

불법 주정차 무인 자동 단속을 위한 환경 변화에 강건한 적응적 배경영상 모델링 알고리즘

주성일*, 전영민**, 최형일***

Algorithm of Generating Adaptive Background Modeling for crackdown on Illegal Parking

Sung-il Joo*, Young-Min Jun**, Hyung-il Choi***

요약

실시간 입력영상 분석에 의한 객체 추적은 사람의 시각이 요구되는 여러 응용분야에서 관심 있는 주제 중 하나이다. 객체를 추적하기 위해서는 객체 검지가 선행 된다. 실외 환경에서 안정적인 객체 검지 성능의 달성은 태양의 남중고도 변화에 따른 빛과 그림자의 변화, 자연현상 등의 다양한 환경변화를 수용하는 효과적인 적응적 배경영상 생성 방법이 필요하다. 본 논문에서는 불법 주정차 무인 자동 단속 응용에 효과적으로 활용 가능한 환경 변화에 강건한 적응적 배경영상 생성과 이동 객체의 정지 여부를 판단하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 적응적 배경영상 생성 방법은 먼저, 초기 배경영상을 생성 후, 생성된 초기 배경영상과 입력영상 프레임 간의 차연산 기법으로 객체를 검지하고, 객체 검지 결과로 이동객체를 추적한다. 또한 객체 검지의 결과로부터 얻어진 객체영역을 제외한 입력영상의 영역을 활용하여 배경영상을 갱신한다. 이후 갱신된 배경영상과 입력영상 간의 차연산 방법으로 객체 검지를 수행하고 이후, 추적, 객체영역을 제외한 영역으로 배경영상 갱신의 과정을 반복한다. 실험에서는 제안방법을 가변하는 실제 도로환경에 적용하여 효과적으로 객체 검지가 가능함과 서행하는 객체 또한 효과적으로 검지됨을 보이고 이동 객체의 정지 여부를 판단할 수 있음을 보인다.

Abstract

The Object tracking by real-time image analysis is one of the major concerns in computer vision and its application fields. The Object detection process of real-time images must be preceded before the object tracking process. To achieve the stable object detection performance in the exterior environment, adaptive background model generation methods are needed. The adaptive background model can accept the nature's phenomena changes and adapt the system to the changes such as light or shadow movements that are caused by changes of meridian altitudes of the sun. In this paper, we propose a robust background model generation method effective in an illegal parking auto-detection application area. We also provide a evaluation method that judges whether a moving vehicle stops or not. As the first step, an initial background model is generated.

• 제1저자 : 주성일

• 접수일 : 2008. 8. 1, 심사일 : 2008. 9. 20, 심사완료일 : 2008. 11. 26.

* 숭실대학교 IT대학 미디어학과 대학원 ** (주)한국비전기술 대표이사 *** 숭실대학교 IT대학 미디어학과 교수

※ 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음.

※ 본 연구는 숭실대학교 교내 연구비 지원으로 이루어졌음.

Then the differences between the initial model and the input image frame is used to trace the movement of object. The moving vehicle can be easily recognized from the object tracking process. After that, the model is updated by the background information except the moving object. These steps are repeated. The experiment results show that our background model is effective and adaptable in the variable exterior environment. The results also show our model can detect objects moving slowly. This paper includes the performance evaluation results of the proposed method on the real roads.

▶ Keyword : 적응적 배경(adaptive background), 추적(Tracking), 불법주정차(illegal parking)

I. 서론

국민의 소득 증가에 비례하여 차량이 꾸준히 증가하고 있는 반면, 도로 여건의 부족으로 제한된 도로를 효과적으로 활용하기 위해 교통 감시 및 제어를 위한 기술 개발이 점점 중요시 되는 추세이다. 실례로, 현재 불법 주정차 무인단속 시장은 이런 추세에 맞물려 급성장하고 있다. 불법 주정차 무인단속 시장은 초기 유인단속의 수동 및 반자동체계에서 현재는 무인단속의 자동체계로 진화하고 있다. 자동으로 불법 주정차 차량을 적발하기 위해서는 먼저 차량의 움직임을 검지하고 검지된 정보를 활용하여 차량을 추적하여야 하며 차량의 정차 여부 및 차량이 정차된 위치가 불법주정차 단속위치인지의 여부를 명확히 판단해야 한다.

객체 검지 방법에는 많은 방법이 있는데, 크게 배경 차이(Background Differencing)[1-4], 장면 차이(Frame Differencing)[5], 공간 차이(Space Differencing) [6], 밝기 값 비교(Gray Level Comparison) 의 네 가지로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 배경영상과 입력영상 간에 차연산 기법을 활용하는 배경 차이 방법을 활용하나, 기존 방법과 같이 일정 시간 간격의 배경영상 한 장을 이용하거나 각 시간별 영상 프레임의 각 화소 값을 누적하여 평균을 내어 배경영상을 생성하는 방법과는 다르다. 한 장의 배경영상을 사용하는 차연산 기법은 순간적인 환경 변화와 잡영(Noise)에 민감하고 누적 평균으로 배경영상을 생성하는 방법은 객체가 빠르게 이동하는 경우에는 좋은 배경영상이 생성되나 느리게 이동하거나 정지하는 경우 좋지 못한 배경영상을 생성한다. 따라서 출퇴근 시 차량 대기 행렬이 잦은 불법 주정차 단속 응용에서는 기존 배경모델링 방법으로 생성된 배경영상으로는 정확한 차량의 검지가 어렵다.

배경영상을 생성하는 배경모델링은 객체 검지의 성능에 있어서 매우 중요하며 객체 검지의 성능은 객체 추적의 성능과 밀접한 연관 관계를 갖는다. 본 논문에서는 도로에서 불법으

로 주정차한 차량을 정확히 검지하기 위한 환경적 변화에 적응적인 배경모델링 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 배경모델링 방법에 대한 종전의 연구들을 살펴보고 3절에서는 개선된 환경 변화에 적응적인 배경모델링 방법을 제안한다. 4절에서는 제안 방법의 실험 결과를 보이고 5절에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

객체 검지를 위해 배경영상을 사용하는 진화된 배경 차이(Background Differencing)방법은 크게 세 단계로 진행된다. 먼저 초기 배경영상을 생성하고 생성된 배경영상 프레임과 현재 입력영상 프레임 간의 차연산과 thresholding을 통해 이진영상을 얻고 레이블링을 통해 객체를 검지한다.

배경모델링에 관한 연구는 오래전부터 진행되고 있다. 평균 개념을 사용한 배경모델링 기법과[7-11] sliding window 기법[2], 배경과 전경을 판단하여 배경을 모델링 하는 방법[12] 등이 있다. 먼저 평균 개념을 사용한 배경모델링 기법은 각 영상 프레임의 해당 좌표의 화소 밝기 값을 일정 시간 동안 누적하고 화소 값의 평균을 계산하여 배경영상을 생성하는 방법이다. 이 방법은 실제 배경은 정지되어있으므로 매우 효율이 좋으나 일정시간동안 평균을 하므로 느리게 움직이는 객체는 조금씩 배경에 포함되므로 좋지 않은 배경영상을 생성한다. 그리고 sliding 기법은 이를 개선하기 위해서 시간 축 상의 화소별 농담변화를 관찰하여 급격하게 변하지 않는 부분만을 배경에 적용하였다. 이 방법은 배경의 질은 다소 개선되었으나, 배경생성에 걸리는 시간이 길어지는 단점이 있다. 또한 배경과 전경을 판단하여 배경을 생성하는 방법은 먼저 초기 배경을 구하고 배경 차이를 이용하여 전경을 추출하고 추출되어진 정보를 바탕으로 전경은 배경에 적용시키지 않으며, 움직임이 없는 영역만 배경에 적용함으로써 배경을 갱신한다. 이 방법은 움직임이 적거나 복잡한 환경에서도 좋은 성능을 보이거나 움직임이라고 판단된 객체가 실제 객체가 아닌 환경 변화일 경우 배경에 적용하지 않으므로 좋지 못한 배경

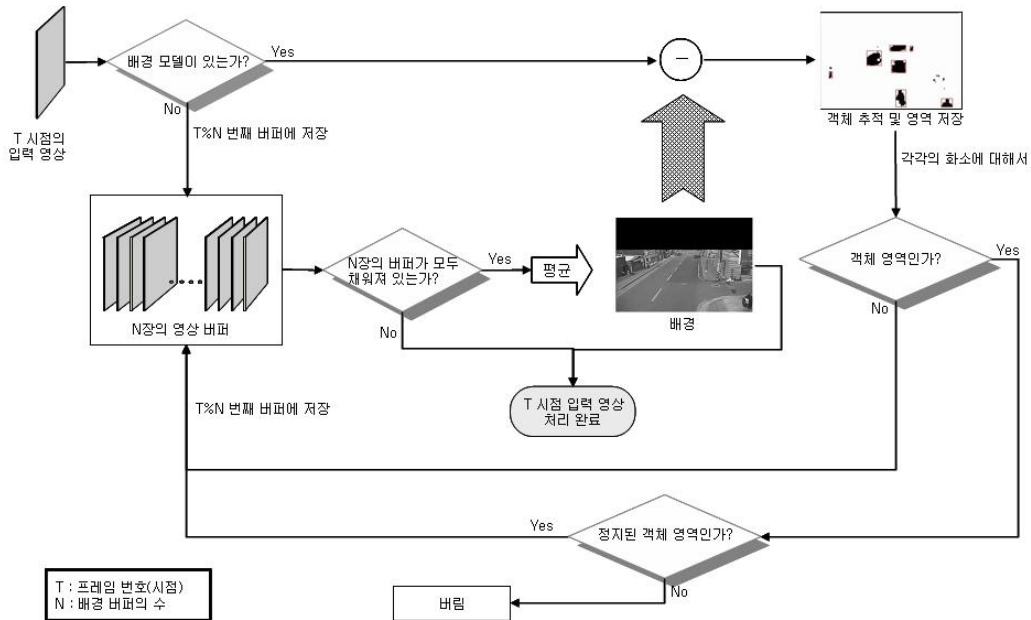


그림 1. 시스템 개요도
Fig 1. System Architecture

영상을 생성할 수 있으며 초기 배경에 따라 성능이 좌우되는 종속성을 갖는다.

III. 개선된 환경변화에 적응적인 배경모델링 방법

〈그림 1〉은 제안하는 환경변화에 적응적 배경모델링 방법을 도식화 한 것이다. 초기에는 기존 평균 개념의 배경모델링 기법과 같이 초기 배경영상을 모델링 한다.

이렇게 생성된 배경과 현재 입력영상 간의 차이를 이용하여 전처리 과정을 통해 객체를 감지하고, 추적한다. 이렇게 함으로써 객체의 정보를 획득할 수 있다. 획득한 객체 정보는 배경영상 갱신 조건으로 사용되는데, 먼저 객체인지 아닌지를 판별하여 배경에 적용 여부를 판단한다. 하지만 여기서 중요한 점은 객체로 판단된 영역은 배경에 적용하지 않지만 객체 중에서도 정지했다고 판단된 객체의 영역은 배경에 적용한다는 것이 특징이다. 따라서 정지된 객체뿐만 아니라 환경적 변화에도 적응하는 배경을 생성할 수 있다.

3.1 초기 배경모델링

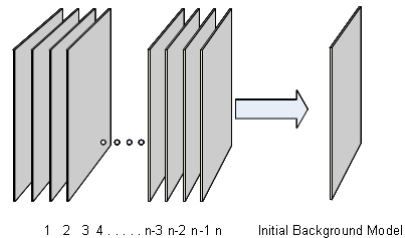


그림 2. 초기 배경모델링
Fig 2. Initial Background Model

초기에는 모델링된 배경영상이 없으므로, 〈그림 2〉와 같이 기존 평균 개념 배경모델링 방법인 일정 시간 동안의 n개의 영상을 버퍼에 저장하고, n개의 버퍼에 입력영상이 모두 저장 되면 버퍼마다 각 화소 값을 더해서 평균을 낸다. 그리고 평균을 구한 각각의 화소 값으로 초기 배경영상을 모델링한다.

따라서 움직이는 객체들은 각각의 버퍼에서 다른 위치에 존재하여, 평균 이미지인 초기 배경영상에는 거의 반영되지 않으나, 이미 정지되어있는 물체나 배경과 같은 실제 배경은 초기 배경영상에 반영된다.

$$B(x,y) = \frac{1}{n} \sum_n I_n(x,y) \dots\dots\dots (1)$$

수식(1)은 초기 배경영상을 만들기 위한 배경모델링 방법을 표현한 것이다. $B(x,y)$ 는 배경영상의 (x,y) 의 밝기 값이며, n 는 배경생성을 위한 영상 버퍼의 개수이며, $I_n(x,y)$ 는 n 번째 버퍼에 저장된 영상 (x,y) 의 밝기 값이다.

3.2 객체 정보 획득

초기 배경영상을 모델링한 후에는 배경영상과 현재 입력영상 간의 차연산을 수행함으로써 전경 영역의 객체를 검지할 수 있으며, 이를 바탕으로 객체를 추적할 수 있다. 추적된 객체는 다음과 같은 정보를 가지고 있다.

표 1. 객체의 정보
Table 1. Information of object

Before-Position	전 프레임의 객체 위치
Stop-Position	정지 여부의 시작 위치
Stop-Count	정지 여부의 횟수
Current-Position	현재 객체의 위치
Stop-Flag	정지 여부
Object-Position	객체의 영역 정보
기타	추적을 위한 정보

Before-Position은 전 프레임에서 검지된 객체의 위치를 저장하며, Stop-Position은 전 프레임에서 검지된 객체의 위치(Before-Position)와 현재 입력영상에서 검지된 객체의 위치(Current-Position)의 변위를 구하여, 일정 임계값 T_1 이하의 변위가 발생하면 Stop-Position에 현재 좌표를 저장하고 Stop-Count에 1을 더하고, 임계값 T_1 이상의 변위가 발생하면 0으로 만든다. 그리고 Stop-Count에 임계값 T_2 을 두어 임계값 이상 누적되어지면 Stop-Flag를 'TRUE'로 설정한다. 이런 방법을 사용함으로써 잘못된 연산에 의한 이동 객체의 정지 판단의 오류를 줄일 수 있다. Stop-Count가 0이 아닐 경우는 전 프레임에서 검지된 객체의 위치(Before-Coordinate)와 현재 입력영상에서 검지된 객체의 위치의 변위를 이용하지 않고, 정지 여부의 시작 위치(Stop-Position)와 현재 입력영상에서 검지된 객체의 위치(Current-Position)와의 변위를 계산함으로써 조금씩 이동하는 객체에 대해서도 정확한 정지 여부를 판단할 수 있다. 객체 추적 모듈은 차량의 정지 여부를 판단하여 정지되었다고

판단하면 Stop-Flag를 'TRUE'로 설정하고 현재의 객체 정보를 메모리 공간에 기억한다. 이는 이미 정지했다고 판단되어 추적을 할 필요가 없으므로 이를 배경에 적용하기 위한 것이다. 따라서 일정시간동안 정지된 객체 영역이 임의의 값(경험적인 값)만큼 배경에 적용되도록 하여 정지된 객체나 갑자기 발생하는 환경적 변화에 적응하도록 배경영상을 갱신한다.

3.3 적응적 배경모델링

3.1절에서의 초기 배경영상 모델링 방법은 움직임이 적은 객체는 시간이 흐를수록 배경에 포함되며, 움직임이 있다가 정지하는 객체의 경우 시간이 지남에 따라 조금씩 배경으로 포함된다. 따라서 정확한 객체의 정지 여부를 판단하기 힘들기 때문에 적응적으로 배경을 갱신할 필요가 있다. 하지만 객체의 영역이라고 무조건 정의된 영역에 대해서 배경모델링에 적용하지 않는다면 갑작스런 환경적 변화에 의한 원하지 않는 영역 또한 객체로 검지하고 배경에 적용하지 않아 좋지 못한 배경을 생성한다.

3.2절에서 획득한 객체의 정보를 바탕으로 정지 여부를 판단한 뒤에 정지가 완료 되었다고 판단된 객체의 영역은 배경에 적용하여 기존 배경영상 모델링에 포함시키며, 현재 움직이고 있다고 판단된 객체의 영역은 배경에 포함시키지 않는다. 이로 인해 객체의 움직임의 변화가 작아도 객체를 추적할 수 있으며, 정지되었다고 판단된 영역은 배경모델링에 적용하므로, 실외 환경의 그림자나 조도 변화에도 적응적으로 좋은 배경영상을 생성하게 된다.

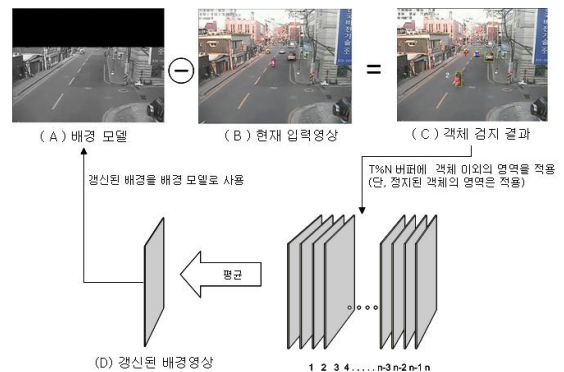


그림 3 배경 갱신 방법
Fig 3. The method that update to background

〈그림 3〉은 적응적 배경모델링 방법을 그림으로 도식화 한 것이다. 그림에서 보듯이 현재 배경영상 (A)와 현재 입력영상 (B)의 차연산을 통해 객체를 검지하고, 객체 추적 과정을

거치면, (C)와 같이 객체의 영역을 찾을 수 있다. (C)에서 구한 객체의 영역을 바탕으로 객체 이외의 영역과 정지된 객체의 영역을 전체 배경 버퍼 중 T(현재 시점) % n(전체 배경 버퍼의 수) 시점 프레임에 적용한다. T % n 시점의 프레임에는 (T - n) 시점의 영상이 있는데, 이동 객체의 영역을 제외한 영역과 정지된 객체의 영역이 적용되므로 (C)에 있는 이동 객체의 영역은 (T - n) 시점의 영상으로 적용되는 효과를 갖는다. 따라서 이동 객체의 영역은 배경모델링에 영향을 주지 않으며, 객체가 느리게 이동할 경우도 객체 영역이 배경모델링에 영향을 주지 않으므로, 객체의 정지 여부를 판단할 수 있는 순수한 배경영상을 생성할 수 있다. 다시 말해서 객체가 3.2절에서 정의한 방법과 같이 Stop-flag가 'TRUE'로 되어 있을 경우 이미 정지했다고 판단하여 그에 맞는 이벤트, 예를 들면, 불법 주정차 단속 시스템에서 차량의 번호 인식을 한 후 단속하는 행위를 실행했을 것이므로, 이후에는 배경모델링에 적용하도록 한다. 이렇게 함으로써 실외 환경의 그림자나 빛의 영향, 자연적 현상 등의 환경 변화로 인한 잘못된 객체 검출 시에도 시간이 지나면 배경에 적용되므로 적응적으로 배경을 갱신하며, 객체의 정지 여부 또한 정확한 판단할 수 있는 기준이 될 수 있다.

표 2. 배경 갱신 영역에 대한 의사코드
Table 2. pseudo code about updated background region

```

if  $(x,y) \in StopObj_m$ 
     $B_{t\%n}(x,y) = I(x,y)$ 

if  $(x,y) \notin TrackingObj_m$ 
     $B_{t\%n}(x,y) = I(x,y)$ 

//평균 이미지로 최종 배경 생성
for  $y=0; y < Height$ 
    for  $x=0; x < width$ 
        for  $i=0; i < n$ 
             $sum += B_i(x,y)$ 
        end
         $B_a(x,y) = sum/n$ 
         $sum=0$ 
    end
end
    
```

표 2는 입력영상의 영역에 따라 배경에 적용하는 방법에 대한 의사 코드(pseudo code)이다.

$StopObj_m$ 은 정지되었다고 판단된 m번째 객체의 영역이며 n은 영상 버퍼의 수이다. 즉, 입력 영상(현재 프레임)에서의 (x,y)가 $StopObj_m$ 의 영역 안에 포함되어 있으면 (t % n)번째 영상 버퍼의 (x,y)에 입력 영상의 I(x,y) 값으로 대체한다.

$TrackingObj_m$ 은 움직임을 가진 객체의 영역이며 입력 영상의 (x,y)가 움직임을 가진 객체의 영역에 포함되지 않을 경우 (t % n)번째 영상 버퍼의 (x,y)에 입력영상의 I(x,y) 값으로 대체한다. 이렇게 두 영역에 대한 평가 후 갱신된 영상 버퍼를 통해서 평균 개념을 사용하여 적응적 배경모델인 B_a 이 생성된다.

위의 두 가지 경우를 제외한 검지된 객체의 영역은 배경모델링에 적용되지 않는데, 이 영역은 움직임 객체의 영역 중 정지된 객체의 영역에 포함되지 않는 영역이다. 따라서 정지되었다고 판단된 객체의 영역에는 현재 입력 영상의 화소가 배경에 적용되며, 움직임을 가진 객체의 경우는 현재 (T % n)번째 버퍼에 있는 이전 T - n 시점의 영상이 적용되어 적은 움직임을 갖는 객체 또한 다음 프레임에서도 정확하게 객체를 검지해 낼 수 있다.

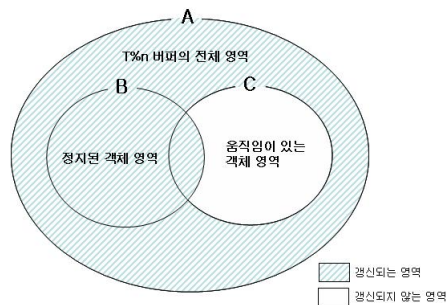


그림 4. 각 버퍼의 갱신 영역
Fig 4. Updated Region of Each buffer

(그림 4)는 표 2를 정리하여, 3 종류의 영역으로 나누고, 영역별 배경모델링에 적용 여부를 벤다이어그램 (Venn diagram)으로 표현한 것이다.

그림에서 T는 현재 시점의 프레임 번호이며, n은 배경모델링을 위한 영상 버퍼의 개수이다. 즉 전체 영역은 현재 입력영상이 적용될 버퍼의 영역이다. B와 C는 객체 추적 과정에서 나온 객체 정보를 가지고 객체의 정지 여부에 따른 영역을 나누는 것이다. 따라서 최종적으로 배경모델링 과정에서 배경영상 갱신에 사용되는 영역은 $(A - C) \cup B$ 이다.

IV. 실험 결과

본 실험의 장소는 서울의 보라매공원 인근 도로이다. 실험에서는 기존의 방법과 제안한 방법을 비교하고, 각각의 방법에서 발생할 수 있는 문제점을 보여주기 위하여 실험결과를 제시하며, 특정한 상황에서 잘못된 배경영상을 생성함을 보인다. 각 프레임은 320*240 크기의 영상이며, 256 계조를 사용하였으며, 필요한 배경영역은 도로이므로 기준 선을 두어 필요한 영역만을 선택하여 배경영상을 모델링 한다. 성능 평가를 하기 위해서는 여러 가지 방법이 있겠지만, 본 논문에서는 여러 가지 상황의 실험 영상과 실험 데이터를 통해 제안된 방법이 기존방법에 비해 정지된 객체의 검지에 대한 성능이 향상되었음을 보인다.

각각의 실험 영상의 좌측은 각각의 다른 시점의 배경영상이며, 우측은 좌측의 배경영상으로부터 검지된 객체의 영역을 보여주는 해당 시점의 영상이다. 우측의 영상에는 검출된 객체의 영역에 MER(최소 인접 사각형)로 표시되어 있으며 MER의 좌측에 있는 숫자는 검지된 객체의 번호를 의미한다. 숫자의 색은 객체의 상태 값을 의미하는데, 흰색의 경우 새롭게 나타난 객체를 의미하며, 붉은색은 객체가 움직이고 있다는 것을 의미하고, 파랑색은 객체가 정지한 상태를 의미한다.



그림 5. 평균 누적 배경모델링 방법
Fig 5. average accumulation method

〈그림 5〉에서 보듯이 (A~D)는 평균 누적 배경모델링 방법을 사용한 결과 영상을 나타낸다. (A)는 9334 frame에서의 배경이며, (B)는 (A)를 이용하여 객체를 검지한 영상이

다. (A)의 배경영상을 보면 도로상에 차량의 움직임으로 인한 잔상이 남아 있음을 볼 수 있다. 이는 차량의 소통이 원활했기 때문에 배경영상에 객체 검지의 오류가 발생할 정도의 영향을 미치지 않았지만 차량의 소통이 원활하지 못할 경우 좋지 못한 배경을 생성할 것이라고 예측할 수 있다. 또한 (B)에서 차량이 정지하였음에도 불구하고 7프레임 이후인 (D)에서 차량이 두 개의 객체로 분리되었음을 확인할 수 있다. 따라서 차량이 천천히 움직이다가 정지하는 경우 객체의 검지가 정확하지 않음을 보인다. 즉, 평균 누적 배경모델링 방법은 객체의 움직임이 작거나, 정지 하였을 경우 객체의 검지에 있어서 심각한 문제점을 가지고 있다는 것을 확인할 수 있다.



그림 6. 객체 배제 평균 누적 배경모델링 방법
Fig 6. average accumulation method of object exclusion

〈그림 6〉의 영상은 객체 배제 평균 누적 배경모델링 방법의 결과이다. 이 방법은 기존의 평균 누적 배경모델링 방법으로 생성된 초기 배경영상을 기준으로 전경과 배경을 분할하고 배경이라고 판단된 영역만 배경영상 모델링에 적용하여 평균하는 방법이다. 즉, 초기 배경영상이 잘 모델링 되면 객체의 검지성능은 평균 누적 배경모델링 방법보다 좋으나, (B)와 (D)에서 보듯이 태양의 남중고도의 변화와 빛의 영향으로 인한 그림자 또한 객체로 검지하여 시간이 지남으로써 점점 더 잘못된 배경영상을 생성할 수 있음을 보여준다. 물론 정확히 원하는 실제 객체만 검지한다면 이런 현상은 발생하지 않을 수 있으나, 환경 변화가 심한 실외 환경에서는 언제나 이런 가능성은 존재한다.



그림 7. 제안된 방법
Fig 7. proposed method

〈그림 7〉은 제안된 방법의 결과 영상을 보여준다. (A)는 기존 평균 누적 배경모델링 방법을 사용하여 초기 배경영상을 생성한 것이다. (C)는 차량이 정지한 후 약 5 Frame 후의 배경영상인데, 그림에서 보듯이 차량의 영역이 배경에 적용되지 않음을 볼 수 있다. 따라서 (D)에서 차량의 영역을 정확하게 검지하였으며, 정확히 객체가 정지했다고 판단하는 동안 배경영상 모델링에 사용되지 않음을 알 수 있다. 또한 일정시간(약 110 Frame) 지난 후 배경영상인 (E)에서는 이전에 검지된 차량((D)에서 검지된 차량)의 정지 유무를 평가하여, 움직임이 없다고 판단되어 (D)에서 검지된 객체의 영역을 배경영상 모델링에 적용함으로써 조금씩 배경영상의 영역이 객체가 적용되는 것을 볼 수 있다. (G)는 정차한 차량이 배경영상에 모두 적용된 결과를 나타낸다.

따라서 평균 누적 배경영상 모델링 방법에서의 약점인 천천히 움직이는 객체나 정지한 객체에 대해서 검지가 가능하며, 객체 배제 평균 누적 배경모델링 방법에서의 약점인 갑작스런 환경 변화에도 좋은 배경영상을 생성함을 알 수 있다. 물론 갑작스런 환경 변화가 발생하였을 경우 처음에는 객체로 검지하여 잘못된 행동을 수행하지만, 환경 변화의 경우 움직임이 매우 미세하거나 없으므로 일정 시간이 지나면 배경에 적응적으로 적용됨을 알 수 있다.

표 3. 정지 객체 검지율 비교
Table 3. Comparison of detection rate for static object

배경 생성 방법	검지율	오검지율
평균 누적 배경 모델	12 %	5 %
객체 배제 평균 누적 배경 모델	82 %	24 %
제안된 방법	91 %	11 %

표 4. 실험 데이터
Table 4. Data of Experiment

환경변화	정지객체	합계
42	296	338

표 3은 약 10시간(8~18) 동안 정지한 객체(천천히 움직이는 객체 또는 정차한 차량)만을 포함한 검지율과 오검지율을 비교한 결과이다. 표 3의 검지율은 표 4의 정지한 객체 전체 296개 중에서 검지한 비율을 의미하며 오검지율은 정지한 객체와 환경변화를 합한 전체 338개 중에서 관심 객체가 아닌 환경 변화에 의한 오검지된 비율을 의미한다.

표 3에서 제시된 결과에서 제안된 방법의 검지율이 평균 누적 방법이나 객체 배제 평균 누적 방법에 비해 높음을 알 수 있는데 이는 모든 정지된 객체(환경적 변화 포함)가 정지하였다고 판단하였을 경우를 검지하고 또한 배경을 갱신하므로 시간이 지나도 정지된 객체를 구분해 낼 수 있기 때문이며 검지율에서 91%에 대한 9%의 오차는 추적 과정에서 다른 객체와의 폐색으로 인한 결과이다. 객체 배제 평균 누적 방법의 검지율의 경우 초기에는 제안된 방법과 비슷한 성능을 보였으나 갑작스런 환경 변화(예. 갑자기 드리워진 그림자, 빛의 변화)에 약한 단점으로 인해서 시간이 지남에 따라서 성능이 악화되었다. 또한 평균 누적 방법의 검지율은 차량의 색상과 도로의 색상 값의 차이가 클 경우 배경에 포함되는 시간이 좀 더 길리므로 몇몇의 차량은 정지된 객체로 검지하는 경우

로 인해 12%가 검지되었다. 실험 결과 객체 배제 평균 누적 방법에 대한 오검지율은 시간 당 오검지 횟수가 계속 증가하였는데 이는 갑작스런 환경 변화가 발생하였을 때 이를 배경에 적용하지 않기 때문이다. 또한 제안된 방법의 오검지율에 포함되는 대부분의 경우는 갑작스런 환경적 변화였으나 이렇게 검지한 이후 배경에 적용되어 환경적 변화가 시스템에 중복하여 영향을 주지 않았다. 그리고 객체 배제 평균 누적 방법의 오검지율에 포함되는 대부분의 경우는 시간에 따라서 배경의 갱신이 이루어지지 않아 나타나는 오작동과 환경 변화로 인한 오검지율이 대부분을 차지하였으며 평균 누적 방법의 5%의 오검지율은 갑작스런 환경 변화가 배경에 적용되기 전에 시스템이 정지된 객체로 인지하여 나타난 결과이다.

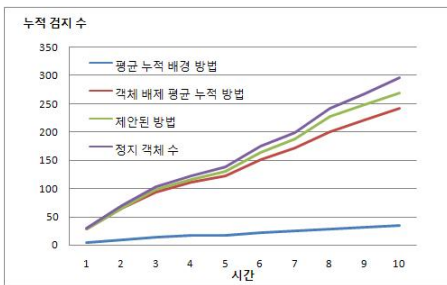


그림 8. 정지 객체 검지 횟수 누적 그래프
Fig 8. cumulative frequency graph of detected static object

〈그림 8〉은 정지한 객체의 검지한 횟수를 시간에 따라서 누적하여 나타낸 그래프이다. 평균 누적 방법의 경우 t시간 동안의 프레임들을 평균으로 하여 배경을 생성하므로 객체의 정확한 정지 시점을 알 수 없기 때문에 다른 두 가지 방법보다 현저하게 낮은 결과가 나왔으며 어느 정도의 검지율을 보인 것은 객체가 배경에 포함되는 속도가 정지했다고 판단하기 위한 기준보다 느린 경우 때문에 발생하였다. 또한 객체 배제 평균 누적 방법의 경우 초기에는 제안한 방법과 정지한 객체의 검지한 횟수의 많은 차이를 보이지 않으나 시간이 지날수록 배경의 변화를 반영하지 않으므로 점점 성능이 떨어짐을 확인할 수 있었다. 이는 환경적인 변화를 적응적으로 갱신하지 않는 단점 때문에 실외환경에서는 적합하지 않음을 알 수 있다. 제안된 방법의 경우에는 정지한 객체를 꾸준히 검지하였으며 간혹 잘못된 검지를 하는 경우도 있었다. 이는 갑작스런 환경 변화가 일정 시간동안 유지되어 정지된 객체로 검지한 경우였다.

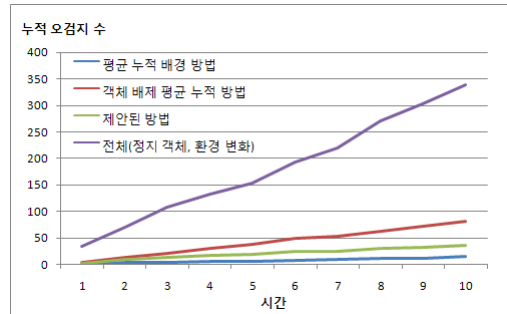


그림 9. 정지 객체 오검지 횟수 누적 그래프
Fig 9. cumulative frequency graph of misdetections of static object

〈그림 9〉는 환경적인 변화 또는 비관심 객체를 정지한 객체로 검지하거나 오작동한 횟수를 누적하여 그래프로 표현한 것이다. 그래프에서 보듯이 평균 누적 방법의 경우 오검지율이 낮는데 이는 환경적인 변화를 바로 수용하는 방법이므로 검지율과 같이 오검지율 또한 낮다. 또한 객체 배제 평균 누적 방법은 객체라고 판단된 모든 경우를 배경에 적용하지 않으므로 잘못된 배경 생성으로 시간이 지날수록 오검지율이 증가하게 된다. 제안된 방법은 갑작스런 환경적인 변화일 경우에는 정지한 객체로 오검출하는 경우가 있었지만 정지된 객체의 경우 다시 배경에 적용하므로 실제 배경을 유지하여 시간이 지나도 객체 배제 평균 누적 방법에 비해 시간당 오검지 횟수의 많은 변화가 일어나지 않았다.

V. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 종전에 사용되던 일정 시간동안 누적하여 각 화소별 평균을 사용하여 배경영상을 모델링 하는 방법을 개선하여, 불법 주정차 시스템을 위한 새로운 배경영상 모델링 방법을 제안하였다. 물론 초기에는 종전의 배경모델링 방법을 사용하였지만, 이 후 시간이 지남에 따라서 전체 영역을 구분하여 영역별로 배경영상 모델링에 적용 여부를 설정함으로써 기존의 객체 배제 평균 누적 방법과 평균 누적 방법보다 차량의 정지 여부를 효과적으로 판단함과 동시에 가변적인 실외 환경에도 잘 적응함을 확인하였다. 하지만 그림자나 갑자기 드리워진 빛의 영향으로 차량이 정지했다고 판단하는 경우도 있었다. 물론 정지했다고 판단 후에는 다시 배경영상 모델링에 정지된 객체의 영역이 적용되므로 일정 시간 후에는 시스템에 영향을 미치지 않으나, 앞으로는 정지되었다고 판단된 객체가 그림자나 조도의 영향, 즉 환경 변화 또는 비관심 객

체인지 관심 객체인지를 판단하여 객체의 영역을 바로 배경영상 모델링에 적용할 수 있는 방법을 연구해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] M. Fathy and M.Y. Siyal, "A Window-based edge detection technique for measuring road traffic parameters in real-time", Real-Time Imaging, vol. 1, pp. 297-305, 1995.

[2] W. Long and Y.H. Yang, "Stationary background generation: An alternative to the difference of two images", Pattern Recognition, vol. 23, no. 12, pp. 1351-1359, 1990.

[3] M. Kilger, "A shadow handler in a video-base real-time traffic monitoring system", Proc. IEEE workshop on Applications of Comp. vision, pp. 11-18, 1992.

[4] L. Wixson, "Illumination assessment for vision-based real-time traffic monitoring", Proc. Int'l Conf. Pattern Recognition, pp. 56-62, 1996.

[5] R. M. Inigo, "Application of machine vision to traffic monitoring and control", IEEE Trans. Vehicular Technology, vol. 38, no. 3, pp. 11-12, Aug. 1989.

[6] A. E. Polk, "Non-intrusive guidance: Independent assessment of alternative deflection devices", Traffic Technology International, pp. 30-34, Feb/Mar '97.

[7] W. H. Sowell and J. S. Labatt, "Video Vehicle detection takes a new track", Tech. Report, Peek Traffic-Transyt C, pp. 1-7, Nov 1995.

[8] P. G. Michalopoulos, "Vehicle detection video through image processing: The Autoscope system." IEEE Trans. Vehicular Technology, vol. 40, no. 1, pp. 21-29, Feb 1991.

[9] N. Hoose, "IMPACTS : An Image analysis tool for motorway surveillance", Traffic Eng. and Control, pp. 140-147, Mar 1992.

[10] N. Hoose, "Automatic traffic monitoring from video images", Proc. 15th ARRB conf., pp. 37-54

[11] N. Hoose and L. G. Willumsen, "Automatically extracting Traffic data from video tape using the CLIP4 parallel image processor", Pattern Recognition letters 6, pp.99-213, 1987.

[12] 권영탁, 김윤진, 박철홍, 김희정, 소영성, "차량 탐지 정보를 이용한 영상 검지기의 배경영상 생성 방법", 한국향행학회 논문지 제3권 제1호 1999.6

저자 소개



주성일

2008년 2월 : 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2008년 ~ 현재 : 숭실대학교 IT대학 미디어학과 대학원
 관심분야: 영상처리, 패턴인식, 컴퓨터비전



전영민

1997년 군산대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업
 1999년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 석사 졸업
 2004년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사 졸업
 2005년 윈스로드주식회사 개발팀장
 2006년 ~ 현재: 한국비전기술 주식회사 대표이사
 관심분야: 컴퓨터비전, 패턴인식, HCI



최형일

1979년 2월: 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1982년 2월: 미시간대학교 전산공학과 졸업 (공학석사)
 1987년 2월: 미시간대학교 전산공학과 졸업 (공학박사)
 1987년 3월~현재: 숭실대학교 미디어학과 (교수)
 관심분야: 컴퓨터비전, 퍼지 및 신경망이론, 비디오검색, 패턴인식, 인터페이스에이전트, 지식기반시스템 등