

차량 검출을 위한 다중객체추적 알고리즘

이근후* · 김규영* · 박홍민* · 박장식** · 김현태* · 유윤식*

*동의대학교 부산IT융합부품연구소, **경성대학교 전자공학과

Multi-Object Tracking Algorithm for Vehicle Detection

Geun-Hoo Lee* · Gyu-Yeong Kim* · Hong-Min Park* · Jang-Sik Park** · Hyun-Tae Kim* ·

Yun-sik Yu*

*Convergence of IT Devices Institute Busan, Dongeui University

**Division of Electronics Engineering, Kyungsoong University

E-mail : jsipark@deu.ac.kr, htaekim@deu.ac.kr

요 약

터널 내에서의 사고 유발 요소는 CCTV 카메라를 이용하여 검출하여 조기에 대응함으로써 차량의 정체뿐만 아니라 인적 물적 피해를 최소화하기 위하여 영상인식시스템이 도입되고 있다. 본 논문에서는 터널 내에서 여러 차량을 추적하는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 Adaboost 알고리즘을 이용하여 차량을 검출하고 검출된 차량(객체)에 대하여 템플릿 매칭 기법을 이용하여 차량을 추적한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안하는 알고리즘이 여러 차량을 추적하는데 유용한 것을 확인 하였다.

ABSTRACT

The image recognition system using CCTV camera has been introduced to minimize not only loss of life and property but also traffic jam in the tunnel. In this paper, multi-object detection algorithm is proposed to track multi vehicles. The proposed algorithm is to detect multi cars based on Adaboost and to track multi vehicles to use template matching. As results of simulations, it is shown that proposed algorithm is useful for tracking multi vehicles.

키워드

Adaboost Algorithm, Template Matching, Multi-object Tracking

I. 서 론

우리나라는 산지가 많은 지형특성으로 교통 혼잡을 피하고 원활한 교통 흐름을 위하여 터널 건설이 필수적이다. 터널건설은 최근 10년 동안 3.4 배 가량의 증가율을 보이고 있으며 장대형 터널들이 건설되어지고 있다[1]. 그에 따라 터널 내의 사고 위험이 갈수록 높아지고 있는 상황이다. 터널 내 사고는 주로 과속, 차선변경, 운전자 부주의 혹은 차량결함 등에 의한 교통사고에 의해 발생하며 터널 내 화재와 같은 큰 사고로 심각한 인적 물적 피해가 발생할 수도 있다. 그러므로 터

널 내 CCTV 영상을 이용하여 터널내의 사고 유발요소를 미리 감지하고, 사고가 발생했을 때 영상검출을 이용하여 조기 대응을 함으로써 큰 사고로 이어지는 것을 방지하는 영상인식시스템의 도입이 더욱 더 중요해지고 있다.

차량(객체)를 검출하는 알고리즘은 에이다부스트(AdaBoost)를 사용하며, 다중객체추적 알고리즘은 옵티컬 플로우(Optical flow)[2], 칼만 필터(Kalman Filter)[3] 등이 있다. 많은 계산량, 선형적 요소 등으로 인하여 실시간 처리 및 비선형적인 경우 구현이 힘들다.

따라서 본 논문에서는 구현이 간단하고 빠른

검출이 가능한 템플릿 매칭(Template Matching) 기법을 이용한다. CCTV를 통해 입력된 영상에서 에이다부스트 알고리즘으로 차량(객체)을 검출하고 검출된 차량(객체)을 템플릿 매칭 기법으로 다중객체를 추적하는 알고리즘을 제안한다.

II. 제안하는 영상기반 다중객체추적

제안하는 영상기반 다중객체추적 알고리즘 구성은 그림 1과 같이 CCTV로부터 비디오 영상을 입력받아 에이다부스트 알고리즘을 이용하여 차량(객체) 검출하고 검출된 차량(객체)들을 템플릿 매칭 기법을 이용하여 프레임별로 비교해서 특정 임계치 이상일 때 같은 차량으로 판단하고 추적하는 방법을 사용한다. 여기서 임계치는 실험적으로 구해진다.

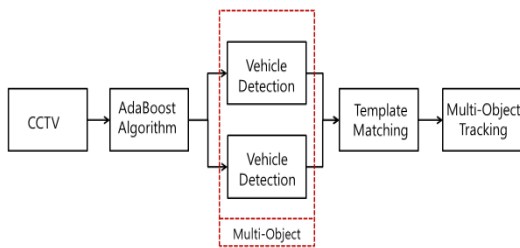


그림 1. 제안하는 다중객체추적 블록도

2.1 에이다부스트 알고리즘

본 논문에서는 터널 내의 CCTV 영상을 이용하여 객체를 검출하기 위해 에이다부스트(AdaBoost : Adaptive Boosting) 알고리즘[4]을 사용하였다. 에이다부스트 알고리즘은 약한 분류기(Weak classifier)의 선형적인 결합으로 높은 검출 성능을 가지는 강한 분류기(Strong classifier)를 만드는 알고리즘이다. 강한 분류기를 만드는 약한 분류기는 식 (1)과 같이 차량의 특징을 나타내 주는 Haar-like 특징에 의해 생성된다. 식(1)에서 j 는 특징 집합의 번호, f_j 는 검출된 특징 값, θ_{j_i} 는 임계값, p_j 는 부호결정 parity이다.

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

약한 분류기들의 훈련으로 만들어지는 강한 분류기는 식(2)와 같다. $h_j(x)$ 는 약한 분류기이고, α_t 는 약한 분류기의 가중치를 나타낸다. 그리고 T 는 선택된 약한 분류기의 개수이다.

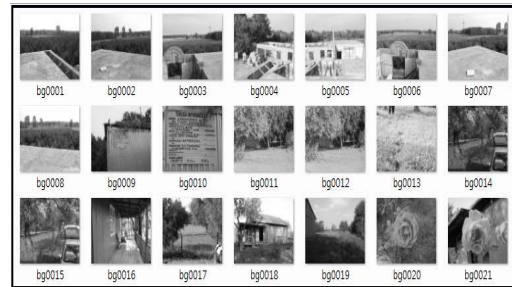
본 논문에서는 OpenCV에서 제공하는 프로그램인 haartraining를 사용하여 분류기를 훈련시켰다. 372장의 차량 이미지와 1,000장의 비 차량 이

미지를 사용하였다. 분류기는 XML 파일로 저장되고 차량(객체)을 검출하는데 사용된다.

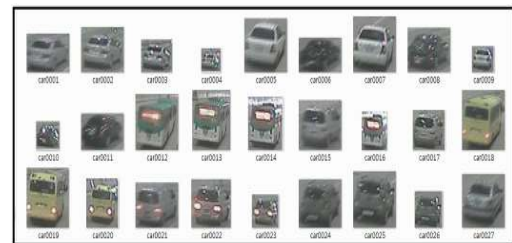
$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

2.2 템플릿 매칭 기법

템플릿 매칭은 객체와 객체간의 유사도를 판단해서 두 개의 객체가 같은 것인지 다른 것인지를 판단하는 기법이다. 템플릿 매칭의 유사성(Similarity)을 찾는 방법 중에 비교적 계산량이 적고 빠른 SAD(Sum of Absolute Differences)[5]를 적용하였다. SAD는 유사도 계산에 있어서 최소비용을 가지는 값을 동일 영역으로 선택한다. 식(3)에서 $M \times N$ 픽셀의 템플릿 T (현재 프레임)와 I (이전 프레임)를 이용해서 두 템플릿의 유사성을 계산한다.



(a) 비 차량 이미지



(b) 차량 이미지

그림 2. Haartraining 훈련 이미지

$$SAD = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |I_{i,j} - T_{i,j}| \quad (3)$$

에이다부스트 알고리즘을 이용하여 검출된 차량의 크기는 일정하지 않다. 그림 3과 같이 템플릿 매칭을 적용시키기 위해 검출된 차량의 이미지들을 16x16 픽셀로 정규화 시켰다.

템플릿 매칭 적용 방법은 그림 4와 같이 현재 프레임과 이전프레임에서 검출된 차량을 비교하여 SAD를 구하고, SAD가 특정 임계치 이하일

때 같은 차량으로 판단하고 추적한다. 임계치는 실험을 통해 결정하였다.

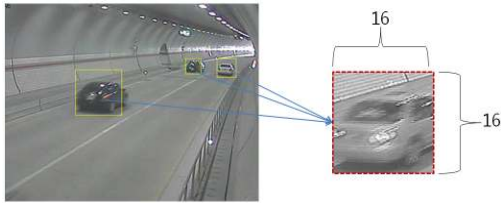


그림 3. 이미지 정규화

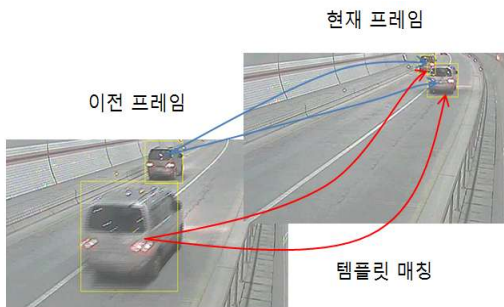


그림 4. 템플릿 매칭 적용 방법

III. 실험 및 결과

제안하는 다중객체추적 알고리즘을 구현하기 위하여 Intel Core2 Quad Q9300 2.5GHz CPU를 탑재한 컴퓨터에서 Visual Studio 2010과 영상처리용 오픈소스 라이브러리인 OpenCV를 사용하였다. 640x480 크기의 터널 영상에 정해놓은 영역 안에서 에이다부스트 알고리즘을 사용해서 총 1138개의 차량(객체)을 검출했는데 15개가 오검출로 98.68%의 검출률을 보였다. 에이다부스트 알고리즘을 이용하여 이전 프레임에서 검출된 차량(객체)는 현재 프레임에서 검출된 차량(객체)와 비교하여 최소 SAD값을 가지는 차량을 동일 차량으로 판단한다. 프레임 간 검출된 차량(객체)의 블록크기는 대동소이하다. 그리고 템플릿 매칭 기법을 사용하여 차량(객체)을 추적하는 것이 문제가 없음을 확인하였다.

그림 5는 선으로 그려서 멀티객체를 추적하는 프로그램 실행화면이다. 그림 6은 에이다부스트 알고리즘의 오검출로 인해 추적 끊김 현상이 발생하는 화면이다.

IV. 결론

본 논문에서는 CCTV로 입력받은 영상을 에이다부스트 알고리즘과 템플릿 매칭 기법을 사용하여 차량(객체)을 검출하고 추적하였다. 실험결과

98%이상의 검출률을 보였고 95%이상을 추적하는데 성공하였다. 하지만 에이다부스트 알고리즘의 오검출로 인한 추적 끊김 현상과 검출된 이미지 사이즈의 크기차이에 따른 추적오류가 발생함을 알 수 있다.

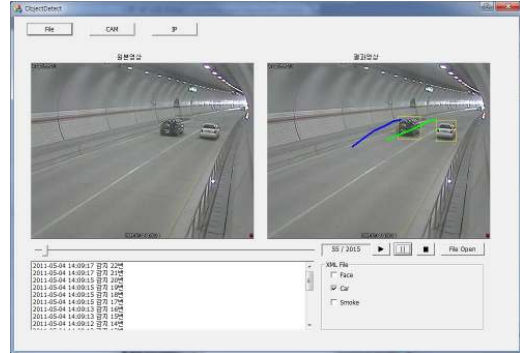


그림 5. 멀티객체 추적



그림 6. 오검출로 인한 추적 끊김

감사의 글

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원), 부산광역시 및 동의대학교의 지원을 받아 수행된 연구결과임.(08-기반-13, IT특화연구소:"부산IT융합 부품연구소" 설립 및 운영)

참고문헌

- [1] 임경국, 윤성배 "도로터널 방재 효율화 방안 시행," 대한토목학회지.제57권 제6호 통권 제 350호 2009년 6월
- [2] J. L. Barron, et.all, "Systems and Experiment : Performance of Optical Flow Techniques," International Journal of Computer Vision, Vol.12, No. 1, pp. 43-77, 1994.

- [3] Greg Welch, Gray Bishop, An Introduction to the Kalman Filter, UNC-Chapel Hill, TR 95-041, July 24, 2006.
- [4] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.
- [5] C. Watman and D. Austin, "Fast Sum of Absolute Differences Visual Landmark Detector," Proceedings IEEE Conf. on Robotics and Automation, 2004.