

우편 영상 이진화를 위한 수정된 Niblack 알고리즘의 적응적 적용

이재용, 오현화, 김두식*, 진성일
경북대학교 전자전기컴퓨터학부, 한국전자통신연구원*

Adaptive Application of Modified Niblack Algorithm for Letter Image Binarization

Jae-Yong Lee, Hyun-Hwa Oh, Doo-Sik Kim*, and Sung-Il Chien
School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) *
E-mail : maccon@palgong.knu.ac.kr, sichien@ee.knu.ac.kr

Abstract

This paper describes an efficient thresholding method for the binarization of a grey-level letter image. This method determines the adaptive threshold for letter image binarization by introducing the readjusting parameter, based on the global variance of the input image. Experimental results show that the proposed binarization method outperforms on the various letter images with a texture or noise when compared to the other methods.

I. 서론

최근 국내외적으로 급증하는 우편물량을 효율적으로 처리하기 위하여 문자 인식 기술에 기반한 순로구분 자동처리 시스템에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 문자 인식 시스템에서는 특징 추출을 용이하게 하고 처리되는 데이터 양의 감소 등의 목적으로 대부분 입력 영상을 이진화하여 처리한다. 이러한 문자 인식 시스템의 성능은 전처리 과정인 이진화 방법[1][2][3]에 크게 영향을 받는다. 따라서 보다 효과적인 시스템을 개발하기 위하여 입력 영상의 특성에 따른 효과적인 이진화 방법의 선택이 중요하다.

수정된 Niblack 알고리즘[1]은 현재 화소 주변의 평균과 분산을 기초로 문턱치를 설정하는 지역적 이진화 방법으로서 텍스트 기반의 문서영상에서 양호한 이진영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이 알고리즘은 특정한 응용분야에 적합하게 문턱치를 조정하기 위한 사용자 정의 변수를 두고 있다. 그러나 이는 실험적으로 결정되는 고정된 상수이므로 올바른 값을 추정하기 어려우며 입력되는 영상의 상태가 달라지면 문자부분을 효과적으로 분리하기 어렵다. 즉,

다양한 형태의 우편영상에 대하여 견실한 이진화 성능의 유지가 어렵다. 이는 이진화 알고리즘의 문제점이라기보다는 응용분야에 따라 관심 부분이 다르기 때문이다. 본 논문에서는 우편영상의 수취인부에 대하여 Optical Character Recognition(OCR)에 적합한 이진영상을 얻을 수 있는 방법을 논한다. 그러므로 일반적인 자연영상을 이진화할 때와는 달리 다양한 배경에 대하여 문자의 형태를 견실하게 유지하는 것이 중요한 논점이 된다. 본 논문에서는 입력 영상의 형태에 따른 전역적인 정보를 이용하여 문턱치 결정에 반영함으로써 다양한 형태의 우편영상에 대하여 수정된 Niblack 알고리즘의 문자 분리 성능을 최대한 유지할 수 있는 방법을 제안한다.

II. 수정된 Niblack 알고리즘

수정된 Niblack 알고리즘은 텍스트 기반의 문서영상에 적합한 이진화 알고리즘으로서 국부 픽셀 값들의 평균을 기초로 분산에 따라 문턱치를 조정한다. 화소 (x, y) 에서의 문턱치 $T(x, y)$ 는 다음 식 (1)에 의해 결정된다.

$$T(x, y) = m(x, y) \left[1 + k \left(\frac{s(x, y)}{R} - 1 \right) \right] \quad (1)$$

여기서 $m(x, y)$ 와 $s(x, y)$ 는 (x, y) 를 중심으로 하는 정방형 부블럭 내에서 산출된 국부 평균과 표준편차를 각각 나타낸다. R 은 표준편차의 동적 범위를 의미하며 명도레벨 영상에서는 128의 값을 가진다. 사용자 정의 변수 k 는 양의 값을 갖는다. 문자 부분의 명도레벨이 낮고 배경부분의 명도가 높은 경우의 문서 영상에 대하여 수정된 Niblack 알고리즘의 문턱치는 다음과 같이

결정된다. 첫째, 문턱치는 국부 평균값보다 낮은 값을 가진다. 대부분의 문서 영상에서 문자의 분포면적은 배경에 비하여 상대적으로 작다. 그러므로 올바른 문자분리를 위하여 문턱치는 국부 평균값보다 작거나 같아야 한다. 둘째, 문턱치 결정은 국부 분산의 크기에 반비례하여 평균에서 아래쪽으로 조정된다. 즉, 국부 분산이 큰 경우 국부 평균값에 근접한 값으로 결정된다. 반면 국부 분산이 작은 경우는 상대적으로 국부 평균에서 크게 떨어진 값이 문턱치로 결정되게 된다. 최종적으로 수정된 Niblack알고리즘에서 문턱치는 그림 1의 직선상에서 결정된다.

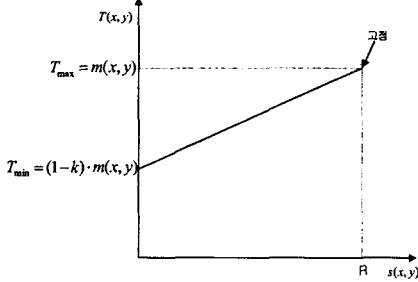


그림 1. 수정된 Niblack알고리즘에서의 문턱치의 존재 범위

III. 제안된 방법

전술한 수정된 Niblack알고리즘은 텍스트 기반의 문서 영상에서 배경과 문자를 효과적으로 분리한다. 그러나 문턱치 결정에 기여하는 사용자 정의 변수가 고정되어 있으므로 다양한 배경의 문서 영상에 대하여 견실하게 이진화를 수행하지 못하는 단점이 있다. 우편영상은 봉투의 재질, 레이블의 존재 유무, 우편물의 구겨짐이나 훼손, 스캔 과정에서의 조명의 변화등에 따라 다양한 배경과 명도레벨의 분포가 넓은 문자부를 갖는다. 그러므로 문자 인식률의 향상을 위하여 이러한 다양한 우편영상의 견실한 이진화가 요구된다. 그림 2에 제안된 알고리즘의 개요도를 나타내었다.

본 논문에서는 수정된 Niblack알고리즘의 국부 적응적인 이점을 유지하며 입력 영상의 상태 변화에 둔감하게 안정적으로 이진화 할 수 있는 방법을 제안한다. OCR의 입력으로 사용하기 위한 이진 우편영상에서 관심이 되는 전경은 문자 부분이며 다른 화소들은 모두 배경으로 분류되는 것이 바람직하다. 그러나 실제 우편영상의 이진화 과정에서는 문자 병합, 훼손 등의 문제가 발생한다. 이러한 문제를 야기하는 가장 큰 원인은 문자부와 배경의 명도레벨의 분포가 일정하지 않다는 것이다.

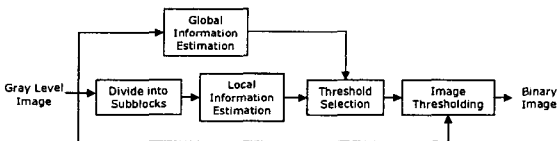


그림 2. 제안된 알고리즘의 개요도.
일반적으로 우편 영상은 흰 배경에 상대적으로 검은 문자부를 가진다. 그림 3에 대표적인 유형의 우편영상내 수취인부의 일부분과 부블럭의 특징적인 히스토그램을 나타내었다. 그림 3(a)는 가장 일반적인 예로서 흰 배경에 검은 문자 부분만 존재하는 경우로서 대부분의 이진화 알고리즘에서 양호한 결과를 얻을 수 있다. 그림 3(b)는 창 봉투를 스캔하는 과정에서 많이 발생하는 형태로서 배경의 명도 값이 다양하다. 따라서 일반적인 전역 이진화 방법 적용 시 레이블 부분이 흑화소로 분류되어 문자 병합이 다수 발생할 수 있다. 그림 3(c)는 문자부가 희미한 영상으로서 히스토그램상에서 문자부에 해당하는 피크가 존재하지 않는다. 그러므로 통계적인 정보를 이용하여 적절한 문턱치를 결정하기 어려우며 다른 경우에 비하여 비교적 높은 문턱치가 설정되어야 문자손실을 최소화할 수 있다. 이상의 경우에 대하여 각각의 부블럭 내에서 문자 병합이나 훼손 등이 나타나지 않는 OCR에 적합한 문턱치를 나타내었다. 그림 3(b)와 같이 잡영이나 텍스처가 많이 분포하는 영상의 경우 대부분 분산이 크다. 분산이 큰 경우는 부블럭 내의 문턱치가 낮아져야 양호한 이진영상의 획득이 가능하다. 반면 그림 3(c)와 같이 전체 영상 내에서 문자 분포 면적이 작거나 문자부위가 희미한 경우는 분산이 작다. 이러한 경우는 상대적으로 문턱치가 높아져야 문자 손실을 최소화 할 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 입력 영상의 분산을 매개로 하여 적응적인 문턱치 결정이 가능한 방법을 제안한다. 즉, 수정된 Niblack알고리즘의 사용자 정의 변수 k 를 0.5로 고정하고 영상 전체의 분산의 크기에 반비례하도록 문턱치를 식(2)와 같이 결정한다.

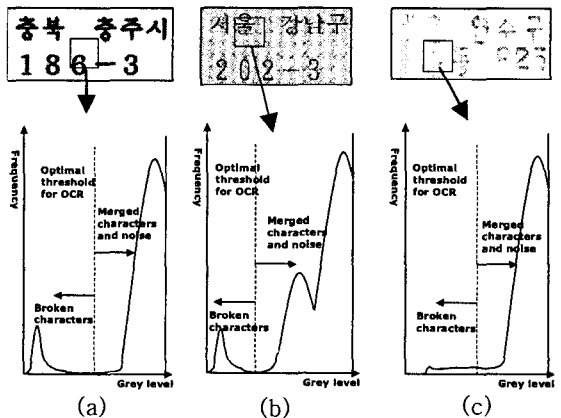


그림 3. 우편영상의 유형과 부블럭 내의 히스토그램; (a)문자+ 배경, (b)문자+ 텍스처(잡영)+ 배경, (c) 희미한 문자

$$T'(x,y) = m(x,y) \left[\frac{1}{2} \left(\frac{s(x,y)}{R} + 1 \right) + K(\sigma_g) \right] \quad (2)$$

$$K(\sigma_g) = \frac{a - \sigma_g}{2 \cdot \sigma_{range}}$$

여기서 $m(x,y)$ 와 $s(x,y)$, R 은 수정된 Niblack 알고리즘에서와 동일한 변수이다. $K(\sigma_g)$ 는 전체 분산에 기반하여 문턱치를 적응적으로 조정하기 위하여 도입된 항이다. 또한, σ_g 는 입력 영상의 표준편차이다. a 는 실험적으로 결정된 상수이며 σ_{range} 는 입력 영상들의 표준편차의 범위이다. 그림 4에 제안된 방법을 적용하였을 경우의 문턱치의 존재 범위를 나타내었다. 입력 영상의 표준편차 σ_g 가 a 보다 큰 경우는 $K(\sigma_g)$ 의 부호가 음으로 되어 결정된 문턱치를 낮추는 역할을 한다. 반대로 σ_g 가 a 보다 작은 경우는 $K(\sigma_g)$ 의 부호가 양으로 설정되어 문턱치를 높게 된다. 심한 잡영의 영향으로 입력 영상의 분산이 커서 문턱치 값이 국부 평균을 초과하는 경우는 상한을 국부 평균값으로 제한하였다.

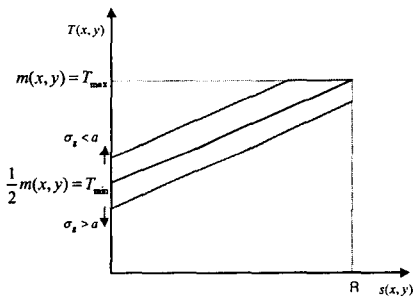


그림 4. 제안된 방법에서의 문턱치의 존재 범위

IV. 실험결과 및 고찰

제안된 이진화 방법의 성능 평가를 위하여 사용된 우편영상은 ETRI의 표준 입력 우편영상 DB의 일부분으로서 일반 PC용 평판 스캐너를 이용하여 200dpi의 해상도로 획득된 것이다. 수취인의 성명은 사생활 보호를 위하여 결과 영상에서 삭제하였다. 실험은 셀러론 1.7GHz, Windows XP OS상에서 수행되었다. 그림 5(a)의 우편영상1은 텍스트가 존재하는 경우이며 우편영상2는 문자부가 희미한 영상의 예이다. 우편영상1은 Otsu의 알고리즘을 적용한 경우 문자부와 인접한 텍스트가 전경으로 분류되어 과도한 문자 병합이 발생함을 그림 5(b)에서 확인할 수 있다. 우편영상 2와 같은 문자부가 희미한 영상은 수정된 Niblack알고리즘을 적용하여 양호한 이진 영상을 얻기 어려운 대표적인 예로서 그림 5(c)의 결과 영상에서 보듯이 문자부의 손실이 다수 발생한다. 그림 5(d)는 제안된 알고리즘의 결과로서 텍스트가

존재하는 영상과 문자부가 희미한 영상에 대하여 기존 방법과 비교하여 문자 손실이나 병합 등이 유의하게 적음을 알 수 있다. 우편영상 1, 2에 적용된 부블력의 크기는 16x16 이며 a 와 σ_{range} 는 각각 29, 23으로 실험적으로 결정하였다. 그림 6에 우편영상 1, 2에 대한 수정된 Niblack알고리즘과 제안된 방법의 문턱치를 나타내었다. 우편영상 1은 다소의 문턱치 하강에 따른 잡영제거의 효과를 얻을 수 있었다.우편영상 2는 기존 방법보다 문턱치가 상승되어 문자손실을 감소시키는 것을 확인할 수 있다. 수정된 Niblack 알고리즘에서는 각 화소마다 국부 평균과 표준편차를 이용하여 문턱치를 다르게 설정하고 있다. 그러나 일반적인 우편영상 내에서 이웃 화소의 문턱치가 크게 달라져야 하는 경우는 거의 존재하지 않는다. 따라서 입력 영상을 정방형의 부블력으로 나누어 각 블럭내에서 동일한 문턱치를 설정하였다. 일반적인 우편영상에서 블럭단위의 이진화에 따른 각 블럭의 경계면에서의 불연속적인 변화는 거의 나타나지 않았다. 표1에 기존의 방법과 제안한 방법의 수행 속도를 나타내었다. 전역 알고리즘인 Otsu의 방법이 가장 빠르며 각 화소마다 문턱치를 설정하여야 하는 수정된 Niblack알고리즘의 수행 속도가 가장 느림을 알 수 있다.

표 1. 실험 영상에 대한 수행속도 (sec)

입력영상(크기)	적용방법	Otsu 방법	수정된 Niblack	제안된 방법
우편영상1(1217x513)		0.015	6.703	0.141
우편영상2(1245x505)		0.015	6.719	0.140

V. 결론

본 논문에서는 수정된 Niblack알고리즘에 전역적인 정보를 반영하여 다양한 우편영상을 효과적으로 이진화하기 위하여 국부적인 특성과 전역적인 특징을 병행하여 사용하는 방법을 제안하였다. 기존의 수정된 Niblack알고리즘은 문자 분포와 명도레벨의 특성이 서로 상이한 영상에서 모두 양호한 이진영상을 획득하는 것은 어렵다. 영상의 명도값의 전체적인 분포는 평균과 분산에 잘 반영된다. 제안한 방법에서는 입력 영상의 전역 분산에 따라 문턱치를 적응적으로 조정함으로써 이진화 품질을 향상시킬 수 있었다. 실제 우편영상에 적용한 결과 다양한 형태의 입력영상에서 양호한 성능을 나타냄을 확인할 수 있었다

참고문헌

- [1] J. Sauvola and M. Pietikainen, "Adaptive Document Image Binarization," *Pattern Recognition*, vol. 33, pp. 225-236, 2000.
- [2] J.N. Kapur, P.K. Sahoo, and A.K.C. Wang, "A New Method

for Gray-Level Picture Thresholding using the Entropy of the Histogram," *CVGIP*, vol. 29, pp. 273-285, 1985.

[3] N. Otsu, "A Threshold Selection Using Histogram," *IEEE Trans. SMC*, vol. 9, no. 1, pp. 62-66, 1979.

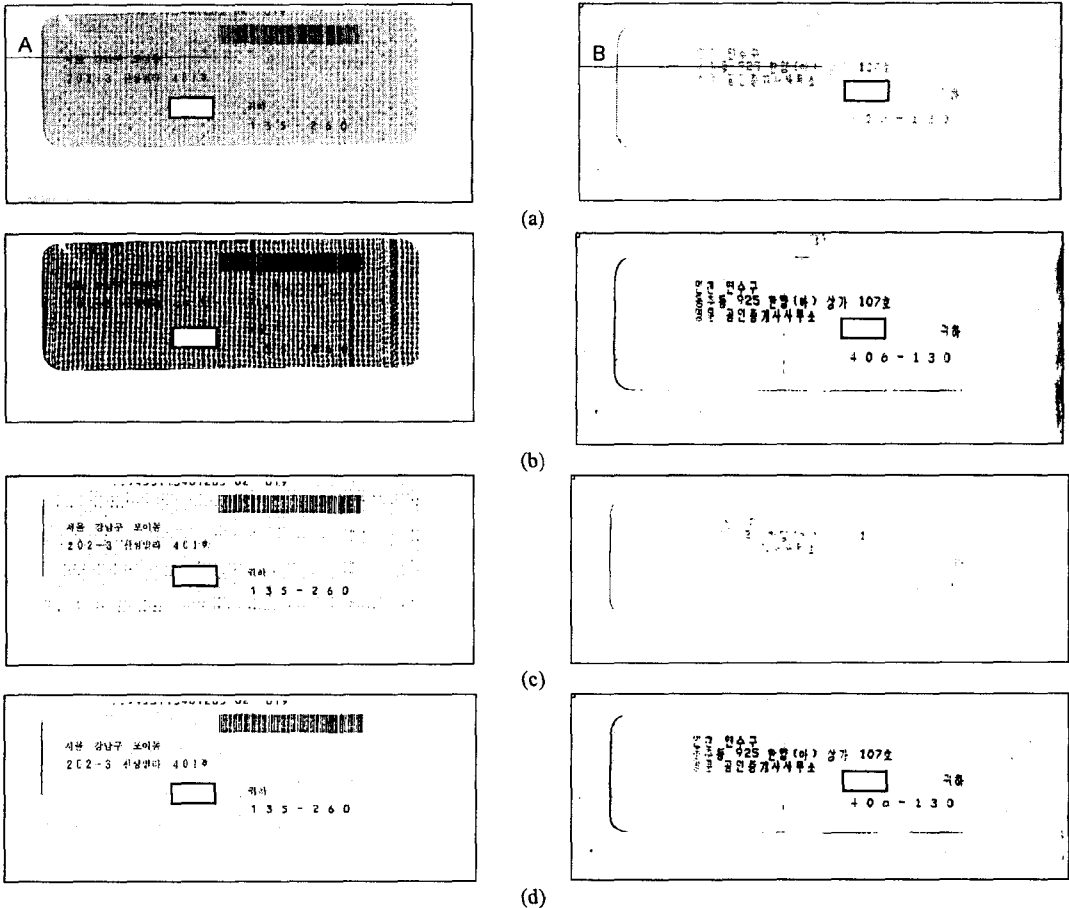


그림 5. 실험 우편영상과 이진화 결과: (a) 우편영상 1, 2, (b) Otsu 알고리즘, (c) 수정된 Niblack 알고리즘, (d) 제안된 알고리즘

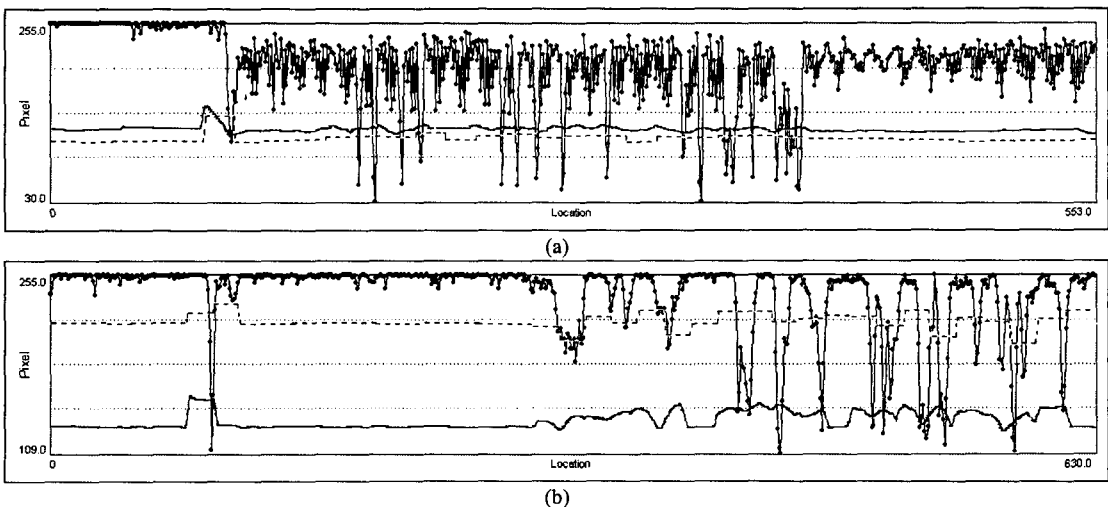


그림 6. 수정된 Niblack 알고리즘과 제안된 방법의 문턱치 비교: (a) 우편영상 1의 A 부분에서 명도레벨의 단면과 문턱치, (b) 우편영상 2의 B 부분에서 명도레벨의 단면과 문턱치 (실선: 수정된 Niblack, 점선: 제안된 방법)