

## 차영상을 이용한 이동 객체 추적 Moving Object Tracking using Differential Image

오명관\*, 한군희\*\*, 최동진\*\*\*, 전병민\*\*\*  
해전대학\*, 천안대학교\*\*, 충북대학교\*\*\*

Oh Myoung-kwan\*, Han Kun-hee\*\*,  
Choi Dong-jin\*\*\*, Jun Byung-min\*\*\*  
Hyejeon Coll.\*, Cheonan Univ.\*\*  
Chungbuk Univ.\*\*\*

### 요약

본 연구에서는 단일 이동 객체를 추적할 수 있는 추적 시스템을 제안하였다. 추적 시스템은 차영상 기법을 이용하여 객체의 움직임을 추정하고, 카메라의 Pan/Tilt를 제어함으로써 이동 객체를 추적할 수 있도록 하였다. 구현된 시스템은 영상획득 및 전처리 단계, 움직임 추정 단계, 객체 추적 단계로 구성되었다. 시간 간격을 두고 획득된 두 영상에 있어 움직임 추정은 기본적으로 차영상 기법을 이용하였다. 차영상의 이진화 작업에 있어 임계값의 결정은 배경과 객체의 변화에 적응적으로 동작할 수 있는 기법을 사용하였다. 또한 객체 영역의 그룹화에 있어 블록 단위의 재귀적 레이블링 방법을 사용하여 연결성을 향상시켰다. 실험 결과 이동 객체의 움직임을 추정할 수 있었고, 추적 과정에서도 객체를 잃어버리지 않고 정상적으로 추적할 수 있었다.

### Abstract

In this study, we have proposed the tracking system of single moving object. The tracking system was estimated motion using differential image, and then track the moving object by controlled Pan/Tilt device of camera. Proposed tracking system is divided into image acquisition and preprocessing phase, motion estimation phase and object tracking phase. To estimation the motion, differential image method was used. In the binary differential image, decision of threshold value was used adaptive method. And in grouping the object area, block\_based recursive labeling algorithm was used. As a result of experiment, motion of moving object can be estimated. The result of tracking, object was not lost and object was tracked correctly.

## I. 서론

최근 컴퓨터 비전 및 영상처리 분야에서 일련의 동영상으로부터 움직이는 객체를 검출하고 추적하는 시스템에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 이러한 연구는 보안 감시 분야는 물론 기상관측 시스템, 지능형 교통관제 시스템, 군사적인 분야 등 다양한 분야에서[1-2]에 활용되고 있으며 보다 높은 정확도와 고속처리를 위한 많은 연구[3-5]가 진행되고 있다.

본 연구에서는 차영상(differential image) 기법을 이용하여 단일 이동 객체의 움직임을 추정하고, 추정된 움직임 정보를 이용해 이동 객체를 추적하는 시스템을 구현하였다. 구현된 이동 객체 추적 시스템은 크게 영상 획득 및 전처리 단계, 움직임 추정 (motion estimation) 단계와 객체 추적 단계로 구성하였다.

우선 카메라로부터 시간적 간격을 두고 획득된 두 개의 영상에 대해 외부 조명 변화에 대한 보완으로 히스토그램 평활화(equalization)를 전처리 과정으로

수행한다. 움직임 추정 단계는 획득된 두 영상의 차영상 및 기타 영상처리 기법을 이용하여 객체의 움직임 좌표를 얻는 과정이다. 추적 단계는 움직임 추정 단계에서 얻어진 좌표를 기준으로 카메라가 장착된 Pan/Tilt 장치를 제어함으로써 객체의 추적을 수행하게 된다.

## II. 움직임 추정

본 장에서는 차영상 기법을 이용하여 움직임을 추정하는 과정에 대하여 기술한다.

### 1. 차영상 기법

차영상은 두 영상에서 동일한 위치에 해당되는 화소의 명도값 차이를 의미한다[6]. 이것은 두 개의 그레이 스케일 영상으로부터 임의의 임계값에 대하여 이진화된 이전영상을 만드는 것이다.

차영상을 얻는 방법은 다음 식(1)과 식(2)와 같이 표현될 수 있다.

$$\delta I(x, y) = |I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y)| \quad (1)$$

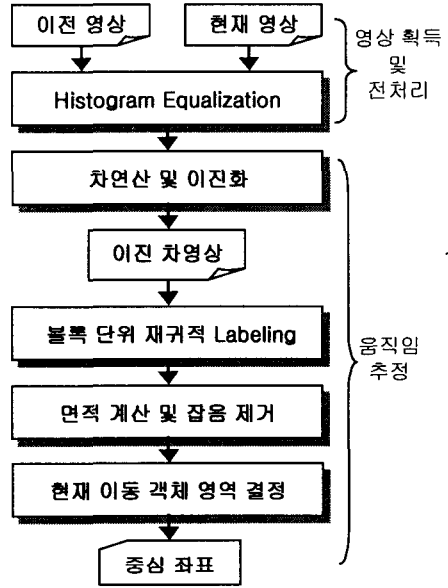
$$D(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } \delta I(x, y) > T_h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

식(1)에서  $\delta I(x, y)$ 는 좌표  $x, y$ 에 위치한 화소의 명도값 차이를 의미하고,  $I_t(x, y)$ 는 현재 영상을  $I_{t-1}(x, y)$ 는 이전 영상을 각각 의미한다. 또한 식(2)에서  $D(x, y)$ 는 이진 차영상이고,  $T_h$ 는 임계값을 나타낸다.

### 2. 움직임 추정 과정

움직임 추정 기법은 그림1과 같은 과정으로 수행된다. 이동 객체의 움직임을 추정한다는 것은 객체를

포함하는 최소 사각형을 결정하고 객체의 중심점 좌표를 얻는 것이다.



▶▶ 그림 1. 움직임 추정 단계별 순서도

히스토그램 평활화 과정은 차영상의 특성상 조명 등의 외부 환경 변화에 민감하므로 이것을 보완하기 위하여 추가된 전처리 과정이다.

차영상에서 움직임 영역을 결정하기 위해서는 모든 화소에 대한 임계화를 통해 움직임 영역과 배경 영역으로 이진화하는 과정을 수행한다. 이러한 임계화에서 가장 중요한 것은 임계값을 결정하는 것이다. 임계값을 결정하는 방법은 움직임 영역과 배경영역을 구분해 주는 가장 기본적이고 중요한 기준이 되기 때문에 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 본 연구에서는 배경과 객체의 다양한 변화에 적용적으로 임계값을 결정할 수 있는 방법을 제안하였다. 차영상에 존재하는 가장 작은 명도값( $G_{min}$ )과 가장 큰 명도값( $G_{max}$ )을 검색하여 명도값 분포 범위를 찾아내고, 이 범위에서 상위  $\alpha\%$ 에 해당되는 명도값을 임계값으로 결정하도록 하였다.

이렇게 얻어진 이진 차영상은 레이블링(labeling) 기법에 의해 연결 요소들을 그룹화 한다. 레이블링

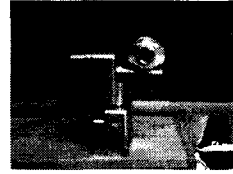
기법은 재귀적(recursive) 레이블링 알고리즘을 사용하였다. 일반적인 레이블링 방법은 한 화소 단위로 연결성을 검사하여 레이블링을 수행한다. 하지만 실제 현실 세계에서 얻어진 이진 차영상의 경우 연결성이 다소 떨어지는 특성을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 화소들의 연결성을 높이기 위해 영상을 일정한 크기를 갖는 블록으로 분할한 후 분할된 블록 단위로 재귀적 레이블링 알고리즘을 적용하는 블록 단위의 재귀적 레이블링 방법을 제안하고 사용하였다. 레이블이 부여된 영상에 있어 잡음 영역은 객체 영역보다 면적이 작게 나타날 것이므로 면적이 가장 큰 영역 두 개만을 선택하고 나머지는 잡음으로 간주하여 제거하였다. 남겨진 두 개의 영역 중 하나는 이전에 객체가 있다가 없어진 영역이고, 나머지 하나는 현재 객체가 존재하는 영역이다. 현재 객체가 존재하는 영역을 결정하는 기준은 영상의 중심 좌표로부터 각 영역의 중심이 멀리 떨어진 것을 선택하였다. 이것은 바로 이전의 추적 과정에서 이미 이전 객체는 영상의 중심부에 위치하게 되기 때문이다.

움직임 추정에 있어 현재 객체 영역과 이전 객체 영역이 분리되는 경우에는 영역의 중심(center)을 분리되지 않는 경우에는 center와 무게 중심점(centroid)의 평균 좌표를 영역의 중심점으로 결정하였다. 두 객체가 겹친 경우 centroid 값을 이용함으로써 객체의 이동 방향을 어느 정도 반영될 수 있도록 하였다.

### Ⅲ. 실험 및 결과 분석

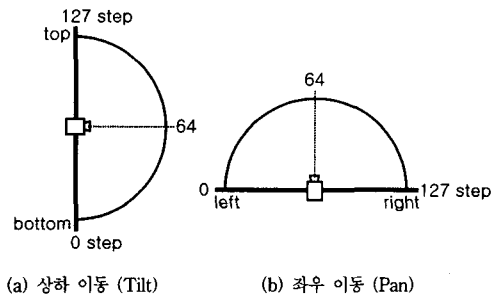
#### 1. 실험 환경 및 추적 장치

이동 객체의 움직임 추정 및 추적을 위한 시스템은 IBM 호환 PC에서 Visual C++ 언어를 사용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상은 충북대학교 컴퓨터 비전연구실 실내에서 획득한 영상을 사용하였다. 실험 영상의 크기는 320×240이다.



▶▶ 그림 2. 추적에 사용된 TransitRCM 장치

추적 실험에 사용된 Pan/Tilt 장치는 그림 2와 같은 Surveyor사의 TransitRCM 장치를 사용하였다. 이 장치는 초당 240°이상의 최대 제어 속도를 제공하며 고속의 위치 변경이 가능하다. 또한 그림 3가 같이 좌우 이동 및 상하 이동 범위는 각각 180°를 제공하는데 이 범위는 128단계로 나누어 제어된다.



(a) 상하 이동 (Tilt)

(b) 좌우 이동 (Pan)

▶▶ 그림 3. RCM 이동 범위 및 제어단위

### 2. 실험 및 성능평가 결과

실험은 이동 객체의 다양한 변화에 대해 움직임을 정상적으로 추정하고 추적하는지를 실험하였고, 시스템에서 가장 중요한 움직임 추정의 정확도를 평가하였다.

그림 4는 객체의 움직임이 많아 객체 영역을 분리할 수 있는 경우에 대한 실험 결과이며, 그림 5는 객체의 움직임이 작아 두 객체 영역을 분리할 수 없는 경우에 대한 결과이다. 그림5의 추적 결과에서 볼 수 있듯이 무게 중심점을 이용하여 객체의 이동 방향을 어느 정도 반영할 수 있었다. 그림 6은 객체의 크기가 변하는 경우에 대한 실험 결과이다.



(a) 이전 영상



(b) 현재 영상



(c) 움직임 추정 결과



(d) 추적 결과

▶▶ 그림 4. 실험 결과 (객체가 분리되는 경우)



(a) 이전 영상



(b) 현재 영상



(c) 움직임 추정 결과



(d) 추적 결과

▶▶ 그림 5. 실험 결과 (객체가 분리되지 않는 경우)



(a) 이전 영상



(b) 현재 영상



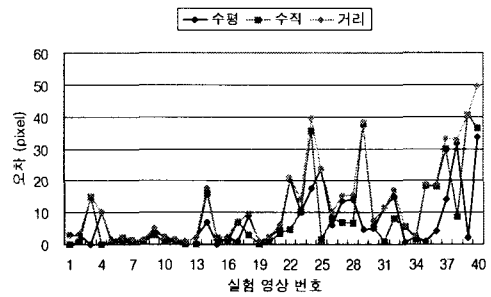
(c) 움직임 추정 결과



(d) 추적 결과

▶▶ 그림 6. 실험 결과 (객체 크기가 변하는 경우)

움직임 추정 기법의 성능 평가는 눈으로 확인된 객체의 중심과 검출된 중심점간의 거리 오차를 이용하였다. 실험 영상은 객체가 분리되는 경우(1~20번 영상)와 분리되지 않는 경우(21~40번 영상)를 각각 20개씩 선정하였다. 그림 7에서 알 수 있듯이 평균 거리 오차가 12.8 pixel로 대부분 객체의 중심 근처를 중심점으로 결정하였다.



▶▶ 그림 7. 실제 중심과 검출된 중심간의 오차

#### IV. 결론

본 연구에서는 차영상 기법을 이용하여 이동 객체의 움직임을 추정하고, Pan/Tilt 장치를 이용하여 객체를 추적할 수 있는 시스템을 구현하였다. 제안된 기법이 이동 객체의 다양한 움직임에 정상적으로 동작하는지를 실험한 결과 움직임 영역을 정상적으로 추정하였고 추적도 이루어 졌다. 제안된 기법의 성능을 평가하기 위해 수작업으로 확인한 객체의 중심과 검출된 중심점의 오차를 측정하였다. 40쌍의 영상에 대해 평가한 결과 평균 수평 오차가 7.2화소, 평균 수직 오차가 8.6화소, 거리 오차가 12.8 화소로 이동 객체 추적을 위한 움직임 추정 기법으로 적합함을 확인하였다. 사람이 실내에서 평상 속도로 움직이면서 실시간 추적 실험을 실시한 결과에서도 객체를 잃어버리지 않고 정상적으로 추적할 수 있었다.

## ■ 참고문헌 ■

- [1] Yusuke Takahashi, Toshio Kamei, "Object Tracking System with Active Camera", NEC Res. & Develop., Vol.43 No.1, 2002, pp.45-48.
- [2] Gian Luca Foresti, "Object Reconition and Tracking for Remote Video Surveillance", IEEE Trans. on Circuits & Systems for Video Technology, Vol.9 No.7, 1999, pp.1045-1062.
- [3] Youngseok Cho, Jushin Lee, "High Speed Tracking Algorithm of Moving Object", International Symposium on Industrial Electronics in Pusan, 2001, pp.1563-1568.
- [4] Shoichi Araki, Takashi Matsuoka, Naokazu Yokoya, Haruo Takemura, "Real-time Tracking of Multiple Moving Object Contours in a Moving Camera Image Sequence", IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E83-D No.7, 2000, pp.1583-1591.
- [5] 설성욱, "동적 환경에서의 강인한 다중 물체 추적 알고리즘", 부산대학교 대학원, 박사학위논문, 2003.
- [6] 오미숙, "이동 물체의 형태학적 해석에 기반한 움직임 정보 평가", 조선대학교 대학원, 박사학위논문, 2003.