

투영 기법을 이용한 고속 오브젝트 추적 알고리즘

박동권, 임재혁, 원치선
동국대학교 전자공학과

TEL. 02-2260-3337 / FAX. 02-2274-5509

Fast Object-Tracking Algorithm using Projection Method

Dong Kwon Park, Jae Hyuck Lim, Chee Sun Won
Dep. of Electronic Engineering, Dongguk Univ.
E-mail : cswon@cakra.dongguk.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a fast object-tracking algorithm in a moving picture. The proposed object-tracking algorithm is based on a projection scheme. More specifically, to alleviate the computational complexities of the previous motion estimation methods, we propose to use the projected row and column 1-D image data to extract the motion information. Experimental results show that the proposed method can detect the motion of an object fairly well with reduced computational time.

1. 서론

동영상의 부호화에 있어서 움직임 예측기는 전체 부호화기의 단가를 결정할 만큼 많은 비중을 차지하고 있다. H.261, H.263, MPEG1, MPEG2 와 같이 널리 사용되는 동영상 압축기법에서 또한 매크로블록단위, 또는 블록단위의 움직임 정보를 구하기 위하여 주로 BMA(Block Matching algorithm)를 사용한다. 이 경우 전역 탐색, 3단계 탐색[1], 계층적 탐색[2] 등 여러 가지의 기법들이 사용되며, 실시간 구현을 위하여 후자와 같은 고속 알고리즘이 주로 사용된다.

동영상에서 물체의 움직임을 추적하는 기법 또한 부호화기의 움직임 예측방법과 크게 다르지 않다. 단지 부호화에 최적화된 움직임 정보를 찾아내는 것이 아니

라 영상내 물체의 실제 움직임을 검출하는 것이 그 차이점이다. 때문에 BMA와 같은 방법을 적용한 뒤 후처리 과정을 통하여 객체의 실제 움직임을 예측하려는 시도가 이루어지고 있다. 실제 동영상에서는 물체가 2차원 평면 내를 평행 이동만 하는 것이 아니라 카메라와 거리가 변한다면 회전등을 하기 때문에 이와같은 상황에서 움직임을 나타내기 위하여 4-파라미터, 또는 6-파라미터 등의 어파인(Affine) 변환을 사용하여 물체의 움직임을 표현한다[3][4]. 이 경우 크기변화, 회전등의 정보(즉, 움직임 모델 파라미터)를 구하기 위해 반복적인 기법을 사용하므로 상당히 많은 계산량과 실행 시간을 필요로 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 초기 영상에서 화면내 분할 후 선택된 오브젝트에 대하여 2개의 1차원 영상으로 투영하여 정확하면서도 고속으로 오브젝트의 이동을 추적하고 이동된 영역의 경계를 재 조정 함으로써 고속 오브젝트의 움직임 추적 방법을 제안한다. 제 2 장에서 제안하는 알고리즘을 설명하고, 제 3 장에서 실험 결과를 보이며, 제 4 장에서 결론을 맺는다.

2. 투영 기법을 사용한 움직임 추적 알고리즘

본 논문에서는 동영상의 첫 프레임을 화면내 분할을 통하여 1차적으로 추적할 오브젝트를 선정한다. 화면내 분할 방법에는 모폴로지 필터(morphological filter)를 사용한 워터셰드(watershed) 방법[5] 및 블록분류를 사용 후 미결정 영역에 대한 부분적 워터셰드 방법[6]을 적용할 수 있다. 본 논문에서는 질감(texture)영역의 분할 능력이 좋고 과분할 되지않는 특징을 갖는 블

록 분류 방법을 통하여 오브젝트를 추출한 후 움직임 추적을 수행한다. 본 논문에서 제안하는 움직임 추적은 기존의 2차원적 움직임 예측기법을 1차원으로 투영 후 복잡도를 낮추어 예측한다. 특히 투영 기법을 사용하기 때문에 블록 단위의 고정된 크기의 움직임 예측 후 그 정보를 기반으로 물체의 움직임을 유추하는 기존의 방법 보다 간단하게 객체의 전체적인 움직임을 추적할 수 있는 장점이 있다. 이동된 객체의 정확한 경계 검출을 위하여 후처리 단계로 윤곽선 보정을 수행한다.

2.1 반자동 영상 분할

본 논문에서 사용한 반자동 영상분할 알고리즘[7]은 그림 1과 같이 이루어진다. 우선 블록분류를 통하여 균질 영역(homogeneous region) 및 윤곽선을 구분한 후 워터셰드 알고리즘을 사용하여 정확한 영역을 설정한다. 그후 그림 2와 같이 사용자가 추적을 위한 하나의 오브젝트를 만들기 위한 선택 작업을 한다. 선택된 영역들은 하나의 오브젝트를 구성하는 마크 영역(mark region)이 되고 다음 절에서 이 마크 영역에 대한 고속 움직임 추적이 수행된다.

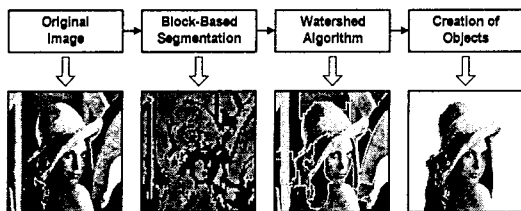


그림 1. 화면내 영상분할의 예

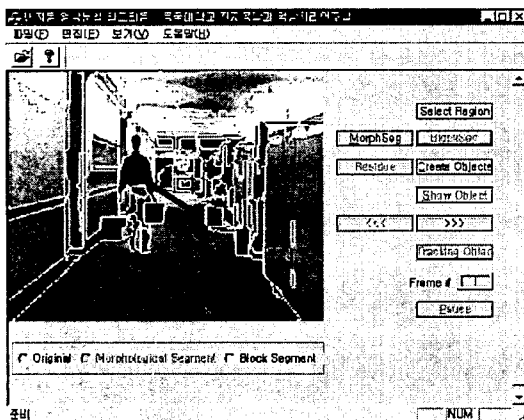


그림 2. 사용자 입력 형태의 오브젝트 선정

2.2 평행 이동의 추적

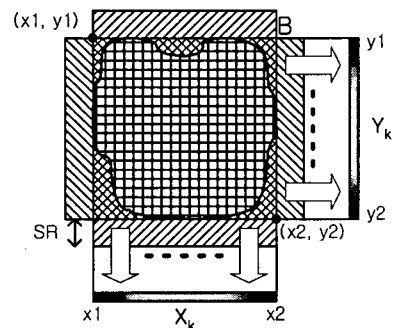
그림 3은 2차원 영상에 대하여 종, 횡으로 각각 투영하는 기법에 대하여 예시한 것이다. 투영의 방법은 각 방향에 따라 화소의 밝기 값을 누적하는 것으로 가로(x), 세로(y) 방향으로 각각 2종류의 투영 정보를 만들 수 있다.



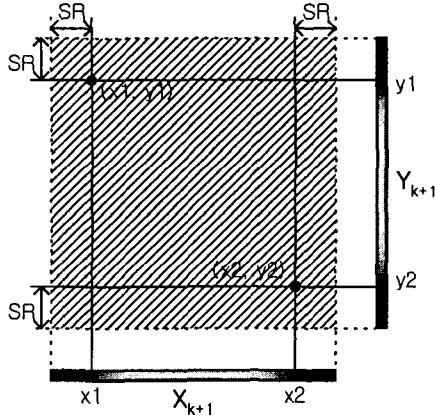
그림 3. 2차원 영상에 대한 투영

본 논문에서는 2차원 영상 전체에 대하여 투영을 하는 것이 아니라 사용자가 추적하고 싶은 물체의 영역에 대해서만 투영을 하고 그 투영된 정보들이 다음 영상의 투영 정보와 잘 정합되는 영역을 1차원으로 각각 구하게 된다.

그림 4-a)는 사용자가 설정한 물체의 영역에 대하여 투영 정보를 구하는 방법이고 그림 4-b)는 다음 영상에서 검색될 영역의 투영 정보를 설정하는 것에 대한 것이다.



a) 현재 프레임의 물체



b) 다음 프레임에서 탐색 영역
그림 4. 투영 정보의 범위 설정

k번째 영상과 k+1번째 영상에 대하여 i번째 행(column)을 세로 방향으로 누적한 값을 $X_k(i)$, $X_{k+1}(i)$ 라고 하고, i번째 열(row)을 가로 방향으로 누적한 값을 $Y_k(i)$, $Y_{k+1}(i)$ 라고 할 경우 수평과 수직에 대하여 물체의 이동 변위 dx , dy 는 식(1)(2)(3)(4)와 같이 구할 수 있다.

$$MAE_X(\tau) = \sum_{i=x1}^{x2} |X_k(i) - X_{k+1}(i + \tau)| \quad (1)$$

$$dx = \underset{\tau}{\operatorname{argmin}} \{MAE_X(\tau)\}, \quad -SR \leq \tau \leq SR \quad (2)$$

$$MAE_Y(\tau) = \sum_{i=y1}^{y2} |Y_k(i) - Y_{k+1}(i + \tau)| \quad (3)$$

$$dy = \underset{\tau}{\operatorname{argmin}} \{MAE_Y(\tau)\}, \quad -SR \leq \tau \leq SR \quad (4)$$

여기서 추적하고자 하는 오브젝트를 포함하는 직사각형 영역(B)의 좌상, 우하의 위치를 $(x1, y1)$, $(x2, y2)$ 로 표현한다. (1)~(4)식은 탐색 영역을 가로·세로 각각 $-SR \leq \tau \leq SR$ 구간 내에서 1차원 투영 정보가 가장 잘 정합하는 부분을 해당 방향의 변위로 결정한다.

2.3 경계선 재 검출

오브젝트의 움직임을 추적하여 영상 분할을 수행하는 과정 중 움직임 추적에서 오브젝트의 크기 변화 및 회전 등에 의해 오브젝트와 배경의 경계에서 오류가 발생할 수 있다. 이를 줄이는 방법으로는 어파인(affine) 변환을 이용하여 움직임 정보를 표현할 수 있으나 그 계산량이 상당히 많고 완전히 경계선을 예측

할 수 없다. 따라서 이러한 오류를 보정하기 위해 오브젝트가 추적된 프레임의 밝기정보를 이용하여 오브젝트의 경계선을 재 검출한다[5][7]. 정확한 경계선을 찾는 과정은 워터셰드에서 사용되는 계층적 큐를 이용한 영역성장 알고리즘을 국부적으로 적용한다. 우선 그림 5-a)와 같이 움직임 벡터에 의해서 현재 프레임에 추적된 오브젝트의 경계선을 중심으로 일정 수(S)만큼 미결정 영역으로 할당한다. 이렇게 정의된 미결정 영역안의 화소들은 그림 5-b)와 같이 영역 A와 영역 B에 인접한 화소로부터 영역이 확정된 주위의 화소와 밝기차가 가장 적은 영역에 재할당 된다. 미결정 영역 안의 모든 화소가 주위의 영역으로 할당되면 현재 프레임의 오브젝트에 대한 정확한 경계선을 얻을 수 있다[5][7].

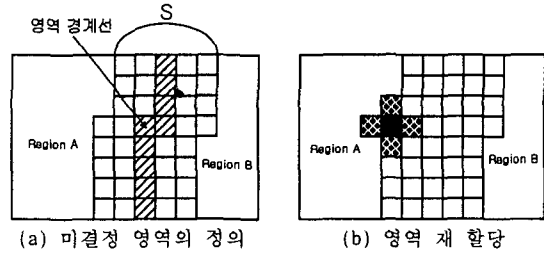
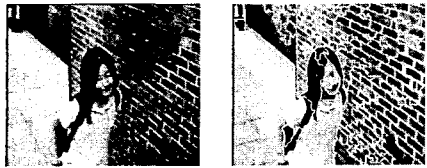


그림 5. 경계선의 재 결정

3. 실험 결과

본 논문에서 사용한 투영 정보의 변위 측정법과 기존방법인 BMA 전역 탐색, 3단계 탐색 방법의 연산량을 표 1에서 비교하였다. 표에서 알 수 있듯이 평행 이동 움직임 정보(dx , dy)를 구하는데 필요한 연산량이 매우 적음을 알 수 있다.

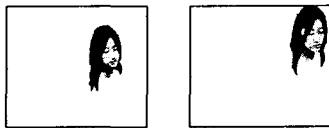
실험에 사용된 영상은 720x480 크기를 갖는 30frame/sec의 동영상들 중 2개를 나타내었다. 그림 6은 계단을 걸어 올라가는 사람의 얼굴을 추적한 것이다. 이 경우 좌우 및 상하 이동과 함께 줌인(zoom in)이 되는 것을 볼 수 있다. 그림 7은 카메라를 고정시키지 않은 상태로 촬영을 하여 영상 전체가 좌우로 흔들리고 있고 뒤 배경의 사람들이 복잡하게 움직이고 있는 동영상 예이다. 이 경우 중앙에 있는 사람의 얼굴을 초기 오브젝트로 설정하여 움직임 추적을 하였다. 그림 6, 7에서 볼 수 있듯이 제안된 알고리즘으로 오브젝트의 움직임을 정확히 추적함을 알 수 있다.



(a) 원영상 (b) 분할된 초기영상



(c) 0번째 (d) 10번째 (e) 20번째



(f) 30번째 (g) 40번째

그림 6. 동영상1에 대한 모션 추적 결과

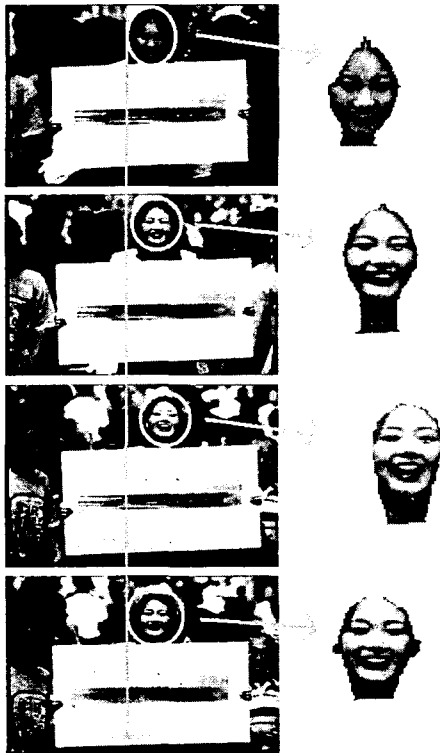


그림 7. 동영상2에 대한 모션 추적 결과
0, 10, 50, 70 번째 프레임

표 1. 연산량 비교 (물체의 크기가 NxN이고 탐색 범위가 -15~+15, MAE를 사용한 경우)

사용 알고리즘	덧셈 횟수	비교 횟수
BMA 전역 탐색	$1922N^2$	961
BMA 3단계탐색	$66N^2$	33
제안된 방법	$4N^2$	66

4. 결론

본 논문에서는 블록분류를 사용한 분할 영상에서 초기 오브젝트를 생성후 움직임을 추적하는 알고리즘을 구현하였다. 움직이는 오브젝트에 대하여 기존의 BMA로 구한 평행 이동 움직임 정보 또는 어파인 변환을 사용한 움직임 정보 검출법 보다 적은 연산량으로 구현할 수 있었다. 또한 제안된 알고리즘이 오브젝트를 정확히 추적함을 보였다. 움직임 추적에 사용된 알고리즘은 모두 1차원적인 누적 및 비교를 사용하고 있으므로 소프트웨어 또는 하드웨어에서 실시간 구현 및 DSP를 사용한 응용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] T. Koga et al., "Motion compensated interframe coding for video conferencing," NTC'81, National Telecommun. Conference, pp. G.5.3.1-G.5.3.5, New Orleans, LA, Nov. - Dec. 1981.
- [2] B. M. Wang, J. C. Yen and S. Chang, "Zero waiting cycle hierarchical block matching algorithm and its array architectures," IEEE Trans. Circuits and Syst. for Video Tech., vol. 4, pp.18-28, Feb. 1994.
- [3] Randy Crane, "A Simplified Approach to Image Processing," Prentice Hall, pp. 206-211, 1997.
- [4] Demin Wang, "Unsupervised Video Segmentation Based on Watersheds and Temporal Tracking," IEEE Trans. Circuits and Syst. for Video Tech., vol. 8, No. 5, pp.539-546, Sep. 1998.
- [5] Chuang Gu, Ming-Chieh Lee, "Semiautomatic Segmentation and Tracking of Semantic Video Objects", IEEE Trans. on CSVT, vol. 8, No. 5, pp.572-584, Sep. 1988.
- [6] 임재혁, 박동권, 원치선, "블록분류와 워터셰드 이용한 영상분할 알고리즘", 전자공학회 논문집, 제 36권, S편, 제 1호, pp 81-92. Jan. 1999.
- [7] 임재혁, 박동권, 원치선, 이상우, 최윤식, "VOP 생성을 위한 반자동 영상분할 알고리즘", 제11회 영상처리 및 이해에 관한 워크숍 논문집, pp.32-36, Feb. 1999.