
주변정보 검출을 통한 개선된 객체추적 기법

조치영* · 김수환*

*부산외국어대학교

Improved Object Tracking using Surrounding Information Detection

Chi-young Cho* · Soo-Hwan Kim*

Busan University of Foreign Studies

E-mail : cycho@bufs.ac.kr, shkim@bufs.ac.kr

요 약

최근 동영상에서의 객체추적을 위해 주파수변환을 적용하는 연구가 발표되고 있다. 동영상에서 객체는 형상이 조금씩 변할 수 있다. ASEF, MOSSE와 같은 주파수변환을 통한 객체 추적 기법은 객체의 형상이 변하는 것에 대응하기 위해 추적에 사용되는 검출필터를 갱신하는 기능을 포함하고 있다. 그러나 객체의 형상이 변하는 객체 추적을 위한 이러한 주파수변환 기반 객체 추적방법들은 추적 대상 객체가 다른 물체에 의해 대부분이 일시적으로 가려진 후 형상이 변한 후에 인근의 다른 위치에 나타나는 경우, 추적에 실패하는 경우가 종종 발생한다. 본 논문에서는 추적 대상 객체가 다른 물체에 의해 가려지는 상황에 따라 필터갱신을 적응적으로 수행하고 이동경로와 주변정보를 활용함으로써 추적 대상객체가 가려지는 상황에서도 추적 실패를 줄일 수 있는 객체 탐색 기법을 제안한다.

ABSTRACT

For the detection of objects in the videos, there are various ways that use the frequency transformation. In the videos, the images of objects could be changed slightly. Object detection methods using frequency transformation such as ASEF and MOSSE have the ability to renew the detection filter in order to deal with the change of object images. But these approaches are likely to fail the detection because the image changes often occur when they come out again after being hidden by other objects. What is worse, when they show up again, they appear in another place, not the original one. In this paper, a new proposal is present so that the detection can be carried out efficiently even when the images come out in other place, and the failure of the detection can be reduced.

고속객체추적, 주변정보검출

rapid object tracking, surrounding information detection

1. 서 론

최근 동영상에서의 고속 객체 추적을 위해 ASEF(Average of Synthetic Exact Filters)와 MOSSE(Minimum Output Sum of Squared Error)와 같은 주파수 영역에서의 고속 객체 추적 방법들이 발표되고 있다[1,2,3,4]. 이들 방법들은

한 번 검출된 객체의 위치를 기준으로 다음 프레임에서 인근의 일부 위치만 FFT와 같은 고속 주파수변환 방법을 적용하여 탐색함으로써 실시간 검출을 수행할 수 있게 된다. 초당 30 프레임 정도의 많은 각각의 영상정보를 가지는 동영상에서의 객체검출에서 모든 프레임에 대해 전역적인 탐색을 수행하는 것은 비효율적이며 현실적으로

실시간 추적을 수행할 수 없기 때문이다[5]. 또한 대부분의 경우 한 번 탐색된 객체는 다음 프레임에서 큰 이동을 보이지 않고 인접한 위치에 존재하는 경우가 대부분이므로 인접한 영역의 일부 영역을 우선적으로 탐색하는 것이 효율적이다.

객체추적에 있어서 고려해야할 점은 객체가 동영상 내에서 변해간다는 것이다. 이를 위해 ASEF, MOSSE와 같은 방법에서는 직전 프레임에서 탐색 성공한 필터를 현재 프레임에서 탐색 성공한 현재의 객체를 사용해서 조금씩 갱신해가는 방법을 사용한다. 이 방법은 대부분의 경우 동영상 내에서 변해가는 객체의 탐색에 상당히 효과적이거나 일시적으로 추적 대상 객체가 다른 물체에 의해 완전히 가려지는 상황에서 탐색 실패에 놓이는 경우가 많다. 본 논문에서는 추적중인 객체가 다른 객체에 의해 완전히 가려진 후 인근의 다른 위치에서 나타났을 때 추적중인 객체의 주변 정보를 활용하여 객체추적 실패를 줄이는 새로운 방법을 제안한다. 이후 내용은 다음과 같다. 제II장에서는 동영상에서의 기존 객체 추적 방법과 개선방안의 개요를 제안하고 제III장에서 주변 정보를 사용한 객체추적기법을 제시하며 제IV장에서 결론을 제시한다.

II. 기존연구 및 개선방안 개요

동영상에서의 추적 대상 객체는 일반적으로 그 모양이 바뀔 수 있는데 실시간 추적기법에서는 변해가는 객체의 모양을 추적할 수 있는 방법이 필수이다[2,3]. ASEF와 MOSSE 등 주파수영역 기반 추적기법에서는 그림 1에 나타낸 식을 사용하여 필터를 구성하고 변하는 객체 추적을 위한 검출필터를 갱신함으로써 적응적으로 객체를 추적한다[2,3]. 그림 1은 ASEF 방법에 사용되는 초기 검출필터(H*)와 필터 갱신식을 나타내고 있다.

$$H^* = \frac{1}{N} \sum_i \frac{G_i \odot F_i^*}{F_i \odot F_i^*}$$

(a) 초기 검출필터

$$H_i^* = \eta \frac{G_i \odot F_i^*}{F_i \odot F_i^*} + (1 - \eta) H_{i-1}^*$$

(b) 필터 갱신식

그림 1. ASEF 탐색 필터

그림 1의 (a)에 사용된 N은 초기 검출필터 구성을 위해 사용된 트레이닝샘플의 수이며, i는 각 트레이닝 샘플의 번호를 의미한다. F는 입력 샘플 f의 FFT 변환, F*는 F의 켈레복소수이며 G는 각 샘플에 대한 목표(goal) 이미지 g를 FFT로 변환한 것이다. 그림 1의 (b)에 사용된 η는 필터를 갱신

할 weight를 의미하며 ⊙은 주파수영역에서의 곱셈(element-wise multiplication)을 의미한다. 그림 2 (b)에는 그림 1 (a)에서 구성된 필터(H*)가 사용되는 방식을 보이고 있다.

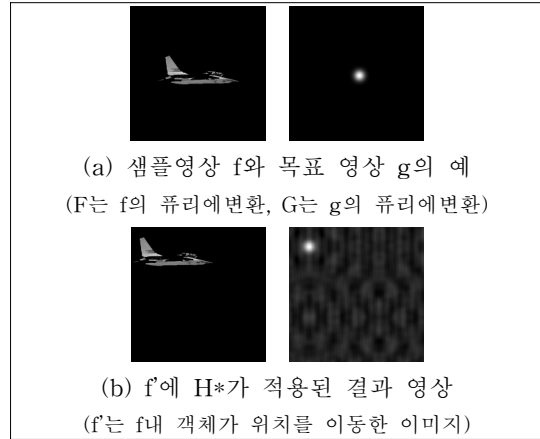


그림 2 필터 적용 방식

그림 2 (a)는 검출필터 H*를 생성하기 위한 샘플영상 f와 목표 영상 g를 보이고 있다. 이 입력 샘플과 목표 영상으로 그림 1 (a)에 의해 구해진 H*는 영상 내에서 위치가 이동된 객체에 주파수영역에서의 곱셈을 적용함으로써 그림 2의 (b)의 오른쪽 그림처럼 목표영상이 구해지게 된다. 이 목표영상의 하얀점이 목표 영상 내에서 또렷할수록 그 위치의 객체검출이 성공하였음을 의미한다. 또한 이 성공 여부는 PSR(Peak to Sidelobe Ratio) 기준치로 판정하게 된다. 그림 3에 PSR기준치 산출방법을 제시하였다.

$$PSR = \frac{g_{max} - \mu}{\sigma}$$

(a) PSR 식

(b) PSR 식 적용 구역

그림 3 PSR 기준치

그림 3 (a)의 g_{max}는 (b)의 C영역 내에서 가장 밝은 값을 의미하며, μ와 σ는 B영역의 평균과 표준편차를 의미한다. 즉 그림 3의 (a)는 가운데 영역의 흰색 신호가 어느 정도 강한지를 나타내는 측도이다.

주파수영역 변환을 통한 객체추적은 추적 대상 객체가 다른 물체에 의해 가려졌을 때 문제가 발

생된다. 필터 갱신식에 의해 가려진 객체를 반영한 갱신된 필터는 가려진 후 다시 나타난 개체에 적용될 때 추적실패를 유발한다. 다만 탐색 대상 객체를 가린 물체의 크기가 크지 않다면 필터갱신은 오히려 변해가는 객체의 모양을 반영하는데 무리가 없이 작동되어 객체탐색을 계속 이어갈 수 있다.

본 논문에서는 탐색실패를 줄이기 위한 방안으로 두 가지 방법을 사용한다. 첫째 PSR 기준치에 의해 η 의 강도를 선택적으로 조정하여 적응적으로 필터를 갱신한다. 둘째 탐색 성공한 이전까지의 경로정보와 탐색되었던 객체의 주변 정보를 사용하여 객체의 진행방향을 예측함으로써 탐색 실패 상황을 줄일 수 있게 된다.

III. 주변정보구축 및 객체추적

동영상에서 추적중인 객체는 그 형상이 조금씩 변하는 경우가 일반적이다. 예를 들어 상공에서 관측 중인 자동차의 경우 보는 각도에 따라 자동차의 형상이 다르게 보이게 된다. 그러나 그 형상의 변화는 점진적이어서 동영상에서 직전 프레임의 객체의 형상이 다음 프레임에서 갑자기 전혀 다른 형상으로 변화되지는 않는 것이 일반적이다. 이 점에 착안하여 객체추적 연구에서는 점진적으로 추적에 사용되는 필터를 변형해가면서 객체를 추적하게 된다[2,3]. 그림 1 (b)의 η 가 현재 검출된 추적대상 형상과 직전 프레임에서의 추적대상 형상의 중요도를 지정하는 가중치로 지정된다. 보통의 경우 직전에 검출된 객체의 형상의 중요도를 현재 검출된 형상 보다 더 중요하게 설정하여 변하는 객체의 형상을 점진적으로 반영하도록 하고 있다. MOSSE 방법에서는 실험적인 최적의 η 를 0.125로 제시하고 있다[3].

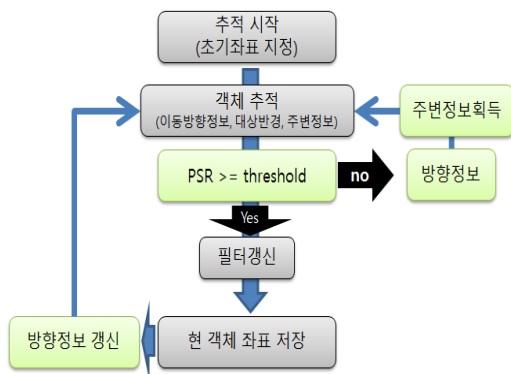


그림 4 제안한 방법의 구조도

문제는 현재의 추적 중인 객체의 PSR 결과가 현저 하게 낮을 때 발생된다. 이동중인 객체는 계속 다른 위치로 이동하며 검출필터는 갱신식에

의해 검출대상 객체의 형상이 아닌 다른 형상으로 누적됨으로써 추적 실패로 이어지게 된다. 본 논문에서는 검출대상 객체의 정확도를 나타내는 PSR수치에 따라 그림 4에 나타난 전략으로 탐색과 추적을 수행한다. 추적 중 현재 탐색된 객체의 PSR 수치가 일정기준치 이하로 떨어지는 경우 필터 갱신을 중단하고 현재 탐색된 대상은 원래의 추적대상이 아니라고 가정한다. 이 경우 추적중인 객체가 완전히 영상 내에서 사라졌거나 다른 객체에 의해 가려지는 경우로 가정할 수 있다. 본 논문에서는 추적중인 객체가 다른 객체에 의해 가려지는 상황으로 가정하며 이 경우 정상적으로 추적했던 직전까지의 상태에서 수집된 이동경로 정보를 통해 객체 주변의 정보를 수집하여 추적을 유지할 수 있도록 한다. 이 내용은 그림 5에 나타내고 있다.

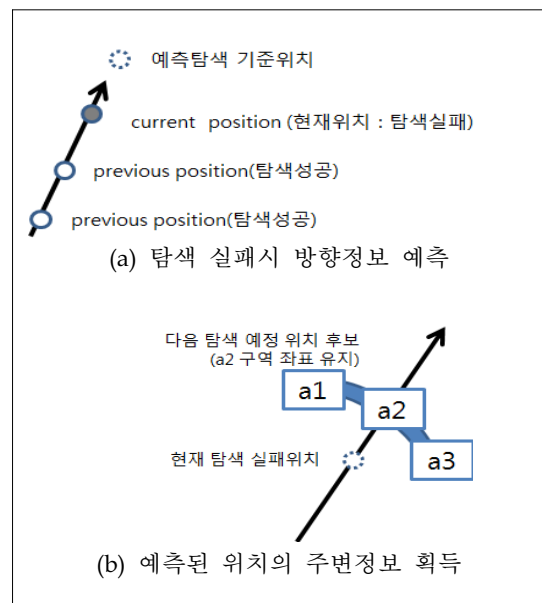


그림 5 객체의 이동경로 예측 및 주변정보 사용

그림 5는 추적중인 객체가 가려진 상태에서 직전까지의 경로정보와 주변정보가 사용되는 방법을 보이고 있다. PSR 값이 기준치이하로 떨어진 경우 직전까지의 방향정보와 속도정보를 사용하여 객체가 나타날 다음의 위치를 예측하게 된다. 본 논문에서는 움직이는 물체가 등속 운동을 한다고 가정한다. 가려진 객체의 위치는 그림 5의 (a)에서 current position으로 가정한다. 다른 물체에 의해 가려진 이 위치를 기준으로 다음에 나타날 예측 위치를 (b)에 나타난 기준으로 설정한다. 이 위치들은 a1 ~ a3로 나타내고 있다. 이 구역의 정보를 미리 저장해두고 다음 객체 추적 시도시 이렇게 저장해둔 a1 ~ a3 구역에 변화가 있는 영역을 우선으로 탐색하게 된다. 본 논문에서는 일반적인 주파수변환을 통한 필터갱신방법으로 객

체 추적을 수행했을 때 다른 물체에 의해 가려져 추적을 실패하는 상황을 개선하는 방법임을 다시 한 번 밝힌다. 그림 5 (b)의 “a2 구역 좌표 유지”의 의미는 다음과 같다. 동영상 내의 영상이 움직이고 있는 경우 a1 ~ a3 구역도 영상 내의 다른 부분으로 이동이 될 것이다. 이 경우 a2 구역이 이동하더라도 그 위치를 추적하여 유지한다는 의미이다. a1 ~ a3 구역 중 방향정보를 기준으로 a2 구역을 중심으로 기존에 추적중인 객체를 탐색하게 되어 추적실패를 줄이는 전략이다. 전술한 바와 같이 이 방법은 등속 운동하는 일시적으로 가려진 객체의 추적에 효과적이라고 판단된다. 또한 a2를 중심으로 a1 ~ a3 범위의 구역을 대상으로 탐색을 수행하므로 직진 이동이 아닌 경우에도 대비할 수 있게 된다.

[5] A. Jepson, D. Fleet, and T. El-Maraghi. Robust online appearance models for visual tracking. T-PAMI, 25(10):1296 - 1311, 2003.

IV. 결 론

동영상에서의 객체추적은 초당 30 프레임 정도의 많은 정보와 움직이는 객체의 이동반경이 일반적으로 인접 프레임에서는 크지 않다는 점이 활용될 수 있다. 따라서 동영상에서의 객체추적 방법은 이전 탐색 성공한 위치 인근의 일부 영역을 고속푸리에 변환과 같은 주파수분석을 사용하여 수행하는 사례가 있었다. 이 방법은 보다 고속의 처리가 가능하여 실시간 객체추적에 사용될 수 있는 장점이 있으나 객체의 형상이 변하는 것에 대응하기 위해 필터갱신을 수행하기 때문에 추적 대상객체가 다른 물체에 의해 가려질 때 추적실패에 놓이는 경우가 발생되었다. 본 논문에서 제안한 적응적 필터갱신 방법과 추적 대상객체가 가려진 상태에서의 예측탐색 기법은 주파수분석을 이용한 고속 객체추적에 활용되어 보다 높은 정확도를 가지는 시스템의 구축을 가능하게 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] A. Adam, E. Rivlin, and I. Shimshoni. Robust fragmentsbased tracking using the integral histogram. In CVPR, 2006.
- [2] D. S. Bolme, B. A. Draper, and J. R. Beveridge. Average of synthetic exact filters. In CVPR, 2009. 2, 3
- [3] D. S. Bolme, J. R. Beveridge, B. A. Draper, and Y. M. Lui, “Visual Object Tracking using Adaptive Correlation Filters,” Computer Vision and Pattern Recognition. June, 2010.
- [4] D. S. Bolme, Y. M. Lui, B. A. Draper, and J. R. Beveridge. Simple real-time human detection using a single correlation filter. In PETS, 2009.