

복안 카메라를 이용한 다중 객체 추적 정확도 향상에 관한 연구

임태윤, 조용진, 방혜원, 백성규, 허석행*

LIG넥스원 무인체계연구소

taeyoon.lim@lignex1.com, yongjin.jo@lignex1.com,
hyewon.bang@lignex1.com, sungkyu.baik@lignex1.com, seokhaeng.heo@lignex1.com

A Study on the Improvement of Multi-Object Tracking Accuracy Using Compound Eyes Camera

Tae-Yoon Lim, Yong-Jin Jo, Hye-Won Bang, Sung-Kyu Baik, Seok-Haeng Huh*

*LIGNEX1 Co., Ltd

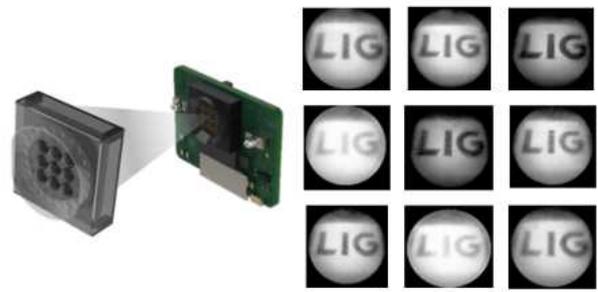
요약

본 논문은 전시에 병사들의 생존성 및 전투력 향상을 위해 연구되고 있는 생체 모방 카메라를 활용한 영상처리 개선 방안을 제시한다. 생체 모방센서의 한 종류인 복안 카메라를 활용하면 넓은 시야각, 여러 렌즈를 통한 다양한 기능 구현이 가능하다. 특히 객체 검출과 객체 추적을 통해 감시 정찰 임무 시 적군의 상황을 파악하는데 사용될 수 있다. 하지만 복안 카메라로 객체 검출과 기존 객체 추적 알고리즘을 사용할 시 객체 추적 실패 문제가 발생하게 되는데, 본 논문에서는 객체 추적 시 발생하는 객체 추적 실패 문제를 해결하기 위하여 객체 검출 좌표 갱신 및 Centroid 추종 방안을 제안한다. 제안된 방법을 적용 시 객체 추적 실패를 줄이고 객체 추적 성공률이 약 8.21% 향상 시키는 결과를 보였다. 제안된 방법을 사용하여 복안 카메라를 통하여 객체 추적 성공률을 높혀 군사 작전 시 필요한 다양한 정보를 습득할 수 있다.

I. 서론

최근 들어 국방 사업에서는 전시에 감시 정찰 임무에 활용되는 생체 모방 카메라에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 생체 모방 카메라는 작은 렌즈 크기를 가지며 소형 플랫폼에 적용할 수 있고 정합된 영상을 통해 넓은 화각을 볼 수 있으므로 병사가 진입하기 어려운 건물 통로, 지하 동굴 등에서 감시 정찰 임무를 수행할 수 있다는 장점이 있다 [1]. 복안 카메라는 거미의 눈처럼 여러 개의 눈을 갖는 특징이 있는데, 이런 특징들을 활용하여 여러 개의 렌즈로 획득한 영상을 정합하여 기존 카메라 대비 넓은 시야각을 볼 수 있고, 복안 카메라의 여러 렌즈를 활용하여 깊이 추정 및 인식 등을 구현할 수 있다는 장점이 있다[2]. 이런 장점을 활용하면, 전장에서 감시 정찰 임무 수행 시 넓은 지역의 탐색이 가능하며, 적과의 거리 정보 등 군사 작전에 필요한 다양한 정보들을 얻을 수 있다. 현재 개발된 복안 카메라는 Figure 1-(a)와 같은 형태를 가지며, 복안 카메라로 획득한 영상을 Figure 2-(b)와 같이 출력된다. 복안 카메라로 출력된 영상을 정합하면 넓은 시야각으로 픽셀 정보를 얻을 수 있는데, 많은 픽셀 정보를 활용하여 객체 탐지 및 객체 추적 등 영상처리 알고리즘을 적용하면 기존 카메라보다 넓은 영역에서 감시 정찰 임무를 수행할 수 있다. 객체 탐지와 추적은 감시 정찰 시 지속적인 적장 상황 모니터링을 통해 적의 움직임을 파악할 수 있고, 움직임 속에서 이상 행동을 감지하여 대응 및 여러 군 작전에 활용될 수 있다. 기존 논문에서는 복안 카메라

를 활용하여 획득한 영상을 YOLO v5 딥러닝 모델을 활용하여 객체 탐지 모델에 대하여 제시하였다[3].



(a) 복안 렌즈 구조

(b) 복안 영상 예시

Figure 1. 복안영상 시스템 구조

II. 본론

2.1 객체 검출 및 객체 추적

기존 연구에서는 복안 카메라를 활용하여 정합된 복안 영상을 얻고, 정합된 복안 영상으로 custom dataset을 구성하여 복안 영상에 맞게 튜닝된 YOLO v5 기반 객체 탐지 알고리즘에 대한 연구를 수행하였다 [3]. 본 논문에서는 객체 탐지와 함께 다중 객체 추적 시 객체 추적 실패 문제를 개선하고, 객체 추적 정확도를 높이는 방법을 제안한다. 객체 탐지와 함께, 다중 객체 추적은 감시 정찰 임무 수행 시 매우 중요한 기술이다. 객체 탐지만 복안 카메라로 획득한 영상 frame에서 객체를 식별할 수 있는 기능이 있지

만, 객체 추적이란 한 단계 더 나아가, 연속된 frame에서 객체의 위치와 움직임을 연속적으로 파악할 수 있는 기능을 제공한다. 특히, 다중 객체 추적 기술은 영상에서 획득한 여러 객체의 위치를 지속적으로 추적하여 좀 더 복잡한 환경에서 감시정찰에 필요한 여러 가지 정보를 추가적으로 얻을 수 있다는 특징이 있다. 소형 생체 모방 로봇은 크기의 제약으로 인하여 Edge device를 많이 사용하는데, 객체 탐지 및 객체 추적을 모두 딥러닝 모델을 사용하게 되면 성능은 올라가나, 동작 시 frame per second(FPS)가 줄어드는 문제점이 있다[5]. 감시 정찰 시 일정 frame per second(FPS)가 나와야 하기 때문에 이런 문제점을 극복하려면, 객체 추적 알고리즘을 딥러닝 모델이 아닌 연산량이 상대적으로 적은 MIL, KCF 등의 알고리즘을 사용하여야 frame per second를 일정하게 낮출 수 있다. 이러한 기존 알고리즘은 영상 frame 상에서 물체의 픽셀이 사라지지 않는다면, 잘 동작하지만, 영상 속에서 객체가 빠르게 움직이거나, frame 상에서 객체가 벗어나 픽셀의 일부를 놓치면 객체 추적에 실패하는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 극복하고자 본 논문에서는 Figure 2와 같이 centroid 추종 및 객체 탐지 갱신 방안을 제시한다.

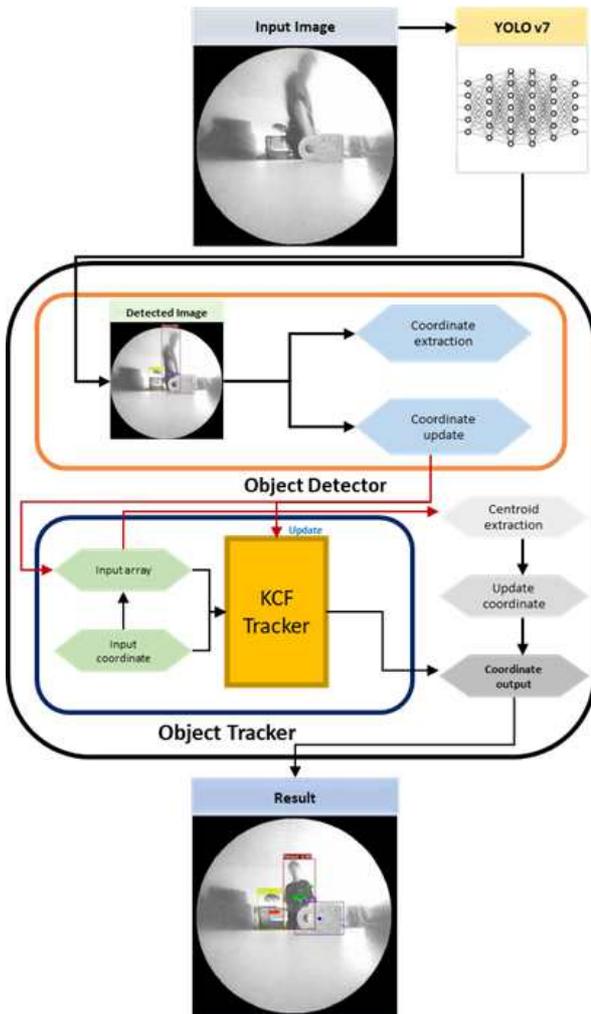


Figure 2. 제안하는 다중 객체 추적 알고리즘 순서도

기존 알고리즘을 사용하면 검출기로부터 획득된 좌표를 추적기에 입력하여 알고리즘으로 frame 마다 영상의 위치를 추적하게 되는데, 이때 앞에서 언급한 문제들로 인하여 객체 추적 성공률이 떨어지는 현상이 발생한다. 본 연구에서는 해당 문제를 개선하고자, 검출기로부터 입력 받은 좌표를 일정 주기가 지나면 추적기 내 새로운 좌표로 갱신해주고, 갱신된 좌표로부터 객체의 centroid 정보를 출력하여 centroid를 추종하여 객체 추적 성공률을 높인다. 본 논문에서는 기존 객체 추적 알고리즘을 사용할 때 생기는 객체 추적 실패 문제를 해결하고자 객체 탐지 좌표 centroid 추종 및 주기적으로 객체 탐지 좌표 갱신 방안을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방법을 사용하면 기존 객체 추적 알고리즘만 사용 시 생기는 객체 추적 실패율을 줄여 객체 추적 향상도를 높일수 있다.

2.2 실험

본 논문에서 제시하는 방안을 검증하기 위하여 기존 알고리즘 방식과 본 논문에서 제안하는 방식의 객체 추적 성공률을 비교한다. Figure 3.은 본 논문에서 제안한 방식으로 구현된 객체 추적 결과의 예시를 보여준다.

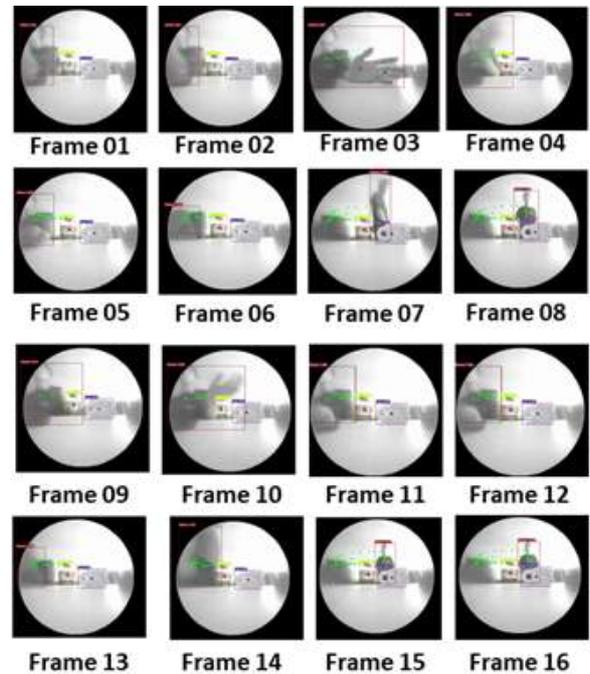


Figure 3. 객체 추적 예시

비교 방안은 검출기에서 검출된 3가지 클래스(Person, Cup, Chair)에 대하여 영상으로부터 획득한 각 frame 별로 추적 성공률(Success Rate)을 각 클래스 별로 비교한다. 추적 성공률은 클래스 별 지정된 IoU 값 이상이 출력된 영상 Frame 수를 영상을 이루는 전체 영상 Frame 수로 나눈 값을 의미한다. 객체 성공률은 전체 영상에서 객체 추적이 얼마만큼 성공하였는지를 나타낼수 있는 지표이다. 영상을 이루는 전체 frame수는 Person은 354 frame, Cup은 416 frame, Chair는 387 frame으로

각 예측 Bounding Box와 Ground Truth의 IoU 70% 이상 일지 Positive로 판단하게 기준을 정하여 테스트 하였다. 실험 결과 Figure 4. 와 같이 각 클래스 별 결과는 Person 클래스는 80.22%에서 93.78%, Cup 클래스는 92.54%에서 96.63%, Chair 클래스는 88.63%에서 95.34%로 모든 클래스의 객체 추적 성공률이 높아진 결과를 보였다.

multiple object visual tracking on embedded system for IoT and mobile edge computing applications. IEEE Internet of Things Journal, 2019, 6.3: 5423-5431.



Figure 4. 실험 결과

III. 결론

본 논문에서는 최근 국방 사업에서 전시에 병사들의 생존성 및 전투력 향상을 위해 연구되고 있는 복안 카메라를 활용하여 객체 추적 시 생기는 오탐 문제를 극복하고자 객체 검출 좌표 갱신, Centroid 추종 방안을 제안하였다. 제안한 방안으로 실험 시 전체 클래스 평균 8.21% 향상되는 결과를 보였다. 제안한 방법을 사용하면 복안 카메라를 통해 획득한 복안 영상에서 객체 추적 시, 보다 높은 추적 성공률을 얻고, 다양한 감시 정찰 임무에 적용할 수 있을 것이라 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(KRIT-CT-21-032)

참 고 문 헌

- [1] 임태윤, et al. ESRGAN 기반의 복안영상 품질 향상 알고리즘 개발. Journal of the Korea Computer Graphics Society, 2024, 30.2: 11-19.
- [2] 조용진, et al. 복안영상카메라로 획득한 이미지의 선명도 향상에 관한 연구. 한국통신학회 인공지능 학술대회 논문집, 2023, 78-79.
- [3] 임태윤, et al. 복안영상 시스템에서 YOLO v5 를 이용한 객체 탐지 모델 개발. 한국통신학회 인공지능 학술대회 논문집, 2023, 70-71.
- [4] RAGLAND, Kirubaraj; THARCIS, P. A survey on object detection, classification and tracking methods. Int. J. Eng. Res. Technol, 2014, 3.11: 622-628.
- [5] BLANCO-FILGUEIRA, Beatriz, et al. Deep learning-based