

환경 변화에 강인한 방법용 차량 검지 시스템

배성호[†], 홍준의^{††}

요 약

외부 환경에서의 영상처리 기술은 환경에 매우 민감하여 외부환경이 급격하게 변화할 때마다 정확도가 많이 떨어지는 경향이 있다. 본 논문에서는 다양한 변화가 일어나는 실외환경에서 영상처리 기술을 이용한 방법용 차량 검지 및 추적 시스템을 제안한다. 방법용 카메라검지기는 하나의 차선내에서 차량을 검지하고 추적하기 때문에 차량의 윤곽보다는 차량의 특징 영역을 분리하는 것이 중요하다. 제안한 시스템은 차량 진입의 판단을 광류를 통하여 검지하며, 차량의 전조등, 본넷, 전면창, 루프 등으로 영역을 분류하여 차량을 추적한다. 실험을 통하여 제안한 시스템이 차량의 종류, 속도 및 시간 의 환경 변화에도 강인함을 확인하였다.

A Vehicle Detection System Robust to Environmental Changes for Preventing Crime

Sung-Ho Bae[†], Jun-Eui Hong^{††}

ABSTRACT

The image processing technique is very sensitive to the variation of external environment, so it tends to lose a lot of accuracy when the external environment changes rapidly. In this paper, we propose a vehicle detecting and tracking system for crime prevention suitable for an external environments with various changes using the image processing technique. Because the vehicle camera detector for crime prevention extracts and tracks the vehicle within one lane, it is important to classify a characteristic region rather than the contour of a vehicle. The proposed system detects the entrance of the vehicle using optical flow and tracks the vehicle by classifying the headlights, the bonnet, the front-window and the roof area of the vehicle. Experimental results show that the proposed method is robust to the environmental changes such as type, speed and time of a vehicle.

Key words: Vehicle detection(차량 검지), Vehicle tracking(차량 추적), Crime prevention video (방법동영상), Optical flow(광류)

1. 서 론

영상처리를 이용한 지능형 교통시스템(ITS: Intelligent Transportation System)은 도로 영역에 대한 영상정보를 실시간으로 분석하여 교통 정보를 제공한다. 기존에 운용중인 매설식 루프검지기는 설치시 도로를 파서 매설해야 하는 것과 설치 후 유지 보수

의 문제로 인해 많은 비용이 발생하는 단점이 있다. 또한, 도로상황을 데이터의 가공에 의한 신호처리 기법으로 파악하기 때문에 운영자가 실제 도로의 상황을 이해하는데 어려움을 가지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 영상처리를 통한 ITS의 개발이 많이 이루어지고 있다.

ITS를 위한 영상처리 방법 중 가장 일반적인 방법

* 교신저자(Corresponding Author): 배성호, 주소: 부산광역시 남구 신선로 179(608-711), 전화: 051)629-1345, FAX: 051)629-1345, E-mail: baesh@tu.ac.kr
접수일: 2010년 3월 5일, 수정일: 2010년 3월 23일
완료일: 2010년 3월 31일

[†] 정회원, 동명대학교 의용공학과 부교수

^{††} 정회원, 동명대학교 컴퓨터공학과 박사과정
(E-mail: recoless@tu.ac.kr)

※ 본 논문은 교육과학기술부· 지식경제부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구결과입니다.

은 배경 감산 방식으로 교통 모니터링 시스템에서 많이 사용되었다[1-5]. 이러한 기법에서는 감산된 영상에 임계치를 설정하여 차량을 검출하는 방법을 이용한다. 그러나 배경 감산 방식의 단점은 조도의 변화, 저속 차량과 그림자 등의 영향으로 정확한 배경영상을 얻기가 힘들다는 것이다. 이 문제점을 해결하기 위해 배경영상을 사용하지 않고 연속적인 프레임에서 움직임 부분만을 추출하는 기법이 연구되었지만 이 방법 역시 정지된 차량이나 저속으로 주행하는 차량에 대해서는 움직임 검출이 어렵다는 단점을 가진다[6,7]. 제시된 기법들은 검출된 차량 영역을 추적하여야 교통 정보를 산출할 수 있기 때문에 검출 영역의 밝기, 형상, 움직임 벡터 등의 인자를 이용한 칼만(Kalman) 필터 추적 예측 방법이 시도되기도 하였으나 역시 명확한 결론을 제시하지 못하였다 [3-5].

본 논문에서는 차량이 가지는 특징점과 그 움직임 벡터를 기반으로 차량 영역을 분할하는 방법을 통해 ITS의 성능을 한층 개선하는 영상검지 방법을 제안한다. 제안한 방법은 차량 특징점의 변화, 진조동, 차량의 영역구분 등 비교적 검지가 쉬운 큰 영역을 선택하여 다양한 환경에서도 약 85 % 이상의 검지 성공율을 보였다.

2. 제안한 차량 검지 시스템

영상 인식에 의한 교통영상 분석 방법은 크게 시간, 공간 분석으로 나눌 수 있다[8]. 이중 본 논문에서는 시간영역에서 차량의 특징점을 추적하여 움직임 벡터를 추정하는 광류(optical flow) 방법을 사용한다. 광류는 인접한 영상에서 구한 코너와 같은 공간적 특징점의 시간적 변화를 구해서 움직임 벡터를 계산하는 방법으로 잡음에 강한 특성을 보인다.

본 논문에서는 일반적으로 많이 연구되고 있는 교통정보수집 영상검지와는 상이한 방법용 차량에 대한 영상 검지 방법을 제안한다. 방법용 검지 영상은 번호판과 차종 그리고 가능한 경우 차량의 운전자까지 화면상에 식별이 되어야 하며, 번호판을 촬영하기 위한 카메라는 도로의 1차선만 촬영하도록 설치된다. 이 때문에 영상내 차량을 검지하기 위해서는 차량의 외형보다는 국부적인 특징의 변화값에 초점을 두고 영상을 검지해야 한다. 표 1은 교통정보영상과

표 1. 교통정보영상과 방법정보영상의 차이

	교통정보영상	방법정보영상
차선	다차선 촬영	1개차선 정보
방향	양방향	단방향
범위	차량의 전체	차량의 부분
목적	차량의 계수 교통정보 수집 차종분류	통과기록 보관 차량정보 수집 정보분류

방법정보영상의 차이를 나타낸다.

배경과의 차영상을 이용하여 차량을 검지하는 연구[9]에서는 차량이 존재하지 않는 차선별로 각각 분할된 영역의 값을 조합하여 배경을 구하지만, 방법정보영상의 경우에는 이를 적용하기 힘들기 때문에 배경을 얻기 위한 별도의 방법이 필요하다. 또한 차량의 각 부분의 특징이 크게 부각되어 촬영되기 때문에 기존의 방법과는 다른 영상검지 방법이 필요하다.

제안한 차량 검지 시스템의 영상 획득 방법은 그림 1과 같이 6 m 높이에 장착된 번호판 검지를 위한 카메라에서 도로를 촬영하고 차선에 검지영역을 설정하여 그림 2와 같이 설정된 영역마다 3개의 검지창(detection area)을 만들어 차량의 진입과 진출을 판별하거나 차량영상을 획득하는 검지창으로 사용하였다. 차량 영상검지는 빠르게 실시간 처리가 보장되면서도 조도 등의 환경 변화에 민감하게 반응 할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 차량의 큰 특징점을 추출하여 이를 추적하는 방식으로 도로에 차량의 존재 유무 확인과 도로에서 차량의 각 부분별 큰 특징영역을 분리하여 다양한 환경에서도 강한 차량 검지 시스템을 제안한다.

제안한 시스템의 대략적인 흐름도를 그림 3에 나타내었다. 연속된 영상에서 처음에 광류를 통해 차량



그림 1. 영상을 이용한 차량 검지

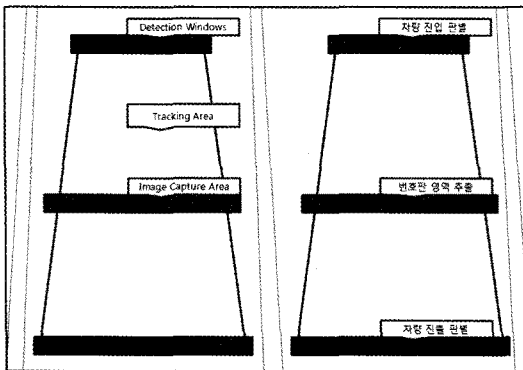


그림 2. 검지역역 설정

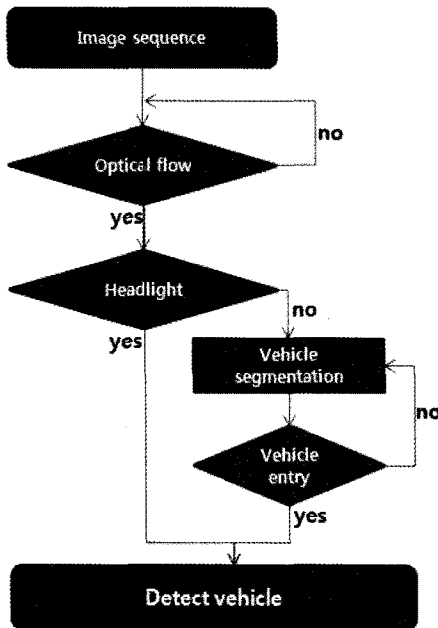


그림 3. 제안한 차량 검지 시스템의 흐름도

이 진입하였는지 여부를 판단하여, 차량이 있는 경우에 차량 영역 분류를 진행한다. 차량 영역 분류는 주야간에 관계없이 동일 알고리즘을 사용하기 위하여, 먼저 전조등 유무를 검사한다. 전조등을 판별해 낸다면 차량 검지를 완료하고, 전조등이 없으면 차량 영역을 검출한다. 차량 영역이 검출된다면 차량의 추적을 통해 실제로 차량이 있는지 여부와 차량의 진출 등을 검사하게 된다.

2.1 코너검출

추적을 위한 다양한 지역 특징들이 존재하며, 효

과적인 추적을 위해 어떠한 특징을 사용할 것인지를 결정하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 코너값을 특징값으로 설정하여 차량의 움직임을 추적하였다. 코너에 대한 정의는 Harris[10]에 의해 제안되었다. Harris 코너 검출 방법은 영상 밝기값의 2차 미분값을 이용한다. Harris 코너 검출 방법에서는 자기상관 행렬의 고유값 두개가 모두 큰 값을 가질 경우 코너라고 판별한다. 이는 최소 두 방향으로 향하는 질감 또는 경계(edge)가 존재함을 의미하며, 한 점에서 두 방향 이상의 경계가 발견되면 이를 코너로 간주하였다. 추후 Shi 등[11]은 두 개의 고유값 중에서 작은 고유값의 크기가 특정 임계값보다 큰 경우, 이 점이 좋은 코너라는 것을 발견하였다. Shi 등의 방법은 유용할 뿐 아니라 많은 경우에서 Harris의 방법보다 더 만족스러운 결과를 제공한다[12]. 본 논문에서는 움직임을 추정할 특징점을 Shi 등의 코너 검출 방법을 사용하여 구하였다.

2.2 광류(Optical flow)

카메라를 이용하여 시간적으로 연속된 영상을 얻을 때, 물체에 대해서 카메라의 위치를 이동시키거나 또는 카메라에 대해서 물체의 위치를 이동시키면 영상 내의 각 화소들의 밝기의 변화가 나타난다. 이러한 영상내의 명암의 이동을 광류라고 한다. 벡터 정보를 이용하여 명암의 이동을 분석하여 물체의 3차원 구조를 추론할 수 있다. 광류 추정 방법은 시공간 기울기, 영역 기반, 특징 기반 방법 등으로 분류될 수 있다. 시공간 기울기법은 화소의 밝기값이 일정하다는 가정하에 다음 프레임에서 같은 밝기값을 갖는 화소를 찾는 방법이다[13,14]. 본 논문에서는 영상내의 임의의 점을 추적하기 위해 영상 전체의 움직임을 구할 수 있는 시공간 기울기법인 Lucas-Kanade(LK) 방법[15]을 사용하였다. LK 방법은 원래 밀집 광류를 계산하기 위한 방법이었다. 그러나 이 방법은 입력 영상의 화소 일부에 대해서도 적용이 가능하기 때문에 현재는 희소 광류 방법으로도 중요하게 사용되고 있다. 희소 광류 방법은 추적할 점들의 일부를 미리 지정해주어야 한다. 이 점들이 코너와 같이 두드러진 특성을 갖는다면 추적은 상대적으로 잘 이루어지며 신뢰할 수 있다. LK 방법은 작은 지역(local) 윈도우를 사용하기 때문에 이 윈도우보다 큰 움직임이 발생하였을 경우에는 움직임을 계산하지 못하는 단점이

있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 피라미드(pyramid)를 이용한 방법이 고안되었다. 피라미드 LK 방법은 원본 영상으로부터 얻은 영상 피라미드를 사용함으로써 커다란 움직임도 찾아낼 수 있다. LK 방법의 작동 원리는 다음의 3가지 가정에 기초를 둔다.

1. 밝기 항상성(Brightness constancy): 어떤 객체상의 화소는 프레임이 바뀌어도 그 값이 변하지 않는다. 명도 영상의 경우, 추적하고 있는 객체 화소의 밝기는 변하지 않는다고 가정한다. 밝기 항상성은 추적하고 있는 특정패치 안의 화소들은 시간이 지나도 식 (1)과 (2)와 같이 화소값이 일정함을 나타낸다.

$$f(x, t) = I(x(t), t) = I(x(t+dt), t+dt) \quad (1)$$

$$\frac{\partial f(x)}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

2. 시간 지속성(Temporal persistence) : 영상 내에서 움직임은 그다지 빠르지 않다. 즉 영상에서 객체의 움직임에 비하여 시간의 변화가 더 빠르게 진행된다. 이는 연속된 프레임 사이에서 객체의 이동량이 많지 않음을 의미한다.
3. 공간 일관성(Spatial coherence) : 공간적으로 서로 인접한 화소들은 동일한 객체에 속할 가능성이 높고 동일한 움직임을 갖는다.

2.3 광류를 이용한 차량 진입 검출

광류의 추적은 밝기값이나 코너값 등 사물에서 도드라지는 특징점을 추출하고 특징점의 움직임을 추적하는 과정이다. 일반적으로 영상내에서 움직이는 동일한 물체의 특징점에 대한 움직임 벡터는 크기와 방향이 일정하게 일어나기 때문에 움직임 벡터의 방향과 크기가 같은지 여부에 따라 동일 차량인지를 분류한다.

제안한 방법에서는 차량의 초기 진입을 판단하기 위하여, Shi 등의 방법으로 코너를 검출하고, 검출된 코너 점들을 LK 알고리즘으로 움직임을 추정하였다. 추정된 움직임 벡터의 크기와 각도를 특징으로 하여 차량의 초기 진입 유, 무를 판별한다. 움직임 벡터의 크기와 개수가 임계치 이상이고 움직임 벡터들의 각도가 일정 범위 내에 있을 경우 차량이 진입한 것으로

판단하고, 차량 진입이 없을 경우의 획득영상(I_C)은 차량 추적을 위한 기준영상(I_B)으로 갱신한다.

본 논문에서는 움직임 벡터가 일정하게 나타나는 영역만을 차량 후보 영역으로 설정하였다. 차량의 각 부분별 특징을 후보 영역 내에서만 검출하기 때문에 연산량을 줄여 처리 속도를 개선시킨다.

2.4 전조등 영역 검출

야간 교통영상은 통계적 특징만으로 분할 영역을 분류할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 분할 영역의 기하학적 특징에 의해 전조등을 검출한다. 전조등이 검출된 경우에는 차량 영역이 검출되지 않더라도 하나의 차량으로 인식한다. 전조등의 검출은 특징값으로 분류하기 전에 수행되며 전조등이 검출되면 해당 분할 영역에 대해서는 특징에 의한 분류는 수행하지 않는다. 전조등 쌍의 특징은 두 개의 원형으로 매우 밝은 특징을 가지고 있으며, 클러스터 영역의 쌍이 비슷한 크기를 가지며, 이진화된 클러스터의 무게중심과의 거리가 일정조건 이상이면 전조등으로 분류한다. 만일 전조등이 검출되었고 전조등 앞에 차량 영역이 있다면 반사 영역으로 제거한다. 전조등이 검출되지 않은 차량 영역이 기준 차량 길이보다 크다면 차량으로 지정하고 다음 프레임부터 추적을 진행한다. 야간 영상의 경우 차량의 형태를 뚜렷하게 구분하기 힘들고 차체나 전면창에 생기는 반사광 등에 의해 에러의 요인이 많이 발생한다.

2.5 차량 영역 구분

광류가 발생한 차량 후보 영역 중에 전조등이 검출이 되지 않은 영상은 차량의 영역을 구분함으로써 동일 차량인지 여부를 판단한다. 이는 광류를 통하여 환경 변화에 민감하게 접근하는 것과 마찬가지로 환경이나 교통상의 에러요인이 발생하더라도 구분하기 쉬운 특징점을 이용하여 아래와 같이 차량의 영역을 본넷과 전면창 및 루프(roof)로 구분하였다.

단계 1: 차량 진입검지

광류를 측정하여 차량이 카메라 검지영역내에 진입하였다는 신호가 들어오면 배경영상과 획득영상의 차영상($I_D = I_B - I_C$)을 통해 배경을 분리해 낸다. 배경으로 분류된 영역 외 부분은 적응형 이진화를

통하여 이진화한다[16]. 이진영상에서 영역 라벨링을 수행하고, 분리된 영역 가장 큰 영역을 그림 4의 (a)와 같이 본넷(A) 영역으로 설정한다. (A)로 라벨링된 영역이 검지창을 지나게 되면 차량이 진입되었음을 시스템에 알린다.

단계 2: 영역 설정 및 검지차량 추적

(A)영역을 검출한 후 차량이 진행을 하면 (A)로 라벨링된 영역을 추적한다. (A)영역 이후에 도로와 분리된 어두운영역(0으로 이진화된)이 나타나면 전면창(B) 영역으로 설정되며, 그림 4의 (b)와 같이 2개의 선택영역이 나타난다. (B)영역 이후에 검출되는 밝은 영역은 (C)로 설정하여 차량의 루프로 인식한다.

단계 3: 차량 진출 검지

이전 단계에서 검출된 차량의 영역은 각각 (A)(B)(C)로 영역별로 라벨링 되며, 이들의 이동을 추적함으로써 차량의 움직임을 알 수 있다. (C) 영역 상부에 도로 영역이 있으면, 그림 4의 (c)와 같이 차량의 끝임을 알 수 있다. 하나의 차량은 각각 (A)(B)(C)영역을 모두 가지며 (C)영역이 화면상에서 사라지는 것을 차량의 진출로 기록한다. 그림 4의 (d)에서 (C)영역이 화면상에 존재하고 새로운 진입을 검지하면

(A)'으로 라벨링 되어 앞 차량과는 다른 차량으로 인식한다. 그러나 차량 정체시 앞차에 의해 뒤의 차량 가리게 될 경우, 진입 시점부터 (C)와 (A)'이 동일 영역이 되어 다른 차량으로 분류되지 않는 오류가 발생한다.

단계 4: 차종의 분류

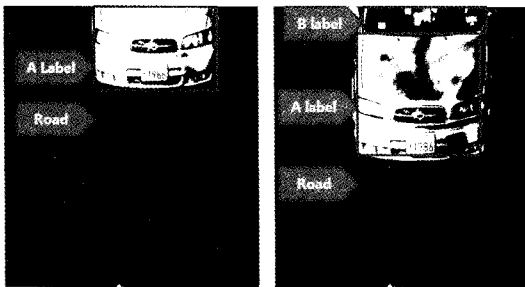
제안한 시스템은 차량을 크게 승용차와 비 승용차로 분류하였다. 표 2는 승용차와 비승용차의 각 영역별 면적의 비교를 나타낸 것이다. 실험을 통해 본넷과 루프의 면적의 차이가 1.2 이하이면 승용차로 분류하고 1.2 이상이면 비승용차로 분류한다.

3. 실험 결과

실험 환경은 실제로 교통상황이 발생하는 도로상의 6 m 높이에 설치된 카메라에서 영상파라미터, 즉, 광도, 명도, 대비 등을 사전에 조정을 하여, 도로에 난반사되는 잡음을 전처리 단계에서 최대한 작게하여 영상을 획득하였다. 이는 주야간이나 우천시에도 최대한 환경에 영향을 적게 받고 균등한 영상을 얻기 위함이다. 초당 10 프레임으로 촬영된 1388 × 1036 해상도의 24 bits 컬러동영상을 명도영상으로 변환하고, 462 × 518 해상도로 축소하여 Pentium 3.4 GHz 환경에서 실험하였다.

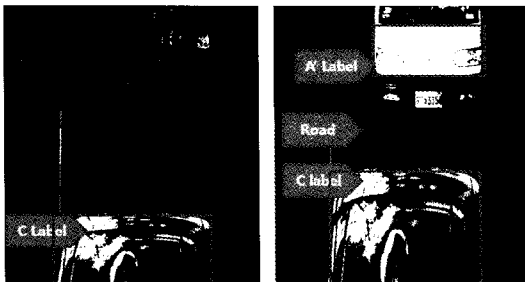
표 2. 승용차와 비승용차의 영역 비교

	승용차	비승용차
본넷/창(A/B)	A>B	A<B
창/루프(B/C)	B<C	B>C
본넷/루프(A/C)	A>C	A<C



(a) 차량진입

(b) 전면창 검지



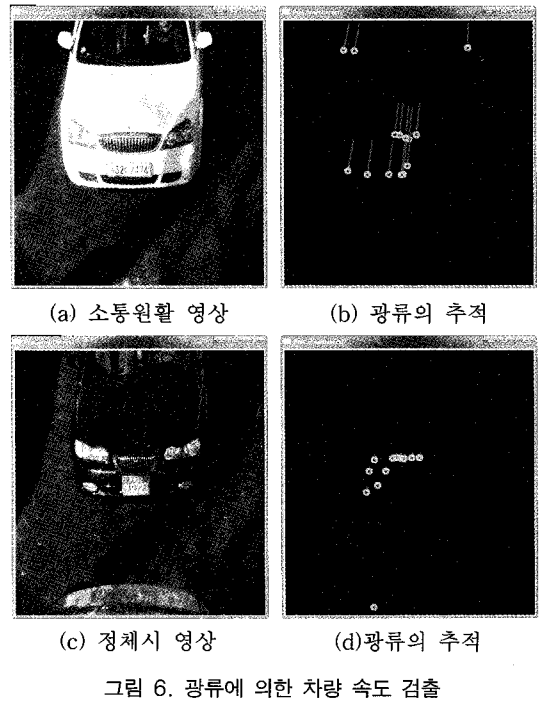
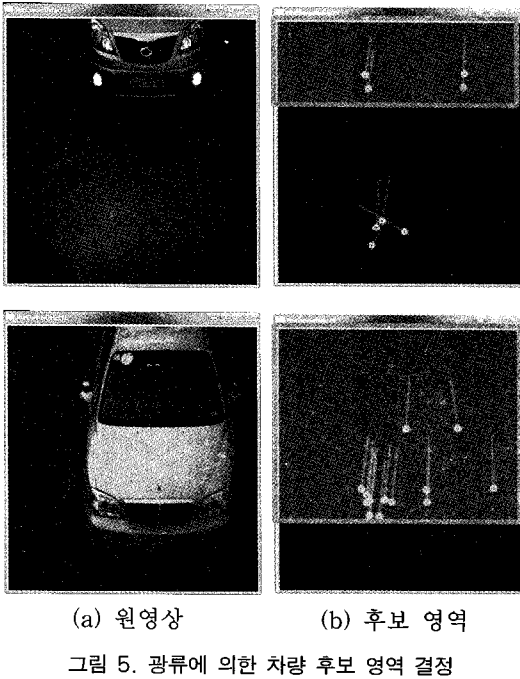
(c) 루프 검지

(d) 후방차량 검지

그림 4. 차량 영역 구분

3.1 광류 측정을 통한 차량후보 영역 선택

제안한 시스템에서는 LK 방법을 적용하여 차량의 광류를 측정하였다. 그림 5의 (a)는 원영상을 나타내며, (b)는 차량의 특징점을 추출하여 광류의 방향과 크기를 나타낸 영상이다. 그림 5의 (b)처럼 차량 영역과 비차량(반사광) 영역에 모두 광류가 나타나지만 비차량 영역은 특징점의 광류 형태가 일정하지 않고, 차량 영역에서만 광류가 일정하게 나타남을 알 수 있다. 단, 카메라 입력영상의 특성상 아래쪽이 넓은



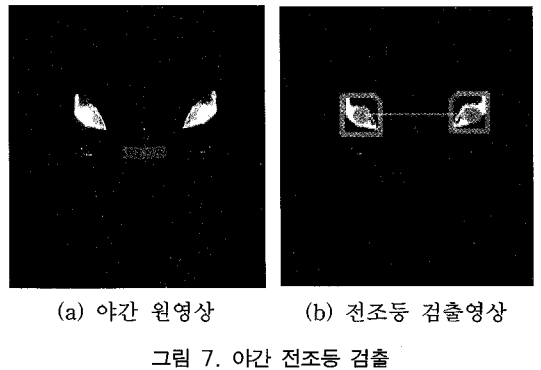
형태의 마름모꼴 형태이므로, 동일 차량 내에서의 광류의 방향과 크기는 항상 동일하지 않다. 실험결과 광류의 처리는 10 msec 이내에 처리가 되어, 표 4의 실험 결과에서 알 수 있듯이 초당 60 프레임 이상의 영상 검지 처리가 가능하다.

3.2 차량의 속도 검출

그림 6의 (a)와 (c)는 서로 다른 속도를 가지는 차량을 나타내며, 그림 6의 (b)와 (d)는 차량이 운행되는 속도에 따라 광류의 속도값(움직임 벡터의 길이/프레임 레이트)과 방향성을 나타내었다. 방향성과 속도를 알아내면 다음 프레임의 차량의 대략적인 위치도 추정이 가능하다.

3.3 전조등 검지

야간영상은 차량의 외형이 가지는 특징점을 검출하기 힘들기 때문에 그림 7과 같이 전조등 쌍을 검출하고 이를 차량으로 인식한다. 시스템에서는 전조등 영역의 크기가 임계치 이상이면서 두 쌍의 크기 비가 1에 가깝고, 중심간의 거리가 임계치 이상인 것을 차량으로 판단하였다. 전조등이 검출된 상황에서는 별도의 차량 영역을 분리하지 않는다.



3.4 차량 영역의 분리

그림 8은 차량의 본넷과 전면창, 그리고 차량의 루프 영역을 구분한 결과 영상을 나타낸다.

그림 8의 (a)는 원영상을 나타내고, 그림 8의 (b)는 획득영상과 기준영상과의 차영상에서 이진영상을 구하고 본넷과 전면창 및 루프 영역을 분리한 결과영상이다.

3.5 차종 분류

각 차종별로 30개의 영상에 대해, 차량의 전조등간의 거리와 각 분류 영역의 면적에 평균치를 구하여



(a) 주간 원영상 (b) 영역별 검출영상

그림 8. 주간 차량의 영역별 검출

차량 분류시 임계치로 사용하였으며, 이를 표 3에 나타내었다. 야간차량 검지시 전조등간의 중심거리가 경차보다 큰 쌍이 검출될 때 차량으로 분류하고, 주간 차량 검지시 차량 영역의 본넷, 전면창, 루프의 면적이 각각 경차의 임계치보다 크면 차량으로 인식한다. 차종별로 본넷과 루프의 면적비가 일정하기 때문에 승용차와 비승용차의 구분은 본넷과 루프의 면적비가 1.2 이하이면 승용차로 그 이상이면 비 승용차로 분류하였다. 표 4는 제안한 시스템을 실제 교통상황에 적용한 결과를 나타내었다. 표 4의 결과에서 알 수 있듯이 하나의 방법으로 주간, 야간 및 일출 모두 81% 이상의 차량검지 성공률을 나타내었다. 승용차와 비승용차에 대한 차종 분류의 정확도는 차량의 형태를 알아볼 수 없는 야간 상황은 제외하여 실험한 결과, 차량의 형태가 잘 보이는 주간에는 86%의 정

표 3. 차종별 규격(pixel)

	경차	소형차	중형차	대형차
전조등간 거리	155	195	218	284
본넷 면적	28761	46303	49711	63664
전면창 면적	30303	26063	38023	92138
루프 면적	22773	22325	50907	117557

표 4. 테스트 결과

	주간	야간	일출/일몰
Passing car	591	280	110
Detection accuracy(%)	89.3	85.6	81.8
Classification accuracy(%)	86.1	-	64.2
Processing rate(frame/sec)	15.2	11.4	12.3

확도를 가지나, 차량의 형태를 알아보기 힘든 일출과 일몰시에는 정확도가 낮아진다. 제안한 시스템의 처리 시간은 전조등이 많이 검출되는 야간에는 처리 시간이 빠르며, 전조등을 켜 차량과 끈 차량이 혼재한 경우에는 다음으로 빠른 결과를 나타낸다.

4. 결 론

본 논문에서 제안된 영상검지 시스템은 연속되는 시간 동안의 차량흐름을 모니터링 할 수 있기 때문에 단일 지점의 점유상태를 분석하는 루프검지기 시스템보다는 많은 정보를 수집할 수 있다는 장점이 있다. 제안한 시스템은 다양한 변화의 실외환경에서 영상 처리 기반으로 차량검지, 교통량, 속도 등의 산출에 초점을 맞췄으며, 이를 위해 광류에 의한 차량 영역 설정, 차량의 특징을 이용한 차량분류 및 차종분류 등을 제안하였다. 제안한 영상검지 방법은 차량 추적이 가능하여 다양한 교통정보를 수집할 수 있는 장점이 있다. 특히 광류 및 차량분류 등의 처리속도가 빠르기 때문에 실시간의 교통정보를 측정할 수 있다. 향후 과제는 다양한 환경에서의 연구를 통해, 생활방범용 차량 정보로 국한 시키는 것이 아니라 사고 자동감지 등 유용한 정보 수집으로 확대 적용할 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Y. Park, "Shape-resolving local thresholding for object detection," *Pattern Recognition Letters*, Vol.22, No.8, pp. 883-890, 2001.

[2] S. Gupte, et al., "Detection and classification of vehicles," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol.3, No.1, pp. 37-47, 2002.

[3] Y. Jung and Y. Ho, "Traffic parameter extraction using video-based vehicle tracking," *Proceedings of IEEE International Conference on ITS*, pp. 764-766, 1999.

[4] B. Maurin, et al., "Monitoring crowded traffic scenes," *Proceedings of IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 19-24, 2002.

[5] L.D. Stefano and E. Viarani, "Vehicle detection and tracking using the block matching algorithm," *Proceeding of 3rd IMACE/ IEEE*, Vol.1, pp. 4491-4496, 1999.

[6] R. Cucchiara, M. Piccardi, and P. Mello, "Image analysis and rule-based reasoning for a traffic monitoring System," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 1, No. 2, pp. 119-130, 2000.

[7] Andrew H.S. Lai and Nelson H.C. Yung, "Vehicle-type identification through automated virtual loop assignment and block-based direction-biased motion estimation," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 1, No. 2, pp. 86-97, 2000.

[8] 최영진, 양해술, "화상처리 기술을 이용한 자동차 교통제어에 관한 논문," 한국정보처리이용학회 논문지, 제1권, 제3호 1994.09.

[9] Dar-Shyang Lee, "Effective gaussian mixture learning for video background subtraction," *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.27, No.5, pp. 827-832, 2005.

[10] C.Harris and M.Stephens, "A combined corner and edge detector," *Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference*, pp. 147-151, 1988.

[11] J. Shi and C. Tomasi, "Good features to track," 9th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 1994.

[12] G. R. Bradski and A. Kaehler, *Learning OpenCV 제대로 배우기*, 한빛미디어, 2009.

[13] B.K.P. Horn and B.G. Schunk, "Determining optical flow," *Artificial Intelligence 17*, pp.

185-203, 1981.

[14] Subbarao, M. Waxman and A.M., "Closed form solutions to image flow equations for planar surfaces in motion," *CVGIP(36)*, pp. 208-228, 1986.

[15] B.D. Lucas and T.Kanade, "An interative image registration technique with an application to stereo vision," *Proceedings of the 1981 DARPA Imaging Understanding Workshop*, pp. 121-130, 1981.

[16] M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing Analysis, and Machine Vision*, PWS Publishing, 1999.



배 성 호

1991년 2월 경북대학교 전자공학과 학사
 1993년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 1997년 8월 경북대학교 전자공학과 박사
 1998년 8월~1999년 8월 삼성전자 책임연구원

1999년 9월~현재 동명대학교 의용공학과 부교수
 관심분야 : 영상처리, 신호처리, 컴퓨터비전



홍 준 의

2007년 2월 동명대학교 컴퓨터공학과 석사
 2007년 3월~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 박사재학 중
 관심분야 : 영상처리, 패턴인식