분할 영역 정보를 이용한 국부 영역에서 차량 검지 및 추적

(Detecting and Tracking Vehicles at Local Region by using Segmented Regions Information)

이 대 호 † 박 영 태 ††
(Daeho Lee) (Youngtae Park)

요 약 본 논문에서는 교통 모니터링 시스템에 사용할 수 있는 국부 영역에서 차량 검지와 추적을 수행하는 새로운 기법을 제안하다. 차량 검지와 추적은 각 차선에 미리 설정된 영역에서만 이루어진다. 각 차선에 설정된 국부 영역을 에지 특성과 프레임 차이를 이용하여 여러 개의 분할 영역으로 나누고 분할 영역의 통계적 특성과 기하학적 특성에 의해 차량, 도로, 그림자와 전조등 영역으로 분류하여 차량을 검출한다. 검출된 차량은 에지 영상의 정합에 의해 국부 영역내에서 추적하여 차량 속도, 길이, 차간 거리와 도로 점유율과 같은 교통 정보를 산출할 수 있다. 배경 영상을 사용하지 않으므로 다양한 조건에서 사용이 가능하고 다양한 기상, 시간대와 장소에서 90.16%의 높은 차량 검출의 정확도를 나타냈다. 동작 환경에서 카메라의 각도, 방향과 조리개 설정이 조정되면 아주 높은 정확도의 교통 모니터링 시스템의 핵심 기술로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 : 교통 모니터링 시스템, 차량 검지, 비전 시스템

Abstract The novel vision-based scheme for real-time extracting traffic parameters is proposed in this paper. Detecting and tracking of vehicle is processed at local region installed by operator. Local region is divided to segmented regions by edge and frame difference, and the segmented regions are classified into vehicle, road, shadow and headlight by statistical and geometrical features. Vehicle is detected by the result of the classification. Traffic parameters such as velocity, length, occupancy and distance are estimated by tracking using template matching at local region. Because background image are not used, it is possible to utilize under various conditions such as weather, time slots and locations. It is performed well with 90.16% detection rate in various databases. If direction, angle and iris are fitted to operating conditions, we are looking forward to using as the core of traffic monitoring systems.

Key words : traffic information processing, vehicle detection, vision system

1. 서 론

ITS(Intelligent Transportation Systems)의 한 분야인 ATIS(Advanced Traveler Information Systems)는 교통 상황, 최단 거리 정보와 주차장 위치 등과 같은 교통 정보를 운전자 등에 제공해주는 시스템이다. ATIS의 정확한 교통 정보를 산출하기 위해서는 통과 차량 대수, 평균 차량 속도, 차량 길이, 차간 거리와 도로 점유율과 같은 교통 정보 요소들을 정확히 추출하는 것이 매우 중요하다.

현재까지 비디오 분석에 의한 교통 모니터링 기법에 대해 많은 연구가 이루어졌으며 이러한 기법들은 차량 검출과 추적에 의한 방법과 국부 영역을 가상의 ILD (inductive loop detector)로 설정하는 기법으로 구분할 수 있다. 전자는 배경 영상 감산이나 움직임 추정에 의해 차량 영역을 분할하고 검출된 차량을 추적하여 교통 정보를 산출하는 기법이고 후자는 국부 검지 영역에서 차량의 유무를 감시하고 동일 차선에 설정된 두 개의 검지 영역 정보를 분석하여 교통 정보를 산출한다.

자연 영상에서 물체를 추적하는 가장 일반적인 방법이 배경 감산 방식이므로[1] 교통 모니터링 시스템에서

† 종신회원 : 경희대학교 교양학부 교수
nize@khu.ac.kr
†† 정 회 원 : 경희대학교 전자정보대학 교수
ytpark@khu.ac.kr
논문접수 : 2005년 9월 6일
심사완료 : 2007년 6월 21일

도 가장 많이 사용되었다[1-5]. 이러한 기법에서는 감산된 영상에 임계치를 설정하여 차량을 검출한다. 그러나 이러한 기법의 가장 큰 단점은 배경을 계속 수정하여야 하지만 조명 변화, 저속으로 주행하는 차량과 그림자의 영향으로 정확한 배경 영상을 얻기 힘들다는 것이다. 배경 영상을 사용하지 않고 연속적인 프레임에서 움직임 부분만을 추출하는 기법이 많이 보고되었지만[6,7], 정지된 차량이나 저속으로 주행하는 차량에 대해서는 움직임 검출이 어렵다. 또한, 이러한 기법들은 검출된 차량 영역을 추적하여야 교통 정보를 산출할 수 있다. 추적에는 검출 영역의 밝기, 형상, 움직임 벡터 등이 사용되며 [3-5]에서는 칼만(Kalman) 필터를 이용하여 추적 예측을 시도하였다.

위에서 언급된 기법[1-7]는 전체 영상을 처리하므로 처리 속도가 느리고 정확한 차량 분할을 보장할 수 없으므로 산출된 교통 정보의 신뢰도가 떨어진다. 이러한 이유들로 [8-15]에서는 국부 정보를 이용하여 교통 정보를 산출하였다. [8]에서는 가상의 ILD를 설정하고 BMA(block matching algorithm)를 이용하여 차량의 존재 유무를 판단하였다. [9-12]에서는 독립된 차량을 검출할 수 있는 국부 영역을 각 차선에 설치하고 신경망, SVM(Support vector machine) 등을 이용하여 차량과 도로를 분류하였다. [13-15]에서는 검지선에서 시간에 따라서 누적된 시공간 정보를 이용하여 차량을 검출하였다. 국부 정보를 이용하는 기법도 근접하여 진행하는 차량의 분할과 그림자의 영향을 제거하기 어렵다.

본 논문에서는 처리 시간을 줄이고 정확한 교통 정보를 산출하기 위하여 국부 영역에서 차량 검출과 추적을 수행한다. 국부 영역에서의 차량 검출은 각 차선마다 미리 설정된 검지 영역에서 차량을 검출하고 진행 방향으로 정합하여 검출된 차량을 추적한다. 국부 영역에서만 차량을 검출하므로 처리 속도가 매우 빠르고 분할 영역을 생성하여 차량과 비차량을 분류하기 때문에 다른 기법에 비해 분할된 차량 영역이 매우 정확하며 배경 영상을 사용하지 않기 때문에 다양한 도로 환경에서 안정적으로 동작할 수 있다. 또한 진행 방향으로 정합하여 추적하기 때문에 정합을 시도하는 회수가 적어 속도가 빠르고 산출된 차량 속도의 오차가 적다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 시스템의 구성을 제시하고 3장에서는 차량 분할 기법과 추적 기법을 자세하게 설명한다. 4장에서는 실험 결과를 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 시스템 구성

제안하는 시스템의 전체적인 구성은 그림 1과 같으며 입력 영상은 320×240의 해상도를 가지는 8비트 회색조 영상이다. 그림 2와 같이 각 차선마다 1개의 설정 영역(setting region)을 사용자가 지정하고 설정 영역의 실제 길이를 입력한다. 각 설정 영역 영상($S(x,y)$)은 역원근 변환(inverse perspective transformation)[16]에 의해 직사각형 차량 검출 영역(vehicle detection region) 영상($L(x,y)$)으로 변환한다. 진입 검출 영역(entrance detection region) 영상($D(x,y)$)은 차량의 진입을 판단하는 영역으로 $L(x,y)$에서 자동으로 지정된다. $D(x,y)$은 그림 1과 같이 현재 차량 검출 영역에 차량이 존재하지 않는 경우에만 진입 판단을 수행하고 진입이 검출되면 차량 영역을 분할한다. 이것은 모든 프레임에서 차량 검출을 수행하지 않으므로 프로세서의 효율을 높일 수 있다.

차량이 진입 검지 영역에 진입할 시점에는 프레임 차이가 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 $D(x,y)$에서 식 (2)의 프레임 차이로 차량 진입을 판단한다. 식 (1)에서 임계치에 의해 변화량이 큰 화소의 개수를 사용하

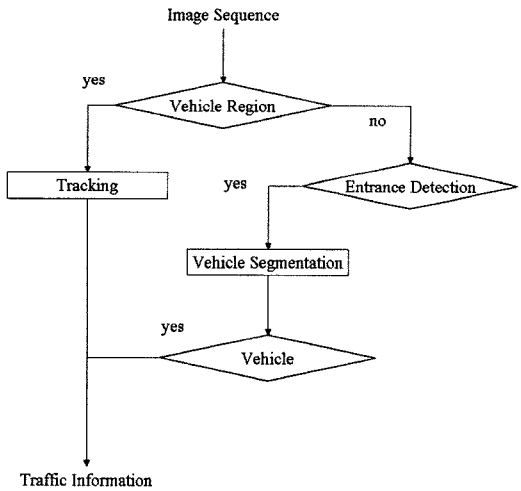


그림 1 제안하는 시스템의 구성

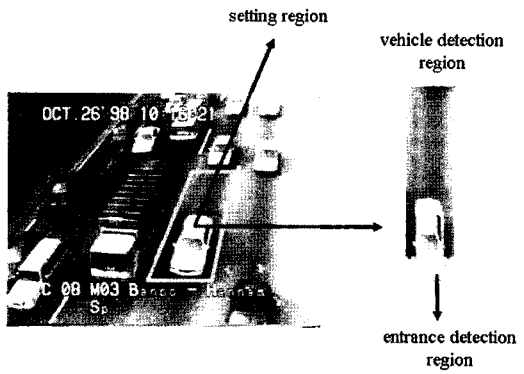


그림 2 설정 영역과 역원근 변환된 검지 영역

는 것은 차량이 천천히 진행하는 경우와 교통 영상이 흐린 경우에도 잘 동작하게 하기 위해서이다. 식 (2)에서 N은 $D(x,y)$의 총화소수이며 $d(t)$가 임계치보다 크면 차량이 진입한 것으로 판단하고 차량 분할을 시도한다.

$$S_D(x,y,t)=\begin{cases}1 & if\ |D(x,y,t)-D(x,y,t-1)|>\tau_D\\ 0 & otherwise\end{cases} \quad (1)$$

$$d(t)=\frac{1}{N}\sum S_D(x,y,t) \quad (2)$$

3. 차량 검출 및 추적

3.1 차량 검출

차량 분할은 $L(x,y)$를 여러 개의 분할 영역으로 나누고 각 분할 영역을 차량과 비차량 영역으로 분류하여 차량 검출을 시도한다. 진행 방향에서 차량을 보는 경우에 승용차의 이상적인 분할 영역은 앞 범퍼(전조등), 앞 유리, 지붕, 트렁크 영역으로 분리될 수 있다. 그러나 자연 영상에서 이러한 정확한 영역을 분리하기 어려우므로 본 논문에서는 에지의 특성에 의해 차량 영역을 분할한다. $L(x,y)$에 차량이 존재하면 가로 방향 에지 성분의 크기($|G_x|$)가 차량 가장 자리에서 강하게 나타나고 세로 방향 에지 성분의 크기($|G_y|$)는 차량의 앞, 뒤와 이상적인 분할 영역 경계에서 강하게 나타날 것이다. 그러므로 $L(x,y)$는 $|G_x|$와 $|G_y|$의 정보에 의해 여러 개의 분할 영역으로 분리할 수 있다.

$L(x,y)$의 분할 영역 생성 과정은 다음과 같다.

단계 1: $L(x,y)$에서 $|G_x|$를 계산하여 이진화하고 그림 3(a)의 요소에 의해 팽창(dilation)을 수행한다($H(x,y)$ 생성).

단계 2: $L(x,y)$에서 $|G_y|$를 계산하여 이진화하고 그림 3(b)의 요소에 의해 팽창(dilation)을 수행한다($V(x,y)$ 생성).

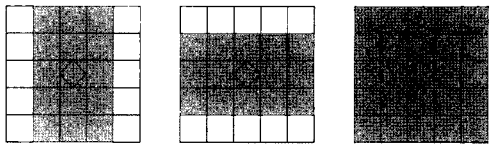
단계 3: $L(x,y)$에서 식 (3)과 같이 $|S_L|$를 계산하여 이진화하고 그림 3(c)의 요소에 의해 팽창(dilation)을 수행한다($S(x,y)$ 생성).

$$S_L(x,y,t)=|L(x,y,t)-L(x,y,t-1)| \quad (3)$$

단계 4: $(H(x,y)\wedge S(x,y))\wedge(V(x,y)\wedge S(x,y))$에 의해 분할 영역의 경계점을 찾는다.

단계 5: 4단계에서 얻어진 경계점으로 분할 영역을 생성한다.

단계 1, 2에서 팽창 과정을 수행하는 것은 끊어진 에지나 약한 에지 성분을 강조하기 위해서 사용되며 배경 영상을 사용하지 않기 때문에 도로의 특성이나 정적인 그림자의 효과를 없애기 위해 단계 3의 프레임 차이가 사용된다. 단계 4에서 분할 영역의 경계점은 연결 영역 검색[17]에 의해 얻어지며 단계 5의 분할 영역은 경계점



(a) (b) (c)

그림 3 팽창 요소(◇는 중심)

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

그림 4 차량 분할 과정

(a) $L(x,y)$, (b) $H(x,y)$, (c) $V(x,y)$, (d) S(x,y), (e) 분할 영역 경계점, (f) 분할 영역, (g) 분할 결과

의 중심을 기준으로 분할 영역을 생성한다. 또한 천천히 진입한 차량의 영역과 어두운 차량에서는 $|G_x|$가 나타나지 않을 수 있기 때문에 추가적으로 경계점이 나타나지 않는 고립된 $|G_x|$ 영역을 경계로 분할 영역을 생성한다.

그림 4는 차량 분할 과정을 나타낸 것이다. 그림 4(f)는 분할된 영역을 표시한 것으로 분할 영역의 특성에 의해 차량과 비차량으로 분류한다.

각 분할 영역은 규칙에 의해 전조등, 그림자, 도로와 차량 영역으로 분류한다. 분류를 위한 각 분할 영역의 특징은 [18]에서 사용된 화소 밝기의 평균(μ), 표준 편차(σ), 분할된 표준 편차(σ_s)이며 식 (4)-(6)과 같이 계산한다.

$$\mu=\frac{1}{N}\sum P(x,y) \quad (4)$$

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{N}\sum\left(P(x,y)-\mu\right)^2} \quad (5)$$

$$\sigma_s=\sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{(x,y)\in R_1}\left(P(x,y)-\mu_1\right)^2+\sum_{(x,y)\in R_2}\left(P(x,y)-\mu_2\right)^2\right)} \quad (6)$$

식 (4)-(6)에서 $P(x,y)$는 분할 영역 영상이고 N은 분할 영역의 화소수이다. 식 (6)에서 R_1과 R_2는 분할 영역의 히스토그램의 골에 의해 분리된 두 개의 영역이며 μ_1과 μ_2는 각각 R_1과 R_2 영역의 화소 밝기의 평균이다. [18]에서 제시된 것과 같이 국부 영역의 평균 밝기가 밝으면 차량으로 판정할 수 있고 표준 편차가 낮은 영역은 도로로 판정할 수 있다. 어두운 차량과 그림자의 특

성이 비슷하나 분할된 표준 편차가 낮은 영역은 그림자로 판정할 수 있다[18]. 따라서 차량, 도로와 그림자를 판별하는 방법은 그림 5와 같다.

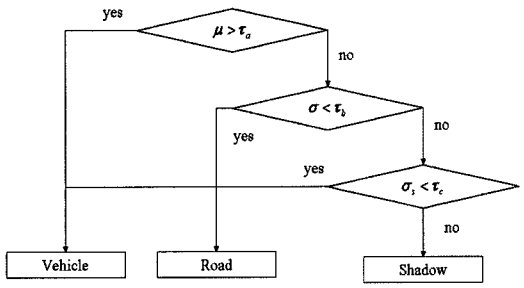


그림 5 분할 영역 분류

야간 교통 영상의 경우에는 위에서 제안한 통계적 특징만으로 분할 영역을 분류할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 분할 영역의 기하학적 특징에 의해 전조등을 검출한다. 전조등이 검출된 경우에는 차량 길이기 산출되지 않더라도 통과 차량의 대수만을 계수한다. 전조등의 검출은 통계적 특징으로 분류하기 전에 수행되며 전조등이 검출되면 해당 분할 영역에 대해서는 통계적 특징에 의한 분류는 수행하지 않는다. 전조등 쌍의 특징은 두 개의 원형으로 매우 밝은 특징을 가지고 있으므로 높은 임계치로 이진화된 연결 영역이 비슷한 크기를 가지며 좌우로 쌍을 이루고 있으면 전조등으로 분류한다[19].

분할 영역의 분류가 이루어지면 차량의 진행 방향에서부터 연속적으로 분류된 차량 영역을 독립된 차량 영역으로 지정한다. 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.

3.2 차량 추적

일반적으로 추적은 BMA 등을 이용하여 추적할 수 있으나 처리 시간이 많이 걸린다. 본 논문에서는 차량 검출 영역에서 검출된 차량의 추적은 템플리트 정합에 의해 이루어지며 차량의 템플리트는 이전 프레임에서 추적 또는 검출된 차량 영역의 에지 영상을 사용하며 차량의 진행 방향에 대해서만 정합 대상 영역을 설정한다. 가장 정합도가 높은 위치는 식 (7)과 같이 MAD (mean absolute difference)가 가장 낮은 위치이다. 식 (7)에서 t_c는 현재 프레임에서 차량의 템플리트 에지 영상을 의미하며 f_i는 i위치에서의 차량 에지 영상을 의미한다. 또한 W와 H_i는 각각 f_i의 폭과 높이이고 H_o는 이전 프레임 추적된 차량 영역의 높이이다.

$$m(f) = \arg\min_i \left(\frac{1}{WH_i} \sum_{(n,m)\in f_i} |t_c(n,m) - f_i(n,m)| \right), \quad (0 < i \le H_o) \tag{7}$$

3.3 교통 정보 산출

산출되는 교통 정보는 차선별 통과 차량수(c), 차량 길이(l), 속도(v), 차간 거리(g)와 도로 점유율(o)이다. 통과 차량수는 검출된 차량의 수이며 차량 길이는 차량 분할에서 얻어진 차량 길이(l_d)에 설정 영역의 실제 길이와 $L(x,y)$의 높이의 비(l_s/H_L)를 곱하여 식 (8)과 같이 산출할 수 있다. 차량의 속도는 추적된 차량의 길이와 추적된 시간(t_a)에 의해 식 (9)와 같이 계산된다. 차간 거리는 차간 시간(t_g)에 현재 차량의 속도를 곱하여 차두 대 차두 거리를 구하여 현재 차량의 길이를 빼면 식 (10)과 같이 산출할 수 있다. 차량의 도로 점유율은 식 (11)과 같이 차량이 검출되거나 추적중인 시간을 전체 시간에 대한 비율로 계산한다.

$$l = l_d \frac{l_s}{H_L} \tag{8}$$

$$v = \frac{l}{t_a} \tag{9}$$

$$g = vt_g - l \tag{10}$$

$$o = \frac{\sum t_a}{\sum (t_a + t_g)} \tag{11}$$

4. 실험 결과

도로 영상이 촬영된 비디오에서 재생되는 영상을 PC에서 전송받고 320×240 크기의 8비트 회색조 영상으로 변환하여 2.4GHz PC의 windows 2000 환경에서 실험하였다. 실험에 사용된 영상 획득 장치는 Matrox사의 Meteor II 보드를 사용하였으며 실험 결과를 분석하기 위하여 표 1과 같은 데이타베이스를 생성하였다. 그림 6은 실험에 사용된 각 데이타베이스의 입력 영상과 설정 영역을 나타내고 있다.

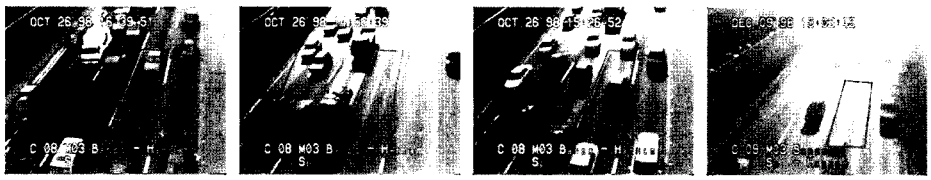
각 데이타베이스에 대한 실험 결과를 통계적으로 분석하기 위하여 실제로 통과한 차량의 총수를 n_t, 검출하지 못한 차량의 수는 n_n, 여러 차량이 한 대로 처리된 차량의 수는 n_m, 한 대가 여러 차량으로 처리된 차량의 수는 n_s, 차량이 아닌 영역을 차량으로 판정한 수는 n_a로 표시하였으며 차량 계수의 정확도는 식 (12)와 같이 계산하였다.

$$\gamma_p = \frac{n_t - (n_n + n_m + n_s + n_a)}{n_t} \times 100 \tag{12}$$

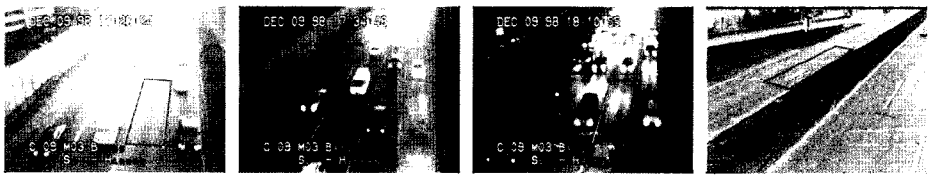
각 데이타베이스에 대한 차량 계수의 정확도는 표 2

표 1 실험 영상 데이타베이스 특징

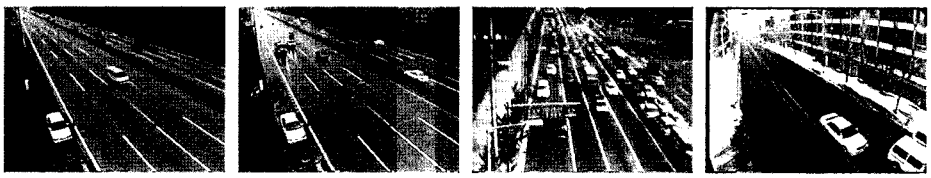
DB 번호	차로	도로 상황	프레임수
1	전용차로	그림자 없는 주간 시간대	9000
2	전용차로	그림자가 존재하는 주간 시간대	9000
3	전용차로	그림자가 존재하는 주간 시간대	9000
4	전용차로	도로에 태양 반사가 심한 주간 시간대	9000
5	전용차로	주야간 변경되는 시간대	9000
6	전용차로	주야간 변경되는 시간대	9000
7	전용차로	야간	9000
8	국도	그림자 없는 주간 시간대	9000
9	고속도로	그림자 없는 주간 시간대, 고속 주행	9000
10	고속도로	비 오는 주간 시간대, 고속 주행	9000
11	도심	교차로 주간 시간대	9000
12	도심	눈 오는 주간 시간대	9000



DB #1 DB #2 DB #3 DB #4



DB #5 DB #6 DB #7 DB #8



DB #9 DB #10 DB #11 DB #12

그림 6 실험에 사용된 입력 영상과 설정 영역

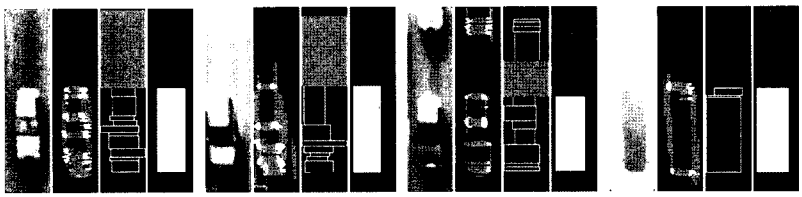
와 같다. 검지된 차량의 길이가 실제 길이의 ±10% 이상 차이가 나는 경우를 길이 오류로 판단하였으며, 표 2에 각 데이타베이스에 대한 차량 길이 오류 비율(γ_l)과 추적 실패율(γ_t)을 나타냈다.

DB #1 - 3에 대한 실험 결과는 그림 7(a)-(c)와 같이 매우 우수한 성능을 보였으며 DB #4는 차량 길이 오류 비율이 매우 높다. 이것은 그림 7(d)와 같이 도로에 태양의 반사가 심하여 차량의 뒷부분을 찾을 수 없는 경우가 많이 발생했기 때문이다. 카메라를 수직 방향으로 각도를 조절하여야 이러한 상황을 최대한 줄일 수 있다.

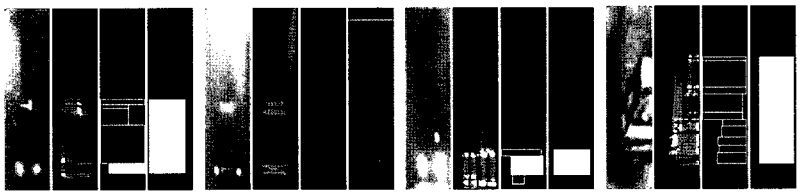
DB #5와 6은 주간에서 야간으로 변경되는 시간대로 DB #5는 차량 계수의 정확도가 매우 높으나 DB #6는 상대적으로 매우 낮다. 이것은 어느 정도의 에지만 있으면 그림 7(e)와 같이 차량을 분할할 수 있으나 그림 7(f)와 같이 전조등이 켜져 있지 않고 에지 특성이 전혀 나타나지 않는 어두운 차량에 대해서는 차량 검출이 어렵기 때문이다. DB #6은 야간 시간대로 전조등 검출에 의해 차량이 검출되지만 그림 7(g)와 같이 차량의 크기를 판별하기 어려운 경우에는 전조등이 포함되어 있다면 확실한 차량으로 간주하고 통과 차량 대수만 수정한다.

표 2 각 데이타베이스의 실험 결과

DB 번호	n_t	n_n	$n_m + n_s + n_a$	γ_p(%)	γ_l(%)	γ_t(%)
1	145	1	2	97.93	4.83	0.00
2	158	4	0	97.47	3.80	1.90
3	144	2	1	97.92	0.69	0.69
4	151	10	8	88.08	52.32	0.00
5	155	9	2	92.90	5.81	0.00
6	167	33	2	79.04	7.78	0.00
7	156	22	11	78.85	7.69	0.64
8	66	1	1	96.97	1.52	3.03
9	88	5	0	94.32	1.14	1.14
10	62	3	1	93.55	0.00	0.00
11	66	1	9	84.85	15.15	1.52
12	20	2	2	80.00	15.00	20.00



(a) (b) (c) (d)



(e) (f) (g) (h)

그림 7 차량 분할 결과

DB #8-10은 국도와 고속도로에서 차량이 드물게 나타나는 경우로서 정확도가 매우 높다. DB #11과 12는 각각 교차로와 눈 내리는 도심의 영상으로 차량 길이 오류 비율이 높은데 이것은 그림 7(h)와 같이 차량이 설정 영역에 포함되지 않은 경우이다. DB #12에서 차량이 신호 대기하면서 매우 천천히 진행하는 차량 때문에 추적 실패율이 높게 나타났다.

교통 모니터일 시스템의 성능 평가는 실험에 사용된 비디오 영상의 종류와 카메라 특징에 따라 매우 다르게 나타나므로 대부분의 논문에서 다른 기법과의 비교를 기술하지 않았다. 또한 대부분의 기법들이 DB #1이나 DB #8과 같은 차량 분할이 대체로 쉬운 비디오 영상들을 실험에 사용하였다. 제안하는 기법은 DB #1과 DB #8에서는 96%이상의 검출 정확도를 나타냈다. 또한, DB #2와 DB #3과 같은 비디오 영상은 전체 영상에서 차량을 분할하는 기법을 사용하면 그림자와 근접한 차량의 영향으로 매우 부정확한 검출 결과를 가지므로 추적 과정에서 여러 제약과 추론에 의해 분할 결과를 보정한다[2-4]. 그러나, 제안하는 기법은 이러한 상황에서도 동일한 기법으로 97%의 이상의 정확도의 결과를 나타냈다.

검출된 차량의 추적 과정을 그림 8에서 나타냈다. 표 2에 나타낸 것과 같이 DB #1에서 추적 실패는 없었으나 BMA를 이용하여 추적하면 7번 발행하였으며 평균 처리 시간이 44.76ms로 제안하는 방법의 처리 시간(17.07ms) 보다 많이 걸렸다.

각 단계별 평균 처리 시간은 표 3과 같다. 차량 검출 시간이 평균 14.98ms가 걸렸으나 차량 검출은 DB #1에서 100프레임당 평균 4회 정도 처리한다. 따라서 대부분의 프레임에서 전체 처리 시간은 영상 획득과 차량 추적 시간의 합이다. 검지 차선의 개수가 증가하면 그만큼 처리 시간이 많이 걸리게 되는데 본 실험에서 검지차선의 개수에 대한 평균 처리 시간은 표 4와 같았다. 표 4에 의하면 3차선 이상을 검지하는 경우에는 초당 30 프

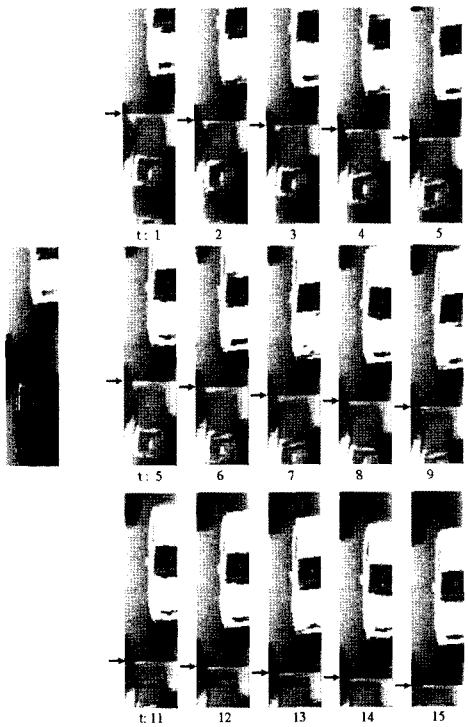


그림 8 검출된 차량의 추적 과정의 예

표 3 단계별 평균 처리 시간

단계	영상 획득	진입 검출 (1차선)	차량 검출 (1차선)	차량 추적 (1차선)
처리시간(ms)	13.81	1.65	14.98	3.26

표 4 검지 차선 개수에 대한 평균 처리 시간

차선 개수	1	2	3	4
처리시간(ms)	21.62	31.61	38.34	52.35

레임의 처리가 불가능하지만 프로그램 코드가 더욱 최적화되고 성능이 높은 프로세서를 이용한다면 4차선 이상에서도 초당 30 프레임 이상의 처리가 가능하다고 여겨진다.

5. 결 론

본 논문에서는 분할 영역의 특징을 이용하여 차량을 검출하고 국부 영역에서 차량을 추적하므로 교통 정보를 산출할 수 있는 교통 모니터링 시스템을 위한 새로운 기법을 제안하였다.

제안하는 방법은 전용의 병렬 처리기 없이도 초당 30 프레임 이상의 처리가 가능하며 차량의 검출과 추적의 정확도는 다양한 동작 환경에서 평균 90% 이상의 정확도를 나타냈다. 카메라의 설치 방향, 각도와 조리개의 설정 등이 동작 환경에 맞추어진다면 보다 높은 정확도를 가질 수 있다. 그러므로, 제안하는 기법은 다양한 환경에서 동작하는 교통 모니터링을 위한 핵심 기술로 사용될 수 있을 것이다.

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] D. Koller, et al., "Robust Multiple Car Tracking with Occlusion Reasoning," Proceedings of 3rd European Conference on Computer Vision, Vol. 1, pp. 189-196, 1994.

[4] Y. Jung and Y. Ho, "Traffic Parameter Extraction using Video-based Vehicle Tracking," Proceedings of IEEE International Conference on ITS, pp. 764-766, 1999.

[5] B. Maurin, et al., "Monitoring Crowded Traffic Scenes," Proceedings of IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 19-24, 2002.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] L. Wixson, K. Hanna, and D. Mishra, "Illumination Assessment for Vision-Based Traffic Monitoring," 1998 IEEE Workshop on Visual Surveillance, pp. 34-41, 1998.

[10] D. Gao, J. Zhou and L Zin, "SVM-based Detection of Moving Vehicles for Automatic Traffic Monitoring," IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings," pp. 745-749, 2001.

[11] C.L. Wan and K.W. Dickinson, "Computer Vision and Neural Networks for Traffic Monitoring," IEE Conference on Road Traffic Monitoring, pp. 143-147, 1992.

[12] S.Mantri and D. Bullock, "A Neural Network Based Vehicle Detection and Tracking System," Proceedings of the Twenty-Seventh Southeastern

Symposium on System Theory, pp. 279-283, 1995.
[13] P.G. Michalopoulos, "Vehicle Detection Video Through Image Processing: The Autoscope System," IEEE Transactions on Vehicular technology Vol. 40, No. 1, pp. 21-29, 1991.
[14] B.L. Tseng, C.Y. Lin and J.R. Smith, "Real-Time Video Surveillance for Traffic Monitoring Using Virtual Line Analysis," Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 541-544, 2002.
[15] Z. Zhu, et al., "VISATRAM: A Real-Time Vision System for Automatic Traffic Monitoring," Image and Vision Computing, Vol. 18, No. 10, pp. 781-794, 2000.
[16] R. Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice-Hall, 1997.
[17] S. Marchand-Maillet and Y.M. Sharaiha, Binary Digital Image Processing, Academic Press, 2000.
[18] 이대호, 박영태, "시공간 영상 분석에 의한 강건한 교통 모니터링 시스템", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제31권, 제11호, 2004.
[19] 이대호, 박영태, "영역 분류와 시공간 영상 분석에 의한 실시간 교통정보 파라메터 산출 기법", 제12회 영상 처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, 2000.

이 대 호

1998년 경희대학교 전자공학과 학사 졸업. 2001년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업. 2005년 경희대학교 전자공학과 박사 졸업. 2005년~현재 경희대학교 교양학부 조교수. 관심분야는 컴퓨터비전, ITS, 패턴인식, 신호처리 및 프로그래밍

박 영 태

1979년 서울대학교 전자공학과 학사 졸업. 1981년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사 졸업. 1989년 University of California, Irvine 전기 및 컴퓨터공학과 박사 졸업. 1990년 University of California, Irvine (Post Doc.). 1990년~1991년 Innovision Medical Inc. 1991년~1992년 대우통신 중앙 연구소. 1992년~현재 경희대학교 전자정보대학 교수. 관심분야는 컴퓨터비전, 패턴인식, ITS, 신경회로망 학습이론