

이동 객체 추적을 위한 움직임 영역 검출

Moving area detection for moving object tracking

오명관, 최동진*, 전병민*

해전대학, 충북대학교*

Oh Myoung-Kwan, Choi Dong-Jin*, Jun Byung-Min*

Hyejeon Coll, Chungbuk Univ*

요약

본 연구에서는 이동 객체 추적 시스템의 전처리 과정으로 움직임 영역을 검출하는 방법을 제안한다. 연속되는 영상으로부터 시간적으로 차이가 있는 두 개의 프레임을 얻은 후 이들의 이진 차영상을 구함으로써 움직임 영역을 검출한다. 차영상을 이용하는 경우 이전 프레임에서의 객체 영역과 현재 프레임에서의 객체 영역이 모두 검출된다. 추적 시스템에서는 카메라의 이동에 따라 배경이 변화되기 때문에 어느 영역이 객체의 현재 위치인지를 결정하는 방법이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 현재 프레임의 이진 에지영상을 구하고 이것을 차영상과 논리적인 AND 연산을 수행한다. 실험 결과 이동 객체의 움직임 영역을 정확히 검출할 수 있음을 확인할 수 있었다.

Abstract

In this study, we have proposed the method of moving area detection as the preprocessing step of moving object tracking system. First, we catch the two frames which are different at time in image sequence. We obtain the moving area by using their binary differential image. In differential image, the object area of previous and current frame is present. In the tracking system, the background is changed by camera motion. So, in this case we have to decide which moving area of object is current at time. We obtain the binary edge image of current frame by applying a threshold to the output of an edge detector. Then we performed logical AND operation between the edge image and differential image. As a result of this work moving area of object can be detected.

1. 서론

최근 컴퓨터 비전 분야에서 움직임을 검출하고 추적하는 시스템에 관한 관심이 점차 높아지고 있다. 이러한 연구는 보안 감시 분야는 물론 기상관측 시스템, 지능형 교통관제 시스템, 군사적인 분야 등 다양하게 활용되고 있으며 보다 높은 정확도와 고속 처리를 위한 많은 연구가 진행되고 있다[1].

보안 감시의 필요성이 증가함에 따라 이동 객체 검출 및 추적 기술은 보안 감시 분야에서 매우 중요한 기술로 대두되고 있다. 고전적인 보안 감시 시스템에서는 감시를 필요로 하는 지역에 카메라를 설치하고 감시 요원이 카메라를 통해 비쳐지는 화면을 육안으로 지켜보아야 했다. 하지만 이동 객체 검출 및 추적 기술의 적용으

로 인해 보안 감시의 자동화가 가능해지고 있다[2].

본 연구는 카메라를 상하 좌우로 조작함으로써 이동 객체를 추적하는 시스템을 구현하기 위한 전처리 과정으로 움직임 영역을 검출하는 방법에 관한 것이다. 시간적인 간격을 둔 두 개의 프레임을 이용하여 이진 차영상을 얻고 이것을 이용하여 움직임 영역을 검출한다. 차영상은 이전 프레임에서의 이동 객체 영역과 현재 프레임에서의 이동 객체 영역을 모두 포함한다. 어느 영역이 현재의 이동 객체 영역인지를 결정하기 위해 현재 프레임의 에지 영상을 구하고, 에지 영상과 차영상의 논리적인 AND 연산을 수행한다. 결과 영상을 이용하여 이동 객체의 움직임 영역을 검출하게 된다.

II. 이동 객체 인식 및 검출

본 장에서는 동영상으로부터 움직이는 객체를 인식하고 검출하는 원리에 대하여 알아보고 그에 따른 전처리 기법들에 대하여 기술한다.

1. 차영상 기법

차영상(differential image)은 두 프레임에서 동일한 위치에 해당되는 화소의 명도값 차이를 이용하는 것이다. 이것은 두 개의 그레이 스케일 영상(gray scale image)으로부터 임의의 임계값에 대하여 이진화된 이진영상(binary image)을 만드는 것이다[3][4].

차영상 방법에 있어 움직임 판단하는 근거는 이전 프레임과 현재 프레임에서 해당 화소의 명도값의 차이가 존재한다면, 어떤 움직임이 있다고 판단하는 것이다. 그러나 조명의 밝기 변화 또는 작은 잡음들도 움직임으로 잘못 인식하는 결과를 가져올 수도 있다. 이러한 오류를 방지하기 위해 히스토그램 평활화(histogram equalization)와 같은 전처리 작업을 수행하여야 한다.

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 프레임을 $I_{t-1}(x, y)$ 는 이전 프레임을 각각 의미한다. 또한 식(2)에서 $D(x, y)$ 는 이진 차영상이고, T_h 는 임계값을 나타낸다. 식(2)에서와 같이 차영상에 있어 좌표 x, y 에 위치한 화소의 값은 $\delta I(x, y)$ 의 값이 임계값 T_h 보다 크면 1로 그렇지 않으면 0으로 표현한다.

2. 에지 검출(Edge detection)

에지는 영상에서 화소의 밝기가 낮은 값에서 높은 값으로 또는 높은 값에서 낮은 값으로 변하는 지점을 의미한다. 즉 두 영역의 경계에 위치하는 점들로 한 영상

안에서 화소 값의 불연속으로 나타나게 된다.

에지에 해당하는 화소들을 찾아내는 과정을 에지 검출이라 한다. 에지 검출 방법은 가장 단순한 방법인 차연산을 이용한 방법과 1차 미분값을 이용한 방법, 2차 미분값을 이용한 방법 등이 있다. 이들 방법중 미분값을 이용한 방법들은 컨벌루션(convolution) 연산을 통하여 수행된다[5].

본 연구에서는 1차 미분값을 이용한 에지 검출 방법 중 Sobel 연산자를 사용하였다. Sobel 연산자는 가장 많이 사용되는 연산자 중의 하나로 수평이나 수직 에지 보다는 대각선 방향의 에지에 더욱 민감한 특성을 갖고 있다. 이 연산자는 마스크의 중심에 위치한 화소를 더 강조한다. 수평방향의 컨벌루션 마스크(mask)를 M_x , 수직방향의 마스크를 M_y 라고 할 때 Sobel 연산자는 다음과 같으며 영상의 에지 검출의 예가 그림 1에 보여져 있다.

$$M_x \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad M_y \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



(a) 원영상

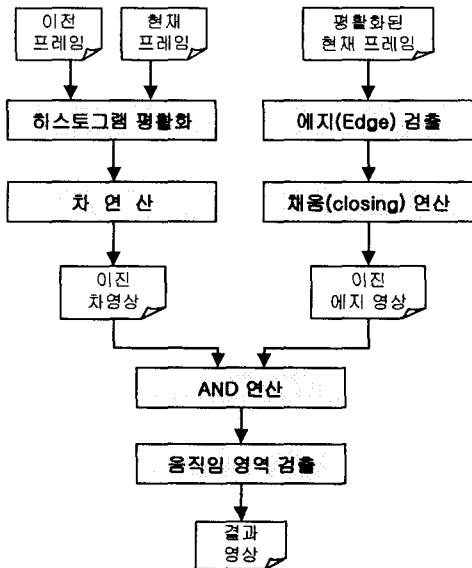
(b) 에지 영상

▶▶ 그림 1. Sobel 연산자를 이용한 에지 검출

III. 실험 및 결과 분석

1. 실험 환경 및 처리 순서

움직임 영역 검출을 위한 실험은 IBM 호환 PC에서 시뮬레이션 소프트웨어인 MATLAB V6.1을 이용하였고, 실험을 위한 영상의 크기는 512×512로 하였다. 단, 현재로서는 영상에 잡음이 없는 것으로 가정하였다.



▶▶ 그림 2. 시스템 처리 순서도

시스템의 단계적인 처리 순서는 그림 2와 같다. 우선 이전 프레임과 현재 프레임에 대하여 히스토그램 평활화를 수행한다. 히스토그램 평활화 과정은 조명 등의 외부 환경 변화에 대한 영향을 최소화하기 위한 과정이다. 평활화 과정을 거친 두 프레임에 대하여 차연산을 수행함으로써 이진 차영상을 얻는다. 이 때 이진 영상을 얻기 위한 임계값은 50으로 하였다. 임계값에 대한 결정은 여러 번의 실험 결과를 통해 선택된 값이다.

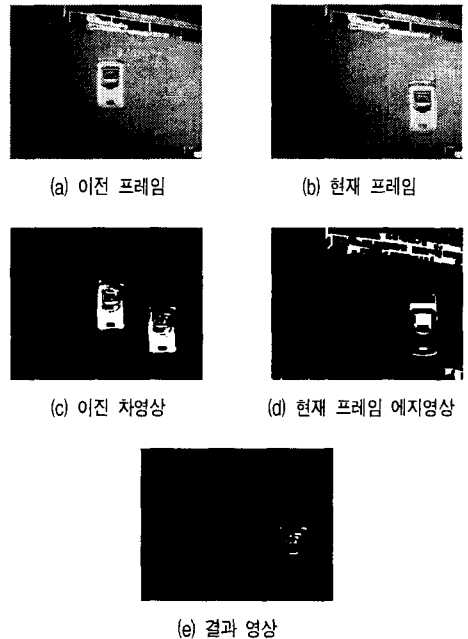
이렇게 얻어진 이진 차영상에는 이전 프레임에서의 객체 영역과 현재 프레임에서의 객체 영역이 함께 존재하게 된다. 따라서 어느 것이 현재 이동 객체에 관한 영역인지를 결정하기 위한 처리가 필요하게 된다. 이를 위해 본 연구에서는 평활화된 현재 프레임에 대한 이진 에지 영상을 구하고 이를 이진 차영상과 논리적인 AND 연산을 수행함으로써 현재의 이동 객체 영역을 결정한다[6]. 이 때 이진 에지 영상을 얻기 위한 임계값은 30으로 하였다.

채움(closing) 연산 과정은 한 화소 두께의 에지 영상을 형태학적 처리(morphological processing)인 채움 연산을 수행함으로써 에지의 두께를 보다 두껍게 만든다[7]. 이 과정은 논리적인 AND 연산을 수행함에서 있어 보다 나은 결과를 얻기 위한 부가적인 과정이다. 이

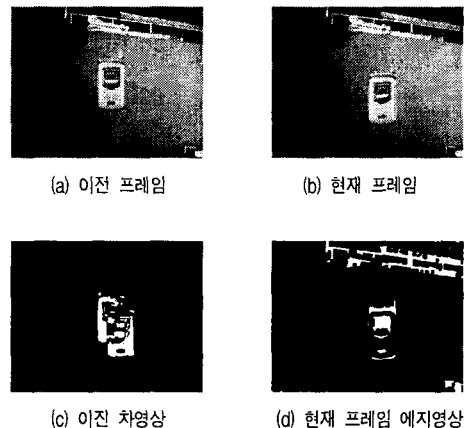
러한 AND 연산 결과로 얻어진 이진 영상으로부터 움직임 영역을 검출하게 된다.

2. 실험 결과 및 분석

단계적인 처리에 대한 결과는 그림 3, 그림 4와 같다. 그림 3은 이동 객체가 서로 떨어진 상황에 대한 결과이고, 그림 4는 객체가 서로 겹친 상태에 대한 결과이다.



▶▶ 그림 3. 실험 결과(객체가 떨어진 경우)





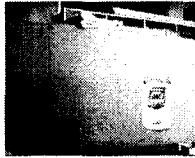
(e) 결과 영상

▶▶ 그림 4. 실험 결과 (객체가 겹쳐진 경우)

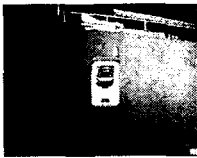
외부 조명의 밝기 변화에 대한 영향을 최소화하기 위한 히스토그램 평활화 과정에 대한 실험 결과는 그림 5와 같으며, 그림에서 볼 수 있듯이 밝기 변화에 무관하게 정상적인 결과를 얻을 수 있었다.



(a) 이전 프레임



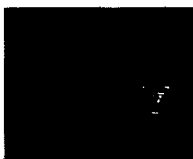
(b) 현재 프레임



(c) 평활화된 이전 프레임



(d) 평활화된 현재 프레임



(e) 결과 영상

▶▶ 그림 5. 히스토그램 평활화 과정 결과

IV. 결론

본 연구는 이동 객체에 대한 움직임 영역을 검출하는 방법을 제안한 것으로 카메라를 상하좌우로 조작하여 이동 객체를 추적하는 시스템의 전처리 과정으로 활용할 수 있음을 확인하였다. 시간적인 차이를 가지고 얻어진 두 프레임에 대한 이전 차영상을 이용하였다. 이전 차영상의 경우 이전 프레임에서의 객체 영역과 현재 프

레이미에서의 객체 영역이 모두 검출된다. 객체의 현재 영역을 결정하기 위하여 현재 프레임의 에지 영상을 구하고 이를 차영상과 AND 연산을 수행하였다. 또한 조명 등 외부 환경의 밝기 변화에 무관하도록 히스토그램 평활화 과정을 두었으며 실험 결과 밝기 변화에 무관하게 움직임 영역을 정확히 검출할 수 있었다.

본 연구에서는 실험 영상에 잡음이 존재하지 않는 것으로 하였으나 향후에는 스파이크 잡음 등 잡음이 존재하는 영상에 대해서도 동일한 결과를 얻을 수 있도록 잡음 처리 과정을 추가하여야 할 것이다.

■ 참고문헌 ■

- [1] 오미숙, "이동물체의 형태학적 해석에 기반한 움직임정보 평가", 박사학위논문, 조선대학교 대학원, 2003.
- [2] 박천주, "움직임 검출의 캠 제어에 의한 웹기반 이동 객체 추적", 한국콘텐츠학회논문지, 제2권, 제2호, pp.17-26, 2002.
- [3] 양영수, "개선된 차영상 분석기법을 이용한 움직임 검출", 석사학위논문, 제주대학교 대학원, 2001.
- [4] 박병욱, "이동 객체 추적에 관한 연구", 석사학위논문, 동의대학교 대학원, 2001.
- [5] 천인국, 윤영택, "기초편 영상처리", pp.123-148, 기한재, 1998.
- [6] Don Murray, Anup Basu, "Motion Tracking with an Active Camera", IEEE Trans. on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 16, No. 5, pp.449-459, 1994.
- [7] Gregory A. Baxes, "Digital image processing : principles and applications", John Wiley & Sons, Inc., pp.127-137, 1994