적분영상을 이용한 적응적 이진화

이연경* · 유훈**

*상명대학교

Adaptive Binarization using Integral Image

Yeon-Kyung Lee* · Hoon Yoo**

*SangMyung University

E-mail : yk7sheep@sangmyung.kr

hunie@smu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 2차원 바코드 영상을 위한 적응적 이진화 방법을 제안한다.적응적 이진화 방법은 주로 문서 영상에 맞게 발전되어 왔다. 그러므로 기존 방법들은 이차원 바코드 영상 인식에 적용하기에 부적절하다. 이 문제점을 극복하기 위해 적분영상을 사용한 새로운 적응형 이진화 방법을 소개한다. 제안한 방법의 성능 입증을 위해 기존 방법과 속도성능 비교 실험을 수행하였고 실험 결과는 기존 방법보다 우수함을 입증하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose an adaptive thresholding method to binarize two-dimensional barcode images. Adaptive thresholding methods are applied to document image binarization. Thus, they inappropriate to use in recognition of two-dimensional barcode images. To overcome the problem, we propose a new adaptive threshold method using the integral image. To show the effectiveness of our method, we compared our method with the well-known existing method in terms of visual quality and processing time. The experimental result indicates that the proposed method is superior to the existing method.

키워드

적응적 이진화, 이차원 바코드 영상, 적분영상, 박스 크기

Ⅰ. 서 론

본 논문에서는 적응적 이진화의 연산량 문제를 해결하기 위한 방법인 적분영상(integral image) 혹은 Summed-Area Table을 설명하고[1-3], 블록 크기 설정 문제를 해결하도록 기존의 방법을 변형한 새로운 방법을 제시한다. 마지막으로 제시한 방법의 성능 판단을 위한 기존 방법의 비교 실험을 수행한다.

Ⅱ. 적분 영상

적분영상이란 영상의 현재위치까지의 픽셀들의 합을 가지고 있는 영상이다. 한 점 (x,y)는 영상에서의 동일한 한 점 (x,y)까지의 합을 가지고 있다. 그 식을 표현하면 다음과 같다.

$$II(x,y)=\sum_{i=0}^{x}\sum_{j=0}^{y}I(x,y)\ , \qquad (1)$$

여기서 $II(x,y)$는 적분영상이며, $I(x,y)$는 원 영상이다.

그림 1의 영상에서 D영역의 합을 구한다고 하자, 이 때 적분영상을 이용하여 식을 구하면 다음의 식과 같이 빠르게 구할 수 있다.

$$D= II(x_2,y_2)-II(x_2,y_1-1) - II(x_1-1,y_2)+I(x_1-1,y_1-1). \qquad (2)$$

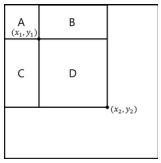

그림 1. 적분영상을 이용한 사각형 D영역의 합 계산

Ⅲ. 제안하는 방법

제안하는 방법은 두 개의 블록을 사용하여 블록 크기 설정 문제를 해결하는 새로운 방법을 제안한다. 적절한 블록크기는 이상적인 문턱값을 제시하나 그 크기를 알 수 없어, 이와 같은 효과를 내기 위해 두 박스는 각각 크기가 작은 블록, 크기가 큰 블록으로 설정한다.

두 박스 중 신호의 흐름을 잘 따라가는 크기가 작은 박스를 중심으로 이진화를 수행한다. 크기가 큰 박스는 영상의 전반적인 흐름을 알고 있으므로 신호와 문턱값의 경계면의 충돌으로 나타나는 잡음을 최소화 하기 위하여 문턱값을 조정하는 용도로 사용된다. 이와 같은 방법을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$T(x,y) = \begin{cases} (1-a_1)\times T_l & \text{if}(T_l > T_b) \\ (1+a_2)\times T_l & \text{if}(T_l < T_b), \end{cases} \quad (3)$$

식(3)에서 T_l은 작은 박스 크기의 평균값을 T_b는 큰 박스 크기의 평균값을 나타낸다 a_1과 a_2는 문턱값을 조정하여 잡음을 줄이는 변수들이다. 제안하는 방법의 흐름은 다음 그림 2로 알 수 있다[4].

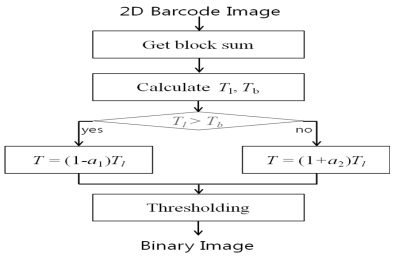

그림 2. 제안하는 방법

Ⅳ. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 나타내기 위해 다른 적응형 이진화 방법과의 비교실험을 수행한다. 비교 대상은 논문[5]에서 좋은 결과를 나타낸 Niblack[6]방법 이며, 비교 기준은 이진화의 성능과 속도 두 가지 면을 삼는다.

그림 3는 각 방법의 이진화 결과를 나타낸다. 제안한 방법인 그림(c)는 배경영역과 물체 영역에서 이진화가 잘 수행되었음을 알 수 있다.

표 1을 통해 각 방법의 수행시간을 알 수 있다. 적분영상을 도입한 Fast Niblack방법 보다 제안하는 방법이 더 빠르게 수행됨을 알 수 있다.

(a) (b) (c)

그림 3. 이진화 결과 영상 (a) 원 영상 (b) Niblack 방법 (c) 제안한 방법

표 1. 이진화 방법의 수행 시간

Method	Time (msec)
Niblack	143.6
Fast Niblack	12.0
Proposed method	7.4

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 적응적 이진화의 블록 사이즈 문제와 연산량 문제를 해결하기 위해 새로운 방법을 제시하였다. 제시한 방법의 성능을 비교하기 위해 기존 방법과의 비교실험을 수행하였고 그 결과 제안한 방법이 성능과 속도 두 면에서 모두 이진화가 상대적으로 잘 이루어짐을 알 수 있었다.

참고문헌

[1] P. Viola and M. Jones. "Robust real-time object detection," 2nd Intl. Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, 2001.

[2] D. Bradley, G.Roth, "Adaptive Thresholding Using the Integral Image," Journal of Graphics, GPU, and Game Tools, Vol. 12, Issue 2, pp. 13-21, 2007.

[3] F. Shafait, D. Keysers, T.M. Breuel, "Efficient Implementation of Local Adaptive Thresholding Techniques Using Integral Images," Document Recognition and Retrieval XY, San Jose, USA, January 2008.

[4] 이연경, 유훈 "이중 문턱값과 적분영상을 이용한 2차원 바코드 영상의 적응적 이진화,"submitted to 한국정보통신학회, 2012

[5] O. D. Trier, A. K. Jain, "Goal-directed evaluation of binarization methods" IEEE Trans, Pattern Anal.Mach.Intell., vol. 17(12), pp.1991-1201, 1995.

[6] W. Niblack, "An Introduction to Digital Iamge Processing," pp.115-116. Englewood Cliffs, N.j.:Prentice Hall, 1989