

하드웨어 성능에 따른 보행자 검출 성능평가 방법에 관한 연구

김희강, 손준우, 김창홍, 김지연, 조태식, 한동석*

한국건설생활환경시험연구원, *경북대학교

heekangkim@kcl.re.kr, joonsohn@kcl.re.kr, kch0420@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 Hardware Performance

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

Korea Conformity Laboratories, *Kyungpook National Univ.

요 약

실제 CCTV 카메라가 설치된 환경은 매우 열악한데도 불구하고 기존의 객체 검출같은 소프트웨어 알고리즘 성능 검증은 이를 반영하지 않아 실제 환경에서는 알고리즘 성능이 현저히 떨어지는 경우가 있다. 이를 보완하고 검증하기 위해서는 실제 환경기반에서 하드웨어 성능까지 고려된 환경에서 객체검출 성능을 검증하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 동일 카메라에서 설정 변경을 통해 다이내믹 레인지(DR) 값에 따른 객체 검출률을 비교한 결과 동일한 알고리즘의 객체 검출 소프트웨어 성능이 최대 225% 차이가 발생하였다.

I. 서 론

CCTV(Closed-Circuit TeleVision)는 기존의 아날로그 신호로 송출되던 전송 방식이 IP 기반으로 발전하면서 지능형 CCTV로써 단순한 범죄 방지, 추적, 식별에 머무르지 않고, 영상 분석 기능을 통해 재난 감시, 교통관제, 불법 주정차 단속 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

지능형 CCTV의 발전으로 기존의 컴퓨터 비전 분야에서는 다양한 객체를 검출 및 인식과 관련된 연구를 수행해왔으며, 이러한 기술들이 점차적으로 CCTV에 접목되어 지능형 CCTV의 급진적인 발전을 이루고 있다.

CCTV의 발전으로 기존의 관제 역할에서 인공지능 지능형 CCTV로 실시간 객체를 검출, 인식, 추적 등 컴퓨터 비전 분야에서 발전된 기술들이 접목되고 있다. 객체 검출 등 인공지능 지능형 CCTV에 탑재되는 소프트웨어는 제한된 환경에서 구현되어 최상의 성능을 나타내는데 실제 CCTV가 설치된 실환경에서는 제대로 성능이 나오지 못하는 문제가 발생한다.

이러한 이유는 극한의 설치환경에서는 카메라 하드웨어 성능에 따라 제대로 영상이 표출되지 않기 때문이다. 이러한 하드웨어 성능을 고려하지 않고 단순 알고리즘 평가는 객관적인 지표로 설정할 수 없다.

본 연구에서는 조명이 없는 복도 입구에서 하드웨어 성능지표인 다이내믹 레인지(Dynamic Range)의 성능에 따른 보행자 검출률을 비교하여 실환경 및 하드웨어 성능에 따른 객관적인 보행자 검출 성능 평가 방법을 제안한다.

II. 본 론

보행자 검출 장소는 한국건설생활환경시험실 시험실 복도에서 진행하였으며, 해당 복도는 그림 1과 같다. 복도의 길이는 약 30 m, 폭 약 2.5 m, 카메라 설치 천장 높이 약 3 m이며, 카메라는 실내에서 사용되는 돔(Dome) 카메라를 사용하여 보행자 검출을 진행하였다.

해당 시험 장소는 복도는 조명이 꺼진 상태에서 어둡고 복도 밖은 밝기 때문에 극한의 밝기 차가 발생하며, 다이내믹 레인지(DR) 성능 값에 따른 영상의 품질 변화가 명확하므로 정량적으로 비교할 수 있다.



그림 1 보행자 검출 시험 환경

보행자는 흰색 가운을 입고 약 15 m 지점까지 걸어가서 돌아오는 방법으로 비디오 영상 클립의 시간은 약 24초로 녹화하여 700 개의 프레임을 추출하여 진행하였다.

동일한 카메라에서 설정을 변경하여 다이내믹 레인지 성능을 3가지로 구분하였고, 다이내믹 레인지는 국제표준 ISO 14524[1]를 기반으로 투과식 OECF 차트를 이용한다.

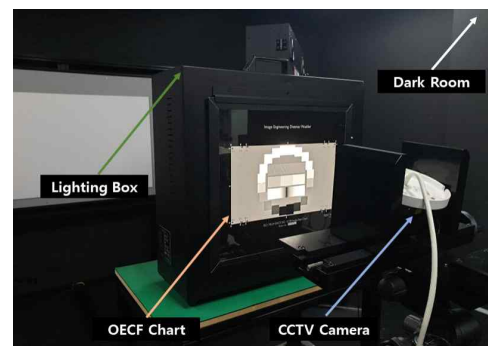


그림 2 다이내믹 레인지 측정 방법

다이나믹레인지의 영상 품질 평가 소프트웨어인 IMATEST를 활용하여 Slope 기반의 다이나믹레인지를 비교한다. Lighting Box는 밝기 4,000 lx, 색온도 5,100 K의 조건에서 측정한다.

보행자 검출 알고리즘은 YOLO v3 모델을 활용했다. YOLO v3은 YOLO의 후속 버전인 YOLO v2의 아키텍처를 그대로 사용하였으나 아키텍처는 Darknet-19에서 Darknet-53으로 변경하고, FPN처럼 다양한 크기의 해상도 Feature Map을 이용해 Bounding box로 output을 나타내었다[2]. Darknet-53의 아키텍처는 아래 그림 3과 같다.

Type	Filters	Size	Output
Convolutional	32	3 × 3	256 × 256
Convolutional	64	3 × 3 / 2	128 × 128
1× Convolutional	32	1 × 1	
1× Convolutional	64	3 × 3	
Residual			128 × 128
Convolutional	128	3 × 3 / 2	64 × 64
2× Convolutional	64	1 × 1	
2× Convolutional	128	3 × 3	
Residual			64 × 64
Convolutional	256	3 × 3 / 2	32 × 32
8× Convolutional	128	1 × 1	
8× Convolutional	256	3 × 3	
Residual			32 × 32
Convolutional	512	3 × 3 / 2	16 × 16
8× Convolutional	256	1 × 1	
8× Convolutional	512	3 × 3	
Residual			16 × 16
Convolutional	1024	3 × 3 / 2	8 × 8
4× Convolutional	512	1 × 1	
4× Convolutional	1024	3 × 3	
Residual			8 × 8
Avgpool		Global	
Connected		1000	
Softmax			

그림 3 Darknet-53

보행자가 카메라로부터 약 15 m 거리를 왕복으로 걸었을 때의 클립 영상의 전체프레임 700 개를 추출하여 검출하였고, 영상의 차이를 확인하기 위해 보행자의 거리 약 15 m 위치에서 보행자 검출 Bounding Box의 위치를 화살표로 표시하였다.



그림 4 카메라 설정 별 검출 결과 영상

이러한 방법으로 1개의 클립당 700개의 단편영상으로 3가지 설정 영상 클립을 반복하여 보행자를 검출하여 전체 700개의 영상에서 검출한 영상

의 개수를 구하여 검출률을 계산한다. 해당 시험에서는 1인 보행자 걸음으로 제한하는 방법으로 오검출의 요소를 제거하였기 때문에 오검출은 발생하지 않았다.

다이나믹레인지의 성능이 좋은 카메라는 객체 검출하기 좋은 환경의 카메라이며, 이는 난이도가 낮다고 할 수 있다. 동일 카메라의 설정을 변경하여 하드웨어 성능이 낮아지더라도 검출 성능이 유지되면 높은 성능이라고 할 수 있다.

〈표 1〉 다이나믹레인지에 따른 검출률 비교

설정 번호	Set #1	Set #2	Set #3
DR	29.5 dB	33.6 dB	48.4 dB
검출 영상 수	279 개	396 개	628 개
검출률	39.86%	56.57 %	89.71 %

위의 결과와 같이 카메라 하드웨어 성능지표인 다이나믹레인지에 따라 실환경에서의 보행자 검출률은 매우 차이가 났음을 확인할 수 있고, 객체 검출에 대해서 실환경 및 하드웨어 성능에 따라 다른 등급의 객체 검출 평가를 통해 객관적이고 정량적인 성능을 평가 할 수 있다.

III. 결론

인공지능 지능형 CCTV의 발전에도 불구하고 인공지능 지능형 솔루션을 정량적으로 평가할 수 있는 방법이 부재하기 때문에 실환경에서 하드웨어 성능별 보행자 검출 결과를 도출한 결과 동일한 CCTV 카메라를 가지고 하드웨어 사양(설정값) 변경을 통해 동일한 객체 검출 알고리즘 성능이 최대 225% 차이가 발생하였다.

실 환경에서 카메라 하드웨어 성능에 따른 검출률 결과가 다르다는 연구 결과를 제시하였으며, 인공지능 지능형 CCTV의 정량적인 성능 평가를 위해서는 하드웨어의 성능 별 솔루션을 평가해야하며, 본 논문에서는 다이나믹레인지를 하드웨어 성능지표로 설정하였고 다이나믹레인지의 성능별 검출률을 평가하여야 함을 제안하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 산업통상자원부 국가기술표준원에서 시행한 산업표준개발사업의 결과를 활용한 연구임

참 고 문 헌

- [1] ISO 14524:2009 Photography – Electronic still-picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions (OECFs).
- [2] Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "Yolov3: An incremental improvement." arXiv preprint arXiv:1804.02767 (2018).