

잡영 가지 제거 알고리즘과 개선된 퍼지 ART를 이용한 여권 코드 인식

이상수* · 장도원* · 김광백*
*신라대학교 컴퓨터공학과

Recognition of Passport Image Using Removing Noise Branches and Enhanced Fuzzy ART

Sang-soo Lee* · Do-won Jang* · Kwang-baek Kim*

*Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : hanagl811@korea.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 출입국자 관리의 효율성과 체계적인 출입국 관리를 위하여 여권 코드를 자동으로 인식하는 방법을 제안한다. 여권 이미지는 기울어진 상태로 스캔 되어 획득되어질 수도 있으므로 기울기 보정은 문자 분할 및 인식에 있어 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 여권 영상을 스미어링한 후, 추출된 문자열 중에서 가장 긴 문자열을 선택하고 이 문자열의 좌측과 우측 부분의 두께 중심을 연결하는 직선과 수평선과의 기울기를 이용하여 여권 영상에 대한 각도 보정을 수행한다. 여권 코드 추출은 소벨 연산자와 수평 스미어링, 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 여권 코드의 문자열 영역을 추출하고, 추출된 여권 코드 문자열 영역에 대해 반복 이진화 방법을 적용하여 코드의 문자열 영역을 이진화 한다, 이진화된 문자열 영역에 대해 여권 코드의 인식율을 높이기 위하여 잡영 가지 제거 알고리즘을 적용하여 개별 문자의 잡영을 제거한 후에 개별 코드를 추출하며, CDM 마스크를 적용하여 추출된 개별코드를 복원한다. 추출된 개별 코드는 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 제안하여 인식에 적용한다. 실제 여권 영상을 대상으로 실험한 결과, CDM 마스크를 이용하여 추출된 개별 코드를 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 적용하여 인식한 방법보다 잡영 제거 알고리즘과 CDM 마스크를 적용하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘으로 개별 코드를 인식하는 것이 효율적인 것을 확인하였다. 그리고 기존의 퍼지 ART 알고리즘을 이용하여 개별 코드를 인식하는 경우보다 본 논문에서 제안한 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용하여 개별 코드를 인식하는 경우가 서로 다른 패턴들이 같은 클러스터로 분류되지 않아 인식 성능이 개선되었다.

키워드

여권, 잡영 가지, 스미어링, 개선된 퍼지 ART, CDM 마스크

1. 서 론

최근 국제사회에 있어 우리나라의 역할이 증대하고 우리나라의 국제적 지위가 향상됨에 따라 국제 인적교류가 활발해 지고 사회 전반에 개방화·국제화가 진전됨에 따라 공항 등을 통하여 입국하거나 출국하는 내국인 및 외국인의 수가 증가하는 경향을 보이고 있다. 현행 출입국 관리는 사용자가 여권의 사진을 육안으로 검색하고 정보를 확인하는 과정으로 이루어지고 있다. 출입국 관리는 위조 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자 등의 출입국 부적격자 등을 검색하여 출입국자들을 관리하기 위하여 행하여진다[1]. 한

편, 여권에는 사진, 국적, 성명, 주민등록번호, 성별, 여권번호 등을 포함한 정보들로 구성되어 있다. 이러한 정보들을 육안으로 확인하고 판단, 관리하는 것은 출입국 관리 절차의 시간을 지연시키고 불분명한 판단과 관리에 의해 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 어렵다[2]. 따라서 본 논문에서는 소벨 연산자와 수평 스미어링, 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 코드의 문자열 영역을 추출한다. 추출된 문자열 영역을 반복 이진화 방법을 적용하여 이진화된 문자열 영역에 대해서 잡영 가지 제거 알고리즘을 이용하여 잡영을 제거하며, CDM 마스크를 적용하여 추출된 개별 코드를 복원한다. 추출된 개별 코드는 개선된 퍼지 ART 알고리즘을 제안하여 인식에 적용한다.

II. 여권 코드 추출

여권 이미지는 왼쪽 영역에 사진이 부착되어 있고 오른쪽 영역에는 사용자들의 정보들이 있다. 그리고 여권의 아래에는 사용자의 정보가 하나의 코드로 표시되어 있다. 따라서 이 코드를 추출하여 사용자의 정보를 인식한다.

2.1 여권 코드 영역 추출

본 논문에서는 그림 1과 같이 현재 사용되고 있는 여권을 기반으로 하여 코드 영역을 추출한다. 여권 영상에서 사용자의 코드 정보가 있는 배경 영역은 흰색으로 구성되어 있으며 코드 정보 영역은 44개의 문자가 두 줄로 정렬되어 있다

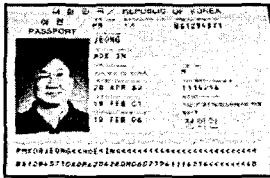


그림 1. 여권 영상

원본 여권 영상에 소벨 마스크를 적용하여 에지를 검출하고 소벨 마스크가 적용된 영상에서 수평 스미어링을 적용한다. 수평 방향으로 스미어링된 영상에서 기울기를 보정하고 8 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 코드의 문자열 영역을 추출한다. 8방향 윤곽선 추적 알고리즘[3]은 다음과 같다.

P_i^r, P_i^c 는 추출된 코드의 문자열 영역의 가로, 세로 픽셀이고, P_i^{r+1}, P_i^{c+1} 는 다음 진행 방향의 가로, 세로 픽셀이다. P_s^r, P_s^c 는 윤곽선 추적 첫 번째 마스크의 가로, 세로 픽셀이다.

Step 1. 문자열 코드 영역에 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하기 위하여, 식 (1)과 초기화하고, 그림 2와 같은 진행 마스크를 적용하여 다음 픽셀을 찾는다.

$$P_i^{r-1} = P_i^r, P_i^{c-1} = P_i^c \quad (1)$$

6	5	4	7	6	5	0	7	6	1	0	7
7		3	0		4	1		5	2		6
0	1	2	1	2	3	2	3	4	3	4	5
EE			SE			SS			SW		
2	1	0	3	2	1	4	3	2	5	4	3
3		7	4		0	5		1	6		2
4	5	6	5	8	7	6	7	0	7	0	1
WW			NW			NN			NE		

6	5	4	7	6	5	0	7	6	1	0	7
7		3	0		4	1		5	2		6
0	1	2	1	2	3	2	3	4	3	4	5
EE			SE			SS			SW		
2	1	0	3	2	1	4	3	2	5	4	3
3		7	4		0	5		1	6		2
4	5	6	5	8	7	6	7	0	7	0	1
WW			NW			NN			NE		

그림 2. 8방향 윤곽선 추적 진행 마스크

Step 2. 현재 픽셀에서 진행 마스크를 적용하여 흑화소가 발견된 경우에는 P_i^r 과 P_i^c 값을 식 (2)와 같이 계산한다.

$$P_i^r = \sum_{i=0}^7 P_i^{r+1}, P_i^c = \sum_{i=0}^7 P_i^{c+1} \quad (2)$$

Step 3. 8개의 진행 마스크에 대해 식(3)를 적용하여 다음 진행 마스크를 결정한다.

$$\text{If } P_i^r = P_i^{r-1} \text{ and } P_i^c = P_i^{c-1} \quad (3)$$

여기서 EE는 현재의 진행방향이다. 그리고 시계방향으로 회전한다.

Step 4. 만약 P_i^r 과 P_i^c 가 P_s^r 과 P_s^c 로 되돌아오면 종료하고 아니면, 단계 1로 돌아가서 반복한다.

$$\begin{aligned} &\text{If } |P_i^r - P_s^r| \leq 1 \text{ and} \\ &\quad |P_i^c - P_s^c| \leq 1 \text{ Then Break} \\ &\text{Else 단계1} \end{aligned}$$

2.1.1 영상 기울기 보정

여권의 이미지는 기울어진 상태로 스캔되어 획득되어질 수도 있으므로 기울기 보정은 문자 분할 및 인식, 얼굴 인증에 있어 매우 중요하다 여권 코드의 문자열을 추출하는 과정에서도 여권의 기울어짐을 배제한다면 수평 투영(projection)에 의해서 최대 구간을 형성하는 두 개의 영역을 선택함으로써 코드 문자열 부분을 추출할 수 있지만 기울어진 상태에서는 이런 방법을 사용하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 추출된 두 개의 문자열 중 가장 긴 문자열을 선택하고 이 문자열의 좌측과 우측 부분의 두께 중심을 연결하는 직선과 수평선과의 기울기를 가지고 이미지에 대한 각도 보정을 수행한다. 코드 문자열 영역 추출과 기울기 보정 과정은 그림 3과 같다.

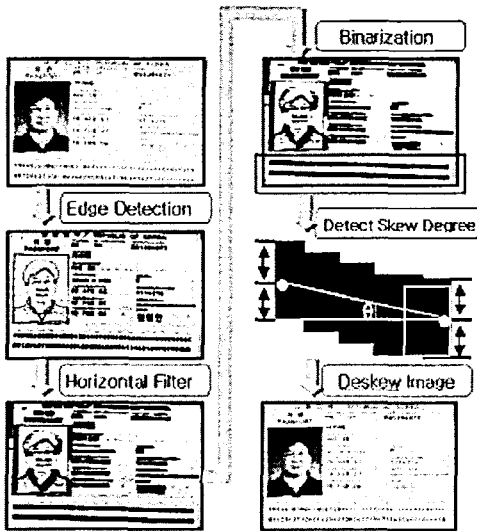


그림 3. 코드 문자열 추출 및 기울기 보정

2.2 영상 개선 및 개별 코드 추출

추출된 문자열 영역을 이진화 하고 개별 코드의 문자들의 잡영을 제거 및 복원하기 위하여 잡영 가지 제거 알고리즘과 CDM 마스크를 적용한다.

2.2.1 잡영 가지 제거 알고리즘

추출된 문자열 영역에서 개별 코드를 추출하는 과정에서 잔가지(parasitic branch)가 발생하여 인식률을 저하시키는 원인이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 잡영 가지 방법을 적용한 4-8-방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 4-8-DBF(Directional Boundary Following)은 시계 방향으로 8-방향 윤곽선 추적을 기본적으로 사용한다. 그러나, 8-연결 픽셀과 바로 인접한 4-연결 픽셀이 있으면, 4-연결 픽셀로 우선적으로 추적해 간다[4]. 4-8-DEF 알고리즘은 주어진 코드 영역에 대해서, 영상의 위에서 아래로 좌에서 우로 픽셀들을 스캔하여 시작점의 픽셀들을 스캔하여 시작점의 픽셀 s를 찾는다. 윤곽선 추적에서 현재 픽셀을 c라고 할 때, c = s라고 설정하고, s의 왼쪽으로 4-이웃 방향에 위치하는 픽셀을 b로 설정한다. c를 중심으로 b부터 시계 방향 순서로 여덟 개의 4-이웃 또는 8-이웃 픽셀 n_1, n_2, \dots, n_8 을 살펴본다, S에 포함되는 첫 번째 픽셀 n_i 를 찾는다. 만약 n_i 가 c의 8-이웃 픽셀이고 $n_{i+1} \in S$ 이라면, $c = n_{i+1}$ 와 $b = n_i$ 로 설정한다. 그렇지 않은 경우에는 $c =$

n_i 와 $b = n_{i-1}$ 로 설정한다. $c = s$ 가 될 때까지 반복한다

4-8-DBF 알고리즘에서 잡영 가지를 제거하는 알고리즘은 다음과 같다.

Step 1. 잡영 가지 크기 매개변수 N의 값을 설정한다. 4-8-DBF 알고리즘으로 윤곽선을 추적하여 시작점 s를 결정한다. 현재 픽셀을 나타내는 변수 c를 s로 설정한다.

Step 2. c로부터 대칭 경로, 또는 시작점을 만날 때까지 윤곽선을 추적한다. c를 가장 최근에 추적한 픽셀로 설정한다.

Step 3. N을 만족하는 부분적인 대칭 경로가 검출되면 제거 한다.

Step 3. c가 시작점 이면, 윤곽선을 한번 순회한 것이므로 잡영이 제거된 개별 코드 영역을 추출 한다.

2.2.2 CDM 마스크

그림 4는 CDM 마스크이다[5]. 첫 번째 단계는 그림 4의 (a)를 이용하여 top-down 방식으로 수평 방향으로 내부로 수렴하여 문자 정보에 도달하면 bounding box의 상단 수평의 최외각 부분을 복원한다. 두 번째 단계는 left-right 방식으로 왼쪽 수직 성분 복원, 세 번째 단계는 bottom-up 방식으로 하단에서부터 문자 수평 성분 복원, 네 번째 단계는 right-left 방식으로 오른쪽에서부터 문자 수직 성분을 복원하는 단계로 이루어진다.

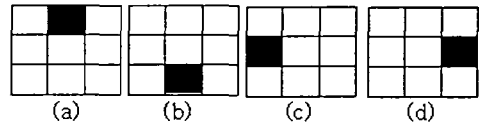


그림 4. CDM 마스크

CDM 마스크는 최외각의 픽셀 중 수직 성분에만 적용되는 픽셀의 개수가 3×3 마스크당 한 픽셀에만 관련하기 때문에 150dpi의 낮은 해상도로 스캔된 영상에서도 효과적으로 복원이 가능하다. 그림 5는 CDM 마스크의 적용형태로 상, 하, 좌, 우 방향으로 수렴하는 과정이다.

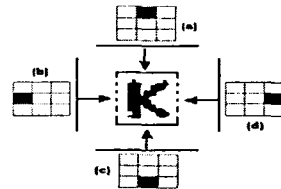


그림 5. CDM 마스크의 적용 형태

잡영 가지가 제거된 코드 영역에서 CDM 마스크를 적용하여 88개의 개별 코드들을 추출한다. 그림 6은 잡영 가지가 제거된 코드 영역에서 CDM

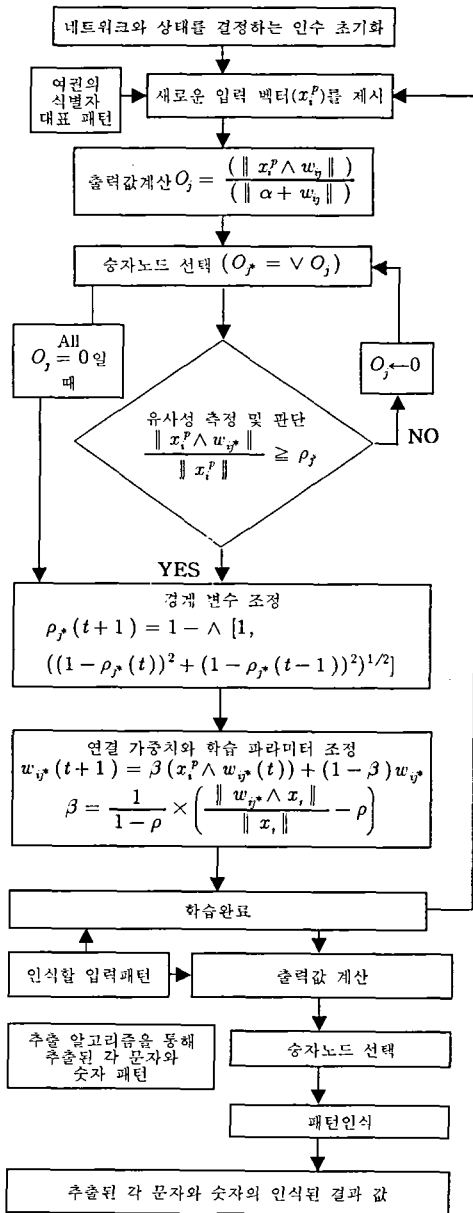


그림 7. 개선된 퍼지 ART 알고리즘

4.2 개별 코드 학습 및 인식

CDM 마스크와 잡영 제거 알고리즘을 이용하여 추출된 개별 문자 코드 475개 중 260개와 372개의 숫자 개별 코드 중에 100개를 퍼지 ART 알고리즘과 개선된 퍼지 ART 알고리즘에 각각 적용하여 학습한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 퍼지 ART와 개선된 ART 간의 학습 결과

학습 알고리즘	패턴		생성된 클러스터의 수
	종류	수	
퍼지 ART 알고리즘	숫자		88
	문자		177
개선된 퍼지 ART 알고리즘	숫자		82
	문자		158

표 1에서 기존의 퍼지 ART 알고리즘의 경계 변수는 0.6으로 설정하였고 개선된 퍼지 ART 알고리즘에서는 초기 경계 변수를 0.6으로 설정하여 Yager의 교 접속 연산자 이용하여 동적으로 조정하였다. 표 1에서 개선된 퍼지 ART 알고리즘이 기존의 퍼지 ART 알고리즘보다 클러스터의 수가 적게 생성된 것을 확인할 수 있다. 즉 기존의 퍼지 ART 알고리즘에서는 경계 변수를 정적으로 설정하기 때문에 서로 유사한 패턴들을 서로 다른 클러스터로 분류하여 클러스터의 수가 증가하였다. 그러나 본 논문에서 제안한 개선된 퍼지 ART 알고리즘은 경계 변수를 동적으로 조정하여 유사한 패턴들을 같은 클러스터로 분류하므로 기존의 퍼지 ART 알고리즘보다 클러스터의 수가 적게 생성되었다.

표 2는 잡영 제거 알고리즘과 CDM 마스크를 적용하여 코드를 추출한 후 개선된 퍼지 ART 알고리즘과 기존의 퍼지 ART 알고리즘을 각각 적용한 경우와 CDM 마스크만을 적용하여 개별 코드를 추출한 후 개선된 퍼지 ART 알고리즘에 적용하여 인식한 결과이다.

표 2. 개별 코드 인식율

	잡영제거 알고리즘과 CDM 마스크	문자		인식율
		숫자	인식율	
개선된 퍼지 ART	잡영제거 알고리즘과 CDM 마스크	469/475	368/372	99%
	CDM 마스크	466/475	364/372	98%
퍼지 ART	잡영제거 알고리즘과 CDM 마스크	453/475	351/372	95%

표 2에서 잡영 제거 알고리즘과 CDM 마스크를 함께 적용하여 개별 코드를 추출한 후에 개선된 퍼지 ART 알고리즘으로 학습하여 인식하는 것이 효율적임을 확인할 수 있다. 기존의 퍼지 ART 알고리즘은 서로 다른 패턴들이 같은 클러스터로 분류되는 경우가 발생하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘 보다 인식 성능이 낮았다. 또한 개별 코드를 추출하는 단계에서 잡음 제거 방법을 적용하지 않은 경우보다 잡음 제거 방법을 적용하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘으로 코드들을 분류하여 인식하는 것이 효율적인 것을 표 2에서 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 여권

추출 및 인식 방법이 기존의 여권 추출 및 인식 방법보다 여권 코드의 인식에 있어서 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

V. 결 론

출입국 관리는 여권 소지자, 수배자, 출입국 금지자 또는 불법 체류자들의 출입국 부적격자 등을 검색하여 출입국자를 관리하고, 여권의 데이터 베이스와 대조하였다. 이러한 출입국 관리 시스템은 출입국 심사 시간이 길어 출입국자에 불편을 제공하고 출입국 부적격자에 대한 정확한 검색이 이루어지지 않아 체계적으로 관리가 어려웠다. 이러한 종래의 문제를 개선하기 위하여 본 논문에서는 소벨 연산자와 수평 스미어링, 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 문자열 영역을 추출하였고 여권 코드의 인식률을 높이기 위해 문자열의 왼쪽과 오른쪽의 두께 중심을 연결하는 직선과 수평선과의 기울기를 이용하여 이미지에 대한 기울기를 보정하였다. 추출된 여권 코드 문자열 영역에 대해 반복 이진화를 적용하여 코드의 문자열 영역을 이진화 하였다. 이진화된 문자열 영역에 대해 잡영 가지 제거 알고리즘을 적용하여 개별 코드의 잡영을 제거하여 개별 코드를 추출 후에 CDM 마스크를 적용하여 추출된 개별 코드를 복원하였다. 개별 코드의 인식 성능을 향상시키기 위하여 퍼지 ART 알고리즘을 개선하였다. 개선된 퍼지 ART 알고리즘은 기존의 퍼지 ART 알고리즘에서 경계 변수의 설정에 따라 인식 성능이 저하되는 부분을 개선하기 위하여 유사도 측정을 한 후에 경계 변수를 동적으로 조정하여 서로 다른 패턴들이 같은 클러스터로 분류되는 경우와 유사한 패턴들이 다른 클러스터로 분류되는 경우를 개선하여 여권 코드의 인식 성능을 개선하였다.

여권 영상 12개를 대상으로 실험한 결과, 잡영 가지 제거 알고리즘과 CDM 마스크를 적용하여 개별 코드를 추출한 후에 개선된 퍼지 ART 알고리즘으로 개별 코드를 인식하는 것이 기존의 여권 추출 및 인식 방법으로 추출하는 경우보다 인식 성능이 개선된 것을 확인하였다.

향후 연구 과제에서는 다양한 국내외 여권 영상에 적용하여 제안된 문자열 및 개별 코드 추출 방법을 검증할 것이고 개별 코드의 방향 정보 특징을 추출하는 방법을 연구하여 개선된 퍼지 ART 알고리즘으로 개별 코드를 인식하여 출입국 관리 시스템에 적용할 것이다.

참고문헌

[1] 김시평, "출입국 관리 행정의 이론과 실제," 법무연구(제 3호), 법무연수원, 1997.

[2] 류재욱, 김태경, 김광백, "개선된 RBF 신경망을 이용한 여권 인식," 한국지능정보시스템학회 학술대회 논문집, pp.523-528, 2002.

[3] 원남식, 손운구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬 세션화 알고리즘," 정보처리학회논문집, 제2권, 5호, pp.356-361, 1999.

[4] 김성욱, 임은경, 김민환, "잡영불량 검출에 의한 잡영가지 제거 방법의 개선," 멀티미디어 학회논문지, 제6권, 3호, pp.419-428, 2003.

[5] R. C. Gonzalez and P. Wintz, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1977.

[6] Shaun Mariott and Robert F. Harrison, "A Modified Fuzzy ARTMAP Architecture for the Approximation of Noisy Mappings," Proceedings of 1995 International Joint Conference on Neural Networks, Vol.4, 1995.

[7] 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.

[8] Yager, R. P., "On a General Class of Fuzzy Connective," Fuzzy Sets Systems, Vol.4, pp.235-242, 1980.