조명변화에 강인한 에지기반의 움직임 객체 추출 기법*

도 재 수**

요 약

의미있는 객체를 배경과 분리하는 영상분할기법은 침입자 경보 시스템, 교통 감시 시스템 등에서 중요한 역할을 담당하며, 일반적으로 공간적 동질성이나 시간적 정보를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다. 시간적 정보를 이용하는 방법은 프레임간의 화소값이나 에지성분을 이용한다. 화소값 이용은 간단하며 효과적이나 조명 변화 등이 발생할 경우 움직임 검출이 어렵고 에지성분의 이용은 조명의 영향을 받지 않지만 복잡하며 잡음처리에 어려운 점이 있다. 따라서 본 논문은 카메라가 고정된 감시 시스템에서 화소값 비교와 에지 정보를 이용하여 조명 등의 영향을 최소화하는 움직임 객체 추출 방법을 제안한다. 이는 조명변화와 배경영상의 존재여부에 따라 세 가지 움직임 객체 추출 방법을 달리 적용하며, 투영과 형태 처리 연산자를 사용하는 후처리 과정을 거친 후 움직임 객체를 추출한다. 모의실험 결과 제안알고리즘은 조명변화가 발생하더라도 객체 추출의 결과가 우수함을 보이고 있다.

A Robust Algorithm for Moving Object Segmentation in Illumination Variation

Jae Su Do**

ABSTRACT

Surveillance system with the fixed field of view generally has an identical background and is easy to extract and segment a moving object. However, it is difficult to extract the object when the gray level of the background is varied due to illumination condition in the real circumstance. In this paper we propose the segmentation algorithm to extract effectively the object in spite of the illumination change. In order to minimize the effect of illumination, the proposed algorithm is composed of three modes according to the background generation and the illuminational change. Then the object is finally obtained by using projection and the morphological operator in post-processing. A good segmentation performance is demonstrated by the simulation result.

Key words : Change Detection Mask, Moving Object Segmentation

* 본 연구는 2006학년도 동국대학교 연구년 지원에 의하여 이루어졌음.
** 동국대학교 컴퓨터 · 멀티미디어학과 교수

1. 서 론

오늘날 배경과 의미있는 객체를 분리하는 영상 분할기법은 멀티미디어 응용, 내용 기반 비디오 코딩, 영상 인식, 그리고 영상 추적 기술 등에 많이 이용되어진다. 특히 비디오 감시 시스템에서 물체의 움직임 탐지 및 분할은 침입자 감시 시스템, 교통 감시 시스템 등 비디오 기반의 응용 분야에서 중요한 역할을 하고 있다.

전통적인 영상 분할은 일반적으로 공간적 동질성을 이용한 방법과 시간적 정보로부터 움직임 탐지를 이용한 방법으로 나눌 수가 있다. 공간적 동질성을 이용한 방법은 형태학적인 모폴로지 필터(morphological filter)를 이용하여 영상을 간략화를 하고 watershed 기법 등을 이용하여 영역의 경계선을 결정하는 것이다. 그리고 움직임 예측을 통하여 영역의 움직임 벡터를 계산한 후 비슷한 움직임벡터를 가진 영역을 통합하여 움직임 객체를 구한다[1, 2]. 하지만 이러한 방식은 움직임 예측과 watershed 방법으로 인해 과도한 계산량을 가진다. 시간적 정보로부터 움직임 탐지를 이용하는 방법은 프레임차이로부터 움직임 정보를 찾아내어 변화 검출 마스크 등을 구하여 영상 분할을 하는 것이다[3-9].

비디오 감시 시스템과 같이 고정된 배경영상을 가지는 환경에서는 시간적 정보로부터 움직임을 탐지하는 기법을 많이 사용하는데, 이는 프레임간 화소값 차이를 이용하여 변화된 영역을 쉽게 검출할 수 있고 검출된 영역의 정보를 통하여 객체 추출이 용이하기 때문이다. 차영상은 연속 영상들간이나 배경영상과 현재 영상의 화소값 차이를 이용하여 구한다. 배경과 현재영상의 차이를 이용하여 객체를 추출하는 것은 간단하고 잡음에 강한 우수한 성능을 보이나 조명변화가 발생한 경우에는 정확한 객체 추출이 어렵다는 단점이 있고, 연속영상의 차성분의 에지성분을 이용하는 경우에는 조명변화에 따른 영향은 적으나 잡음 등에 민감하여 잡음 제거 등의 다른 처리기법이 필요하다.

Meier 등은 차영상에서 조명변화에 비교적 영향을 받지 않는 에지정보를 구하여 객체를 추출하였다[5]. Chien 등은 누적된 차영상을 이용하여 신뢰할 만한 배경을 생성하고 현재 영상과 배경영상을 비교하여 객체를 추출하였다[6]. Kim 등은 객체의 에지성분을 움직임 정보를 가지고 있는 동적 에지정보와 움직임 정보가 없는 정적 에지영역으로 구분하여 객체의 정보를 구하였다[7]. Pan 등은 차영상을 3*3 블록으로 구분하고 블록내 4차원 모멘트(moment)의 값을 문턱치와 비교하여 조명변화에 따른 영향을 줄였다[8]. 그러나 모든 영역에 동일한 문턱치를 사용하므로 배경과 객체를 정확히 분리하지 못하는 단점이 있다.

본 논문에서는 고정카메라 시스템에서 조명 등에 의해 영상의 밝기값이 변하더라도 객체 추출 방법을 달리하여 객체를 정확히 추출할 수 있는 객체 추출 방법을 제안한다.

조명 변화에 따른 영향을 최소화하기 위하여 조명 변화 판단여부와 배경영상의 생성 여부에 따라 각기 다른 3가지 움직임 객체 검출 방법을 제안한다. 먼저 신뢰할만한 최초의 배경영상은 필요하다. 첫 번째로 배경영상이 존재하는 상태에서 조명의 변화가 없는 경우에는 배경 차영상 방법을 사용하여 객체의 에지성분을 구한다. 이는 배경영상과 현재 영상의 화소값 차이를 이용한 것이다. 두 번째로 조명 변화가 발생한 순간으로 조명변화로 인해 영상의 화소값을 이용하지 못하므로, 배경에지 제거 방법으로 객체의 에지를 추출한다. 마지막으로 조명밝기의 변화는 없으나 신뢰한 만한 배경영상이 존재하지 않는 경우로, 연속 프레임간의 차영상 에지정보를 이용한 연속 차영상 에지방법을 사용하여 객체의 에지를 추출한다. 이 방법은 새로운 배경영상을 완전히 생성될 때까지 계속 적용한다. 이와 같은 일련의 동작 후 새로운 배경영상이 생성되면 배경 차영상 방법을 이용하여 객체에지를 추출한다. 그리고 형태 처리 연산을 이용하여 최종

객체를 추출하였다.

제안 알고리즘은 배경영상이 존재하는 경우 배경영상과의 화소값을 비교함으로써 적은 연산량으로 우수한 결과보이며, 조명변화에 의해 신뢰할만한 배경영상이 없다면 에지성분을 이용하므로 연산량이 많아지고 추출성능이 다소 떨어진다. 하지만 실제 환경에서는 조명변화가 자주 있지 않으므로 대부분 화소값을 비교하는 방법이 적용될 것이다.

제안 방법의 검증을 위하여 테스트 이미지와 실영상에서 조명변화를 가하여 모의실험을 행하였다. 모의실험 결과 실제 상황에서 조명변화가 발생하더라도 객체 추출의 결과가 향상됨을 확인하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 기존 객체 추출 방법에 대해 살펴보고 제 3장에서는 조명변화들을 고려하여 움직임 객체 추출기법을 달리 적용하는 알고리즘을 제안하였으며, 제 4장과 제 5장에서는 제안알고리즘의 결과 및 결론을 보이고 있다.

2. 관련 연구

원하는 객체를 얻기 위한 영상 분할 기법으로는 공간정보를 이용하거나 시간정보를 이용하는 방법으로 구분할 수 있다. 일반적으로 공간정보를 이용하는 방식은 움직임 예측 등을 위해 과도한 계산을 필요로 하는 단점이 있으므로 실시간처리를 필요로 하는 분야에서는 연속된 두 영상의 차이를 객체추출에 이용하는 시간정보 이용방식이 보다 효과적이라 할 수 있다.

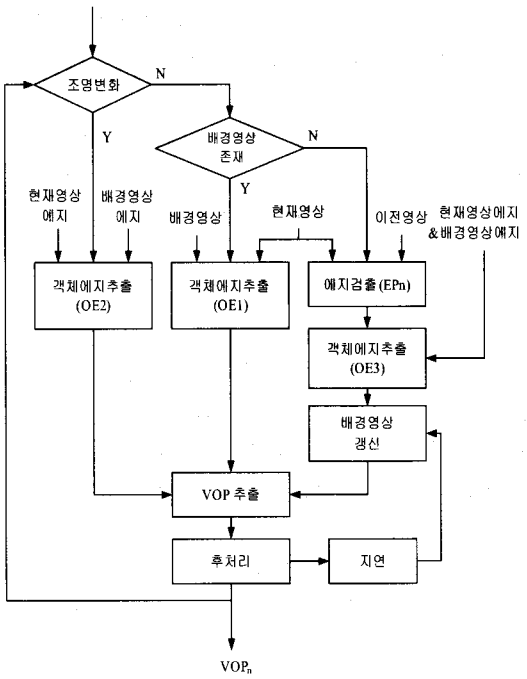
Chien 등은 차영상을 누적하여 배경영상을 생성하고 현재 영상과 배경영상을 비교하여 객체를 추출하였다[6]. 그리고 객체의 경계를 부드럽게 하고 잡음영역을 없애기 위해 구해진 객체마스크에 후처리 과정을 거친다. 그리고 후처리기울기필터를 사용하여 배경에 객체 그림자처리를 하였다. 이는 객체의 그림자 처리를 위해 필터를 사용해야 하며, 객체의 빠른 이동시 추출효과가 떨어지는 단점을 가진다.

Kim 등은 객체의 경계를 이루는 에지성분을 구한 다음 형태처리 연산과정을 통하여 객체를 추출하였다[7]. 객체의 에지성분은 동적성분과 정적성분으로 구분되는데 동적성분은 현재 프레임에서 움직임이 존재하는 객체의 에지성분을 의미하며 정적성분은 움직임이 없는 객체의 에지성분을 나타낸다. 동적성분은 연속 프레임간 차영상의 에지 성분과 현재 프레임의 에지성분과 중복되는 에지성분이며, 움직이는 객체에서 움직임이 있는 에지성분만을 추출한 것이다. 그리고 정적 영역검출과정은 다음과 같다. 현재 프레임의 에지성분에서 배경영상의 에지성분을 제거하여 배경이 제거된 에지영상을 구한다. 이 배경이 제거한 에지영상과 이전 프레임의 객체 에지와 중복되는 에지성분을 정적성분으로 구하였다. 이것은 현재 프레임의 객체에서 움직임이 전혀 없는 객체의 에지만을 추출한 것이다. 이 방법은 반드시 신뢰할만한 하나의 배경영상이 필요하다.

에지성분은 객체의 경계를 이루는 경계에지성분만을 포함함으로 세로 및 가로 라인의 경계점 사이의 빈공간을 에지점으로 채움으로써 객체의 형태를 구하였다. 그리고 형태 처리 연산을 통하여 객체의 경계를 부드럽게 하고 잡음 등을 제거하였다.

3. 객체 추출 알고리즘

영상 회의나 비디오 감시 시스템은 카메라가 고정된 환경이며, 이런 환경에서 연속된 프레임들의 배경영상은 동일하지만 배경 영역의 밝기값은 조명 변화에 의해 변경될 수 있다. 따라서 조명이 변하더라도 객체 추출 방법을 달리하여 효과적으로 객체 추출을 할 수 있는 알고리즘을 제안한다.



(그림 1) 제안된 방법의 블록도

본 논문에서 제안된 알고리즘의 블록다이어그램은 (그림 1)과 같다. (그림 1)의 블록다이어그램은 크게 2단계로 나누어진다. 먼저 조명변화가 있을 경우와 없을 경우를 고려하였고, 조명변화가 없는 경우 신뢰할만한 배경영상의 존재 여부에 따라 추출방법을 달리하였다. 그러므로 조명 변화의 발생 여부와 배경영상의 존재 여부 판단에 따라 3가지 객체 추출방법을 적응적으로 선택하였다. 최종적으로 획득된 이진화 영상에 형태 처리 연산자를 이용하여 객체를 추출하는 마지막 과정을 거친다.

3.1 배경변화판단

비디오 감시 시스템에서 차영상을 사용한 객체 추출은 영상에서 새롭게 나타난 객체를 정확하게 찾을 수 있는 중요한 기법이다. 차영상 방법은 단순히 영상의 밝기값을 비교하거나 영상의 에지성분을 비교하는 방법으로 나눌 수가 있다. 밝기값 차이만으로 객체를 추출하는 방법은 에지를 사용하는 것보다 객체 추출의 결과와 연산량에서 많은 이점을 가지고 있지만 조명이나 기타 다른 요인으로 인하여 배경의 밝기값이 변화되는 경우에는 사용할 수 없다. 그러므로 조명의 변화가 발생하는 경우에는 에지 정보를 이용하여 객체 추출을 하는 것이 바람직하다.

따라서 조명변화여부는 객체 추출 방법 선택에 중요하다. 조명이 변하면 배경영상이 변하게 되므로 배경영상의 갱신이 필요하게 된다. 현재 프레임의 조명 변화 여부는 움직임 객체 영역을 제외한 나머지 영역의 밝기값의 평균 변화율이 일반적인 카메라 잡음 등에 의한 문턱값을 넘게 되면 변화가 있다고 판단하였다. 본 논문의 실험에서는 문턱값으로 10을 사용하였으며 움직임 객체는 이전 프레임의 움직임 객체를 사용하였다.

3.2 에지 정보 추출 방법

객체의 에지 검출은 조명변화와 배경영상의 생성여부에 따라 배경 차영상, 배경 에지제거 방법 그리고 연속 차영상 에지방법으로 구성되어 있다. 처음 신뢰할만한 최초 배경영상은 반드시 필요하며, 처음 다섯 프레임동안의 평균 화소값으로 배경영상을 구하였다.

3.2.1 배경 차영상 방법

배경 차영상 방법은 신뢰할 만한 배경영상이 존재하고, 조명의 변화 등에 의한 밝기값 변화가 발생하지 않은 경우에 객체의 에지를 획득하는 방법이다. 이 방법은 영상의 잡음에 강하고 에지정보를 이용하는 것보다 연산량에서 많은 이득이 있다[9].

생성된 배경영상과 현재 영상의 밝기 차이값을 이용하여 각 픽셀 위치에 대한 절대값을 획득한다. 획득된 차영상에 Canny[10] 연산자를 이용하여 차영상의 에지영상을 획득한다. 차영상의 에지는

$$OE1_n = \Phi|F_n - B| \quad (1)$$

와 같다. 여기서 F_n는 현재 영상, B는 배경영상을 의미한다. Φ는 Canny 연산자를 이용한 에지 검출을 나타내며, $OE1_n$는 차영상에 Canny 연산자를 이용하여 얻은 객체의 에지 영상이다.

3.2.2 배경에지 제거 방법

조명 변화에 의하여 배경영역의 밝기값 변화가 발생할 경우, 영상의 화소값을 비교하는 것은 잘못된 객체를 추출할 수 있기 때문에 현재 영상의 에지와 배경영상의 에지를 사용하여 객체의 에지를 추출한다. 이 방법은 조명변화가 발생하는 순간에만 적용한다.

조명이 변화되는 순간에 에지정보를 이용한 것은 조명 변화에 대한 에지정보의 변화량이 적은 것을 이용한 것이다. 따라서 카메라가 고정된 시스템에서 조명이 변화되는 경우에 밝기값의 차영상을 사용하는 것보다 에지를 사용한 방법이 더 좋은 결과를 얻을 수 있다.

현재 영상에서 배경에지 제거 방법을 이용하여 객체의 에지를 획득하는 방법은 다음과 같다. 우선 현재 영상의 에지와 배경영상의 에지는 각각의 영상에 Canny 연산자를 이용하여 획득한다.

두 에지 영상의 차이값은 획득된 현재 영상의 에지값과 배경영상의 에지값의 차(BFE_n)로 나타난다. 랜덤 잡음, 카메라 잡음, 그리고 조명 변화에 의하여 발생된 잡음의 영향을 줄이기 위하여, 객체의 에지는 이전 객체의 영역을 9*9로 확장하여 탐색 영역을 찾고, 탐색 영역 내에서 아래 조건문을 이용하여 최종적인 객체의 에지를 추출한다. 객체의 에지를 추출하는데 사용된 조건문은

$$OE2_n(i,j) = \begin{cases} 1, & \text{if}((BFE_n(i,j) > T_r) \text{ and } (FE_n(i,j) \geq T) \\ & \text{and}(BE(i,j) < T)) \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

와 같다. 여기서 $OE2_n(i,j)$는 추출된 객체의 에지이다. $FE_n(i,j)$와 $BE(i,j)$는 각각 현재 영상과 배경영상의 에지이다. T_r은 배경영상의 에지 주위의 잡음을 제거하기 위하여 사용한 문턱값으로 실험에서는 10을 사용하였다. T는 Otsu[11]의 알고리즘으로 추출된 문턱값이다.

3.2.3 연속 차영상 에지 방법

실내조명 점등과 같은 조명변화가 발생한다면, 조명변화 순간 이후 연속 영상에서 배경영역 밝기값의 변화는 없지만 기존 배경영상은 신뢰할 수 없게 된다. 그러므로 연속 차영상 에지방법으로 객체 에지를 추출하면서, 각 프레임에서는 배경영역의 정보를 등록하여 배경영상을 생성시킨다. 수 프레임 뒤에 배경영상이 완전히 생성되면 배경차영상을 이용한 방법으로 객체의 에지를 추출하게 된다.

배경영상이 만들어지지 않았기 때문에 배경 차영상을 이용할 수 없으나, 객체가 움직인 영역의 정보는

$$ED_n = \Phi|F_n - F_{n-1}| \quad (3)$$

을 이용하여 움직임이 있는 영역에 대한 에지정보를 얻을 수 있다. 여기서 F_n와 F_{n-1}는 현재 프레임과 이전 프레임을 나타내며, ED_n(Edge of Difference)는 연속 차영상의 에지영상을 나타내고, Φ는 Canny 에지 연산자를 나타낸다. 이 결과 영상은 움직임 변화가 발생한 객체의 경계부분 성분만을 가지게 된다. ED_n와 FE_n를 이진화 한 후 에지로 같이 포함되는 화소 $EP_n(i,j)$)를 찾는다. 이렇게 추출된 에지정보는 움직임이 있는 영역에 대한 정보만을 가지고 있다. 따라서 움직임이 없는 영역에 대한 에지정보를 획득해야 완전한 객체의 에지정보를 획득하게 된다. 움직임이 없는 영역에 대한 에지정보는 배경에지 제거 방법으로 객체의 에지 $OE2_n(i,j)$를 획득한다. 움직인 영역과 움직임이 없는 영역에 대한 에지정보를 획득한 후, 최종적인 객체의 에지는

$$OE3_n(i,j)=\begin{cases}1, & \text{if}((EP_n(i,j)\equiv true)\\ & \text{or}\ (OE2_n(i,j)\equiv true))\\ 0, & otherwise\end{cases} \quad (4)$$

와 같이 획득한다. 여기서 $OE3n(i,j)$는 획득된 객체의 에지이다. 하지만 이 방법은 배경 차영상 방법보다 연산량이 많은데, 이것은 움직인 영역과 움직임이 없는 영역에 대한 정보를 따로 획득해야만 전체적인 객체의 에지를 추출할 수 있기 때문이다.

객체의 에지를 추출한 후 새로운 배경영상 생성 과정을 거친다. 배경영상을 생성시키는 경우, 먼저 연속 차영상과 이전 프레임 객체의 영역 정보를 이용하여 배경영상 생성에서 불필요한 영역을 추출해야 한다. 배경 생성의 영역에서 제거되는 영역은

$$\nabla_n(i,j)=\begin{cases}1, & \text{if}((FD_n(i,j)>T)\\ & \text{or}\ (O_{n-1}(i,j)\equiv true))\\ 0, & otherwise\end{cases} \quad (5)$$

을 이용하여 추출한다. 여기서 $\nabla_n(i,j)$은 배경영역의 생성에서 제거되는 영역이 되며, $FD_n(i,j)$는 연속 프레임의 차이값이며, $O_{n-1}(i,j)$는 이전 프레임의 객체 영역이다. T는 Otsu의 알고리즘으로 얻은 문턱값이다. 배경영역으로 생성시킬 영역은 $\nabla_n(i,j)$를 제외한 나머지 영역이 된다. 획득된 배경 생성 영역이 연속 프레임 동안 배경영역으로 판별되어 정해진 횟수이상으로 연속적으로 누적되면

$$B_{New}(i,j)=\frac{1}{M}\sum_{k=N}^{N+M}F_k(i,j) \quad (6)$$

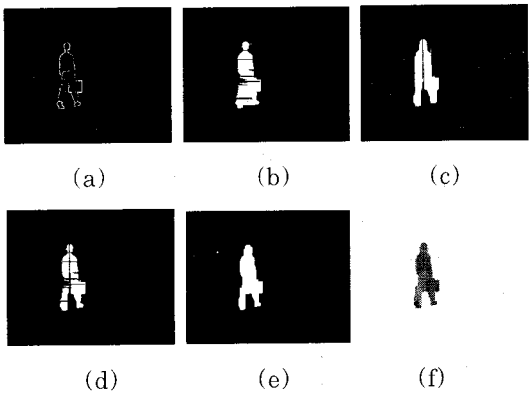
을 이용하여 배경영역의 밝기값을 구한다. 이와 같은 배경 갱신과정은 화소단위로 개별적으로 진행되어진다. 여기서 $B_{New}(i,j)$는 갱신되는 배경영상의 밝기값이 되며, $F_k(i,j)$는 k번째 프레임의 밝기값이 된다. N은 배경영사 갱신을 시작하는 프레임 번호가 되며 M은 총 누적시킨 횟수를 나타내다. 본 논문에서 M은 15를 사용하여 모의실험을 하였다. 갱신되는 배경영역 비율이 전체 영역의 99% 이상이 되면 배경이 갱신되었음을 간주하고 배경 갱신과정을 종료한다.

3.3 영상 형태 처리 연산을 이용한 객체 추출

이전 단계에서 얻어진 에지영상은 움직임 객체의 테두리만을 포함하고 있으므로 완전한 객체를 얻기 위해서는 형태 처리 연산을 통하여 객체의 형태를 구한 후, 잡음 등을 제거하여야 한다.

객체의 형태를 구하기 위해 수평 라인의 시작 에지점과 마지막 에지점을 찾고 그 사이를 모두 에지점으로 채우고, 수직 라인에 대헤서도 같은 과정을 거친다. 그리고 수평 라인과 수직 라인에 모두 포함된 에지점들의 집합을 객체의 형태로 정의한다. 그리고 영상 형태 처리 연산을 수행하여 객체 영역에 남아있는 잡음과 매끄럽지 못한 경계 영역의 처리를 함으로써 최종적인 객체 영역을 획득하게 된다.

(그림 2)는 후처리 과정의 결과 영상을 표현한 것이다. 후처리 과정에서 사용된 형태 처리 연산은 채움(closing)과 제거(opening)[11]를 사용했으며, 사용 순서는 채움 연산을 수행한 후 제거 연산을 하였다. 채움 연산은 9×19 크기의 마스크를 사용하였으며, 제거 연산은 5×7 크기의 마스크를 사용하여 연산을 하였다.



(그림 2) (a) 이진화된 에지영상, (b) 수평성분영상, (c) 수직성분 영상, (d) AND영상, (e) 형태 처리한 영상, (f) 추출된 결과 영상

4. 실험 결과 및 고찰

모의실험에 사용된 영상은 MPEG-4 실험용 영상인 홀 모니터(HALL MONITOR)와 실제 환경에서 촬영한 실험영상이며, 영상의 크기는 352×288 사이즈이다. 실험영상은 실제 환경에서 소니사의 DCR-TRV310을 고정시킨 상태에서 구하였고, 홀 모니터 영상은 300프레임, 실험영상은 628프레임을 사용하여 모의실험을 행하였다.

제안한 객체 추출 알고리즘의 객관적인 평가를 위하여 Chien[7]등이 사용한 화소 기반의 화질 평가 방법을 사용하였다. 객체 추출의 평가는 아래 식 (7)과 같이 에러율(*Error Rate*)로 계산하였고 계산식은

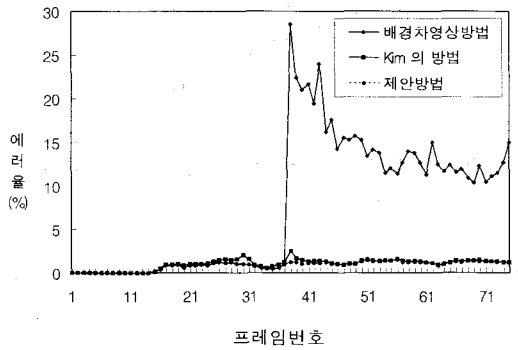
$$\text{에러율}[\%] = \frac{\sum_{(i,j)} (I_n^{ref}(i,j) \oplus I_n^{seg}(i,j))}{\sum_{(i,j)} I_n^{ref}(i,j)} \times 100 \quad (7)$$

와 같다. 여기서 $I_n^{ref}(i,j)$는 n번째 프레임의 참조 영상이며, $I_n^{seg}(i,j)$는 n번째 프레임의 객체 추출 결과 영상이다. 그리고 ⊕는 배타적 논리합(exclusive-OR) 연산을 나타낸다.

제안 알고리즘의 성능평가를 위해 홀 모니터 영상을 사용하였으며, 실내조명이 켜진 경우를 가정하여 영상에 인위적으로 밝기값 변화를 주었다. 발생한 조명의 위치는 좌측 위쪽이며, 조명 밝기 변화의 크기는 발광체 주위는 +50이며 발광체에서 멀어질 수로 감소하여 가장 먼 거리는 +20의 변화값을 갖도록 이미지를 처리하여 구하였다. 그리고 38번째 프레임에서 300번째 프레임까지 동일하게 밝기변화를 주었다.

이 홀모니터 영상에 대한 Kim의 방법[7]과 제안 알고리즘의 실험결과는 (그림 3)과 같다.

객체 추출 방법들 중 배경 차영상 방법과 Kim의 방법 및 제안방법으로 객체 추출을 행하였다. 전 프레임에 걸쳐 배경 차영상만을 이용한 방법은 조명의 변화가 발생된 38번째 프레임부터 객체 추출의 결과가 현저히 나빠진 것을 알 수 있다. 또한 Kim의 방법은 항상 연속 프레임의 차영상으로 객체를 추출함으로 조명이 변화되는 38번째 프레임 순간에 결과가 나빠지는 것을 확인할 수 있다.



(그림 3) 기존방법과 제안방법의 비교결과

하지만 제안된 방법은 지속적으로 낮은 에러율을 보여준다. 제안된 방법은 처음에는 배경 차영상 방법으로 객체를 추출하였고, 조명이 변화되는 38번째는 배경 에지 제거 방법을 사용하였다. 그 후 조명변화가 없는 순간부터 배경영상을 생성시키기 전인 269번째 프레임까지는 연속 차영상 에지 방법을 이용하면서 배경영상 갱신을 수행하였고, 배경이 생성된 270번째부터는 배경 차영상 방법으로 객체를 추출하였다.

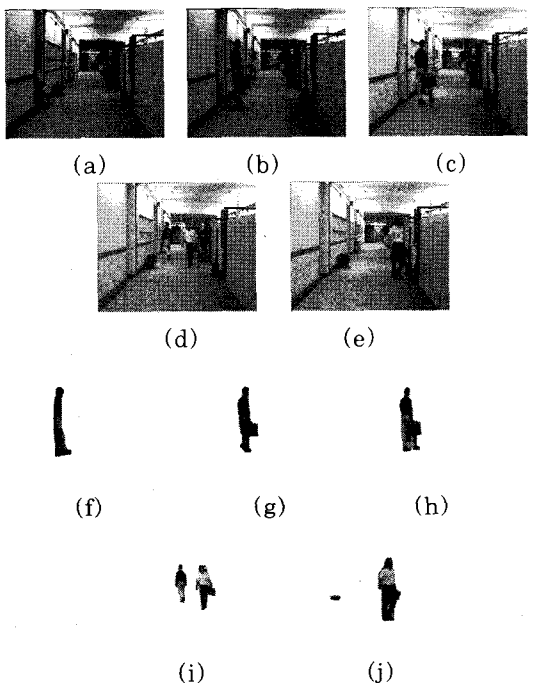
<표 1>은 (그림 3)에서 사용한 실험영상으로 프레임당 평균연산량을 비교한 것이다. 배경 차영상방법과 배경 갱신을 포함하는 연속 차영상 에지 방법 및 제안방법에 의한 연산량을 kim의 방법과 비교하였다. VOP 추출과 후처리 과정은 제외하였다. 모의실험에서는 전체 300프레임중 약 78% 정도의 프레임이 연속 차영상 에지방법으로 객체를 추출하면서 배경을 갱신하였고 나머지 22% 프레임은 배경 차영상으로 객체를 추출하였다.

표에서 볼 수 있듯이 제안 알고리즘은 조명 변화가 거의 없는 실내 환경에서 매우 효율적인 알고리즘이다. 조명변화가 없을 경우 화소값 비교를

이용하는 배경 차영상 방법을 실행하고 조명변화가 발생하면 연속 차영상 방법을 수행하면서 새로운 배경영상 생성과정을 같이 수행함으로 연산량이 증가한다. 하지만 이는 300프레임 정도만을 비교한 것이다. 실제 환경에서는 대부분의 관측시간이 조명변화가 없는 상태임을 감안하면 대부분 화소값 비교 방법만을 이용함으로 실제 연산량은 배경 차영상 방법의 연산량에 근접하게 된다.

〈표 1〉 홀모니터영상의 프레임당 평균연산량

	배경차 영상방법	배경갱신& 연속차영상에지방법	Kim 방법	제안방법
덧셈	621,576	1,243,152	1,141,776	1,106,405
곱셈	455,175	917,108	910,350	815,483

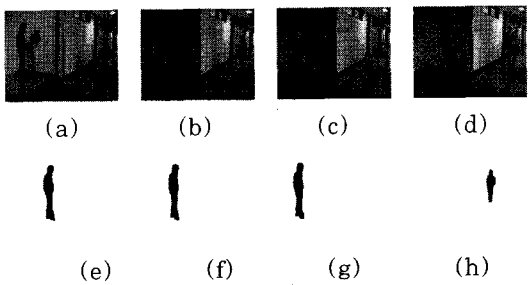


(그림 4) (a) 20번째 원영상, (b) 34번째 원영상, (c) 38번째 원영상, (d) 217번째 원영상, (e) 291번째 원영상, (f) 20번째 결과 영상, (g) 34번째 결과 영상, (h) 38번째 결과 영상, (i) 217번째 결과 영상 (j) 291번째 결과영상

(그림 4)는 제안방법으로 추출된 홀 모니터의 결과 영상을 나타낸 것이다. (그림 4)의 (g)는 조명변화가 있기 전의 결과 영상이며 (그림 4)의 (h)는 조명 변화가 순간적으로 발생한 경우이므로 배경에지 제거 방법으로 추출한 결과 영상이다. (그림 4)의 (i)는 조명이 변화된 이후, 배경영상이 생성되지 않은 경우이므로 프레임 연속 차영상 에지 방법 및 배경에지 제거방법에 의한 결과 영상이다. (그림 4)의 (j)는 배경영상이 생성되어 배경 차영상 방법에 의한 결과 영상을 나타낸 것이다.

(그림 5)는 실제 환경에서 촬영한 실험영상이다. 150번째 프레임에서 보행자가 조명을 끄고 지나가는 설정이다. 발광체의 위치는 좌측 위쪽에 있으며, 조명 변화의 크기는 영상내 좌측의 경우 50이상이었으며, 우측의 경우 10이하의 변화가 발생하였다. (그림 5)의 결과 영상들은 (그림 4)와 같은 처리 과정을 거쳐 얻어졌다.

모의 실험결과 조명의 변화에 대하여 적응적인 객체 에지 추출 방법을 선택하여 객체를 추출함으로써 조명 변화에 강인한 결과를 얻을 수 있었다.



(그림 5) (a) 149번째 원영상, (b) 150번째 원영상, (c) 151번째 원영상 (d) 566번째 원영상, (e)149번째 결과 영상, (f) 150번째 결과 영상, (g) 151번째 결과 영상, (h) 566번째 결과 영상

5. 결 론

비디오 감시 시스템에서는 물체의 움직임 탐지

및 추출을 위해 일반적으로 시간적 정보를 사용한다. 하지만 조명 등의 변화는 시간정보의 손실을 의미하므로 이에 대한 보완이 요구되어진다.

본 논문에서는 고정 비디오 감시 시스템에서 조명변화 등의 외부 환경 변화에도 움직임이 있는 객체를 효과적으로 추출하는 방법을 제안하였다. 조명변화가 없는 상태에서는 배경영상과 현재 영상의 화소값 차이를 비교한다. 만일 조명변화가 발생한다며 영상의 에지성분을 사용하여 움직임 객체를 추출하며, 동시에 조명변화가 반영된 새로운 배경영상을 생성하는 과정을 같이 진행한다.

이는 조명의 변화가 없는 실내 환경에서 매우 효과적인 알고리즘이다. 조명변화가 없을 경우 화소값 비교를 행하므로 적은 연산량으로 우수한 추출성능을 보여준다. 조명변화가 있을 경우 에지를 이용하여 객체를 추출하면서 새로운 배경영상을 생성하는 과정을 수행하므로 화소값 비교기법에 비해 연산량이 많고 성능이 다소 떨어진다. 하지만 조명변화가 자주 있지 않으므로 대부분 화소값 비교기법만을 이용함으로써 적은 연산량으로 효과적인 추출 성능을 보인다.

모의 실험한 결과 제안 방법은 조명 변화에 객체 추출 방법을 다르게 적용함으로써 조명이 변화하는 경우에도 객체 추출에 우수한 결과를 나타내었다.

참 고 문 헌

[1] D. Wang, "Unsupervised video segmentation based on watershed and temporal tracking", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol*, Vol. 8, pp. 539-546, Sept. 1998.

[2] J. C. Choi, S.-W. Lee, and R. Mester, "Spatio-temporal video segmentation using a joint similarity measure", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol*, Vol. 7, pp. 279-286, Apr. 1997.

[3] A. Neri, S. Colonnese, G. Russo, and P. Talone, "Automatic moving object and background separation", Signal Processing, Vol. 66, No. 2, pp. 219-232, 1998.

[4] J. Guo, J. W. Kim, and C-C. J. Kuo, "Fast and accurate moving object extraction technique for MPEG-4 object-based video coding", SPIE, Vol. 3653, pp. 1210-1221, Jan. 1999.

[5] T. Meier and K. N. Ngan, "Video Segmentation for Content-Based Coding", *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol*, Vol. 9, No. 8, Dec. 1999.

[6] S. Y. Chien, S. Y. Ma, and L. G. Chen, "Efficient moving object segmentation algorithm using background registration technology", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 7, July 2002.

[7] C. G. Kim and J. N. Hwang, "Fast and automatic video object segmentation and tracking for content-based applications", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 2, Feb. 2002.

[8] J. Pan, C. W. Lin, C. Gu, and M. T. Sun, "A Robust Video Object Segmentation Scheme with Prestored Background Information", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 3, pp. 803-806, May 2002.

[9] F. E. Alsaqre and Y. Baozong, "Moving Object Segmentation for Video Surveillance and Conferenceing Applications", *Proc. of the ICCT Int. Conf. on Communication Technology*, Vol. 2, pp. 1856-1859, Apr. 2003.

[10] J. F. Canny, "A computational approach to edge detection", IEEE Trans. Pattern Anal, Machine Intell., Vol. PAMI-6, pp. 679-698, Nov. 1986.

[11] L. G. Shapiro and G. C. Stockman, *Computer Vision,* NJ : Prentice-Hall, 2001.

도 재 수

1991년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1994년 북해도대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1997년 북해도대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1997년~현재 동국대학교 컴퓨터 · 멀티미디어학과 부교수
관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 웨이브렛변환