

배경 분리 알고리즘을 이용한 칼만 객체 추적 알고리즘

*권기범 **조남익

서울대학교 전기정보공학부 및 뉴미디어통신공동연구소

*kibumbb@ispl.snu.ac.kr **nicho@snu.ac.kr

Kalman Tracking Algorithm using Background Subtraction Algorithm

*Kibum Kwon **Nam Ik Cho

Department of Electrical and Computer Engineering
Seoul National University & INMC

요약

본 논문은 칼만 필터를 이용한 다중 객체 추적 알고리즘에 대하여 다루고 있다. 기존의 객체 추적 알고리즘만을 이용하여 객체 추적을 하였을 경우, 잘못 검출되는 물체의 비율이 높았는데, 이를 해결하기 위하여, 본 실험에서는 움직이는 물체에 집중하여, 객체 추적을 하는 방법에 대하여 연구하였다. 효과적인 객체 추적을 위하여, 우리는 우선 배경 분리 알고리즘의 결과 이미지에서 객체의 후보들을 찾았다. 실험적인 결과를 통해 비디오에서 오직 움직이는 물체에만 집중함으로써 우리는 효과적이고 효율적으로 객체를 추적할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

비디오의 여러 객체를 추적하는 것은 시각 감시(video surveillance), 스포츠 분석, 자율 주행 등과 같은 다양한 비디오 분석 시나리오에서 광범위한 활용 범위를 가지는 컴퓨터 비전의 중요한 문제이다. 최근에는 하드웨어가 발전함에 따라 객체 추적 알고리즘을 딥러닝을 활용하여 학습시키는 방법도 활발히 시도되고 있다.

본 논문에서는 칼만 필터[1]를 이용한 객체 추적 알고리즘을 배경 분리 결과 이미지에 적용하는 실험을 소개 한다. 우선 객체 추적을 적용하기 위한 후보들을 얻기 위해 배경분리 알고리즘을 이용하여 입력 영상들을 처리하여 준다. 배경 분리 알고리즘으로는 Pixel-Based Adapted Segmenter(PBAS)[2] 알고리즘이 이용 되었다.

2. 본론

2.1 객체 추적 영상 데이터 베이스

실험에 사용한 영상 데이터 베이스로 change detection 2014 데이터 셋을 사용하였다. Change detection dataset 2014에는 총 11가지 항목의 51개 영상이 있다. 그 중 이번 실험에는 baseline, dynamicBackground, shadow에 있는 9개의 영상에 대하여 실험을 진행하였다.

2.2 PBAS

본 논문에서는 입력 영상을 처리하기 위한 배경 분리 알고리즘으로 PBAS 알고리즘이 사용 되었다 [2]. PBAS 알고리즘은 여러 개의 배경 모델 $B(x)$ 를 저장해 두고 입력 영상이 들어왔을 때 배경 모델과의 비교를 통해 해당 영상의 전경과 배경을 분리한 결과를 출력하게 된다. 이번 실험에서는 35개의 배경모델을 저장하여 실험을 진행하였다.

결정 임계값 모델 $R(x)$ 는 배경의 역동성에 따라 변하는 모델로, 임계값이 크다면 배경 모델과 입력 영상의 차이에 대해 관대해지게 된다. 그 결과로 배경모델과의 더 큰 차이가 있는 입력 영상만이 전경으로 판별되게 하는 역할을 한다. 영상에서 역동성이 큰 부분이 있다면 해당 부분의 임계값 모델 값들이 증가하게 되고 따라서 아래의 식과 같은 결과에 의해 입력영상의 전경과 배경을 분리하게 된다.

$$F(x_i) = \begin{cases} 1 & \#dist(I(x_i), B_k(x_i)) < R(x_i) < \#_{\min} \\ 0 & else \end{cases}$$

여기서 $I(x_i)$ 는 시간 I 에서의 입력 영상 모델, $\#_{\min}$ 은전경으로 판별되기 위해서 임계값모델보다 가까워야 하는 성분의 수이며 본 논문에서는 모든 경우에 대하여 2로 설정하고 실험하였다.

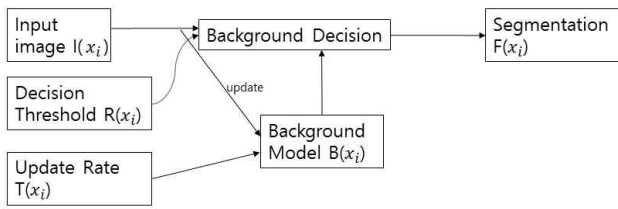


그림 1. PBAS 알고리즘 구조

2.3 칼만 필터

칼만 필터는 잡음이 포함되어 있는 선형 역학계의 상태를 추정하는 재귀 필터이다. 칼만 필터는 시간에 따라 진행된 측정을 기반으로 결과를 추정하는데, 해당 순간에만 측정된 결과만 사용한 것보다는 더 정확한 결과를 기대할 수 있다. 칼만 필터는 현재 상태를 예측하는 단계와, 현재 상태의 관측된 값까지 포함한 값을 통해서 더 정확한 예측을 할 수 있도록 하는 업데이트 단계의 두 단계로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 앞서 얻은 배경분리 이미지들에서 객체의 후보군을 설정한 후 칼만 필터를 이용하여 객체 추적을 하였다.

3. 실험 결과

총 9개의 영상에 대하여 객체 추적 알고리즘을 적용하였고, 각각의 영상에 대하여 객체 추적 결과 영상을 얻을 수 있었다. 객체 추적 결과 그림2. 와 같이 객체를 추적하여 테두리 상자로 표시하였다.



입력 영상 결과 영상

그림 2. 객체 추적 결과 예시

실험 결과 몇몇 경우에 객체 추적을 잘 하지 못하였는데, 배경의 역동성이 너무 강한 영상에서 배경으로 처리되어야 하는 부분이 전경으로 처리되어 배경에 해당하는 부분이 객체로 인식되는 경우에 객체를 잘못 추적하는 오류가 발생 하였다. 그림3은 바람이 많이 부는 영상에서 나무의 나뭇잎을 계속해서 객체로 인식하는 오류가 발생한 경우이다. 또한, 그림4와 같이 배경분리 알고리즘을 통하여 객체 후보군을 설정하였기 때문에, 두 개의 객체가 겹쳐있다가 분리되는 경우나 두 개의 객체가 겹쳐지는 경우, 두 개의 객체로 인식하지 못하고 계속해서 하나의 객체로 인식하는 오류가 발생하는 것을 확인할 수 있었다.



그림 3. 잘못된 객체 추적의 예(역동성이 강한 배경)

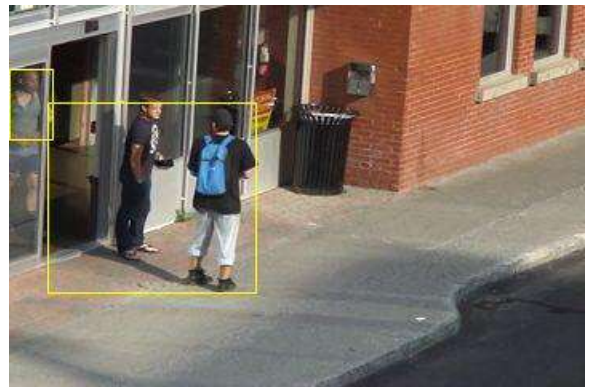


그림 4. 잘못된 객체 추적의 예 (영역을 침범하는 다수의 객체)

표1은 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여, 각 영상에 대하여 True Positive(TP) 수, Precision, Recall을 계산한 결과이다.

Track	TP	Precision	Recall
1	8	0.727	1
2	4	1	1
3	4	0.8	1
4	3	0.143	1
5	5	1	1
6	14	1	1
7	6	1	0.857
8	13	0.813	0.867
9	17	0.85	0.944

표1. 객체 추적 알고리즘의 성능 평가

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 PBAS 알고리즘의 결과로 나온 이미지들을 이용하여 객체들의 후보들을 추출해낸 뒤, 그 결과를 칼만 필터를 이용하여 객체들을 추적하는 실험을 진행하였다. 객체 추적 알고리즘은 기계학습이나 알고리즘의 개선을 통하여 검출률을 높일 수 있을 것으로 예상

된다. 더 나아가, 단일 비디오에서의 객체 추적뿐만 아니라 여러 대의 카메라에서 취득한 비디오로부터 객체를 추적하는 RE-ID 알고리즘 연구를 할 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

이 논문은 경찰청과 치안과학기술연구개발사업단의 지원을 받아 수행된 치안과학기술연구개발사업 (PA-C000001).

참고문헌

- [1] Julier, Simon J., and Jeffrey K. Uhlmann. "New extension of the Kalman filter to nonlinear systems." AeroSense'97. International Society for Optics and Photonics, 1997.
- [2] Hofmann, Martin, Philipp Tiefenbacher, and Gerhard Rigoll. "Background segmentation with feedback: The pixel-based adaptive segmenter." Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2012 IEEE Computer Society Conference on. IEEE, 2012.