

터널 화재의 화염 및 연기 검출 기법 연구

*이정훈¹, 이병무², 한동일¹

¹세종대학교 컴퓨터공학과, ²다길산업(주)

e-mail : *lbn@daroad.co.kr, dihan@sejong.ac.kr*

A Study on Flame and Smoke Detection Method of a Tunnel Fire

*¹Jeonghun Lee, ²Byoungmoo Lee, ¹Dongil Han

¹Department of Computer Engineering, Sejong University,

²Dagil Industry co.Ltd

Abstract

In this paper, we proposed image-processing technique for automatic real-time fire and smoke detection in tunnel fire environment. To minimize false detection of fire in tunnel we used motion information of video sequence. And this makes it possible to detect exact position of event in early stage with detection, test, and verification procedures. In addition, by comparing false detection elimination results of each step, we have proved the validity and efficiency of proposed algorithm.

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 화염방재에 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

터널 내부에는 터널 조명과 차량 조명 또는 차량의 매연 등과 같이 빛이나 연기를 나타내는 요소가 지속적으로 발생한다. 이런 요소들은 화재 탐지 시 자칫 화재로 인식되는 경우가 발생할 수 있으므로 이러한 요소들을 효과적으로 제거하면서 실제 화재를 정확하고 빠르게 탐지하는 알고리즘이 필요하다. 그래서 본 논문에서는 실시간 동작이 가능하고 최대한 오검출을 줄여 검출 성공률을 높이는 방법으로 터널 내 화재 탐지 기법을 제안한다.

2.1 화염 검출 알고리즘

영상 내의 화염 영역은 높은 명도 값을 가지고 있기 때문에 컬러 정보를 이용하는 것이 가능하다. 하지만 컬러 정보를 이용하는 방법은 터널 내 조명, 외부 조명 및 차량의 전조등과 같은 영역들도 같이 검출된다. 따라서 본 연구에서는 화염 영역과 동시에 검출되는 화염이 아닌 영역을 제거하고 남은 영역을 화염으로 인식하도록 구현하였다. 제안된 화염 검출 알고리즘

(Flame Detection Algorithm: FDA)은 화염 검출 알고리즘은 영상의 컬러 정보를 이용하여 정상상태 영상과의 비교를 통해서 후보영역을 검출하고 화염이 아닌 영역들을 제거하여 화염을 검출하였다.

2.2 연기 검출 알고리즘

터널 내의 연기는 조명에 의해 컬러 정보가 다양하게 변화하기 때문에 컬러 정보를 사용하기에는 많은 문제가 따른다. 그래서 본 연구에서는 컬러 정보의 이용을 배제하고 움직임 정보만을 이용한 연기 영역의 검출을 시도하였다. 제안된 연기 검출 알고리즘(Smoke Detection Algorithm: SDA)은 인접프레임간의 차영상을 이용하여 움직이는 모든 영역들을 연기 후보영역으로 검출하고 MHI 및 불변 모멘트를 이용하여 연기가 아닌 움직이는 물체(차량, 사람 등)들을 제거함으로써 연기 영역을 검출하였다.

III. 실시간 구현 및 실험 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘을 구현하고 실제 터널 내 화재 영상 및 모의실험 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 제안한 화염과 연기 검출 알고리즘의 동시 수행 시간은 9ms~16ms 가 소요되었다. 화염 검출 시 약 97%~98%의 검출 성공률을 보였으며 연기 검출 시 약 88%~92%의 검출 성공률을 보였다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

터널 내 설치된 CCTV를 사람이 24시간 감시하기에

는 너무 어려운 점이 많다. 이에 따라 적절한 영상 처리를 통한 화염 및 연기 검출 시스템을 통해 경보를 알려줄 경우 보다 편리하고 관리자의 부재중 화재발생 시 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. 또한 연기 검출 알고리즘에서도 기존의 알고리즘보다 좋은 성능을 나타냈다.

추후 연구 방향으로는 실제 터널 내부에서의 화재 상황에 대한 모의 실험을 통해 성능 평가 및 향상 작업이 필요하다. 또한 실시간 모니터링 기능의 제공과 동시에 경보 기능 등의 사용자 편의를 제공하는 방안을 제시하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부에서 출연한 안전관리네트워크 공단과 중소기업청에서 시행한 산학연 공동기술개발사업과 서울시 산학연 협력사업(CR070048)에서 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