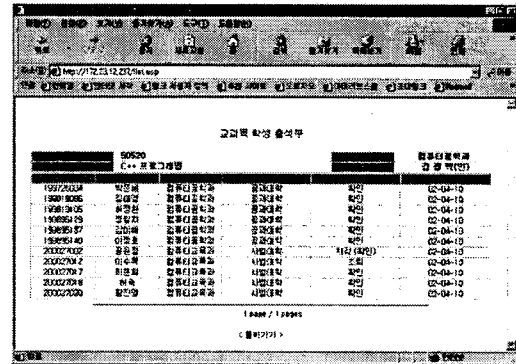


[그림 12] 웹 환경에서 초기화면 인터페이스

그림 13은 웹 환경의 학생 정보 리스트 항목에 접근하여 데이터베이스에 저장된 학번, 이름, 학과 및 소속에 대한 정보를 출력한 화면을 보여준다.



[그림 13] 웹 환경에서의 학생 정보 리스트



[그림 15] 웹 환경에서의 학생 출석 확인

## 5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 영상 처리 및 인식 기술을 학생증 영상 인식에 적용하여 학생증 영상을 인식하고 웹 환경에서 학생 정보를 관리할 수 있는 방법을 제안하였다. 학생증 영상에 대해 가장 밝은 픽셀과 가장 어두운 픽셀의 평균값을 임계치로 설정하여 원 영상을 이진화 하여 수평 방향으로 히스토그램을 수행하고 학번의 위치 정보를 이용하여 학번 영역을 추출하였다. 20개의 학생증 영상에 대해 실험한 결과 20개 모두 학번 영역이 추출되었다. 그리고 추출된 학번 영역에 대해서 잡음을 제거하기 위하여 3×3 마스크를 적용한 최빈수 평활화(smoothing)를 수행하여 잡음을 제거하고 수직 방향 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출하고 정규화 하였다. 최빈수 평활화를 이용하여 개별 문자를 추출한 경우와 최빈수 평활화를 이용하지 않고 개별 문자를 추출한 경우에 대해서 실험한 결과 최빈수 평활화를 이용하여 잡음을 제거한 후 학번 영역에서 개별 문자를 추출한 것이 효율적인 것을

확인하였다. 개별 학번 인식은 영상 인식에 있어 처리 속도와 잡음에 효율적인 인공신경망의 자율학습 방법인 ART1을 적용하였다.

ART1 알고리즘은 유사도에 따라서 생성되는 클러스터 수와 인식률에 민감하게 반응하는 것을 실험을 통해서 확인하였고 유사도를 0.95로 설정했을 때 개별 학번 문자들을 모두 인식하였다. 본 논문에서 제안된 학생증 인식 시스템을 이용하여 인식된 학번을 학생 테이블로 구성된 데이터 베이스에 저장하고 학번(ID) 필드를 Primary key로 설정하여 웹 환경에서 학생정보를 검색, 삭제, 수정 및 입력 할 수 있도록 구현하였고 학생증 인식의 응용 분야로 출석부 관리에 적용하였다.

향후 연구 과제로는 다양한 학생증 영상을 실험하여 학생증 인식을 이용한 출석부 관리 및 도서 관리 시스템을 개발할 것이고 ART1의 학습 과정에서 같은 패턴들이 다른 클러스터로 생성되어 클러스터의 수가 증가되는 부분을 개선할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Hiroshi Ishikawa and Davi Geiger, "Segmentation by Grouping Junctions," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1998.
- [2] 김하식, 김강, 조정식, 전중식, "비트평면 패턴을 이용한 최적의 이진화 방법", 한국OA논문지 제 6권, 5호, pp.1-5, 2001.
- [3] Jain, A.K., Fundamentals of Digital Image Processing, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, 1989.
- [4] 임은경, 김광백, "Thresholding을 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계발표논문집, 제5권, 2호, pp.1345-1348, 1998.
- [5] A. James and Freeman, Neural Networks : Algorithm, Application and Programming techniques, Addison-Wesley, 1991.
- [6] K. B. Kim and K. C. Kim "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART," ITC-CSCC, Vol.2, pp.1057-1060, 1998.
- [7] 이지숙, 정민수, "ASP를 이용한 도서관 검색 시스템의 설계 및 구현," 경남대학교 정보통신연구소, 제2집, pp. 121-131, 2000.