

저해상도 환경에서의 번호판 검출 방법

민현석, 신옥진, 노용만
한국과학기술원

hsmin@kaist.ac.kr, wookja@kaist.ac.kr, ymro@ee.kaist.ac.kr

License plate detection on low-resolution environment

Hyun-seok Min, Wook Jin Shin, Yong Man Ro

Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).

요 약

자동화된 번호판 검출 시스템은 지능형 교통체계 시스템 (intelligent transportation systems)의 핵심적인 모듈이다. 그러나 실제 CCTV 환경에서는 저해상도 및 잡음 등의 다양한 영상 획득 환경의 제한으로 인해 효과적인 번호판 검출이 요구되고 있다. 이에 본 논문은 저해상도 환경에 강인한 새로운 번호판 검출에 대하여 sparse representation 을 적용하여 그 우수성을 보였다. 실제 CCTV 영상으로 수행한 실험을 통하여 제안하는 검출 방법이 저해상도 환경에서의 번호판 검출에 효과적임을 확인하였다.

1. 서론

자동화된 번호판 검출 시스템은 지능형 교통체계 시스템 (intelligent transportation systems)의 핵심적인 모듈이다 [ref]. 이러한 번호판 검출은 번호판의 포맷 및 텍스트 특징을 기반으로 이루어져 왔다. 그러나, 실제 CCTV (closed-circuit television) 영상 획득은 원거리에서 이루어지고, 저해상도 카메라가 사용되는 환경에서 이루어져왔다. 이러한 저해상도 환경에서 획득된 CCTV 영상에 대해서 효과적인 번호판 검출이 요구되고 있다.

최근 들어 얼굴 인식 등 많은 이미지 처리 환경에서 이러한 저해상도 및 영상 내의 잡음 문제를 극복하기 위하여 sparse representation classification (SRC) 기반의 접근방법들이 많이 제안되었다 [1]. SRC 에서는 몇몇의 예제 특징들의 선형 조합으로 입력 특징을 표현한다. 이런 예제 특징을 기반으로 하기 때문에 저해상도 및 잡음에 강인한 판단을 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 SRC 에 기반한 새로운 번호판 검출 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 제안하는 SRC 기반 번호판 검출 시스템을 설명하고, 3 절에서는 실험을 통해 효용성을 분석한다. 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. SRC 기반 판별을 위한 Dictionary 생성

그림 1 은 SRC 기반 번호판 판별을 위한 Dictionary 생성 과정을 나타낸다. 그림 1 에서와 같이, 제안하는 SRC 기반 번호판 판별 시스템은 번호판과 비 번호판 영상에서 추출된 특징 벡터로 이루어진 Dictionary 를 기반으로 이루어진다.

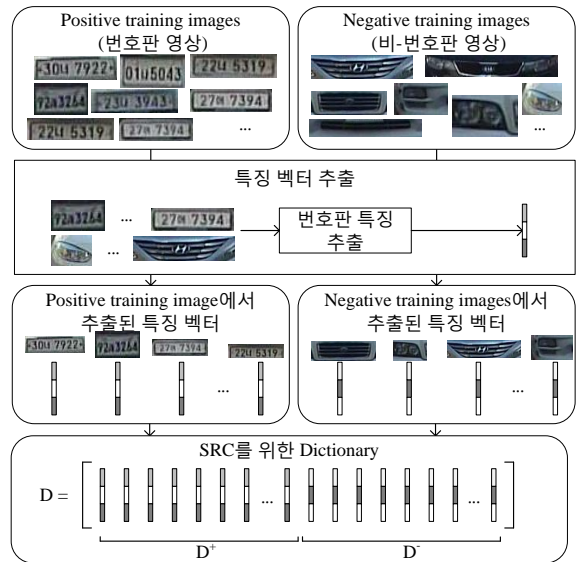


그림 1. 번호판 SRC를 위한 Dictionary 생성

\mathbf{z}_i^+ 은 i^{th} positive training image (번호판 영상)의 특징 벡터이고, \mathbf{z}_j^- 은 j^{th} negative training image (비 번호판 영상)의 특징 벡터이다. 이 때, SRC 를 위한 dictionary \mathbf{D} 는 다음과 같이 정의된다.

$$\mathbf{D} = [\mathbf{D}^+ | \mathbf{D}^-] = [\mathbf{z}_1^+, \dots, \mathbf{z}_{K^+}^+, \mathbf{z}_1^-, \dots, \mathbf{z}_{K^-}^-] \in \mathbb{R}^{d \times K} \quad (1)$$

수식 (1)에서 $\mathbf{D}^+ = [\mathbf{z}_1^+, \dots, \mathbf{z}_{K^+}^+]$ 는 positive training images 를 위한 dictionary 이고, $\mathbf{D}^- = [\mathbf{z}_1^-, \dots, \mathbf{z}_{K^-}^-]$ 는

negative training images 의 dictionary 이다. 또한 K^+ 와 K^- 는 D^+ 와 D^- 의 각 특징 벡터의 수이다.

제안하는 SRC 기반 번호판 검출은 CCTV 영상으로부터 구해진 번호판 후보 영역을 SRC 기반으로 판별하는 과정으로 이루어진다. SRC 를 위한 dictionary 가 주어지면, 이러한 후보 영역의 특징 벡터 (y)는 다음과 같이 표현된다.

$$y \approx Dx \in R^d, \quad (2)$$

여기서 $x = [x^+ | x^-] = [x_1^+, \dots, x_{K^+}^+, x_1^-, \dots, x_{K^-}^-]$ 는 번호판 후보 영역의 sparse linear representation 이다. 또한, x_i^+ 와 x_j^- 는 각각 i^{th} positive training image 와 the j^{th} negative training image 들의 sparse coefficient 값을 나타낸다. 여기서 x 가 구해지면, 다음과 같이 reconstruction error (E)를 구할 수 있다.

$$E = \|y - Dx\|_2 \quad (3)$$

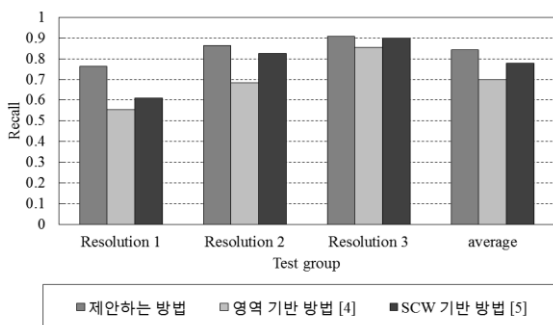
여기서 x^- 의 원소들을 0 으로 하면, D^+ 의 원소만으로 재구성하였을 경우의 에러 E^+ 를 구할 수 있다. 반대로 x^+ 의 원소들을 0 으로 하면, D^- 의 원소만으로 재구성하였을 경우의 에러 E^- 를 구할 수 있다. 이 때, $E^+ < E^-$ 이면 입력된 번호판 특징 y 는 번호판으로 판단된다.

4. 실험 및 분석

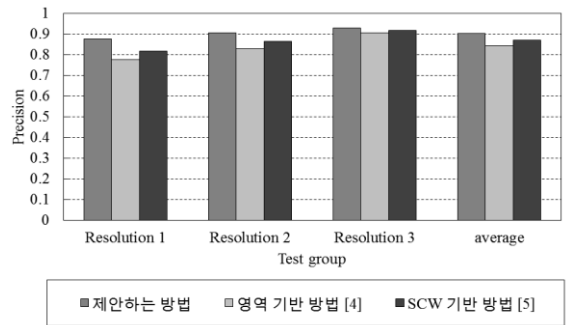
제안하는 방법의 효용성을 확인하기 위하여, 실제 CCTV 에 사용되는 카메라로 제작된 1200 장의 영상을 사용하여 실험하였다. 또한 본 실험에서 번호판 영역 특징으로 color LBP 를 사용하였다 [2]. 또한 제안하는 방법의 비교 분석을 위하여 지역 특징 기반 방법 [3]과 sliding concentric windows (SCWs) 기반 방법 [4]과의 성능을 비교하였다.

또한 저해상도 번호판에서의 제안하는 방법의 효용성을 검증하기 위하여 실험 영상을 3 개의 그룹으로 나누었다.

- Resolution 1: 번호판 크기가 15x60 픽셀보다 작은 경우;
- Resolution 2: 번호판 크기가 15x60 픽셀보다 크고, 20x80 픽셀보다 작은 경우;
- Resolution 3: 번호판 크기가 20x80 픽셀보다 큰 경우.



(a) recall



(b) precision

그림 2. 번호판 검출 성능

그림 2 는 제안하는 방법과 비교 방법의 번호판 검출 성능을 보여준다. 그림 2 에서 볼 수 있듯이, 제안하는 방법은 기존 방법과 달리, 번호판 크기가 작고 흐려지는 경우에도 안정적인 성능을 보이고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 저해상도에 강인한 새로운 번호판 검출 방법을 제안하였다. SRC 는 기존 다양한 영상 처리분야에서 잡음 및 저해상도와 같은 환경에서 강인한 특성을 보였다. 제안하는 번호판 검출 시스템은 이러한 특성을 기반으로 실제 CCTV 영상의 저해상도 환경에서 동작할 수 있는 번호판 검출 시스템을 제안하였다. 실제 CCTV 영상을 이용한 실험을 통하여 제안하는 방법이 저해상도로 촬영된 깨끗하지 않은 번호판 영상에서도 좋은 성능을 보임을 확인하였다.

참고문헌

- [1] J. Wright, A. Yang, A. Ganesh, S. Sastry, and Y. Ma, "Robust Face Recognition via Sparse Representation," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 31, no. 2, pp 210-227, 2009.
- [2] J. Y. Choi, K. N. Plataniotis, and Y. M. Ro, "Using Color Local Binary Pattern Features for Face Reconstruction," *IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP)*, pp. 4541-4544, 2010.
- [3] W. Jia, H. Zhang, X. He, "Region-based license plate detection," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 30, no. 4, pp. 1324-1333, 2007.
- [4] K. Deb, I. Khan, A. Sahaa, K. Jo, "An Efficient Method of Vehicle License Plate Recognition Based on Sliding Concentric Windows and Artificial Neural Network," *Procedia Technology*, vol. 4, pp. 812-819, 2012.