

# 이동 물체 추적을 위한 전 처리

홍 승 범, 백 중 환  
한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부

## Preprocessing for Tracking of Moving Object

Seung-Bum Hong, Joong-Hwan Baek

School of Electronics, Telecomm. and Computer Engineering, Hankuk Aviation University

### Abstract

This paper proposes a preprocessing method for tracking aircraft's take-off and landing. The method uses accumulative difference image technique for segmenting the object from the background, and obtains the centroid of the object exactly using centroid method. Then the moving object is analyzed and represented with the information such as feature point, velocity, and distance. A simulation result reveals that the proposed algorithm has good performance in segmenting and tracking the aircraft.

### 1. 서 론

최근 디지털 영상 처리 기술의 발달과 더불어 시 변환 영상에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>[1][2]</sup>. 시 변환 영상에 대한 문제 중에서 가장 중요한 문제의 하나는 자동 목표 추적 문제이다. 자동 목표 추적이란 카메라로부터 입력된 시 변환 영상 내에 존재하는 목표물의 움직임을 추정하여 그 목표물을 추적하는 것이다. 자동 목표 추적기는 자동 감시 장치, 자동 교통관제 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그 동안 많은 연구와 개발이 이루어져 왔다.

본 논문에서는 항공기 이착륙 장면을 CCD 카메라를 통해 자동 감시할 수 있는 항공기 추적 알고리즘 중 전 처리 과정을 다룬다. 항공기의 경우 움직임이 빠르기 때문에 주변의 배경이 많이 변화하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이착륙 장면으로 그 범위를 한정한다.

이동 물체를 추적하기 위해서는 배경과 객체의 분리 기법과 객체의 정합에 따른 추적을 수행하게 된다. 효과적인 물체 추적을 위한 조건으로는 추적의 정확성과 실시간 처리 그리고 비선형적인 예측이 필요하다. 기존의 항공기 추적 기법을 살펴보면, Cutania<sup>[3]</sup>에 의해 움직이는 항공기를 추적하였는데 확률적 방법을 이용하여 추적을 수행하였으나 단순히 위치만을 검출하였다. 또한 Lee<sup>[4]</sup> 등은 적외선 영상을 이용하여 느리게 움직이는 전함

을 추적하기 위해 추적 창과 상관관계를 이용하여 추적 시스템을 개발하였다.

이동 물체 중 자동차는 고정된 카메라에서 동일한 객체를 추적하기 때문에 모양의 변화가 많지 않다. 하지만, 항공기의 경우는 고도의 변화에 따라 모양의 변화가 많이 발생하는 문제점을 가진다. 따라서 실 시간상에서 이동 물체를 추적하기 위해, 본 논문에서는 누적 차 영상에 의해 객체를 추출하고, 추출된 객체로부터 무게 중심법을 사용해서 객체 중심을 정확하게 추출하고, 프레임간의 이동 거리 및 방향을 계산한다.

본 논문의 구성은 2장에서 객체 추출하기 위한 누적 차 영상 기법을 살펴보고, 3장에서 무게 중심법에 의한 객체 중심점을 찾는 방법과 가변 탐색창을 이용한 위치 예측을 설명하고 4장에서 실험 수행 및 결과를 살펴보고 마지막 5장에서 결론을 내린다.

### II. 누적 차 영상에 의한 객체 추출

본 장에서는 자동 목표 추적을 위한 첫 번째 단계로 이동 객체를 배경으로부터 추출하는 기법을 설명한다. 객체 추출 방식들로는 영역 기반 기법<sup>[3]</sup>과 프레임 상관 기법<sup>[4]</sup>이 대표적으로 사용되지만, 본 논문에서는 두 방식을 혼합화한 누적 차 영상 기법을 사용한다. 이 방식은 이동 물체에 대해 시간에 따라 영상을 획득하면 이 영상들 내에서 정지해 있는 배경의 화소들은 그 값이 변하지 않고 움직이는 물체가 있는 영역은 그 값이 변하게 된다. 그러므로 연속되는 두 영상간의 차를 구하여 차 영상(difference image)을 만들면 배경으로부터 움직이는 물체만을 분할할 수 있다. 이러한 차이 영상을 이용하는 분할 방법으로 누적 차 영상 방식을 사용한다. 이 방법은 이전의 차 영상에 의한 분할 오류를 극복하기 위해 고안된 방법으로, 영상 내에서 낮은 속도로 이동하는 작은 물체가 제거되는 것을 방지하기 위해 고안되었다<sup>[5][6]</sup>.

이 방법은 먼저 차 영상을  $n$ 개의 연속 프레임에 걸쳐 생성한다. 전체적인 처리 과정은 그림 1과 같다. 영상  $f(i,j)$ 를 기준 영상으로 하고 기준 영상을 제외한 나머지 프레임에 대하여 차 영상을 생성하고 화소별로 더해 나

간다. 본 논문에서는 수식(1)과 같이 누적 차 영상 중 positive accumulative difference image (PADI)를 이용한다.

$$d_{PADI}(i, j) = \sum_{k=1}^n a_k d_k(i, j) \quad (1)$$

$$d_k(i, j) = \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N |f_1(i, j) - f_k(i, j)| \quad (2)$$

$$a_k(i, j) = \begin{cases} 1 & d_k(i, j) > \theta \\ 0 & 0, w \end{cases} \quad (3)$$

여기서,  $\theta$ 는 임계값(threshold value)이다.

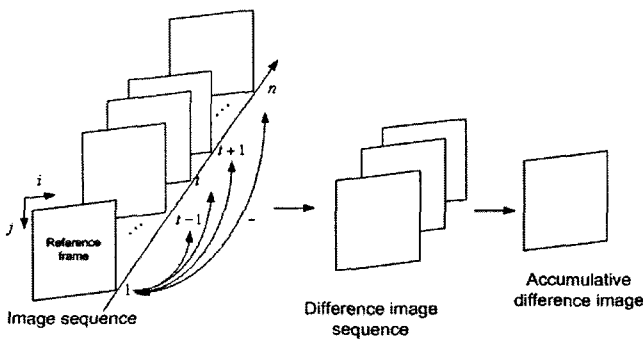
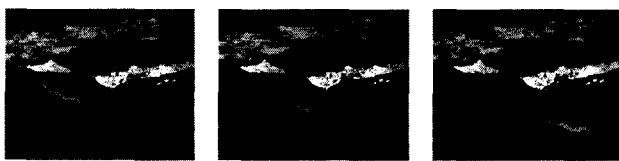


그림 3 누적 차 영상

수식 (1)에서 첫 번째 프레임은 기준 영상으로 선정하고, 연속된 프레임  $n$ 개와 차 영상을 구한다. 여기서,  $a_k$ 는 PADI에 의한 결과에서 임계값보다 크면 1로, 그렇지 않으면 0으로 설정된다. 그림 2는 누적 차 영상을 얻기 위한 모의실험에서 사용된 영상이다.



(a) frame  $t-1$  (b) frame  $t$  (c) frame  $t+1$

그림 2. 항공기의 연속 시퀀스



그림 3. 차 영상의 결과

그림 3은 그림 2에서 차 영상을 구한 결과를 나타낸 것이다. PADI는 기준 프레임과 연속 프레임에서 이동 물체에 관한 정보는 남아있지만, 배경은 없어지게 된다. 하지만, 빠르게 움직이는 물체를 추적하는 경우 이동 물체 뿐만 아니라 카메라 이동에 따른 잡음도 발생하게 되므로 모폴로지 기법에 의해 여러 가지 잡음을 제거하게 된다. PADI의 결과는 그림 3과 같이 항공기와 배경을 분리된 이진 영상으로 결과가 나타난다. 아래의 그림 4는 그림 3에서 객체 부분만을 확대하여서 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 객체 상에 많은 잡음이 있음을 확인할 수 있다.



그림 4. 추출된 객체의 모양

### III. 무게 중심법에 의한 추적 알고리즘

앞의 II장에서 얻은 객체를 통하여 항공기의 이동 경로를 파악하기 위해 추적 알고리즘을 수행한다. 추적 알고리즘으로는 시공간 경사법<sup>[7]</sup>(spatio-temporal gradient method), 무게 중심법(centroid method)<sup>[8]</sup>, 그리고 객체 정합법(matching method) 등이 존재한다. 시공간 경사법은 추적 물체가 회전운동을 하거나 물체의 움직임이 클 경우 추적이 불가능한 문제점을 가지고 있다. 무게 중심법은 비교적 계산이 간단하며 계산량 감소를 위해서 물체의 최대 이동 추정 변위에 제한을 둘 필요는 없다. 또한 연산량이 적어서 실시간 물체의 추적에 뛰어난 강점을 가진다. 하지만, 배경이 복잡하거나 배경의 산란이 존재하는 경우, 이동 객체와 배경사이의 정확히 분리가 어려운 문제점을 가지고 있다. 마지막으로 정합법에 의한 영상 추적은 객체 정합으로 인한 많은 연산량이 요구되며, 물체의 확장 및 축소 그리고 회전에 적절히 대응하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 하지만, 비교적 복잡한 영상, 산란 영상이 존재하여도 추적 성능이 뛰어나다.

본 논문에서는 항공기가 회전 운동을 하거나 확대 축소와 같은 카메라의 조작이 없지만, 물체의 이동속도가 빠르고 실시간으로 변화하는 움직임을 예측해야 하므로 연산량과 추적 성능을 고려하여 무게 중심법을 선택하였다. 하지만 이 방식은 객체와 배경이 정확히 분리하지 않으면 정확한 무게 중심점을 얻지 못하는 단점을 가지고 있다. 그래서 우리는 객체 영역화를 통하여 추적 기법의 단점을 해소하였다.

#### 1. 객체의 무게 중심 계산

그림 4에서 얻어진 객체에 대하여 그림 5와 같이 객체 부분만을 포함하는 최소 경계선 박스(compact boundary

box)를 지정하여 객체의 무게 중심을 구하게 된다.

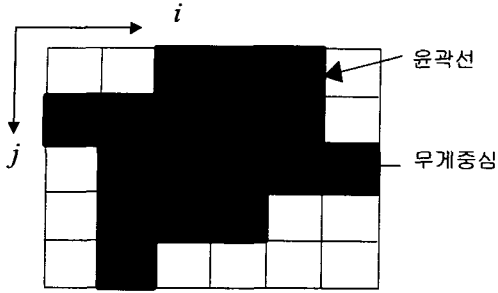


그림 5. 객체의 윤곽선과 윤곽선 박스

이진 영상에서 객체가 존재하는 부분을 1로 바탕을 0으로 선정하여 무게 중심(X, Y)을 구하게 된다. 수식 (3)과 (4)와 같다.

$$X = \frac{\sum i \cdot \text{좌표}}{B} \quad (3)$$

$$Y = \frac{\sum j \cdot \text{좌표}}{B} \quad (4)$$

여기서, B는 경계선 박스내의 픽셀 수이다.

수식 (3)과 (4)에서 얻은 결과에 의해 객체 중심을 정확히 추출하고 프레임간의 이동 거리와 방향을 계산한다. 그림 6은 무게 중심법에 의해 얻어진 결과를 좌표 상에 나타내었다.



그림 6. 무게 중심법의 결과

**2. 가변 탐색창을 이용한 위치 예측**

앞 절에서 살펴보았듯이 무게 중심에 의해서 얻어진 결과만으로 항공기의 움직임의 궤적을 결정할 수 있으며, 단순히 물체의 무게 중심만으로 이동 경로를 추적할 수 있다. 하지만, 앞에서 살펴보았듯이 무게 중심법의 단점은 배경이 복잡하거나 배경 산란이 있을 경우 추적 성능이 떨어진다.

그러므로 자동 위치 추적 기법 중 목표물 영역을 이용하여 그 목표물을 추적하는 영상 영역화 기법을 이용하여 무게 중심법의 문제점을 해결하였다.

따라서, 영상 영역화 기법에 의해 추적하려는 목표물에 대하여 전 영역을 탐색하는 것이 아니라 물체 위치의 예측 값 주변에서만 탐색을 하면 보다 효율적인 탐색이 이루어진다. 즉, 시간에 따라 위치를 달리하며 변하는 물체의 위치를 계속 추적하려면, 현재의 위치를 정확히 찾아낸 후에 다음의 위치를 예측할 수 있어야만 한다. 물체의 위치를 바꾼 후에 단순히 따라가기만 한다면 정확히 영

상의 중심에 올 수 있는 기회는 없어지고 만다. 그러므로 예측이 필요하게 된다.

본 논문에서는 가변 탐색 창을 만들어서 다음 프레임에서의 위치를 정확히 찾을 수 있도록 했다. 즉, 초기 프레임에서는 누적 차 영상을 적용 객체를 찾기 위해서 탐색 창을 크게 만들어서 초기의 검출이 가능하게 했으며 추출이 안정적인 때 탐색 창을 객체의 크기에서 상하좌우로 다섯 픽셀씩의 크기로 다음 프레임을 탐색할 수 있도록 하였다.

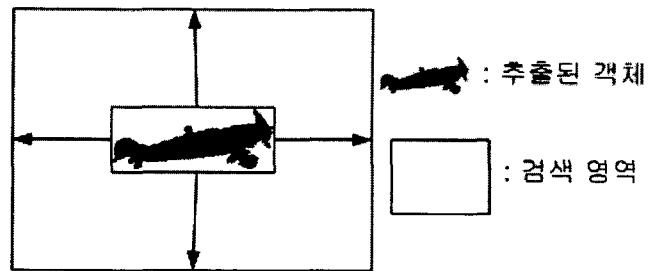


그림 7. 가변 탐색 창

**IV. 실험 및 결과**

본 논문에서는 실험을 위한 실험 영상으로 320x240의 실제 영상과 항공기 합성 영상을 이용하여 실험을 하였고, 이동 물체의 추적에 대한 성능을 실험하였다. 실험에 사용된 그림은 모두 30프레임으로 모의실험을 수행하였다.

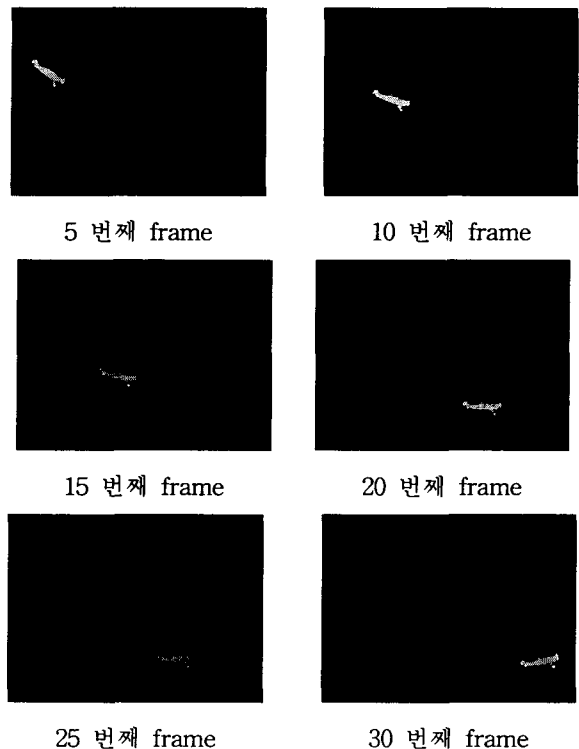


그림 8. 전체 실험 영상 (30프레임)

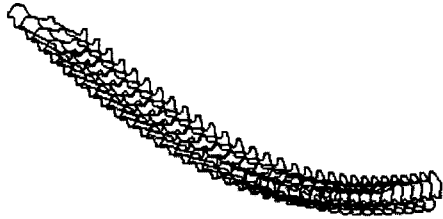


그림 9. 23개 프레임의 추적 결과



그림 10. 23개 프레임의 중심점 경로

객체의 추출 및 정합과정은 본론에서 수행했던 것처럼 누적 차 영상 및 무게 중심법을 구하고, 탐색 창을 적용하여 다음 프레임에서의 위치 예측 및 추적을 행하였다. 그림 9와 10은 23개의 프레임에 대한 항공기 추적 결과와 항공기의 중심점 경로를 각각 보인다.

## V. 결론 및 추후 연구 방향

본 논문에서는 항공기의 이착륙 장면을 비디오 모니터링을 통해 감시하기 위해 실 시간상에서 항공기를 정확히 추출하고 빠른 추적 성능을 보이는 방법을 제안하였다. 객체 추출 과정에서 누적 차 영상을 적용하여 물체와 배경을 분리하여 객체를 추출하였으며, 중심점 추적의 성능을 저해하는 잡음의 영향과 클리터의 영향을 해소시켰다. 그리고 추출된 객체에 무게 중심법을 적용해서 타 기법에 비해 객체를 정확히 추출하고 추출된 객체에 가변적인 탐색 창을 사용해서 무게중심법의 단점인 동적인 배경 하에서의 추적 성능을 높일 수 있었다. 탐색 창을 사용했을 때의 이점으로는 빠른 추적, 다른 이동 물체에 의한 겹침 현상의 영향을 받지 않는 것, 그리고 동적 배경에 영향을 받지 않는 것 등을 모의실험을 통해서 알 수 있었다.

실 시간상에 접근하였을 때 이동 물체를 추적하는 경

우 물체의 움직임에 따른 카메라 변화로 인한 배경의 변화가 발생하므로 영상 내에 잡음이 섞여서 불확실한 데이터가 입력되게 된다. 그리고 카메라의 구동으로 인한 시간 지연으로 물체 추적을 실패하는 현상이 발생하게 된다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 보다 개선된 예측 및 추적 이론을 연구할 계획이다.

## VI. 참고문헌

1. A. K. Jain, Yu Zhang, and M. P. Dubuisson\_July, "Object Tracking Using Deformable Templates", IEEE Trans. on PAMI, Vol. 22, Issue 5, pp. 544-549, May, 2000.
2. Chun Che Fung and N. A. Jerrat, "Neural Network Based Intelligent Intruders Detection and Tracking System Using CCTV Images", Proceeding of TENCON 2000, Vol. 2, pp. 409-414, 2000.
3. M. Lades, J.C. Vorbruggen, J. BUhamann, J. Lange et. al, "Distortion Invariant Object Recognition in the Dynamic Link Architecture", IEEE Trans, on Computers, Vol. 42, No, 3, 1993
4. S. Thirumalai and N. Ahuja, "Parallel Distributed Detection of Feature Trajectory in Multiple Discontinuous Motion Image Sequence", IEEE Trans. on PAMI, Vol. 7, No. 3, pp. 594-603, 1995
5. R. Jain, R. Kasturi, and B.G. Schunck, *Machine Vision*, McGraw Hill, 1995
6. M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing Analysis and Machine Vision*, Chapman & Hall, 1993.
7. R. Venkateswarlu, K. Sujata, and B. Venkatswara, "Centroid Tracker and Aim Point Selection", SPIE Acquisition, Tracker and Pointing IV, Vol. 1679, pp. 520-529, 1993.
8. H. Naseri and J. A. Sttler, "Segmentation Motion Estimation", ICASSP, pp. 1906-1910, 1996.