

광류와 템플릿 정합을 이용한 장기 객체 추적

Long-term Object Tracking using Optical Flow and Template Matching

임승옥, 이시웅

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

Seung-Ouk Lim, Si-Woong Lee

Dept of Multimedia Engineering, Hanbat National University

요약

본 논문은 광류와 템플릿 정합을 이용한 장기 객체 추적 기법을 제안한다. 템플릿 정합은 객체의 형태, 크기, 회전 등 변화에 취약하지만, 객체의 변화량이 적은 경우 검출 성능은 우수한 편이다. 동영상의 인접한 프레임들은 객체의 변화량이 크지 않아 템플릿 정합만으로도 검출이 가능하지만, 누적되는 오차로 인해 템플릿의 갱신이 필요하다. 하지만 템플릿 정합만으로는 갱신에 필요한 객체 영역을 특정할 수 없기 때문에, 광류를 이용하여 효과적으로 템플릿을 갱신할 수 있다. 이와 같은 구조의 적응형 템플릿 정합을 적용한 장기 객체 추적 기법을 제안하며, 모의 실험을 통해 장기 객체 추적이 가능함을 증명한다.

I. 서론

객체 추적은 입력으로 들어오는 연속 프레임에서 관심 객체의 위치와 영역을 추정하는 작업이다. 장기 객체 추적을 위해서는 관심 객체가 프레임 밖으로 빠져나가거나 다른 물체에 가려지는 경우에 대해 고려해야 하며, 관심 객체가 다시 나타났을 경우 위치와 영역을 검출하여 추적을 계속해 나갈 수 있어야 한다. 또한 관심 객체의 형태, 위치, 크기, 회전 변화도 대응할 수 있어야 한다. 이러한 장기 객체 추적 기술은 컴퓨터 비전의 핵심 기술로서, 지능형 영상 보안 시스템, 증강 현실 등의 다양한 응용분야에서 활용되고 있다.

비전 분야에서 가장 기본적인 검출 기법에 속하는 템플릿 정합[1]은 고정적인 형태를 가진 객체의 단순 위치 변화에는 강인한 성능을 보이지만, 객체의 형태, 크기, 회전 변화에 취약하며, 연산량이 많아 활용도가 떨어지는 기법으로 평가받아 왔다. 하지만 짧고 일정한 간격의 연속된 프레임으로 구성된 동영상의 경우 연속된 프레임 내의 객체의 변화량이 크지 않기 때문에, 한 프레임 간격에 의해 발생하는 객체의 변화량은 템플릿 정합으로도 충분히 검출해 낼 수 있으며, 컴퓨터 기술의 발달로 실시간 처리가 가능해졌다. 하지만 여러 프레임이 진행되면서 누적되는 오차를 줄이기 위해서는 템플릿의 갱신이 필요하며, 갱신할 템플릿의 위치를 특정하기 위해서 광류 기반의 피라미드 LK 추적기[2]를 이용한다.

본 논문에서는 관심 객체의 변화에 적응하는 적응형 템플릿 정합을 적용한 장기 객체 추적 기법을 제안하며, 모의 실험을 통해 장기 객체 추적이 가능함을 증명한다.

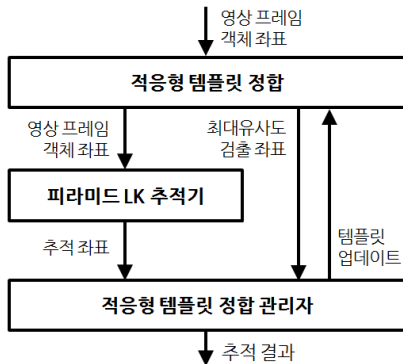
II. 장기 객체 추적 기법

본 논문에서 제안하는 장기 객체 추적 기법은 그림 1과 같이 세 파트로 구성되어 있다. 첫 프레임에서는 입력으로 받은 영상 프레임과 관심 객체의 좌표로 템플릿을 만든다. 이를 기반으로 두 번째 프레임부터 적응형 템플릿 정합과 F-B 에러[3]를 사용하는 피라미드 LK추적기의 결과를 이용하여 적응형 템플릿 정합 관리자에서 추적 결과를 결정하고 템플릿을 업데이트한다.

1. 적응형 템플릿 정합

적응형 템플릿 정합은 정합 정확도 척도로 NCC (Normalized Cross Correlation)를 사용하며, 템플릿과 현재 프레임간의 최대 유사도를 기준으로 다음과 같이 동작한다. 우선 가장 먼저 템플릿 정합을 수행하고, 최대 유사도가 검출 실패 문턱치(0.4)보다 작다면 현재 프레임에 관심객체가 없다고 판단하고, 추적 결과는 없다. (피라미드 LK 추적기도 수행하지 않는다.) 두 번째로 이전 프레임의 추적 결과가 없다면 관심 객체가 프레임을 빠져나갔다가 다시 들어오는 경우에 대해서 고려해야하기 때문에 피라미드 LK 트래커는 수행하지 않는다. 최대 유사도가 검출 성공 문턱치(0.85) 이상이면 템플릿 정합의 결과를 추적 결과로 선택하며, 검출 성공 문턱치 이하일 경우 추가로 $\pm 10\%$ 크기 조절하여 템플릿정합을 두 번 더 수행하여 문턱치를 넘을 경우 추적 결과로 선택한다. 이전 프레임의 추적 결과가 있다면 피라미드 LK 추적기를 수행한다. 피라미드 LK 추적기의 추적 결과와 템플릿 정합 결과의 겹쳐지는 영역이 40% 이하이며, 최대 유사

도가 검출 성공 문턱치 이상이면 템플릿 정합 결과를 선택하며, 아닐 경우 피라미드 LK 추적기의 결과를 선택한다.



▶▶ 그림 1. 제안 기법에 대한 전체 구성도

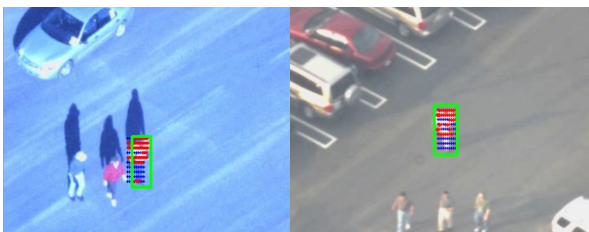
2. 적응형 템플릿 정합 관리자

적응형 템플릿 정합과 피라미드 LK 추적기로부터 결과를 받아 추적 결과와 템플릿 갱신에 대해 판단한다. 템플릿 갱신은 최대 유사도가 갱신 문턱치(0.7)를 넘을 경우 최종 추적 결과를 템플릿으로 갱신한다. 추적 결과의 선택은 2.1절에서 함께 설명하였다.

Ⅲ. 실험 결과

제안 방법이 장기 객체 추적이 가능함을 보이기 위해 모의실험을 행하였다. 객관적인 실험을 위해서 공개 배포되고 있는 TLD dataset[4][5]의 영상들 중 장기 객체 추적이 가능함을 증명하기 위해 관심 객체가 프레임을 나갔다가 다시 나타나는 Pedestrian2와 Pedestrian3 영상을 사용하였다. 두 영상 모두 그림 2에 보여지는바와 같이 보행자가 길을 걷어가는 영상이며, 주변에 다른 보행자가 있음에도 관심 객체만을 추적함을 보인다. 표 1은 Pedestrian2 영상의 총 338 프레임 중 238 프레임 추적 성공 하였으며, 338 프레임을 처리하는데 10초가 걸렸음을 보인다. Pedestrian3 영상은 총 184 프레임 중 151 프레임 추적 성공 하였으며, 184 프레임을 처리하는데 5초가 걸렸음을 보인다.

그림 2와 표 1에서 볼 수 있듯이 제안방법으로 장기 객체 추적을 실시간으로 처리할 수 있음을 알 수 있다.



▶▶ 그림 2. Pedestrian2(좌)와 Pedestrian3(우) 영상

표 1. 실험 결과

	Frames	Time
Pedestrian2 (338)	238	10s
Pedestrian3 (184)	151	5s

IV. 결론

본 논문에서는 장기 객체 추적을 위해 적응형 템플릿 정합을 제안하였다. 기존 템플릿 정합은 객체의 형태, 크기, 회전 변화에 취약하여 장기 객체 추적에 부적합하기 때문에, 객체의 변화에 맞추어 템플릿을 갱신하는 적응형 템플릿 정합 기법을 적용함으로써, 장기 객체 추적이 가능했다. 실험 결과 장기 객체 추적이 가능함을 증명하였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Lewis, John P. "Fast template matching." Vision interface. Vol. 95, No. 120123. 1995.
- [2] Bouguet, Jean-Yves. "Pyramidal implementation of the affine lucas kanade feature tracker description of the algorithm." Intel Corporation 5,1-10 (2001): 4.
- [3] Kalal, Zdenek, Krystian Mikolajczyk, and Jiri Matas. "Forward-backward error: Automatic detection of tracking failures." Pattern Recognition (ICPR), 2010 20th International Conference on. IEEE, 2010.
- [4] Kalal, Zdenek, Krystian Mikolajczyk, and Jiri Matas. "Tracking-learning-detection." Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 34,7 (2012): 1409-1422.
- [5] Kalal, Z. "TLD dataset." (2010).