2002년도 대한전자공학회/대한전기학회 시스템 및 제어분야 합동 추계학술대회 논문집(2002.11.30)

배경 영역의 변화를 효과적으로 갱신하는 배경화면 Modeling 방법 연구

도 명 환, 현 창 호, 김 은 태, 박 민 용
연세대학교 전기전자공학과
전화 : 02-2123-2868 / 핸드폰 : 017-542-6306

A New Design Method of Updating Changes in A Monitored Area to Background Model

Myeonghwan Do, Chang-Ho Hyun, Euntei Kim, Mignon Park
Dept. of Electrical and Electronic Eng. Yonsei University
E-mail : dodali@yeics.yonsei.ac.kr

Abstract

This paper has been studied a new method to update the background image of a visual surveillance system which is not stationary. In order to do this, we use another background model designed with the whole monitored images in a regular time period. By comparing each changed area computed from the two background model images and current monitored image, the areas which will be updated are decided.

Ⅰ. 서 론

우리가 살고 있는 사회가 복잡해짐에 따라 영상 감시 시스템이 여러 분야에서 다양한 용도로 사용되고 있다. 영상 감시 시스템이란 감시 영역 내의 움직임이나 변화를 검출하는 시스템이다. 그런데 영상 감시 시스템은 감시 영역에 대한 정보를 CCD 카메라를 통해서 촬영된 영상을 통해서만 획득할 수 있다. 따라서 영상 감시 시스템이 그 기능을 제대로 수행하기 위해서는 입력되는 영상의 차이를 제대로 검출해내야 한다. 이러한 차이를 검출하기 위해서 간단하고 수행속도가 빠른 두 영상의 차이를 이용하는 방법이 많이 응용되고 있다.[1][2] 현재시간에 입력되는 화면과 감시 영역의 기준이 되는 화면을 비교하여 차이를 추출함으로써 감시 영역 내의 변화를 검출한다. 이러한 방법으로 감시 영역 내의 변화를 검출하기 위해서는 정확한 배경화면이 필요하다. 배경화면을 Modeling하는 여러 가지 방법이 있으나 본 논문에서는 배경영역이 완전히 멈추어 있지 않아도 그 내부에서 발생하는 움직임을 검출하는데 매우 효과적이라고 알려져 있는 감시 영역의 통계적 특성을 이용하여 배경화면을 Modeling하는 방법을 사용하여 배경화면을 구한다.[3][4]

그런데 이러한 배경화면을 구성하는 배경영역은 계속해서 고정되어 있는 것이 아니라 수시로 변화한다. 한 예로 감시 영역 내에 주차되어 있던 차량의 이동을 들 수 있다. 배경화면이 적절하게 갱신되지 못하면 감시 영역 내에 변화가 없음에도 불구하고 마치 이동중인 물체가 있는 것처럼 움직임이 검출된다.

본 논문에서는 이러한 배경영역의 변화를 적

절하게 갱신하기 위해서 일정 시간 동안 촬영된 감시 영역의 영상을 재귀적인 방법을 사용하여 Modeling한 제 2의 배경화면을 이용한다. 이 방법은 직관적이고 효과적일 뿐만 아니라 구현함에 있어서도 매우 간단하다.

논문의 이후는 다음과 같다. 먼저 2.1에서 감시 영역의 통계적 특성을 이용하여 배경화면을 Modeling하는 방법에 대해서 살피고, 2.2에서 배경영역이 변화했을 때 배경화면을 갱신하는 방법에 대해서 알아본다. 그리고 3장에서 제안하는 알고리즘을 적용한 결과를 확인하고 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 배경화면의 변화와 갱신

2.1 감시 영역의 통계적 특성을 이용하는 배경화면 Modeling

감시 영역의 통계적 특성을 추출하기 위해서 일정 시간 동안 획득된 영상을 이용한다.

$$\begin{cases} m(x,y)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} I_i(x,y) \\ \sigma^2(x,y)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[I_i(x,y)-m(x,y)]^2 \end{cases} \quad (2.1\text{-}1)$$

여기서 m은 평균, σ^2는 분산, I는 현재화면, N은 일정 시간동안 촬영된 영상의 Frame 수, (x,y)는 영상의 가로 및 세로 좌표이다.

이와 같은 방법을 사용하면 배경화면 Model은 각 화소 당 2개의 값을 갖는다. 하나는 평균이고 나머지 하나는 분산이다. 여기서 분산은 배경영역의 움직임과 밀접한 관계가 있다. 예를 들어 도로와 같은 부분의 배경영역에서는 그 값이 고정되어 있기 때문에 분산은 매우 낮은 값을 가지지만, 나뭇잎 근처는 그 흔들림 때문에 상대적으로 높은 분산을 가지고 있다. 따라서 현재화면과 배경화면의 평균의 차를 분산을 이용하여 이진화하면 고정 물체의 흔들림으로 인한 움직임이나 시스템 내부에서 발생하는 Noise를 상당부분 제거할 수 있다.

$$\begin{cases} B(x,y)-I(x,y) > Th \rightarrow M(x,y)=1, & (x,y)\text{는 움직임 영역} \\ B(x,y)-I(x,y) < Th \rightarrow M(x,y)=0, & (x,y)\text{는 배경 영역} \end{cases} \quad (2.1\text{-}2)$$

여기서 B는 배경화면 Model, Th는 분산에 비례하는 Threshold, M은 이진화영상이다.

그런데 일정 시간 동안 획득된 영상에는 배경영역의 영상뿐만 아니라 움직임 물체의 영상도 함께 포함되어 있기 때문에 식 2-1-1만으로는 정확한 배경화면을 얻을 수 없다. 그러나 움직임 물체는 일시적이므로 이에 의해서 변형된 감시 영역의 통계적 특성은 본래의 값에서 크게 벗어나지 않는다. 따라서 그림 2-1-1과 같은 과정을 거쳐서 비교적 정확한 배경화면 Model을 획득할 수 있다.

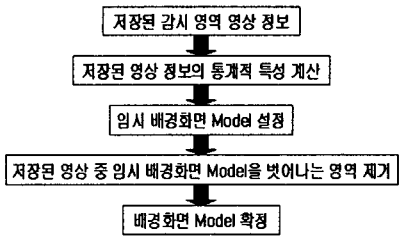

그림 2.1-1 감시 영역의 통계적 특성을 이용한 배경화면 Modeling

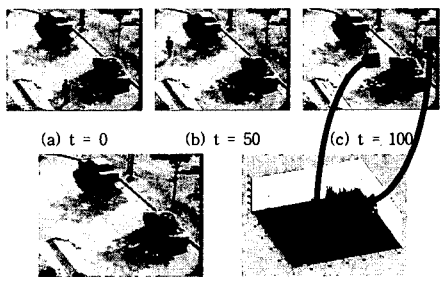

그림 2.1-2 배경화면의 통계적 특성

이상에서 Modeling된 배경화면은 현재화면에서 움직임 영역을 검출할 때 사용되며 검출된 움직임 영역이 제외된 나머지 현재화면은 배경화면을 갱신하는데 사용된다. 이렇게 함으로써 최신의 배경화면 Model을 유지할 수 있다.

2.2 배경화면 Model의 갱신

2.1에서 Modeling된 배경화면은 움직임이 제외된 현재화면만을 이용하여 갱신되므로 배경영역을 구성하는 물체의 이동 또는 가려짐으로 발생한 변화를 반영하지 못한다. 예를 들어 감시 영역에 존재하지 않던 차량이 이동하여 주차되었다

고 하자. 이동하던 중의 차량 영역은 물론이고 주차 이후의 차량 영역 또한 움직임 영역으로 검출된다. 따라서 현재화면 중에서 해당 영역이 제외된 나머지 영역만이 최신의 배경화면 갱신에 사용되므로 차량이 주차되어 있는 영역은 이전의 배경화면 값이 그대로 유지된다. 그래서 감시 영역 내에 움직임이 없어도 마치 있는 것처럼 계속 검출된다.

이러한 배경 영역의 변화를 적절한 시기에 배경화면에 가감하기 위해서 본 논문에서는 다음과 같은 방법을 사용한다. 먼저 가장 최근에 입력된 현재영상의 통계적 특성을 구하기 위해서 다음과 같이 재귀적인 방법을 사용한다.

$$m_c(x,y)=\frac{N-1}{N}m_{c-1}(x,y)+\frac{1}{N}I_c(x,y) \qquad (2.2\text{-}1)$$

여기서 c는 시간상으로 현재를 나타내고 N은 정해진 weight이다. 식 2.2-1에서 구해진 감시 영역의 통계적 특성(평균)은 감시 영역 내에 존재하는 움직임 물체의 유무에는 상관없이 전체 현재화면을 이용하여 계산된 값이다.

현재화면과 시스템의 배경화면을 이용하여 영역을 판단한다. 이때 배경영역은 최종적으로 배경영역으로, 움직임 영역은 현재화면과 식 2.2-1에서 계산된 평균을 이용하여 다시 영역 판단을 한다. 만일 이때에도 움직임 영역으로 구분되면 최종적으로 움직임 영역으로, 그렇지 않고 배경영역으로 구분되면 배경화면 대체영역으로 구분한다. 시스템 배경화면 중에서 움직임 영역으로 구분된 영역은 이전 배경화면 Model을 그대로 유지하고, 배경영역은 움직임이 제외된 현재화면을 이용하여 갱신한다. 그리고 배경화면 대체영역으로 구분된 영역은 재귀적으로 계산(식 2.2-1)된 평균의 해당영역 값으로 대체한다.

● 시스템 배경화면 갱신 Model

- (x, y) : 움직임 영역

$$m_{E_c}(x,y)=m_{E_{c-1}}(x,y) \qquad (2.2\text{-}2)$$
$$\sigma_{E_c}^2(x,y)=\sigma_{E_{c-1}}^2(x,y)$$

- (x, y) : 배경 영역

$$m_{E_c}(x,y)=\frac{N-1}{N}m_{E_{c-1}}(x,y)+\frac{1}{N}I_c(x,y) \qquad (2.2\text{-}3)$$
$$\sigma_{E_c}^2(x,y)=\frac{N-1}{N}\sigma_{E_{c-1}}^2(x,y)+\frac{1}{N}[I_c(x,y)-m_{E_c}(x,y)]^2$$

● 재귀적으로 계산된 배경화면

$$m_{I_c}(x,y)=\frac{M-1}{M}m_{I_{c-1}}(x,y)+\frac{1}{M}I_c(x,y) \qquad (2.2\text{-}4)$$

▶ 만일 |현재화면 - m_{E_c}| < 2 · σ_{E_c} 이고
|현재화면 - m_{I_c}| < 2 · σ_n

- (x, y) : 배경화면 대체영역

$$m_{E_c}(x,y) = m_{I_{c(x,y)}} \qquad (2.2\text{-}5)$$
$$\sigma_{E_c}^2(x,y) = \sigma_n^2$$

여기서 σ_n^2은 시스템 내부 Noise의 분산이다. 이때 분산을 σ_n^2로 하는 이유는 기본적인 Noise의 분산이 시스템 내부에서 발생하는 Noise이기 때문이다.

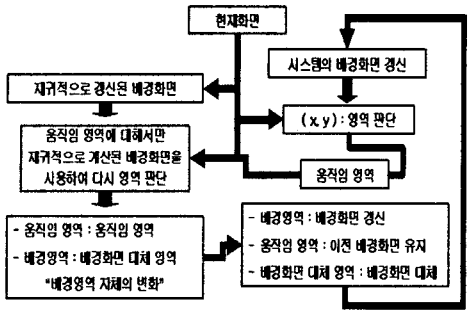

그림 2.2-1 재귀적으로 갱신된 배경화면을 이용하여 배경영역의 변화를 갱신하는 방법

이상과 같은 알고리즘을 이용하여 배경영역의 변화를 직관적이고 간편하게 배경화면에 가감할 수 있다. 앞에서 주차되는 차량 영역은 주차된 직후에는 시스템 배경화면을 사용할 때나 재귀적으로 계산된 배경화면을 사용할 때 모두 움직임 영역으로 구분되지만, 일정 시간 이상(N값에 비례) 지난 후에는 재귀적으로 계산된 배경화면에 주차된 차량이 나타나게 되어 이 배경화면을 이용하면 더 이상 움직임 영역으로 구분되지 않는다. 따라서 이 순간 주차된 차량 영역은 배경화면 대체영역이 되어 시스템 배경화면의 값이 바뀌게 되어 더 이상 움직임 영역으로 구분되지 않는다.

물체가 한 자리에 머무르는 시간에 비례하여 배경화면에 그 값이 가산되므로 이를 이용하여 배경영역의 변화를 갱신하는 본 알고리즘은 매우 직관적이라고 할 수 있다. 또한 여타의 다른 알고리즘처럼 배경영역의 변화를 갱신하기 위해서 최근 일정 시간 동안의 각 화소의 역할, 즉 배경영

역에 속했던 시간과 움직임 영역에 속했던 시간을 따로 저장할 필요가 없기 때문에 구현상 매우 간단하다.

Ⅲ. 실험 및 고찰

본 논문에서는 CCD카메라를 통해서 입력되는 영상을 영상 캡쳐 보드가 설치되어 있는 Pentium-Ⅳ 컴퓨터를 통하여 초당 12 Frame의 320*240의 영상을 얻었다.

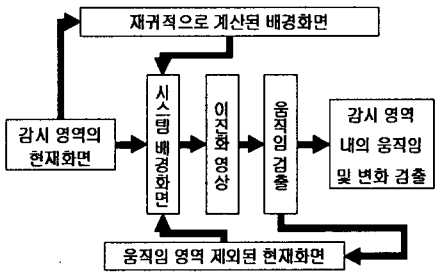

그림 3.1-1 영상 감시 시스템 구성도

제안한 알고리즘을 주차된 차량의 이동에 의해서 변화된 배경영역에 적용하였을 때의 결과이다. (그림 3.1-2) (a)는 시스템에 입력되는 현재화면이고, (가)는 시스템 배경화면이며, (i)는 재귀적으로 계산되는 배경화면이다. 차량이 이동하는 초기에는 주차되어 있던 영역과 현재 차량이 이동 중인 영역에서 모두 차이 영상이 나타남을 확인할 수 있다.((A)~(D)) 그러다가 시간이 지남에 따라 (i)에서는 주차되어 있던 차량이 이동하고 난 영역이 희미해지고 마침내 t = 2240((마))에서 시스템 배경화면이 갱신되는 모습을 확인할 수 있다.

Ⅳ. 결 론

이상에서 영상 감시 시스템이 감시 영역 내의 변화를 검출하기 위해서 사용하는 배경화면을 Modeling하는 효과적인 방법과 배경영역에 발생하는 변화를 직관적으로 배경화면 Model에 가감하는 방법에 대해서 살펴보았다. 본 논문에서 제안하는 방법을 사용하여 실제 시스템에 적용함으로써 배경영역의 변화를 확실하게 반영하는 배경화면을 Modeling할 수 있었다. 그러나 움직이는 물체가 감시 영역에 나타나는 빈도 수에 따라 배경영역의 변화가 배경화면 Model에서 제거되는 시간이 달라지는 문제점이 있었다.

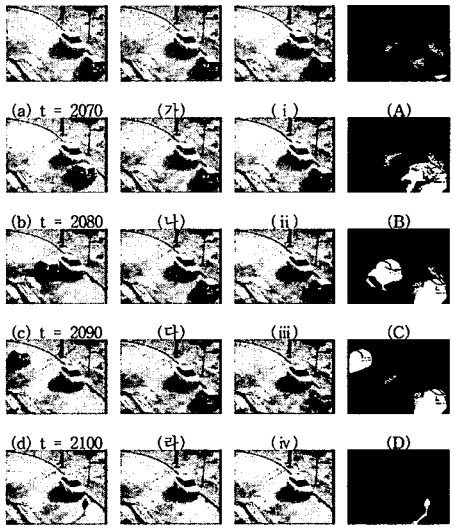

그림 3.1-2 배경영역에 변화가 있을 때
(a):현재화면, (가):움직임 제거 배경화면, (i):전체 배경화면
(A):최종 움직임

참고문헌(또는 Reference)

[1] I. Haritaoglu, D. Harwood and Larry S. Davis, "A Fast Background Scene Modeling and Maintenance for Outdoor Surveillance", Pattern Recognition, 2000.

[2] O. Masoud and N. P. Papanikolopoulos, "A Novel Method for Tracking and Counting Pedestrians in Real-Time Using a Single Camera", IEEE Transactions on Vehicular Technology

[3] N. Paragios and G. Tziritas, "Adaptive detection and localization of moving objects in image sequences", Signal Processing : Image Communication 14 (1999) 277-296

[4] I. Haritaoglu, D. Harwood and L. S. Davis "W4 : Who? When? Where? What? A Real Time System for Detecting and Tracking People", Automatic Face and Gesture Recognition, 1998.