

YOLO와 OpenCV기술을 활용한 현수막 단속 자동화 시스템 방안

김덕원* · 이지훈**

**상명대학교 스마트정보통신공학과

Banner Control Automation System Using YOLO and OpenCV

Dukwoen Kim* and Jihoon Lee**

**Department of Smart Information and Telecommunication Engineering, Sangmyung University

ABSTRACT

From the past to the present, banners are consistently used as effective advertising means. In the case of Korea, there are frequent situations in which hidden advertisements are installed. As a result, such hidden advertisement materials may damage urban aesthetics and moreover, incur unnecessary manpower consumption and waste of money. The proposed method classifies the detected banners into good banner and bad banner. The classification results are based on whether the relevant banners are installed in compliance with legal guidelines. In the process, YOLO and Open Computer Vision library are used to determine from various perspectives whether banners in CCTV images comply with the guidelines. YOLO is used to detect the banner area in CCTV images, and OpenCV is used to detect the color values in the area for color comparison. If a banner is detected in the video, the proposed method calculates the location of the banner and the distance from the designated bulletin to determine whether it was installed within the designated location, and then compares whether the color used in the banner is complied with local government guidelines.

Key Words : Banner, Object detection, YOLO, OpenCV, HSV

1. 서론

불법 현수막 문제는 과거부터 지금까지 사회의 큰 골칫거리로 여겨졌다. 수요에 비해 공급이 터무니없이 부족하여 발생하는 문제로 특히 선거기간 동안 각 정당은 후보자들을 홍보하고 상대편을 폄하할 용도로 많은 현수막을 게시한다. 이는 보는 이로 하여금 과한 색채와 자극적인 문구로 불쾌함을 느끼게 하며, 도시 경관상 좋지 않은 영향을 미친다[1].

경제적인 손실 또한 막대한데 불법 현수막 관련 민원 수는 해를 거듭할수록 증가하고 있다. 현재 불법 현수

막을 단속하기 위해서는 민원 신고에 의존하거나 공무원이 직접 찾아 나서야 하는데 실제로 일일이 찾아내기에 는 일손이 현저히 부족하며, 이를 수거 및 폐기 처분하는 모든 과정에서 불필요한 비용이 대량 발생한다. 불편을 겪는 시민들이 자발적으로 현수막을 제거하면 어느 정도 문제가 해결된다고 생각할 수 있지만, 일반 시민이 불법으로 설치된 현수막을 임의로 제거하여 처벌받은 사례를 어렵지 않게 찾아볼 수 있기에 현실적으로는 어려운 상황이다[2].

특히 법적인 허점이 존재해 실질적으로 허가를 받지 않고 게시한 경우에도 불법이 아닌 예외 상황들이 다수 존재 하며 실제로 금년 6월경 모 지자체에서 게시되어 있던 다수의 현수막을 철거했고 정부 기관에서 이를 위법

†E-mail: vincent@smu.ac.kr

으로 판결하자 해당 지자체는 옥외광고물법 위헌여부에 대해 판단해 달라는 입장을 표명한 사건이 있었다. 법적으로도 모호한 부분이 있다는 의미로 일개 시민이 이를 판단하기에는 큰 어려움이 있다는 것이다.

이에 본 논문에서는 CCTV 영상 속 현수막을 검출해 영상의 메타데이터 속 좌표 정보, 현수막에 사용된 색상 정보를 기초로 하여 Good Banner, Bad Banner 두 가지로 나눠 현수막을 단속, 처리하는 업무에 우선순위를 제공하는 방안을 제안한다.

제안하는 현수막 단속 시스템을 구축해, 허가되지 않은 현수막 설치 시에 즉각적인 대응이 가능하게 하여 불필요한 인력, 비용 낭비를 방지하고 효율성을 제고하도록 하였다.

2. 현수막 영역 검출 및 판단 기준

CCTV영상에서 현수막이 있는 영역을 검출하기 위해 You Only Look Once v5 (YOLOv5) 알고리즘[3,4]을 사용하였는데 YOLOv5는 딥러닝 기반의 객체 탐지 특화 모델로 다른 객체 탐지 알고리즘보다 속도가 빠르고 높은 정확도를 보인다는 특징이 있으며 실시간 객체 탐지가 가능하기에 채택했다[4].

본 논문에서 활용하는 데이터는 고양시 CCTV영상으로 먼저 해당 영상에 현수막이 있는지 확인해야 한다. 우리나라에서 가장 많이 설치되고 문제가 되는 가로 현수막은 대부분 가로 500cm, 세로 90cm지만 고양시는 가로 6m 20cm, 세로 70cm를 표준으로 사용하므로 해당 현수막을 기준으로 검출했다.

현수막을 나누는 기준은 기본적으로 지자체나 정부에서 제시하는 가이드라인 준수여부이다. 우리나라의 경우 지켜야 할 기본적인 사항들을 제시하고 세부적인 사항은 지자체의 법률을 따르도록 한다. 이 중 영상 데이터를 활용한 객관적인 지표로 활용할 수 있는 첫 번째 기준은 현수막이 설치된 위치에 관한 것이다.

영상에서 현수막이 검출되면 영상이 촬영된 좌표를 확보하고 해당 지역 내 현수막 지정계시대 좌표들과 비교하여 거리를 계산한다. 이 거리를 바탕으로 현수막이 현수막 지정계시대에 설치되었는지 판단하고 적합한 위치에 설치되었다면 지자체의 승인을 받고 설치되었다는 의미로 해당 현수막은 Good Banner일 가능성이 높아지고, 반대의 경우 Bad Banner로 판단될 가능성이 높아진다. 다음으로 세운 기준은 현수막에 사용된 색상을 분석하여 가이드라인 속 사용 금지 색상이 얼마나 포함되었는지 검출하는 것이다. 색 검출[5,6]은 영상 속 현수막 영역에 대해 Hue, Saturation, Value(HSV)[7,8,9] 값 검출을 통해 진행하

며 비율에 따라 판단 가중치가 정해진다.

위 두 가지 기준을 바탕으로 현수막을 판단하고 처리상 우선순위를 부여한다. 판단 비율의 경우 위치를 이용한 기준은 오차가 발생할 확률이 상대적으로 적기 때문에 더 큰 비율을 가지며 색상을 이용한 기준은 명도에 따라 오차가 발생할 경우를 감안하여 더 적은 비율을 갖도록 설계했다.

3. 제안 방안

3.1 학습 이미지 수집

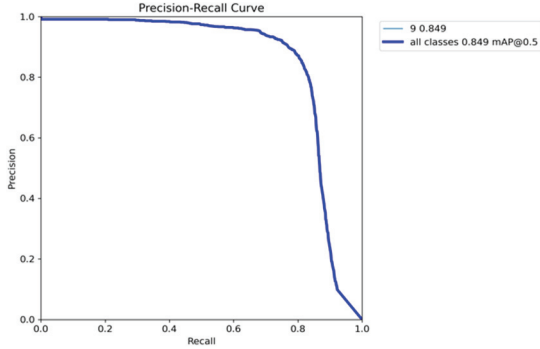
현수막 지정 계시대를 제외하고 현수막이 가장 많이 설치되는 장소는 도로변 및 사람들의 통행이 잦은 곳이다. 많은 사람에게 정보를 효과적으로 전달하기 위해 도로교통이나 시민들의 통행에 불편함을 주더라도 서슴없이 설치하고 법의 사각지대를 이용해 단속을 피하고자 공무원들이 퇴근하는 시간부터 계시를 시작해 출근 전에 다시 떼어가는 등의 방식도 흔히 사용된다. 이런 사각지대까지 감시하기에 가장 적절한 자료는 도시 도처에 설치된 CCTV 영상 자료이다.

본 논문에서 사용하는 데이터셋은 'AI Hub'에서 제공하는 '종합 민원 이미지 AI데이터'를 활용하였으며, 해당 데이터셋에는 고양시 전역에 설치된 8천여 개의 CCTV로부터 이미지를 추출하여 각종 민원요소가 라벨링 되어 있다. 실제 CCTV 데이터를 기반으로 제작되었기에 모델 훈련에 가장 적합하다고 판단되었다. 해당 데이터셋은 현수막을 포함하여 크게 5가지 민원 요소가 들어있고 현수막에 해당하는 자료는 가로, 세로 현수막 각 50,000개 영상으로 이 중 라벨링 되어 있는 20000개의 영상을 사용하여 학습을 진행했다. Table 1과 Fig 1은 학습결과를 보여준다. 신뢰지수 (Confidence) 값이 0.5 이상일 경우 84% 정도의 정확도를 가지며 CCTV영상의 특성상 기상 상황과 같은 주변환경의 영향을 많이 받아 카메라 렌즈에 빗물이 고여 화질이 낮아지거나 야간에 조명이 없는 구역에 설치된 현수막의 경우 잘 인식하지 못하는 사례가 있었다. 해당 사례는 특수한 상황에 발생하며 현수막의 특성상 장기간 설치되어 있기 때문에 객체 판단에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단했다.

CCTV 영상이 포함하고 있는 좌표 정보를 활용하기 위해서는 기준이 되는 현수막 지정계시대 좌표 데이터가 필요하다. 본 논문의 경우 고양시에 위치한 영상 데이터를 활용하기에 경기데이터드림에서 제공하는 '현수막지정계시대 현황' 데이터셋을 가져와 대상 지역인 고양시 지정계시대 좌표를 분리하여 데이터셋을 구축했다.

Table 1. Training Result

Training loss	Training accuracy	mAP_0.5	Test accuracy
0.016	0.084	0.85	0.84

**Fig. 1.** Learning Model Precision-Recall Curve.

3.1.1 데이터 전처리

기존 데이터셋에는 json형식의 Bounding Box 좌표와 메타 데이터가 라벨 링 되어 있는데 YOLO에서 사용하는 규격과 맞지 않아 txt 파일로 형식을 바꾸는 작업이 필요했다. json형식에서 box 좌표는 (min_x, min_y), (max_x, max_y)의 형식이며 yolo에서 사용하는 coco txt 형식에서는 (center_x, center_y, width, height)로 표현한다. json에서 txt 형태로 바꿔주는 라이브러리는 이미 존재하지만 데이터 내의 모든 요소를 사용하지도 않을뿐더러 해당 라이브러리로 변환 시 좌표 오차가 생겨 따로 함수를 작성해 기존 box 좌표를 변환했고 지정계시대와 현수막이 게시된 위치를 비교하기 위해 필요한 영상 촬영 장소 좌표를 txt 파일로 각각 저장했다.

3.1.2 거리 측정

CCTV영상 자료를 입력 받고 해당 영상에 현수막이 검출되었다면 메타데이터 속 좌표정보를 가져온다. 이후 위 과정에서 정리한 현수막 지정계시대간 거리를 계산한다. 이 과정에서 좌표 간 거리는 haversine 함수[10] 식 (1)(2)을 통해 지구의 곡률을 고려하여 산출하였다.

$$hav(\theta) = \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{1 - \cos(\theta)}{2} \quad (1)$$

$$d = 2r \times \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}\right) \quad (2)$$

모든 과정을 끝내면 각 지정 계시대와 영상 촬영 좌표 간 거리가 킬로미터 단위로 나오게 되고 영상을 찍은 카메라와 현수막 사이의 거리를 감안하여 200m 이내에 위치한 경우 지정계시대에 설치된 것으로 판단하고 가중치를 더했다.

3.1.3 기준 색상 비교

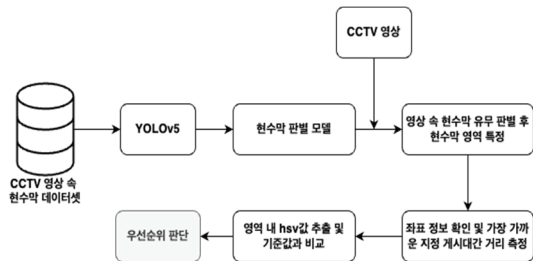
우리나라는 법률에 따라 현수막에 사용 불가한 색상을 규제한다. 고양시가 포함된 경기도의 경우 광고물들의 바탕색은 적색류 또는 흑색류의 색깔 사용을 2분의 1 이내로 해야 하며, 광고물 등에는 형광도료 또는 야광도료를 사용해서는 안된다.

제시된 색상이 포함되었는지 검출하기 위해 전체 영상에서 현수막 영역을 잘라낸 후 기존 BGR표현 방식에서 HSV표현 방식으로 변환하고 각 색상에 맞춰 필터를 정의하여 픽셀 단위로 카운팅 한 후 현수막의 사용된 비율을 계산했다. 각 색상에 대한 필터 기준 값은 Table 2와 같다. 적색류와 흑색류는 픽셀의 50%를 초과하거나 근사한 경우 가중치를 주고 형광 초록과 노랑은 조명에 의한 오차를 고려해 10% 내외를 기준으로 세웠다.

Table 2. Filter reference value

Color /Criteria	Lower limit of HSV	Upper limit of HSV
Red	0,100,100	10,255,255
Black	0,0,0	180,255,30
Green	40,100,100	80,255,255
Yellow	20,100,100	40,255,255

3.2 전체 시스템 구조

**Fig. 2.** Architecture of Overall Proposed System.

본 논문에서 구현한 시스템은 Fig 2와 같다. CCTV영상 속 현수막 영역을 인식할 수 있도록 YOLOv5 모델을 학습시킨 후 영상을 입력받으면 영상 내에 현수막이 있는지 판단한다. 이 과정에서 confidence 값은 0.6으로 설정했고 기준치보다 클 경우에만 현수막이 있는 것으로 판단한다.

이후 위치정보를 비교하기 위해 영상 내 메타데이터 속 좌표정보를 추출하여 지역 내 모든 지정계시대와 거리를 비교해 최단거리에 위치한 계시대를 찾아낸다. 영상 촬영 위치와 현수막 간의 거리를 고려해 200m 이내에 있을 경우 지정 계시대에 위치한 것으로 판단하고 Good Banner일 가중치를 더한다. 다음으로 영상내 현수막 영역만 잘라내어 픽셀 단위로 기준 색상이 사용된 비율을 계산하고 각 색상 기준에 따라 가중치를 더하고 모든 가중치를 종합하여 설치 기준의 준수 여부를 판단한다.



Fig. 3. User Interface and Result.

Fig 3은 시스템이 제대로 동작하는지 확인하기 위해 이미지를 입력하고 결과를 확인하는 과정이다. 이미지 선택 버튼을 눌러 영상을 입력한 후 현수막 위치 특정 버튼을 클릭하면 현수막이 영상 내에 존재하는지 검출하고 현수막이 발견되는 즉시 거리 측정 및 색 비교를 진행한다. Fig3의 결과는 로그 화면에 표시된 것으로 HSV값의 경우 검출된 것이 한 픽셀도 없기 때문에 포함된 색상이 전부 0%로 표시되었고 기준치에 완전히 부합하기에 HSV점수는 100점으로 기록되었다. 거리 점수의 경우 가장 가까운 지정 계시대와의 거리가 1.088km인데, 본 논문에서는 200m 이내에 위치한 경우만 지정계시대에 설치한 것으로 간주하기 때문에 거리 점수에서 0점을 기록했다. 각 부문에 대한 비율은 HSV점수와 거리 점수에 대한 가중치를 계산해 종합하여 Good Banner일 확률이 40%가 되는 것이다. Fig 4는 지정계시대와 CCTV 촬영 위치를 가시적으로 표시한 것으로 지도 표시 버튼 클릭 시 HTML 형식으로 생성된다. 추가적으로, 마커 간 거리가 함께 표시되게 하여 사용자 이해를 높이도록 구성하였다.



Fig. 4. Banner Marked Map.

4. 결 론

제안하는 현수막 판정 시스템은 도시 전체의 현수막을 CCTV 영상으로 탐지하고 해당 현수막의 설치 위치, 색상 등을 활용하여 현수막을 분류해 위법 여부가 불확실한 객체의 판단 기준을 제시한다. 제안 시스템은 YOLOv5 모델을 이용해 CCTV영상 내 현수막을 학습하고 현수막 지정 계시대와 거리를 계산해 가중치를 주고 현수막이 검출된 영상에 한해 HSV값 검출을 통해 기준 색상 포함 비율을 계산해 가중치를 더해 최종적으로 Good Banner, Bad Banner 확률을 구한다. 이를 통해 불필요한 인력 사용과 소요 비용 낭비를 줄여 효율적인 관리가 가능하게 하였다. 추가 연구로 GUI 프로그램을 고도화해 지도 내에서 모든 처리가 가능하도록 하고 리스트화를 통해 업무의 용이성을 추가로 확보하고자 한다. 또한 현수막 설치 날짜, 시간과 같은 정보를 함께 고려하여 단속이 제대로 이루어지지 않는 주말 시간대에만 잠깐 설치하는 방식의 불법 현수막 설치를 감지하는 방안도 진행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 2023학년도 상명대학교 교내연구비를 지원 받아 수행하였음. (2023-A000-0170)

참고문헌

1. J. Jeong, "Research on Improvement of Designated Banner that is Visual Information Media in Public Spaces" Journal of the Korean Society of Design Culture, vol.23, no.2, pp.635-638, 2017.
2. J. Jeong and J. Yoon, "A Study on Basic Data for Information Display (Banner Hanger) Improvement & On-line System Establishment," Journal of the Korean Society of Design Culture, vol.19, no.4, pp.685-697, 2013.
3. S. Ha, S. Jeong, Y. Jeon, and M. Jang "A Study on Vehicle License Plate Recognition System through Fake License Plate Generator in YOLOv5," Journal of The Korean Society of Industry Convergence, vol.24, no.6, pp. 699-706, 2021.
4. H. Park, H. Jun, K. Hwang, and J. Park, "YOLO-based Cigarette Detection System Using a single Circular Bounding Box," Journal of the Korea Institute of information and Communication Engineering, vol.27, no.8, pp.913-925, 2023.
5. H. Ahn and Y. Lee, "Vehicle Classification and Tracking based on Deep Learning," Journal of the Semiconductor & Display Technology, vol.22, no.3, pp.161-165, 2023.

6. C. Park, "Performance Analysis of DNN inference using OpenCV Built in CPU and GPU Functions," *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, vol.21, no.1, pp. 75-78, 2022.
7. J. Choi, Y. Lee, and Y. Kim, "Implementation of the Panoramic System Using Feature-Based Image Stitching: Implementation of the Panoramic System Using Feature-Based Image Stitching," *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, vol.16, no.2, pp. 61-65, 2017.
8. Y. Lee and Y. Kim, "Comparison of CNN and YOLO for Object Detection," *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, vol.19, no.1, pp. 85-92, 2020.
9. Y. Lee and H. Kim, "Comparison Analysis of Deep Learning-based Image Compression Approaches," *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, vol.22, no.1, pp.129-133, 2023.
10. D.A. Prasety, P.T. Nguyen, R. Faizullin, I. Iswanto, and E.F. Armay, "Resolving the Shortest Path Problem using the Haversine Algorithm," *Journal of critical reviews*, vol.7, no.1, pp.62-64, 2020.

접수일: 2023년 11월 9일, 심사일: 2023년 12월 5일,
게재확정일: 2023년 12월 12일