

웨이블릿 변환과 색상을 이용한 영상 기반 지능형 산불 감지 시스템

정순범, 권영만, 홍석표, 김은수
광운대학교, 을지대학교

peacemaker84@kw.ac.kr

Vision-based Intelligent Fire Detection System Using Wavelet Transform and Color

Soon-Bum Jeong, Young-Man Kwon, Suk-Pyo Hong, Eun-Soo Kim
Kwangwoon University, Eulji University.

요 약

본 논문은 웨이블릿 변환과 색상을 이용한 영상 기반 지능형 산불 감지 시스템을 제안한다. 일반적으로 화재 감시를 위해 열이나 연기를 감지하는 센서를 사용하지만, 산과 같이 개방된 장소에서는 불꽃이나 연기가 센서의 감지 범위를 벗어나게 된다. 따라서 폐쇄회로 카메라를 이용하면 보다 신뢰성 있는 화재 감시가 가능하다. 본 논문은 무인환경에서 산불을 감지할 수 있는 비전 감시 시스템을 제안한다. 먼저 폐쇄회로 카메라의 입력영상으로부터 배경을 분리하여 움직이는 객체를 추출한다. 움직이는 객체 중, 연기로 인한 색공간과 웨이블릿 공간의 변화를 이용하여 연기를 추출하여 라벨링을 한다. 이를 통해 영상 내 잡음을 제거하고 연기를 탐지할 경우 화재정보를 통보하는 시스템을 구현한다. 마지막으로 실제 화재 실험 영상을 통해 제안하는 방법의 유효성을 검증한다.

I. 서론

화재는 인명 및 재산 피해를 초래하는 사고이다. 소방방재청에 따르면 대부분의 산불은 등산객들의 부주의로 발생하기 때문에 산불을 막기 위해서는 사전 예방이 필수적이다. 따라서 산불로 인한 삼림, 농경지의 피해를 최소화하려면 조기 감지 기술이 필요하다. 그러나 산불 발생 지점을 예측하기 힘들고 모든 감시 지역을 사람이 항상 감시하기에는 제한이 따른다. 따라서 무인 지능형 산불 감지 시스템이 필요하다.

기존의 영상 기반의 연기 감지 알고리즘은 연기의 일부 특성만을 이용해 연기를 감지하였다. Chen[1] 등은 규칙기반에 의한 연기감지방법을 제안하였다. RGB 색공간을 이용하여 연기의 색깔이 회색을 띤다는 점과 연기가 발생할 때 그 움직임이 불규칙한 모양으로 확산된다는 특성을 경험적 임계값에 적용하여 연기영역을 판단하였다. Toreyin[2] 등은 외곽성분을 이용한 연기감지방법을 제안하였다. 화재의 초기 단계에서 연기가 반투명하게 보인다는 사실에 기반을 두어 웨이블릿 변환 후 고주파성분의 변화를 특징으로 사용하였다. 또한 HMM(Hidden Markov Model)을 이용하여 연기경계에서 고주파성분이 주기적으로 깜빡거리는 상태를 파악하여 연기영역임을 검증하였다. Yuan[3] 등은 연기가 위쪽 방향으로 상승한다는 사실을 이용하여 영상으로부터 움직임벡터를 측정하고 이를 방향 히스토그램으로 변환하여 상대적으로 위쪽 방향의

움직임 벡터가 많은 경우 연기영역으로 판단하는 방법을 사용하였다. Vicente[4] 등은 연기영역의 동적인 포락선을 시간적, 공간적으로 분석하여 연기의 패턴을 갖는지 알아내는 방법을 사용하였다.

본 논문은 연기의 여러 특징들을 고려하여 산불 연기의 특징을 추출, 검증하여 관리자에게 경보를 통보하는 시스템을 제안한다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같은 순서를 통하여 연기를 검증한다. 이러한 연기의 특징들을 이용하여 최종적으로 화재 발생 여부를 확인한다.

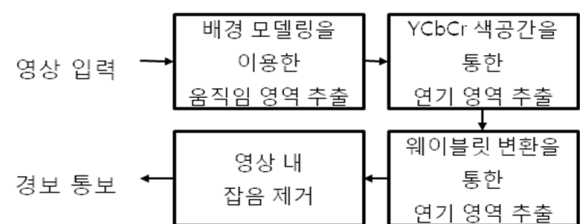


그림 1. 전체 시스템 블록도

먼저 폐쇄회로 카메라를 통하여 입력된 RGB 색공간의 영상을 배경 모델링 기법을 이용하여 연기의 움직임을

영역을 1 차 분류한다. 이후 분류된 움직임 영역에 대하여 YCbCr 색공간에서 색차 신호의 차이를 갖는 푸른 빛의 연기 영역을 2 차 분류한다. 마지막으로 분류된 연기색상 영역에 대하여 웨이블릿 변환 후 에너지 변화를 통한 배경 흐려짐 영역을 3 차 분류하고 라벨링을 통한 영상 내 잡음 제거를 통하여 최종적으로 연기 영역을 검증한다. 최종적인 연기 영역을 탐지하면 화재 경보를 통보한다.

2.1 배경 모델링을 이용한 움직임 영역 추출

입력된 영상으로부터 연기 후보영역을 검출하기 위해 영상을 $M \times N$ 블록으로 나누어 처리한다. 배경 학습 알고리즘[5]을 이용해 움직이는 물체를 전경으로 분리하여 움직임 영역을 추출한다.

2.2 YCbCr 색공간을 통한 연기 영역 추출

연기는 푸른 빛을 띄는 특성이 있다. 따라서 RGB 색공간을 YCbCr 색공간으로 변환하여 색차신호 정보를 활용한다. 연기가 진입하면 Cb 채널의 값은 증가하고, Cr 채널의 값은 감소하는 특징으로 연기 후보 영역을 결정한다.

2.3 웨이블릿 변환을 통한 연기 영역 추출

일반 물체가 움직이면 배경을 완전히 가리는 반면, 연기가 발생하면 배경이 흐려지게 된다. 웨이블릿 변환을 이용하여 에너지 성분을 추출하면 연기가 발생한 영역이 원 배경에 비해 낮은 고주파 성분을 갖게 되는 사실을 이용하여 연기 영역을 추출한다.

2.4 영상 내 잡음 제거

웨이블릿 변환을 통해 얻은 연기 영역 내에서 잡음과 불안정하게 추출된 영역을 연결하기 위해서 라벨링 알고리즘을 수행한다.

III. 실험 및 결과 분석

본 논문은 제안한 알고리즘을 사용하여 실험을 하였다. 영상의 크기는 320×240 , 블록 크기는 16×16 로 하였다.



(a) 실내 환경에서의 연기 감지 (b) 실외 환경에서의 연기 감지

그림 2. 감지 시스템의 실험 결과

IV. 결론

본 논문은 영상을 기반으로 한 지능형 산불 감지 시스템을 제안하였다. 첫째로, 산불을 조기 감지하기 위해 폐쇄회로 카메라의 입력영상으로부터 배경을 분리하여 움직이는 물체를 추출한다. 둘째로, 연기로 인한 색공간과 웨이블릿 공간의 변화를 이용해 움직이는

물체에서 연기를 추출한다. 셋째로, 라벨링으로 영상 내 잡음을 제거하고 연기를 탐지하면 화재경보를 통보한다. 본 논문의 연구를 통해 비전 시스템을 이용한 지능형 산불 감지 및 경보 시스템 구현의 한 가지 방법을 제안하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성·지원 사업(NIPA-2010-C1090-1011-0002)의 연구결과로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] The smoke detection for early fire alarming system, Thou-Ho Chen; Yen-Hui Yin; Shi-Feng Huang; Yan-Ting Ye, National Kaohsiung University of Applied Sciences, Taiwan, Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2006.
- [2] CONTOUR BASED SMOKE DETECTION IN VIDEO USING WAVELETS, B. Ugur Toreyin; Yigithan Dedeoglu; A. Enis Cetin, Bilkent University, Turkey, 14th European Signal Processing Conference, 2006.
- [3] A fast accumulative motion orientation model based on integral image for video smoke detection, Feiniu Yuan, School of Information Technology, Jianxi University of Finance and Economics, China, Pattern Recognition Letters 29 925-932, 2008
- [4] An image processing technique for automatically detecting forest fire, Jerome Vicente; Philippe Guillemant, Institut universitaire des systemes thermiques industriels, France, International Journal of Thermal Sciences 41 1113-1120, 2002
- [5] A System for Video Surveillance and Monitoring, Robert T. Collins; Alan J. Lipton; Takeo Kanade; Hironobu Fujiyoshi; David Duggins; Yanghai Tsin; David Tolliver; Nobuyoshi Enomoto; Osamu Hasegawa; Peter Burt; Lambert Wixson, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh PA; The Sarnoff Corporation, Princeton, NJ, United States of America