

정점 샘플링을 적용한 기계판독영역의 인식률 향상에 대한 연구

이제왕, 김강석, 김기형
아주대학교 대학원 지식정보공학과
e-mail : {jekinglee, kangskim, kkim86}@ajou.ac.kr

A Study for Improving Recognition of MRZ with Vertex Sampling

Jewang Lee, Kangseok Kim, Ki-Hyung Kim
Dept. of Knowledge Information Engineering, Graduate School of Ajou University

요 약

전자여권(e-Passport)은 새로운 형태의 출입국 관리 시스템으로써 기존 여권보다 보안 기능이 강화되고 자동화된 출입국 관리를 할 수 있다는 장점으로 인해 전 세계적으로 도입하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 본 연구에서는 전자여권 인식장치로부터 전달 받은 기계판독영역(MRZ : Machine Readable Zone) 이미지의 문자 인식률 향상을 위해 정점 샘플링 방법을 적용하여 문자 인식 결과의 오류를 줄이고자 하였다. 실험 환경에서 오류가 가장 많았던 숫자‘1’과 영문‘T’에 대해 제안 방법을 적용 하였다. 실험 결과, 제안 방법 적용 전보다 입력 이미지의 모든 문자를 정확히 인식한 이미지의 숫자가 4.5% 증가하였고, 각각의 글자에 대한 전체 오차율은 0.242% 감소하였다.

1. 서론

전자여권(e-Passport)은 새로운 형태의 출입국 관리 시스템으로써 기존 여권보다 보안 기능이 강화되고 자동화된 출입국 관리를 할 수 있다는 장점으로 인해 전 세계적으로 도입하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

그림 1은 전자 여권의 구성요소를 보여주고 있으며, 그림 1의 기계판독영역(MRZ : Machine Readable Zone)은 ICAO(International Civil Aviation Organization)[2]에서 표준으로 권고하고 있는 전자여권의 하단에 위치하며, OCR-B 문자를 사용하여 여권 소지자의 정보를 판독 시스템이 쉽게 판독 할 수 있도록 인쇄된 영역이다[1]. 이 기계판독영역의 문자를 오류 없이 사용자에게 전달 해야 자동화 된 출입국 관리 시스템의 효율성을 높일 수 있다.

기계판독영역은 ICAO가 권고한 표준에 의해 형식이 미리 정해져 있기 때문에, 판독 시스템이 기계판독영역의 정확한 데이터를 사용자에게 전달 할 수 없다면 해당 여권이 입증되지 않은 여권으로 분류 된다. 해당 여권 소지자가 정당한 소지자라면, 이로 인하여 기계판독영역을 다시 입력 하거나, 다른 입증 수단으로 여권 소지자 자신을 입증해야 하는 경우가 발생한다. 이러한 경우 신속, 정확을 목적으로 하는 자동화 출입국 관리 시스템의 도입이 의미가 없게 되므로, 기계판독영역에 대한 판독 시스템의 정확한 문자 인식은 중요하다.

따라서 본 연구는 정확한 기계판독영역 문자 인식을 위하여 다양한 문자인식 알고리즘에 대하여 연구하였고, 현재 연구중인 환경에 가장 적합 할 것으로 판단 된 정점 샘플링 방법[3]을 연구 환경에 적용하여, 기계판독영역 문자에 대한 인식률의 향상 가능성에 대해 연구하였다.



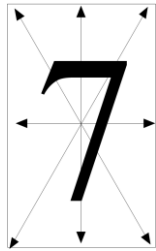
(그림 1) 전자여권[1]

본 연구는 미래창조과학부 및 한국인터넷진흥원의 “고용계약형 지식정보보안 석사과정 지원사업”의 연구결과로 수행되었음. (과제번호 H2101-13-1001)

2. 관련연구

1) Field Effect 방법

필기 문자의 변형에 대해서 대처 가능한 방법으로 Field Effect 방법이 널리 사용되고 있다. 이 방식은 영상 내의 일정 점에서 방향 추출법에 사용하는 방향과 같은 8방향에 대해서 문자에 대한 충돌이 있는 가를 여러 번 검사한 후, 그 특징을 이용하여 표준 패턴과의 유사성을 파악하여 임의의 문자를 인식하는 방법이다 [3].

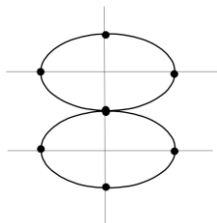


(그림 2) Field Effect 방법[3]

이 방법을 현재 연구 환경에 적용 할 경우 이미지 상에서의 픽셀 이동과 비교에 소요 시간이 많이 걸릴 것으로 예상 되었고, 현재 연구 환경의 입력 문자 이미지가 항상 중앙에 위치하지 않기 때문에 결과 값이 일정하지 않아 본 연구에서는 적합하지 않기 때문에 제외하였다.

2) Sonde 방법

이 방식은 정해진 정점만을 인식의 대상으로 삼는 것이 아니라 어느 정도 자유롭게 측정하는 것을 허용하는 방식으로 그림 3에 나타난 것처럼 문자가 존재하는 평면 내 적당하게 배치된 수 개의 선상에서 문자 부분이 존재하는가를 측정해서 인식하는 방법이다[3].



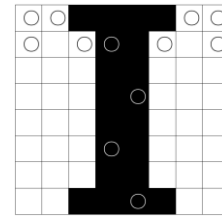
(그림 3) Sonde 방법[3]

이 방식을 현재 연구 환경에 적용 할 경우에도 입력 문자 이미지가 항상 중앙에 위치하지 않기 때문에 미리 기준선을 잡기 힘들고, 숫자 '8'과 영문 'B'와 같은 경우의 구분이 힘들기 때문에 본 연구에서는 제외하였다.

3) 정점 샘플링 방법

모양이 정해져 있는 활자와 타이프 문자의 인식에 적당한 방법으로 그림 4에 나타난 것처럼 문자가 존재하는 평면 내에 여러 개의 정점을 설정하고, 그 정점 상에 문자를 이루는 화소가 존재하는

가를 측정하여 인식하는 방법이다. 보통 8~10개 정도의 정점을 잡아 측정한다[3].



(그림 4) 정점 샘플링 방법[3]

그림 4는 T 라는 문자를 확인하기 위한 정점에 I 라는 문자가 입력된 경우이다. 이 경우는 많은 정점에서 일치하지 않으므로 T 라는 문자 인식에 실패한 경우이다[3].

이 방법을 현재 연구 환경에 적용 할 경우 입력 문자 이미지 전체가 아닌 이미 지정된 위치의 참, 거짓만을 확인 하기 때문에 처리 속도의 손실이 적을 것으로 예상되고, 적용 문자마다 빠른 결과 확인이 가능하기에 본 연구에서 적용하였다.

4) Template Matching 방법

문자의 종류에 따라 각 대상 객체를 대표하는 표준 템플릿을 만든 후, 입력 영상과 표준 템플릿을 비교하여 검출하는 방법이다. 이 방법은 대상 객체의 특징 성분 검출이 용이하도록 존재할 필요가 없기 때문에 조명 변화나 배경의 영향을 덜 받게 되고 복잡한 배경에서도 대상 객체 검출이 가능하다는 장점이 있다. 하지만, 거리에 따른 크기 변화, 회전각도, 기울어짐에 민감하다. 또한 대상 객체의 형태가 다양할 때 평균적인 템플릿의 생성이 어렵기 때문에 템플릿 제작이 쉽지 않다는 단점이 있다[4]. 인쇄 문자 인식, 번호판 인식 분야에서 주로 사용되는 문자인식 방법이다.

5) OpenCV(Open Computer Vision)

OpenCV[5]는 수정과 재배포에 제한이 없는 BSD 라이선스인 오픈 소스 컴퓨터 비전 라이브러리이다. 인텔이 개발하였고, 실시간 이미지 프로세싱에 중점을 둔 라이브러리이다. 기초 영상처리에 서부터 고급 수준의 영상처리까지 상당량의 알고리즘들이 함수로 구현되어 있다.

C++로 시작되었지만 2.5 버전 이후 Python, Java 에서도 Full Interface를 지원하고 있다. 윈도우, 안드로이드, iOS, 블랙베리, 리눅스, OSX 등 다양한 OS를 지원한다.

6) 이진화 알고리즘

문자 인식에서 문서영상의 이진화는 필수적이고 인식률에 직접적으로 영향을 주는 핵심 요소이다. 문서영상의 이진화 알고리즘은 문서 전체에 하나의 임계값을 사용하는 전역적 이진화 알고리즘과 관심화소의 주변 화소들의 정보를 이용해 화소단위 임계값을 결정하는 지역적 혹은 적응적 이진화

알고리즘으로 구분된다. 전역적 이진화 알고리즘으로 히스토그램의 분산값을 이용해 임계값을 찾는 Otsu[6]알고리즘이 있고, 적응적 이진화 알고리즘으로 주변 화소들의 최대 및 최소 명도를 이용해 임계값을 찾는 Bernsen[7]알고리즘, 주변 화소들의 평균과 표준편차를 이용한 Niblack[8]알고리즘, Niblack의 단점을 보완한 Sauvola[9]알고리즘, 주변 화소들의 평균만 이용하여 고속으로 이진화하는 Bradley[10]알고리즘 등이 있고, 최근 처리시간을 고려해 전역과 지역이 혼합된 알고리즘이 소개되고 있다[11]. 전역적 이진화 알고리즘은 Otsu 알고리즘이, 적응적 이진화 알고리즘은 Sauvola 알고리즘이 가장 우수한 것으로 기술되고 있다[12,13,14].

3. 기계판독영역 인식을 향상 방안

본 연구는 기존 연구[15]의 기계판독영역 인식을 향상을 목적으로 한다. 본 연구에서 사용한 환경에서의 문자인식 수행 순서는 다음과 같다. 전자여권 인식장치를 통하여 전자여권의 기계판독영역의 이미지를 촬영하고 전처리를 거친 후 문자별로 나누고, 각 문자별로 템플릿 매칭을 사용하여 매칭되는 인식문자를 사용자에게 제공한다. 기존 연구에서는 OpenCV의 SVM(Support Vector Machine)을 사용하여 숫자'0'과 영문'0'의 구별 확률을 높이려 하였다.

본 연구에서는 기존 연구에서 학습시키지 못했던 문자(B, F, J, Q, W, X, Z)에 대한 학습을 위해 OCR-B 폰트 문자를 기계판독영역과 유사 위치에 프린트한 종이의 600장의 이미지를 사용하여 문자들의 템플릿을 새로이 트레이닝 하였다. 그로 인하여 기존 연구와는 오류문자가 달라지게 되었다. 실험에 사용된 문자의 개수는 다음과 같다.

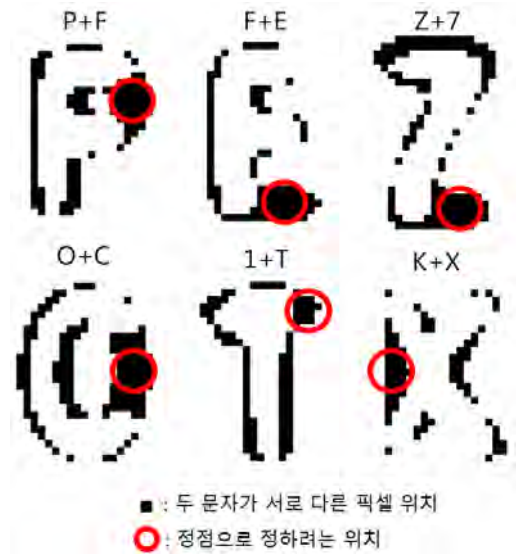
<표 1> 실험에 사용된 문자의 개수
(문자 : 개수)

A:1378	B:1328	C:1386	D:1430	E:1385
F:1539	G:1417	H:1417	I:1431	J:1436
K:1533	L:1347	M:1373	N:1362	O:1369
P:1424	Q:1340	R:1333	S:1443	T:1454
U:1366	V:1372	W:1414	X:1357	Y:1468
Z:1539	0:1411	1:1365	2:1407	3:1480
4:1519	5:1436	6:1478	7:1446	8:1591
9:1583	<:1443	Total : 52800		

<표 2> 새로운 트레이닝 결과의 오류문자 (횡수상위18개)
(실제문자→인식문자 : 오류횟수)

T → 1 : 177	K → X : 116	P → F : 99
1 → T : 91	S → 5 : 82	8 → B : 81
F → T : 80	Z → 2 : 63	T → F : 57
0 → 0 : 47	F → Y : 46	F → E : 43
3 → 1 : 43	1 → I : 39	5 → S : 36
3 → 5 : 35	9 → D : 35	9 → G : 34
F → 1 : 32	M → H : 30	I → J : 27
0 → C : 27	Z → 7 : 27	Q → G : 25

본 연구에서는 표 2의 오류 문자들에 대해 정점 샘플링 방법을 적용하여 오류 문자를 줄이려고 한다.

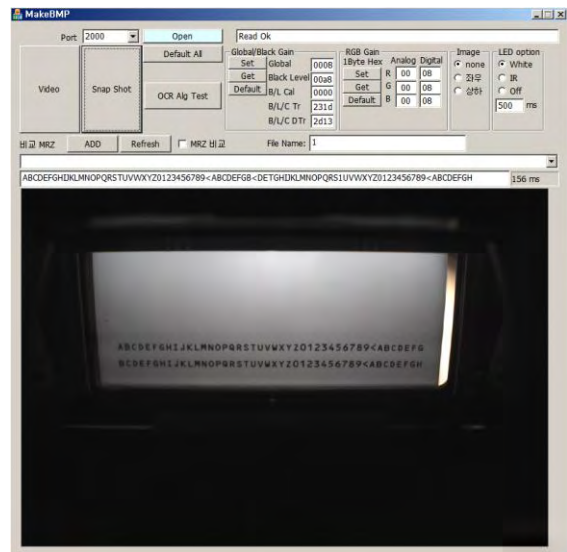


(그림 5) 혼동 문자의 이진화 템플릿 중첩 이미지와 정점 비교를 위한 위치 예시

표 2의 오류문자들에 대해 그림 5의 표시 위치와 같이 중첩 되지 않는 특정 위치(정점)를 미리 지정한다. 그리고 입력 문자에 대해서 유사도가 가장 높은 1, 2순위 문자가 표 2의 혼동 되는 두 문자(실제문자와 인식문자)라면 특정 위치를 지나는지 확인하는 정점 샘플링 방법을 거쳐 결과를 나타내어 오류를 줄이도록 한다.

4. 정점 샘플링 방법 적용 전후의 실험결과

본 연구의 실험을 위하여 OCR-B 폰트 문자를 기계판독영역과 유사 위치에 프린트한 종이의 이미지 600장을 사용하여 템플릿 트레이닝과 SVM 트레이닝을 새로 하였다.



(그림 6) 실험 프로그램 화면

트레이닝에 사용한 이미지에 대하여 제안 방법을 적용한 인식 결과와 적용하지 않은 인식 결과를 확인하여 비교한다.

실험 결과 정점 샘플링 방법 미적용시 총 600장의 이미지 중에서 이미지의 모든 글자를 오류 없이 인식했던 이미지 수는 160장 이었으며, 각각의 글자에 대한 전체 오차율은 4.175%였다.

이어지는 실험에서는 우선 1과 T 를 입력 문자와 가장 유사하다고 판단한 1, 2순위의 문자로 판정했을 경우에 대해 정점 샘플링 방법을 적용하여 실험을 진행하였다. 실험 초기에는 그림 5와 같이 템플릿의 중복 위치를 파악하여 정점을 정하였지만, 문자 이미지가 실제로 입력 되면 템플릿의 위치와 동일한 위치를 지나지 않을 수 있다. 그러므로 정확한 정점을 잡기 위한 수정작업이 다소 필요 할 수 있다.

적용 후 실험 결과는 다음과 같다. 600장의 이미지 중에서 이미지의 모든 글자를 오류 없이 인식 했던 이미지 수는 187장으로 기존 결과 160장 에서 27장 (600장 중 4.5%) 증가 했으며, 각각의 글자에 대한 전체 오차율은 3.933%로 0.242%감소하였다. 1과 T 에 대한 정점 샘플링 방법 적용 전후의 결과는 표3과 같다.

<표 3> 정점 샘플링 방법 적용 전후의 결과
(실제문자→인식문자 : 오류횟수)

정점 샘플링 방법 적용 전	정점 샘플링 방법 적용 후
T → I : 13	T → I : 6
T → 1 : 177	T → 1 : 97
1 → I : 39	1 → I : 46
1 → T : 91	1 → T : 26

이 외의 결과는 제안 방법 적용전과 같았다. 의도와는 다르게 I 가 연관되어 있는 점은, 이미지 상의 문자가 I 일 경우 템플릿 매칭 단계에서 낮은 확률로 입력 문자를 T 또는 1로 판단하기 때문이다.

5. 결론

본 연구는 기존 연구[15]의 기계판독영역 인식률을 정점 샘플링 방법을 적용하여 향상시키는 것을 목적으로 하였다. 실험 결과 600장의 이미지 중에서 이미지의 모든 글자를 오류 없이 인식 했던 이미지 수는 제안 방법 적용전 160장에서 적용후 187장으로 증가하였고, 각각의 글자에 대한 전체 오차율은 제안 방법 적용전 4.175% 에서 적용후 3.933%로 감소하였다.

위 실험의 결과를 보아 정점 샘플링 방법 적용으로 인한 인식률 개선은 가능하지만 단점이 존재한다. 정점을 정하는 시작 단계에는 그림 5와 같이 이미 완성된 템플릿에 대해 정점을 정하게 된다. 하지만 실제로 입력되는 이미지는 템플릿과 같은 위치에 위치하지 않을 수 있다. 이러한 경우에 사용자가 직접 정점을 수정해 주어야 하는 단점이 있다. 이 단점은 개별 입력 문자 이미지를 문자에 최대한 가깝게 잘라 같은 방법으로 새로 생성된 템플릿과 비교하면 개선 될 것

이라 예상되며, 이에 대한 연구가 필요하다.

향후 연구로는 나머지 오류 문자들에 대해 앞에서 제안한 방법을 적용, 인식률을 향상시킬 것이며, 또한 이 외에도 이미 존재하는 방법론을 적용하여 인식률을 높이는 것만이 아닌, 새로운 접근 방법을 통하여 인식률을 높일 수 있는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] 이동범, “보안성과 향상된 효율성을 제공하는 전자여권 인증 메커니즘에 관한 연구”, 순천향대학교 석사논문, 2009.
- [2] International Civil Aviation Organization, Machine Readable Travel Documents - Part2 : Machine Readable Visas, third edition, 2005.
- [3] 이평원, “차량의 종류와 자동차번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘 개발”, 서울시립대학교 석사논문, 1999.
- [4] 류재명, “템플릿 매칭에 기반한 잡음에 강인한 악보인식”, 전남대학교 박사논문, 2009.
- [5] OpenCV, <http://opencv.org/>
- [6] N. Otsu, “A threshold selection method from grey level histogram”, IEEE Trans. SMC Vol. 9, No. 12, pp. 62-66, 1979.
- [7] J. Bernsen, “Dynamic thresholding of grey-level images”, Proc. ICPR’86, Vol. 2, pp.1, 251-255, Paris, 1986.
- [8] W. Niblack, An Introduction to Image Processing, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp.115-116, 1986.
- [9] J. Sauvola, M Pietikainen, “Adaptive document image binarization”, Pattern Recognition, Vol. 33, No. 2, pp. 225-236, 2000.
- [10] D. Bradley and G. Roth, “Adaptive thresholding using the integral image”, Journal of Graphics Tools, Vol. 12, No. 2, pp. 13-21, 2007.
- [11] X. Zheng, W. Tan, and J. Du, “A Fast Adaptive Binarization Method Based on Sub Block OSTU and Improved Sauvola”, Proc. WiCOM, pp. 1-5, Wuhan, 2011.
- [12] M. Sezgin and B. Sankur, “Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation”, Journal of Electronic Imaging, Vol. 13, No. 1, pp. 146-165, 2004.
- [13] E. Badekas and N. Papamarkos, “Automatic evaluation of document binarization results”, Proc. CIARP’05, Vol. 3773, pp. 1005-1014, Havana, 2005.
- [14] 주재현, 오정수, “저화질 문서영상들을 위한 적응적 이진화 알고리즘”, 2012년 7월 한국통신학회논문지, 37권, 7호, pp. 581-585, 2012.
- [15] 이혁진, “전자신분증의 기계판독영역을 위한 영상판독 알고리즘”, 아주대학교 석사논문, 2014.