

정지 물체를 고려한 적응적 배경생성 알고리즘

정 종 먼*

An Adaptive Background Formation Algorithm Considering Stationary Object

Jongmyeon Jeong*

요 약

배경과 현재 프레임 영상간의 차영상을 이용하여 이동 물체를 탐지하는 방법은 비디오 감시 시스템에서 가장 보편적인 방법 중 하나이지만 신뢰할 수 있는 배경의 생성은 여전히 쉽지 않은 문제이다. 본 논문에서는 정지 물체를 고려한 적응적 배경 생성 기법을 제안한다. 연속적으로 입력되는 영상들의 산술 평균을 이용하여 초기 배경을 생성한다. 배경과 현재 영상간의 차영상을 구하여 물체를 탐지한 다음, 탐지된 물체가 일정시간이상 계속 정지해 있는 경우에는 그 물체를 정지 물체로 간주하고 정지 물체 영역을 배경으로 갱신한다. 한편, 이동 물체인 경우에는 배경 갱신에서 현재 프레임을 배제함으로써 지속적으로 물체를 탐지할 수 있도록 한다. 제안된 방법은 점진적인 조명의 변화, 느리게 이동하는 물체, 정지 물체 등이 존재하는 동영상에서도 적응적으로 배경을 생성할 수 있으며 이는 실험을 통해 확인되었다.

▶ Keywords : 배경 생성, 이미지 뻗셈, 차영상, 비디오감시 시스템

Abstract

In the intelligent video surveillance system, moving objects generally are detected by calculating difference between background and input image. However formation of reliable background is known to be still challenging task because it is hard to cope with the complicated background. In this paper we propose an adaptive background formation algorithm considering stationary object. At first, the initial background is formed by averaging the initial N frames. Object detection is performed by comparing the current input image and background. If the object is at a stop for a long time, we consider the object as stationary object and background is replaced with the stationary object. On the other hand, if the object is a moving

•제1저자 : 정종먼 •교신저자 : 정종먼

•투고일 : 2014. 8. 12, 심사일 : 2014. 9. 2, 게재확정일 : 2014. 10. 15.

* 목포해양대학교 해양컴퓨터공학과(Dept. of Computer Engineering, Mokpo National Maritime University)

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업 No. C0148971의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

object, the pixels in the object are not reflected for background modification. Because the proposed algorithm considers gradual illuminance change, slow moving object and stationary object, we can form background adaptively and robustly which has been shown by experimental results.

▶ Keywords : Background formation, Image subtraction, Difference Image, Video surveillance system

I. 서 론

지난 수 십년간 영상 감시 시스템(video surveillance system)의 사용은 크게 증가하였고, 이에 따라 대용량의 영상정보를 분석하여 실시간 대응을 가능하게 하는 영상 분석 기술에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 대부분의 영상 감시 시스템은 CCTV 등을 통해 취득한 동영상을 녹화 저장하는 시스템이지만, 영상 처리 기술의 발전과 컴퓨터 하드웨어 발전으로 실시간 처리가 가능해지면서 지능형 영상 감시 시스템으로 진화하고 있다. 지능형 영상 감시는 카메라를 통해 취득한 동영상 정보를 분석하여 실시간으로 위험 상황 등을 경보하는 시스템인데, 지능형 영상 감시 시스템에서 영상 감시가 자동으로 이루어지기 위해서 가장 중요한 것은 이동 물체의 자동 탐지라고 할 수 있다(1)-(4).

이동 물체 탐지를 위한 여러 방법 중 차영상을 이용한 방법이 있다. 이전 프레임과 현재 프레임 간의 차이를 구하는 방법은 물체의 이동이나 조명이 점진적으로 변화하는 환경에서는 쉽게 적용이 가능하지만, 느리게 이동하는 물체나 텍스처 정보가 부족한 물체의 경우에는 물체의 강건한 분할이 어렵다. 한편 배경과 현재 프레임 영상간의 차를 구하는 배경 차영상(background subtraction) 방법이 있다. 배경 차영상을 이용한 물체탐지는 다른 접근 방법들에 비해 상대적으로 쉽고 적은 계산량으로도 정확한 결과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다(4). 배경 차영상은 배경과 연속적으로 입력되는 프레임 사이의 뵤셀을 통해 배경 차영상을 얻고 이를 통해 전경을 추출하는 방법으로서 많은 응용 분야에서 사용되고 있는데, 적절한 배경의 선택은 배경 차영상을 이용한 영상 감시 시스템의 성능을 좌우하는 매우 중요한 단계이다. 배경은 이동 물체가 존재하지 않는 프레임을 선택해야 하지만 이동 물체가 존재하지 않는 프레임을 선택하는 것이 어렵고, 더 나아

가 조명의 변화나 물체가 새롭게 배경에 등장하거나 사라지는 경우를 고려해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 배경 모델링 기법들에 제안되었다.

Stauffer[3] 등은 변화하는 배경에 대한 강인성을 높이기 위해 가우시안 혼합 모델(GMM: Gaussian Mixture Model)을 이용하여 배경 모델링 하는 방법을 제안했다. 하지만 물체의 느린 움직임에 대해 적절하게 적응하지 못하는 단점이 있다. Kumar[5] 등은 큐를 사용한 실시간 모델링 방법을 이용했다. 하지만 프레임의 갱신검사 주기가 고정되어 있다는 한계가 있다. Haritaoglu[6] 등은 입력되는 흑백 영상으로부터 각 픽셀의 밝기 값을 통계적으로 접근하여 배경 모델링을 수행하였는데, 실외 환경의 다양한 변화 속에서 물체를 정확히 추출하기에는 한계를 가지고 있다. Tang등[7]은 Stauffer 등의 방법을 간략화 하여 기존 방법과 비슷한 성능을 유지하면서 실행 속도를 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 이 방법은 Stauffer 등(3)의 방법에서 몇 가지 파라미터를 제거하고 간략화 함으로써 유사한 성능을 유지하면서도 속도를 향상시키는 것이 가능했지만 느리게 이동하는 물체에 적절한 대응을 못하는 문제는 해결하지 못하였다. Lee[8] 등은 각 Gaussian 모델의 발생 회수에 따라 학습 속도를 제어하는 파라미터를 도입하여 배경 모델의 수렴 속도를 향상시켰다. 이 방법은 배경에 변화가 발생했을 때 빠른 수렴속도를 가지며, 배경 모델이 수렴 될수록 Stauffer 등의 원래 배경 모델 갱신 방법인 반복적인 갱신(recursive update) 방법에 접근하는 특성을 가지고 있다. Shimada 등은 Staffer의 방법(3)을 기반으로 주위 픽셀을 최단거리 이웃 군집화(nearest neighbor clustering) 방법을 이용하여 공간적으로 통합한 GMM 모델을 사용하였다. 각 군집에 대한 GMM을 이용하였는데, 군집화 결과에 따라 성능 차이가 있다(9). Lee 등은 이동 카메라를 이용하여 얻은 영상에서 이동 물체 자동 검출 알고리즘을 위한 배경 에지 생성 기법을 제시하여 비디오 감시시스템에 사용하도록 하였는데, 이동 물체의 특성

에 따라 에지밀도가 크게 달라지기 때문에 실제 현장에서 사용하기에는 어렵다[10]. Kim 등은 모델 히스토그램 개수를 적응적으로 조절하는 블록기반의 배경 모델링 방법을 제안하였는데, 실내환경에서 조명변화와 정지객체에 대처할 수 있었으나 느리게 이동하는 객체에 대한 고려가 부족하다[11]. Hosaka 등은 마코브 랜덤 필드(MRF: Markov random field)에 기반한 에너지 함수를 정의하여 배경과 전경 에너지를 정의한 다음 다음, 그래프 이론의 minimum cut 알고리즘을 이용하여 배경과 전경을 분리하였지만, 배경 모델링을 위한 계산량과 메모리 요구량이 크고 파라미터에 따라 그 결과가 달라질 수 있다[12]. 한편 Bouwmans은 최근에 지난 10여년 동안 보고된 전경 탐지를 위한 문헌들을 정리하여 전통적인 방법들과 최근의 배경 모델링 방법들을 소개하였다[13].

기존의 방법들을 종합하면, 동적 배경을 표현하기 위한 많은 방법들이 제시되었지만 느리게 이동하는 물체를 고려한 배경 모델링 기법은 거의 보고되지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 지능형 보안감시 환경에서 느리게 이동하는 물체를 포함한 다양한 환경변화에 강건하게 물체를 탐지할 수 있는 배경 생성 기법을 제안한다.

II. 제안된 방법

본 논문에서는 연속적으로 입력되는 동영상에서 배경 차영상 기법을 이용한 물체 탐지를 위하여, 조명의 점진적인 변화는 물론 이동 물체 및 정지 물체를 고려한 강건한 배경 생성 기법을 제안한다. 이를 위하여 먼저 초기 배경을 생성한 후, 초기 배경과 현재 프레임사이의 차영상을 이용하여 배경을 제거하고, 물체를 탐지한다. 배경으로 판단된 현재 프레임의 픽셀은 배경 갱신에 사용된다. 한편, 탐지된 물체가 이동 물체인 경우에는 배경 갱신을 하지 않으며, 탐지된 물체가 정지 물체이면 배경을 탐지된 물체의 밝기 분포로 배경을 변경한다. 그림 1은 제안된 배경 갱신 방법의 간략한 블록도를 보인다. 즉 $t-1$ 시점의 배경 $B(x, y, t-1)$ 과 현재 시점의 입력 영상 $I(x, y, t)$ 와의 뺄셈연산을 통해 전경(foreground) 픽셀을 분리하고, 전경픽셀을 연결하여 물체를 추출한 다음 이를 추적하여 이동 물체인지 정지 물체인지 여부를 판단한다. 마지막으로 t 시점의 배경 갱신 $B(x, y, t)$ 이 이루어지는데, 이때 t 시점의 입력 영상 $I(x, y, t)$ 가 배경일 경우에는 $I(x, y, t)$ 와 $B(x, y, t-1)$ 와 가중치가 부여된 평균에 의해 $B(x, y, t)$ 가 계산되고, 픽셀 $I(x, y, t)$ 가 이동 물체 영역의 픽셀일 경우에는 $B(x, y, t-1)$ 의 값이 그대로 $B(x, y, t)$ 로 복사되

며, $I(x, y, t)$ 가 정지 물체 영역의 픽셀일 경우에는 $I(x, y, t)$ 가 $B(x, y, t)$ 로 복사된다.

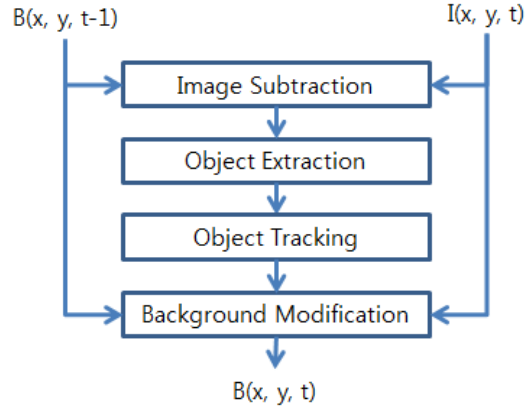


그림 1. 제안된 방법의 블록도
Fig. 1. Block diagram of the proposed method

1. 초기 배경 생성

본 논문에서는 입력 영상의 각 픽셀들을 배경, 이동 물체, 정지 물체로 분류한 다음 그 결과에 따라 각각 다른 방법으로 배경을 갱신한다. 이를 위해서는 물체 추출이 선행되어야 하며, 물체 추출을 위한 초기 배경이 정의되어야 한다. 본 논문에서 초기 배경은 동영상의 첫 부분에 입력되는 프레임들의 시간적 평균을 의미하며, 이를 수식으로 표현하면 식 1과 같다.

$$B_{RCB}(x, y, t) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{RCB}(x, y, t-i) \quad (1)$$

여기에서 $B_{RCB}(x, y, t)$ 시간 t 시점의 (x, y) 좌표에서의 RGB(Red, Green, Blue) 채널 배경을, $I_{RCB}(x, y, t)$ 는 시간 t 시점에서의 RGB 입력 영상을, N 은 초기 배경을 생성하기 위해 필요한 프레임의 개수로서 임의의 상수이다.

식 1에서 보이는 바와 같이 초기 배경의 생성은 N 프레임 동안의 픽셀 값들의 산술 평균의 계산을 통해 이루어지기 때문에, 초기 배경을 생성하기 위한 프레임들에는 이동 물체가 존재하지 않을 경우 최상의 초기 배경을 얻을 수 있다. 만약 이동 물체가 존재하는 경우에는 최상의 배경은 아니지만 이후의 갱신 과정을 통해 배경으로 점차 수렴해 갈 수 있다.

2. 배경 차영상을 이용한 물체탐지

주어진 배경과 현재 프레임 영상에 대한 비교를 통해 전경(foreground) 픽셀을 추출한다. 전경 픽셀의 추출은 이전 시

점에서 RGB 채널 각각의 배경 $B_{RGB}(x,y,t-1)$ 과 현재 시점의 프레임 $I_{RGB}(x,y,t)$ 간의 픽셀단위의 비교를 통해 그 차이를 구한 다음 R, G, B 세 채널의 차이 값 중 최대 차이를 갖는 값이 임계치보다 크면 전경 픽셀로 간주한다. 식 2, 3은 전경 픽셀 추출을 위한 식을 보인다.

$$D_{RGB}(x,y,t) = \begin{matrix} MAX(|I_R(x,y,t) - B_R(x,y,t-1)|, \\ |I_G(x,y,t) - B_G(x,y,t-1)|, \\ |I_B(x,y,t) - B_B(x,y,t-1)|) \end{matrix} \quad (2)$$

$$F_t(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } |D_{RGB}(x,y,t)| \geq T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

여기에서 $D_{RGB}(x,y,t)$ 는 (x,y) 좌표에서 $t-1$ 시점의 배경과 시점 t 의 프레임 간의 차이를 의미하고, $I_R(x,y,t)$, $I_G(x,y,t)$, $I_B(x,y,t)$ 는 시점 t 의 RGB 각 채널별 입력 영상을, $B_R(x,y,t-1)$, $B_G(x,y,t-1)$, $B_B(x,y,t-1)$ 는 시점 $t-1$ 에서의 채널별 배경을 각각 의미하며, T 는 경험에 의해 결정되는 임계값을 의미한다.

그림 2는 식 2, 3에 의해 얻어진 차영상을 보이고 있다. 이렇게 얻은 차영상은 레이블링 과정을 거쳐 최소바운딩박스(minimum bounding box)로 표현된다.

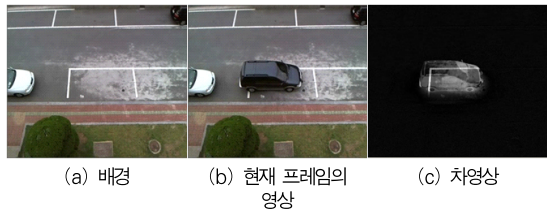


그림 2. 차영상 생성
Fig. 2. Image subtraction

3. 탐지물체의 종류에 따른 배경갱신

시간의 흐름에 따라 지속적으로 변화하는 배경을 표현하기 위하여 현재 시점의 입력인 t 프레임의 영상을 $t-1$ 시점의 배경에 반영하여 t 시점의 배경을 생성한다. 본 논문에서는 물체 탐지를 수행한 후 그 결과에 따라 각각 다른 방법으로 배경을 갱신한다.

3.1 물체가 탐지되지 않은 경우의 배경 갱신

물체가 탐지되지 않은 경우에는 점진적으로 변화하는 조명의 변화만을 고려하면 되기 때문에 현재 시점의 영상을 배경에 더하고 가장 오래된 시점의 영상을 배경에서 제외한다. 이를 위해서 가장 최근 프레임의 입력 영상 $I_{RGB}(x,y,t)$ 부터 가장 오래된 프레임의 입력 영상 $I_{RGB}(x,y,t-N)$ 은 그림 3에서 보이는 바와 같은 선입선출(first-in, first-out)구조의 큐를 이용하여 관리된다.

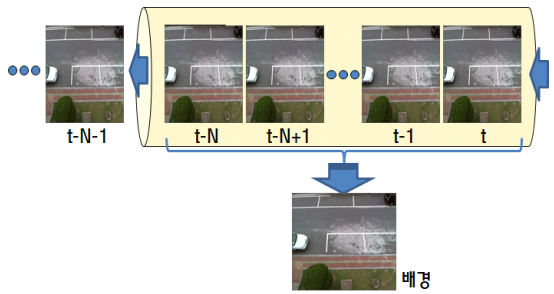


그림 3. 배경 생성
Fig. 3. Generation of the background image

식 4는 물체가 탐지되지 않은 경우에 현재시점 t 에서 R, G, B 채널별 배경 $B_{RGB}(x,y,t)$ 을 구하기 위한 식을 보이고 있는데, 이 식은 결과적으로 $t-N$ 시점의 프레임부터 현재시점 t 프레임까지의 산술 평균을 의미한다.

$$B_{RGB}(x,y,t) = \frac{(N * B_{RGB}(x,y,t-1)) + I_{RGB}(x,y,t) - I_{RGB}(x,y,t-N-1)}{N} \quad (4)$$

3.2 물체가 탐지된 경우의 배경 갱신

현재 프레임에 물체가 존재하는 경우, 현재 프레임의 픽셀들은 물체 영역으로 분류된 픽셀과 물체가 아닌 픽셀 즉 배경으로 분류된 픽셀로 나눌 수 있다. 현재 프레임에서 배경으로 분류된 픽셀들은 현재 프레임의 픽셀 값을 배경에 반영해야 한다. 따라서 이 경우에는 3.1에서와 같은 방법으로 식 4를 이용하여 현재 시점 t 프레임의 밝기를 $t-1$ 시점의 배경에 반영하고 대신 $t-N$ 프레임의 밝기는 배경에서 제외함으로써 t 시점의 배경을 생성함으로써 점진적인 조명의 변화를 배경에 반영한다.

한편, 현재 프레임의 픽셀 $I_{RGB}(x,y,t)$ 이 물체 영역에

속하는 픽셀인 경우에는 이 물체가 이동하는 물체인지, 아니면 지속적으로 멈추어 있어서 배경의 일부분으로 간주되어야 하는지를 판단한다. 만약 이동하는 물체라면 현재 시점의 밝기 값이 배경에 반영되는 안되지만, 지속적으로 멈추어 있는 물체라면 이는 배경으로 간주되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 현재 프레임의 픽셀이 물체 영역에 속할 경우에는 먼저 그 물체 영역이 이전 프레임에 존재하는지를 검사한다. 이를 위하여 현재 프레임의 물체 영역 중심 좌표를 중심으로 일정 범위에 탐색범위 내에 비슷한 크기의 물체가 있는지 여부를 검사하여, 물체가 존재하지 않으면 이는 물체가 새롭게 나타나는 영역으로, 물체가 존재하는 경우에는 이 물체가 이동 물체인지 정지 물체인지를 판단한다.

1) 물체가 아닌 영역의 배경 갱신

현재 프레임의 픽셀 $I_{RGB}(x,y,t)$ 이 물체 영역이 아닌 경우에는 3.1절에서 물체가 탐지되지 않은 경우와 동일하게 식 4를 이용하여 현재 프레임의 $I_{RGB}(x,y,t)$ 를 $B_{RGB}(x,y,t-1)$ 갱신에 그대로 사용한다.

2) 새롭게 나타나는 물체의 배경 갱신

만약 이전 프레임에 물체 영역이 존재하지 않으면 현재 프레임의 물체 영역은 새롭게 나타난 물체 영역으로 간주한다. 따라서 이 경우에는 현재 프레임의 픽셀 값을 배경 갱신에 사용하지 않고, 이전 프레임의 배경을 식 5와 같이 현재 프레임의 배경으로 복사한다.

$$B_{RGB}(x,y,t) = B_{RGB}(x,y,t-1) \quad (5)$$

$$I_{RGB}(x,y,t) = B_{RGB}(x,y,t) \quad (6)$$

한편 본 논문에서의 배경 갱신은 현재 시점 t 부터 과거 N 개의 프레임의 픽셀 평균을 계산할 때, 계산량을 줄이기 위하여 식 4를 이용한다. 따라서 시점 t 의 (x, y) 좌표에 있는 물체 밝기 $I_{RGB}(x,y,t)$ 가 시점 t 의 배경 $B_{RGB}(x,y,t)$ 에 반영되지 않았다 하더라도 시간이 흘러서 $t+N$ 시점이 되면 $I_{RGB}(x,y,t)$ 가 배경 $B_{RGB}(x,y,t+N)$ 에서 제외되며, 결과적으로 시간 $t+N$ 시점의 배경 $B_{RGB}(x,y,t+N)$ 부터는 잘못된 배경을 생성하게 된다. 이런 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 시점 t 에서 새롭게 나타나는 물체 영역의 경우 식 6과 같이 입력 영상을 큐에 삽입할 때 시점 t 의 배경으로 대체하여 삽입한다. 즉 미래의 효과적이고 정확한 배경 갱신을 위하여 실제 입력 영상과는 달리 큐에서 관리되는 입력 영

상은 배경과 일치하도록 변경하여 관리한다.

3) 이동 물체의 배경 갱신

현재 프레임에서 탐지된 물체의 중심 좌표를 중심으로 이전 프레임에서 일정 범위의 탐색 범위 내에 비슷한 크기의 물체가 존재하면 그 물체는 현재 프레임의 물체와 대응하는 물체로 간주한다. 그런 다음, 이전 프레임에 존재하는 물체의 중심 좌표와 현재 프레임에 존재하는 물체의 중심 좌표가 동일하지 않으면 이동 물체로 판단하고, 동일하면 그 물체는 정지 물체로 판단한다.

이동 물체의 경우에도 새롭게 나타나는 물체와 마찬가지로 현재 프레임의 픽셀 값이 배경에 반영되어서는 안된다. 따라서 현재 프레임에서 이동 물체에 속하는 픽셀은 배경 갱신에 반영되지 않고 앞의 2)에서와 마찬가지로 식 5, 식 6을 이용하여 현재시점의 배경과 입력 영상열을 관리한다.

4) 정지 물체의 배경 갱신

현재 프레임에서 탐지된 물체의 중심 좌표가 이전 프레임에서 탐지된 물체의 중심 좌표가 동일하다면 그 물체는 정지 물체로 간주한다. 정지 물체가 지속적으로 정지해 있는 경우에는 정지 물체를 배경에 반영해야 하지만, 일시적인 정지 물체인 경우에는 배경에 반영해서는 안된다. 따라서 본 논문에서는 정지 물체로 판정된 물체는 정지되어 있는 프레임 수를 계수(count)하여 일정 프레임 이하 동안 정지되어 있는 물체인 경우에는 일시적 정지 물체로 간주하여 2)에서와 마찬가지로 식 5, 식 6을 이용하여 배경을 갱신한다. 한편 정지되어 프레임 수가 임계치(T_s)를 초과하면 그 물체는 영구히 정지한 물체로 간주하여 정지 물체를 배경에 반영한다. 식 7은 현재 시점 t 에서 탐지된 물체 영역이 영구히 정지한 물체로 판단되었을 경우의 배경 갱신을 위한 수식을 보이고 있다.

$$B_{RGB}(x,y,t) = I_{RGB}(x,y,t) \quad (7)$$

한편, 앞에서 언급한 바와 같이 정지한 물체로 판단된 물체 영역은 식 5, 식 6에 의하여 물체 영역이 배경 영역은 물론 입력 영상열 큐에도 반영되지 않고 배경과 일치하도록 관리된다.

현재 시점 t 에 영구히 정지한 물체로 판단된 경우에는 식 7에 의해 배경이 갱신되고, 이후 프레임부터는 식 4를 이용하여 배경에서 입력 영상열 큐의 마지막 프레임을 제거하면서 새롭게 입력되는 영상을 반영하여 배경을 갱신한다. 그런데 현재 시점 t 부터 과거 T_s 프레임 동안의 입력 영상열 큐는 식 6에 의해

정지 물체는 반영하지 않은 상태로 관리되어 왔기 때문에 현재 시점으로부터 과거 Ts 프레임 동안에는 식 4을 적용할 경우 정지 물체를 반영하지 않은 값이 배경에서 제외됨으로써 잘못된 배경을 생성하게 된다. 따라서 본 논문에서는 영구 정지 물체를 구성하는 픽셀인 경우에는 식 8과 같이 현재 프레임 $I_{RGB}(x, y, t)$ 의 값을 큐에 관리되고 있는 영상열 큐로 복사한다. 식 8은 영구히 정지한 물체로 판단되는 픽셀들의 값을 배경으로 변경한 후, 입력 영상열 큐에서 관리되고 있는 입력 영상열의 픽셀값들을 배경과 일치시키는 작업이다.

$$I_{RGB}(x, y, t - i) = I_{RGB}(x, y, t) \quad \text{if } 1 \leq i \leq Ts \quad (8)$$

III. 실험 결과

제안된 방법에 의한 배경 생성의 타당성을 보이기 위해 실험을 수행하였다. 제안된 방법은 펜티엄 PC에서 Visual C/C++을 이용하여 구현되었으며, 웹 카메라에서 취득한 320×240의 해상도를 갖는 동영상에 대해 실험하였다.

그림 4는 실내 환경에서 장난감을 이용한 배경 갱신 테스트 결과이다. 그림 4(a)는 입력 영상열 시퀀스를 보이고 있으며, 그림 4(b)는 시간에 따라 갱신되고 있는 배경을, 그림 4(c)는 차영상을 보이고 있다. 그림 4(a)의 첫 번째 줄은 현재 시점 t 보다 99프레임 이전 프레임 즉 $t-99$ 번째 프레임에서의 입력 영상을 보이고 있고, 그림 4(b)의 첫 번째 줄은 $t-99$ 시점에서의 배경을, 그림 4(c)의 첫 번째 줄은 $t-99$ 시점의 입력 영상과 $t-100$ 프레임의 배경의 차이를 보이고 있다. $t-99$ 번째 프레임에서는 입력 영상과 배경의 차이가 거의 없으며, $t-99$ 번째 프레임의 입력 영상은 $t-100$ 시점의 배경에 더해져서, 점진적인 배경의 변화를 반영한 $t-99$ 번째 프레임의 배경이 생성됨을 볼 수 있다. 한편 그림 4(a) 두 번째 줄은 $t-97$ 번째 프레임의 입력 영상을 보이고 있는데, 그림의 오른쪽 하단에 장난감이 나타나는 것을 볼 수 있다. 한편 그림 4(b) 두 번째 줄은 $t-97$ 번째 프레임의 배경을 보이고 있으며, 그림 4(c) 두 번째 줄은 $t-97$ 번째 프레임의 입력과 $t-98$ 번째 프레임의 배경의 차이를 보이고 있다. 차이가 발생한 물체 영역은 배경에 반영되지 않고 이전 프레임 배경에서 물체 영역의 좌표에 있는 값을 현재 프레임의 배경으로 복사하기 때문에 $t-97$ 번째 프레임의 배경에는 아무런 변화가 없는 것을 확인할 수 있다. 이 장난감은 이동하지 않고 영구히 정지 물체이다. 그림 4(a) 세 번째 줄은 t 시점에서의 입력 영상을 보이고 있으며, 그림 4(b) 세 번째 줄은 t 시점에서의 배경을

보이고 있다. 그림 4(c) 세 번째 줄은 t 시점의 입력 영상과 $t-1$ 시점의 배경과의 차이를 보이고 있다. 그림 4(c)의 세 번째 줄은 t 시점에서 배경은 영구히 정지한 물체 영역이 배경에 반영됨으로써 장난감을 더 이상 물체로 간주하지 않음을 볼 수 있다.

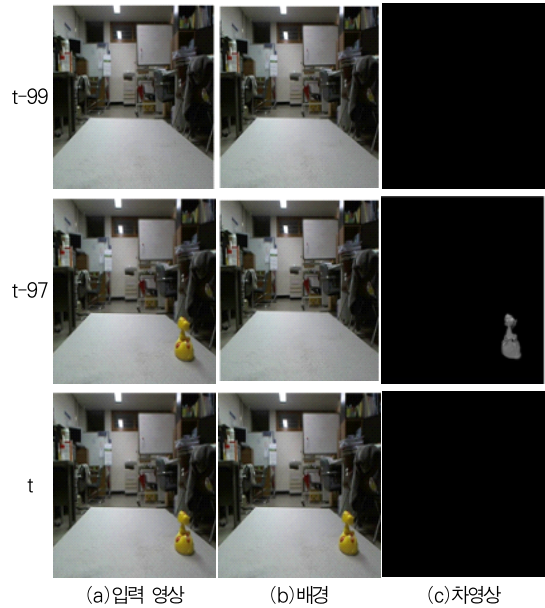


그림 4. 실험 결과1
Fig. 4 Experimental result 1

그림 5와 그림 6은 실외 환경에서 취득한 영상을 이용하여 실험한 결과를 보이고 있다. 그림 5, 그림 6의 첫 번째 줄의 배경은 두 번째 줄에 새로운 물체가 나타났음에도 불구하고 배경의 변화는 없었으며, 그 후 일정한 시간동안 정지해 있다고 판단된 경우에 해당하는 세 번째 줄에는 배경이 갱신됨을 확인할 수 있다. 한편 그림에는 나타나 있지 않지만 첫 번째 줄과 두 번째 줄 사이에 존재하는 프레임에는 이동하는 물체가 탐지되는 프레임들이 존재하며, 이 경우에는 배경에는 아무런 변화가 없다.



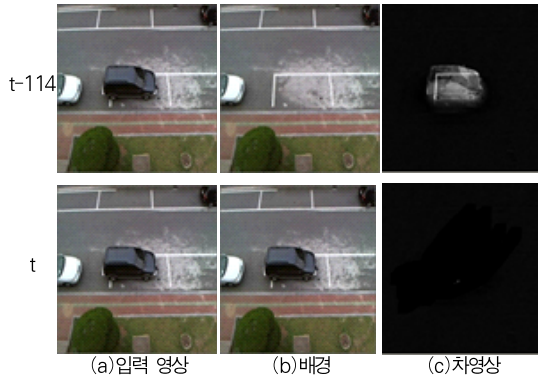


그림 5. 실험결과 2
Fig. 5. Experimental result 2

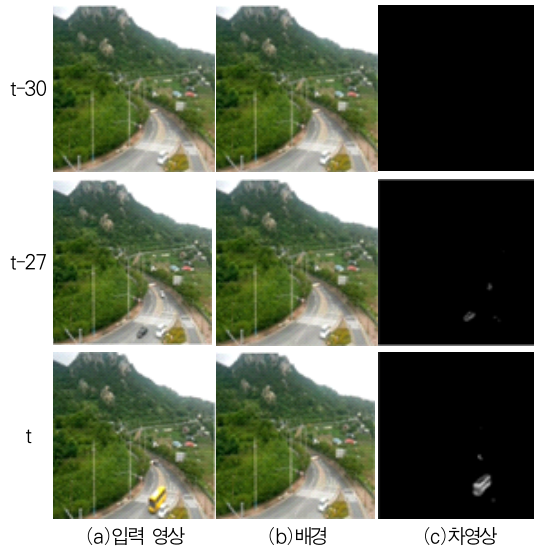


그림 6. 실험결과 3
Fig. 6. Experimental result 3

IV. 결론

본 논문에서는 물체 움직임을 고려한 적응적 배경 생성 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 순차적으로 입력되는 영상열의 평균을 이용하여 초기 배경을 생성한 다음, 입력된 영상과 배경과의 차이를 계산하여 물체 영역을 추출한다. 그런 다음 물체가 아닌 영역은 현재 시점의 밝기 값을 이전 시점의 배경에 반영하고 현재 시점의 배경을 생성한다. 한편 물체 영역은 물체 영역이 이동 물체인지 정지 물체인지를 검사하여, 이동

물체는 현재 시점의 밝기 값이 배경에 반영되지 않도록 하여 이전 시점의 배경을 현재시점의 배경으로 복사하고, 정지 물체인 경우에는 현재 시점의 밝기 값을 현재 시점의 배경으로 대치하여 점진적으로 변화하는 배경은 물론, 배경에 새로운 물체가 나타나거나 사라지는 경우에도 강건하게 배경이 갱신될 수 있도록 하였다. 제안된 기법은 다양한 환경변화에도 강건하게 배경을 생성할 수 있도록 함으로써 지능형 영상 감시 시스템에서 효과적으로 활용될 수 있다.

향후, 물체 추출을 위한 개선된 방법에 대한 연구가 이루어져야 하며, 흔들리는 나뭇잎이나 출입문과 같이 동적인 배경을 모델링하기 위한 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- [1] R. Collins, A. Lipton and T. Kanade "Introduction to the special section on video surveillance", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 22, no. 8, pp.745 -746 2000.
- [2] B. Lee, M. Hedley, "Background estimation for video surveillance", IVCNZ, pp. 315-320, 2002.
- [3] C. Staffer, W. E. L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking", International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 23-25, 1999.
- [4] Radke RJ, Andra S, Al-Kofahi O, Roysam B., "Image Change Detection Algorithms: A systematic survey," IEEE Trans on Image processing, Vol. 14(3), pp. 294-307, Mar. 2005.
- [5] P. Kumar, S. Ranganath, and W. Huang, "Queue based fast background modelling and fast hysteresis thresholding for better foreground segmentation," The 2003 Joint Conference of the Fourth ICICS and PCM, Vol. 2, pp. 15-18, 2003.
- [6] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. Davis, "W4: Real-time surveillance of people and their activities," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.22, pp. 809-830, Aug. 2000.
- [7] Z. Tang and Z. Miao, "Fast background subtraction and shadow elimination using improved gaussian mixture model," IEEE

- International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications, pp. 38-41, Oct. 2007.
- [8] D. Lee, "Effective gaussian mixture learning for video background subtraction," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.27, No.5, pp.827-832, May 2005.
- [9] A. Shimada, T. Tanaka, D. Arita and R. Taniguchi, "Spatial-temporal integration of adaptive gaussian mixture background models," Proc. of FCV 2008, pp142-147, Jan. 2008.
- [10] J. Lee and O. Chae, "A study of background edge generation for moving object detection under moving camera," Journal of Korean Society of Computer and Information, Vol.6, No.44, p.151~156, Dec. 2006.
- [11] H. Kim, Y. Lee, T. Song, B. Ku and H. Ko, "Improved block-based background modeling using adaptive parameter estimation", Journal of Korean Society of Computer and Information, Vol.16, No.4, pp.73-82, Apr. 2011.
- [12] T. Hosaka, T. Kobayashi, and N. Otsu, "Object detection using background subtraction and foreground motion estimation," IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, Vol.3, pp. 9-20, Mar. 2011.
- [13] T. Bouwmans, "Traditional and recent approaches in background modeling for foreground detection: An overview," Computer Science Review, II-I2, pp. 31-66, 2014.

저 자 소개



정 종 면

1992 : 한양대학교 공학사
 1994 : 한양대학교 공학석사
 2001 : 한양대학교 공학박사
 2001 - 2004 : 한국전자통신연구원
 선임연구원
 2008 - 2009 : 미국 The Ohio
 State University Visiting
 Scholar
 2004 - 현 재 : 국립목포해양대학교
 해양컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 영상처리, 머신 비전,
 디지털방송,
 MPEG-2, 4, 7, 21 응용
 Email : jmjeong@mmu.ac.kr