

상관필터 기반 객체추적에서 필터 학습영역 설정을 통한 추적성능 개선 방법

정우진, 정대연, 탁명환, 이성룡, 주영훈
 군산대학교 전자정보공학부

Improve Tracking Performance by Setting Filter Learning Area in Correlation Filter-based Object Tracking

Woo Jin Jeong, Dae Yeon Jeong, Myung Hwan Tak, Sung Ryong Lee, Young Hoon Joo
 School of Electronic and Information Engineering, Kunsan National University

Abstract - 본 논문에서는 상관필터 기반 객체추적에서 필터 학습영역 설정을 통해 기존 관심영역에서 배경영역을 제거하고 추적객체의 영역만을 사용해 상관필터를 생성 및 학습하여 추적 성능을 개선시키는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 먼저 기존 CSRDCF의 전배경 분리 결과의 모든 영역을 찾은 뒤, 각각의 영역들의 중심을 필터 학습영역의 중심과 비교한다. 그 다음, 최종심의 영역을 제외한 주변 영역들을 제거하여 최종영역만을 남긴다. 마지막으로 해당 영역을 사용하여 상관필터를 생성하고 학습시켜 객체를 추적한다.

1. 서 론

지능형 영상감시 시스템이란 단순히 CCTV 영상을 녹화, 저장만 하는 것이 아닌 사람이나 차량을 탐지, 추적하거나 이상행동을 감지하는 등 CCTV 영상 내 상황을 소프트웨어 스스로 인지하고 판단할 수 있는 시스템을 말한다[1]. 지능형 영상감시 시스템에서 객체 추적 기술은 핵심 기술이며 최근 기술의 발달로 인한 고성능 처리 작업이 가능하게 됨에 따라 객체 추적 알고리즘에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 객체 추적 방법 중 상관필터 기반의 추적 방법이 적은 연산량으로 높은 추적 정확도를 보이며 많은 연구가 진행되고 있다.

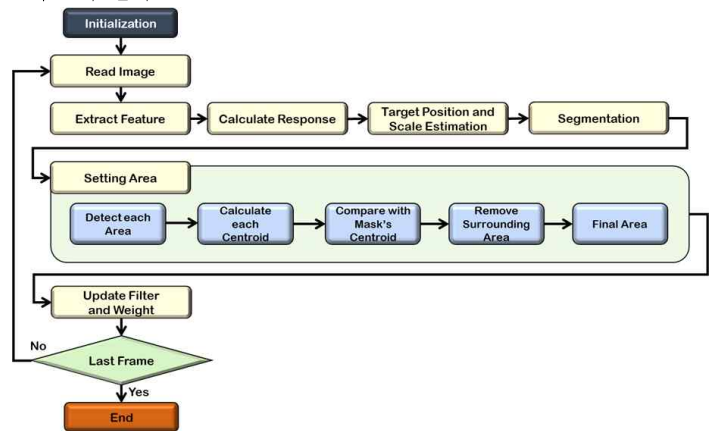
MOSSE[2]는 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT)을 사용한 상관필터 기반 추적을 처음 제시하였고 KCF[3]는 필터링 결과 값의 분포가 물체 위치를 중심으로 하는 가우시안 형태가 나오도록 필터를 학습하여 빠른 연산속도와 높은 추적정확도 및 왜곡에 강인한 성능을 보였다. 하지만 이러한 고속 푸리에 변환 기반 상관필터 추적 알고리즘은 필터와 필터 학습영역의 크기가 같아야 하므로 탐지 범위가 제한된다는 문제가 있다. 탐지 범위 제한 문제를 해결하기 위한 가장 간단한 방법은 더 넓은 영역에서 필터를 학습시키는 것이지만 그 경우, 객체 영역보다 주변의 배경과 잡음의 영역이 넓어 추적 성능이 크게 떨어지게 된다. 이를 해결하기 위하여 넓은 필터 학습영역에서 배경의 영향을 감소시키면서 추적을 하기 위한 연구가 진행되었다. CSRDCF[4]에서 추적객체 주변의 필터 학습영역에서 추적객체와 주변 배경을 분리하여 필터를 생성하고 학습하는 공간신뢰도를 제안하였다. 이 방법은 배경의 영향을 줄이고 객체의 형태정보를 반영할 수 있지만 객체 주변에 유사객체, 잡음이 있거나 영상의 급격한 화면 변화가 있는 경우에 잘못된 공간신뢰도가 추정될 수 있다. 잘못된 공간신뢰도가 추정될 경우, 주변 환경에 영향을 많이 받게 되어 추적 정확도가 낮아지게 된다.

본 논문은 CSRDCF 추적 알고리즘에서 필터 학습 영역인 공간신뢰도 영역을 재설정하여 추적 성능을 개선하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 먼저 기존 방법에서 추출한 객체 영역들의 중심 좌표를 계산하고 각각의 중심들과 필터 학습영역의 중심의 좌표를 비교한다. 그 다음 최종심의 영역을 제외한 나머지 영역을 제거하여 최종 필터 학습 영역을 설정한다. 마지막으로 계산된 최종 영역을 사용해 상관필터를 생성하고 학습시켜 객체를 추적한다.

2. 본 론

2.1 전체 시스템 블록도

본 논문에서 제안하는 상관필터 기반 객체추적에서 필터 학습영역 설정을 통한 추적성능 개선 방법의 전체 시스템 블록도는 그림 1과 같다.

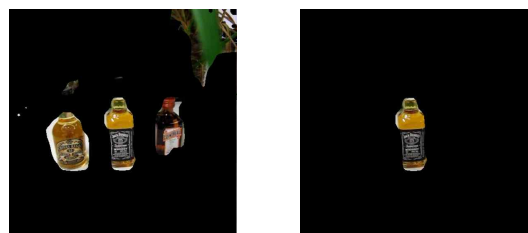


<그림 1> 전체 시스템 블록도

먼저 연속하는 RGB 컬러 영상을 입력받는다. 그 후 특징추출, 전배경 분리 이후 제안하는 방법인 필터학습 영역 설정을 한다. 제안하는 방법은 전배경 분리를 통해 추출된 객체 영역들의 중심 좌표를 계산하고 각각의 중심들과 필터 학습영역의 중심의 좌표를 비교한다. 그 다음 최종심의 영역을 제외한 나머지 영역을 제거하여 최종 필터 학습 영역을 설정한다. 마지막으로 계산된 최종 영역을 사용해 필터를 업데이트하고 다음 프레임의 특징과 필터의 상관응답을 계산하여 추적객체의 위치를 추정한다. 이 과정을 반복하며 객체를 추적한다.

2.2 필터 학습영역 설정 방법

필터 학습영역을 설정하는 이유는 넓은 영역의 필터로 객체를 추적할 때 추적대상인 객체보다 배경의 영역이 더 커서 추적률이 떨어지기 때문이다. 기존 방법은 배경제거를 통해 배경의 영역을 줄였지만 그림 2(a)와 같이 다수의 객체영역이 추정된 경우 여전히 배경의 영향이 있다.



(a) 잘못 추정된 영역 예시 (b) 올바른 영역 예시
 <그림 2> 필터 학습영역 예시

제안하는 필터 학습영역 설정 방법은 다수의 객체영역이 추정된 경우 최종심의 영역만을 올바른 객체영역으로 판단하여 나머지 영역을 제거한다. 먼저 전배경 분리를 통해 추출된 객체 영역들의 중심 좌표를 계산하고 각각의 중심들과 필터 학습영역 중심인 M_k 의 좌표를 비교한다. X_k^i 와 M_k 는 다음 수식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} X_k^i &= \{cx_k^i, cy_k^i\} \\ M_k &= \{mcx_k, mcy_k\} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 X_k^i 는 k 번째 프레임에서 전배경 분리를 통해 추출된 n 개의 객체 영역 중 i 번째 객체영역을 나타낸다. M_k 는 k 번째 프레임의 관심영역의 중심을 나타낸다. 최종심의 영역을 구하기 위한 거리비교 방법은 다음 수식(2)와 같다.

$$\begin{aligned} dist^i &= \sqrt{(mcx_k - cx_k^i)^2 + (mcy_k - cy_k^i)^2} \\ dist^{\min} &= \min(dist^1, \dots, dist^n) \end{aligned} \quad (2)$$

$dist^i$ 는 X_k^i 와 M_k 의 유클리드 거리를 나타내고 $dist^{\min}$ 은 n 개의 영역의 거리 중 최단거리를 나타낸다. 최종 필터 학습영역 X_k^{\det} 를 구하는 식은 다음과 같다.

$$X_k^{\det} = \begin{cases} X_k^i = 1 & \text{if } dist^i == dist^{\min} \\ X_k^i = 0 & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

제안하는 방법을 통해 계산된 필터 학습영역은 그림2(b)와 같다. 제안한 방법인 그림 2(b)는 기존 방법인 그림 2(a)에 비해 배경의 영향을 감소시킨 것을 볼 수 있다.

2.3 제안된 방법을 통한 추적성 향상

본 논문에서 제안한 필터 학습영역 설정 방법을 통해 계산된 상관필터의 응답과 추적결과는 다음과 같다.



(a) 기존 추적 방법 (b) 제안하는 추적 방법
 <그림 3> 필터 상관응답 비교

그림 3(a)는 기존 추적 방법의 상관응답이고 그림 3(b)는 제안하는 방법을 적용한 추적의 상관응답이다. 그림의 파란 영역은 필터학습영역이며 해당영역에 제안하는 영역 설정방법이 적용된다. 기존 추적 방법은 추적객체 주변에 유사객체가 존재할 때 유사객체에도 높은 상관응답이 나오게 되고 해당 응답이 추적객체의 응답보다 높을 경우 유사객체를 추적하게 되는 추적 실패가 발생한다. 하지만 제안한 방법은 추적객체 주변의 영향을 줄여 추적객체를 올바르게 추적함을 보인다.

3. 실험 및 결과 고찰

본 논문에서의 실험은 Windows 10 64Bit, Intel Core i7-3770@ 3.40GHz, RAM 8GB의 성능을 가지는 PC에서 진행하였다. 실험 영상은 OTB-100에서 제공되는 640×480의 RGB 영상인 Liquor이다. 실험 결과로는 표 1, 그림 4와 같이 나타낸다.

<표 1> 객체 추적 결과

Method	Proposed	MOSSE[2]	CSRDCF[4]
Result	98.8%	19.7%	41.5%



(a) 기존 추적 방법



(b) 제안하는 추적 방법

<그림 4> 객체 추적 결과 비교

실험에서 초기 Bounding Box 설정은 DataSet에서 제공되는 Ground Truth 값을 사용하였다. 그림 4는 기존 CSRDCF 추적 방법과 본 논문에서 제안한 필터학습 영역을 적용한 객체추적 방법을 비교한 결과이다. 영상 내 초록색 병이 기존 추적대상인 검정색 라벨을 갖는 병의 앞을 우측에서 좌측으로 완전폐색을 거치며 이동한다. 그림 4(a)를 보면 완전폐색이 발생이 되고 난 후 기존 대상을 추적하지 못하고 새로운 대상을 추적하는 것을 볼 수 있다. 하지만 본 논문에서 제안하는 추적 방법을 적용한 그림 4(b)를 보면 완전폐색 이후에도 기존 추적대상을 추적하는 것을 볼 수 있다. 제안한 방법과 기존 방법들의 추적 정확도는 위 표 1과 같다.

4. 결 론

본 논문에서는 CSRDCF 추적 알고리즘에서 필터 학습영역 설정을 통한 추적성 개선 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 먼저 기존 CSRDCF 알고리즘에서 계산된 공간신뢰도 영역에서 각각의 영역을 찾아 중심좌표를 계산하였고 그 다음 공간신뢰도 영역의 중심좌표와 비교를 통해 최종심의 영역을 제외한 주변의 영역은 객체가 아닌 주변 영역으로 판단하여 제거하였다. 마지막으로 최종 객체영역을 사용하여 필터를 생성 및 학습하여 객체를 추적하였다. 제안한 방법은 실험을 통해 증명되었으며 향후 상관필터 기반 객체추적의 성능을 향상시키는 연구를 지속할 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT: This work was partially supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (N R F - 2 0 1 6 R 1 A 6 A 1 A 0 3 0 1 3 5 6 7 , NRF-2021R1A2B5B01001484)

[참 고 문 헌]

[1] S. Ojha et al. "Image processing techniques for object tracking in video surveillance- A survey", International Conference on Pervasive Computing, Pune, pp. 1-6, 2015
 [2] Bolme, et al. "Visual object tracking using adaptive correlation filters." computer society conference on computer vision and pattern recognition. IEEE, pp. 2544 - 2550, 2010.
 [3] Henriques, et al. "High-speed tracking with kernelized correlation filters." IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence 37.3 pp. 583-596, 2014.
 [4] Lukezic, et al. "Discriminative correlation filter with channel and spatial reliability." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. vol. 126, pp. 671 - 688, 2017.