

# 주민등록증 이미지의 숫자 인식을 통한 보고서 자동 기입 시스템

이종호  
서울대학교 인지 과학 협동 과정  
jhlea@cogsci.snu.ac.kr

Automatic Reporting System through ID Number Recognition at ID Card Image

Jong-Ho Lea  
Interdisciplinary Program in Cognitive Science, Seoul National University

## 요 약

대부분의 공문서들이 주민등록증에 기입된 정보들을 반복적으로 기입하도록 요구하는 경우가 많다. 자동으로 주민 정보들을 기입하기 위해서 기계적으로 해독 가능한 정보로는 현재 주민등록증의 이미지만이 가능하다. 본 연구에서는 주민등록증을 스캐닝해서 얻은 이미지에서 주민번호를 추출하여, 개인신용정보의 조회나 반복적인 서류 작성에 개인정보들이 자동으로 기입되는 시스템을 개발하였다. 주민증의 이미지에는 사진과 위조 방지 문양, 그리고 성명, 주소, 주민번호 등의 문자 정보들이 들어있는데, 이 중에서 주민번호 숫자만 추출하였다. 이렇게 인식된 주민번호를 이용해서, 전산화가 되어 있는 주민 정보와의 대조를 할 수 있게 하였고, 개인 정보들을 XML로 정리하여 각종 문서 양식에 자동으로 기입될 수 있도록 하였다. 위조방지문양과 스캐너의 잡음 등에 기인한 왜곡을 해소하기 위해, 히스토그램 기법을 이용하여 숫자영역을 분리하고, 이진화한 다음, 특징점(끝점, 교차점, 분기점)의 정보와 ART1를 사용하여 숫자들을 분류하였다.

## 1. 서론

은행과 관공서에서 사용되는 문서들은 많은 경우에 컴퓨터에 저장되어 있는 양식을 그대로 현장에서 출력하여 다시 수동으로 기입하게끔 하는 경우가 대부분이다. 이러한 문서들을 작성할 때 개인 정보를 반복적으로 일일이 기입하는 것은 번거로운 일이다. 또한 주민등록증(이하 주민증이라 함)을 도용하거나, 위조하여 발생하는 범죄도, 주민증과 별도로 저장되어 있는 개인 신용정보와 대조가 자동으로 이루어진다면 예방이 가능할 것이다.

대부분의 관공서나 은행에서 직원이 주민증을 눈으로 단순히 확인하거나, 복사를 하여 관련 문서로 보관하는 관행이 있다. 본 연구에서는 이러한 관행을 조금만 수정하여 주민증을 스캐너로 스캐닝하게 되면, 관련 문서로 보관도 용이하면서 동시에 주민증에 있는 주민번호를 자동으로 인식하게 되어, 주민번호로 알 수 있는 개인정보들(별도의 데이터베이스에 있는 정보들)을 자동으로 보고서에 기입할 수 있도록 하는 시스템을 개발하고

자 하였다.

이를 위해서 스캐닝된 주민증의 컬러 이미지에서 주민번호를 추출하는 숫자 인식 방법과, 주민번호에 연결된 개인정보를 여러 문서 양식에 적용할 수 있도록 문서표준 양식인 XML로 저장하여 각종 문서 양식에 적용하는 방법을 주된 연구 주제로 하였다.

## 2. 숫자 인식 방법

### 2.1 컬러 이미지의 이진화

컬러 스캐너로 스캐닝된 주민증의 이미지는 컬러 이미지가 대부분이다. 이 RGB 이미지를 BMP 파일로 저장한다고 할 때, 숫자 영역을 인식하기 위해서는 색 정보는 불필요하므로, RGB 값들은 Gray 값으로 변환한 다음, 이를 이진화(binary)하는 것이 전경(숫자)와 배경을 분리하는데 적합할 것이다.

BMP 영상은 RGB(Red, Green, Blue) 3가지의 색깔 정보를 가지고 있는데 다음 식에 의하여 gray로 바꿀 수 있다.

$$\text{Gray}(R,G,B) = \text{sqrt}((R^2+G^2+B^2)/3)$$

이렇게 컬러를 회색 톤의 단일 차원으로 변경한 다음, 전경과 배경을 분리하기 위해 전경과 배경의 분리점인 역치(threshold)를 구하여, 이진(binary) 데이터로 변환하여 전경을 배경으로부터 분리한다. 역치(t)에 의한 gray 톤(f(x,y))의 이진화(g(x,y))를 식으로 표현하면 다음과 같다 [1][3].

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) \geq t \\ 0 & f(x,y) < t \end{cases}$$

위 식을 직관적으로 그림으로 표현하면 그림 1과 같다.

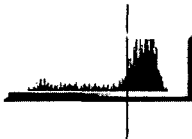


그림 1. 역치를 이용한 이진화

역치를 효과적으로 구하는 방법으로는 최소 오류 역치(minimum error threshold) 방법과 Otsu 방법이 대표적이다. 본 연구에서는 사전 확률(prior probabilities)에 대한 가정이 필요 없는 Otsu 방법을 사용하였다[1]. 사전 확률을 얻기 위해서는 확률 밀도 함수를 추정하여야 하는데, 이르기 위해서 많은 주민증 이미지가 필요하다. 그런데, 주민증이 개인 정보와 관련되어 있으므로, 많은 이미지를 모으기 어려운 점도 감안되었다.

위의 역치를 이용한 이진화 방법으로 주민증의 컬러 이미지를 이진화 이미지로 변경하면 그림 2와 같다.

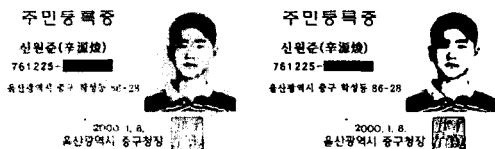


그림 2. 주민증의 컬러 이미지와 이진 이미지

역치를 잘 적용할 경우 주민증의 위조 방지 문양과 스캐닝할 때 발생한 이미지 잡음(noise)에 대한 제거를 어느 정도 할 수 있음을 알 수 있다.

## 2.2 이진화된 주민증 이미지에서 주민번호 영역 분리하기

본 연구에서는 이진화된 이미지에서 주민번호를 추출하는 것을 목표로 하였으므로, 주민번호

숫자 영역을 다른 이미지(주소, 사진 등)와 분리하는 것이 필요하다. 이를 위해 히스토그램(histogram) 기법을 이용하는데, X축, Y축 방향으로 투영된 히스토그램이 일반 그림 영역(사진 이미지)과 숫자, 문자 이미지 영역에서 서로 다르다는 점에 착안하여, 주민증 이미지에서 문자와 숫자 영역들만을 분리할 수 있다. 다음 그림(그림 3은 X축 방향, 그림 4는 Y축 방향)은 각 축 방향으로 투영된 히스토그램을 보여주고 있다.

761225-185

그림 3. X축 방향으로 투영된 히스토그램



그림 4. Y축 방향으로 투영된 히스토그램

이렇게 투영된 히스토그램을 이용해서, 문자와 숫자 이미지 영역을 사진 이미지, 직인 등의 정보와 구별할 수 있다. 추출된 문자 정보들 중에서 이름, 주소, 주민번호를 분리하기 위해서는 각 정보의 상대적인 위치들이 고정되어 있는 상황이므로, 위치정보를 이용한다면 주민번호를 추출할 수 있게 된다[2][3].

## 2.3 추출된 숫자들을 인식하기

투영된 히스토그램과 상대적인 위치 정보를 이용해서 주민번호 영역을 인식한 다음, 주민번호 개별 숫자에 대한 인식은 숫자의 세부특질들(features)을 추출하여 결정한다.

본 연구에서 숫자의 두 가지 세부특질로서 관찰 관점(perspective)과 특징점(끝점, 교차점, 분기점)을 사용하였다[6].

관찰 관점은 마치 건물의 평면 도면을 가지고 입체적인 건물 모양을 추정하듯이, 동서남북의 네 방향에서 바라보는 투영의 히스토그램을 사용하여 숫자를 구별하는 방법이다. 그림 5는 관찰 관점을 상하좌우 네 방향으로 투영했을 때 나타나는 히스토그램을 파란색으로 표시한 것이다.



그림 5. 숫자4를 상, 좌, 우, 하 방향에서 투영

특징점은 숫자가 그리는 도형의 끝점과 교차점, 그리고 분기점들을 말하는 것으로, 예를 들어 숫자 4는 끝점이 2개 있으며, 교차점이 1개, 분기점이 0개 있는 경우라고 할 수 있다. 6이나 9는 가운데 점을 교차점이라 하지 않고, 분기점이라고 지칭한다. 끝점을 예로 들어 볼 때, 끝점을 가지지 않는 경우는 (8과 0)이 있고, 1개 가지는 경우는 (6과 9)가 있으며, (1, 2, 3, 4, 5, 7)는 끝점 2개를 가진다. 끝점 2개를 가지는 여러 가지 경우들은, 특정 문자별로 끝점, 분기점의 위치가 다르다는 것과 4방향의 주사선이 서로 다르다는 사실을 이용하면 각각을 구별할 수 있다. 이러한 특징점들을 정확하게 추출하기 위해서는 세선화(thinning) 등의 전처리 작업이 추가로 필요하였다[1][3][6].

숫자	끝점	교차점	분기점
0	0		
1	2		
2	2		
3	2		
4	2	1	
5	2		
6	1		1
7	2		
8	0	1	
9	1		1

그런데, 이러한 세선화된 이미지의 특징점들만을 이용하게 되면, 스캐너에 의해 생긴 잡음(noise)이나 주민증 자체의 손상에 의한 잡음 등에 특징점들이 민감하게 왜곡될 소지가 있다. 일차적인 해결책으로서 Gray 이미지를 역치로 이진화하면 스캐너에 의한 사소한 잡음(역치 이하)은 제거할 수 있겠으나, 그래도 주민증 자체의 손상(글씨 손상 등) 같은 상황에는 민감하게 잡음이 영향을 미칠 수 있으므로 이를 해결하기 위해 Adaptive Resonance Theory (ART)같은 방법으로 필요하다.

#### 2.4 숫자 인식을 자발적으로 학습(ART1)하여 분류하기

본 연구에서는 이미 Otsu 역치 방법으로 이진화된 영상을 다루고 있으므로, 이진 데이터에 대한 자발적(autonomous)인 경쟁 학습 시스템(competitive learning system)으로 적합한 ART1를 선택하였다[5]. 그림 6은 ART1 시스템의 개요이다.

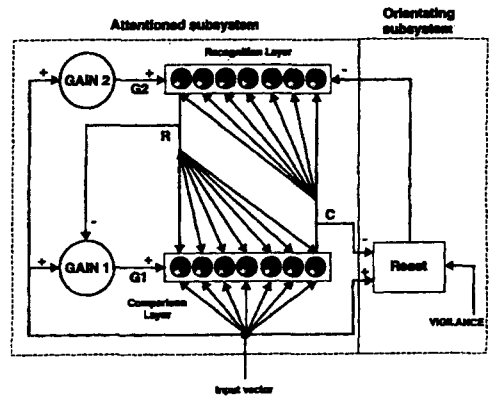


그림 6. ART1 시스템 개요. ([5]에서 인용)

ART1 시스템은 입력 패턴(  $x \in \{0,1\}^n$  )을 저장된 프로토타입(prototype) 패턴(  $w \in \{0,1\}^n$  )과 비교하여, 가장 유사도(보통 inner product)가 높은 승리자(winner)를 계산하는 방식을 택한다(Recognition phase). 만일 이 승리자가 저장된 프로토타입에 있으면, 입력 패턴을 저장된 프로토타입으로 인식한다(Comparison phase). 그러나, 계산된 승리자가 입력 패턴과 유사하지 않아서, 유사도가 vigilance 역치보다 크지 않으면, 새롭게 프로토타입을 만들어 저장한다(Search phase).

이러한 입력패턴을 대표하는 프로토타입 패턴을 학습하는 방식은, 교사 없이 입력만을 보고 입력 특성을 대표하는 승리자를 선택해서 그 승리자가 다른 프로토타입을 억압(lateral inhibition)하여 학습하는 자발적 학습(unsupervised learning) 방식이다. 그림 6에서 보듯이 입력 패턴은 비교 계층(comparison layer; F1으로도 불림)에 입력되어, 인식 계층(recognition layer; F2로도 불림)으로 확산(그림6의 C)되면서 유사도가 계산된다. 그 유사도가 vigilance 역치와 비교하여 현저히 낮으면, RESET 신호가 발생해서 인식계층에 새롭게 GAIN을 적용하여 새 프로토타입을 인식계층(F2)에 추가하는 방식이다.

ART1 시스템은 Feed Forward Network처럼 새로운 입력 패턴을 학습하기 위해 기존에 학습한 weight 값들을 대폭적으로 수정하는 방식이 아니다(stability-plasticity dilemma). 그대신 입력 패턴과 프로토타입 패턴의 차이가 두드러질 때(vigilance 역치보다)만 reset 신호를 F2 계층에 보내서, 두드러진 차이를 발생시킨 그 입력 패턴만을 새롭게 학습하는 방식이다. 즉, 기존 패턴들과 차이가 컸던 입력패턴을 새롭게 프로토타입으로 추가 학습해야 할 것이다. 그 방법은 차이를 발생시킨 입력 패턴을 새로운 프로토타입의 중앙(cluster center)으로 두고, 그 프로토타입 승리자

와 관련된 weight들만 새롭게 학습하게 한다.

이처럼 기존 기억과 차이가 분명한 새 입력을 학습하면서(plasticity), 역시 기존에 학습한 정보들을 안정적으로 유지하게 되어(stability), stability-plasticity dilemma를 해결할 수 있게 된다. 따라서, 위조 방지를 위해 미래에 주민증 디자인 패턴(폰트, 문양 등)이 변하더라도, 구 주민증을 새 주민증과 혼용할 수 있을 뿐만 아니라, 주민증의 손상에 의한 왜곡도 보정해줄 수 있는 해결책을 ART1 시스템이 제공할 수 있다.

ART1 시스템은 입력 패턴의 제시 순서에 따라 다른 클러스터링을 보일 수 있으므로, 학습시에 입력 순서를 랜덤으로 섞이도록 하였다. 또한, vigilance 역치를 0.8로 비교적 높게 잡아서 처리하였다.

이러한 방법으로 20개의 주민증에 대한 3번의 반복 스캐닝(정상, 약 5도 이내의 경사 변화, 연필심 민지의 혼입)을 통해 얻은 이미지 데이터(60개)에서 특징점들과 ART1을 이용한 숫자의 인식은 99%였다.

주민번호 숫자 인식을 통해서 얻은 정보를 이용하여, 이미 구현되어 있는 개인정보 데이터베이스(예: 신용정보DB)에서 해당 개인정보를 인출할 수 있다. 이 결과를 XML로 변환하여, 원하는 보고서 양식(근로자 우대저축, 대출 신청서 등)에 맞추어 정보를 가공하는 것이 다음에 설명된다.

### 3. 개인정보 XML 변환 방법

개인 정보를 다양한 형태의 보고서 양식에 자동으로 적용하는 것이 은행과 관공서등에서 필요하다. 작성자의 노력을 줄일 뿐만 아니라, 자동으로 보고서 양식이 개인정보로 채워지면, 담당직원이 주민증 사진과 주민번호를 눈으로만 식별하여 위조 여부와 개인 확인을 하는 것이 아니고, 신분증과 데이터베이스의 내용을 비교할 수 있게 된다. 이처럼 허위 작성과 신분확인 절차를 더욱 엄격하게 하면서도, 정보전산화의 이점을 살릴 수 있다.

일단 다양한 형태의 보고서에 적용할 수 있도록 개인 정보를 문서표준 양식인 XML로 변환(또는 저장)하여 저장하여 둔다면, 각종 문서 양식에 가변적으로 활용하는 것이 가능하다. 그림 7은 인식된 주민번호와 연결된 개인 정보 DB(RDB)에서 개인정보를 인출, 확인하는 예이다.

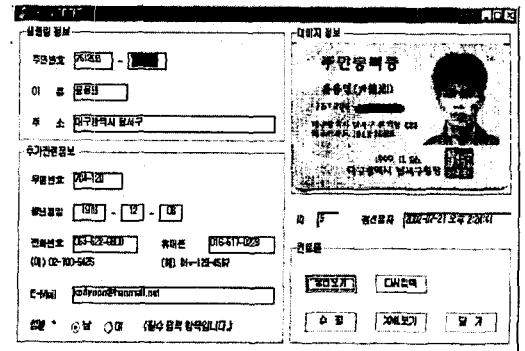


그림 7. 개인정보 내용 인출, 확인, 수정 창

관계형 데이터베이스에 저장되어 있는 개인 정보 레코드를 XML로 변환하게 되면, 다양한 형태의 보고서에 유연하게 변형하여 사용할 수 있게 된다. 그림 8은 개인정보를 XML로 변환한 예이다.

XML을 사용하는 이유는 데이터 형식(TYPE)의 변화를 쉽게 줄 수 있고(semi-structured data), HTML과 달리 XML은 내용(content)과 구조(structure)를 보이고자 하는 형태(form 또는 style)와 분리하고 있기 때문에, 형태를 별도로 부여(XSL 변환이나 ASP)하면 내용을 다양하게 보여줄 수 있기 때문이다. 특히 공문서들은 테이블 형태의 양식을 많이 사용하기 때문에 테이블 양식을 다양한 형태로 보여주면서, 추가되는 정보에도 유연하게 대응할 수 있게 된다[4].

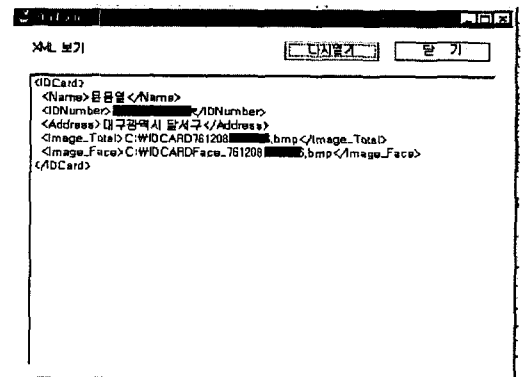


그림 8. 개인정보를 XML로 저장한 예

본 연구에서는 XML 정보를 XML DOM으로 유지하게 한 다음, 다양한 형태의 보고서 양식들(근로자 우대저축, 주택담보대출 서류 등)에 맞게 설계된 XSL 문서의 변환 규칙(xsl:template)을 이용하여 HTML 형태가 발생하도록 하였다.

다양한 형태의 보고서 양식을 반영하는 XSL 문

서를 제작하는 것도 XSL 문법 등을 알고서 개별적으로 제작하므로, 상당한 작업을 요하는 일이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 데이터베이스 구조에서 드래그-앤-드랍(drag-and-drop) 방식으로 asp 코드(보고서 해당 형태를 반영)가 자동으로 생성되도록 유틸리티를 제작하였다(그림 9).

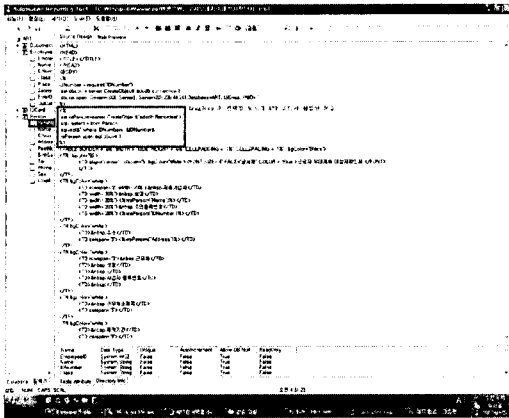


그림 9. drag & drop 방식으로 ASP 코드 생성

그림 10은 이러한 형태에 맞추어, 주민번호를 자동으로 인식하여 데이터베이스에서 가져온 개인 정보를 보고서의 해당 항목 부분에 미리 담고 있는 보고서 형태를 갖춘 HTML 모습이다.

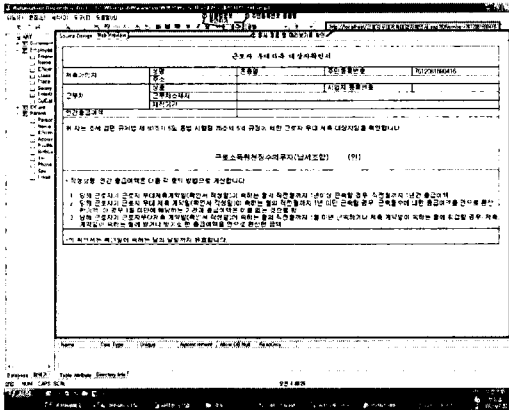


그림 10. ASP 코드를 실행한 후의 보고서 모습

#### 4. 문서자동기입 시스템 구성도

본 연구에서 구현한 시스템의 구성도는 그림 11과 같다. 이미지 샘플링과 처리 부분은 MFC를 이용하여 구현하였고, XML 파서는 MSXML 3.0을 사용하였다. 관계형 데이터베이스로는 SQL Server 2000을 사용하였다[7].

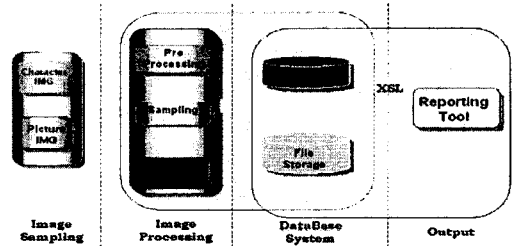


그림 11. 본 연구의 시스템 구성도

#### 5. 결론

본 연구에서는 주민증의 스캔 이미지에서 가장 중요한 정보인 주민번호를 자동으로 인식하는 방법에 대한 연구를 하였다. 그 주민번호를 가지고 데이터베이스에 저장된 개인 정보를 XML이나 관계형 데이터베이스에 저장했을 경우에, 실제 스캔 이미지와 저장된 개인 정보가 일치하는지를 자동으로 확인할 수 있는 방법도 연구하였다. 그리고, 저장된 개인정보를 원하는 보고서 양식에 맞추어 HTML 형식의 보고서를 생성하는 XSLT 방식과 ASP 자동 서식 생성방법에 대해 구현하여 보았다[7].

#### 6. 참고 문헌

- [1]. Petrou, M. & Bosdogianni, P. (1999). "Image Processing : The Fundamentals". John Wiley & Sons, LTD.
- [2]. 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량번호판 문자 인식", 한국정보과학회, '97 가을 학술발표논문집(B), pp.455-458, 1997, 10.
- [3]. 조보호, 정성환, "특징 영역 기반의 자동차 번호판 인식 시스템", 한국 정보처리 학회 논문지. 1999.6
- [4]. 이중호, "XML과 전자상거래", 정보문화사. 2001.
- [5]. Pandya, A.S. & Macy, R.B. (1996). "Pattern Recognition with Neural Networks in C++". CRC Press.
- [6]. 이성환. "문자인식(이론과 실제) I,II". 흥릉과학 출판사. 1997.
- [7]. 이중호, 신원준 외 5인. "주민등록증의 주민 등록번호와 사진의 이미지 처리를 이용한 문서 작성 및 신분조회시스템". 비트 프로젝트 82호. 비트박스. 2003년 출간 예정