
문자열을 포함하는 자연 영상에서의 효과적인 문자 추출 기법

김종호, 박상현, 강의성

순천대학교

Efficient Character Segmentation Technique in the Natural Images Containing Character Sequences

Jongho Kim, Sanghyun Park, Euisung Kang

Sunchon National University

E-mail : jhkim@sunchon.ac.kr

요 약

제철소에서 생산된 철판의 물류 자동화 시스템을 구축하는데 있어 각 철판에 기록된 정보를 정확하게 파악하여 효과적인 적재 및 운반 시스템을 갖추는 것이 관건이다. 이를 위하여 본 논문에서는 생산 및 운반 정보가 기록된 철판 영상을 분석하여 자동화 시스템을 구축하기 위한 문자 추출 기법을 제안한다. 철판 영상은 가로 방향으로 철판의 정보를 나타내는 문자열을 포함하고 있고, 이러한 문자열이 세로 방향으로 배치되어 있기 때문에 각 문자를 분리하기 위해서는 2차원 기법을 적용하도록 한다. 영상을 획득하는 환경에 따라 문자 분리 성능에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 국부 특징을 반영한 효율적인 이진화 기법을 제안하고, 잡음 등에 민감한 특성을 제거하기 위하여 CCA (Connected Component Analysis)를 이용한 문자 여부를 판단하는 방법을 제안한다. 이렇게 분석된 영상에 대해 2차원 투영 기법을 적용하여 철판에 기록된 각 문자를 정확하게 분리하도록 한다. 제안된 문자 추출 기법은 높은 성능을 나타내면서도 저 복잡도를 가지도록 설계하여 제한된 자원을 이용하는 기기에 효과적으로 응용될 수 있다.

ABSTRACT

This paper proposes a character segmentation algorithm of steel plate images composed of adaptive binarization by the SCW (Sliding Concentric Windows) technique, the object labelling by CCA (Connected Component Analysis), and 2D projection method. The SCW technique carries out the grayscale-to-binary image conversion in consideration of local characteristics of images. The character decision algorithm followed by the labelling technique by CCA (Connected Component Analysis) determines the character area effectively reducing the noise effect. The 2D projection with horizontal and vertical directions produces a tight bounding box for a character based on the cross points. Experimental results indicate that the proposed algorithm segments the characters in steel plate images effectively. The proposed algorithm can be applied to the devices with limited resources due to its excellent performance and low complexity.

키워드

문자 분리, CCA, 2차원 투영, 영상 기반 물류 자동화

1. 서 론

제철소에서 생산되는 철판 중에 특히 조선 및

자동차 제조에 사용되는 두께 10mm 이상의 철판을 후판(thick steel plate)라고 한다. 후판은 해외 및 국내 등의 목적지에 따라 또는 육상 및 해양

운반 방법에 따라 분류하기 위하여 측면에 해당 정보를 기록하는데, 이러한 정보를 운송장과 대조하여 확인하는 절차를 거친 후 운송하게 된다. 그러나 현재의 운송 시스템에서는 육안으로 후판 측면의 정보와 운송장의 정보를 일일이 대조 및 확인하는 작업을 수행함으로써 인건비의 증가와 함께 반복적인 작업으로 인한 오류 인식의 가능성 등이 우려되는 현실이다. 이에 다양한 방법으로 첩판 측면의 정보와 운송장의 정보를 대조 및 확인하는 작업을 자동화하기 위한 방법이 고려되었는데, 대표적으로 바코드 인식 방법과 RFID (Radio Frequency Identification) 기술을 이용한 방법이 고려되었다.

첩판의 측면에 바코드가 위치하기 때문에 수동으로 정확한 바코드 위치에 리더기를 위치시키는데 어려움이 있고, 표면이 매끄럽지 않은 첩판의 측면에 바코드가 인쇄됨으로써 번짐, 인쇄불량, 부분삭제 등의 문제가 있고, 첩판이 운반될 때 바코드가 훼손될 가능성이 많아 바코드 인식 방법에 의한 물류 자동화 기법은 한계가 있다. 또한 RFID 기술을 이용할 경우, 첩판의 뒷면에 부착하게 되면 후판 적재시 훼손될 가능성이 제기되고, 측면에 부착하게 되면 다양한 크기의 첩판이 적재되는 상황에서 음영지역의 발생으로 인식에 문제가 있게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 극복하고 후판 물류 시스템을 자동화하기 위하여 영상 인식 기술을 이용한 후판 정보 인식 방법을 제안한다. 유사한 연구주제로써 지능형 교통 제어를 위한 자동차 번호판 인식 기술[1], [2]이 있으나, 차량 번호판 인식의 경우에는 영상에 존재하는 차량이 한 대임을 가정하고, 번호판의 위치 및 컬러(녹색 또는 흰색) 정보를 적절히 이용할 수 있기 때문에 복수의 태그가 동시에 존재하고 첩판의 정렬상태가 비교적 불규칙한 점 등을 특징으로 하는 출판 정보 인식 기술과는 차이가 있다[3].

본 논문에서는 후판 측면에 인쇄된 태그 정보를 인식하여 궁극적으로 운송장 정보와 확인 및 대조 작업을 자동화할 수 있는 시스템을 위한 전처리로서 영상을 기반으로 한 후판 태그 영역 및 문자 추출 기법을 제안한다. 후판 영상은 활용할 수 있는 컬러 정보가 없기 때문에 이진화 영상을 대상으로 하고, 문자 영역을 추출하기 위하여 CCA (Connected Component Analysis)와 문자 선택 알고리즘을 결합한 기법을 적용한다. 문자 영역이 추출된 이진 영상에 대해서 가로 및 세로 방향으로의 투영(projection)을 적용하여 최종적으로 각 문자를 추출하게 된다.

II. 제안하는 문자 추출 기법

제안하는 후판 영상에서의 문자 추출 알고리즘의 블록도는 그림 1과 같다. 입력되는 영상은 grayscale 영상을 사용하고, 첩판 영상은 주로 야

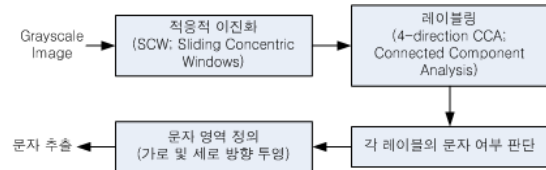


그림 1. 제안한 문자 추출 알고리즘 블록도

외에서 획득되므로 날씨, 계절, 조명 등의 상황에 따라 화질의 차이가 크고 잡음 또한 증가하게 된다. 복수의 첩판에 기록된 정보를 동시에 추출하기 위해서는 영상의 국부적 특성의 영향을 최소화할 필요가 있는데, 본 논문에서는 SCW (Sliding Concentric Windows) 기법을 이용하여 영상의 국부적 특성을 제거한 이진화 영상을 얻는다.

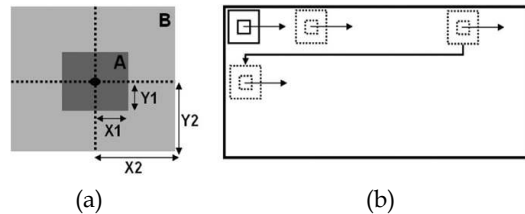


그림 2. SCW를 위한 파라미터. (a) 두 윈도우의 크기 정의, (b) SCW의 적용 방법

SCW는 그림 2와 같이 중심을 공유하는 두 개의 크기가 다른 윈도우의 통계적 특성을 비교하여 문자 후보 영역을 나타내게 된다. 즉 문자는 비교적 에지 주위에서 변화가 큰 영역이므로 식 (1)에서 정의한 바와 같이 두 윈도우의 통계적 특성 차이가 크면 문자 후보 영역으로, 그렇지 않으면 첩판 영역으로 나타내게 된다.

$$I_b(x,y) = \begin{cases} 0, & \text{if } \frac{M_B}{M_A} \leq T \\ 1, & \text{if } \frac{M_B}{M_A} > T \end{cases} \quad (1)$$

이때 M_A 와 M_B 는 각각 내부 윈도우와 외부 윈도우의 통계적 특성(표준편차)을 의미하고, T 는 실험적으로 0.92를 사용하였다. 또한 그림 2에서 X_1, Y_1 은 내부 윈도우의 크기를, X_2 와 Y_2 는 외부 윈도우의 크기를 나타내는데, 본 논문에서는 두 윈도우의 크기의 비를 1:3으로 설정하였을 때 가장 좋은 결과를 나타내었다.

이진 영상에서 추출할 문자 영역을 확정하기 위해서 먼저 관심 객체를 추출할 필요가 있는데, 본 논문에서는 4방향 CCA에 의한 레이블링 기법 [4], [6]을 사용하였다. 4방향 CCA는 현재 픽셀을 중심으로 상하좌우 픽셀의 연결성을 판단하여 관심객체를 추출하게 된다. 레이블링의 결과 문자 영역이 추출되지만 더불어 잡음과 같은 원치 않

는 객체도 추출되게 된다. 이러한 원치 않는 객체를 제거하기 위하여 추출된 객체에 대해서 문자 여부를 판단하는 기준을 적용한다. 즉, 각도가 75° 이상이어야 하고, 높이가 32 픽셀 이상이면 문자로 판단한다. 문자의 기울어진 각도는 식 (2)와 같이 정의한다.

$$\tan(2\theta) = \frac{2 \sum_{x=0y=0}^{N-1N-1} xyI(x,y)}{\sum_{x=0y=0}^{N-1N-1} x^2I(x,y) - \sum_{x=0y=0}^{N-1N-1} y^2I(x,y)} \quad (2)$$

마지막으로 2차원 투영 기법을 이용하여 문자 영역을 포함하는 바운딩 박스(bounding box)를 정의하고 최종적으로 문자를 추출하게 된다[5]. 2차원 투영은 문자 여부 판단 알고리즘을 거친 후의 이진 영상에 대해 가로 방향과 세로 방향으로 라인단위로 표준편차를 구하여 이 값을 각 라인에 적용하고, 두 방향에서의 교점을 연결하면 각 문자를 포함하는 바운딩 박스를 얻을 수 있다.

III. 실험 및 결과

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 그림 3과 같은 grayscale로 변환된 후판 영상에 대해서 그림 1의 각 단계별로 실험을 수행하였다.



그림 3. 실험에 사용된 후판 영상 (486x428)

SCW에 의한 이진화 영상은 그림 4와 같다. 그림 4에서 알 수 있는 바와 같이 문자 영역 뿐만 아니라 철판의 경계선, 조명 효과에 의한 영역 및 잡음이 관심 후보 객체로 추출된 결과를 얻는다. 이를 CCA 및 문자 여부 판단 알고리즘을 적용하면 문자 영역만 추출할 수 있다. 첫 번째 철판에 대해 추출된 문자 영역 결과를 나타내면 그림 5와 같다.

최종적으로 그림 5의 영상에 대해 가로 방향과 세로 방향으로 라인별 표준 편차를 계산하여 그 교차점을 구하면 각 문자를 포함하는 바운딩 박

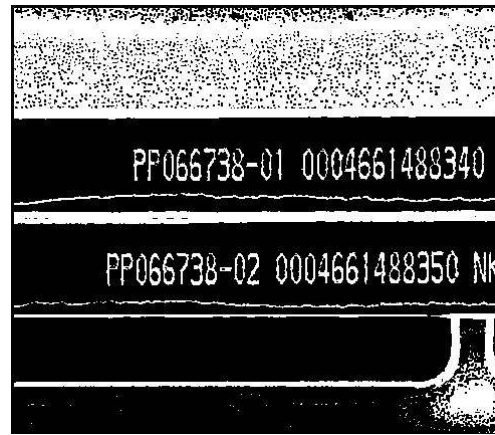


그림 4. SCW를 적용한 결과 (486x428)



그림 5. CCA 및 문자 여부 판단 알고리즘을 적용한 결과 (첫번째 철판)

스를 생성할 수 있다. 각 문자는 생성된 교차점 좌표를 이용하여 추출하게 된다.

제안한 알고리즘은 철판 영상이라는 조명, 날씨, 잡음 등의 영향이 심한 영상에서 철판 측면에 기록된 정보를 효과적으로 추출할 수 있다. 조명 등의 영향을 최소화하기 위하여 국부 특성을 반영한 SCW 이진화 기법을 이용하였고, 이진화 영상에서 잡음 등의 효과를 제거하기 위하여 CCA에 의한 문자 여부 판단 알고리즘을 적용하였다. 문자를 추출하기 위한 바운딩 박스는 기존의 히스토그램 기반 투영 기법을 사용할 수도 있으나, 히스토그램 기반 기법은 문자의 기울기에 매우 민감한 특성을 나타내므로 본 논문에서는 라인별 통계적 특성인 표준 편차의 교점을 이용하는 방법을 제안하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 영상 인식 기술을 이용한 후판 물류 자동화 시스템을 구축하기 위하여 필수적으로 필요한 후판 측면에 기록된 문자 영역을 효과적으로 추출하는 기법을 제안하였다. 다양한 영상 처리 알고리즘, 즉 영상의 국부 특성을 고려한 이진화 기법인 SCW, 객체 분리 분야에서 흔히 사용되는 CCA를 이용한 레이블링 기법, 추출된 객체에서 관심 객체인 문자를 정의하는 기법, 문자 영역으로 판단된 부분을 효과적으로 추출할 수 있는 2차원 투영 기법 등을 적절히 결합하여 철판 영상을 획득할 때의 여러 요인들에 강인한 문자 추출 알고리즘을 설계할 수 있었다. 제안한 알고리즘은 비교적 단순한 구조 및 저 복잡도를 갖도록 설계되어 모바일 기기와 같은 제한된 자원

의 기기에서도 원활하게 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부 및 지식경제부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구 결과임.

참고문헌

- [1] C. Anagnostopoulos, I. Anagnostopoulos, I. Psoroulas, V. Loumos, and E. Kayafas, "License plate recognition from still images and video sequences: A survey," *IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems*, vol. 9, no. 3, pp. 377-391, Sep. 2008.
- [2] C. Anagnostopoulos, I. Anagnostopoulos, I. Psoroulas, V. Loumos, and E. Kayafas, "License plate recognition algorithm for intelligent transportation system applications," *IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems*, vol. 7, no. 3, pp. 377-392, Sep. 2006.
- [3] X. Zhao, K.-H. Lin, Y. Fu, Y. Hu, Y. Liu, and T. Huang, "Text from corners: A novel approach to detect text and caption in video," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 20, no. 3, pp. 790-799, Mar. 2011.
- [4] R. Casey and E. Lecolinet, "A survey of methods and strategies in character segmentation," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 18, no. 7, pp. 690-706, Jul. 1996.
- [5] S. Lee, D. Lee, and H. Park, "A new methodology for gray-scale character segmentation and recognition," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 18, no. 10, pp. 1045-1050, Oct. 1996.
- [6] I. Pitas, *Digital Image Processing Algorithms and Applications*, Wiley, 2001.