

조명환경에 강인한 도로변 불법 주차 차량 분리 기법

지영석, 백경환, 한영준, 한현수  
 숭실대학교 전자공학과

Robust Car Detection Scheme on Various Illumination Condition

Young-suk Ji, Young-joon Han, Hern-soo Hahn  
 School of Electronics Engineering  
 Soongsil University

**Abstract** - 본 논문에서는 배경 분리(Background Subtraction) 기법 및 픽셀 농도를 기반으로 조명 환경의 변화에 강인한 도로상의 불법 주차 차량 검출을 위한 방법 중 하나이다. 이 방법은 보통 감시 시스템이나 항공 영상에서 차량 검출 및 분리에 사용되고 있다. 감시 시스템의 경우 별 다른 장치나 센서의 설치 없이 간편하고 저렴한 비용에 침입자를 검출하며, 차량 검출에 있어서는 도로 상의 차량 유무, 항공 영상을 이용한 차량의 수를 파악하여 교통량 파악 등에 쓰인다. 이와 연계하여 도로변 불법 주차 차량 단속에 적용해 보았다. 그러나 이 연구의 문제점은 위에서 설명한 사례들과 달리 배경이 복잡하다 또한 조명환경이 영상에 미치는 영향이 크다는 것이다. 시간에 따라 입력되는 영상의 밝기 값이 달라지기 때문에 이에 대한 융통성이 있어야 한다. 거기에 조명환경에 의해 생기는 가로수 같은 목적과 상관없는 불필요 객체의 그림자는 잘못된 검출로 이루어질 수 있다. 거기에 사용 영상이 도로 윗부분에서 도로의 반대 진행 방향으로 촬영되므로 차량이 겹쳐지며, 카메라에서 차량이 멀어 질수록 차량의 크기가 작아져서 종류의 특징이 사라진다. 이러한 점들은 위의 사례와 같이 배경 분리(Background Segmentation)를 적용하는 것은 많은 문제점이 발생한다. 거기에 배경 차 영상(Background Subtraction)에 임의의 문턱 값을 부여해서 차량 후보 영역을 얻었을 경우 자동차 영역은 단락 된 에지 이미지로 나타난다[1]. 이것을 균질화하고, 앞서 이야기했던 문제점을 해결하고자 다음과 같이 진행하였다. 우선 연구주체의 특성상 도로 변 주차차 차량의 검출 및 차량 분리에 있으므로 관심 영역으로 설정하여 배경 분리(Background Segmentation)를 하였다. 이는 환경 변수 요인을 배제하며 목적에 효율적으로 접근할 수 있도록 불완전 정보를 얻었다. 그리고 관심 영역의 기준 영상(빈 도로 영상)과 입력 영상과의 차 영상(Background Subtraction)으로 차 이 값이 임의의 문턱 값  $\alpha$ 가 넘어서면 변화가 있는 것으로 판단하였다. 변화가 있는 부분의 수평 픽셀 값이 임의의 문턱 값  $\beta$ 보다 크면 차량이 들어온 것으로 판단하였다. 이때 도로로 판단된 부분은 기준 영상의 같은 좌표로 갱신 하였다. 이러한 갱신을 계속하는 방식으로 기준 영상을 배경 적용 모델로 만들었다. 이는 다음 영상이 들어왔을 때부터 적용된다. 이렇게 찾아진 차량의 좌표를 기억하여 차량이 이동하는 것에 대해 추적을 하여 불법 주차차 차량 검출 및 분리 방법을 제안하였다. <그림 1>은 본 논문에서 제안하는 차량 검출 및 분리를 위한 시스템 순서도 알고리즘을 보여준다.

1. 서 론

배경 분리(Background Segmentation)는 상위단계 영상처리에서 영역분리를 위한 방법 중에 하나이다. 이 방법은 보통 감시 시스템이나 항공 영상에서 차량 검출 및 분리에 사용되고 있다. 감시 시스템의 경우 별 다른 장치나 센서의 설치 없이 간편하고 저렴한 비용에 침입자를 검출하며, 차량 검출에 있어서는 도로 상의 차량 유무, 항공 영상을 이용한 차량의 수를 파악하여 교통량 파악 등에 쓰인다. 이와 연계하여 도로변 불법 주차 차량 단속에 적용해 보았다. 그러나 이 연구의 문제점은 위에서 설명한 사례들과 달리 배경이 복잡하다 또한 조명환경이 영상에 미치는 영향이 크다는 것이다. 시간에 따라 입력되는 영상의 밝기 값이 달라지기 때문에 이에 대한 융통성이 있어야 한다. 거기에 조명환경에 의해 생기는 가로수 같은 목적과 상관없는 불필요 객체의 그림자는 잘못된 검출로 이루어질 수 있다. 거기에 사용 영상이 도로 윗부분에서 도로의 반대 진행 방향으로 촬영되므로 차량이 겹쳐지며, 카메라에서 차량이 멀어 질수록 차량의 크기가 작아져서 종류의 특징이 사라진다. 이러한 점들은 위의 사례와 같이 배경 분리(Background Segmentation)를 적용하는 것은 많은 문제점이 발생한다. 거기에 배경 차 영상(Background Subtraction)에 임의의 문턱 값을 부여해서 차량 후보 영역을 얻었을 경우 자동차 영역은 단락 된 에지 이미지로 나타난다[1]. 이것을 균질화하고, 앞서 이야기했던 문제점을 해결하고자 다음과 같이 진행하였다. 우선 연구주체의 특성상 도로 변 주차차 차량의 검출 및 차량 분리에 있으므로 관심 영역으로 설정하여 배경 분리(Background Segmentation)를 하였다. 이는 환경 변수 요인을 배제하며 목적에 효율적으로 접근할 수 있도록 불완전 정보를 얻었다. 그리고 관심 영역의 기준 영상(빈 도로 영상)과 입력 영상과의 차 영상(Background Subtraction)으로 차 이 값이 임의의 문턱 값  $\alpha$ 가 넘어서면 변화가 있는 것으로 판단하였다. 변화가 있는 부분의 수평 픽셀 값이 임의의 문턱 값  $\beta$ 보다 크면 차량이 들어온 것으로 판단하였다. 이때 도로로 판단된 부분은 기준 영상의 같은 좌표로 갱신 하였다. 이러한 갱신을 계속하는 방식으로 기준 영상을 배경 적용 모델로 만들었다. 이는 다음 영상이 들어왔을 때부터 적용된다. 이렇게 찾아진 차량의 좌표를 기억하여 차량이 이동하는 것에 대해 추적을 하여 불법 주차차 차량 검출 및 분리 방법을 제안하였다. <그림 1>은 본 논문에서 제안하는 차량 검출 및 분리를 위한 시스템 순서도 알고리즘을 보여준다.

1.1 관련 연구

이와 관련된 연구로는 배경(Background)과 정지된 객체(Stopped Object) 그리고 움직이는 객체(Moving Object)를 픽셀 농도(Pixel Intensity)와 지역 분석(Region Analysis)을 통해 객체를 검출하는 방법[2]. 배경영상에서 Mixture Gaussian기법을 사용하여 영상의 분포 값을 얻어 새로운 객체(Object)가 들어왔을 때의 분포 변화량을 갖고 객체(Object)를 얻는 방법 [2], Mixture Gaussian기법과 Kalman Filter를 사용하여 배경 차 영상(Background Subtraction)에서 얻은 단락된 에지 정보를 균질화 하여 객체(Object)를 얻고 추적(Tracking)하는 방법 등이 있다[3].

2. 배경 분리 및 픽셀 농도를 이용한 차량 검출 및 분리

2.1 배경 분리를 통한 차량 후보 영역 검출

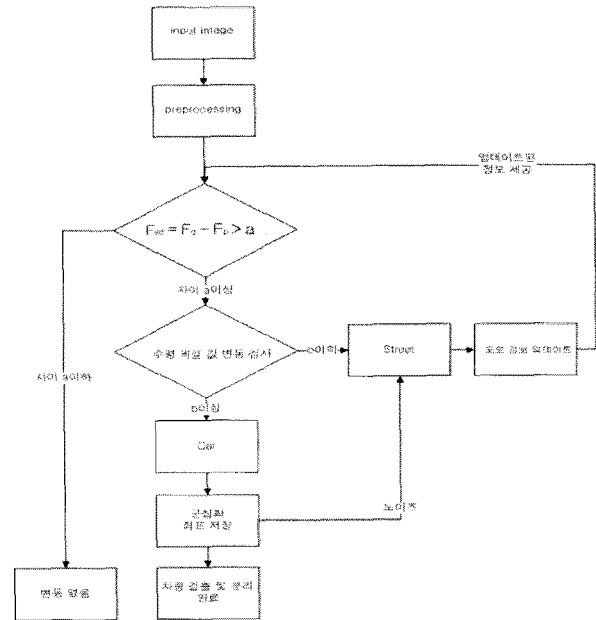
효율적인 자동차 검출 및 분리를 위하여 관심 영역을 도로변으로 지정한

다. 이는 검출 시간의 단축 및 불필요한 요소의 배제로 노이즈 발생을 최대한 억제 할 수 있다. 이렇게 설정한 영역만을 가지고 기준 영상(빈 도로 영상)과 입력 영상의 각 픽셀에 대응되는 픽셀 값(Pixel value)을 비교하여 임의의 문턱 값(Threshold)을 넘어가면, 차량 후보 영역으로 분류한다. 아래의 식 1은 이를 표현한 것이다.

$$F_{sd} = F_d - F_p > \alpha \quad (1)$$

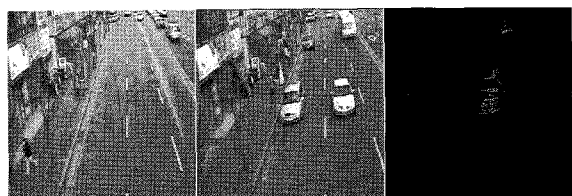
$$(if F_{sd} < \alpha, then F_p = 0)$$

여기서,  $F_d$ 는 기준 도로 영상이고,  $F_p$ 는 입력 영상이다.  $\alpha$ 는 임의의 문턱 값(Threshold)이다. 분류된 후보 영역은 <그림 2-c>의 에지들이다.



<그림 1> 제안하는 차량 검출 및 분리를 위한 시스템 알고리즘.

사진 처리에서는 차량 검출을 위한 관심 영역 설정 및 노이즈를 억제하기 위한 미디언 필터를 적용하고 다음 과정으로 넘어간다. 차 영상을 이용하여서 차량 후보 영역을 검출한다. 이후 영역 내 수평 픽셀 농도(Pixel intensity)의 변화량을 비교하여 차량의 균질화 및 추적을 함으로써 이 알고리즘이 수행된다.



<그림 2> (a) (b) (c)  
 (a)는 기준 도로 영상, (b)는 입력 영상(2대의 차량이 주차되어있는 것을 볼 수 있다). (c) (a)와(b)의 픽셀 값을 비교한 영상이다. 도로변을 제외하고는 픽셀 값(Pixel value)에 0을 넣은 것이다. 에지 성분이 차량 후보

영역이다.

에지들은 연속적이지 않고 불규칙적으로 끊어져 있다. 단지 이것만으로는 차량의 군집화를 명확하게 할 수 없기 때문에, 다음 2.2에서 이것의 방법에 대해서 논한다.

### 2.2 픽셀 농도(Intensity)를 이용한 차량의 군집화

움직이는 객체(Moving object)와 정지된 객체(Stopped object)는 배경과 밝기 차이가 있고, 농도(Pixel intensity)의 변화가 심하다. 반면에 도로 영역은 일정한 농도(Pixel intensity)를 갖으며 밝기 차이가 없다[1]. 검출된 차량 후보 영역을 명확하게 해야 하는데 본 연구에서는 단락된 에지 이미지의 군집화 방법으로 입력 영상  $F_p$ 와 대치 시켜서 영역 내의 각 수평 픽셀들 픽셀 값(Pixel value)의 평균을 구해서 각 픽셀의 값을 뺀 때, 임의의 문턱 값(Threshold)보다 큰 경우 파라미터 값을 누적시켜서 좌우 간 변화량이 급격하게 변화한 경우 값이 큰 경우 차량으로 검출하였다. 식 2는 이를 표현한 것이다.

$$Ave = \frac{\sum_{i=0}^n P_{(x_i, y_b)}}{a} \quad (2)$$

if  $\beta < |(P_{(x_i, y_b)} - Ave)|$ , then Count++

여기서  $P_{(i, b)}$ 는 (i, b)의 픽셀 값(Pixel value)이며, Ave는 관심 영역 내에서  $y_b$ 에 존재하는 i개 픽셀들의 값(Pixel value)의 평균이다.  $\beta$ 는 임의의 문턱 값(Threshold)이다. 변화량을 볼 때는 차량 후보 영역과 후보 도로 영역 모두 실시하여 매 입력 영상에서의 픽셀(Pixel)변화량의 정도를 보았다. 식 2는 각 픽셀 값(Pixel value)에서 평균을 뺀 때,  $\beta$ 보다 작거나 같을 때까지 계속 반복되며, 이때 숫자가 1만큼 누적되어 변화량의 정도를 나타낸다. <그림 3>의 (b)에서 앞쪽에 위치한 차량 한 대의 영역을 군집화 하는 정보를 나타내고 있다. 그 정보로 차량의 시작점과 끝점을 찾아 군집 및 추적하는 과정을 다음 2.3에서 수행하게 된다.

### 2.3 군집 추적(Tracking)기반 차량 분리

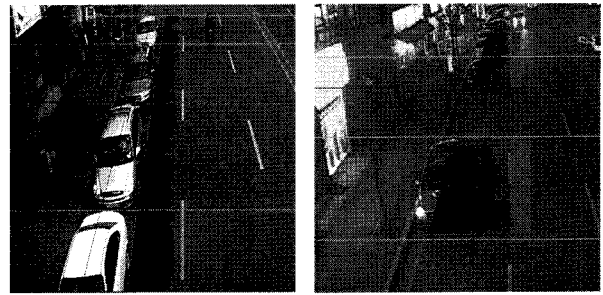
이전 영상에서 검출한 군집의 시작점과 끝 점( $S_x, E_y$ )과 현재 영상에서 검출된 군집영역의 시작과 끝점( $S'_x, E'_y$ )과의 위치가 실험에 의해 정해진 문턱 값  $\theta$ 보다 작은 값을 가진 경우, 차량의 움직임이 발생하지 않았음을 나타낸다. 하지만  $\theta$ 보다 경우, 이전차량이 움직인 것으로 판단한다. 식 3은 이를 표현한 것이다.

$$Moving\ Car = \begin{cases} 1, & |(S_x, E_y) - (S'_x, E'_y)| > \theta \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

정지영상 내에서 군집의 끝점과 다른 군집의 시작점이 만나면 차량 겹침을 나타내므로써, 차량의 분리를 표현하였다. 처음에 잡았던 군집이 설정된 문턱 값  $\theta$ 안에서 움직이면서 차량이 겹쳐진 이후에도 추적이 잘 이루어 졌다는 것을 알 수 있다.

### 3. 실험 및 결과

본 논문은 조명 환경의 변화에 적합한 배경 적응 모델을 적용하였다. 영상 간의 픽셀 값(Pixel value)을 비교하여 영상의 변화만을 비교하는 것은 이번 논문의 목적에서 문제점을 들어낸다. 차가 도로변에 주정차하는 것과 주정차한 차량이 빠져나가는 것에서 차가 오랫동안 주차되었던 경우 배경 적응 모델의 도로의 픽셀 값(Pixel value)과 입력 영상의 픽셀 값(Pixel value)이 같지 않아 이 부분을 차량으로 판단 할 수도 있다, 또는 픽셀 값(Pixel value)이 동일하여 차가 빠져 나갔는데도 불구하고 인지를 못할 수도 있다 그래서 수평 픽셀 값(Pixel value)의 변화량 비교로써 실험의 높은 신뢰도를 얻었으며, 조명 환경에서도 강인하였다. <표 1>에서 보면 주간·야간 영상 간에 처리 속도가 거의 차이 나지 않는 것을 알 수 있다. 정확도는 주간에서는 만족스러웠지만, 야간에서는 개선의 필요성이 있다. 수평 픽셀 값(Pixel value)의 변화량도 도로의 얼룩이나 갑작스런 조명과 도로의 얼룩에 의해 차량 같이 보이는 경우가 있는데 개선이 필요한 사항이다. 또한, 이중 주정차의 경우 두 대의 차량을 한 대로만 잡는 문제점이 발견되었다. 이 실험은 한 대의 불법 주정차 단속 카메라로 얻어 진 영상이며, 약 1분 30초의 연속적인 영상으로 시간 대 별로 촬영되었다. 해상도는 640\*480이다. 영상 테스트를 한 컴퓨터의 사양은 Intel Pentium 3.0GHz, Ram 2.0GB로 진행되었다.



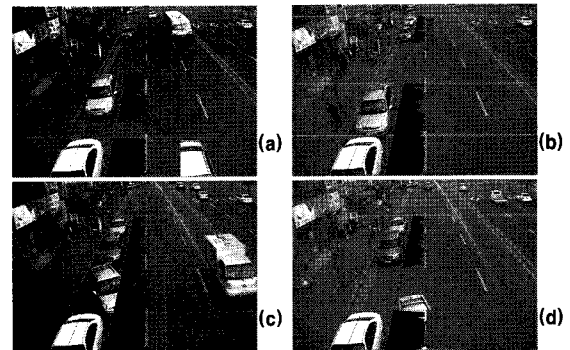
<그림 3> (a) (b)  
(a)는 주간 차량 검출 장면이다. (b)는 야간의 차량 검출 장면이다. 두 그림에서 검정색 부분은 픽셀 값(Pixel value)의 변화량을 수평 히스토그램으로 표현한 것이고, 분홍색 부분은 차량으로 검출된 부분을 옆쪽에 그려준 것이다. 겹쳐진 영상과 어두운 야간 영상에서도 강인한 성능을 보인다.

<표 1> 평균 프레임 처리 시간 (Frame/Sec)

실험 영상	처리 시간	정확도 (%)
주간	17.6	96.2 %
야간	16.1	88.6 %

### 4. 결론 및 향후 연구

실험을 통해 얻은 결과 값은 배경 차 영상(Background Subtraction)을 이용한 자동차 후보 영역을 단락된 에지 이미지로 얻은 후, 수평 픽셀 값(Pixel value)의 변화량을 이용하여 정확한 영역의 군집화를 하여 결과 값을 얻은 것이다. 하지만 <그림 3-(b)>와 같이 실제 차량 영역보다 크게 잡히는 경우가 많은데, 이는 위에서도 언급했던 순간적인 조명과 도로상의 얼룩 같은 변수들이 모여서 나타나는 경우이다. 그러나 결과 값이 차량 검출에 큰 무리가 없는 정도이다. 또한 참고 문헌[2]에서 사용된 기법보다 처리 속도가 빠르며, 모든 영상에 대해 같은 처리 성능을 보였다. 향후 나타난 문제점을 보완하기 위해서는 배경 적응 모델의 생성 시 보다 안정적인 알고리즘을 개발 하여 실제 불법 주정차 단속 시에 적용할 수 있을 만큼의 신뢰도와 정확도를 얻기 위해 다양한 실험을 수행할 계획이다. 아울러 적용 가능한 다른 응용분야에도 적용해 볼 것이다. <그림 4>는 겹쳐진 차량의 검출 및 분리를 한 결과 이미지이다.



<그림 4> 실험 영상의 결과물이다. (a)와 (b)는 떨어져 있을 때, 차량을 검출하고 분리한 것이 차량이 붙어 버린 이후에도 차량 분리가 되는 것을 보인다. (c)와 (d)는 겹쳐진 차량들 중에 중간에서 빠져 나가면 다시 차량과 도로가 분류되는 것을 보여준다.

### [참 고 문 헌]

[1] Hironobu Fujiyoshi, Takeo Kanade, "Layered Detection for Multiple Overlapping Objects," icpr.pp.40156, 16th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'02), Vol. 4, 2002.  
 [2] Young-Ju Kim, "An Improved Adaptive Background Mixture Model for Real-time Object Tracking based on Background Subtraction," 한국 컴퓨터 정보 학회 논문집, 제10권 제6호, pp.187~193, 2005.  
 [3] Stauffer, C., Grimson, W.E.L., "Adaptive background mixture models for real-time tracking," Computer Vision and Pattern Recognition, 1999. IEEE Computer Society Conference, Vol. 2, p.252~Vol.2, 1999.