

실시간 이동차량 영상검지 방법 및 특성

Real-Time Detection of Vehicle Images and its Performance Analysis

한 상 준

(한국외국어대 전자정보공학과)

한 치 문

(한국외국어대 전자정보공학과)

목 차

- I. 서론
 - II. 영상검지기술현황
 - III. 차량 영상검지 기법
 - 1. 영상검지 알고리즘
 - 2. 영상검지 구성방법
 - IV. 실시간 구현 및 성능분석
 - V. 결론
- 참고문헌

I. 서 론

오늘날 차량증가로 출퇴근 및 휴일의 이동인구가 급증함에 따라 도로 이용인구가 갈수록 증가하고 있으며 일부도로에서는 차량정체현상이 나타나고 있다. 각 도로를 이용하는 운전자에게 교통정보를 신속 정확하게 전달하여 교통대란을 사전에 방지하고 도로의 정체현상을 해결하기 위해 도로에 접촉식검지기를 사용하여 운전자들에게 도로에 대한 교통정보를 제공하고 있다. 그러나 접촉식검지기는 도로 각 차선마다 설치해야하며 사용수명도 짧고 기존 도로 재 포장시 재 설치해야 하는 단점을 가지고 있다.^[1]

이를 대체하기 위한 방법으로 영상검지기가 많이 개발되어 상용화되고 있다. 그러나 영상검지기는 특정시간대에서 정확도는 양호하나 장시간의 운용에서 불안정하다. 그렇지만 영상검지기는 접촉식검지기를 대체하기 위한 방법의 일환으로 많은 사업자들이 적용하고 있다. 그 이유는 영상검지기가 기존 접촉식검지기에 비해 유지관리가 용이하고 도로의 포장유무와 무관하며 한 시스템으로 여러 차선을 검지하여 차선별 설치하는 접촉식검지기에 비해 효율적이다.^[2]

본 논문은 영상검지 시스템에 이동차량 영상검지알고리즘을 구현하여 도로의 교통정보(차량통과수, 차종(대중소), 차량속도)를 실시간으로 산출하는 기법을 제시하고 이를 기반으로 영상검지시스템을 구현하여 제시한 영상검지방법의 특성을 나타낸다.

II. 영상검지기술 현황

영상검지기는 도로상 차량의 영상을 이용하여 차량통과수, 속도 등 교통매개변수를 측정하는 검지기로 교통정보인 교통량, 속도, 점유율, 차종(대.중.소), 차량유고검지, 대기행렬, 차두간격 등을 산출한다.^[2]

그러나 영상검지기를 실제 운용시 설치지점별 미세조정이 필요하고 시간, 계절, 환경에 따라 적용 알고리즘이 다르며 특히 우천시 불빛 퍼짐과 야간의 노면반사 등으로 많은 오검지의 문제점이 있다.^[1]

차량 영상검지기술을 연구하고 제안한 기법에는 시공간영상에 의한 영상분석기법과 국부영상에 의한 기법으로 구분되며 지금까지 연구된 영상검지기술을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 배경영상과 차 영상에 임계치를 적용한 이진영상에서의 차량위치를 검지하고 각 차량을 구성하는 사각형의 중첩된 정도를 가지고 분리 및 병합과정을 거쳐 중첩된 차량을 분리하여 추적하는 기법 [Ikeda]^[3]
- 2) 물체의 윤곽선 정보를 기반으로 Kalman 필터에 의해 움직임 정보를 추출하고 연속된 프레임에서 추적하는 기법^[4]
- 3) 차량영상의 특징점과 Hough변환을 사용하여 물체의 움직임을 측정하는 기법^[5]

상기 영상처리기법들은 전체 화면에 대한 차량을 추적하는 기법으로 실시간으로 구현하기에는 어려움이 있

으며 시간, 계절, 환경의 영향을 충분히 고려하여 검증되지 않아 상용화에 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 시간과 환경변화에 대한 문제의 단점을 보완하기 위하여 검지영역의 차량판별기법과 시간과 환경에 따라 국부적으로 영상을 처리하는 기법을 제안한다.

III. 차량 영상검지 기법

1. 영상검지 알고리즘

본 논문에서 배경화면에 대한 영향을 최소화하기 위하여 히스토그램 알고리즘을 적용하고 환경에 대한 그림자와 정체된 차량을 검지하기 위하여 현재 영상과 배경영상의 차 영상 알고리즘을 적용하며 차량의 위치를 추적하기 위하여 인접픽셀과의 차 영상(Sobel) 알고리즘을 적용하는 방법을 제시한다.

이상을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

1) 히스토그램 알고리즘

$$I_t'(x,y) = I_t(x,y) * n - 식(1)$$

2) 현 영상과 이전 영상의 차 영상

$$D_1(x,y) = I_t(x,y) - I_{t-1}(x,y) - 식(2)$$

3) 현 영상과 배경영상의 차 영상

$$D_2(x,y) = I_t'(x,y) - BG_n(x,y) - 식(3)$$

4) 인접픽셀과의 차 영상 (Sobel 알고리즘)

$$D_3(x,y) = |I_0 + 2 * I_1 + I_2| - |I_6 + 2 * I_7 + I_8| - 식(4)$$

여기서

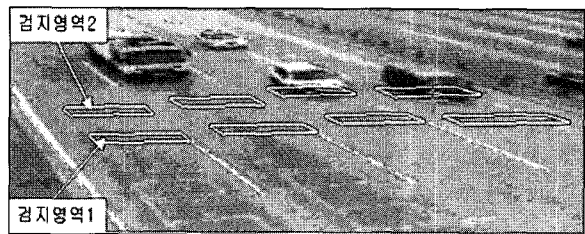
- : $I_t(x,y)$ - 현재 영상
- : $I_{t-1}(x,y)$ - 바로 이전 영상
- : $I_t'(x,y)$ - 히스토그램화된 영상
- : $BG_n(x,y)$ - 차량없는 도로 배경영상
- : $D_1(x,y)$ - 현 영상과 이전영상의 차영상
- : $D_2(x,y)$ - 현 영상과 배경영상의 차영상
- : $I_0, I_1, I_2, I_6, I_7, I_8$ - 히스토그램화된 픽셀
- : $D_3(x,y)$ - 인접 픽셀과의 차이픽셀(Sobel)
- : n - 히스토그램 상수 (시간환경별 적용)
- : $I_0 = I_t(x-1,y-1) * n$
- : $I_1 = I_t(x-1,y) * n$
- : $I_2 = I_t(x-1,y+1) * n$
- : $I_6 = I_t(x+1,y-1) * n$
- : $I_7 = I_t(x+1,y) * n$
- : $I_8 = I_t(x+1,y+1) * n$

본 논문에서 제시한 차량 영상검지 알고리즘을 구현하기 위해 다음과 같은 조건을 설정한다.

- 1) 모든 차량의 통과여부와 차량정보를 산출하기 위하여 검지영역(검지영역 1)을 설정한다.
- 2) 차량추적정보와 차량의 속도를 산출하기 위하여 검지영역 1에서 차량후방 5m지역에 검지영역(검지영역 2)을 설정한다.
- 3) 차종구분(대·중·소)와 인접차선 차량유무 등의 정보를 판단하기 위하여 검지영역 1에서 차량후방 10m내외의 거리를 50Cm간격으로 20지역의 검지영역(셀)을 설정한다.

이상의 구성조건을 <그림 1>에 나타냈다.

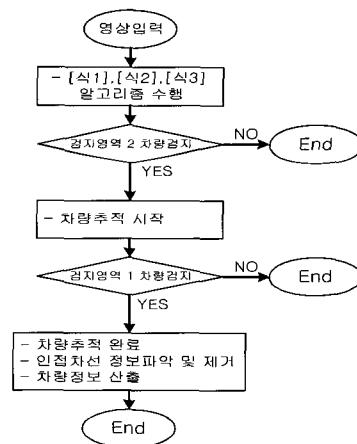
<그림 1>은 차선별 검지영역 1과 2를 설정하여 표시하였다.



<그림 52> 검지영역 1과 2

2. 영상검지 구성방법

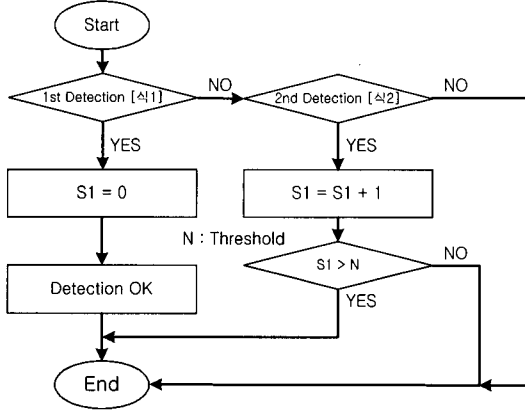
차량영상 검지는 영상이 입력되면 제안한 알고리즘 [식(1),식(2),식(3),식(4)]의 알고리즘을 수행하고 수행이 완료후 검지영역 2에서 차량이 검지되면 차량을 추적하고 검지영역 1에서 차량이 검지되면 차량추적이 완료되며 이를 기준으로 인접차선 차량유무 파악과 현 차선의 영향유무를 판단하여 제거알고리즘을 수행하며 완료후 차량정보를 산출한다.



<그림 53> 영상검지 알고리즘 FLOW

1) 검지영역 1

검지영역 1은 차량정보 산출의 기준이 되는 검지영역으로 두개의 검지 알고리즘, 즉, 시간을 기준으로 현 영상과 이전영상과의 차[식(2)]알고리즘과 현 영상과 배경영상의 차 영상[식(3)] 알고리즘, 을 적용한다. 이 두 알고리즘의 적용 흐름은 <그림 2>와 같다.



<그림 54> 검지영역 1과 2 적용알고리즘 FLOW

2) 검지영역 2

검지영역 2는 차량의 시작 정보와 속도를 산출하기 위한 검지영역으로 적용알고리즘은 검지영역 1과 동일한 알고리즘이 적용된다.

3) 국부검지영역(셀)

국부검지영역(셀)은 검지영역 1을 기준으로 차종(대·중·소)을 구분하고 인접차선의 영향을 줄이기 위하여 인접픽셀과의 차 영상과 히스토그램[식(4)] 알고리즘을 적용하며 이 알고리즘은 시간과 환경에 대한 배경영상의 변화를 최소화시킨다.

IV. 실시간 구현 및 성능분석

본 논문에서 제안한 기법은 DSP를 사용한 시스템에 기능을 구현 적용하였으며 영상알고리즘은 Code Composer Studio를 사용하여 구현하였다.

시스템의 사양은 카메라 영상이 초당 30프레임이고 프로세서는 DSP로 처리성능은 1200MIPS이다. 실험한 자료는 주야 전이시간대인 저녁7시 전후 서울외곽순환도로에서 높이 14.5m, 카메라 방향은 축에서 65.9도 위로 향하게 하여 촬영한 비디오로 실험하였다.

교통정보 파라미터는 차선별 통과 차량수, 속도, 도로점유율, 차량길이, 차간거리 등이 있으며 본 논문에서는 교통정보의 기본 파라미터인 통과 차량수, 속도, 차종(대중소)구분에 대한 기능만 적용하였으며 나머지 파라미터는 기본 파라미터를 기준으로 적용할 수 있다.

주야간 전이시간대 검지 정확도는 <표 1>과 같이 주

간에는 98%이상이며 야간 전이시간대에는 72.5%로 검지정확도를 높이기 위하여 히스토그램을 적용하였으며 적용 알고리즘의 정확도는 93.54%로 향상되었다.

<표 1> 주야전이시간의 검지 정확도

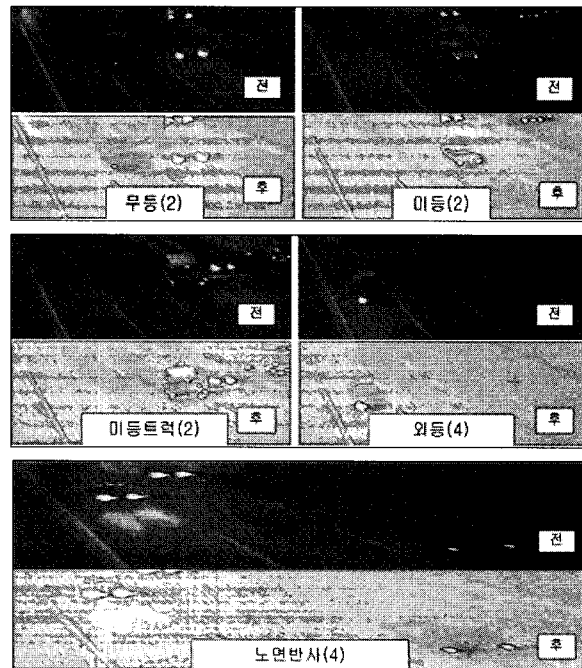
시간	히스토그램 미적용	히스토그램 적용
주간(18:20~19:30)	98.9%	98.9%
야간(19:30~19:40)	72.25%	93.54%
전체	93.3%	97.7%

또 히스토그램 적용전에는 무등차량과 주변차량의 조명 등이 검지되지 않거나 오 검지되어 불확실한 검지로 보였으며 특히 대형차량에 대한 검지가 전혀 불가능하다. 히스토그램 적용후 이런 현상은 해소되었으나 주변차선의 밝은 조명과 노면반사등으로 검지안되는 경우가 나타났다. <그림 4>는 히스토그램 적용전후에 대한 검지화면이며 <그림 5>는 적용전 미검지 화면과 적용후 검지화면을 나타낸다.

미검지는 주간에는 차간 간격이 좁은 경우에 나타나며 야간 전이시간(19:30분대)에는 무등차량, 조명의 노면반사와 인접차선의 조명이 현 차선의 검지 등으로 많이 나타난다.



<그림 4> 야간 전이시간대 검지영역 화면



<그림 58> 히스토그램 적용 전·후 화면

〈표 2〉 시스템 영상처리시간

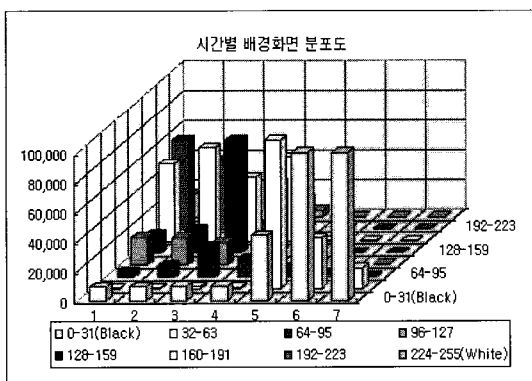
적용기능	적용여부 [ms]		
	on	on	on
영상검지 프로그램	on	on	on
검지영역 표시	on	on	off
모니터	on	off	off
처리시간	29	23	19

차량의 속도는 검지영역 2을 통과하는 시간(t_1)과 검지영역 1을 통과하는 시간(t_2)의 차이(t_2-t_1)와 검지영역간의 거리(L)를 가지고 계산하며 장시간의 운용에서는 전체적인 평균속도를 계산한다. 일반적으로 속도 오차는 촬영 카메라 위치와 방향, 영상획득시간과 영상 프로세서의 처리성능에 따라 오차가 다르며 본 논문에서는 실제 차량의 정확한 속도를 확인하기 어려워 기능을 적용 구현한 방법만 기술한다.

차종구분은 검지영역 1을 통과하는 시점을 기준으로 국부영역(셀)을 조사하여 차종을 대중소로 구분하여 실험하였으며 실험에서 주간에는 대형과 중소형간의 오차는 5%내외로 나타나지만 야간 전이시간대에는 차량 조명의 노면반사와 어두운 배경화면으로 인해 많은 오차가 나타난다.

상기 실험결과에서 주어진 자료에 대한 기능구현은 그 시간대와 그 지역에서는 99%까지 나올 수 있지만 다른 지역에서는 상황이 달라 검지 정확도는 판단하기 어렵다. 그래서 우선 설치지역에 대한 시간, 지역, 환경에 대한 자료조사와 환경변수를 파악하여 알고리즘에 적용하는 것이 중요하며 필수적이다.

〈그림 6〉은 본 논문에 적용한 배경화면의 분포도로 1, 2, ..., 7은 시간대로 18:20분대에서부터 10분 간격의 배경화면의 분포도를 표시하였다. 1(18:40분대)은 화면이 밝은 상태(160이상)를 나타내며 5(19:20분대)부터 야간의 전이시간대 6(19:30분대)에서 어두운 형상을 나타낸다.



〈그림 8〉 시간별 배경화면 분포도

본 논문은 DSP 시스템에 실시간 이동차량 영상검지 기법을 구현하여 실시간으로의 동작을 확인하였으며 처리성능은 〈표 2〉와 같다. 〈표 2〉는 4차선에 대한 처리성능으로 29ms이며 초당 30프레임을 처리한다. 또 〈표 2〉에서 검지영역 표시와 모니터 기능은 시험과 서비스시 사용하며 제품 운용시에는 사용하지 않아 실제 처리성능은 이를 제외한 19ms가 된다.

V. 결 론

본 논문은 DSP 탑재 시스템에 이동차량에 대한 영상검지기능을 구현하여 동작성능 확인결과 19ms로 실시간(33ms)으로 동작하고 차량 통과수 정확도는 97.7%로 만족하는 결과로 분석되었다.

영상검지시스템의 상용화가 활성화되기 위해서는 영상검지기의 주요장애가 되는 눈, 비, 조명 등 환경에 대한 자료에 대해 좀 더 많이 연구 분석해야 한다. 특히 야간차량 영상검지에 대해서는 새로운 방법으로 좀 더 많은 연구가 있어야 하며 이에 대한 자료연구가 필수적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설기술정보지 통관 195호 (2000. 02)
2. http://www.itsbank.co.kr/traffic/information_2.html
3. Toru Ikeda, Shin'ichi Ohnaka, Masanori Mizoguchi, "Traffic Measurement with a Roadside Vision System," IEEE Proceedings of ICPR '96, pp 859-864, 1996
4. D. Koller, J. Weber, T. Huang, J. Malik, G. Ogasawara, B. Rao, and S. Russel, "Towards robust automatic traffic scene analysis in real-time," In ICPR, Israel, November 1994
5. David Beymer and Jitendra Malik, "Tracking vehicles in Congested traffic," in SPIE Vol, 2902, Transportation Sensor and Controls: Collision Avoidance, Traffic Management, and ITS, pp 8-18, November 1996
6. Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods "Digital Image Processing" ADDISON WESLEY PUBLISHING COMPANY, TSBN 0-201-50803-6