

# 스포츠 경기 내의 다중객체 트래킹 비교 연구

문성원\*, 이지원\*, 남도원\*, 김호원\*, 김원준\*\*

\*한국전자통신연구원 SW·콘텐츠연구소

\*\*건국대학교

e-mail : [moonstarry@etri.re.kr](mailto:moonstarry@etri.re.kr)

## A Comparative Study on Multi Object Tracking Methods for Sports Video

Sungwon Moon\*, Jiwon Lee\*, Dowon Nam\*, Howon Kim\* and Wonjun Kim

\*SW· Content Research Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute

\*\*KONKUK University

### 요 약

기계학습 기술의 발전으로 인해 다양한 분야에서 객체를 자동으로 인식하고 그 행동을 분석하는 연구의 필요성이 대두되고 있으며, 이는 스포츠 분야도 마찬가지이다. 현재 스포츠 경기내의 다중객체를 검출하고 추적하는 시스템은 정확성이 높지 않아 대부분의 서비스가 숙련된 오퍼레이터의 수작업에 의존하고 있어 객체의 위치를 검출하고 이를 실시간으로 정확하게 추적할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 기존 알고리즘을 다중객체 추적에 적합하도록 구현하고 성능을 비교한 결과를 제시하여 스포츠 경기 내의 다중객체 추적에 적합한 알고리즘을 제안하고자 한다.

### 1. 서론

최근 딥러닝으로 대표되는 기계학습 기술의 발전으로 인해 영상 내의 객체 및 행동 분류 성능이 비약적으로 향상되었으며 이로 인해 영상 내의 객체를 인식하고 분석하고자 하는 요구가 증가하고 있다. 이는 스포츠 분야에서도 마찬가지로 스포츠 경기내의 선수 및 공과 같은 객체의 행동을 자동으로 인식하고 분석하기 위해 스포츠 경기내의 다중객체를 자동으로 추적 하는 기술의 필요성이 대두되고 있다. 하지만 스포츠 객체는 그 움직임이 빠르고 불규칙하여 추적이 어렵고 이로 인해 숙련된 오퍼레이터의 수작업을 통해 스포츠 경기 내용을 분석하고 있는 상황이다.

기존 실시간 단일객체 추적에 대한 연구가 많이 이루어졌으며 높은 수준의 추적 성공률을 보이나 다중객체 추적의 경우 객체 검출 수준에 머무르고 있다. 또한 다중객체 추적을 적용하는 분야 또한 CCTV 영상과 같이 객체가 일정한 방향성을 가지고 움직이는 영상에 대한 추적 연구가 대부분으로 스포츠 경기내의 객체 추적 성능을 예상하기 어렵다.

본 논문에서는 기존에 제안된 다양한 객체 추적 알고리즘 중 성능이 뛰어난 MEDIANFLOW[1], BOOSTING[2], MIL(Multi Instance Learning) [3], KCF(Kernelized correlation filters) [4]를 스포츠 경기내의 다중 객체 추적에 적용하고 그 성능을 비교하여 스포츠 경기내의 객체 추적에 적합한 알고리즘을 제시하고자 한다.

### 2. 기존 연구

MEDIANFLOW 의 경우 점의 궤적에 기반한 트래킹으로 객체 추적 복잡도가 낮아 추적 속도가 빠르고 객체의 MEDIAN 이 객체를 특정하기에 적합한 경우 좋은 성능을 보인다. 하지만 객체가 불규칙한 움직임을 보이거나 객체의 MEDIAN 이 객체를 특정하기에 적합하지 않은 영상에서는 낮은 추적 성공율을 보인다.

BOOSTING 과 MIL 은 객체 검출을 통한 추적 방식으로 둘 다 학습을 통한 객체 검출 및 추적을 하는 공통점이 있다. MIL 의 경우 추적하고자 하는 모델을 계속해서 업데이트하는 방식으로 객체 검출에 좋은 성능을 보이나 업데이트를 위해 많은 자원을 소모한다. BOOSTING 방식은 다수의 weak 하지만 특화된 방법으로 학습 데이터를 조합하여 고수준의 학습결과를 도출하는 방식으로 LBP(Local Binary Pattern), 색상 등 다양한 요소를 객체 추적에 사용한다.

KCF 는 학습이나 모델 업데이트 없이 correlation filter 를 활용하는 방식으로 색상 특성에 기반한 객체 추적을 하여 높은 추적 성공율을 보임에도 불구하고 학습을 기반으로 한 방식에 비해서 적은 자원을 필요로 한다.

기존의 방식들은 대부분 단일 객체 추적 환경에서 활용되었으며 얼굴과 같이 특징점이 많은 객체나 특이한 색의 공과 같이 색상이 주변과 많은 차이를 가지는 객체에 대해서 실험을 수행하였다.

<표 1> 다중객체 추적 성능 비교

알고리즘	ID 3 (fps)	추적 성공률	ID 1 (fps)	추적 성공률
KCF	63.22	90%	45.41	84.6%
MIL	1.97	20%	1.46	31.7%
BOOSTING	9.54	80%	7.60	76.9%
MEDIAN	21.77	40%	19.33	7.7%

3. 실험결과

실험에 사용된 영상은 그림 1의 ISSIA 축구 영상 [5] 중 ID 1, 3번 영상이며 ID1번 영상에서 13명의 선수를 추적하고 ID 3번 영상에서 10명의 선수를 추적한 후 추적 속도 및 추적에 실패한 객체 수를 통해 성능을 비교하였으며 이는 표 1에서 확인할 수 있다. 실험에 사용된 CPU는 Intel i7-6500U CPU@2.50GHz이며 또한 구현을 위해 Visual Studio 2013 환경에서 Opencv 3.1.0을 활용하였다.

MEDIANFLOW 알고리즘을 활용하는 경우 객체의 움직임이 일정한 경우 객체 추적을 빠른 속도로 수행하였으나 객체가 갑자기 움직임을 바꾸는 경우 궤적을 따라가지 못하였으며 또한 흰색 유니폼과 축구 경기장내의 선을 종종 구별하지 못하여 추적을 실패하였다. 이는 선수들이 빠르게 움직임을 바꾸는 ID 1번 영상에서 두드러졌으며 해당 영상에 대해 7.7%의 추적 성공률을 보였다.

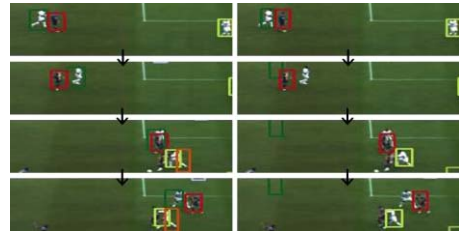
영상내의 객체 모델을 업데이트하는 MIL 방식의 경우 각 팀의 선수가 동일한 유니폼을 입고 있는 스포츠 경기 특성상 잘못된 선수를 추적하게 되는 경우 기존 모델을 해당 선수의 모델로 잘못 업데이트하는 경우가 많아 단일 객체 추적과는 다르게 매우 낮은 추적 성공률을 보였다. 또한 각 모델 업데이트에서 자원을 많이 사용하는 MIL 방식의 특성상 4개의 알고리즘 중 가장 느린 것을 확인하였다.

MIL에 비해서 비교적 가벼운 학습을 사용하되 다양한 특성을 활용하는 BOOSTING은 유사한 방식을 사용함에도 더 좋은 성능을 보여주었으며 MIL 대비 약 5배 빠른 속도로 추적을 하면서도 더 높은 추적 성공률을 보인다. 하지만 영상내의 객체간에 간섭이 일어나는 것에 취약하여 객체간 교차가 많은 ID 1번 영상 실험에서 낮은 추적 성공률을 보인다.

색상을 기반으로 기존 객체와의 연관성을 통해 객체를 추적하는 KCF 알고리즘이 스포츠 경기내의 다중객체 추적에 가장 뛰어난 성능을 보였다. 대부분의 프레임에서 모든 객체를 실패 없이 추적하였으며 또한 MIL과 비교했을 경우 약 30배 빠른 속도로 객체를 검출하여 추적하는 것을 확인하였다.



(그림 1) 실험 영상



(그림 2) 객체간 교차 상황에서 KCF(좌)와 BOOSTING(우) 성능 비교

위의 실험결과에서 단일객체 추적 시 뛰어난 성능을 보이는 알고리즘이라 해도 객체의 생김새가 유사하고 움직임이 불규칙하며 빠른 스포츠 영상에 사용하는 경우 그 성능이 단일객체 추적과는 상반된 결과를 보이기도 함을 알 수 있다. 또한 다수의 객체를 동시에 추적하는 특성 상 학습 기반 검출/추적 알고리즘의 경우 그 속도가 매우 느려져 실제 사용 환경에 적용이 어려움 확인하였다.

4. 결론

본 논문은 기존 단일 객체 추적 위주로 실험된 대표적인 객체 추적 기법들을 스포츠 영상내의 다중객체 환경에서 시험하였다. 실험결과를 통해 KCF 기법 및 이를 개선한 방법을 활용하여 빠른 속도와 높은 정확성을 가진 스포츠 영상용 다중 객체를 추적기를 만들 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2016년도 문화기술 연구개발 지원사업으로 수행되었음 (R2016030044, 스포츠 영상 콘텐츠의 내용 이해 기반 분석/요약/검색 기술 개발)

References

- [1] Zdenek Kalal, Krystian Mikolajczyk, and Jiri Matas. "Forward-backward error: Automatic detection of tracking failures." in *Pattern Recognition (ICPR), 2010 20th International Conference on*, pages 2756-2759. IEEE, 2010.
- [2] Helmut Grabner, Michael Grabner, and Horst Bischof. "Real-time tracking via on-line boosting." in *BMVC*, volume 1, page 6, 2006.
- [3] Boris Babenko, Ming-Hsuan Yang, and Serge Belongie. "Visual tracking with online multiple instance learning." in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. CVPR 2009. IEEE Conference on*, pages 983-990. IEEE, 2009.
- [4] Joao F. Henriques, Rui Caseiro, Pedro Martins, and Jorge Batista. "High-speed tracking with kernelized correlation filters." in *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *IEEE Trans. on*, 37(3):583-596, 2014.
- [5] T. D'Orazio, M.Leo, N. Mosca, P.Spagnolo, P.L.Mazzeo, "A semi-automatic system for ground truth generation of soccer video sequences." in *Proc. IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Surveillance*, Sept. 2009.