

## 다기능 CCD 보안 시스템

김 태 운

서울시립대학교 도시방재안전연구소

(ntaewoon@naver.com)

보안용 화상 카메라에 사용되고 있는 대표적인 센서로는 MOS(Metal Oxide Semiconductor)와 CCD(Charge-Coupled Device, 전하결합소자)가 있는데 이 중 CCD는 미국의 W.S. Boyles와 GE. Smith에 의하여 발표되었다. CCD 카메라는 디지털 카메라의 한 종류이며 CCD를 사용하여 영상, 즉 빛의 신호를 전기적 디지털 데이터로 변환하여 주는 장치이다. CCD는 반도체 칩의 일종으로 빛을 받으면 반응을 하며 빛의 양에 비례하는 전하를 보유하게 되며, 그 전하량을 측정해서 영상을 재현할 수 있다.

이 글에서는 보안용 CCD 카메라의 단순 수동 영상감시기능 외에 음향과 음향 방향감지센서를 탑재함으로써 수집한 데이터를 컴퓨터 프로그램으로 처리하여 탐지 하고자 하는 상황이 발생하였는지 자동 감시하고 그 결과를 문자나 영상으로 원격 관리자에 통보하는 시스템을 소개하고자 한다. 인적이 드문 원격지나 오염, 위험지역에서 그리고 기존 감시 시스템의 관리자를 보조하는 시스템으로서 유용할 것이라 예상된다.

본 시스템은 영상을 이용하여 화재 또는 침입자나 거동감시를 하며, 음향이나 음성으로 화재음의 검출과 사람의 음성 구조요청의 인식, 그리고 그 방향을 감지하여 보안 카메라의 움직임도 자동 통제할 수 있다. 원격지의 관리자에게 상황을 알릴 필요가 있다고 판단될 때에는 이동 단말장치로 문자나 영상을 전송한다.

### 시스템 관련 기술

#### 1) 영상을 이용한 화재감시

영상을 컴퓨터로 분석하여 연기나 화염의 특성을 감지한다. 기존의 화재감지기에 비해 다음의 장점이 있다.

- 충고가 높거나 빠른 기류가 존재하는 지역에서 감지가 용이하다.
- 넓은 지역을 관찰 가능하며 구역을 나누어 따로 감시가 가능하다.
- 연기와 불꽃을 동시에 감시하여 낮은 오작동률 보유.
- 기존의 CCD 카메라 사용가능하여 경제성이 있다.

#### 2) 영상을 이용한 거동감시

영상분석을 통하여 침입자감시, 거동감시, 통행량 분석, 비상상황인지 등 감시 프로그램의 인식패턴 최적화 여하에 따라 다양한 용도로 응용 가능하다. 야간에도 효율적 감시가 가능한 성능과 해상도를 갖춘 CCD 카메라도 널리 쓰이고 있다.

#### 3) 음향을 이용한 화재감시

연소할 때에 귀에 들리지 않는 저주파 영역에서 초음파에 이르는 주파수 성분을 갖는 소리가 발생한다. 이 중 저주파 영역의 음은 화원 주변의 공기 열 팽창에 따라 발생한다. 화재 중 초저주파수의 소리가 발생하는데 이것을 감지하는 기술이다. 이런 현

상은 연소물의 종류에 따라 영향을 받지 않는다.

4) 음성감지를 이용한 상황보고 증계

인간의 음성을 마이크센서를 통하여 감지한다. 음성을 문자화 한 후 이것이 미리 정의된 키워드(예를 들어, “화재발생”, “불이야”, “긴급환자발생” 등)와 일치하면 관리자나 소방서 등에 통보한다. 키워드는 CBNF 형식으로서 동일한 의미를 다양한 형태로 표현하는 인간의 특성을 고려한다.

5) 문자와 영상 메시지 자동 발송

원하는 문자메시지를 SMS로 이동단말기에 전송한다. 단말기의 형태와 성능에 따라 영상이나 이미지를 전송할 수 있다.

6) 통신 프로토콜

인터넷을 통하여 기기나 시스템간 통신을 수행한다. 영상과 문자 전송에는 인터넷도 사용가능하다. 이미 보편화 되어있는 이러한 통신 인프라를 사용하는 것은 시스템 개발의 비용절감효과, 개발기간 단축, 그리고 각 구성품의 규격화가 가능하다는 이점이 있다. 보안이 절실한 상황에서는 암호화 기술을 적용한다.

7) 센서의 내구성

지하공간의 화재를 가정해 FDS(Fire Dynamics Simulator)를 사용하여 시뮬레이션 한 결과 화재 발생 후 약 20초 이내에 화원 근처의 온도(높이 1.9 m 기준)는 통상의 CCD 카메라의 작동온도 이상(약 섭씨 40도)으로 상승하였으나 4미터 떨어져 있는 장소에서는 동일 온도에 도달하기까지 약 100초가 소요되었고 8미터 밖에서는 90초가 소요되는 등 건물의 구조 특성에 따라 산술적 예측이 어려운 현상이 관측되었다. 따라서 CCD 카메라의 설치 위치와 화재 취약지역의 상관관계를 고려한 화재 시뮬레이션을 수행하고 예상 결과를 참고하여 필요시 카메라 외부에 열 차폐처리가 요구된다. 카메라의 작동요구시간은 피난시뮬레이션을 수행하여 산출한 건물 내부 공간의 총 피난시간을 기초로 설정하는 것이 적절하다.

시스템 구성

다음은 시스템의 구성과 상호 관련성을 나타내어 주는 그림이다(그림 1). 소리감지센서와 영상감지센서로 이루어진 감지부, 감지한 정보를 처리하는 중앙서버, 그리고 SMS와 영상의 전송을 담당하는 SMS/영상 서버로 이루어져 있다.

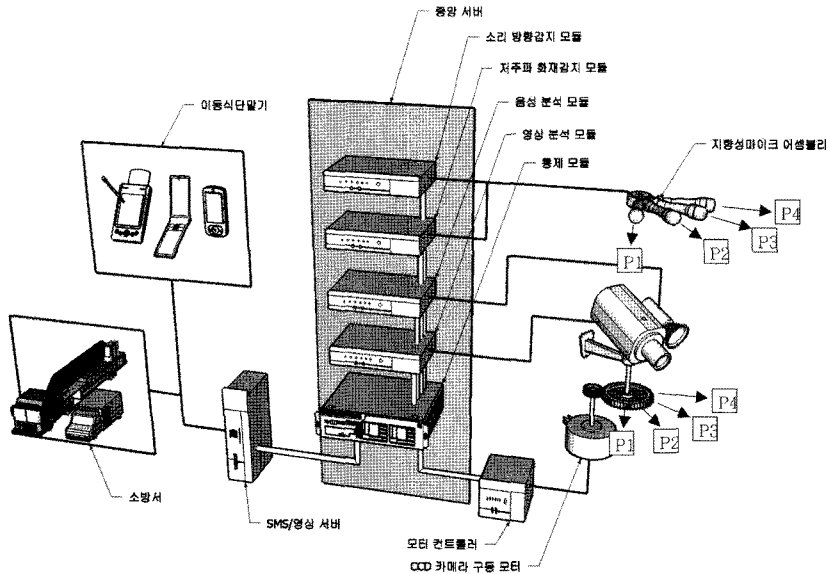


그림 1

감지부는 지향성 마이크장치, CCD 카메라, 양방향 스피커/마이크로 구성된다. 지향성마이크는 감지하고자 하는 특성의 음향이나 음성의 방향을 감지한다. CCD 카메라는 이 방향을 향해 스스로 움직일 수 있으며 감지한 영상을 분석하여 화재나 기타 비상상황인지를 판별한다. 그림의 P1부터 P4까지의 표시가 지향성 마이크에 감지되는 소리의 방향으로 카메라가 공조함을 나타낸다.

센서를 통하여 수집된 정보는 중앙처리서버가 수신하여 소리방향감지, 저주파화재감지, 음성분석, 영상분석모듈에서 각각 처리되고 이 처리 결과를 통제/제어모듈이 종합하여 카메라의 구동, 안내방송 실시, SMS/영상서버에 통지 등 필요한 조치를 취한다. SMS/영상서버는 통제모듈의 제어에 따라 관리자나 관리기관 소유의 이동식 단말기에 상황을 알리는 경

보나 문자/영상을 전송한다.

1) 음향감지부(그림 2)

지향성 마이크를 부채꼴로 배열하여 각 마이크에 들어온 음압의 차이를 기초로 음원의 방향을 판별한다. 감지하고자 하는 소리의 특성을 걸러내는 필터의 설정에 따라 다양한 상황이 감지 가능하다. 예를 들어, 화재를 감지하기 위해서는 화재의 특성주파수대의 소리(약 5Hz)를 감지하도록 설정한다.

음원의 방향이 판별되면 이에 공조하여 보안카메라를 회전시킨다.

2) 음성감지부(그림 3)

사람의 음성에 반응하는 시스템이다. 미리 정의하여 입력된 수십에서 수백 개의 키워드를 감지하고

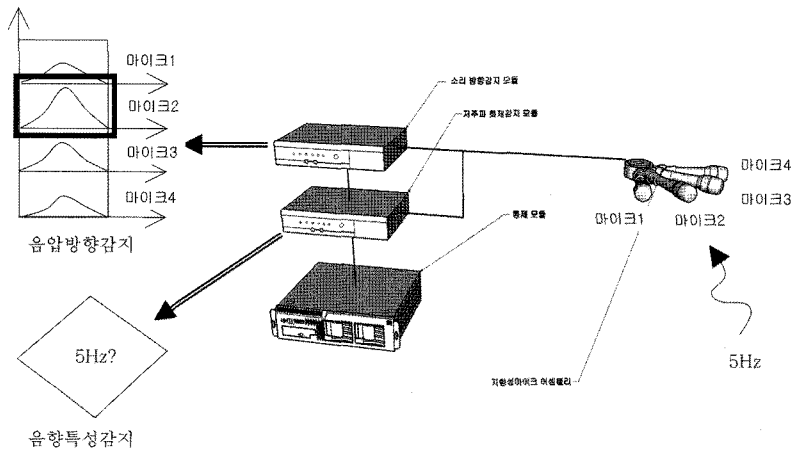


그림 2

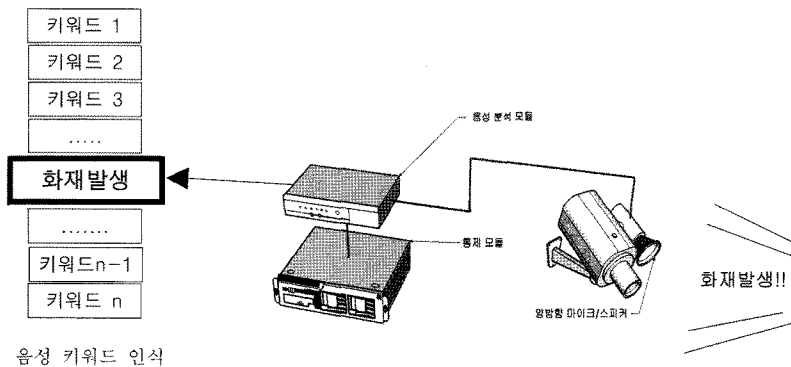


그림 3

# 다기능 CCD 보안 시스템

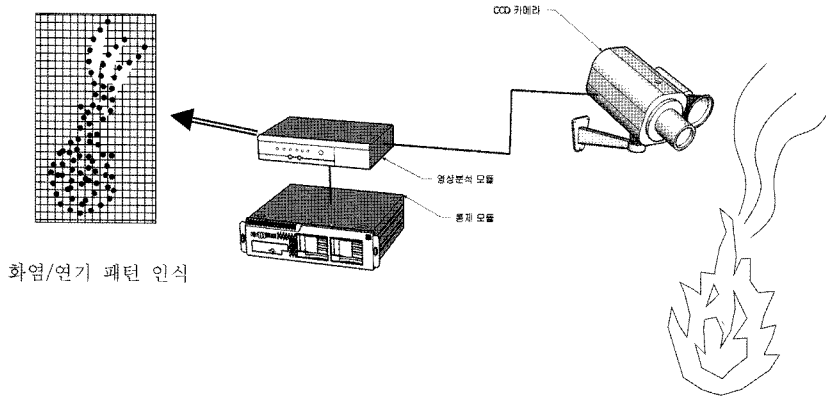


그림 4

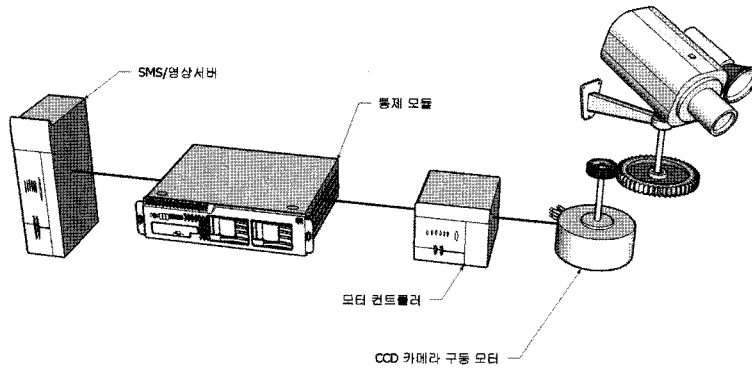


그림 5

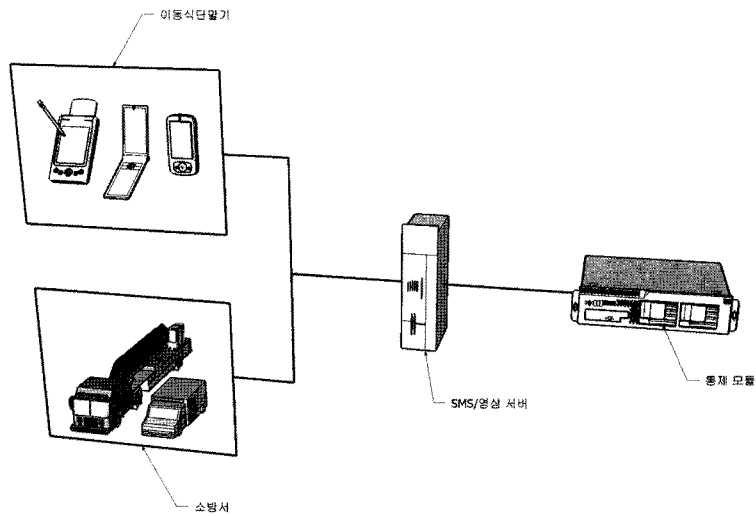


그림 6

그것을 상황에 적절한 문자열로 변환하여 SMS 서버에 전달한다. 또한 음향감지와 연동하여 감지된 음성의 방향으로 카메라를 회전시킨다. 양방향 통신이 가능하여 스피커의 기능도 하므로 안내방송에 사용된다.

3) 영상감지부(그림 4)

영상을 영상분석모듈에 탑재되어있는 영상분석 소프트웨어에 전달하면 이것을 분석하여 감지하고자 하는 상황에 부합하면 그 영상을 영상서버에 전달한다. 패턴분석으로 연기감지, 화염감지, 거주자나 침입자의 거동분석을 수행한다.

4) 중앙통제부(그림 5)

각 감지모듈에서 감지정보를 수집하여 카메라의 위상조정모터를 구동시키고 SMS/영상서버에 문자나 영상메시지 전송을 명령한다. 또한 음성모듈을 통하여 안내방송 등 가능한 조치를 취한다.

5) SMS/영상 서버(그림 6)

중앙서버에서 전달하는 문자/영상정보를 이동단말기 등으로 전송한다.

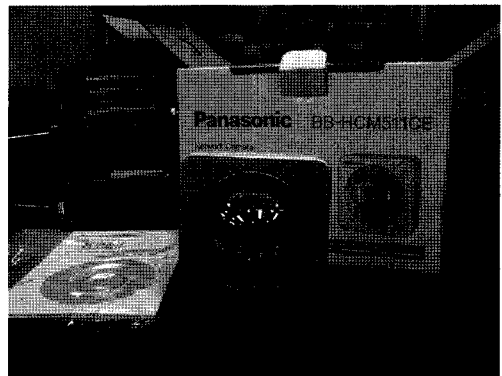
시스템 구현

- 영상감지의 핵심인 패턴 분석을 수행하는 영상분석엔진이 상당한 고가이므로 실제 시스템 구축에서는 단순 모션 디텍션에 이은 모바일 영상전송의 기능만을 구현.
- 음성감지와 양방향 통신 구현.
- 음향감지의 카메라 소리방향 회전은 상용 하드웨어나 기술의 부재 등의 이유로 본 연구에서 자체 개발하기에 어려움이 있으므로 음성감지의 기능을 응용하여 구두 명령어에 반응하여 작동하도록 구현.
- 서버용 컴퓨터는 본 연구소가 보유하고 있는 범용 워크스테이션을 사용하였다. 다수의 카메라가 연결된 보다 대규모의 시스템의 제어를 위해서는 더욱 고사양의 컴퓨터와 고속의 네트워크 연결이 필요.

- 이동단말기로의 문자 전송에서, 음성을 문자로 변환하여 시스템 서버가 이것을 SMS 서버로 전송하는 방식이나 SMS 서버로의 연결은 기존 통신사업자의 서비스를 구매하여야 가능. 중요한 것은 음성인식의 기능이며 이것을 시스템 서버가 인식하여 필요한 조치를 취할 수 있다는 것을 보여주는 것으로 충분.

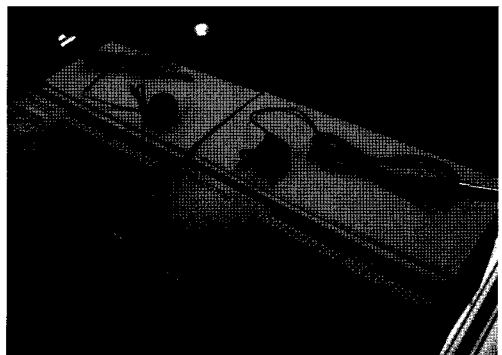
시스템 구성품

1) BB-HCM531 쌍방향 음성지원 네트워크 카메라



- 영상압축: MPEG4, MJPEG
- 해상도: 640×480, 320×240, 192×144
- 네트워크 1/F: 10/100M
- 2-way audio: Half Duplex
- 입력/출력: 외장마이크로폰설치/외장스피커설치 가능

2) ATM-520P 핀마이크



- 임피던스: 최대  $650\Omega \pm 5\%$  (1 kHz에서)
- 단일지향성
- 전원: 1.5V DC
- 민감도:  $-50 \text{ dB} \pm 4 \text{ dB}$  (0 dB=1 V/Pa, 1 kHz에서)

### 3) MS50B 방수 스피커



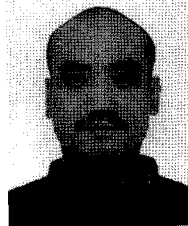
- 2인치 소형 쌍방향 스피커
- 구성: 100 mm Poly-propylene Cone Woofer, 25 mm Super Piezo Tweeter
- 파워: 최대 50 W
- 임피던스: 8  $\Omega$
- 민감도: 88 dB/w/m

### 4) 시스템 제어 컴퓨터

- OS: Microsoft Windows XP Professional Service Pack 2
- CPU: Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU @2.33GHz
- RAM: 1 GB
- HDD: 160 GB
- Network: Intel(R) 82566DM-2 Gigabit Network Connection

## 결 과

- 감시 영상의 미리 정의된 구역에서 움직임 감지 시 카메라 이동/영상전송
- 특정 단어의 음성 감지시 이동단말기에 SMS와 영상 전송
- 음성명령에 따라 카메라 구동
- 음향의 방향 감지 센서 연구개발이 요구됨. 다수의 음향채널을 연결하여 개개의 입력을 비교/분석하는 하드웨어적/소프트웨어적 자원 보유 필요. 화재 등 음향의 패턴 감지는 음성감지 모듈을 개량하여 구현 가능할 것으로 보임.
- 음성 인식을 개선 필수. 환경잡음이 거의 없는 조용한 상태에서 정확하게 발음할수록 인식이 높으나 이것은 실제 현장상황과는 얼마간 상이하므로 환경노이즈 필터링과 보다 지능적인 음성패턴 인식의 기능이 필요. 방대한 양의 모듈 트레이닝과 세심한 파라미터 조정이 요구됨.
- 카메라와 주변 기기의 일체화 필요성. 카메라는 충분히 소형화 되었으나 스피커나 마이크는 비교적 크고 무거우므로 카메라에 직접 장착하여 하나의 기기로 통합하기에는 어려움이 있음.



〈저 자〉

김 태 운

서울시립대학교 도시방재안전  
연구소

ntaewoon@naver.com