

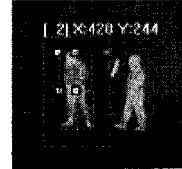
객체 분할 실시간 추적 알고리즘

이 준 행
삼성탈레스

The Object Split Tracking Algorithm for objects tracking in real-time

Junhaeng Lee
H/W2 Team SAMSUNG THALES Co., LTD

Abstract - 본 논문에서는 추적하고자 하는 관심객체를 일정한 크기의 블록으로 나누어 각 블록이 독립적으로 추적을 수행한다. 나누어진 각 블록들은 NCC(Normalized Cross Correlation)를 사용하여 통계적인 특성을 고려하여 움직임을 추정한다. 추정된 블록들의 움직임 벡터 중 평균 벡터보다 일정 값 이상 큰 블록은 관심객체 움직임 벡터 추정 시 제외시킴으로써 잘못된 추정으로 인한 에러를 줄인다. 선택된 블록들의 추정 에러값에 따라 추정값이 높은 블록의 움직임 벡터는 높은 가중치를 적용하고 추정값이 낮은 블록의 움직임 벡터는 낮은 가중치를 적용하여 추적 신뢰도를 높였다. 실험결과, 제안된 알고리즘은 강력한 실시간 추적이 가능함을 보여준다.



<그림 2> 분할된 객체

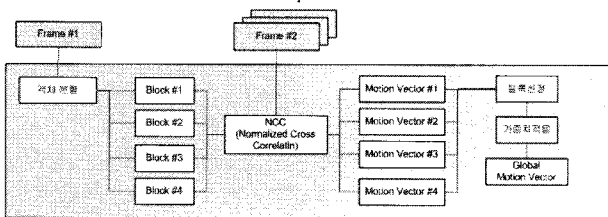
1. 서 론

연속된 비디오 영상에서 움직임과 형태 분석을 통한 2차원(two-dimensional; 2D) 객체 추적의 문제는 컴퓨터 시각, 비디오 감시, 애니메이션을 위한 움직임 분석, human computer interaction (HCI), 객체 기반 비디오 압축 등 많은 응용 분야에서 그 중요성이 증가하고 있다. 특히, 연속된 프레임에서의 비정형 객체에 대한 추출과 추적[1][2][3]은 비디오 감시 시스템(video surveillance system)의 가장 중요한 기능이 된다. 관심객체를 추적하기 위한 대표적인 방법 중 하나인 블록정합(Block Matching) 알고리즘[4]이 있다. 하지만 기존 BMA 알고리즘은 객체 전체를 단순히 대응되는 픽셀과의 연산으로 인해 부분적인 가림이나 회전, 밝기 변화에 민감한 특성을 가지고 있어 종종 추적을 실패하게 된다. 본 논문에서는 추적하고자 하는 관심객체를 일정한 크기의 블록으로 나누어 각 블록이 독립적으로 추적을 수행한다. 나누어진 각 블록들은 NCC(Normalized Cross Correlation)를 사용하여 통계적인 특성을 고려하여 움직임을 추정한다. 추정된 블록들의 움직임 벡터 중 평균 벡터보다 일정 값 이상 큰 블록은 관심객체 움직임 벡터 추정 시 제외시킴으로써 잘못된 추정으로 인한 에러를 줄인다. 선택된 블록들의 추정 에러값에 따라 추정값이 높은 블록의 움직임 벡터는 높은 가중치를 적용하고 추정값이 낮은 블록의 움직임 벡터는 낮은 가중치를 적용하여 추적 신뢰도를 높였다.

2. 가중치 기반 다중 블록 매칭

2.1 개요

제안한 알고리즘의 전체 개요는 그림 1에 나타나 있다. 추적하고자 하는 객체가 있는 프레임에서 객체를 선택한 후 객체를 분할한다. 분할된 객체 블록들은 NCC에 의해서 움직임 벡터(motion vector)를 추정한다. 블록마다 추정된 값들을 분석하여 잘못된 추정이 이루어진 블록은 제외시키고 추정값에 의한 가중치를 적용하여 가림등에 강한 추적이 이루어지게 한다.



<그림 1> 제안된 알고리즘 블록도

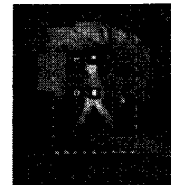
2.2 객체 분할

객체 추적 시 가림등에 의해서 추적이 실패하는 경우가 종종 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 가림이 발생하는 영역은 객체 움직임 벡터 시 제외시키기 위하여 추적하고자 하는 관심객체를 여러개의 블록으로 나눈다. 여러개의 블록으로 나눌 경우 추적하고 있는 객체가 어떤 배경이나 또 다른 객체 혹은 자기 자신의 의해서 부분적으로 가림 현상이 발생할 경우 가리지 않은 다른 블록들에 의해서 가림현상이 발생한 부분을 보상하여 추적을 유지할 수 있다. 그림 2는 관심객체를 4개의 영역으로 분할한 것을 나타낸다.

2.3 블록들의 위치 추정

관심객체를 여러개의 영역으로 분할을 하고 난 후, 각 블록들은 현재 들어온 영상과 객체 블록 정보를 비교하여 현재 영상에서 블록의 위치를 추정하게 된다. 블록의 위치 추정에 사용된 기준 방법은 통계적인 추정방법인 NCC(Normalized Cross Correlation)를 사용하여 회전이나, 크기, 밝기 변화에 다소 둔감한 특성을 가지게 하였다. 수식(1)은 NCC를 나타내며, 그림 3에서 작은 네점들은 각 블록들의 추정된 위치를 나타낸다.

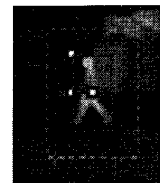
$$NCC(d_1, d_2) = \frac{\sum_{(i,j) \in B} I(i, j, k) I(i + d_1, j + d_2, k + 1)}{\sqrt{\sum_{(i,j) \in B} I(i, j, k) \sum_{(i,j) \in B} I(i + d_1, j + d_2, k + 1)}} \quad (1)$$



<그림 3> 추정된 블록 위치

2.4 블록 선정

수식(1)에 의해 각 블록들의 움직임 벡터가 추정된다. 하지만 이 움직임 벡터를 그대로 사용할 경우 잘 못 추정된 블록의 움직임 위치까지 객체 움직임 벡터를 추정하는데 사용되어 좋지 않은 결과를 가져올 수 있다. NCC 값이 높은 블록이 가장 추정이 잘 된 값이지만 만약 어떤 블록과 비슷한 밝기의 통계적인 값을 가지는 배경이 주위에 있다면 배경을 추적했을지라도 추정 값은 높게 나오게 된다. 이와 같은 블록을 제외시키기 위해 움직임 벡터가 블록들의 평균 움직임 벡터보다 일정 값 이상 차이가 나는 블록은 블록과 비슷한 배경을 추적하고 있다고 판단하며, 그 블록은 관심 객체의 위치 추정에서 제외하여 추적의 신뢰도를 높인다. 그림 4의 오른쪽 상단점은 관심객체 위치 추정에 제외된 블록을 나타낸다.



<그림 4> 추정에 제외된 블록

2.5 선정된 블록의 가중치 적용

블록선정에 의하여 선택된 블록들이 관심객체의 움직임 벡터 추정에 사용되게 된다. 하지만 가림등이 발생한 블록들은 추정이 제대로 이루어지지 않았을 것이다. 그런 블록들은 추정 값이 낮게 나오게 된다.

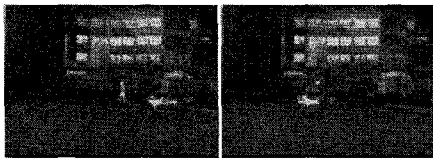
식(1)에 의해서 얻은 추정 값에 따라 가중치를 부여하여 관심객체의 움직임 벡터추정시 기여도를 조절한다. 선정된 블록들 중 추정 값이 높은 블록은 추정이 잘 이루어졌다는 판단하에 높은 가중치를 적용하며, 추정치가 낮은 블록은 다른 무언가의 간섭에 의해서 잘 못된 추정이 이루어졌다는 판단하여 낮은 가중치를 적용한다. 각 블록들의 가중치를 다르게 함으로써 추적의 신뢰도를 높일 수 있다. 표1은 각 블록들의 추정된 결과와 가중치를 부여하여 계산된 새로운 추정위치를 나타낸 것이다. 가중치는 환경에 따라 다르게 조절될 수 있다.

〈표 1〉 분할된 객체의 가중치 적용

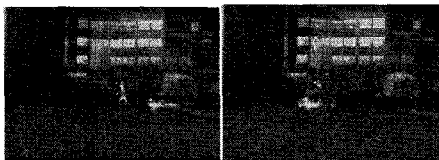
블록	에러값	움직임벡터		가중치	가중치적용	
		x	y		x	y
1	0.9	2	2	1.0	2	2
2	0.8	2	2	0.8	1.6	1.6
3	0.7	2	1	0.6	1.2	0.6
4	0.5	4	-3	0.4	1.6	-1.2
관심객체 움직임 벡터		$X:(2+1.6+1.2+1.6)/4=1.6, Y:(2+1.6+0.6+(-1.2))/4=0.75$				

3. 실험 결과

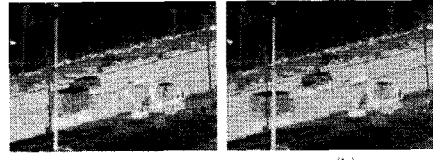
실험영상은 열상장비로 촬영한 동영상을 이용했으며, Pentium 4 3.0GHz, 512RAM, Visual C++6.0환경에서 실험하였다. 추적대상은 사람과 차량을 이용하였으며, 차량과 사람이 차량에 의해서 부분적인 가림이 발생하였을 때 추적이 성공함을 확인하였다. 그림5, 7은 보행중인 사람이 차량의 가림 환경에서 기존방법의 추적결과를 보여주며, 그림6, 8은 제안된 방법의 추적 결과를 나타낸다.



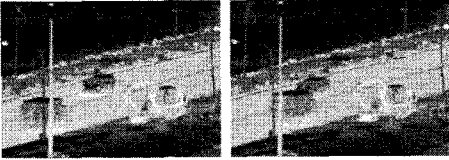
(a) (b)
(c) (d)
〈그림 5〉 차량 가림으로 인한 실패



(a) (b)
(c) (d)
〈그림 6〉 차량 가림 후 추적 유지



(a) (b)
(c) (d)
〈그림 7〉 차량 가림으로 인한 실패



(a) (b)
(c) (d)
〈그림 8〉 차량 가림 후 추적 유지

4. 결 론

관심객체를 일정한 영역으로 나누어서 각 블록들의 상호보완적인 관계를 통하여 가림들의 현상에 강인하게 추적함을 실험결과로 확인하였다. 블록크기를 다양하게 하여 더 나은 추적결과를 가져올 수 있으며, 객체의 일부분들이 블록들의 움직임 벡터값을 이용하여 현재 객체의 회전이나 크기변화 등도 추정하여 더욱 강인한 추적성능을 가져올 수 있는 연구를 진행할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] S. McKenna, Y. Raja, and S. Gong, "Tracking Contour Objects Using Adaptive Mixture Models," Image and Vision Computing, pp 225-231, 1999.
- [2] R. Plankers and P. Fua, "Tracking and Modeling People in Video Sequences," Computer Vision and Image Understanding, pp 285-302, 2001.
- [3] D. Comaniciu, V. Ramesh and, P. Meer, "Kernel-based object tracking," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, No. 5, pp. 564 -577, May 2003.
- [4] A. Murat Tekalp, "digital video processing", Prentice hall., pp.101-105, 1995.