

# 터널 내 감시 카메라 영상을 이용한 실시간 화염 및 연기 탐지 기법의 개발

\*이병무, 한동일

세종대학교 컴퓨터 공학과

e-mail : bmclass81@sju.ac.kr, dihan@sejong.ac.kr

## Development of Real-time Fire and Smoke Algorithms Using Surveillance Camera in Tunnel Environment

\*Byoungmoo Lee, Dongil Han

Department of Computer Engineering

Sejong University

### Abstract

In this paper, we proposed image processing technique for automatic real time fire and smoke detection in tunnel environment. To avoid the large scale of damage of fire occurred in the tunnel, it is necessary to have a system to minimize and to discover the incident as fast as possible. The fire and smoke detection is different from the forest fire detection as there are elements such as car and tunnel lights and others that are different from the forest environment so that an indigenous algorithm has to be developed. The two algorithms proposed in this paper, are able to detect the exact position, at the earlier stage of incident.

### I. 서론

대도시의 가용 공간 확보를 위해 지하 공간의 개발의 필요성이 증가하고 있으며 이에 따라 수송 시간 단축과 공간 활용을 위한 터널 개발이 활성화 되고 있다. 또한 터널의 건설이 늘어나고 터널의 길이의 장대화에 따른 터널의 유지 및 관리가 부각되고 있다. 즉 터널 건설의 수요 증가로 인해 터널의 환기 및 화염

방재에 대한 부분이 중요시 되며 특히 터널 내 화재 발생 시 대규모의 인명, 재산 피해가 발생할 수 있으므로 화재에 의한 피해를 최대한 경감하기 위해 조기 발견 시스템이 요구되어진다.

터널 내에서 차량 조명 및 터널 내의 조명등과 같은 여러 가지 상황에 의해서 화재 탐지에 어려움이 존재한다.[1]~[4] 본 논문에서는 터널 내에서 얻어진 영상을 이용하여 빠른 시간 내에 연기 화재 및 화염에 대한 탐지가 가능한 알고리즘에 대하여 서술하였으며 위와 같은 문제점들을 해결하도록 노력하였다.

### II. 실시간 화재 검출 알고리즘

#### 2.1 연기 검출 알고리즘

연기 검출 알고리즘에서는 움직임 검출 및 edge 검출, 컬러 정보등 여러 가지 처리를 가지고 접근하였다. 인접한 N개의 입력영상에 대하여 gray 영상을 만들고 gray 영상에 대하여 임계값에 대한 영역을 제거한다. 이러한 처리는 테널 내 조명이나 터널 천장과 같이 너무 밝거나 너무 어두운 영역을 제거함으로써 이미지 처리 속도 향상을 가져 올 수 있었다. gray 영상에 대하여 인접한 영상에 대해 차영상의 절대값으로 이진 영상을 만들었다. 연기 자체의 움직임은 차량의 움직임과는 대조적으로 천천히 변화하기 때문에 이러한 움직임 검출을 통해 빠르게 움직이는 물체에 대한 영역에 대해서는 제거가 가능하며 거의 움직임이 없는 물체에 대해서도 제거가 가능하다는 장점이 있다. 연기

자체에서는 edge 가 검출되지 않는 특성을 가지고 있으므로 N번째 입력 영상에 대하여 edge 검출 알고리즘을 적용하여 edge를 검출하고 임계값이상을 가진 픽셀에 대하여 이진 영상을 만들었다. 또한 컬러 정보를 통해 연기 후보영역을 검출 하여 위의 두 이진영상과의 AND 연산으로 우리는 연기 영역을 검출하였다.

### 2.2 화염 검출 알고리즘

화염 검출 알고리즘은 영상 내에서 존재하는 화염을 효과적으로 검출하기 위하여 컬러 영상을 사용하였다. 본 논문에서 제시한 화염 검출 알고리즘은 정상상태의 터널 내 영상을 저장하여 각 프레임과의 비교를 통하여 검출하는 알고리즘으로 두 영상의 R,G,B 값의 임계치 이진 영상을 구한 뒤 차영상을 얻고, 차영상의 노이즈는 필터링을 통해 제거하여 최종적인 화염 영역만을 검출하였다.

## III. 실시간 구현 및 실험 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘을 구현하고 실제 터널 내 화재 영상을 입력으로 받아 실험하였으며 객관적인 분석을 통하여 검증하였다.



그림 1. 화염 및 연기 검출 알고리즘 결과

그림 1은 실시간 동작 중 얻어진 실험 결과를 보여주고 있다. 실험환경(CPU: Intel Core2 Duo E6700)에서 제시한 알고리즘이 표 1과 같은 처리 속도를 가지는 것을 확인하였다.

표 1. 화염 및 연기 검출 알고리즘 처리 속도

	Fire detection	Smoke detection
처리 속도	5~10ms	8~14ms

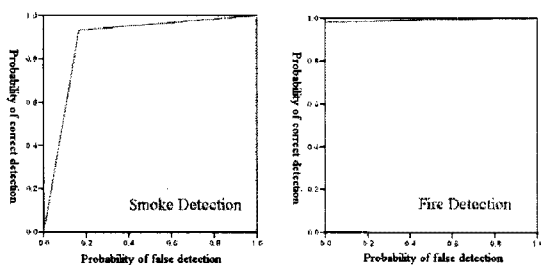


그림 2. 화염과 연기 검출 성공률에 대한 ROC 커브

그림 2에서 ROC 커브(Receiver Operating Characteristic)는 화염 및 연기 검출 알고리즘 성능에 대한 객관적인 분석을 보여주고 있다.

## IV. 결론 및 향후 연구 방향

터널 내 설치된 CCTV를 사람이 24시간 감시하기에는 너무 어려운 점이 많다. 이에 따라 적절한 영상 처리를 통한 화염 및 연기 검출 시스템을 통해 경보를 알려줄 경우 보다 편리하고 관리자의 부재중 화재발생시 화재를 검출하여 이를 조기에 알려줌으로써 피해를 최소화 할 수 있다. 앞서 제안된 두 알고리즘은 서로 다른 특징을 검출할 수 있다. 화염 검출 알고리즘의 경우 터널 내 조명이나 차량의 전조등 및 후미등에 민감하지 않아 보다 좋은 성능을 나타낸다. 연기 검출 알고리즘의 경우도 연기 전체에 대한 검출은 어렵지만 부분적인 검출이 가능하다는 것을 보였다.

## V. 감사의 글

이 연구는 건설 교통부에 출연한 건설기술연구개발 사업에서 지원되었습니다.

## 참고문헌

- [1] Noda S, Ueda K., "Fire detection in tunnels using an image processing method" Vehicle Navigation and Information Systems Conference, 1994. Proceedings, 1994 31 Aug.-2 Sept. 1994
- [2] Cigada A., Ruggieri D, Zappa E., "Road and railway tunnel fire hazard: a new measurement method for risk assessment and improvement of transit safety" Measurement Systems for Homeland Security, Contraband Detection and Personal Safety Workshop, 2005. (IMS 2005) Proceedings of the 2005 IEEE International Workshop on 29-30 March 2005
- [3] Koga K, Inobe T, Namai T, Kaneko Y, "Integrated traffic flow monitoring system in a large-scale tunnel" Intelligent Transportation System, 1997. ITSC 97. IEEE Conference on 9-12 Nov. 1997
- [4] Giuseppe Marbach, Markus Loepfe, Thomas Brupbacher, "An image processing technique for fire detection in video images" Fire safety journal, Jun 2006 41