

## 가변 탐색창을 이용한 실시간 객체 추적 시스템

지정규\* 김용균\*\*

### Real-time Object Tracking System using Variable Searching Window

Jeong-gyu Jee\* Yong-gyun Kim\*\*

#### 요 약

본 논문은 가변 탐색창을 이용하여 실시간으로 객체를 추적하는 방법에 대해 기술한다. 동영상에서 실시간 객체 추적은 카메라를 이용한 감시 시스템에 필요한데, 감시 대상 환경에 따라 효율성이 크게 좌우된다.

먼저 입력영상과 배경영상의 차를 이용하여 객체의 위치를 탐지하는데, 이를 위해서 객체의 윤곽선과 무게중심을 추출한다. 그리고 객체의 크기와 위치로부터 설정한 가변 탐색창을 이용하여 탐지된 객체의 움직임을 추적한다. 이 때 배경영상과 카메라는 고정된 환경으로 제한한다.

제안 방법의 실험 결과 초당 17-23 프레임으로 기존의 객체 추적 방법들의 평균 10-14 프레임보다 빠른 처리 속도를 나타내었다.

#### Abstract

This paper describes the method of real time object tracking using variable searching window. Monitoring systems require real time object tracking in video, efficiencies depend on environment of monitoring target. To get a position of object using a difference between background image and input image, the system extracts contour and centroid of the object. This method track motion of object using variable searching window from size and position of object. The background images and camera are limited as fixed environment. The test result of proposed method is 17-23FPS, this shows more fast process speed than average(10-14FPS) of existing object tracking method.

\* 한국학술진흥재단  
\*\* 숭실대학교 컴퓨터학과

적하는 제안 방법에 대해 기술한다. 그리고 4장에서는 제안한 방법으로 실험한 결과를 기술하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

## I. 서론

우리의 내외적 생활에 대한 관심과 안전적인 보호 문제가 날로 심각해져 가고 있다. 생활 주변에서 일어나는 일상의 확인 점검은 물론 현상의 유지를 위한 보안 문제가 큰 이슈로 대두되고 있다. 이는 첨단 사회가 발전할수록 우리의 일상에 해를 가하는 수단과 방법 또한 첨단화되고 지능화되기 때문에 더욱 그러하며, 우리의 생활 수준이 높아지고 시간적으로 바쁘게 행동들이 일어남에 따라 주변을 관심 있게 되돌아 볼 수 있는 여건이 전반적으로 취약해져 가고 있다. 따라서 안전한 생활환경을 도모하기 위한 감시활동이 절실히 필요하다. 이를 위해서는 감시 시스템이 요구되는데, 이 시스템에서는 입력된 영상으로부터 객체를 식별하여 추적할 수 있는 기능이 필수적이다.

객체 추적은 카메라로부터 입력된 영상에서 움직임이 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 방법은 보안, 의료, 군사, 교통, 제어분야 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그동안 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다[8].

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[9].

본 논문에서는 가변 탐색창을 이용하여 이동 객체가 겹치는 문제를 해결함으로써 다음 프레임에서의 이동 객체를 빠르고 정확하게 추출할 수 있도록 하였다.

본 연구는 감시 시스템 분야에 적용하기 위해 사무실 환경에서 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 환경 제약 조건하에서 이루어진다.

본 논문의 구성을 보면, 먼저 2장에서는 관련 연구를 통해 기존의 연구방법을 분석하여 기술한다. 3장에서는 입력영상과 배경영상의 차영상을 통한 객체의 위치를 탐지하고 탐지된 위치를 이용하여 이후의 객체 움직임을 추

## II. 관련 연구

객체의 추적에 사용되는 알고리즘으로는 특징기반 방법, 무게 중심법, 3차원모델기반 방법, 시공간 경사법, 영역기반 방법, 대조법, 윤곽선기반 방법 등이 있는데, 이들의 특징을 분석한 결과는 다음과 같다.

무게 중심법(Centroid Method)[6]은 각 시변 영상을 표적과 배경으로 분리하여 이진화 한 후 표적의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 표적의 이동 정보를 검출하는 방법이다. 이 방법은 비교적 계산이 간단하며 계산량 감소를 위해서 물체의 최대 이동 추정 범위에 제한을 둘 필요는 없으나 시변 영상을 표적과 배경으로 정확히 분리하는데 어려움이 있다.

3차원 모델 기반의 방법(Model-based Tracking)[2]은 정확성이 높은 모델과 궤적을 복원하는 것으로, 상세한 기하학적 물체의 모델이 주어져야 하는 단점이 있는데, 그것은 모든 움직이는 물체에 대해 상세한 모델을 기 대하는 것이 비현실적이기 때문이다.

시공간 경사법(Spatio-temporal Gradient Method)[7]은 물체의 이동으로 인하여 생기는 밝기의 시간적 변화도와 공간적 변화도 사이의 상호관계로부터 이동변위를 추출하는 것으로 추적 물체가 회전운동을 하거나 물체의 움직임이 클 경우 추적의 어려움이 있다.

영역 기반의 방법(Region-based Tracking)[5]은 연속 영상에서 연결된 영역을 구하고 상관관계 측정을 이용하여 움직이는 물체를 추적하는 방법으로, 현재의 배경을 측정하여 입력되는 영상과의 차영상에서 물체를 검출한다. 이 방법은 차영상에 임계값 이상의 화소를 연결한 영역은 찾을 수 있으나 혼잡한 물체의 상태에서 각각의 물체를 분할해야 하는 단점이 있다.

대조법(Matching Method)[3]은 틀 영상에서 화소 자체의 정보나 물체의 특징을 추출하여 탐색 영역을 이동하면서 유사성이 최대한 대조점을 찾는 방법으로, 시변

물체의 밝기변화, 물체의 확장 및 축소, 그리고 물체의 회전에 적절히 대응하지 못하는 단점이 있다.

윤곽선 기반의 방법(Contour Tracking)[4]은 물체의 경계인 윤곽선을 표현하고, 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법으로, 이 방법의 이점은 영역 기반에 비해 복잡한 계산이 줄어든다는 것이나 부분적인 가려짐이 발생할 경우 물체의 추적이 불가능하다는 단점이 있다.

### Ⅲ. 실시간 객체 추적 시스템

#### 1. 제안 시스템의 개요

그림 1은 제안한 실시간 객체 추적 시스템의 전체적인 흐름도 이다.

실시간 객체 추적 시스템은 1단계로 입력된 영상과 배경영상과의 차를 이용하여 객체의 윤곽점을 추출한 다음 추출된 윤곽점들을 이용하여 무게 중심점으로 객체의 무게 중심을 구한다.

그리고 구하여진 무게 중심을 객체 추적에 사용한다. 2 단계로 선택되어진 객체의 크기와 위치로부터 가변 탐색창을 설정하고, 이 후 입력되어지는 영상과 배경영상 내의 가변 탐색창과의 차를 이용하여 실시간 객체 추적을 한다.

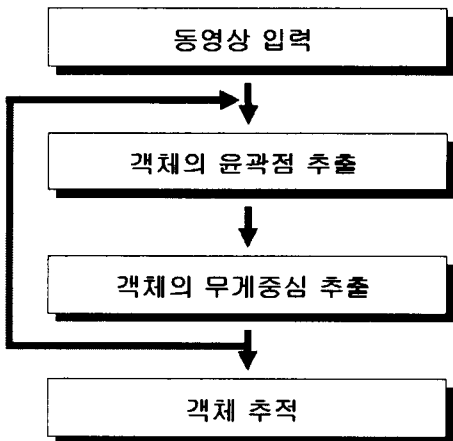


그림 2. 실시간 객체 추적 시스템의 흐름도

#### 2. 객체의 윤곽점 추출

객체의 실시간 추적을 위해 객체의 위치 탐지가 우선적이다. 객체의 위치를 탐지하기 위해 입력영상과 배경영상과의 차를 이용하여 객체의 윤곽점을 추출한다.

기존에 연구된 차영상 방법들은 배경영상과 입력영상 내의 모든 픽셀을 탐색하며 연산에 참여시켰지만, 본 논문에서는 연산 속도 향상을 위하여 차 계산을 모든 픽셀 단위로 하는 것이 아니라, 실험적 경험을 바탕으로  $\alpha$  픽셀 간격을 두고 탐색해가며 차를 계산한다.

이는 기존의 방법에 비해 아주 정확한 객체의 추출이 어렵다는 단점을 가지고 있으나, 보안 및 감시 시스템에 적용되어질 경우 보다 빠른 실시간 추적이 가능하다는 장점을 보인다.

그림 2는 윤곽점 추출을 위한 탐색방법과 함께 추출된 윤곽점과 무게중심을 나타낸다. 하나의 탐색 라인에서 입력영상과 배경영상의 각 픽셀 R, G, B 차이값이 (식 1)을 만족하면 윤곽점의 시작으로 간주하고  $ObjInit(x_i, y_i)$ 라 한다. 또한, (식 1)을 만족하는 연속된 픽셀의 끝점을 윤곽의 마지막으로 간주하고  $ObjInit(x_{i+1}, y_{i+1})$ 이라 한다.

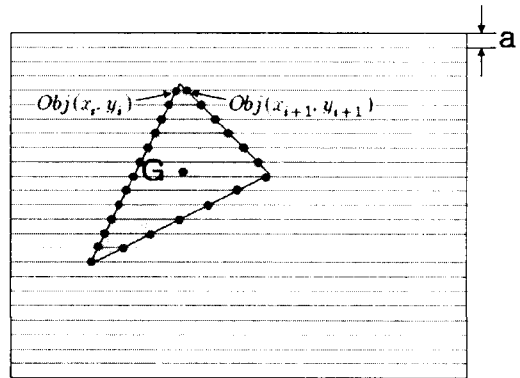


그림 2. 객체의 윤곽점과 무게중심 추출 방법

그러나 (식 1)을 만족하더라도 입력영상에서의 잡음의 영향으로 원하지 않는 객체의 부분으로 인식되어 지는 경우가 발생하므로, 미미하게 시변하는 잡음의 제거를 위해 (식 2)를 만족하는 윤곽점들을 윤곽의 시작점과 끝점으로 간주하여 각각을  $Obj(x_i, y_i)$ ,  $Obj(x_{i+1}, y_{i+1})$ 이라 한다. 여기에서  $\beta$  값은 실험적 경험을 바탕으로 설정하여 주었다. 같은 방법으로 다음 탐색 라인의 윤곽 시

작점과 끝점을 찾아 나간다.

$$|Background(x, y) - Input(x, y)| \geq a \quad (식 1)$$

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

### 3. 객체의 무게중심 추출

무게 중심법은 객체의 중심을 추출하여 그 중심의 변화로부터 물체의 이동정보를 검출한다. 이 방법은 다른 방법에 비해 객체의 무게 중심을 비교적 정확히 추출하고, 계산량이 적어서 실시간적인 객체 추적에 유리하다.

객체의 무게중심  $G(x_g, y_g)$ 는 (식 3)으로 구할 수 있다.

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

$$y = round(\frac{1}{N} \sum_i Obj(y_i)) \quad (식 3)$$

여기서,  $N$ 은 객체의 윤곽점 수를 의미하고,  $Obj(x_i)$ 와  $Obj(y_i)$ 는 각각 윤곽점의  $x, y$  좌표를 나타낸다.

### 4. 가변 탐색창을 이용한 객체 추적

다음 입력영상으로부터 효율적인 객체의 위치 추출을 위해 3.2절에서와 같이 전 영역에 대해서 탐색하는 것이 아니라 물체의 위치 예측 값 주변에서만 탐색을 한다.

본 논문에서는 가변 탐색창을 이용하여 다음 프레임에서의 이동 객체를 빠르고 정확하게 추출할 수 있도록 하였다. 이는 이동 객체가 접치는 문제를 해결할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문이다.

그림 3은 가변 탐색창을 이용한 객체 추적 방법을 나타낸다. 영상 내의 사각형 부분이 설정된 가변 탐색창 위치와 크기를 나타낸다.

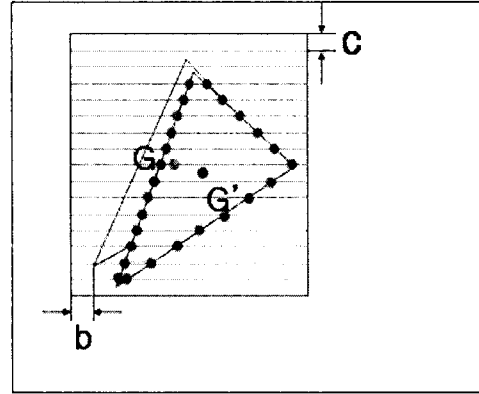


그림 3. 가변 탐색창을 이용한 객체 추적

이전 프레임에서 객체 윤곽점의  $x$ 좌표 중 가장 왼쪽 좌표를  $Obj(Lx)$ , 가장 오른쪽 좌표를  $Obj(Rx)$ 라 한다. 마찬가지로  $y$ 좌표 중 가장 위쪽의 좌표를  $Obj(Ty)$ , 가장 아래쪽 좌표를  $Obj(By)$ 라 한다. 각각의 최대, 최소 좌표를 구하여 그 좌표로부터 상하좌우  $b$ 픽셀씩의 거리로 이동 객체를 찾기 위한 탐색창의 크기를 (식 4)를 이용하여 설정하여 준다. 그리고 가변 탐색창의 시작점 위치는 (식 5)에 의해 구한다.

$$VSW(R) = R(Obj(Lx), Obj(Ty), Obj(Rx), Obj(By)) \quad (식 4)$$

$$VSWstart(x_s, y_s) = S(Obj(Lx), Obj(Ty)) \quad (식 5)$$

동영상에서의 추적이 진행되어 나가면서 보다 안정적인 추적이 이루어지므로, 가변 탐색창 크기 설정을 위한  $b$ 는 변경이 가능하다. 이렇게 설정된 가변 탐색창 내에서 3.2절과 같은 방법으로 새로운 이동 객체의 위치를 탐지한다. 이때 보다 정확한 윤곽점의 추출 및 무게중심의 추출을 위해  $a$ 픽셀보다 작은  $c$ 픽셀 간격으로 탐색한다.

여기에서 이전 입력영상의 무게중심  $G$ 와 현재 영상에서 구하여진 무게중심  $G'$ 를 이용하여 우리는 이동 객체의 이동 방향과 속도 등으로 객체의 효율적인 추적을 할 수 있다. 이는 향후 객체의 움직임을 추적하는 예측에 이용되어 질 수 있다. 객체의 이동 거리는 (식 6)에 의해 구할 수 있다.

$$D = \sqrt{(G'(x_g) - G(x_g))^2 + (G'(y_g) - G(y_g))^2}$$

(식 6)

영상이다.

## IV. 실험 결과 및 분석

### 1. 실험 환경

본 실험은 사무실 환경에서 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 환경 제약하에서 이루어진다. 제약 환경에서 입력영상을 실시간으로 받아 들여 객체의 위치를 탐지한 다음 이동 객체를 추적하는 실험을 한다.

본 논문에서 제안한 방법의 구현을 위해 프로그래밍 언어 Visual C++을 이용하였고, Intel(R) Pentium 4 CPU 1.60GHz, 256MB RAM을 가진 하드웨어에 Microsoft Windows 2000 운영체제를 탑재한 PC를 사용하여 실험하였다. 그리고 배경영상과 입력영상의 크기는 160 X 120의 24bit 컬러영상을 이용하였다.

### 2. 실험 결과 분석

그림 4는 실험영상의 배경영상을 나타내고 있는데, 배경영상은 고정 카메라에서 배경의 변화가 심하지 않은 제한된 환경에서 선택된 영상이다.



그림 4. 배경영상

그리고 그림 5는 실험영상의 입력영상을 나타내고 있는데, 입력영상은 배경영상에 객체가 추가적으로 입력된



그림 5. 입력영상

그림 6은 초기 입력영상으로부터 객체의 윤곽점과 무게중심을 추출하는 과정을 보이고 있다. 이후 프레임부터는 실시간으로 빠르고 보다 안정적인 무게중심을 구하기 위하여 가변 탐색창을 이용한 탐색이 이루어진다.

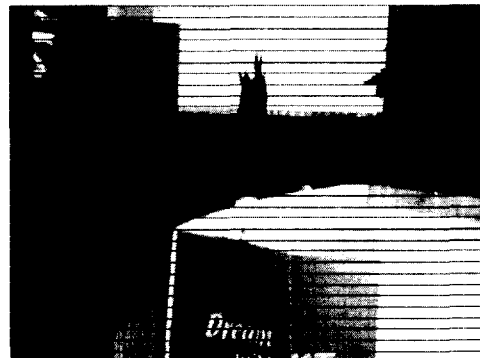


그림 6. 객체의 윤곽점과 무게중심 추출



그림 7. 객체의 이동경로 추적 결과

그림 7은 입력된 연속 영상으로부터 실시간 객체의 위치를 탐색하여 위치 추적을 보이는 결과이다.

제안 방법을 이용한 처리 시간은 초당 17-23프레임으로 기존 객체 추적 방법의 최소 5-8, 최고 14-19, 평균 10-14 프레임과 비교할 때 처리 시간이 향상되었음을 알 수 있었다.

## V. 결론

생활환경의 다변화와 안전을 저해하는 요소 및 상황 발생의 증가로 생활주변의 감시체제가 절실히 요구되고 있다. 이를 위해 카메라를 이용한 감시 시스템이 활용되고 있는데, 이 시스템에서는 객체를 식별하고, 인식된 객체의 움직임을 추적하는 기능이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 카메라로부터 입력된 영상으로부터 실시간으로 객체의 위치를 탐지하고 객체를 추적하기 위해 가변 탐색창을 이용하는 방법을 제안하였다.

이 방법은 이동 객체가 겹치는 문제를 해결함으로써 움직이는 객체를 빠르고 정확하게 추출할 수 있었고, 추적을 위한 처리 시간도 향상되었다.

실험은 카메라와 배경영상을 고정시킨 제한된 환경 조건에서 실시했다. 실험 결과 초당 17-23 프레임을 처리했으며, 실시간 객체 추적도 안정된 결과를 나타내었다. 이는 기존 객체 추적 방법의 평균 10-14 프레임의 처리 속도에 비해 향상된 것이다.

앞으로 잡음과 빛의 간섭에 강인하고, 보다 정확한 객체 추출을 위한 안정적인 시스템의 설계가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] B. Rao, "Data Association Methods for Tracking Systems." In A.Black and A.Yuille. editors, Active Vision, pp.91-105, MIT, 1992.
- [2] 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.
- [3] Hamid Naseri and John A. Sttler, "Segmentation motion estimation." ICASSP, pp.1906-1910, 1996.
- [4] M. Isard and A. Blake, "Contour Tracking by Stochastic Propagation of Conditional Density." In Proc. European Conf. Computer Vision, pp.343-356, 1996.
- [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] 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.
- [7] T. Augi, T. Ishihara, H. Nagahashi and T. Nagae, "Contour tracking and synthesis in image sequences." SPIE '95, pp.834-845, 1995.
- [8] 이희영, 최재영, 강동구, 김홍수, 차의영, 진태수, "배경영상을 이용한 목표물 추적에 관한 연구", 한국멀티미디어학회, 1999년도 춘계학술발표논문집, Vol.2, No.1, pp.386-390, 1999.
- [9] 황본우, 손형진, 이성환, "대화형 하이퍼 비디오 저작을 위한 객체 기반 추적 방법", 정보과학회, 2001년 추계학술대회, Vol.28, No.2, pp.427-429, 2001.
- [1] B. Rao, "Data Association Methods for Tracking Systems." In A.Black and A.Yuille. editors, Active Vision, pp.91-105,

### 저 자 소 개



지 정 규  
1998년 숭실대학교 전자계산학  
과(공학박사)  
1978년~1996년 (주)삼호, 서  
울시설관리공단 전산실  
1996년~현재 한국학술진흥재  
단 학술정보팀  
관심분야 :  
멀티미디어, 영상처리, 데이터베  
이스



김 옹 균  
1999년 숭실대학교 전자계산학  
과(공학사)  
1999년~숭실대학교 컴퓨터학  
과 석사과정  
관심분야  
: 영상처리, 멀티미디어