

ART2 기반 RBF 네트워크를 이용한 여권 인식

김광백[†], 오암석^{**}

요 약

출입국 관리 시스템은 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자 등의 출입국 부적격자를 검색하여 출입국자를 관리하고 있다. 이러한 출입국 관리 시스템은 위조 여권 판별이 중요하므로 위조 여권을 판별하는 전 단계로 ART2 기반 RBF 네트워크를 제안하여 여권을 인식하는 방법을 제안한다. 제안된 여권 인식 방법은 소벨 연산자와 스미어링 그리고 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 코드의 문자열 영역과 개별 코드의 문자를 추출한다. 추출된 개별 코드 인식은 ART2 알고리즘을 기반으로 한 RBF 네트워크를 제안하여 여권 인식에 적용한다. 제안된 방법의 성능을 확인하기 위해서 실제 여권 영상들을 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법이 여권 인식에 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

Passports Recognition Using ART2-Based RBF Network

Kwang-Baek Kim[†], Am-Suk Oh^{**}

ABSTRACT

The immigration control system authorizes the immigration of travelers by means of passport inspections such as the judgment of forged passports, the search for a wanted criminal or a person disqualified for immigration, etc. The judgment of forged passports plays an important role in the immigration control system. Therefore, as the pre-phase for the judgment of forged passports, this paper proposed a novel method for the recognition of passport using ART2-based RBF network. The proposed method extracts the area of code and individual codes by applying the Sobel masking, the smearing and the contour tracking algorithm in turn to the passport image. This paper proposed the RBF network that applies the ART2 algorithm to the middle layer, and applied the enhanced RBF network to the recognition of individual codes. The results of the experiments for performance evaluation on the real passport images showed that the proposed method has the better performance compared with other approaches.

Key words: Passport(여권), Smearing Method(스미어링 기법), Contour Tracking Method(윤곽선 추적 알고리즘), ART2, RBF Network(RBF 네트워크)

1. 서 론

세계화와 교통수단의 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

※ 교신저자(Corresponding Author): 김광백, 주소: 부산광역시 사상구 패법동 산1-1번지, 전화: 051)309-5052, FAX: 051)999-5652, E-mail: gbkim@silla.ac.kr

접수일: 2004년 3월 12일, 완료일: 2004년 7월 2일

[†] 중신회원, 신라대학교 컴퓨터공학과 부교수

^{**} 중신회원, 동명정보대학교 멀티미디어공학과 부교수
(E-mail: asoh@tit.ac.kr)

따라서 본 논문에서는 소벨 연산자와 스미어링, 윤곽선 추적기법을 적용하여 코드 영역을 찾는다. 그림 3은 여권 영상에 적용하기 위한 소벨 마스크이다. 먼저 스미어링 및 윤곽선 추적에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 소벨 마스크를 이용하여 에지를 검출하고, 소벨 마스크가 적용된 영상에서 스미어링 및 윤곽선 추적을 이용하여 코드의 문자열 영역을 찾는다.

그림 4는 소벨 마스크를 적용한 영상이다. 소벨 마스크를 적용한 영상을 수평으로 스미어링하여 후보 코드의 문자열 영역을 찾는다.

수평으로 스미어링된 영역들은 그림 5와 같다. 수평 스미어링 후의 영상을 윤곽선 추적 기법을 이용하여 각각의 직사각형 형태의 영역을 찾아, 수평, 수직 비율을 계산하여 비율의 차가 가장 큰 영역을 코드의 문자열 영역으로 추출 한다.

수평 방향으로 스미어링된 영상에 대해 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용한다. 윤곽선 추적 방법은

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

그림 3. 소벨 마스크

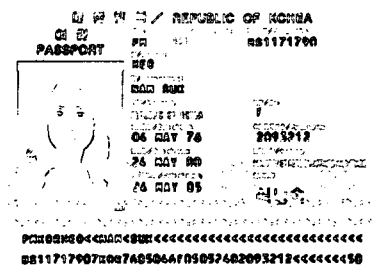


그림 4. 소벨 마스크를 적용한 영상

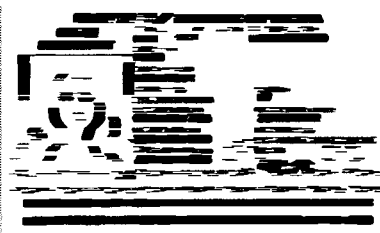


그림 5. 수평 스미어링을 적용한 영상

영상을 주사하면서 연결 요소를 연결하여 윤곽선을 추출하는 방법이다. 본 논문에서는 수평 방향으로 스미어링된 영상에 대해서 2x2 마스크를 이용하여 윤곽선을 추적한다. 윤곽선 추적은 스미어링된 영상에서 경계 픽셀을 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로, 위쪽에서 아래쪽으로 스캔한다[8,9]. 그림 6은 4 방향 윤곽선 추적에 사용한 2x2 마스크로서 경계 픽셀을 만나면 시작점으로 선택하여 마스크를 x_k 에 위치시키고 a와 b에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크의 진행 방향을 표 1과 같이 결정하고 x_k 가 지나간 픽셀이 윤곽선이 된다. 마스크의 다음 진행 방향은 a와 b가 배경이면 x_k 에서 a, b로의 진행이 불가능하기 때문에 기본 진행 방향인 반 시계 방향으로 이동한다. 또한 a와 b가 경계 픽셀이면 x_k 에서 a, b로의 진행이 가능할 뿐만 아니라, a지점이 가장 가까이 있으므로 x_k 는 a지점으로 이동한다. 이때 b지점도 경계로 나중에 거쳐야 할 지점이기 때문에 y_k 는 x_k 지점으로 이동한다. a가 경계이고, b가 배경이면 x_k 에서 a로의 진행이 가능하고, y_k 는 b로 진행한다. 반대로 a가 배경이고, b가 경계이면 x_k 에서 b로의 진행이 가능하고, a는 경계가 아니므로 y_k 는 그대로 유지하여 우측 방향으로 진행한다. 표 1은 2x2 마스크의 진행 방향을 도표로 나타낸 것으로 a와 b의 값은 0과 1의 값을 가지며, 0과 1은 각각 배경 픽셀과 경계 픽셀이다.

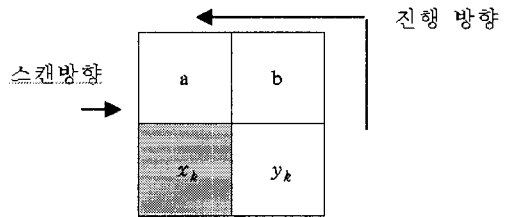


그림 6. 윤곽선 추적을 위한 2x2 마스크

표 1. 2x2 마스크에 의한 a와 b의 진행방향

	a	b	x_{k+1}	y_{k+1}
전진	1	0	a	b
우측	0	1	b	y_k
우측	1	1	a	x_k
좌측	0	0	x_k	a

따라서 코드의 문자열 영역 추출은 스미어링된 영상에 대해 4 방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 픽셀 간의 연결 요소를 연결하여 직사각형 형태의 문자열 영역으로 구분한다. 그리고 수평, 수직의 비율이 가장 큰 직사각형 형태의 영역을 코드의 문자열 영역으로 추출한다.

추출된 코드 영역에서 여권을 인식하기 위하여 개별 코드단위로 문자를 추출한다. 추출된 코드의 문자열 영역을 수직으로 스미어링 한다. 개별 코드 문자는 수직축의 좌표를 이용하여 개별코드들을 구분하고, 수평축의 좌표를 이용하여 개별 코드의 크기를 정한다. 추출된 개별 코드들은 ART2 기반 RBF 네트워크에 적용하기 위하여 정규화 한다.

3. ART2 기반 RBF 네트워크에 의한 여권 인식

RBF 네트워크의 중간층은 클러스터링하는 층이다. 즉, 이 층의 목적은 주어진 자료 집합을 유사한 클러스터들(homogenous clusters)로 분류하는 것이다. 여기서 유사하다는 것은 입력 데이터들에 대한 특징 벡터 공간사이에서 한 클러스터내의 벡터들간에 거리를 측정하여 정해진 반경내에 존재하면 같은 클러스터로 분류하고 정해진 반경내에 존재하지 않으면 다른 클러스터로 분류한다. 그러나 정해진 반경내에서 클러스터링하는 것은 잘못된 클러스터를 선택하는 단점을 가지게 된다. 그러므로 중간층을 결정하는 것은 RBF 신경망의 전반적인 효율성에 큰 영향을 준다[10]. RBF 신경망에서 학습이 완료된 상태 즉, 연결강도가 특정값으로 고정된 상태에서 새로운 패턴을 학습시키게 되면 이미 설정된 모든 연결 강도에 영향을 주기 때문에 신경망을 다시 학습시키는데 상당한 시간이 소요되는 단점이 있고, 신경망에 학습되지 않은 전혀 새로운 형태의 패턴이 들어오는 경우에는 이전의 학습된 유사한 패턴으로 분류해 버리는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 학습되지 않은 새로운 패턴이 들어오면 새로운 클러스터를 생성하고 기존의 패턴에 영향을 주지 않게 하기 위하여 ART2 알고리즘을 적용한다[11]. ART2 알고리즘을 기반으로 한 RBF 네트워크의 학습은 크게 두 단계로 구분된다. 첫 번째 단계는 입력층과 중간층 사이에 경쟁 학습이 수행되고, 두 번째 단계는 중간층과 출력층 사이에 지도학습이 수행된다.

ART2 기반 RBF 네트워크에서 중간층의 출력 벡터는 식(1)과 같이 계산하고, 식(2)와 같이 가장 작은 출력 벡터를 가진 노드가 승자 노드가 된다.

$$O_j = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{n-1} (|x_i - w_{ji}(t)|) \tag{1}$$

$$O_j^* = \text{Min}\{O_j\} \tag{2}$$

여기서 $w_{ji}(t)$ 는 입력층과 중간층 사이의 연결 가중치이다.

ART2 기반 RBF 네트워크에서 중간층의 승자 노드는 입력 벡터와 중간층의 출력 벡터의 차이가 최소인 값을 계산하여 승자노드로 선정하고 선정된 승자노드에 대한 유사성의 검증은 식(3)과 같다.

$$O_j^* \leq \rho \tag{3}$$

여기서 ρ 는 경계 변수이고, 승자노드의 출력 벡터가 경계 변수보다 적거나 같으면 같은 패턴으로 분류하고 경계 변수보다 크면 다른 패턴으로 분류한다. 같은 패턴으로 분류되면, 입력 패턴의 유사한 특징을 연결 강도에 반영하기 위해 연결 강도를 조정한다. ART2 알고리즘의 연결강도의 조정은 다음과 같다.

$$w_{ji}(t+1) = \frac{w_{ji}(t) \times u_n + x_i}{u_n} \tag{4}$$

여기서 u_n 은 생성된 클러스터에 갱신된 패턴들의 개수이다. 중간층의 출력벡터는 식(5)에 의해 정규화가 되고 출력층의 입력 벡터로 적용된다.

$$z_j = 1 - \frac{O_j}{N} \tag{5}$$

출력층의 출력벡터는 식(6)와 같이 계산한다.

$$O_k = f\left(\sum_{j=1}^M w_{kj} \times z_j\right) \tag{6}$$

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{7}$$

출력 벡터는 목표 벡터와 비교하여 오차 신호를 구하고 연결강도를 조정한다.

$$\delta_k = (T_k - O_k)O_k(1 - O_k) \tag{8}$$

$$w_{kj}(t+1) = w_{kj}(t) + a\delta_k z_j \tag{9}$$

여권 인식을 위한 ART2 기반 RBF 네트워크는 그림 7과 같다.

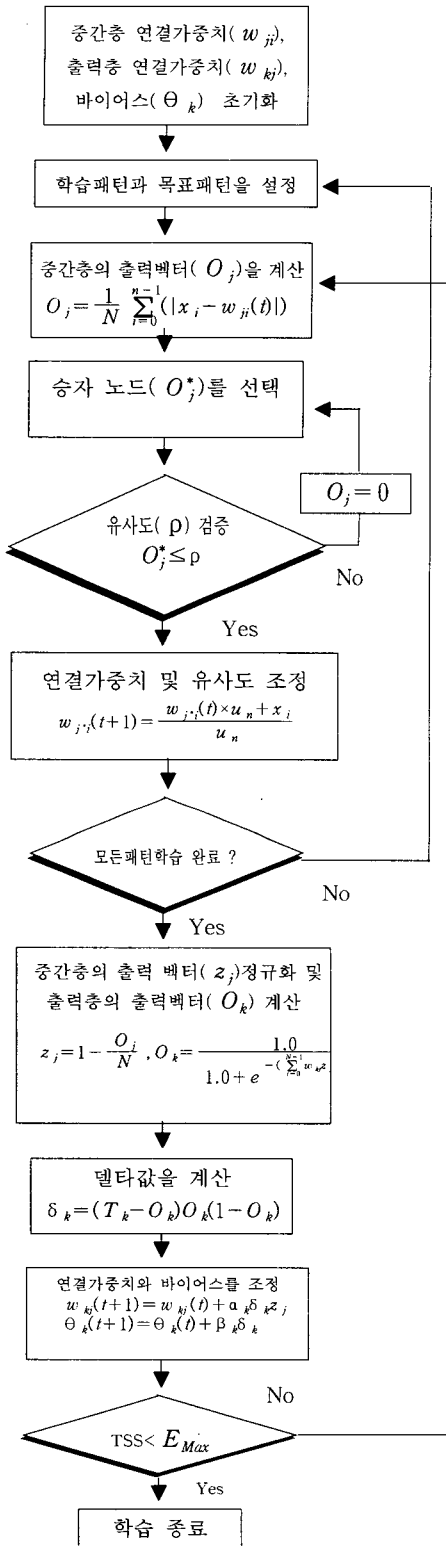


그림 7. ART2 기반 RBF 네트워크

4. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안된 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 Intel PentiumIII-866MHz CPU 와 128MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 C++ 빌더로 여권 인식 시스템을 구현하였다. 실험에 사용된 여권 영상은 HP ScanJet 4200C 스캐너를 이용하여 600×437 픽셀크기를 가진 30개의 여권 영상을 성능 평가 실험에 적용하였다. 그림 8은 그림 2의 여권 영상에 대해 소벨 연산자와 스미어링 그리고 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 코드의 문자열 영역과 개별 코드 문자를 추출한 결과이다.



그림 8. 코드 영역 및 개별 코드 추출 결과

30개의 여권 영상에서 추출된 코드 문자열의 수와 개별 코드 문자의 수는 표 2와 같다. 표 2에서와 같이 60개의 코드의 문자열 영역과 2640개의 개별 코드 문자가 모두 추출되었다.

표 2. 코드 문자열 영역 및 개별 코드 추출 개수

	추출 수
코드문자열 영역	60 / 60
개별코드	2640 / 2640

30개의 여권 영상에서 추출된 2640개의 개별 코드 문자 중에서 출입국자의 정보로 사용되는 여권의 종류, 국적, 성명, 여권 번호, 주민등록 번호, 성별 등의 개별 코드 문자는 1235개이다. 그리고 15개의 여권 영상에서 추출한 개별 코드 620개를 ART2 기반 RBF 네트워크에 학습한 결과를 표 3으로 나타내었다.

표 3. ART2 기반 RBF 네트워크에 의한 Epoch 수 및 생성된 중간층의 노드 수

	생성된 중간층 노드 수	Epoch 수
ART2 기반 RBF 네트워크	387	4832

ART2 기반 RBF 네트워크에서 중간층의 노드를 생성 및 갱신하는데 사용되는 경계 변수를 0.15로 설정하는 것이 최적으로 나타났다. 경계 변수를 0.15로 설정했을 때 유사한 패턴들이 서로 다른 중간층의 노드로 분류되지 않았고 중간층의 노드 수도 증가되지 않았다. ART2 기반 RBF 네트워크에 의해 학습된 15개의 여권 영상과 학습되지 않은 15개의 여권 영상에 대해 인식을 실험한 결과는 표 4와 같다. 표 4에서와 같이 30개의 여권 영상에서 개별 코드들이 모두 인식되었다.

제안된 여권 인식 시스템의 전체 화면은 그림 9와 같다.

표 4. 제안된 방법에 의한 여권 인식 결과

	학습된 15개의 여권 영상	학습되지 않은 15개의 여권 영상
개별 코드 인식 수	620 / 620	615 / 615



그림 9. 여권 인식 시스템 화면

5. 결론 및 향후 연구 방향

현행 출입국 관리는 사용자가 여권을 제시하면, 여권을 육안으로 검색하고 수작업으로 정보를 입력하여 여권의 데이터 베이스와 대조하였다. 이러한 종래의 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에 불편을 제공하고 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 이루어지지 않아 체계적으로 관리하기가 어려웠다. 이러한 종래의 문제점을 개선하기 위해 스미어링 기법, 윤곽선 추적 알고리즘과 ART2 기반 RBF 네트워크를 이용하여 여권을 인식하는 방

법을 제안하였다.

본 논문에서는 3×3 소벨 마스크를 이용하여 에지를 검출하고, 3×3 소벨 마스크가 적용된 영상을 수평 방향으로 스미어링 한 후에 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 코드의 문자열 영역을 추출하였다. 추출된 코드의 문자열 영역을 수직 방향으로 스미어링 하여 개별 코드 문자를 추출하고 정규화 하였다. 그리고 추출된 개별 코드를 인식하기 위하여 ART2 기반 개선된 RBF 네트워크를 제안하였다. 기존의 RBF 네트워크에서 학습이 완료된 상태 즉, 연결강도가 특정값으로 고정된 상태에서 새로운 패턴을 학습시키게 되면 이미 설정된 모든 연결 강도에 영향을 주기 때문에 신경망을 다시 학습시키는데 많은 시간이 소요되는 단점과 신경망에 학습되지 않은 전혀 새로운 형태의 패턴이 들어오는 경우에는 이전의 학습된 유사한 패턴으로 분류하는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 학습되지 않은 새로운 패턴이 들어오면 새로운 클러스터를 생성하고 기존의 패턴에 영향을 주지 않게 하기 위하여 ART2 알고리즘을 RBF 네트워크에 적용하였다.

제안된 여권 인식 방법에 대해서 30개의 여권 영상을 적용한 결과, 30개의 여권 영상에서 개별 코드들이 모두 추출 및 인식되었다.

향후 연구 과제로는 제안된 여권 인식 방법을 다양한 국내의 여권 영상에 적용할 것이고 위조 여권을 판별할 수 있도록 얼굴 인증 방법에 대해 연구할 것이다.

참고 문헌

- [1] K. B. Kim, "Recognition of The Passport by Using Fuzzy Binarization and Enhanced Fuzzy Neural Networks," *Proceedings of International Symposium on Advanced Intelligent Systems*, pp.603-607, 2003.
- [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] J. R. Parker, *Algorithm for Image Processing*

and Computer Vision, Wesley Computer Publishing, 1996.

- [5] L. O’Gorman and R. Kasturi, “Document Image Analysis Systems,” *IEEE Computer*, Vol. 5, pp.5-8, 1992.
- [6] F. M. Wahl, K. Y. Wong, and R. G. Casey, “Block Segmentation and Text Extraction in Mixed Text/Image Documents,” *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, Vol. 22, pp.375-390, 1982.
- [7] 황영섭, 방승양, “RBF 신경망 분류기의 효율적 구성 방법,” 한국정보과학회논문지, 제 21권, 5호, pp.451-460, 1997.
- [8] 김성영, 권태균, 김민환, “추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출,” 한국멀티미디어학회 춘계발표논문집, 제 2권, 제 1호, pp.356-361, 1999.
- [9] 김광백, 김철기, 김정원, “윤곽선 추적과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구,” 한국지능정보시스템학회논문지, 제8권, 제12호, pp.105-116, 2002.
- [10] M. Watanabe, K. Kuwata, and R. Katayama, “Adaptive Tree-Structured Self Generating Radial Basis Function and its Application to Nonlinear Identification Problem,” in *Proc. IIZUKA*, pp.167-170. 1994.
- [11] Gail A. Carpenter and Stephen Grossberg. “ART2 : self-organization of stable category recognition code for analog input patterns,” *OPTICS*, Vol.26, No.23, pp.4919-4930, 1987.



김 광 백

1999년 부산대학교 전자계산학과(이학박사)
 1996년~1997년 동의공업대학 사무자동화과 전임강사
 1997년~현재 신라대학교 컴퓨터공학과 부교수

1999년~2000년 Biomedical Fuzzy Systems Association Associate Editors (Japan)

2003년~현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 기획 이사 및 논문지 편집위원

2005년~현재 한국멀티미디어학회 조직이사 및 논문지 편집위원

2005년~현재 한국지능정보시스템 이사 및 운영위원

2005년~현재 한국해양정보통신학회 인공지능 및 지능정보시스템 분과위원장 및 논문지 편집위원

관심분야: Fuzzy Neural Networks, Medical Image Processing, Support Vector Machines, Biological Signal Processing and Biomedical System.



오 암 석

1984년 부산대학교 전자계산학과 이학사

1986년 중앙대학교 컴퓨터공학과 공학석사

1997년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사

1987년~1990년 LG연구소 연구원

1990년~1998년 울산과학기술대학교 전자계산과 부교수

1998년~현재 동명정보대학교 멀티미디어공학과 부교수

2003년~현재 한국멀티미디어학회 사업이사 및 논문지 편집위원

관심분야: 멀티미디어 데이터베이스, XML 데이터베이스