

MTF 기반 해상력 성능에 따른 보행자 검출 성능평가 방법에 관한 연구

김희강, 손준우, 김지연, 조태식, 한동석*

한국건설생활환경시험연구원, *경북대학교

heekangkim@kcl.re.kr, joonsohn@kcl.re.kr, jiyeon0311@kcl.re.kr, tscho@kcl.re.kr,
*dshan@knu.ac.kr

A Study on the Pedestrian Detection Performance Evaluation Method According to MTF-based Resolution Performance

Heekang Kim, Joonwoo Sohn, Jiyeon Kim, Tae-Sik Cho, Dong Seog Han*

Korea Conformity Laboratories, *Kyungpook National Univ.

요약

인공지능 기술이 고도화되고 경량화 되면서 CCTV 카메라의 기능이 단순한 관제와 움직임 인지를 넘어 객체 인식 및 행위 인식을 통해 CCTV 관제사들이 더욱 효율적으로 관제할 수 있도록 인공지능 기반의 지능형솔루션 또는 엣지형 카메라가 지능형CCTV 개발되어지고 있다. 이에 따라 지능형CCTV를 평가하는 방법으로 단순 특정 시나리오에 따른 인식률, 검출률에 대한 지표로만 평가가 되고 있으나, 인공지능 알고리즘은 영상 품질에 의해 많은 영향을 받고 있음에도 영상의 품질에 따른 성능을 검증하는 방법이 부재한 상황이다. 본 논문에서는 객체의 선명도를 평가할 수 있는 영상 품질 지표인 MTF 기반의 해상력 성능에 따른 보행자 검출 성능평가 방법을 제시하며, 지능형CCTV는 단순 알고리즘 평가 뿐 아닌, CCTV 카메라의 하드웨어 성능을 함께 평가해야함을 제시한다.

I. 서론

지능형CCTV는 기존에 단순 방법용, 교통관제용 단계의 용도가 아닌 스스로 인식하고 판단할 수 있는 솔루션으로써 다양한 분야에서 개발되어지고 사용되어지고 있다. 특히 방법을 위한 다양한 보행자 검출 기술이 발전되고 있다[1].

하지만 지능형CCTV 평가에 대해서는 단순 알고리즘 평가를 위해 학습 DB와 평가DB를 구분하여 검출/분류/인식 성능에 대한 평가가 이루어지고 있다. 하지만, CCTV 카메라 자체의 하드웨어 성능이 낮게 되면 원 소스(Original source) 데이터에 대한 품질이 낮아지므로 지능형CCTV의 알고리즘의 성능이 낮아질 수 있다.

또한, 국내에 민간부분에서는 많은 CCTV 카메라는 하드웨어 성능에 대한 검증 없이 무분별하게 설치되고 있어 저가의 저품질 CCTV가 많이 설치되고 있어 기존 설치된 CCTV 인프라에서 지능형솔루션이 탑재된다 하더라도 낮은 하드웨어의 성능 때문에 지능형CCTV의 높은 성능을 기대할 수 없다. 그러므로 지능형CCTV는 단순 알고리즘 평가에 그치지 않고 CCTV 카메라 자체의 하드웨어 성능도 함께 평가하여 복잡적이고 정량적인 성능평가를 진행해야한다.

기존 연구들은 픽셀 크기(해상도)에 따른 객체 검출 성능 비교[2] 등으로 단순히 영상 내에서 객체의 픽셀 크기에 따른 검출 성능 정량적 평가를 하였으나, 객체의 위치, 카메라의 화각 등의 변수로 인해 객관적인 평가가 어렵다.

이에 따라, 본 논문에서는 지능형CCTV의 객관적이고 정량적인 성능 평가를 위해 하드웨어의 실환경 성능 평가를 위해 야외 Slanted-Edge 차트를 개발하였으며, 해당 차트를 이용한 해상력 성능에 따른 지능형솔루션 성능을 평가하여 분석한다.

하드웨어 성능은 MTF(Modulation Transfer Function) 기반 해상력을 측정[3]하며, 검출하는 객체는 보행자이며, 사용 알고리즘은 YOLO v3를 사용하였다. 변수를 최소화하기 위해 원 영상에서 Blur 효과로 해상력과 보행자 검출 성능을 비교하여 정량적 상관관계를 제시한다.

II. 본론

실험은 한국건설생활환경시험연구원 안전융합센터 부지에서 진행하였으며, 카메라는 옥상에 설치된 PTZ 카메라를 이용하였다. 카메라의 높이는 약 55m이며, 차트와 카메라 간 수평 거리는 약 90m 이다.



Fig. 1 부지 촬영 화면 및 차트 위치

동일한 DB에서 동일한 보행자의 움직임을 비교하기 위해 다음과 같이 실험 흐름도를 계획하였다.

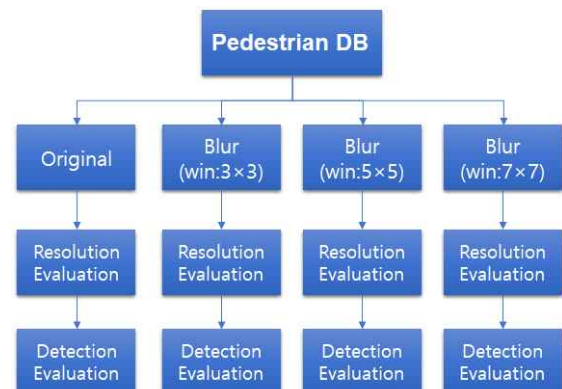


Fig. 2 실험 계획 흐름도

보행자 비디오 클립 DB(20초 이내)을 확보하여, 모든 프레임을 추출하고, 각 프레임 별 Blur 처리를 한다. Window size는 3×3, 5×5, 7×7으로 설정하고 Filter는 평균으로 설정한다.

Slanted-Edge MTF 해상력 평가는 흑백의 시그모이드 모양의 프로파일을 미분 후 푸리에 변환을 통해 MTF로 변환한다.

MTF 곡선은 아래 그림과 같으며, MTF 0.5에 위치할 때의 LW/PH 수치가 측정하고자 하는 해상력의 성능 지표이며, MTF50P 기준으로 측정하였다. 본 실험에서는 IMATEST 5.0 버전을 사용하여 측정하였다.

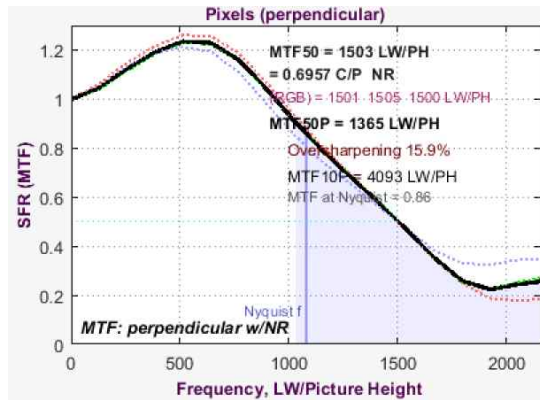


Fig. 3 MTF 곡선

동일 DB에서 원 영상 및 Blur 영상에 대한 해상력 평가를 통해 아래와 같은 해상력 결과를 확인할 수 있다.

DB명	해상력 (MTF50P)	원영상 대비 성능
원영상	1368 LW/PH	100 %
Blur 3×3	597 LW/PH	43.6 %
Blur 5×5	341 LW/PH	24.9 %
Blur 7×7	243 LW/PH	17.7 %

보행자 검출 알고리즘은 YOLO v3 모델을 활용하였으며[4], 본 모델은 YOLO 후속 버전인 YOLO v2의 아키텍처를 그대로 사용하였으나 아키텍처는 Darknet-53으로 변경하고, FPN처럼 다양한 크기의 해상도 Feature Map을 이용해 Bounding Box로 Output을 나타내었다.



Fig. 6 보행자 검출 박스 처리

DB명	전체 프레임 수	검출 프레임 수	검출률
원영상	350	298	85.1 %
Blur 3×3	350	284	81.1 %
Blur 5×5	350	255	72.8 %
Blur 7×7	350	227	64.8 %

보행자가 최초 등장하는 위치에서의 보행자 크기는 세로 60픽셀이며, 최종 등장하는 위치에서의 보행자 크기는 세로 80픽셀이다.

보행자와 카메라 간 직선거리는 약 75 m이며, 해상력을 측정했던 블러 효과를 통해 총 4개의 보행자 DB의 검출 성능을 평가한다.

CCTV카메라의 해상력이 낮아질수록 검출률은 낮아지는 상관관계를 확인할 수 있으며, 이는 지능형CCTV의 목적에 따라 거리별, 객체 크기별 검출이 필요할 때 하드웨어의 성능 기준치를 마련하는데 충분한 가능성을 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문은 지능형CCTV의 정량적이고 복합적으로 평가하기 위해 MTF 기반 해상력 성능에 따른 보행자 검출 성능평가를 수행하였다.

해상력 평가를 위해 실험경 대형 Slanted-Edge 차트를 개발하였으며, 해상력의 변화를 주기 위해 획득한 DB를 블러처리하여 해상력 차이별 보행자 검출 성능을 확인하였다. 보행자 검출 알고리즘은 YOLO v3을 사용하여 비교하였으며, 해상력 저하에 따라 검출률이 저하되는 것을 확인할 수 있었다.

이에 따라 지능형CCTV 성능을 보장하기 위해 해상력 성능이 검증된 CCTV 카메라를 채택하고, 알고리즘 평가를 위해 이런 실험 방법으로 지능형CCTV의 평가를 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 논문의 연구를 바탕으로 지능형CCTV에 대한 성능 기준치를 단순 알고리즘의 성능 뿐 아니라 카메라 자체의 하드웨어 부분의 성능에 대한 기준을 마련하여 하드웨어와 소프트웨어 성능을 모두 고려한 복합 성능에 대한 평가를 할 수 있으며, 국내에 설치하는 CCTV의 성능 기준치를 제시할 수 있으며, 향후 연구에서는 현장에서 요구하는 객체 크기, 인식 거리에 따른 MTF 기반 해상력 성능을 비교하여 지능형CCTV를 위한 해상력 기준을 제시할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 산업통상자원부 국가기술표준원에서 시행한 산업표준개발사업의 결과를 활용한 연구임

참 고 문 헌

- [1] Antonio, J. A., & Romero, M. (2018, December). Pedestrians' Detection Methods in Video Images: A Literature Review. In 2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI) (pp. 354-360). IEEE.
- [2] Shermeyer, J., & Van Etten, A. (2019). The effects of super-resolution on object detection performance in satellite imagery. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 0-0).
- [3] ISO 12233:2017 - Photography - Electronic still picture imaging
- [4] Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.