차량 탐지 정보를 이용한 영상 검지기의 배경 영상 생성 방법

A Background Image Generation Method for Image Detector Using Detected Vehicle Information

권영탁*, 김윤진*, 박철홍*, 김희정*, 소영성*

Young Tak Kwon*, Yoon Jin Kim*, Chul Hong Park*, Hee Jeong Kim*, and Young Sung Soh*

요 약

본 논문에서는 교통정보 수집용 영상검지기를 위한 새로운 배경생성 방법을 제안한다. 입력되는 영상열의 화소위치별 모든 밝기값을 평균 또는 빈도 계산과정에 참여시키는 기존의 배경생성방법은 차량의 정체가 잦은 경우에 좋지 않은 결과를 보인다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 배경생성 과정에 하이레벨 정보인 차량의 탐지 결과를 반영하였다. 차량으로 탐지되지 않은 영상부분만을 배경생성 과정에 참여시켰으며 실험을 통해서 새로 제안한 배경생성 방법이 종전 방법에 비해 차량의 정체가 잦은 경우에도 더 견고하게 차량 탐지를 할 수 있는 배경을 생성할 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose a new background generation method for image detector for traffic information collection. Conventional methods result in bad performance when there are frequent traffic jams due to heavy traffic. To improve on this, we use high level information from vehicle detection. Only part of the image that is not considered as vehicle is used in background generation. The proposed method finds background more robustly than that of the conventional methods even in the presence of heavy traffic.

I. 서 론

교통정보 수집을 위한 영상검지 기술은 크게 두 부류로 나눌 수 있다. Trip-line(혹은 trip-wire) 방식과 tracking 방식이 그것인데, trip-line 방식은 다시 루프 emulation 방식과 lane monitoring 방식으로 나눌 수 있다. 루프 emulation 방법은 비디오상에 마치 도로에 루프코일을 매설하는 것처럼 가상의 S/W적 루프를 지정하고 자장의 변화를 영상의 특징 변화로 emulation 하는 방식으로써 기존의 루프코일이 하던 일을 가상의 루프가 대신하게 된다. Lane monitoring 방식은 차선을 따라 길게 검지 선/영역을 설정한 후 검지 선/영역 내에서 일어나는 일을 관찰함으로써 교통변수들을 추출해내는데 차량수, 속도 측정을 위해 선/영역내 추적(local tracking)을 행할 수 있고 루프 emulation 방식으로는 추출이 어려운 대기행렬 길이 등의 정보를 추출할 수 있다. Tracking 방식은 lane monitoring 방식에서의 검지 선/영역 내에 한정되는 local tracking 이 아

* 명지대학교 전자정보통신공학부(Dept. of Info. & Communication Eng., MyongJi University)
· 논문번호 : 99-1-7
· 접수일자 : 1999년 6월 30일

닌 전체 영상을 대상으로 하는 full screen tracking(global tracking) 을 의미하는데 영상내의 모든 차량을 찾아낸 후 개개의 차량을 추적하기 때문에 어떠한 고급 교통변수도 측정이 가능한 방법이다. Trip-line 방식의 경우 영상의 국부 영역을 대상으로 하기 때문에 저렴한 H/W와 상대적으로 낮은 기술로 요구되는 교통변수의 일부를 측정할 수 있는 반면, tracking 방식의 경우 모든 교통변수의 측정이 가능하나 상대적으로 고가의 H/W와 고도의 기술을 요한다.

Trip-line 방식이건 tracking 방식이건 모두 영상내 차량을 탐지해야 하는데 차량의 탐지방법은 크게 배경차이(Background Differencing)[1]~[4], 장면차이(Frame Differencing)[5], 공간차이(Space Differencing)[6], 밝기값 비교(Gray Level Comparison)의 네 가지로 나눌 수 있다.

배경차이방법은 매번 기준이 되는 배경영상을 가지고 있다가 입력영상이 들어오면 배경영상과의 차를 구해 배경부분을 제외한 차량부분만을 추출하게 되는데 배경영상이 매번 정확하게 구해질 경우 차량 탐지는 매우 쉽게 행할 수 있으나 정확한 배경영상의 확보가 어렵다. 장면차이방법은 연이어 입력되는 영상의 차를 구해 정지해 있는 부분은 제거하고 이동하는 부분만을 탐지해내는 방법인데 배경 제거는 용이하나 정지해 있는 차량도 함께 제거되는 단점이 있다. 공간차이방법의 경우 도로표면과 차량사이의 밝기차가 어느 정도 있다는 가정하에 입력된 영상위에서 농담의 변화가 상대적으로 심한 곳을 추출하여 차량으로 탐지하는 방법인데 전이시간대의 도로표면과 차량 사이의 밝기차가 크지 않은 경우에 어려움이 있고 그림자의 영향을 많이 받는다. 밝기값비교방법은 도로영상을 구성하는 각 요소(도로 표면, 차량, 그림자, 전조등 등)들의 주야별/일기별 농담값의 통계치를 가지고 차량을 탐지하는 방법인데 일기변화 및 카메라 자동아이리스효과 등으로 인해 통계치에 상응하지 않는 값들이 생기는 경우 어려움이 있으며 active shadow(달리는 차량의 그림자)가 다른 차량에 오버레이되거나 혹은 passive shadow(구조물 혹은 배경에 해당하는 물체의 그림자)가 오버레이될 때 어려움이 있다. 각 나라에서 개발된 영상검지기들은 차량탐지 방법으로 주로 배경차이방법을 채택하고 있으며 일부 제품의 경우 두 가지 이상의 방법을 혼합하여 상호 단점을 보완하는 노력을 기울이고 있다. 본 연구에서는 이상의 방법중 기존의 배경차이방법의 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법을 제안한다.

이제까지의 배경영상 생성을 위한 방법들은 각 화소 위치에서의 밝기값을 장시간 평균하거나 혹은 장시간 누적된 밝기값들 중 최빈값을 사용하였는데 이는 모두 영상내 차량의 흐름이 원활하다는 것을 가정하고 있다. 따라서 누적하는 과정에 정체상황이 장기간 지속되면 생성된 배경영상의 질은 매우 낮아지게 되고 차량의 정확한 탐지도 어렵게 된다. 이러한 단점들의 기본 원인은 화소의 밝기값을 누적할 때 그 화소가 배경인지 차량인지에 상관없이 모두 반영을 하는데 있다. 본 연구에서는 매번 영상이 들어 올 때마다 그 안의 화소 모두를 배경화소와 배경이 아닌 화소로 분류하고 배경화소에 대해서만 누적에 참여시킴으로써 정체 상황하에서도 견고하게 배경을 생성할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 배경생성과 관련된 종전의 연구들을 살펴보고 3절에서는 종전 방법들의 단점을 개선한 새로운 방법을 제안한다. 4절에서는 실험결과를 보이고 5절에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련 연구

배경차이 방법은 기준이 되는 배경 영상을 가지고 있다가 매번 영상이 들어올 때마다 배경을 뺀 나머지 부분으로부터 차량을 탐지하게 된다. 따라서 정확한 배경영상을 보유하기 위해서는 배경영상 생성, 배경영상 갱신, 배경영상 보상의 단계가 필요하다. 배경영상 생성은 갱신에 필요한 초기 자료 역할을 하며 대부분의 경우 차량의 흐름이 있는 상태에서 배경영상을 구해야 한다. 배경영상 갱신은 시간의 경과에 따라 여러 환경요인에 의해 생길 수 있는 배경의 변화를 초기 배경영상에 반영하기 위한 단계이며 배경영상 보상은 장시간 갱신에 따라 갱신 오차가 누적될 수 있는데 이의 방지를 위해 일정시간

단위로 새로운 배경영상 생성을 통해 배경영상 보상을 하게 된다.

현재까지 개발된 영상검지기들중 미국의 Video-Trak-900[8]과 Autoscope[9], 유럽의 IMPACTS [10]~[12], TRIP, CCATS 등이 배경차이방법을 사용하고 있다. 위의 제품들은 거의 모두 배경생성을 위해서 그림 1과 같은 평균개념을 사용하고 있다. 매번 영상이 입력되면 각 화소위치별 밝기값을 누적하고 일정시간이 경과하면 누적된 값들을 각 화소위치별로 평균을 내어 배경으로 사용하는데 교통흐름의 복잡도에 따라 생성된 배경의 질이 민감하게 반응한다. Long et al.[2]에서는 이의 개선을 위하여 각 화소단위로 시간축상에서의 농담변화를 관찰하여 smooth한 부분을 찾아내 배경으로 사용하는 sliding window기반 방법을 제시하였는데 생성된 배경의 질은 다소 개선이 되었으나 배경생성에 걸리는 시간이 길어지는 단점을 가지고 있다.

상기 방법들의 근본적인 문제는 평균을 구하기 위해 화소위치별로 밝기값을 누적하는 과정에서 해당 화소가 배경화소인지 혹은 배경이 아닌 화소인지에 대한 분류없이 무조건 계산과정에 참여시키는 것에 있는데, 이는 교통의 흐름이 원활한 경우에는 별

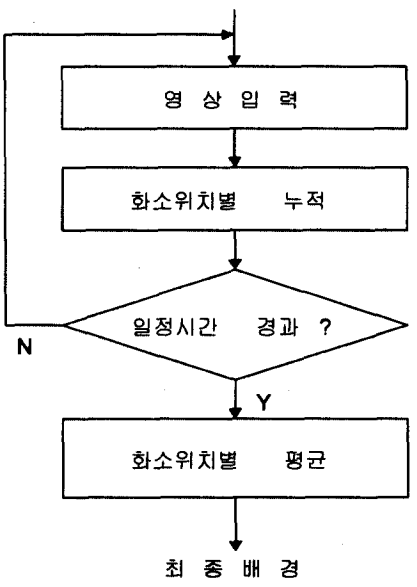


그림 1. 종전의 배경생성방법

Fig. 1. Conventional background generation method.

문제가 없으나 차량의 정체가 잦은 경우에는 차량에 해당하는 화소가 전체 계산과정에 그대로 반영되어 결과적으로 매우 좋지 않은 배경영상을 초래하게 된다.

한편, 소영성 등[7]은 누적후 평균하는 대신 각 화소 위치별로 히스토그램을 만들어 최빈값을 그 화소 위치에서의 배경값으로 사용하였는데 이 방법 역시 교통흐름의 복잡도에 따라 생성된 배경의 질이 민감하게 반응한다.

Ⅲ. 제안된 방법

그림 2에 새로운 배경생성 방법이 제안되어 있다. 종전의 방법과 다른 점은 화소위치별로 배경이라고 여겨지는 밝기값에 대해서만 평균 또는 빈도 계산과정에 참여시키는 것이다. 새로운 방법은 배경차이를 통한 차량 탐지를 위해서 초기 배경생성을 필요로 하는데 이는 그림 1과 같은 종전의 방법을 사용하여 얻게 된다. 따라서 배경생성 주기동안 교통흐름이 원활한 경우에는 양호한 초기 배경을 가질 수 있고 차량 정체가 잦은 경우에는 좋지 못한 초기 배경을 갖게 된다. 이렇게 생성된 초기 배경을 가지고 매번 입력되는 영상과의 차영상을 구해 차량탐지를 행한다. 차량의 탐지는 차영상을 이진화하여 하게 되는데 이진화 문턱치는 영상내의 밝기값에 따라 적응적으로 얻게된다. 즉 영상내에 그림자 또는 차량에 의해 영향을 받지 않는 여러 개의 구역을 설정하여 그 부분들의 밝기값의 변화를 관찰함으로서 적응적인 문턱치를 얻는다. 일단 차량이 탐지되면 배경화소와 배경이 아닌 화소에 대한 구별을 할 수 있으므로 배경화소로 판별된 것에 대해서만 새로운 배경생성을 위한 각 화소별 누적 또는 빈도 계산과정에 참여시킨다. 일정시간 이러한 과정을 거치게 되면 종전의 방법과 같이 평균/최빈영상을 만들어 최종 배경영상을 생성하게 된다. 차량 탐지시 좋지 않은 초기 배경, 영상의 흔들림, 카메라/디지타이저의 잡영 등에 의해서 실제 차량이 아닌 배경위치에 있는 화소들이 차영상에서는 배경이 아닌 것으로 나타날 수 있는데 본 방법에서는 그러한 부분들까지 누적과정에서 제외시키는 매우 보수적인 접근방법을 취한다. 또한

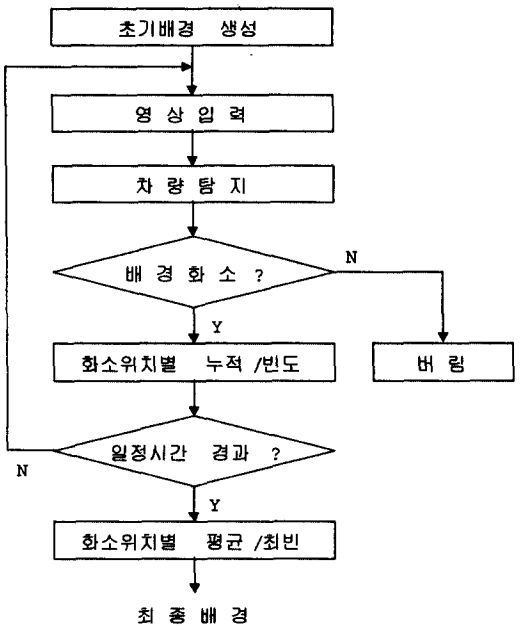


그림 2. 새로운 배경생성 방법(평균 및 최빈)

Fig. 2. New background generation method(averaging and maximum frequency).

실제 차량에 해당하는 화소가 배경인 것처럼 나타날 수도 있는데 이는 최종 배경생성과정에서의 에러 요인이 된다. 이러한 에러 요인을 감안하더라도 종전 방법은 화소위치별 밝기값을 배경 여부에 관계없이 무조건 반영하는 반면 새로운 방법은 반영하지 않을 확율을 가지고 있기 때문에 새로운 방법이 종전 방법에 비해 좋은 결과를 주게 된다.

Ⅳ. 실험 결과

4-1 실험 환경

본 실험에는 서울 연신내 인근 도로 영상을 녹화한 비디오 테잎으로 부터 실험결과 비교를 위해 차량 정체가 비교적 잦은 두 개 구간의 영상열을 선택하여 사용하였다. 영상열 A와 영상열 B는 각 2300 프레임으로 구성되며 timespan은 3.5분 정도이다. 이 시간동안 도로 영상을 2300 프레임밖에 취하지 못한 이유는 각 프레임을 하드디스크에 기록하는 시간 때문이며, 각 프레임의 크기는 320×240 화소로 256 계조를 사용하였다. 연속된 전체 2300프레임내 차량 정체가 심한 구간과 소통이 원활한 구간이 함께 포함되어 있다. 그림 3에 차량 정체가 심할 때와 소통이 원활할 경우의 대표적인 예가 나타나 있다. VCR로부터의 입력을 128 M의 메모리와 Pentium II 450 MHz 프로세서를 갖은 PC에 장착된 Matrox사의 Meteor Ⅱ로 디지타이즈하여 사용하였다.

4-2 결 과

종전 방법과 새로운 방법간의 성능 비교를 위해 일정시간 누적과정을 거친 후의 배경영상과 비교할 실제 상황의 배경영상(ground truth)이 필요하다. 본 실험에서 사용된 2300 프레임 크기의 두 개 영상

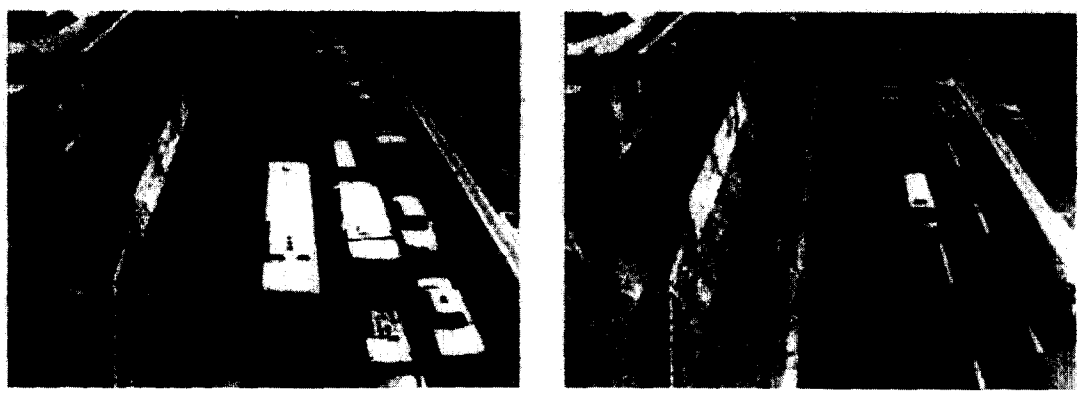


그림 3. 차량정체가 심할 때(왼쪽)와 소통이 원활할 때(오른쪽)의 도로영상

Fig. 3. Road images with heavy traffic(left) and low traffic(right).

열은 마지막 2300번째 프레임이 차량이 전혀 없는 영상이 되도록 구성하였으며 그것을 ground truth로 사용하였다.

종전 방법에 의해 생성될 수 있는 배경영상에는 화소위치별 평균을 통해 얻는 평균배경영상과 화소위치별 최빈값을 구함으로서 얻는 최빈배경영상이 있다. 따라서 새로운 방법에서도 평균과 최빈 배경영상을 구하고 종전 방법의 상응하는 배경영상과 비교를 한다.

성능 비교는 종전방법에 의해 만들어진 배경과 새로운 방법에 의해서 생성된 배경이 얼마나 ground truth에 가까운 지를 판별하는 문제로 볼 수 있는데, 정성적인 방법과 정량적인 방법을 사용할 수 있다. 정성적인 방법은 사람의 눈으로 ground truth와 생성된 배경영상을 비교해 보거나 혹은 ground truth와 생성된 배경영상간의 차영상을 구해보았을 때 그 차이가 작아 보이는 것을 성능이 좋은 것으로 판별하는 방법인데 실제 사람의 눈만으로는 판별이 쉽지 않은 경우가 있을 수 있기 때문에 본 연구에서는 ground truth와 각 생성된 배경영상들간의 MSE(mean squared error)를 계산, 비교함으로써 성능을 판별하는 정량적 비교 방법을 택하였다. Ground truth 영상을 $G(x,y)$, 생성된 배경영상을 $B(x,y)$라 할 때 MSE는:

$$\mathrm{MSE(G,B)} = \sum_x \sum_y \{G(x,y) - B(x,y)\}^2$$

그림 4에 영상열 A의 초기 배경영상과 ground truth 영상이 나타나 있다. 초기 배경영상은 전체 영상열 2300프레임이 시작되기 바로 전 500프레임을 화소위치별로 누적 평균한 종전 방법을 사용하여 만들었다. 초기 배경영상에는 누적시간동안의 차량의 정체 때문에 차선을 따라서 이동하는 차량들의 잔영을 다소 내포하고 있다. MSE값에 대한 계산은 실제 도로부분중 표시된 사각형(□) 영역만 사용하여 비교를 하였다. 영상열 B의 경우도 이와 동일한 방법으로 실험하였다.

그림 5에 영상열 A에 대한 두 방법의 평균배경영상이 나타나 있다. 눈으로 보기에도 새로운 방법이 종전 방법에 비해 더 나은 배경영상을 생성했음을 알 수 있다.

그림 6은 영상열 A에 대해 최빈 방법을 적용한 결과인데 종전 방법에 의한 배경영상의 질이 매우 열악함을 볼 수 있다. 이는 영상열 A에 속하는 프레임중 정체를 나타내는 프레임의 비율이 67%에 달하기 때문이다. 그림 7과 8은 영상열 B에 대해 각각 평균과 최빈 배경영상을 종전과 새로운 방법을 적용한 결과를 보이고 있다. 새로운 방법에 의한 배경영상이 종전 방법에 의한 배경영상보다 질적으로 더 나음을 알 수 있다. 그림 8의 종전 방법에 의한 최빈 배경영상이 그림 6의 상응하는 최빈 배경영상보다 다소 나아 보이는 이유는 영상열 B의 정체 프레임 비율이 영상열 A의 67%보다 낮은 42%정도이기 때문이다.

그림 4. 초기 배경영상(왼쪽)과 ground truth영상(오른쪽)

Fig. 4. Initial background(left) and ground truth image(right).

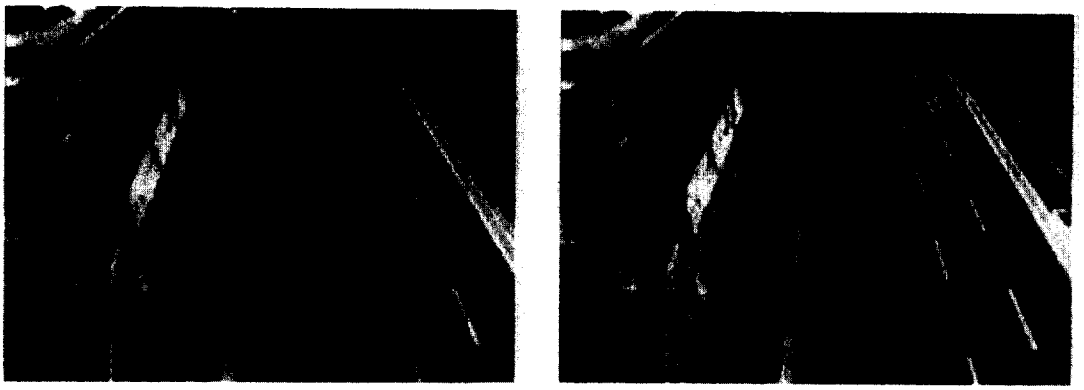


그림 5. 영상열 A에 대한 실험결과, 종전 방법에 의한 평균배경영상(왼쪽)과 새로운 방법에 의한 평균배경영상(오른쪽)
Fig. 5. Experimental result for sequence A. Background image by conventional method with averaging(left) and background image by new method with averaging(right).

그림 6. 영상열 A에 대한 실험결과, 종전 방법에 의한 최빈배경영상(왼쪽)과 새로운 방법에 의한 최빈배경영상(오른쪽)
Fig. 6. Experimental result for sequence A. Background image by conventional method with maximum frequency(left) and background image by new method with maximum frequency(right).

표 1에 이상의 실험 결과를 정량적으로 비교, 요약하였다. 새로운 방법을 사용한 배경영상의 MSE가 종전 방법을 통해 만든 배경영상에 비해 평균 및 최빈방법에 있어 그 값이 두드러지게 감소했음을 알 수 있다. 특히 종전 방법의 경우, 차량의 정체 정도에 따라 배경영상의 질이 매우 민감하게 반응한 반면 새로운 방법의 경우 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 이는 화소위치별로 밝기값을 누적할 때 배경으로 여겨지는 밝기값만을 반영하였기 때문에 차량의 정체 정도와는 크게 관련이 없는데 기인한다. 수행속도는 평균을 사용한 종전 방법의 경우 22.48 fps, 최빈을 사용한 종전 방법의 경우 19.65 fps, 평균을 사용한 새로운 방법의 경우 15.00 fps, 최빈을 사용한 새로운 방법의 경우 13.40 fps로 새로운 방법의 수행속도가 다소 떨어진다. 이는 초기배경과 입력영상간의 차영상내에 존재하는 blob들을 개별적으로 처리하는데 기인하지만 전체적으로 실시간 수행이 되고 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 종전의 배경생성 방법이 누적 또는 빈도를 계산하는 시간 동안 차량의 정체가 잦은 경우 좋지 않은 배경생성 결과를 주는 단점을 개선

그림 7. 영상열 B에 대한 실험결과, 종전 방법에 의한 평균배경영상(왼쪽)과 새로운 방법에 의한 평균배경영상(오른쪽)

Fig. 7. Experimental result for sequence B. Background image by conventional method with averaging(left) and background image by new method with maximum averaging(right).

그림 8. 영상열 B에 대한 실험결과, 종전 방법에 의한 최빈배경영상(왼쪽)과 새로운 방법에 의한 최빈배경영상(오른쪽)

Fig. 8. Experimental result for sequence B. Background image by conventional method with maximum frequency(left) and background image by new method with maximum frequency(right).

표 1. 실험결과 요약

Table 1. Summary of experimental results.

구 분	전체 프레임수	소요 시간 (time span)	차량 정체 프레임비율	종전 방법(MSE)		새로운 방법(MSE)	
				평 균	최 빈	평 균	최 빈
영상열 A	2300	3.5분	67 %	710.51	4027.12	211.96	214.17
영상열 B	2300	3.5분	42 %	492.33	2852.10	207.37	194.22

하기 위해 차량의 탐지결과를 활용하는 새로운 배경 생성 방법을 제안하였다. 차량의 탐지를 위해서 사용된 초기 배경은 종전 방법에 의한 평균영상을 사용하였다. 새로운 방법의 성능이 평균과 최빈에 있어 모두 종전 방법에 비해 매우 우수하다는 것을 정체가 심한 두개의 영상열을 대상으로 그 결과를 보였다.

이상의 과정을 거쳐 생성된 배경영상은 배경갱신

과정에 사용되는데 배경갱신 과정에서도 배경생성에서 이미 사용했던 것과 동일하게 배경화소로 판별된 것만을 갱신에 참여시킴으로써 갱신오차를 더 줄일 수 있을 것으로 보이며 이는 차후 연구과제이다.

참 고 문 헌

[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, 1995, pp. 297-305.

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

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

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

[5] R. M. Inigo, "Application of machine vision to traffic monitoring and control", *IEEE Trans. Vehicular Technology*, vol. 38, no. 3, Aug. 1989, pp. 112-122.

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

[7] 김양주, 소영성, 효율적인 영상검지기를 위한 배경영상 추출 및 갱신방법에 관한 연구, 국가 ITS 기술개발 기반조성을 위한 학술연구, 3권, 국토개발연구원 최종보고서, '98년 7월, pp. 429-463.

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

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

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

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

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

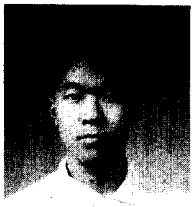
권 영 탁(權寧卓)

1987년 3월~1993년 2월 : 동아대학교 경영정보학과(경영학사)
1994년 3월 ~ 1997년 2월 : 충북대학교 전자계산학과(이학석사)
1997년 3월~현재 : 명지대학교 정보통신공학과 박사과정

김 윤 진(金倫辰)

1991년 3월~1995년 2월 : 상명대학교 정보과학과
1996년 7월~1998년 3월 : 해태전자(주) 신규사업추진실 교통시스템그룹 근무
1999년 3월~현재 : 명지대학교 정보통신공학과 석사과정

박 철 홍(朴哲弘)



1994년 3월~1998년 2월 : 한신대학교 전자계산학과(이학사)
1998년 3월~현재 : 명지대학교 정보통신공학과 석사과정

김 희 정(金喜貞)

1995년 3월~1999년 2월 : 한신대학교 정보통신학과
1999년 3월~현재 : 명지대학교 정보통신공학과 석사과정

소 영 성(蘇英聖)

1974년 3월~1978년 2월 : 서울대학교 공업교육학과 (공학사)
1983년 9월~1986년 8월 : 미국 Univ. of South Carolina, 전산학과(공학석사)
1986년 9월~1989년 8월 : 미국 Univ. of South Carolina, 전산학과(공학박사)
1989년 9월~1991년 2월 : 시스템공학연구소 선임연구원
1991년 3월~현재 : 명지대학교 전자정보통신공학부 부교수