

영역기반 영상 처리를 이용한 차량 대기열 측정에 관한 연구

A Study on Traffic Queue Measuring using Region-based Image Processing

추연웅·조경민

(광운대학교, 석사과정)

최기호

(광운대학교, 교수)

목 차

- | | |
|-----------------|---------------|
| I. 서론 | III. 제안된 알고리즘 |
| 1. 연구배경 및 목적 | 1. 차량 유무 판단 |
| 2. 연구범위 및 방법 | 2. 차량 대기열의 계산 |
| II. 이론적 배경 | 3. 알고리즘 흐름도 |
| 1. 도로 영상 수집의 조건 | IV. 실험 결과 |
| 2. 영상 정보 분석 | V. 결론 |
| 3. 전처리 과정 | |

요 약

차량 대기열 측정에 관한 연구는 효과적인 교통 통제를 위해서 필수적인 요소이다. 이를 위해 본 논문에서는 영역기반 영상처리를 이용한 차량 대기열 분석에 관한 방법을 제안한다. 도로 영상에서 영역을 설정하고 각 영역에서의 차량 검출방법을 통하여 차량 대기열의 길이를 계산하였다. 이때 차량의 검출은 영역 처리를 이용하였고, 대기열 측정은 검출된 차량의 최종단 위치를 파악하여 계산하였다. 이러한 방법은 차량 통행량 분석에 이용하여 능동적 교통 신호 체계에 응용될 수 있다.

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

현대사회 발달에 따른 차량의 증가로 인하여 도심지에서 신호대기로 인한 불필요한 교통 정체 상황이 빈번하게 발생하는 추세에 있다. 현재는 사람에 의한 신호 변경 혹은, 정해진 시간에 의한 수동적인 변경방법이 사용되어 지고있으며, 이에 따라서 적절한 교통신호 통제 방법이 요구되고 있다. 최근에 능동적 교통 신호 통제를 위해서 지능형 교통 체계(ITS)에 대한 다각적인 연구가 진행되어 지고 있다. 이러한 지능형 교통 체계의 연구 분야중 차량 대기열을 측정하는 대부분의 연구는 도로의 차량 전면에서 촬영하여 측정하고 있다. 그러나 이러한 방법은 악천후나 야간의 경우에는 차량의 전조등에 의한 블러링(Blurring) 현상이 발생하여 정확한 대기열 측정이 이루어지지 못하는 단점과 야간 영상의 경우 효과적인 차량검출이 되지 않는 문제점이 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 본 논문에서는 향상된 차량 대기열 측정 방법을 제안한다.

2. 연구 범위 및 방법

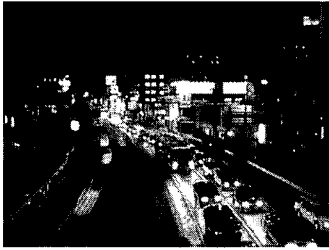
본 논문의 연구 범위는 지능형 교통 정보 체계의 연구 분야중 지능형 신호 체계를 구성하기 위한 차량 대기열을 측정하는 것으로 한다. 제안된 방법은 신호 대기 상태에서의 차량 유무 판단과 대기열 측정으로 이루어진다.

이를 위하여, 제2장에서는 기본적인 도로 영상 수집 조건에 대해서 논의하고, 영상 정보 분석 방법과 전처리 과정에 대하여 기술하도록 한다. 제3장에서는 전처리 과정을 통해 얻어진 영상들의 차량 유무 판단을 위하여 배경 영상과의 입력 영상과의 차이를 영역 매칭기법을 통해 분석하는 알고리즘과 추출된 차량을 이용하여 대기열을 계산하는 방법에 대해서 기술하도록 한다. 제4장에서는 기존의 방법들과 제안된 방법의 실험결과를 비교하고 대기열의 측정에 관하여 기술하도록 한다. 제5장에서는 본 논문에서 제안한 알고리즘에 대한 분석 및 향후 연구 방향에 대해서 기술하도록 한다.

II. 이론적 배경

1. 도로 영상 수집의 조건

기존의 방법들에서는 카메라를 차량 진행의 전면에 설치하는 방법을 이용하였으나 이러한 방법들은 <그림 1>에서와 같이 야간 촬영 시나 악천후의 경우 차량 전 조등에 의한 블러링(Blurring) 현상으로 인하여, 정확한 영상을 구분하기 어렵다는 문제를 가지고 있었다.



<그림 1> 차량 전조등에 의한 블러링 현상

차량 대기열을 측정하기 위한 기존의 연구에서는 카메라의 위치와 차량의 촬영 각도에 의하여 차량의 뒷면 사각 지역에 대한 거리 측정에 대한 어려움이 있었다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 차량 진행 방향의 후면에 카메라를 설치하여 차량 대기열의 마지막 지점만을 계산하여 해결하고자 한다.

2. 영상 정보 분석

도로에서의 교통 영상은 차량 진행 방향의 후방에 카메라를 설치하여 수집한다. 이렇게 수집된 영상에서 차량 대기열을 측정하기 위하여 수집된 영상과 차량이 없는 도로 영상의 차영상(Difference Image)을 비교(Matching)하는 기법을 이용한다.

여기서 차영상을 구하는 방법은 Vincent의 방법을 이용하여 차량의 소통이 없는 영상을 Q라 하고, 차량 대기열의 영상을 Q'라 하였을 때 $Q - Q'$ 로 연산하면 도로위에 차량 객체가 있음을 확인할 수 있다. 또한 야간의 빛의 감지를 위해서 영상의 RGB값을 명도값으로 변환하여야 하는데 이때 명도값 I는 아래와 같은 수식을 이용하여 얻을 수 있다.

$$I = 1 / 3 (R + G + B) \quad (1)$$

이와 같은 방법은 배경 영상과 수집된 영상의 차이를 이용하여 배경을 제거하는(background subtraction) 방법으로, 최근에는 Ma와 Chien이 제안한 background Registration technique 연구와 Masoud와 Martin의 차량 추출에 관한 연구 등이 있다. 하지만, 배경을

제거하여 차량을 추출하는 방법들은 주변의 밝기 조건과 노이즈 등에 민감하다는 단점을 가지고 있다.

3. 전처리 과정

본 논문에서는 영상을 의미가 있는 단위(object region)로 분할하고, 분할된 영역에 대한 특징 추출 방법을 사용하였다.

(영상의 분할)

- 1) 영상의 양자화
- 2) 영상의 잡음 제거 필터링
- 3) 4-connectivity 필터 작업
- 4) 영역의 병합(region merging)

(특징값 추출)

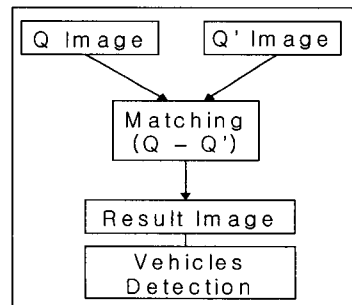
- 1) 색상 정보 : 영역의 HSI 평균 색상 정보
- 2) 에지 정보 : 에지 검출기를 사용
- 3) 크기 정보 : 영역에 포함된 총 화소수
- 4) 위치 정보 : 영역의 중심 좌표

III. 제안된 시스템

기존의 영상 처리의 특징 비교(matching)에 관한 연구는 히스토그램을 이용한 방법(histogram intersection)과 간단한 에지추출만을 이용한 방법(Edge detection)들이 주로 사용되어졌다. 하지만 이러한 방법은 노이즈에 약하고, 주변의 배경에 많은 영향을 받게되는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문은 특징들을 특징 공간에서의 클러스터로 구성하고 그룹화 하여 비교하는 영역매칭(region matching)방법을 제안한다.

1. 차량 유무 판단

우선적으로 차량의 소통이 없는 상태의 영상을 기본 영상 Q와 현재 차량 대기열의 영상 Q'에 대한 매칭을 이용하여 도로위에 차량 객체의 유무를 판단하도록 한다.

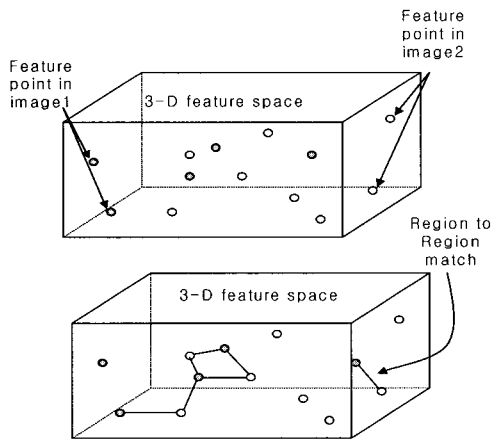


<그림 2> 차량 유무 판단

전처리 과정에서 얻어진 특징벡터들을 다차원 특징 공간에서의 클러스터로 구성하고, 각 영역의 클러스터를 군집화 알고리즘을 사용하여 k개의 특징 그룹으로 만든다. 이런 k개의 특징그룹에 대해서 특징 그룹 중심 $\hat{x}_0, \hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_k$ 을 구하고, 배경 영상과 차량 대기열 영상에서의 특징 그룹 중심간 거리차를 이용하여 비교한다.

$$d_{ij} = |x_i^1 - x_j^2| = \sqrt{\sum_{k=1}^6 (x_i^k - x_j^k)^2}, \quad (2)$$

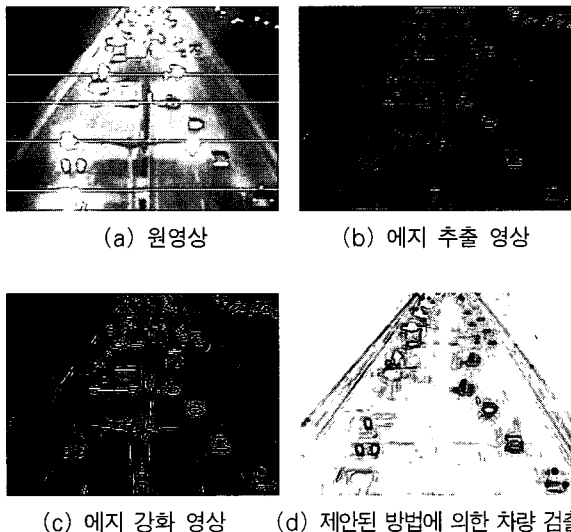
$$i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$$



(그림 3) 특징 공간에서의 클러스터 구성

특징공간에서 하나의 특징그룹에 속하는 클러스터의 수는 3개이며, 특징 그룹의 수 k는 최초 2개를 사용하며 영상에서의 객체에 해당하는 클러스터의 수에 비례하여 유동적으로 5개 까지 늘려 나간다.

(그림 4)는 교통 영상에서 제안된 방법을 사용하여 차량을 검출하는 예를 보여준다.

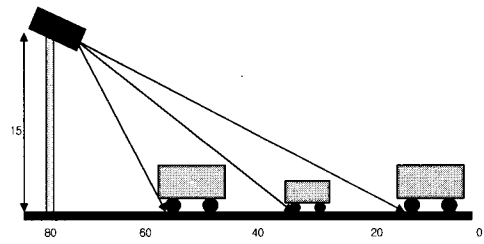


(c) 에지 강화 영상 (d) 제안된 방법에 의한 차량 검출

(그림 4) 에지 추출과정

2. 차량 대기열의 계산

영상을 수집하기 위한 카메라를 H 높이에 설치시 카메라가 볼 수 있는 기본 거리를 d로 하였다. 차량 검출 방법을 이용하여 검출된 차량의 최 후방 차량의 후미의 위치 d'를 파악하여 d값에서 d'를 감산하여 계산한다. 여기서 차량의 길이는 카메라의 시야 거리에서 차량 후미의 거리까지가 (그림 5)와 같을 때 차량 대기열의 길이 D를 수식 2와 같이 계산한다.

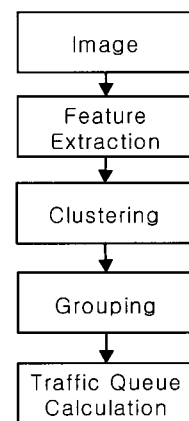


(그림 5) 차량 거리 계산 예

$$D = |d - d'| \quad (3)$$

3. 알고리즘 흐름도

제안된 알고리즘은 카메라에 의한 영상 수집단계를 거쳐 전처리 과정으로 특징 추출을 수행하게 되고, 추출된 영상의 특징들을 클러스터로 구성하여 그룹화 하여 차량 후미의 거리를 얻어내고, 카메라 시야가 볼 수 있는 기본 거리값에서 얻어낸 차량 후미의 거리를 감산하여 차량 대기열의 길이를 얻어낸다.



IV. 실험 결과

1. 실험 결과

대기열의 측정을 위한 차량 검출의 경우 본 논문에서

서 제안된 방법과 기존의 방법의 정확도를 <표 1과 같이 측정하였다.

<표 1> 차량 검출 정확도 비교표 (단위 : %)

구 분	정면 정확도	후면 정확도
기본적인 방법	82.30	80.95
Masoud와 Martin의 방법	78.65	89.75
Chine와 Ma의 방법	80.05	90.12
제안된 방법	81.70	93.24

제안된 방법에 의하여 실제 차량 대기열의 길이와 컴퓨터가 측정된 대기열의 길이의 차이는 <표 2>와 같은 결과를 보였다.

<표 2> 대기열 측정 비교표 (길이 : 미터)

측정	수동측정길이	컴퓨터측정길이	차이
1	54.7	52.3	2.4
2	45.2	43.7	1.5
3	53.7	50.2	3.5
4	42.4	40.7	1.7
5	40.9	39.3	1.6

V. 결론

본 논문에서는 영역기반 영상처리를 차량 대기열 측정 방법에 대해서, 차량의 검출을 위해 배경 제거 기법을 사용하였고, 특징 공간에서의 클러스터를 그룹화 하여 배경 영상과의 차이를 계산하는 영역 매칭 방법을 제안하였으며, 영상에서 검출된 차량의 최종단을 미리 측정된 도로의 기준 거리와 비교하여 대기열을 계산하였다. 이러한 대기열의 측정에 관한 연구는 지능형 교통 체계에서, 능동적인 신호 체계에 응용 될 수 있다.

향후 날씨의 영향에 대한 강인한(robust) 특성을

갖도록 하고, 현재 사용된 영역 매칭 기법의 부가적인 연산 발생으로 인한 시간 적인 손실의 보전에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. William I. Grosky, Peter Neo, Rajiv Mehrotra, "A Pictorial Index Mechanism for Model-based Matching", Data and Knowledge Engineering, pp. 309-327, Vol. 8, 1992.
2. Shao-Yi Chien, Shyh-Yih Ma and Liang-Gee Chen, "Efficient Moving Object Segmentation Algorithm Using Background Registration Technique", IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, vol. 12, No. 7, July 2002.
3. W. Y. Ma, B. Manjunath, "Natra : A toolbox for navigating large image databases," Proc. IEEE Int. Conf. Image Process, pp.568- 71, 1997
4. S. Ayer, H. Sawhney, Layered Representation of Motion Video Using Robust maximum-Likelihood Estimation of Mixture Models and MDL Encoding, Proc. Int'l Conf. Computer Vision, pp.777-784, 1995.
5. Surendra Gupte, Osama Masoud, Robert F.K. Martin, and Nikolaos P. Papanikolopoulos, "Detection and Classification of Vehicles", IEEE Translation on Intelligent Transportation Systems, vol. 3, No. 1, March 2002.
6. D. Koller, "Moving object recognition and classification based on recursive shape parameter estimation," in Proc. 12th Israel Conf. Artificial Intelligence, Computer Vision, Dec. 27-28, 1993.