

악천후시의 영상기반 교통정보 추출에 관한 연구

A Study on the Image Based Traffic Information Extraction Algorithm in Bad Weather

이득재 · 우장명 · 최규담
(광운대, 석사과정)

최기호
(광운대, 교수)

목 차

- | | |
|------------------------|-----------------|
| I. 서론 | III. 실험 결과 및 분석 |
| II. 영상에서의 차량의 특징 검출 | IV. 결론 |
| 1. 기존의 차량의 특징 검출 방법 분석 | |
| 2. 제안된 차량의 특징 검출 방법 | |

요 약

차량검출에 관한 연구는 교통량 관측을 위해서 가장 기본적이고 필수적인 요소이다. 영상을 기반으로 한 교통 정보 시스템은 다른 방식을 이용하는 시스템들과 비교했을 때 여러가지 두드러진 장점을 가지고 있다. 하지만 일반적인 영상기반 시스템에서는 기상상태에 관해서 민감하게 반응하지 못하는 단점이 있다. 악천후가 발생하는 환경에서 영상의 노이즈는 차량의 교통정보 추출에 있어서 심각한 성능의 저하를 야기할 수 있다. 본 논문에서는 차량검출과 함께 기상 상태에 대해 영향을 덜 받는 향상된 차량정보 추출 방식을 제안 하였다. 제안된 방법은 에지를 기반으로 추출된 차량영상으로부터 비나 눈으로 인한 악천후 때문에 생긴 영상 잡음을 제거 하는 방식으로 기존의 방식에 비해 차량검출 정확도의 오류가 감소되었다. 본 논문에서 제안한 robust 한 차량검출 방법을 기반으로 하여 차량추적, 차량계수, 차종분류, 그리고 속도측정을 수행하여 각 도로의 부하를 나타내는 데 사용되는 차량 흐름과 관련된 여러 가지 교통 정보들을 추출하는데 응용될 수 있다.

I. 서 론

최근들어 비디오 영상으로부터 움직임 검출과 추적에 대한 중요성이 인식됨에 따라 이에대한 많은 연구가 진행되어지고 있다. 약간의 시차를 두고 연속적으로 입력되는 동영상(moving images)을 분석하여 실 세계에 대한 정보를 추론하는 작업은 하드웨어기술의 급속한 발전과 더불어 그 중요성이 강조되고 있다. 특히 이동물체를 탐지하고 탐지된 이동물체의 동작정보를 추출하는 작업은 산업분야와 교통분야에 적용될 수 있는 유용한 연구분야로 이를 위한 많은 기법들이 소개되고 있다.

지능형 교통 체계(ITS)는 최신 컴퓨터와 통신 기술을 교통분야에 적용하여 이동성, 안전성, 대기환경, 그리고 생산성 등의 향상을 추구하고 있다. 첨단교통관리체계(ATM)는 지능형 교통 체계(ITS)의 5개 기능 영역 중의 하나로서, 간선도로와 고속도로의 혼잡과 관련된 실시간 교통정보를 수집, 처리, 분배하는 역할을 수행

한다. 교통흐름과 관련된 교통정보는 지하에 매설하는 루프센서, 레이더, 적외선 검지기, 그리고 그밖에 다양한 센서를 이용하여 획득할 수 있다. 그러나 이러한 센서로부터 획득한 신호의 대부분은 직접 사용할 수 없고 하드웨어적인 장치를 이용하여 사람이 바로 인지 할 수 있는 데이터 형태로 변환하는 과정이 반드시 반드시 수반되어야 한다.

이와는 대조적으로, 영상 처리 시스템에서는 폐회로 텔레비전(CCTV) 시스템을 통해서 수집된 데이터를 분석하는데 머신 비전 (Machine Vision) 기술을 사용한다. 센서를 이용하는 다른 시스템과 비교했을 때, 영상기반 시스템은 비디오 감시 카메라로부터 얻은 영상을 운영자가 직접 관찰할 수 있으므로, 운영자에 의한 개입이 용이하다. 게다가, 한 대의 카메라와 프로세서로 여러차로를 처리하는 것이 가능하므로, 영상 기반 시스템은 다른 몇몇 시스템에 비해서 상대적으로 적은 비용이 소요된다. 영상기반 기술은 차량을 검지, 추적, 분

류, 인식하는 것이 가능하기 때문에 교차로와 고속도로의 감시 및 제어에 폭넓게 사용되고 있다. 영상 기반 교통 시스템에서 기상상태가 눈이나 비가올때와 같은 악천후시에는 차량검출에 장애요소로 작용하는데 특히 이동 중인 차량에서는 잡음에 대한 영향이 매우 심각하여 특징을 추출하는데 있어 매우 복잡한 양상을 나타낸다.

본 논문에서는 모니터 시스템과 지능형 교통 시스템에 움직임 차량 분할에 초점을 두고, 백그라운드는 정적이고, 객체들은 움직이는 시스템이다. 악천후시에 교통 상황에 대한 차량검출은 중요하다고 할 수 있다. 이에 대한 문제해결을 위해 에지를 이용한 차량정보 검출과 함께 기상 상태에 의한 영상의 잡음에 대하여 잡음제거 알고리즘을 이용하여 영상획득에 대한 오류를 최소화하고자 노력하였다.

이를 위해서, 제2장에서는 본 논문의 관련이론에 대한 이론적 고찰을 실시하고, 차량추적 시스템에 전체적인 구조 및 구성요소의 기능에 대하여 기술한다. 제3장에서는 실험결과 및 분석 4장에서는 연구결과를 요약하고 향후 과제에 대하여 논의한다.

II. 영상에서의 차량의 특징 검출

1. 차량의 특징 검출 방법 분석

현재까지 차량 검출 방법에 관한 연구는 다양한 접근 방식에 의해 구현 되어져 왔다. 영상기반 차량 검출을 위한 접근 방법에는 그레이 수준의 비교(gray-level comparision)방식을 이용한 영국의 TULIP (Traffic Analysis using a Low-cost Image Processing)에 의한 연구 방식, 배경 빼기(background subtraction) 방식을 이용한 미국의 WADS (Wide-area Detection System), 영국의 TRIP (Traffic Reserch using Image Processing)그룹 등이 있었고 프레임간 빼기(inter-frame subtraction)방식, 에지 검출 기반 방법에 기반한 Morphological Edge Detection 방법과 이를 변형한 SEMD (Separable Mophological Edge Detector) 방식 등이 있었다. 그레이 수준의 비교는 노면과 차량에 대한 그레이 레벨 특징의 통계적인 변화를 이용하는 방식이지만, 환경적인 요소의 변화에 민감한 단점을 가지고 있다. 프레임간 빼기는 영상내의 정적인 부분을 제거하여 동적인 부분만을 추출하는 방식이다. 그러나 이 방식은 정지된 차량을 추출하는 것은 불가능하다. 배경 빼기는 배경영상과 입력영상 간의 차를 구한다.

$$D_{i,j}^t = |C_{i,j}^t - B_{i,j}^t| \quad (1)$$

그리고, 여기서 상응하는 이전 차분 영상을 다음 수식을 이용하여 얻는다.

$$DB_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{if } D_{i,j}^t \geq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

배경 빼기의 문제점은 갱신 에러의 누적과 주변 밝기 조건 및 그림자의 영향에 민감하다는 것이다.

2. 차량의 특징 검출 방법 제안

1) 에지검출 기반 방법

공간 및 시간 영상 경도를 결합 한 이동 에지 검출 방식은 저속 물체의 약한 에지 또한 검출 할 수 있다. 본 논문에서는 이동 에지를 통하여 차량 검출에 적용하였다. 이동에지는 영상의 시간 및 공간 경도의 논리적 "AND" 연산에 의해 결정 할 수 있다. 이동 에지 {MEi,j}는 다음 수식으로부터 결정 된다.

$$\{MEi,j\} = \{Ei,j\} \{Di,j\} \quad (3)$$

현재 입력영상에 대한 에지 영상을 구한다. 에지 검출에서는 Sobel 연산자(operator)가 사용되었고, 이는 다음과 같은 식으로 표현된다.

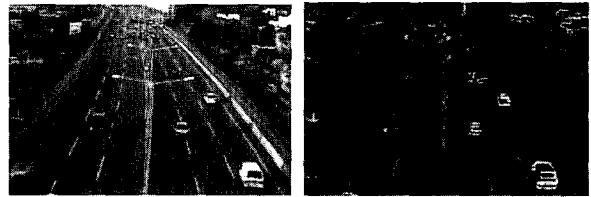
$$d_{i,j} = \max \left\{ \frac{1}{4} \sum_{y=j-1}^{j+1} w_y |I_{i-1,y} - I_{i+1,y}|, \frac{1}{4} \sum_{x=i-1}^{i+1} w_x |I_{x,j+1} - I_{x,j-1}| \right\} \quad (4)$$

여기서, I는 현재 입력영상 $C_{i,j}^t$ 을 나타낸다. 이에 상응하는 이전 에지 영상은 다음 식을 이용하여 얻는다.

$$\{E_{i,j}\} = \begin{cases} 1, & \text{if } d_{i,j} \geq T_E \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (5)$$

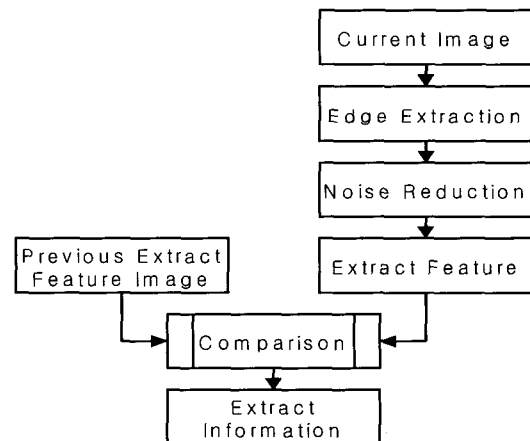
where, $T_E = \alpha + \log_{10} d_{i,j}$

여기서, α 는 경계 값의 하한을 나타내는 상수이다.



<그림 1> 비오는 날의 원영상

<그림 2>검출된 에지영상



<그림 3> 차량정보 추출 알고리즘

2) 추출된 영상의 잡음 제거 방법

악천후 환경 변화에 따른 잡음의 제거를 하기 위해 이과정을 거치게 된다. 잡음에 성질을 이용해서 잡음 제거를 행하는 기법을 Smoothing이라 부르는데, 영상 데이터의 Edge 부분은 급격한 농도 차가 있기 때문에 이 Edge 부분과 잡음 부분을 어떤 방법으로 해서 분류하고 잡음만을 제거하는가가 Smoothing 과정에 중점이 되는데 이는 잡음을 제거하기 위하여 사용하였다. 3x3의 영역내의 9개의 화소의 농도를 오름차순으로 정렬하면 주변과 비교했을때 극단적으로 농도의 차이가 있는 것은 크기의 순서로 나열할때, 왼쪽이나 오른쪽에 치우쳐 중앙값으로 선택되지 않기 때문에 어떤 화소 주변의 영역 내의 화소 농도의 중앙값을 구하여 원하는 화소의 농도로 처리 할 수 있다.

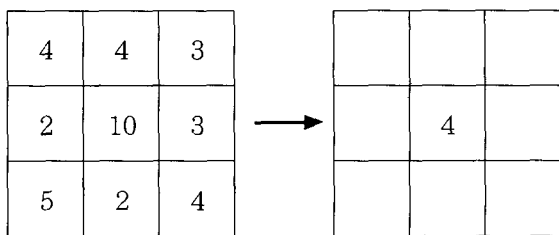
중위수는 차량영상의 화소의 농도를 크기순으로 정렬하였을 때 가운데 위치한 관측값을 의미한다. 즉, 화소의 농도를 크기순으로 나열하여 i번째로 관측값을 $X_{(i)}$, ($i=1,2,3,\dots,n$)로 표시하며

$X_{(1)} < X_{(2)} < \dots < X_{(n)}$ 을 얻는다. 그리고 이때 $X_{(1)}$, $X_{(2)}, \dots, X_{(n)}$ 을 순서통계량(order statistics)이라 하며, $X_{(1)}$ 은 최소값, $X_{(n)}$ 은 최대값이 되고 중위수는 M 은 다음과 같이 계산된다.

$$M = \begin{cases} X_{(\frac{n+1}{2})} & , \text{ if } n(\text{odd}) \\ \frac{X_{(\frac{n}{2})} + X_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} & , \text{ if } n(\text{even}) \end{cases} \quad (6)$$

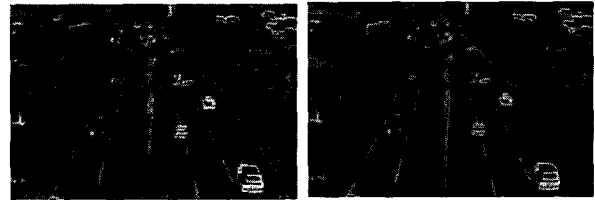
중위수는 중앙값이라고도 하며 관측값의 수가 홀수개 일 때는 정확하게 중간에 위치한 값이 존재함으로 쉽게 중위수를 찾을 수 있지만 관측값의 수가 짝수개 일 때는 중앙값에 위치한 하나의 관측값이 존재하지 않는다. 이러한 경우는 통상적으로 중앙에 위치한 2개의 관측값의 평균을 중위수로 사용한다. 또한 대표 값으로서 중위수의 장점은 극단값에 민감한 반응을 보이지 않는다는 것이다. 그러므로 관측값의 수가 작고 극단값이 존재하는 경우에도 대표 값으로서 그 기능을 상실하지 않는다.

다음 그림과 같은 농도를 가진 영상이 있다고 가정하자



<그림 4> 화소의 농도 매트릭스

오름차순 정렬하면 2 2 3 3 4 4 4 5 10 이다. 이때의 중앙값은 화소의 개수가 9개인 홀수이기 때문에 왼쪽에서의 다섯번째의 농도 4가 구하고자하는 화소의 농도가 된다. 위의 예에서 10이라고 하는 화소는 축적된 잡음이 입력된 것이다. 아래의 그림은 실제 영상에서의 잡음을 제거시킨 영상의 예 이다.



<그림 5>검출된 에지영상 <그림 6>잡음제거된 에지영상

III. 실험 결과 및 분석

본 논문의 목적인 기상 상태에서 악천후에 강한 차량정보 검출을 위해서 실험환경을 비가 오는 날로 정하고 실험을 하였다. <표 1>에서 볼 수 있듯이 에지 기반에 의한 robust 한 방식은 기존의 방식들 보다 악천후 환경에서 높은 검출 적중률을 보여주는 것을 확인할 수 있다.

<표 1> 실험 입력영상에 대한 차량 검출 결과

Methods	contents	Missed detection rate	False detection rate	Correct rate
	Noting	7.88%	6.12%	86.00%
	BS_SU	4.57%	2.14%	93.29%
	Improved BS_SU	4.54%	0.94%	94.52%
	Edge detection	2.26%	0.95%	95.79%
	robust Edge detection	1.12%	0.37%	98.51%

이러한 방법들에는 배경 빼기 방법(BS_SU), 배경 조정을 통한 개선된 배경 빼기 방법(Improved BS_SU), 에지 기반 방법(Edge detection), 그리고 이 논문에서 제한한 실험방법 (robust Edge detection)이 있다. 표에서 “검출 실패(missed detection)”는 윈도우 영역에 차량이 존재하지만, 알고리즘 수행결과 차량이 존재하지 않는 것으로 판단된 경우이고, “검출 오류(false detection)”는 정반대의 상황, 즉, 윈도우 영역내에 차량이 존재 하지 않지만, 알고리즘 수행 결과 차량이 존재하는 것으로 인식하는 경우를 가리킨다. 실험용 비디오 영상은 약 56분 분량이고, 그림에서 보여주는 것처럼 비가 오는 날에 발생하는 잡음에 영향이 심각하게 증가한다. 눈,비에 의한 잡

음은 차량정보 추출에서 검출 오류를 일으킬 수 있는 요인이된다는 것 또한 실험 결과를 통해 확인 할 수 있고 역으로 에지와 잡음제거 방식을 이용한 차량정보 추출 방식의 효과를 증명하고 있다. 그러나 기본적으로 에지영상 검출 방식의 차량정보 추출은 어두운 색상의 차량 정보추출에 대한 어려움을 낮추는 것이 중요하다.

IV. 결 과

본 논문에서는 차량 검출과 기상 상태에서 악천후 환경에 영향을 받은 잡음을 제거하기 위해서 에지검출과 잡음제거 알고리즘을 결합한 개선된 방법을 제안하였다. 그이유는 악천후의 영향이 차량 검출 영상의 잡음으로 인한 검출 오류를 일으킬 확률이 높기 때문이다. 이를 해결하기 위해 robust 한 차량 영상 검출 알고리즘을 제안하였다 그리고 비가 오는 상황에서의 실험을 통하여 교통정보 추출에 효율적임이 증명 되었다. 기상 상태의 변화가 심한 한국의 도로상황에서 다양한 교통정보를 획득하는데 효율적인 적용이 가능할 것으로 예측된다.

참고문헌

1. Klein Lawrence A., Kelley Micheael R., and Mills Milton K., Evaluation of overhead and in-ground vehicle detector technologies for traffic flow measurement, Journal of Testing & Evaluation, Vol. 25, No. 2, pp.205~214, 1997
2. Image Processing applied to traffic : Practical experience, Traffic Eng. Contr., Vol. 2, pp.60~67, Feb. 1984
3. M.Fathy, and M. Y. Siyal, A windows-based image processing technique for quantitative and qualitative analysis of road traffic parameters, IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 47, No. 4, pp.1342~1349. 1998.
4. M. Fathy and M. Y. Siya. A window-based edge detection technique for measuring road traffic parameters in real-time, Real-Time Imaging 1. 1995. pp.297~305.
5. N. Hoose, Computer Image Processing in Traffic Engineering. U.K : Taunton Research Studies Press, 1991.
6. A. Rourke and M. G. H. Bell. Traffinc analysis using low cost image processing, in Proc. Seminar on Transportation Planning Methods, PTRC, Bath, U.K., 1988
7. N. Hashimoto et at., Development of an image processing traffic flow measurement system, Surnitomo Electroic Tech Rev., No. 25. pp.1333~138, Jan. 1988.
8. S. Takaba et al., A traffic flow measurement system using a solid state sensor, in Proc. IEE Conf. Road Traffic Data Collection, London, U.K., 1984.
9. Jiang Zifeng, A shadow rejection algorithm for vehicle presence detection, 1998 IEEE International Conference on Inteligent Vehicles, pp.182~188, 1998.