

실시간 교통정보 수집을 위한 효율적인 비디오 영상 처리

김의철*, 나인섭*, 김수형*, 임경태**

*전남대학교 전자컴퓨터공학부

**서진이엔에스(주)

e-mail: chul3731@hanmail.net

Efficient Video Image Processings for Real-Time Traffic Information Collection

Eui-Chul Kim*, In-Seop, Na*, Soo-Hyung Kim*, Kyoung-Tea Lim**

*Department of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

**SEOJIN Engineering & System Co., LTD

요 약

교통정보수집 시스템이란 CCTV나 웹캠을 통해 얻어진 영상을 토대로 차선별, 혹은 주행방향별 교통량과 통과 차량들의 속도를 실시간으로 측정하는 시스템이다. 차선별로 각각 두 개의 라인을 설정하고 이를 이용하여 차선별 속도와 교통량을 측정한다. 이 때 차선별로 설정된 두 라인에 해당하는 영역에 대해서 배경 값을 지속적으로 갱신한다. CCTV와 웹캠을 이용하여 수집한 영상을 실험에 사용한 결과 평균 86.2%의 차선별 주행차량 검지율을 보였으며, 검지된 차량들을 차선별·방향별로 구분하여 평균 속도를 측정하였다.

1. 서론

교통정보란 차선별·주행방향별 교통량과 통과 차량들의 속도·평균속도 등에 관한 정보를 말한다. 고속도로의 교통정보를 운전자에게 제공하는 것으로 인한 통행시간 절감 효과는 이준화[1]에 의해 이미 입증되었다. 현재 교통정보를 운전자에게 휴대폰이나 네비게이션 등의 장비를 통해 효율적으로 전달하기 위한 연구가 계속 되고 있다. 그러나 이러한 연구는 이미 수집된 교통정보를 효율적으로 전달하는 것에 집중되고 있고, 교통정보 수집에 관한 연구는 상대적으로 미비하다.

교통정보의 수집은 주로 검지기를 통해 이루어진다. 검지기는 정보의 수집 방법에 따라 지점 검지 방식과 구간 검지 방식으로 나눌 수 있다. 지점 검지 방식은 검지 센서를 통해 들어온 기계적 신호나 전자기적 신호를 전기 신호로 변환시켜 교통량과 속도 등을 수집하는 방식으로 압력식 검지기(Pressure Detectors)나 루프 검지기(Loop Detectors), 초음파 검지기(Ultrasonic Detectors), 초단파 검지기(Microwave Detectors), 적외선 검지기(Infrared Detectors), 영상 검지기(Image Detectors)등이 있다[2].

구간 검지 방식은 GPS(Global Positioning System) 단말기나 DSRC(Dedicated Short Range Communication), Beacon 등을 이용하여 차량의 위치 및 시간 정보를 수집하고, 수집된 정보의 시간차를 토대로 교통량 및 통행 속도를 추정하는 방식이다[2].

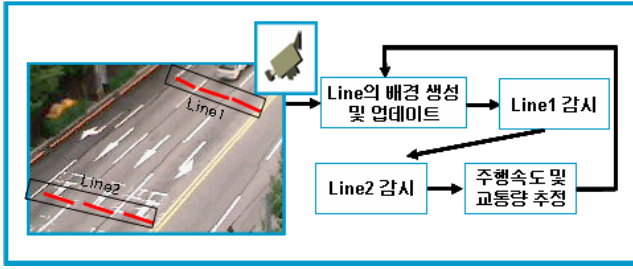
검지기를 통한 방법과 병행하여 CCTV를 설치하여 교통정보 수집에 활용하기도 한다. 그러나 CCTV자체만으로는 아무런 정보를 얻을 수 없고, 사용자가 CCTV의 영상을 보고 교통상황을 판단해야 한다.

본 논문에서는 고속도로뿐만 아니라, 일반도로에서 CCTV나 웹캠등의 영상 수집 장치만을 이용하여, 실시간으로 교통정보를 수집하는 시스템을 제안한다. 이 시스템을 통해 검지기와 CCTV 분석자 없이 자동적으로 교통정보를 수집하고 교통상황을 분석하는 것이 가능해질 것이다. 나아가 교통정보를 운전자에게 제공함으로써 운전자가 목적지까지 좀 더 빠르게 도달할 수 있을 것이다.

2. 교통정보 수집 시스템

2.1 시스템 구성

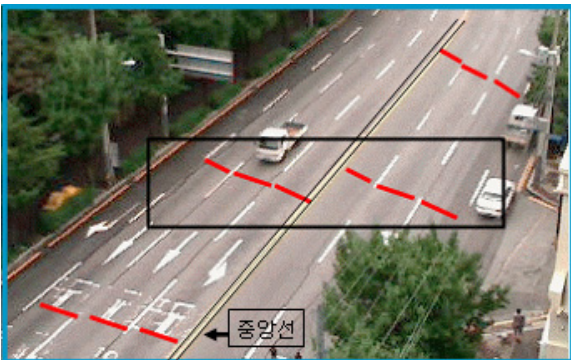
본 논문을 통해 제안하는 시스템은 <그림 1>과 같다. CCTV나 웹캠 등을 통해 입력된 영상을 토대로, 차선별로 각각 두 개의 라인을 설정한다. 그리고 두 개의 라인에 해당하는 영역의 배경을 생성하고, 이를 이용하여 차선별로 설정된 라인에 차량의 진입여부를 판정한다. 차선별로 설정된 두 개의 라인을 차량이 통과하는데 소요된 프레임수를 계산하여, 차선별·주행방향별 속도와 교통량을 측정한다. 이 때 라인의 배경은 적절하게 갱신해 준다.



<그림 1> 시스템 구성도

2.2 차선별 라인 설정

차선별 라인은 차량의 진행 방향에 따라 차량이 먼저 진입하게 되는 위치에 첫 번째 라인을, 이후에 진입하게 되는 위치에 두 번째 라인을 설정한다. <그림 2>의 경우 중앙선을 기준으로 왼쪽에 있는 차선들은 차량이 위에서 아래방향으로 주행하므로, 상단에 그어진 라인이 첫 번째 라인, 하단에 그어진 부분이 두 번째 라인이 된다. 반대로 중앙선 오른쪽에 있는 차선들은 아래에서 위로 주행을 하므로, 하단에 그어진 부분이 첫 번째 라인이, 그리고 상단에 그어진 부분이 두 번째 라인이 된다. <그림 2>의 경우 사각형으로 표시된 부분이 중앙선을 기준으로 왼쪽과 오른쪽에서의 첫 번째 라인이 된다.



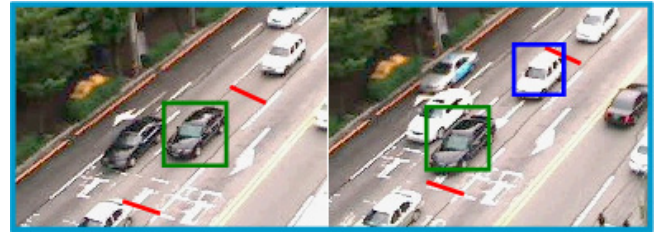
<그림 2> 차선별 라인 설정

2.3 속도 측정

속도를 측정하기 위해 먼저 차선별로 그어진 두 개의 라인 중 첫 번째 라인에 대해서만 차량이 진입했는지 여부를 감시한다. 이때 사람이나 자전거, 오토바이 등은 차량으로 보지 않는다. 차량과의 구분은 라인 진입시의 점유율로 구분하는데, 라인 길이의 절반이상의 점유율을 지닌 물체가 진입하였을 경우에만 차량으로 판단한다.

첫 번째 라인에 차량이 진입하게 되면 그 때부터 두 번째 라인에 차량이 진입할 때까지의 소요 프레임수를 세는데, 이때의 소요프레임의 수가 바로 차량이 두 라인을 통과하는데 걸린 속도이다. 이 때 <그림 3>에서 처럼 첫 번째 라인에 진입한 차량이 두 번째 라인에 진입하기 전에, 첫 번째 라인에 다른 차량이 진입하는 경우 앞 차량과 동일한 속도로 주행하고 있는 것으로 처리한다. 또한 첫 번째 라인을 지나간 차량이 차선을 변경하여 동일 차선의

두 번째 라인을 지나가지 않는 경우는 속도 측정에 있어서의 오류로 처리한다.



<그림 3> 첫 번째 라인을 통과한 차량이 두 번째 라인에 도달하기 전에 다른 차량이 첫 번째 라인에 진입하는 경우

2.4 교통량 측정

교통량 측정은 속도가 측정된 차량의 숫자를 세어 차선별·주행방향별로 구분한다. 교통량의 측정은 하나의 라인만으로도 가능하지만, 이 경우 차량의 역주행, 끼어들기, 유턴 등으로 인한 오측정의 사례가 많다. 이를 최소화하기 위해 두 개의 라인을 이용하여 속도가 측정된 차량을 정상적인 주행차량으로 보고, 교통량 측정에 이용한다.

2.5 배경 갱신

시스템이 처음 시작되면 설정된 라인에 해당하는 영역의 RGB값을 배경으로 가지고 있게 된다. 차량의 감지는 이렇게 설정된 라인의 배경과 CCTV나 웹캠을 통해 실시간으로 전송되는 프레임의 설정된 라인에 대한 RGB값을 비교하여, 일정 한도 이상의 변화가 생기면 차량이 진입된 것으로 파악한다. 이 때 라인의 배경을 적절하게 변화시켜 주지 않으면, 구름이나 해의 위치 등의 이유로 인해 오작동이 많아지게 된다. 따라서 라인의 배경을 갱신해 주어야 하는데, 이는 (식 1)을 이용한다. (식 1)의 x 는 픽셀의 RGB값으로 각각 0~255까지의 값을 갖는다. x_t 는 배경 갱신후의 RGB값이며, x_{t-1} 은 이전의 배경 RGB값이다.

$$f(x_t) = \frac{(x_{t-1} + x_t)}{2}, \quad x = (r, g, b) \quad (\text{식 1})$$

$$0 \leq r, g, b \leq 255$$

3. 실험 환경 및 실험 결과

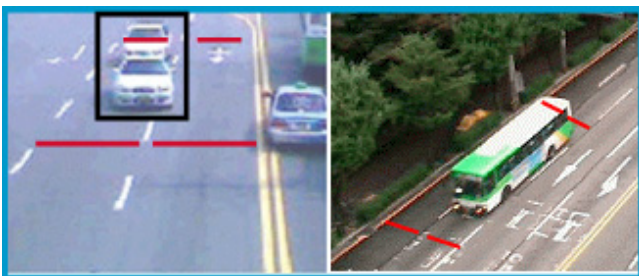
실험은 실제 CCTV를 통해 수집한 영상과 웹캠을 통해 수집한 영상을 사용하였다. CCTV 영상은 양재 IC의 2005년 7월 18일 16시 38분부터 약 3분간의 영상이고, 웹캠을 통해 수집한 영상은 2007년 8월 1일 오후 4시경 동강대 후문에서 수집한 약 3분간의 영상이다. 실험결과는 <표 1>과 같다. '정'이 표시된 차선은 차량이 영상의 상단에서 하단으로 진행되는 차선이고, '역'이 표시된 차선은 '정'이 표시된 차선과 반대 방향으로 진행되는 차선이다. 차량 검지율은 측정된 교통량을 실제교통량으로 나눈 백분율이며, 소요 프레임 수는 차선별 통과 차량들이 두 라인을 통과하는데 소요된 프레임 수의 평균이다.

차선별로 설정된 두 개의 라인을 차량이 통과하는데 소요된 평균 프레임수가 다른 차선보다 높은 차선은 다른 차선에 비해 차량 주행 속도가 더 느리다는 의미이다. 반대로 낮은 수치가 측정된 차선은 다른 차선에 비해 차량의 주행속도가 빠르다는 것으로, 좀 더 양호한 소통상황을 보이는 것으로 판단할 수 있다.

실제 교통량보다 측정된 교통량이 낮은 경우는 도로의 색과 차량의 색이 비슷한 경우로 인한 차량 오검지의 사례가 많았다. 특히 도로에 건물 등으로 인한 그림자가 생겼을 때 어두운 색의 차량이 주행한 경우 차량의 정확한 검지가 이루어지지 않았다. 또한 <그림 4>의 (a)와 같이 두 대 이상의 차량이 붙어서 주행하는 경우, 1대로 인식하여 정확한 검지가 이루어지지 않았다. 실제 교통량보다 측정된 교통량이 많은 경우는 <그림 5>의 (b)에서 처럼 대형 차량이 주행하면서 옆 차선의 라인까지 점유하는 사례로 인한 오류가 많았다.

<표 1> 실험 결과

장소	차선	실제 교통량	측정된 교통량	차량검지율(%)		소요프레임수	
				차선별	방향별	차선별	방향별
양재 IC	정1	33	31	93.9%	82.7%	7.4	7.1
	정2	43	32	74.4%		5.5	
	정3	35	27	77.1%		7.2	
	정4	22	20	90.9%		8.1	
동강 대 후문 인근	정1	11	11	100%	86.8%	10.5	12.7
	정2	15	13	86.7%		13.1	
	정3	18	20	88.9%		15.8	
	정4	9	12	66.7%		9.6	
역1 역2 역3	역1	16	16	100%	88.9%	11.5	11.7
	역2	24	19	71.7%		10.8	
	역3	5	5	100%		12.8	



(a) 두 대 이상의 차량이 붙어서 주행한 경우 (b) 대형 차량이 주행하는 경우

<그림 4> 차량 오검지 사례

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 CCTV나 웹캠 등을 통해 얻어진 영상을 이용하여, 실시간으로 차선별·주행방향별 차량들의 속도와 교통량을 측정하는 시스템을 제안하였다. 양재 IC와 동

강대에서 수집한 영상을 토대로 실험한 결과 평균 86.2%의 차선별 차량 검지율을 보였고, 이를 토대로 차선별·주행방향별 교통량과, 차선별 평균 속도를 측정할 수 있었다. 이렇게 측정된 교통정보를 운전자에게 제공하여, 좀 더 적은 시간에 목적지까지 도달하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

그러나 차량들이 라이트를 켜고 주행하는 야간 시간에는 제안한 시스템을 사용할 수 없다. 따라서 향후 야간 시간에 대해서도 교통정보를 수집할 수 있는 방법에 관한 연구가 추가적으로 진행되어야 한다. 뿐만 아니라 대형 차량이 옆차선을 가리는 경우와, 도로에 건물의 그림자가 비추는 경우에 있어서의 처리방법에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 서진ENS의 연구비 지원에 의해 수행되었음

참고문헌

[1] 이준화, 원제무, 김상무, “교통정보 제공이 고속도로 통행시간 절감에 미치는 영향에 관한 연구,” 대한 국토계획 학회지 제 36권, 제 7호, pp. 309~319, 2001.
 [2] 김재민, “GPS 구간 검지 방식 기반의 Network 설계를 통한 교통정보 수집 및 제공,” 한국 통신학회지 제 21권, 제 5호, pp. 70~79, 2004.
 [3] 이인정, 민중영, 장영상 “고속도로변 폐쇄회로 카메라 영상에서 트래킹에 의한 교통정보수집 알고리즘,” 한국 데이터베이스학회 정보기술과 데이터베이스 저널, 제 11권, 제 4호, pp. 169~179, 2004.
 [4] 임강모, 이주신, “지능형 교통 시스템을 위한 이동물체 실시간 속도 측정,” 한국정보기술학회 논문지, 제 3권, 제 3호, pp. 29~35, 2005.