

색상 변화 분석에 의한 교통정보추출

허준구*, 박세현, 정기철, 김항준.
경북대학교 컴퓨터 공학과

Extracting traffic data by analysis of color transformation

Jun Koo Hea, Se Hyun Park, Kee Chul Jung and Hang Joon Kim
Department of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 색상 변화 분석을 통하여 차량의 속도와 수량을 측정하는 방법을 제안한다. 동영상에서 색상 변화를 분석하기 위하여 시간 흐름에 따른 화소의 색상 변화를 그래프로 표현한다. 차량 진행 방향에 있는 두개의 화소에 대하여 이 그래프를 구하여 두 그래프가 가지는 시간차이를 계산하여 이동하는 차량의 속도를 구한다. 차량의 진행 방향을 구하기 위하여 차선과 직각 방향의 가상의 두 개의 선을 설정하고, 이 두 선을 균일한 간격으로 나누어 차량 진행 방향을 추정한다. 차량의 수량은 도로 색에 경계 값을 설정하여 구하고, 이를 속도로 보인한다. 제안한 시스템은 날씨와 밝기에 영향을 적게 받으며 수행시간이 적게 드는 장점을 가진다.

1. 서론

최근 도로상의 차량으로부터 도로 상황 파악, 교통량 분석, 교통관제 등의 작업을 실시간으로 수행 할 수 있는 자동화 시스템이 차량의 급격한 증가로 인하여 요구되고 있다[3]. 특히 이러한 자동화 시스템에서 화상처리기술은 주로 설치가 용이하고 적은 비용으로도 다양한 기능을 수행 할 수 있기 때문에 널리 이용되고 있다. 화상처리기술을 이용하여 도로에서 추출 할 수 있는 정보로는 교통량, 속도, 차종, 점유율 등이 있다. 교통량과 속도는 교통관계에서 매우 중요한 요소이다. 오브젝트 인식의 방법을 통하여 도로영상에서 차량, 차선, 도로 영역을 추출하는 model-based road-traffic monitoring system이 있다[6]. 이러한 방법은 차종, 점유율들을 구하는 데에는 장점을 가지나 동적인 교통량과 속도 등을 추출하기에는 부적합하다. 반면 프레임 사이의 차이와 움직임 감지를 통한 non-model based road-traffic monitoring system이 있다[5]. 이는 차량의 수량과 속도 등 동적인 문제를 풀기에 용이하다. Hoose와 Willumsen은 배경색과의 차이를 이용하여 차량의 수량을 파악한다[1]. 먼저 배경색과의 차이를 이용하여 차량 영역을 추출하여 차량이 있는 영역과 없는 영역으로 구분되는 이진 영상으로 바꾼다. 이러한 이진영상에서 가상의 선을 통과한 차량의 수를 계산하여 차량의 수량을 파악한다.

본 논문은 색상 변화 분석을 통하여 차량의 속도와 수량을 추출하는 방법을 제안한다. Hoose와 Willumsen의 방법과는 달리 차량을 추출하는 과정이 필요 없이 컬러 영상에서 처리하며, 차량의 속도를 이용하여 차량의 수량 계산을 보완한다. 본 논문에서는 동영상에서 화소의 색상 변화를 분석하기 위하여 시간 흐름에 따른 화소의 색상 변화를 그래프로 표현한다. 차량 진행 방향에 있는 두개의 화소에 대하여 이 그래프를 구하여 두 그래프가 가지는 시간차이를 계산하여 이동하는 차량의 속도를 구한다. 차량의 진행 방향을 구하기 위하여 차선과 직각 방향의 가상의 두 개의 선을 설정하고, 이 두 선을 균일한 간격으로 나누어 차량 진행 방향을 추정한다. 차량의 수량은 도로 색에 경계 값을 설정하여 구하고, 이를 속도로 보완한다. 본 논문이 제시한 방법은 날씨와 밝기에 영향을 적게 받으며 수행시간이 적게 드는 장점을 가진다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 칼라 도로 영상에서 화소의 변화를 분석하여 색상 변화 그래프를 만들고, 3장에서는 이를 이용하여 차량의 수량과 속도를 계산하는 방법을 제시한다. 4장에서는 본 논문이 제시한 방법으로 수행한 실험결과를 보이고, 5장에서 결론을 내린다.

2. 색상 변화 그래프

이편 화소의 색상과 도로 색과의 차이를 분석하기 위해서는 먼저 기준이 되는 도로 색과 색상차이가 정의되어야 한다. 도로 색은 도로 영상에 유전자 알고리즘을 적용하여 도로영역을 추출하는 방법[4]을 이용하여, 도로로 추정된 영역의 평균값을 도로 색으로 사용한다. 색상 차이는 RGB값의 차이를 사용한다. 한 색상 c에 대한 Red값을 R(c), Green값을 G(c), Blue값을 B(c)라고 할 때, 색상 a와 b의 차이 D_{rgb} 는 다음과 같이 정의한다.

$$D_{rgb} = |R(a)-R(b)| + |G(a)-G(b)| + |B(a)-B(b)| \quad (1)$$

이러한 도로 색과 색상차이를 바탕으로, 한 화소에 대한 시간 흐름에 따른 색상 차이를 그림 1과 같이 구할 수 있다.

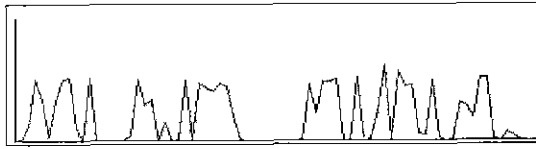


그림 1. 한 화소에 대한 색상 변화

그림 1에서 볼 수 있듯이 지정한 화소에 차량이 있는 시점에서는 높은 값을 가지고 차량이 존재하지 않는 시점에서는 거의 도로 색과 같음을 볼 수 있다.

3. 차량의 속도

3.1. 차량의 속도

차량 진행 방향에 있는 두 개의 화소에 대하여 각각 2장에서 제시한 그래프로 나타내면 그림 2와 같이 일정한 시간차를 가지고 비슷한 모양으로 변하는 그래프를 볼 수 있다.

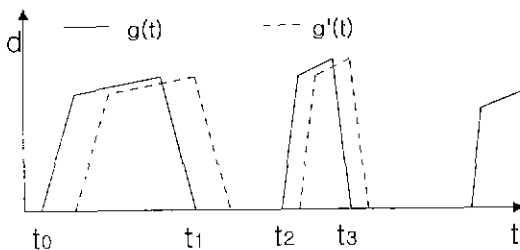


그림 2. 두 개의 화소에 대한 색상 변화 그래프

도로 동영상에서 차량들은 일정한 속도로 지나가는 그룹으로 나눌 수 있고 각각의 그룹은 다른 속도를 가질 수 있다. 그림 2의 그래프에서도 t_0 에서 t_1 을 하나의 그룹으로, t_2 에서 t_3 를 하나의 그룹으로 볼 수 있다. 각각의 그룹들은 속도가 다르므로 각각의 그룹에 대해서 속도를 구해야 한다. 한 그룹의 속도는 비슷한 두 그래프 중 하나를 시킨 속도로 평행 이동하여 가장 비슷하게 겹치게 하는데 필요한 이동량을 구함으로써 구할 수 있다. 그림 2에서와 같이 먼저 변화하는 그래프 $g(t)$, 시간 차이를 가지고 $g(t)$ 와 비슷하게 변화하는 그래프를

$g'(t)$ 라고 할 때, $g'(t)$ 그래프를 θ 만큼 평행 이동 후 두 그래프의 차이는 D_{graph} 는 다음과 같이 정의된다

$$D_{graph} = \int_0^{\theta} |g(t) - g'(t + \theta)| \quad (2)$$

두 그래프를 가장 비슷하게 겹치게 하는 평행 이동량은 식(2)의 D_{graph} 를 최소로 하게 하는 θ 이다. 샘플링 한 두 화소의 실제 거리를 L, 동영상에서 프레임간의 시간을 T이라고 하면 한 그룹의 속도 s는 다음과 같이 구할 수 있다

$$s = L / T \cdot \theta \quad (3)$$

속도를 구하기 위한 두 개의 화소를 구하기 위하여 차량의 진행 방향을 설정하여야 한다. 차량 진행 방향에 있는 두개의 화소를 선택하기 위하여 도로상의 한 차선과 직각 방향의 가상의 선 두 개를 설정하고, 이 두 개의 선 각각을 N(>0)개의 균일한 간격으로 나누어 N개의 쌍을 만들 수 있다. 이렇게 얻어진 N개의 쌍을 각각 속도를 구하기 위한 두 개의 화소로 선택한다.

3.2. 차량의 수량

측정하는 어떤 시간간격 지나가는 차량의 수량은

한 그룹의 시간 양과 속도로서 정의될 수 있다. 측정하는 어떤 시간간격 지나가는 차량을 그룹의 집합 $\{G_1, G_2, \dots, G_n\}$ 로 나타내자. 한 그룹에 하나의 차량만 존재한다면 차량 수는 n이지만, 한 그룹에 하나 이상의 차량이 있을 수 있다. 따라서 한 그룹의 차량 수 N은, 그룹의 속도를 s, 그룹에서 도로 색으로 설정된 임계값을 초과하는 색상 차이를 나타낸 시간 양을 L, 차량의 길이를 C로 나타낼 때 다음과 같이 정의된다

$$N = s \cdot t / C \quad (4)$$

4. 실험 결과

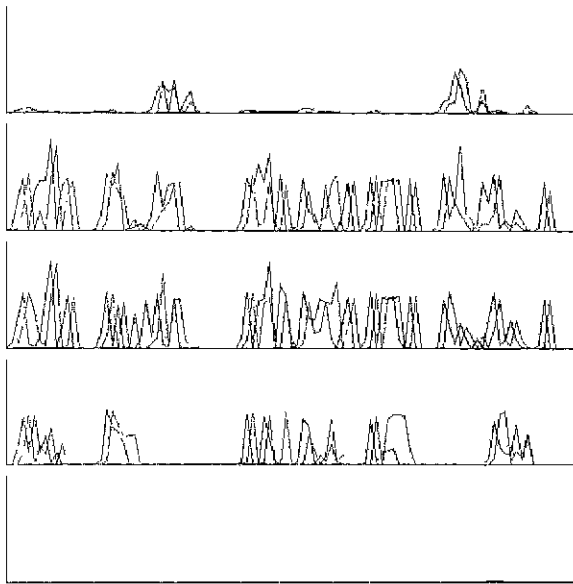
제안된 시스템의 실제 수행을 평가하기 위해서, 육교에서 오후 3시부터 오후 10시까지 디지털 카메라로 촬영한 동영상을 초당 5프레임으로 샘플링하여 실험하였다. 실험의 편의를 위하여 도로 색은 사용자가 지정하는 방법을 채택했으며, 실험할 화소는 5(=N)쌍을 사용하였다. 또 샘플링한 쌍의 실제 길이는 3m이고 차량의 길이는 3m로 설정하여 실험하였다. 그림3의 (a)는 오후 5시경에 실험한 영상의 샘플링 화소 5쌍을 보여주고 (c)는 (a)영상에 대한 각 쌍의 색상 변화 그래프이다. 그림3의 (b)는 오후 8시 30분경에 실험한 영상의 샘플링 화소 5쌍을 보여주고 (d)는 (c)영상에 대한 각 쌍의 색상 변화 그래프이다.



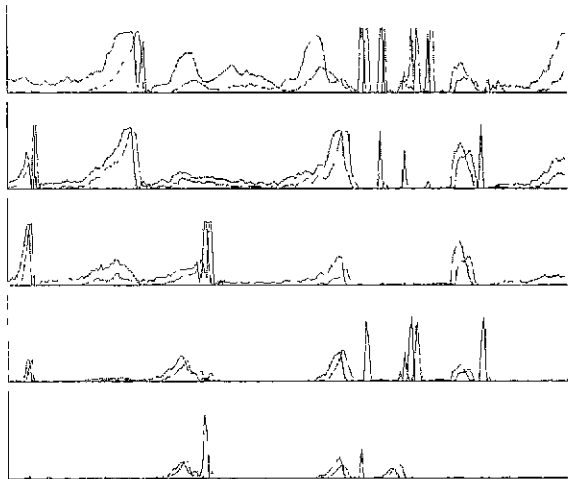
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3. 색상 변화 그래프

(a) 5시경 영상, (b) 8시 30분경 영상,

(c) 5시경 색상 변화 그래프, (d) 8시경30분경 색상 변화 그래프

표 1은 그림 3에 대한 실제와 실험에서의 차량 평균 속도와 수량에 대한 결과를 보여 준다. 동영상의 초당 프레임 수가 부족하여 세밀한 속도 계산이 안되지만 실제 값에 근접함을 알 수 있다.

표 1. 실험 결과

	실험 속도	실제 속도	실험 수량	실제 수량
5시경	27Km/h	32Km/h	10	11
8시 30분경	54Km/h	52Km/h	5	6

5. 결론

본 논문에서는 색상 변화 분석에 의해서 차량의 속도와 수량을 검출하는 방법을 제안하였다. 색상 분석을 위해서 색상 변화 그래프를 구하였다. 차선에 직각방향으로 가상의 선 두 개를 그어서 차량 진행 방향을 얻었고, 차량의 진행 방향에 두 개의 화소에 대해서 색상 변화 그래프를 구하여 차량의 속도와 수량을 구할 수 있었다. 본 논문이 제시한 방법으로 구현된 시스템은 날씨와 밝기에 영향을 적게 받으며 수행시간이 적게 드는 장점을 가진다. 차량 진행 방향과 정확히 일치하는 화소를 찾는 데 어려움이 있으며 연구 수행 중이다.

참고 문헌

[1] N. Hoose and L. G. Willumsen, "Automatically extracting traffic data from vidcotape using the CLIP4 parallel image processor." *Pattern Recognition Letters*, 6, pp 199-213, August 1987

[2] Christopher Jhon Setcheil, "Applications of Computer Vision to Road-traffic Monitoring", PhD thesis, Bristol University, Bristol, UK, September 1997.

[3] 전병태, 소경, "제한된 검색 영역을 이용한 효율적인 차량 계수", 정보과학회 논문지, Vol. 6, No 6, pp 611-624, June 1996

[4] Jm Wook Kim, Eun Yi Kim, Se Hyun Park and Hang Joon Kim, "Segmentation of MRF Based Image Using Hierarchical Genetic Algorithm", ACCV98, vol. 1, pp. 730-737, 1998

[5] S Takabu et al, "Measurement of traffic flow using real-time processing of moving pictures", in 32nd Conf on Vehicular Technology, pp 488-494, San Diego, CA, 1982

[6] D Koller, K Daniilidis, T Thorhallson, and H Nagel, "Model-based object tracking in traffic scenes". In European Conf Computer Vision, pp 437-452 S Margherita, Ligure, Italy, May 1992 Springer-Verlag.