


 사례
발표

u-방재시스템을 위한 화재감지용 영상인식시스템

목 차

1. 서 론
2. 기술의 개요 및 특성
3. 시스템구성
4. 기본적 화재인식원리 및 방법
5. 결 론

강석원 · 이순이
(삼성영상보안(주))

1. 서 론

1.1 기술개발 배경

최근 기존의 화재감지 시스템에서 화재감지 센서의 미감지, 오감지, 환경에 따른 오작동 등 여러 가지 취약점을 대체하기 위한 그 필요성이 대두되고 있는 바, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 화재감지용 영상인식, 판독 처리시스템에 핵심기술인 고도의 화재영상 감지 알고리즘과 영상 인식, 판독처리 장치에 필요한 하드웨어 장치의 개발과 응용시스템을 구현하는데 있다.

화재 영상 인식, 판독 처리시스템의 개발에는 광학적인 렌즈 및 필터의 설계기술과 광학시스템에 의해 획득되는 영상인식부, 획득된 영상을 인식 처리하는 영상처리 기술의 고도화가 필수적이다.

본 연구에서는 설치환경 적응형 영상획득부(Hardware)를 설계하고 화재 인식처리장치의 핵심인 광학필터 및 광학시스템을 구현한다. 영상인식에 관련된 알고리즘(Software)을 개발하여 단계적으로 단위 제품으로 모듈화하고 화재 영상 인식 판독처리 장치에 응용되는

통합형 영상 인식 판독기술과 그 응용시스템을 구현하였다.

1.2 기술개발의 필요성

1.2.1 기술적 측면

본 개발의 주관업체는 I-TV 및 FA영상처리 분야에서 오랜 기간에 걸쳐 경험과 기술을 축적하여 왔다. 상기의 화재감지 및 모니터링, 고열악 환경에서 작동하는 I-TV 및 영상패턴 인식 장치, 불법 주정차 영상처리 시스템의 설계, 제조, 적용 실적을 보유하고 있다. 그간 단위별, 기능별, 응용분야별로 성능을 만족하게 이루어져 있으나 각종 응용시스템에 단위별로 활용되고 있는 기능 모듈을 표준화하여 환경에 적합한 알고리즘을 적용한 하드웨어 장치를 구현하는데 있다.

1.2.2 경제적 측면

대형 산업체, 국가기반 시설인 통신망이나 전력망의 지하 공동구, 공공건물, 지하철, 터널 내에서 발생하는 화재로 인한 국가 사회적인 손실은 막대하다고 할 수 있다. 이러한 기존의 화

재감지 센서만으로 예방이 힘들거나 미흡한 곳에 카메라로 화재를 감지하여 경보를 한다면 화재예방에 많은 도움이 될 것이다.

1.2.3 산업적 측면

현재 화재영상 인식판독 처리장치는 국내에서 초기 개발 단계로 아직 성능이 떨어지고 환경 조건이 좋은 일부 부분에 시범적으로 적용되고 있기 때문에, 본 통하여 얻어진 영상처리 장치를 폭넓게 적용하여, 기존 제품의 대체수요와 새로운 사업영역에 의한 수요 창출용 사업으로 확대할 수 있다.

화재영상 인식처리 장치는 특수 광학 필터 및 렌즈, CCD 카메라 시스템, User Interface, 영상처리 Software, 통합 운영 프로그램 등으로 구성되어 대부분의 시스템은 적용분야에 따라 거의 비슷하게 구성되어 있다.

따라서, 적용 분야에 따라 약간의 차이만을 보이는 시스템의 공통분모를 찾아 표준화 시키고 차이 부분에 대해서는 선택적으로 조정할 수 있게 함으로써, 최종 시스템을 구성하면 다양한 응용 분야의 제품을 공통적으로 생산하여 생산 수량의 증가로 원가 경쟁력을 혁신하여 대체 수요를 획기적으로 창출할 수 있다.

1.3 파급효과(적용기술, 제품, 응용분야)

화재영상 인식판독 처리 시스템은 아래와 같이 다양하게 활용된다.

- 지하공동구 화재감지용
- 산업체 (금속 제철, 화학, 정유, 가스, 시멘트, 제지, 자동차, 용광로, 용접공정, 도장 공정 등)의 위험구역 화재 감지용
- 국가공공시설 화재감지용
- 철도차량용 및 화재감지용
- 산불감지용
- 터널 (도로 및 철도)
- 군용과 상업용 선박의 기관실

- 항공기 격납고
- 유적과 박물관
- 발전소 (원자력, 화력 등)
- 기타 화재 조기 발견과 진압이 요구되는 곳
기존의 화재감지 시스템과 비교하여 아래와 같은 기대효과가 있다.

1.4 기존시스템에 비해 예상되는 기대효과

- 연기의 입자가 인간의 눈에 감지하기 전에 신속히 감지
- 인간에게 잘 관찰되지 않는 화재를 신속히 감지
- 현재의 감지기에 도달하기 전에 감지
- 연기를 날려 보내는 대기 기류에도 영향이 없음
- 오보률이 극히 낮음
- 고장률이 극히 낮고 영상감지이므로 고장 시 즉각 인식 가능
- 기존 화재감지기 부착이 어려워 감지가 불가능한 곳을 감지가능(분무, 증기, 습기장소 등)

2. 기술의 개요 및 특성

2.1 기술 개발의 내용

2.1.1 현장제어 시스템 개발 내용

네트워크 기반 화재 영상 감지 시스템에서 현장제어 부분은 조금 더 깨끗한 영상을 얻어서 센서 시스템으로 빠르게 전송하는 부분과 보다 정확한 화재영상을 감지하는 것이 가장 핵심적인 문제이다. 이를 해결하기 위해 하드웨어에서 아날로그 카메라와 디지털 카메라를 병행해서 사용하는 것으로 문제점을 해결하였다. 하지만 서로 다른 두 대의 카메라로 같은 위치의 화면을 잡으려고 하다 보니 하드웨어 컨트롤을 하는 부분에도 많은 문제점이 생기기도 하였다.

현장제어기에서는 고정형 아날로그 카메라와 Pan/Tilt Driver에 장착된 디지털 카메라, 아날로그 카메라의 영상을 디지털신호로 바꿔서 전송하고 Pan/Tilt Driver를 제어하는 RS-485신호

를 송출하는 기능을 가진 비디오 웹 서버 1차 검지와 센터와의 통신을 하는 프로그램이 내장된 현장 제어PC 등으로 구성하였다.

현장제어기의 가장 핵심인 화재영상 검지 부분은 영상처리 기술의 기본인 그레이 스케일로 변환해서 이진영상을 획득하고 레이블링 기법과 Morphology연산으로 영상의 Noise를 제거하고 자체 설계한 영상 검지 알고리즘을 사용하여 화재를 검지하였다.

1차 검지의 순서는 현재영상과 기준영상을 loss방식으로 변화를 검지하고 변화가 생기면 트루 컬러의 현재 영상을 그레이 스케일의 영상으로 변환하고 반복적 임계값을 계산하여 이진화를 시키고 레이블링을 통해 픽셀 단위로 영상을 모아주고 모폴로지 연산을 통해 영상을 깨끗하게 만들어서 불꽃형, 연기형, 스파크형의 패턴으로 구성된 화재 검지 알고리즘을 통해 1차 검지를 하였다.

2.1.2 센터 시스템 구현 내용

센터 시스템은 비디오 웹 서버와 디지털 카메라에서 광케이블을 통해 전송된 영상을 모니터링 할 수 있게 Display하는 것이 가장 기본으로 구현되는 기능이다.

다음으로는 핵심사항인 현장 제어PC에서 전송되는 데이터를 저장하고 데이터를 이용하여 현장 제어 시스템의 기기들을 조작하여 디지털 카메라를 이용하여 2차 검지를 하는 것이다.

기타 사항으로는 화재 영상과 캡처 사진을 저장하고 검색하는 기능과 캡처 사진을 보여주고 프로그램 실행 시 생기는 데이터들의 로그 파일을 보여주는 Interface를 구성하였다.

센터 시스템의 하드웨어 구성은 센터 프로그램이 내장된 운용 PC와 그것을 보여주는 모니터, 모든 구역의 모니터링만을 위한 대형 모니터, 자료를 저장하는 데이터 저장용 워크스테이션 등으로 구성하였다.

센터 프로그램을 실행하면 로그인 화면이 최초로 로드되어 관리자의 아이디와 패스워드를 입력해야만 프로그램이 실행되도록 하였고 패스워드를 변경 할 수 있게 하여 보안에도 신경을 썼다.

센터 프로그램은 현장 제어 시스템에서 1차 검지를 하여 이상이 발생되면 화재 구역과 검지 영상의 영상 좌표, 화재 유형을 전송 받아서 영상 좌표를 계산하여 Pan/Tilt 좌표로 변환 Pan/Tilt Driver를 조작하여 디지털 카메라의 고화질 확대영상을 획득한다. 획득한 고화질 확대영상을 4번에 걸쳐서 캡처하고 그 사진을 이용하여 2차 검지를 한다. 2차 검지의 순서는 1차 검지와 동일한데 영상의 화질이 좋고 크기가 커서 정확한 화재를 판단할 수 있다.

센터 시스템은 수동 모드로도 조작이 가능하는데 수동 모드 일 때에는 Pan/Tilt를 버튼으로 상, 하, 좌, 우, Zoom, Focus를 조작이 가능하다. 그리고 비디오 웹 서버를 통해서 들어오는 아날로그 카메라 영상 화면에 클릭을 하면 자동으로 그 지점으로 Pan/Tilt Driver가 회전하여 확대영상을 볼 수가 있다.

또한, 화재 발생 시 경보 버튼을 클릭하면 현장 시스템에서의 1차 검지를 건너뛰어 2차 검지를 바로 실행한다.

검색기능에서는 데이터를 저장 할 때 현재 년월 시, 화재 유형, 화재 구역으로 저장을 하여 날짜별, 화재 유형별, 화재 구역별 검색이 가능하고 검색된 리스트 박스에 데이터를 클릭하면 4장의 캡처 사진과 1차 검지가 시작되는 순간부터 녹화되는 동영상 자료를 볼 수가 있다.

기타 기능으로는 카메라 설정을 통하여 비디오 웹 서버와 디지털 카메라의 ip와 port를 설정할 수 있고, 각 구역 각도 범위 설정으로 영상 좌표를 Pan/Tilt 좌표로 변환하는 기준점을 잡아 준다. 그리고 동영상과 캡처 사진의 저장경로를 설정 할 수 있게 하였고 4장의 캡처 사진의 촬영간격을 설정 할 수 있는 기능을 구현하였다.

2.2 기술의 특성

2.2.1 네트워크 기반의 화재 영상 인식 처리 기술

전 시스템이 광랜으로 연결되어 실시간으로 영상 정보와 데이터들이 전송되어 신속한 처리를 할 수 있다. 여러 가지의 영상 처리 기술을 사용하여 최적의 영상을 획득하고 자체 개발한 화재 패턴으로 화재를 판별 하였다. 시스템이 고장 났을 경우 영상으로 바로 나타나기 때문에 신속하게 인지하여 처리 할 수 있다.

2.2.2 감지 구역의 다양성

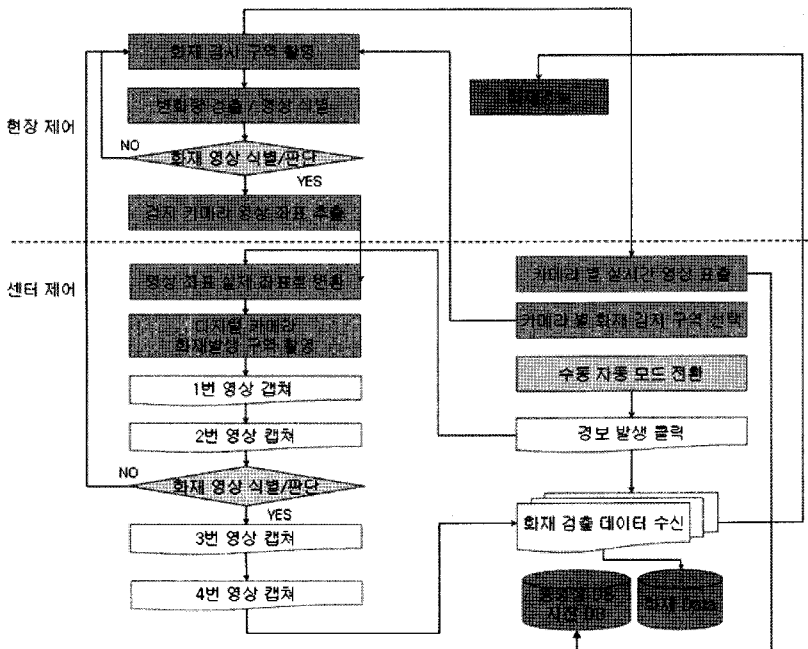
기존의 화재 감지 센서 등의 화재 방제 시스템은 설치 환경에 제약이 있으나, 본 시스템은 카메라를 보호하는 하우징과 네트워크로 연결하여 현장 제어 시스템이 카메라 설치 구역에서 조금 떨어진 보다 좋은 환경에 설치가 가능하여 악 환경과 설치의 제약이 있는 곳에도 설치가 가능하며 다양한 활용성이 있다.

3. 시스템 구성

3.1 시스템 설계도

[동작 원리]

- ① 현장 제어기의 화재 영상 식별 / 판단 :
 - 시스템 시작과 동시에 화재검지를 수행한다.
 - 최초 현장 제어시스템에서 받아들인 영상을 통하여 화재 영상인지 아닌지를 판단한다.
 - 화재로 판단된 영상에서 화재의 위치 좌표를 추출하여 센터로 좌표 값을 전송한다.
- ② 센터 제어기의 화재 영상 식별 / 판단 및 알람
 - 현장 제어기로부터 좌표 값을 받은 센터 제어기는 영상좌표를 실제 좌표 값으로 변환한다.
 - 실제좌표를 이용하여 디지털 카메라를 회전시키고 좌표 위치에서 줌을 이용해 2번 촬영한다.
 - 디지털 카메라로부터 얻은 정지영상을 비교하여 화재임을 판단한다.



(그림 1) 시스템 설계도

- 화재가 판단되면 줌을 이용하여 2번의 추가 촬영이 이루어진다.
- 캡처된 화재 사진 및 동영상을 DB에 저장한다.
- 화재경보를 울려 운영자에게 알려준다.

4. 기본적 화재인식원리 및 방법

4.1 기본적 화재인식원리

4.2 결과 정리

본 과제에서 주변 환경에 따른 빛이나 반사광 또는 역광이나 백광 같은 여러 요소들이 얼마나 영상을 인식하는데 중요 변수가 되는지 알 수 있었다. 본 실험 환경은 이러한 것들을 배제하지 않고 모두 가지고 있는 장소를 택하여 실험을 하였다.

위에 나타난 것과 같이 6mm 렌즈로 빛에 연 관성에 대한 여러 실험을 해본 결과, 화염이나 불꽃 등 자기 스스로 빛을 나는 경우에는 역광이나 전등ON의 상태보다는 백광이나 OFF상태가 인식률이 좋았다.

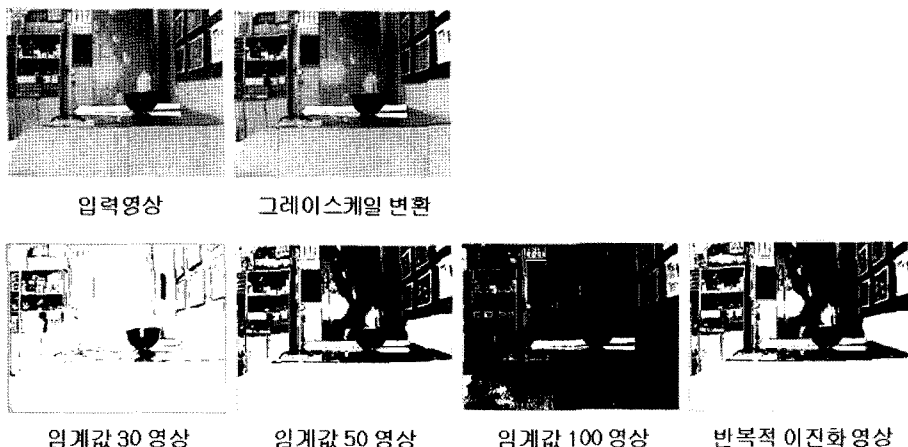
반면에, 연기는 배경 상태에 따라 결과의 차이가 생겼다.

실제 목표치인 50M보다 조금 더 먼 70M, 140M를 실험하였으나 70M에서도 인식률이 높게 나오고 140M에서도 기대이상의 결과가 나왔다. 연기의 인식률은 화재 초기의 미약한 연기를 감지하려고 실험을 하여서 그 인식률이 더 낮게 나온 것 같다. 차후 광학 필터를 사용하여 더 좋은 결과가 나올 것이다.

화염이나 불꽃은 환경조건이 나빠도 거의 100%의 인식률을 보이고 있으나 연기는 주변의 배경에 따라 인식률이 차이가 크다. 연기실험에서는 실험 기구상 열은 연기를 인위적으로 만들어 실험하였으나 실제 화재에서는 짙은 검은 연기이기 때문에 충분히 인식 할 것이다.

이 부분에 대해서는 현장 상황에 따라 적절한 필터를 사용하면 화염이나 불꽃의 인식률이 100%이고 초기에 먼저 감지 될 수 있기 때문에 80~90%이상의 인식률을 보일 수 있어 실용상에서는 충분한 활용이 가능하다.

- 화재 패턴을 인식하기 위하여 우선적으로 입력 영상을 그레이스케일 영상으로 변환한다.
- 그레이스케일로 변환된 영상에서 RGB값에 따른 이진화를 하여 흑과 백색으로 구분한다.
- 임계값을 영상내의 RGB값에 의해 수시로 선택할 수 없기 때문에 반복적 이진화를 통하여 최상의 이진화 영상을 추출한다.



(그림 2) 기본적 화재인식원리

5. 결론

5.1 기술개발 결과 정리

5.1.1 기술적 성과

- 가. 화재 검출용 영상획득부와 화재 인식처리용 영상획득부로 분리 하여 경제성과 성능을 동시에 만족하는 시스템으로 세계 최초로 구현
- 나. 악 환경을 고려한 광학필터 및 렌즈제어 알고리즘 연구
- 다. 고온내열, 분진 등 지하공동구의 악 환경 하에서 적용가능한 영상 획득부 구현
- 라. C-MOS 130만 화소 Digital 영상획득 장치에 의한 화염, 연기에 대한 화재영상인식처리 소프트웨어 시제품 연구

5.1.2 경제적 성과

- 가. 금번 개발제품의 세계 최초로 검출용과 인식용을 분리한 이원화 방식으로 개발되어 탁월한 경제성과 성능을 동시에 만족할 수 있는 제품으로 구현하여 충분한 경쟁력을 보유하고 있다.
- 나. 영상에 의한 화재 감지장치는 기존의 화재 감지기가 설치되기 어려운 악 환경의 현상이나, 기존 고가의 수입대당 100~200만 원 정도의 불꽃 감지기의 수요를 일부 잠식할 수 있고, 기존의 화재 감지기와 병행하여 상호 보완적으로 할 수 있다.

참고문헌

[1] B. Ugur Toreyin, Yigithan Dedeoglu, Ugur Gudukbay, A. Enis Cetin, "Computer vision based method for real-time fire and flame detection," Pattern Recognition Letters, 2006, Vol. 27, 49-58.

[2] K. H. Cheong, B. C. Kwo, J. Y. Nam, "Vison-based early fire detection system,"

Journal of Korean Society for Image Science & Technology, 2007.03, 62-71.

[3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Third Edition, Prentice Hall.

[4] 영상 처리 프로그래밍 by Visual C++ 황선규 저, 한빛미디어(주), 2007.

[5] 클로즈 업 사진 - 액셀브릭 지음, 눈빛, 1997.

[6] CCTV 시스템 설계의 기법 - 원송희 편저, 도서출판 세화, 1996.

[7] CCTV Guide Book - 한미시큐리티 시스템.

저자약력



강석원

1977년 동아대학교 전자공학과(학사)
 1979년 한국과학기술원 위탁 연구과정(1년) 수료
 1977년~1998년 삼성테크윈(주) 기술연구소
 특수전자연구실/자동화 연구실장
 삼성테크윈(주) 광용용사업부 광학기술팀
 /제어기기 생산부장
 삼성테크윈(주) 자동화 사업부
 제어생산팀/CIM(경영혁신)추진팀장
 1998년~2005년 한미시큐리티 공동대표
 2005년~현재 삼성영상보안(주) 대표이사
 관심분야 : 멀티미디어 응용, I-TV
 이 메 일 : ksw9680@naver.com



이 순 이

1983년 부산대학교졸업(학사)

2006년~현재 동명대학교 정보대학원 정보통신공학과
석사과정

1998년~2005년 삼성영상보안(주) 입사
(구, 한미시큐리티시스템)

2006년~현재 삼성영상보안(주) 부설연구소 연구실장
관심분야 : 디지털 영상처리, 멀티미디어 응용,I-TV

이 메 일 : lila3490@hanmail.net