

동영상에서 배경영상을 이용한 실시간 객체 추적

⁰김용균* 이광형* 최내원* 오해석* 지정규**

*숭실대학교 대학원 컴퓨터학과

**한국학술진흥재단

likecinema@msn.com⁰, loke7777@yahoo.co.kr, nwchoi@mail.mjc.ac.kr, oh@computing.ssu.ac.kr, jgjee@hero.krf.or.kr

Real Time Object Tracking using Background Image in Video

⁰Yong-Gyun Kim* Kwang-Hyoung Lee* Nae-Won Choi* Hae-Seok Oh* Jeong-Gyu Jee**

*Dept. of Computing, Graduate School, Soongsil University

**Korea Research Foundation

요 약

동영상에서 객체 추적은 몇 년간 컴퓨터 비전 및 여러 실용적 응용 분야에서 관심을 가지는 주제 중 하나이다. 본 논문에서는 감시 시스템 분야에서 적용되어 질 수 있는 실시간 객체 추적 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 카메라가 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없는 환경으로 제한하고, 입력영상과 배경영상의 차를 이용하여 객체의 위치를 탐지하고 움직임을 추적한다. 객체 위치 탐지시 객체의 윤곽선 중 일부 점을 추출하고 추출된 점들을 이용, 객체의 무게중심을 구한다. 객체 추적시 가변 탐색창을 이용해 실시간으로 빠른 처리가 가능하도록 하였다. 그리고 실험을 통하여 제한된 환경하에서 실시간으로 빠른 객체의 추적을 보인다.

1. 서 론

동영상에서 실시간으로 객체 추적을 위해 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 구현하기란 매우 어려운 일임에도 불구하고, 컴퓨터 성능의 발달로 인해 영상 처리 기법의 발전과 더불어 객체 인식과 객체 추적에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 객체 추적은 카메라부터 입력된 영상에서 움직임을 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추적하여 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 방법은 보안, 의료, 군사, 교통, 제어분야 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그동안 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다[1].

컴퓨터 비전 시스템을 이용한 인공 시각, 컴퓨터와 인간의 상호 작용, 영상 기반 제어 장치, 감시 시스템 분야에서 사용되는 객체 추적 방법은 각각 특정 환경에서 적합한 동작을 보이도록 몇 가지 제약 조건을 두어 설계되고 있다. 카메라의 동작을 제한하여 객체와 배경의 분리를 용이하게 하는 방법, 추적하고자 하는 객체를 미리 정하여 그 객체의 특징과 형태를 미리 학습시켜 추적하는 방법, 또는 추적하고자 하는 객체의 수를 제한하는 방법 등이 그것이다[2]. 본 연구에서는 감시 시스템 분야에서 적용되어 질 수 있는 방법을 제안하기 위하여, 사무실 환경에서 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 특수 환경으로 제약 조건을 가진다.

본 논문의 2장에서는 기존의 연구방법을 간단히 분석하고, 3장에서는 입력영상과 배경영상의 차영상을 통한 객체의 위치를 탐지하고 탐지된 위치를 이용하여 이후의 객체 움직임을 추적하는 방법을 제안한다. 그리고 4장에서는 제안한 방법으로 실험한 결과를 기술하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 관련 연구

기존의 추적 알고리즘으로는 3차원 모델 기반의 방법[4], 영역 기반의 방법[5], 윤곽선 기반의 방법[6], 특징기반의 방법[7]과 시공간 경사법[8], 무게 중심법[9], 정합법[10] 등이 있다.

3차원 모델 기반의 방법은 정확성이 높은 모델과 궤적을 복원하는 것으로, 상세한 기하학적 물체의 모델이 주어져야하는 단점이 있다. 영역 기반 방법은 연속 영상에서 연결된 영역을 구하고 상관관계 측정을 이용하여 움직이는 물체를 추적하는 방법으로, 현재의 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차영상에서 물체를 검출하므로, 혼잡한 물체의 상태에서 각각의 물체를 분할해야 하는 단점이 있다. 윤곽선 기반의 방법은 물체의 경계인 윤곽선을 표현하고, 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법이다[3]. 물체의 이동으로 인하여 생기는 밝기의 시간적 변화도와 공간적 변화도 사이의 상호관계로부터 이동변위를 추출하는 시공간 경사법은 추적 물체가 회전운동을 하거나 물체의 움직임이 클 경우 추적의 어려움이 있다. 각 시변 영상을 표적과 배경으로 분리하여 이진화한 후 표적의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 표적의 이동 정보를 검출하는 무게 중심법은 비교적 계산이 간단하며 계산량 감소를 위해서 물체의 최대 이동 추정 변위에 제한을 둘 필요는 없으나 시변 영상을 표적과 배경으로 정확히 분리하는데 어려움이 있다. 그리고 틀 영상에서 화소 자체의 정보나 또는 물체의 특징을 추출하여 탐색 영역을 이동하면서 유사성이 최대인 정합점을 찾는 정합법은 시변 물체의 밝기변화, 물체의 확장 및 축소, 그리고 물체의 회전에 적절히 대응하지 못하는 단점이 있다[11].

3. 실시간 객체 추적 방법

그림 1은 제안한 실시간 객체 추적 시스템의 전체적인 흐름도이다. 1단계로 입력된 영상과 배경영상과의 차를 이용, 객체의 윤곽점을 추출하고, 추출된 윤곽점들을 이용, 무게 중심법으로 객체의 무게중심을 구한다. 그리고 구하여진 무게중심을 이용, 객체 추적에 사용한다. 2단계로 선택되어진 객체의 크기와 위치로부터 가변 탐색창을 설정하고, 이 후 입력되어지는 영상과 배경영상 내의 가변 탐색창과의 차를 이용, 실시간 객체 추적을 한다.

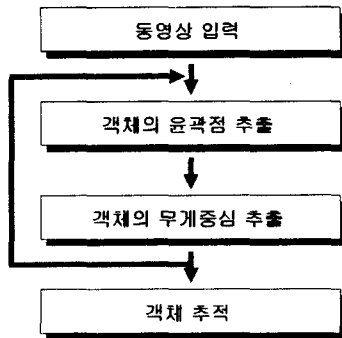


그림 1. 실시간 객체 추적 시스템의 전체적인 흐름도

3.1 객체의 윤곽점 추출

객체의 실시간 추적을 위해 객체의 위치 탐지가 우선적이다. 객체의 위치를 탐지하기 위하여 입력영상과 배경영상과의 차를 이용, 객체의 윤곽점을 추출한다.

기존에 제안된 차영상 방법들은 배경영상과 입력영상 내의 모든 픽셀을 탐색하며 연산에 참여시켰지만, 본 논문에서는 실시간 객체 추적을 위해 연산 속도 향상을 위하여 차 계산을 모든 픽셀 단위로 하는 것이 아니라, 실험적 경험을 바탕으로 a 픽셀 간격을 두고 탐색해가며 차를 계산한다. 이는 기존의 방법에 비해 아주 정확한 객체의 추출이 어렵다는 단점을 가지고 있으나, 보안 시스템에 적용되어질 시스템에서 보다 빠른 실시간 추적이 가능하다는 장점을 보인다.

하나의 탐색 라인에서 입력영상과 배경영상의 각 픽셀 R, G, B 차이값이 식 (1)을 만족하면 윤곽점의 시작으로 간주하고 $ObjInit(x_i, y_i)$ 이라 한다. 또한, 식 (1)을 만족하는 연속된 픽셀의 끝점을 윤곽의 마지막으로 간주하고 $ObjInit(x_{i+1}, y_{i+1})$ 이라 한다. 하지만, 식 (1)을 만족하더라도 입력영상에서의 잡음의 영향으로 원하지 않는 객체의 부분으로 인식되어 지는 경우가 발생하므로, 미미하게 시변하는 잡음의 제거를 위하여 식 (2)를 만족하는 윤곽점들을 윤곽 시작점과 끝점으로 간주하여 각각을 $Obj(x_i, y_i), Obj(x_{i+1}, y_{i+1})$ 이라 한다. 여기에서 β 값은 실험적 경험을 바탕으로 설정하여 주었다. 같은 방법으로 다음 탐색 라인의 윤곽 시작점과 끝점을 찾는다.

$$|Background(x, y) - Input(x, y)| \geq \alpha \quad \text{식 (1)}$$

$$ObjInit(x_{i+1}) - ObjInit(x_i) \geq \beta \quad \text{식 (2)}$$

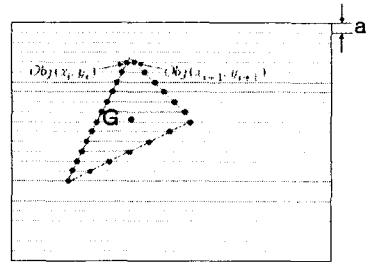


그림 2. 객체의 윤곽점 추출 및 객체의 무게중심 추출

3.2 객체의 무게중심 추출

무게 중심법은 객체의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 물체의 이동정보를 검출한다. 이 방법은 비교적 무게 중심을 정확히 추출하고, 계산량이 적어서 실시간적인 객체 추적에 유리하다. 객체의 무게중심 $G(x_g, y_g)$ 는 식 (3)로 구할 수 있다.

$$x_g = \text{round}\left(\frac{1}{N} \sum_i Obj(x_i)\right)$$

$$y_g = \text{round}\left(\frac{1}{N} \sum_i Obj(y_i)\right) \quad \text{식 (3)}$$

여기서, N 은 객체의 윤곽점의 수를 의미한다.

3.3 가변 탐색창을 이용한 객체 추적

다음 입력영상으로부터 효율적인 객체 위치 추출을 위해 전 영역에 대해서 탐색하는 것이 아니라 물체 위치 예측 값 주변에서만 탐색을 한다. 본 논문에서는 가변 탐색창을 이용하여 다음 프레임에서의 이동 객체를 빠르고 정확하게 추출 할 수 있도록 하였다.

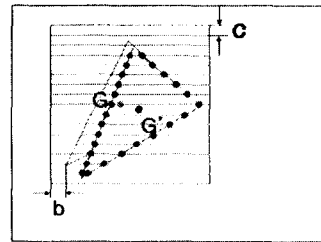


그림 3. 가변 탐색창을 이용한 객체 추적

가변 탐색창의 크기와 시작점 위치는 식 (4)와 식 (5)에 의해 설정되어지고, 설정된 가변 탐색창 내에서 새로운 이동 객체의 위치를 탐지한다. 이때 보다 정확한 윤곽점과 무게중심의 추출을 위해 a 픽셀보다 작은 c 픽셀 간격으로 탐색한다.

$$VSW(R) = R(Obj(leftx), Obj(topy), Obj(rightx), Obj(bottomy)) \quad \text{식 (4)}$$

$$VSWstart(x_s, y_s) = S(Obj(leftx), Obj(topy)) \quad \text{식 (5)}$$

또한 G 와 G' 를 이용하여, 이동 객체의 이동 방향과 속도 등으로 객체의 효율적인 추적을 할 수 있다.

4. 실험 결과 및 분석

4.1 실험 환경

본 실험은 사무실 환경에서 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 특수 환경으로 제약하고 입력영상을 실시간으로 받아들여 객체의 위치를 탐지하고, 이동 객체의 추적을 실험하였다.

본 논문에서 제안한 방법의 구현을 위해 Visual C++을 이용하였고, Intel(R) Pentium 4 CPU 1.60GHz, 256M RAM의 PC에서 Microsoft Windows 2000 운영체제하에서 실험하였다. 배경영상과 입력영상의 크기는 320 X 240의 24bit 칼라영상을 이용하였다.

4.2 실험 결과

그림 4과 5는 각각 실험영상의 배경영상과 입력영상을 보이고 있다. 배경영상은 고정 카메라에서 배경의 변화가 심하지 않은 제한된 환경에서 선택된 영상이다.

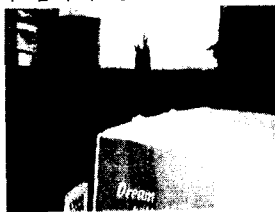


그림 4. 배경영상

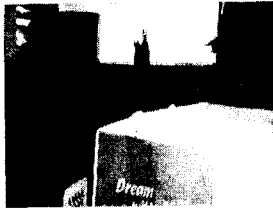
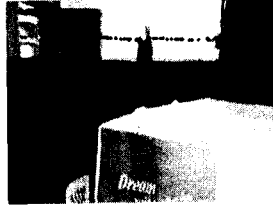


그림 5. 입력영상

그림 6(a)는 초기 입력영상으로부터의 객체 윤곽점과 무게중심을 추출하는 과정을 보이고 있다. 이후 프레임부터는 실시간으로 빠르고 보다 안정적인 무게중심을 구하기 위하여 가변 탐색창을 이용한 탐색이 이루어진다. 그림 6(b)는 입력된 연속의 영상으로부터 실시간 객체의 위치를 탐색하고 위치 추적을 보이는 결과이다.



(a)



(b)

그림 6. (a)객체의 윤곽점 추출 및 객체의 무게중심 추출 (b)객체의 이동경로 추적결과

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 입력되어지는 영상으로부터 실시간으로 객체의 위치를 탐지하고 객체를 추적하는 방법을 제안하였다. 실험은 고정 카메라와 배경영상의 변화가 거의 없다는 제한된 환경 조건에서 실시간으로 객체의 추적이 안정적임을 보여주었다. 하지만 입력영상과 배경영상 각각의 R, G, B 값의 차를 이용, 객체의 일부분만을 인식할 때, 잡음과 빛의 간섭으로 인하여 실험에 실패한 경우도 발생하여 이에 대한 보완이 필요하다.

향후 연구 방향은 다중 객체 추적과 3차원적 추적방법을 진행하여 감시 시스템 분야에 활용할 방향으로 연구가 진행 중이다.

참고 문헌

- [1] 이희영, 최재영, 강동구, 김홍수, 차의영, 전태수, "배경영상을 이용한 목표물 추적에 관한 연구", 한국멀티미디어학회 1999년도 춘계학술발표논문집 (학술발표), Vol.2, No.1, pp.386-390, 1999.
- [2] 황본우, 손형진, 이성환, "대화형 하이퍼 비디오 저작을 위한 객체 기반 추적 방법", 정보과학회 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.2, pp.427-429, 2001.
- [3] 이상욱, "윤곽선 모델과 특징을 이용한 이동 물체 추적", 경상대학교 해양산업연구소보, Vol.14, pp.42-51, 2001.
- [4] D. Koller, J. Daniilidis and H. Nagel, "Model-based Object Tracking in Monocular Image Sequences of Road Traffic Scenes." Int'l J. of Computer Vision, Vol.10, No.3, pp.257-281, 1993.
- [5] P. Salesmbier, L. Torres, F. Meyer and C. Gu, "Region -based Video Coding Using Mathematical Morphology." Proc. of the IEEE, Vol.83, No.6, pp.843-857, 1995.
- [6] M. Isard and A. Blake, "Contour Tracking by Stochastic Propagation of Conditional Density." In Proc. European Conf. Computer Vision, pp.343-356, 1996.
- [7] B. Rao, "Data Association Methods for Tracking Systems." In A.Black and A.Yuille. editors, Active Vision, pp.91-105, MIT, 1992.
- [8] T. Augi, T. Ishihara, H. Nagahashi and T. Nagae, "Contour tracking and synthesis in image sequences." SPIE '95, pp.834-845, 1995
- [9] R. Venkateswarlu, K. Sujuta and B. Venkateswara, "Centroid tracker and aim point selection." SPIE, Acquisition, Tracker and Pointing IV, Vol.1697, pp.520-529, 1993.
- [10] Hamid Naseri and John A. Sttler, "Segmentation motion estimation." ICASSP, pp.1906-1910, 1996
- [11] 임용호, 백중환, 황수찬, "퍼지 예측을 이용한 이동 물체 추적", 한국항행학회 논문지, Vol.5, No.1, pp. 26-36, 2001.