

자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 여권 인식

김경화, 정성예, 남미영, 김광백
신라대학교 컴퓨터정보공학부
e-mail:gbkim@silla.ac.kr

Recognition of the Passport by Using Self-Generating Supervised Learning Algorithm

Kyoung-Hwa Kim, Sung-Ye Jung, Mi-Young Nam and Kwang-Baek Kim
Division of Computer Information and Engineering, Silla University

요약

현재의 출입국 관리자는 여권을 제시하면 여권을 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 여권 데이터베이스와 대비하는 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 자동으로 여권을 인식할 수 있는 방법을 제안한다. 여권에는 사용자에 대한 많은 정보들이 있는데 여권 영상에서 코드 정보 영역을 히스토그램 방식과 소벨 연산자를 이용하여 코드 영역 및 개별 코드 문자를 추출하고 새로운 자가 생성 지도 학습 알고리즘(Self-Generating Supervised Learning Algorithm)을 제안하여 여권 인식에 적용하였다. 10개의 여권 영상을 실험한 결과 모든 코드의 문자 영역이 추출되었고 인식되었다.

1. 서론

세계화와 교통 수단의 발달로 인하여 공항 등을 통하여 입국하거나 출국하는 내국인 및 외국인의 수가 증가하는 경향을 보이고 있다. 현행 출입국 관리는 사용자가 여권을 제시하면, 이를 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 확인하는 과정으로 이루어지고 있다. 출입국 관리는 위조 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자 등의 출입국 부적격자 등을 검색하여 출입국자를 관리하기 위하여 행하여진다. 한편, 여권에는 사진, 국적, 성명, 주민등록번호, 성별, 여권번호 등을 포함한 정보들로 이루어져 있다. 이러한 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에게 불편이 따르고 또한 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 불분명한 단점이 있어 체계적으로 관리하기가 어렵다. 본 논문에서는 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 히스토그램 방식과 소벨 연산자를 이용하여 코드 영역 및 개별 코드 문자를 추출한다. 에지를 추출하는 방법에는 Sobel 연산자와 Roberts, 라플라시안 등의 미분 연산자가 있다. 이러한 에지 검출 기법 중 에지에 강한 Sobel 연산자를 이용함으로써 사진 영역을 검출한다 [1]. 또한 문자 정보를 추출할 때는 픽셀과 픽셀간의 배경영역과 문자 영역을 구분하기 위해서 윌리디안

거리식을 사용한다[2]. 그리고 제안된 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 적용하여 여권을 인식하는 출입국 관리 방법을 제안하고자 한다.

2. 여권 문자 및 사진 추출

출입자를 관리하기 위해서, 공항등에서 출입국자에 대하여 인증을 하게 되는데, 본 논문에서는 여권 발급자 데이터베이스에 구축된 정보, 예를 들면, 사진, 주민등록 번호, 국가코드, 여권 번호, 성별 등과 같이 여권에서 획득한 정보들을 자동적으로 인식함으로써 검사 시간을 단축할 수 있고, 위조 여권 여부를 확인할 수 있다. 여권 이미지는 왼쪽 영역에 사진이 부착되어 있고 오른쪽 영역에는 사용자들의 정보들이 있다. 그리고 여권의 아래에는 사용자의 정보가 하나의 코드처럼 표시되어 있다. 이 코드를 인식하여 사용자의 정보를 인식할 수 있는 여권 인식 알고리즘을 제시한다. 제시된 여권 인식의 처리하는 과정은 크게 두 단계로 분류된다. 각종 정보를 얻기 위한 개별 코드 문자와 사진 영역을 추출하는 단계와 추출된 개별 문자를 인식하는 단계로 구분된다. 본 논문에서 여권의 코드 문자를 인식하는 처리 과정은 그림1과 같다.

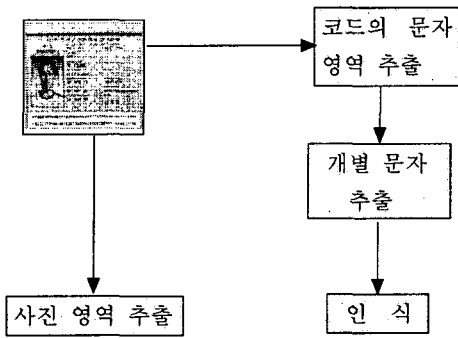


그림 1. 여권 인식 시스템의 처리 과정

2.1 문자 영역 추출

본 논문에서는 사진 영역보다 코드의 문자 영역을 우선적으로 추출한다. 그 이유는 일반적으로 사진 영역은 여권의 좌측에 위치하게 된다. 따라서 사진 영역을 찾을 때는 사진의 좌측선부터 찾는 것이 효율적이지만 원본 여권 영상에서 사진의 좌측선을 찾기 어렵다. 사진 영역을 찾을 수 있는 특징이 없어 문자 영역을 추출한 후에 문자 정보가 시작되는 지점을 중심으로 하여 사진 영역을 추출한다. 본 논문에서는 그림 2와 같이 현재 사용되고 있는 여권을 기반으로 하여 문자 영역을 추출한다.

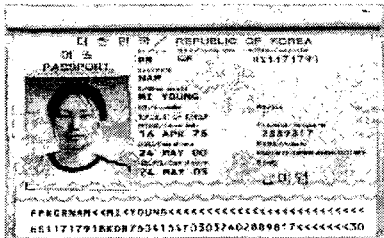


그림 2. 여권 영상

여권 영상에서 사용자의 코드 정보가 있는 배경 영역은 흰색으로 구성되어 있으며 여권의 사진이 포함되어 있는 위쪽 부분은 많은 갈라로 분포되어 있다. 따라서 본 논문에서는 식(1)과 같이 유클리디언 거리 공식을 이용하여 코드 정보 영역을 추출한다.

$$d = \sqrt{(255-r)^2 + (255-g)^2 + (255-b)^2} \quad (1)$$

2.2 개별 코드 문자 추출

추출된 코드 영역에서 인식을 위한 개별 코드단위로 문자를 추출한다. 임계치를 적용하여 개별 코드 문자 영역과 배경 영역을 구분한다. 그리고 가로와 세로 방향으로 히스토그램을 적용하여 개별 문자들을 추출한

다.

각 문자는 세로축의 좌표에 의해서 구분되고 가로축의 좌표에 의해서 각 문자의 크기를 추출한다. 추출된 개별 문자들에 대해 정규화 하이진화 한다.

2.3 사진 영역 추출

각 개별 코드 문자들을 추출한 후에 개별 코드 문자 정보가 시작되는 좌표를 중심으로 하여 사진 영역을 추출한다. 개별 코드 문자 정보가 시작되는 좌표로부터 이미지의 1/3 정도의 크기를 가진 영역을 사진이 있는 후보 영역으로 설정한다. 먼저 선택되어진 후보 영역에 대해 Sobel 연산자를 이용하여 에지를 추출한다. Sobel 연산자에 의해서 추출된 에지는 히스토그램을 이용하여 이진화한다. Sobel 연산자는 잡음에는 민감하지만 에지로 추출되는 선이 굵게 나타나기 때문에 사진의 윤곽이 더 잘 선명하게 나타난다[3,4]. 사진이 있는 영역은 사진 테두리의 에지가 다른 영역에 비교해서 에지의 x축의 길이 보다 y축의 길이가 길게 나타나고, 다른 문자 정보가 있는 영역에 비해 큰 면적을 가진다. 따라서 이와 같은 정보를 이용하는 것이 히스토그램을 이용한 방법보다 사진 영역에 대한 추출 시간을 단축할 수 있다.

3. 자가 생성 지도 학습 알고리즘에 의한

여권 인식

RBF 모델에서의 은닉층은 클러스터링하는 층이다. 즉, 이 층의 목적은 주어진 자료 집합을 유사한 클러스터들(homogenous clusters)로 분류하는 것이다[5]. 여기서 유사하다는 것은 입력 데이터들에 대한 특징 벡터 공간사이에서 한 클러스터내의 벡터들간에 거리를 측정하여 정해진 반경 내에 존재하면 같은 클러스터로 속하고 정해진 반경 내에 존재하지 않으면 다른 클러스터에 속하게 된다는 것이다. 그러나 정해진 반경 내에서 클러스터링하는 것은 잘못된 클러스터를 선택하는 단점을 가지게 된다[6,7]. 따라서 여권 인식과 같은 영상 인식에 적용할 경우 인식률을 저하시키는 원인이 된다. 본 논문에서는 RBF 모델에서 중간층의 문제점을 해결하기 위해 승자 뉴런 방식에 의한 학습 구조로 개선하여 ART1을 이용한 지도 학습 알고리즘을 여권 인식에 적용한다[8]. 여권 인식에 적용할 제안된 자가 생성 지도 학습 알고리즘은 선택된 승자노드와 입력 패턴의 유사성을 계산하여 경계 변수(ρ)보다 크면 같은 패턴으로, 작으면 다른 패턴으로 설정하여 새로운 클러스터를 생성하여 은닉층을

동적으로 조정한다. 유사도 계산은 식(2)와 같다.

$$\|X\| = \sum_{i=0}^n x_i, \|T \cdot X\| = \sum_{i=0}^n T_i x_i, \frac{\|T \cdot X\|}{\|X\|} > \rho \quad (2)$$

학습은 유사성 검증에서 같은 패턴으로 분류된 승자 노드에 입력 데이터의 특성을 저장하여, 승자 노드와 입력된 문자 데이터 사이의 유사한 특징을 연결강도에 반영함으로써 이루어진다. 여권 문자 데이터의 학습은 저장 패턴인 연결 가중치에 승자노드와 입력된 문자 데이터 사이의 유사한 특징들의 차이값을 계산하여 반영함으로써 수행 된다.

입력층과 은닉층 사이의 학습에서 선택된 승자노드를 이용해 은닉층과 출력층 사이의 학습을 수행한다. 은닉층과 출력층 사이의 학습은 승자 노드의 출력 벡터와 목표 벡터 사이의 오차를 줄이면서 학습한다. 여권 인식에 사용되는 ART1 을 적용한 지도학습 알고리즘은 그림 3과 같은 단계로 수행된다.

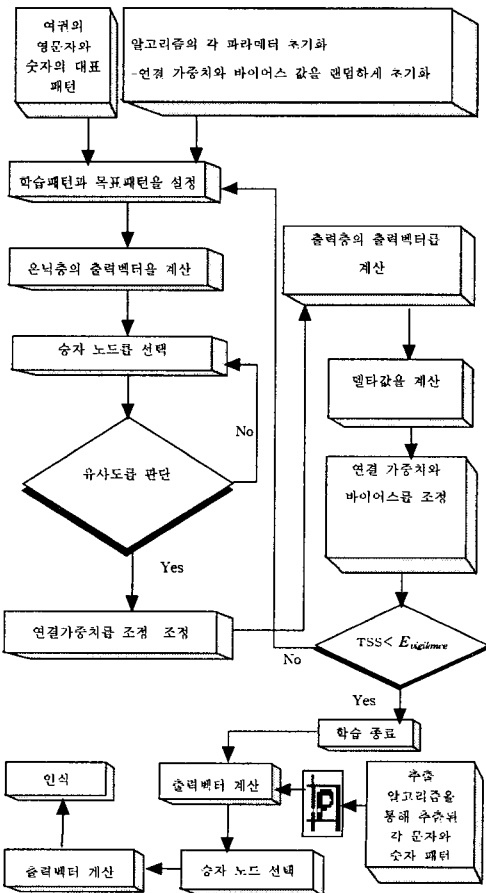


그림 3. ART1을 이용한 지도학습 알고리즘의 흐름도

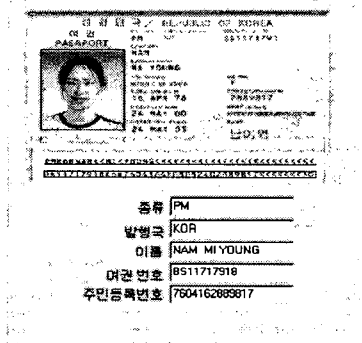
4. 실험 및 결과

실험 환경은 Intel Pentium-III PC 상에서 C++ 빌드 4.0으로 구현하였다. 그리고 10개의 여권 영상을 실험에 사용하였으며 그림 2는 실험에 사용된 영상을 나타내었다.

그림 4의 (a)는 그림 2에 대한 코드 문자의 영역 추출 결과이고 (b)는 사진영역을 추출한 결과와 그림 2에 대한 여권 인식 결과이다.



(a) 개별 문자 추출 결과



(b) 사진 추출과 인식 결과

그림 4. 여권 영상 처리 결과

표 1은 10개의 여권 영상에서 추출한 450개의 숫자와 300개의 문자에 대한 추출 결과와 인식된 문자 및 숫자의 개수를 나타내었다.

표1. 여권 영상의 개별 문자 추출 및 인식 결과

	추출된 문자	인식된 문자
영문자	300	300
숫자	450	450
기타	500	500

표 1에서 알 수 있듯이 모든 여권 영상에 대하여 개별 문자가 추출되었다. 그리고 추출된 문자와 숫자에 대하여 제안된 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용하여 인식한 결과 모든 문자 및 숫자들이 인식된 것을 표 1에서 알 수 있다. 그리고 자가 생성 지도 학습 알고리즘의 학습 시간을 표 2로 나타내었다.

표2. 개별문자들에 대한 학습시간 결과

	자가 생성 학습 알고리즘
학습시간	5분

표 2에서 알수 있듯이 제안된 자가 생성 지도 학습 알고리즘은 학습에 대한 수렴성이 보장되었고 처리시간도 적게 소요되었다.

5. 결론 및 향후 연구방향

출입국 관리 시스템은 위조 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자 등의 출입국 부적격자들을 검색하여 출입국자를 관리하고 있다. 이러한 출입국 관리 시스템은 위조 여권 판별이 중요하므로 위조 여권을 판별하는 전 단계로 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 여권 인식 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제시된 여권 인식 방법은 여권 영상에 대하여 히스토그램 방식과 Sobel 연산자를 이용하여 10개의 여권 영상에 대해 개별 코드 문자 영역과 사 진영역을 모두 추출하였고 새로운 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 적용한 결과 모든 개별 코드 문자들이 인식되었다.

향후 연구 과제로는 다양한 국내외 여권 영상을 대상으로 실험하여 위조 여권을 판별할 수 있는 시스템을 개발 할 것이다.

참고문헌

- [1] 최형일, 이근수, 이양원, *영상 처리의 이론과실제*, 홍릉 과학 출판사, 1997.
- [2] Milan Sonka, Vaclav Havac and Rogern Boyle, "Image Processing, Analysis and Machine Vision" *University Press*, Cambridge, pp.113-121, 1993.
- [3] Rafer C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [4] 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬 세선화 알고리즘," *정보처리학회논문지*, 제2권, 제5호, pp.701-710, 1995.
- [5] 황영섭, 방승양, "RBF 신경망 분류기의 효율적 구성 방법," *한국정보과학회논문지*, Vol.21, No.5, pp.451- 460, 1997.
- [6] Yann le Cun, "Generalization and Network Design Strategies," *CONNECTIONISM SPECTIVE*, pp.143 -155, 1989.
- [7] K. B. Kim, M. H. Kang and E. Y. Cha, "A Fuzzy Competitive Backpropagation using Nervous System," *Proceedings of WCSS'97*, pp.188-193, 1997.
- [8] C. A. Carpenter and S. Grossberg, "The ART of Adaptive Pattern Recognition," *Journal of IEEE Computer*, Vol.21, No.3, 1998.