

비전 베이스 실시간 속도 검출 방법

김범석* · 박성일* · 고영혁*

*동신대학교 정보통신공학과

Vision-based Real-time Velocity Detection Method

Beom-Seok Kim* · Sung-Il Park* Young-Hyuk Ko*

Dept. of Information & Communication Engineering, DongShin University

E-mail :yhko@dsu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 종전의 고정식 카메라 방식과 다르게 영상내에 두개의 라인을 적용함으로써 차량의 속도와 차량의 대수를 측정할 수 있는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 50km/h, 80km/h, 90km/h의 속도로 달리는 차량을 녹화하여 시작점과 도착점의 시간을 추출하고, 추출된 시간차와 거리에 의해서 47.57km/h, 81.20km/h, 90.00km/h속도를 계산하였으며 매우 양호하게 일치함을 보였다.

ABSTRACT

As is different from formerly used fixing camera method in this paper, proposed method that can measure the speed of vehicles and logarithm of vehicles in video. Vehicles that proposed method runs with 50km/h, 80km/h, 90km/h's the speed recording on Video Tape beginning point and time of reaching point draw, and calculated 47.57km/h, 81.20km/h, the 90.00km/h speed by time and distance, the tracking cars and the velocity detection in video with the 'begin-line mark' and the 'end-line mark' processing

키워드

Vehicles, Camera, Speed, Labeling, Matlab

1. 서 론

도로망의 확충과 교통량의 폭발적 증가에 따라, 보다 효율적인 교통흐름의 감시 및 제어기술이 필요해 지고 있다. 이와 같은 요구에 부응하여 최근 컴퓨터와 통신 기술이 집목 될 교통 흐름 감시를 위한 다양한 검출 장치들이 개발되어 현장에 설치되어 운영 되고 있으며, 자동으로 교통흐름의 특성을 수집하여 분석하는 단계에까지 이르고 있다. 이러한 기술을 바탕으로 한 지능형 도로망 구축이 완비되는 시점에는 지금까지 개별단 말로 서비스되고 있는 교통정보 수집, 교통량 정보제공, 차량 속도 감지 등 통합된 단말에 의하여 다양한 서비스가 가능할 전망이다.

교통정보 수집을 위해서는 여러 가지 형태의 검지 센서(Sensor)가 사용 될 수 있는데, 도로에

설치된 CCTV 카메라를 통해 교통정보를 수집하는 영상 검지기는 비교적 저렴한 설치비용과 내구성, 이동성 등의 장점이 많으며 소프트웨어 업그레이드를 통하여 현격한 기능 향상 효과를 기대할 수 있다.

현재 실용되고 있는 차량 속도 측정 시스템의 무인카메라는 고정식과 이동식 두 가지가 있으며, 구동방식에 따라 전파를 이용해 측정하는 레이저식, 빛의 반사에 따라 측정하는 레이저식, 감지선에 의해 측정하는 센서식 등 세 가지로 구분 할 수 있다.

고정식 무인카메라는 대부분 루프 방식으로 일종의 감지선으로 카메라 전방 20~30m앞에 사각형으로 그려져 있다. 도로에 속도를 읽는 센서를 내장한 두 줄의 루프를 깔고, 그 사이를 지나는 차의 '시간'을 측정해 '속도'로 환산하는 것이다.

이는 '속도=거리/시간'이라는 공식에 따라 센서를 통해 과속이 인지되면 곧바로 스틸 카메라로 차량을 촬영하는 원리로 되어 있다.

이 시스템은 루프를 차선 밑에 설치해야 하므로 설치 및 유지 보수의 문제가 있는 반면에 영상 검지기는 설치 및 유지 보수의 비용이 적고, 영상 내에서 발생하는 환경의 변화에 민첩하게 반응 할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 이유로 영상 검지기에 관한 연구가 활성화 되어야 할 필요가 있다.

본 논문에서는 고속도로 및 일반도로상의 교통량과 차량의 속도를 계측하는 시스템과 알고리즘을 제안했다. 차들을 추적하고 검출하는 알고리즘은 카메라를 사용하여 특정한 장소에서 촬영하여 획득한 동영상으로 특정 장소의 교통량을 파악하고, 차량의 속도 및 차량의 숫자를 파악하는 데 있다. 차량의 흐름을 취득하고 영상처리 기법을 이용하여 교통량 산출, 속도 측정 등을 수행하며, 과속하는 차량을 검지하고 속도를 판단 할 수 있음을 보였다.

그리고 배경차이법 및 검지선을 이용하여 차량 탐지 방법과 차량의 수를 파악하는 방법을 제안하였다.

II. 본 론

2-1. 차량속도 계측원리

실시간으로 입력되어지는 동영상의 프레임에는 실제현장의 물리적인 공간치수가 포함되어있다. 임의의 속도로 달려오는 자동차가 임의의 정해진 거리를 통과하는데 걸리는 시간을 측정함으로써 실제 차량의 주행속도를 계산해 낼 수 있다. 이때 차량의 주행속도를 계산할 때 필요한 값 즉, 정규화된 측정거리와 녹화된 동영상의 프레임수는 차량의 주행속도를 계산할 때 중요한 변수이다.

2-2. Matlab를 이용한 시스템 설계

2.2.1 배경동영상의 배경분리

주행중인 차량을 검출하는 영상처리시에 고려할 것은 영상에서 움직이는 부분과 움직이지 않는 부분을 분리함으로써 정확한 영상내 움직임을 검출하는 것이다. 일반적으로 차량 흐름이 없는 상태에서 생성을 해야만 양질의 결과를 얻을 수 있다.

배경영상을 분리해내기 위한 방법으로는 먼저 그림 1에서와 같이 칼라공간변환(Color Space Conversion)으로 RGB영상을 Intensity 이미지로 변환 한 후에 배경을 평가(Background estimator)로 첫 프레임의 중간 값을 추출 하여 배경영상을 분리한다. 이러한 과정을 수행할 Matlab의 시스템 블록은 그림 2와 같다.

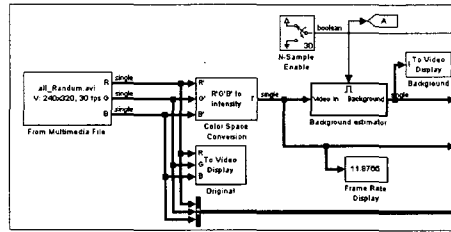


그림 1. Matlab에서의 RGB -> Intensity 영상 변환

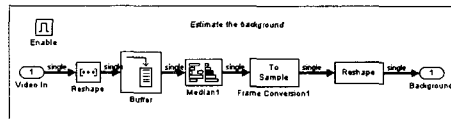


그림 2. Matlab에서의 배경영상 분리

2.2.2 검지선의 설정

현재 상용되고 있는 고정 카메라의 속도 측정 방법인 루프식처럼 일정한 거리를 측정을 하고, 획득한 영상만을 가지고속도를 측정하기 위하여 영상내에 가상의 루프 즉, 임의의 시작라인과 종료라인을 생성한다. 본 논문에서는 실측거리 30m에 해당하는 영상내의 위치에 시작라인과 종료라인을 설정하였다.

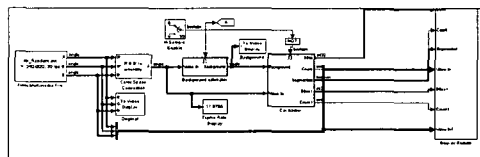


그림 3. 검지선 설정 시스템

검지선 설정을 위해서는 차량 추적기(Car Tracker)로부터 서브 시스템의 영역 필터링(Region filtering)을 구하고, 그림 4와 같은 서브 시스템으로부터 구할 수 있다.

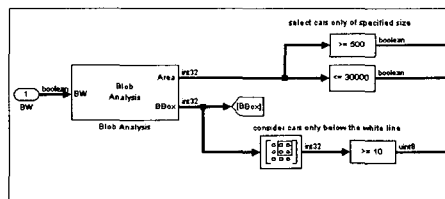


그림 4. 영역 필터링의 서브 블록

2.2.3 라벨링을 이용한 주행차량의 대수 계산
 동영상내에 통과하는 차량의 수를 측정 하는 방법은 4에서 나타내고 있는 차량 추적기 서브 시스템인 그림 5에서 차량 추적과 함께 구성된다. 첫 번째 시작 라인을 지나 화면을 통과하기 전

까지의 차량의 대수를 카운터 한다. 화면의 첫 번째 시작라인을 지날 때 차량위에 녹색 직사각형이 그려짐으로 차량을 추적할 뿐만 아니라 차량의 대수를 파악 할 수 있다.

동영상에서 차량이 첫 번째 종료라인을 지나게 되면 화면에서는 차량의 화소수를 측정 하게 되며, 측정 된 화소수가 임계값의 최소값에 도달 하였을 때나 임계값의 최대값을 넘지 않을 때 녹색 직사각형이 그려지게 설계하였다.

먼저 첫 프레임은 백그라운드로 만들고, 각 동영상 프레임에서 백그라운드를 감함으로써 전경 (foreground)를 만든다. 그리고 각 전경 이미지에 임계값을 줌으로써 형태학적 채움(closing)에 의하여 이진 차량 이미지를 만든다. 이진 이미지 모델은 Blob 해석 블록에서 찾아낸다.

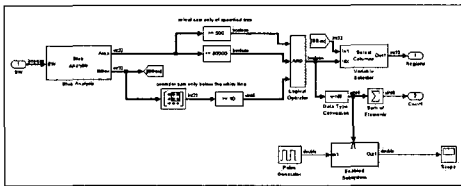


그림 5. 차량 추적 서비스 블록 설계

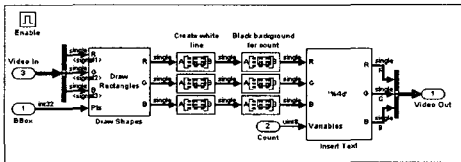


그림 6. 차량의 수 검출하는 Labeling과 차량을 표시하는 Makking 시스템 설계

III. 실험

실험에는 일반 노트북 PC를 사용하였으며 6m 디지털 캠코더인 SONY PC115를 사용 하였다. 캠코더로부터 취득한 실험용 영상은 320*240화소 크기의 초당 30프레임으로 RGB영상으로 변환된 영상이다. 노트북과 캠코더는 IEEE1394를 통하여 연결하고 설계한 Matlab system과 실시간 연동하였다.

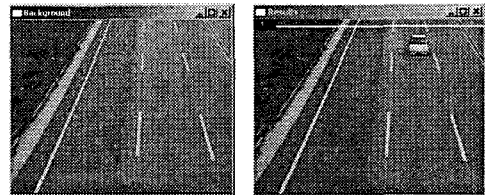
실험 영상은 비교적 맑았으며 카메라를 고정 설치하고 차량과 150m의 거리를 유지 하였으며, 차량의 속도를 측정하고 검증하기 위하여 실제 도로의 30m 구간을 미리 실측하고 캠코더의 화각을 이 실측구간에 최적화 하였다 측정에 사용된 차량은 정확한 속도를 유지하기 위하여 GPS의 속도계를 참고 하였다. 또한 차량의 대수를 카운터 하기 위해서 무작위로 달리는 차량을 대상으로 하였다.

차량 탐지 방법은 입력으로 들어온 원본 영상

으로부터 백그라운드 이미지를 만들고, 전경 (foreground) 이미지를 만든다.

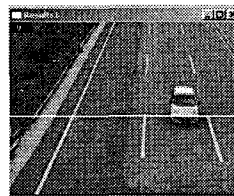
차량을 탐지하기 위해서 만들어진 백그라운드 이미지와 원본에서 그레이스케일 이미지를 입력으로 받는다. 전경 이미지는 각 비디오 프레임에서 백그라운드 이미지를 감한다. 만들어진 이진 이미지는 그림 5, 그림 6에서 설계된 블록에서 찾아내고 만들어진 이진 이미지가 미리 설정된 시작라인을 지나게 됨으로써 차량을 탐지 하게 되고 차량의 구분을 위해서 녹색의 직사각형을 차량을 표시하게 된다.

본 논문의 결과를 검증하기 위해서 일정한 차량 속도와 일정한 거리가 필요 했으므로 도로를 촬영하기 전에 30m의 일정 거리를 재어서 입력 영상 반영될 그림 3의 검지선 설정 블록의 파라미터에 입력하고 그에 대한 결과는 그림 7(b)와 같다.



(a)

(b)



(c)

그림 7. 주행중인 차량의 속도 측정

- (a) 영상내 배경이미지 분리
- (b) 차량의 시작라인 통과
- (c) 차량의 종료라인 통과

본 논문은 루프를 매설하지 않고 영상에 흰 라인을 넣는 방법으로 차량의 속도를 측정하였다.

그림7(b), 그림7(c)에서 보는 바와 같이 두 개의 체크포인트를 작성하고, 그림 8(a)와 같이 시작라인을 통과할 때 구형펄스가 발생하는 것을 시작점으로 하고 그림 8(b)와 같이 종료라인을 통과할 때를 도착지점으로 한다.



(a)



(b)
 그림 8. 주행차량의 시작~종료라인 통과시간
 검출
 (a) 시작라인의 통과시간
 (b) 종료라인의 통과시간

‘속도=거리/시간’이라는 공식 아래 시작점과 도착점의 시각을 체크 하여 일정 거리를 지나는 시간을 구하는데 차량의 주행속도가 90km인 동영상의 경우

$$v = \frac{r}{t_2 - t_1} = \frac{0.03 [km]}{\frac{1.2}{3600} [h]} = 90 [Km/h]$$

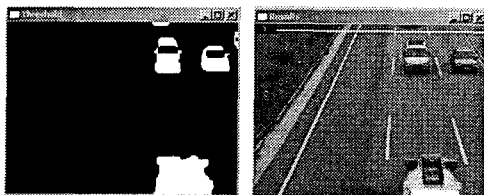
과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 시작라인과 종료라인 각각의 시각을 체크하기 위하여 차량을 검출한 직후의 스코프의 파형을 체크하고 경과된 시간을 정리한 표는 표 1과 같다.

표 1. 50Km, 80Km, 100Km로 주행한 차량을 대상으로 계산된 속도

차량속도	시작라인 시각	종료라인 시각	구간 소요시간	계산된 속도
50[km/h]	2.93[sec]	5.2[sec]	2.27[sec]	47.57[km/h]
80[km/h]	1.6[sec]	2.93[sec]	1.33[sec]	81.20[km/h]
90[km/h]	2.8[sec]	4[sec]	1.2[sec]	90.00[km/h]

동영상 내에서 차량 수를 측정하는 것은 영상 내에 차량이 진입하여 검출구간을 통과하는 차량의 라벨링된 결과의 수를 카운터 한다.

차량의 대수 측정 결과는 그림 9와 같다



(a) 이진영상2 (b)
 그림 9. 라벨링을 통한 주행차량의 대수 계산

V. 결 론

본 논문에서는 종전의 고정식 카메라의 속도

측정 방식은 도로에 루프를 매설해야 한다는 단점을 가지고 있기 때문에 루프를 매설하지 않고 영상 내에서 두 인접 프레임 사이의 차이 영상을 구하고 제안한 시작과 종료라인을 영상에 적용함으로써 차량을 빠른 시간에 포착하여 영상 내에서 차량의 속도를 측정하고 차량의 대수를 검출하는 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 50Km/h, 80Km/h, 90Km/h의 속도로 달리는 차량을 녹화하여 시작점과 도착점의 시간을 추출하였으며 추출된 시간차와 거리에 의해서 47.57Km/h, 81.20Km/h, 90.00Km/h의 속도로 계산되었으며 매우 양호하게 일치함을 보였다. 또한 교통량의 흐름을 파악하기 위해서 거리에 통과된 차량의 대수를 카운터 할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안된 방법은 향후 다양한 분야에서 활용될 것으로 기대 되고 특히 본 논문에서 다루지 못한 부분에 대한 추가 연구가 필요 하다.

먼저 차량 탐지 기술은 향후 기존 영상검지기의 성능 향상에 많은 도움이 될 것으로 예상되며 이동 물체를 탐지해야 하는 보안 분야에서 다양하게 수요 될 것이 기대 되며, 추량 추적을 통한 교통류 상태 분석과 원활한 교통 흐름에 도움을 줄 수 있는 목적으로 이용 될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 정보 네트워크와 연계하여 신호체계 제어, 교통 단속 등에도 활용 가능할 것으로 생각 된다.

그러나 주변 환경의 밝기 값이 비교적 짧은 시간내 빠르게 변화 하는 전이 시간이나 눈, 비, 안개 등의 다양한 일기 조건에서의 측정 실험이 필요 하며 속도 측정의 정확도를 높이기 위해 검지선 내의 검지 영역 진입 시점에 대한 시간 보정에 대한 연구가 필요 할 것이다. 또한 야간의 경우 외등 차량과 오토바이의 구분 문제, 전조등과 반사광의 구분이 힘든 안개등 차량등에 효율적인 분리방법 연구가 필요 하다.

참고문헌

- [1] Rafael C. Gonzalez and Woods, R. E. [2002]. Digital Image Processing, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- [2] Video and Image Processing Reference, MATLAB® 7.1
- [3] 권영탁, 소영성, “영상처리를 이용한 공간 교통정보 측정”, 한국신호처리 시스템학회 논문지, 2(2), 2001.04, pp28-38
- [4] 영상처리를 이용한 교통량측정 시스템에 관한 연구 (A Study on Traffic Flow Measuring System by Image Processing) / 서창진 양황규 (論文集, Vol.6 No.-, [2000])