

움직임 예측을 통한 블록정합 추적기법 연구

권용일, 정충희
 한국원자력안전기술원 계측전기평가실
 e-mail: k722kyi@kins.re.kr

A Study on Object Tracking Using Block Matching Algorithm with Motion Prediction

Yong-il Kwon, Choong-heui Jeong
 Dept. of I&C and Electricity Evaluation, Korea Institute of Nuclear Safety

요 약

블록정합을 이용한 객체 추적 시 다른 물체에 의한 부분적인 가림이나 잡음 등이 발생할 경우, 추적 성능이 매우 저하될 수 있다. 이는 단순히 두 영상의 밝기를 블록 단위로 비교하여 이동 위치를 판단하기 때문이다. 본 논문에서는 상기 문제점을 해결하기 위해, 객체의 움직임을 예측할 수 있는 필터를 적용한다. 예측된 위치와 가까운 곳에서 계산된 유사도에는 보다 높은 가중치를 곱하여 블록정합을 수행한다. 필터를 통해 예측된 객체 이동은 과거의 움직임을 반영하고 있으므로 일시적인 외란에 대해 추적 능력을 강인하게 한다.

1. 서론

영상 획득 및 전송 기술의 발달로 다양한 분야에서 영상 인식 및 추적이 이루어지고 있다. 특히, 영상 내 특정 객체를 추적하는 기법은 보안출입관리, 무인감시 및 무인차량시스템 등에서 널리 이용되고 있다.

영상에서 움직이는 객체를 추적하기 위한 기법 중 대표적인 것으로 블록정합(Block Matching)이 있다. 블록정합은 영상을 일정한 크기의 블록으로 나누고, 추적되는 객체 및 배경이 포함된 블록들의 집합을 기준영상으로 정하여 입력영상과 블록 단위로 비교해서 기준영상과 가장 유사한 부분을 찾아 객체를 추적하는 기법이다[1]. 즉, 기준블록의 위치와 유사도가 가장 높은 탐색블록의 위치 차이가 객체의 움직임 벡터가 되는 것이다.

블록정합은 기준영상과 입력영상의 각 블록에 대해 단순히 밝기만을 비교하므로 직관적이고 연산속도가 빠르지만, 특징(Feature)을 이용한 추적방법과 비교할 때 객체의 형상 변화에 취약하다는 단점을 가지고 있다[2][3][4]. 그러나 추적이 되는 객체에 대한 영상 획득률이 높을 경우에 시간적으로 인접한 영상 프레임 간의 형상변화는 무시될 수 있으므로, 본 논문에서는 객체의 이동 위치만을 고려한다.

블록정합을 이용한 객체 추적 시, 이동하는 객체가 다른 물체에 의한 부분적인 가림현상(Occlusion)이 발생하거나 잡음 등 다양한 요인에 의해서 실제 움직인 위치와 다른 위치에서 유사도가 가장 높게 나타날 경우에도 추적 성능이 저하될 수 있다.

이와 같은 문제점을 해결하고자, 본 논문에서는 블록정합 수행 시 예측 필터를 이용하여 객체의 이동 위치를 예측하고, 이를 유사도 측정에 반영하여 객체의 최종 이동 위치를 판단하게 된다.

2. 움직임 예측을 통한 블록정합 기법

본 논문에서 제안하는 객체추적 기법은 [그림 1]과 같이 블록정합 수행 시, 필터를 통해 예측된 객체의 이동 위치를 고려하여 기준영상과 입력영상의 유사도를 계산한 후 객체의 현 위치를 구하여 추적하는 방법이다.

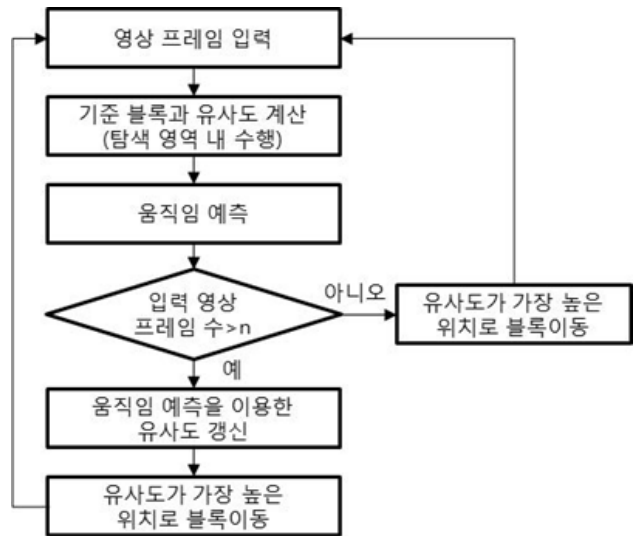


그림 1. 움직임 예측 필터를 적용한 블록정합 알고리즘

본 논문의 추적기법에서는 추적이 되는 객체의 영상, 즉 블록정합 시 기준영상은 미리 획득되었다고 가정한다.

이동하는 객체의 추적은 다음과 같이 수행된다. 영상이 입력되면, [그림 2]와 같이 탐색영역(Search Range) 내에서 기준영상과 입력영상 사이의 유사도를 계산한다. 유사도 계산방법으로는 SAD(Sum of Absolute Difference), MAD(Mean Absolute Difference), MSD(Mean Squared Difference) 등이 이용될 수 있다. 탐색영역 내에서 유사도

가 가장 높은 위치는 객체의 움직임 예측을 위한 필터의 입력이 된다. 이와 같은 움직임 예측 필터로 칼만필터(Kalman Filter), 파티클필터(Particle Filter), 확장칼만필터(Extended Kalman Filter) 등이 이용될 수 있다. 입력영상의 프레임 주파수가 높고 객체의 움직임이 적어 객체의 이동이 선형 특성을 보이면, 상대적으로 계산량이 적은 칼만필터를 이용하는 것이 실시간 추적 시 효율적이다.

영상 프레임 수가 일정 수(예: 30 프레임) 이상 입력된 후부터 예측된 객체 위치를 블록정합에 이용하게 된다. 이것은 필터의 입력 초기 값이 실제와 크게 다르게 설정될 경우 필터의 성능이 초기에 저하될 수 있고, 영상이 입력되면서 필터의 인자(예: 칼만이득, 오차공분산)들이 객체의 이동 특성을 보다 정확히 반영할 수 있기 때문이다.

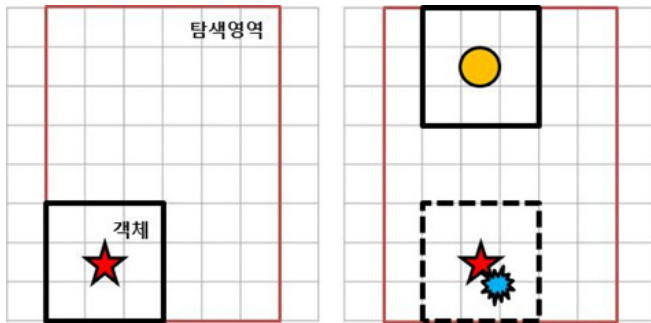
이전 단계에서 계산된 기준영상과 입력영상의 유사도들은 필터를 통해 예측된 객체의 위치를 반영하여 갱신하게 된다. 즉, 유사도 측정이 객체의 예측된 이동 위치와 가까운 곳에서 수행될수록, 그 유사도에 보다 큰 가중치를 곱하여 유사도가 수정되는 것이다. 이는 다음과 같은 수식으로 표현될 수 있다.

$$\text{갱신된 유사도} = \text{유사도} \times \text{가중치}$$

$$\text{가중치} = \frac{1}{\text{예측된 위치와 유사도가 계산되는 위치사이의 거리}}$$

마지막으로, 갱신된 유사도를 이용해서 객체의 현 위치를 계산하고 탐색영역을 이동시킨다. 그리고 새로운 입력영상에 대해 위에서 언급한 내용을 반복해서 수행한다.

본 논문에서 제안한 추적기법은 위에서 언급한 대로 블록정합 수행 시 필터를 통해 예측된 객체의 위치를 이용하게 되는데, 이는 다음과 같은 장점을 가지게 된다. 필터는 객체의 이전 위치들을 바탕으로 다음 위치를 예측하므로, 객체의 이동 관성을 반영할 수 있다. 즉, [그림 2]와 같이 객체가 일시적으로 다른 물체에 의해 부분적으로 가려지거나 잡음이 발생하여 유사도 계산 결과가 객체의 실제 위치와 다르게 나타나더라도, 필터에 의한 예측된 위치를 통해 유사도 갱신하므로 실제 위치와 유사한 위치를 얻을 수 있는 것이다.



이전(n-1) 영상 프레임 현재(n) 영상 프레임
그림 2. 예) 가림 발생 시 블록정합의 문제점

[그림 2]에서 별 모양의 객체는 오른쪽으로 하나의 서브블록만큼 이동하였으나 객체가 파란색 물체에 의해 부분적으로 가려졌고, 이는 기준영상과 입력영상 사이의 유사도를 매우 낮추는 결과를 나올 수 있다. 단순히 기준영상과 입력영상의 화소 값을 비교하여 유사도를 측정하는 블록정합 기법에서, [그림 2]와 같은 경우는 객체 추적 시 상당히 치명적인 결과를 초래하는 것이다. 따라서 블록정합 기법은 상대적으로 먼 거리에 있는 면적이 비슷한 원의 위치로 객체가 이동하였다고 판단할 수 있다. 그러나 본 논문의 내용과 같이 필터를 통한 예측된 객체의 위치를 이용하게 되면, 객체가 존재할 가능성이 높은 위치에서 객체의 부분적인 가림이나 잡음 등의 이유로 기준영상과 입력영상의 유사도가 낮더라도 이를 높일 수 있으므로, 기존의 단순한 블록정합 기법의 성능을 향상시킬 수 있다.

따라서 본 논문에서 제안하는 추적기법은 이동하는 객체를 추적할 때, 부분적인 가림이나 잡음 등으로 인한 추적 성능의 저하 없이 객체를 지속적으로 추적할 수 있게 한다.

3. 결론

영상 내 객체의 추적 시 블록정합을 이용할 경우, 다른 물체에 의한 부분적인 가림현상이나 잡음 등으로 인해 추적 성능이 매우 저하될 수 있다. 이는 단순히 두 영상의 밝기를 블록 단위로 비교하기 때문이다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 객체의 움직임을 예측할 수 있는 필터(칼만필터, 파티클필터 등)를 이용한다. 다시 말해, 필터를 통해 예측된 위치와 가까운 곳에서 유사도를 계산할수록 보다 높은 가중치를 곱하여 기존 유사도를 갱신시킨다. 필터에 의해 예측되는 객체의 이동은 이전의 움직임들을 반영하고 있으므로, 위에서 언급한 문제들이 일시적으로 발생할 경우 블록정합의 단점에 대처할 수 있다.

참고문헌

[1] Jianhua Lu, and Ming L. Liou, "A Simple and Efficient Search Algorithm for Block-Matching Motion Estimation", IEEE Trans. Circuits And Systems For Video Technology (1997).
 [2] B. Lucas and T. Kanade, "An iterative image registration technique with an application to stereo vision," In Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (1981).
 [3] Iain Matthews, Takahiro Ishikawa, and Simon Baker. "The Template Update Problem," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence (2002).
 [4] Jianbo Shi, Carlo Tomasi, "Good Features to Track," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (1994).