
센서 노드와 영상처리 기법을 이용한 불법 침입 감지 시스템 구현

김경중, 정세훈, 심춘보
순천대학교 멀티미디어공학전공

Implementation of Illegal Entry Detection System using Sensor Node and Image Processing

Kyung-Jong Kim, Se-Hoon Jung, Chun-Bo Sim
Dept. of Multimedia Engineering, Sunchon National University
E-mail : {kjkim, shjung, cbsim}@sunchon.ac.kr

요 약

본 논문에서는 보안의 사각지대인 축산 및 농수산물 보관창고와 물류창고 등에서 도난으로 인한 피해 손실의 예방 및 보안률을 높이기 위해 적외선 센서에서 감지한 값과 양방향 무선카메라(DRC)를 통하여 얻어온 영상에 대해서 영상처리 기법을 적용하여 불법 침입자 효율적으로 감지할 수 있는 시스템을 설계 및 구현한다. 본 시스템은 적외선센서로 일정한 감지할 위치를 잡아 감지된 값 발생 시에 카메라로 영상을 습득 하는데 습득된 영상을 영상처리 과정을 통하여 움직임 인자의 판별을 하는 과정을 거쳐 최종적으로 감지, 분석된 결과와 이미지정보를 보안업체 또는 보관창고의 주인의 이동단말기에 송신하여 실시간 감시 할 수 있는 영상분석기술과 저렴한 센싱장비를 이용한 감지 시스템이다.

ABSTRACT

In this paper, we design and implement an illegal entry detection system which efficiently can detect illegal intruders applying image processing technique on the perceived value of the infrared sensor and acquired image from two-way wireless camera(DRC) for prevention of damage caused by theft and the ratio of security in the security of the square such as livestock, agricultural products, and logistics warehouse. At first, the proposed system acquires the image from wireless camera when infrared sensor detect the location of illegal intruders. and then, the system process to determine movement by applying image process technique with acquired image. Finally, we send the detected and analyzed the results and the final image to security company and mobile device of owner.

키워드

USN, 센서노드, 영상처리, 침입감지

1. 서 론

도심과 수기로 떨어져 있는 외곽지역의 농촌은 치안의 사각지대로써 농촌지역의 인구축소와 고

령화로 인하여 도난 범죄에 쉽게 노출되어 있다. 농촌지역에서는 축산, 농수산물 보관창고 및 농가의 비닐하우스안의 가축, 농수산물, 농기계, 농업용경유와 같은 금전적 가치가 있는 것들을 도난당하는 사건이 끊이지 않고 빈번하게 발생하고 있다. 국내에서만이 아닌 국외에서도 발생하는 각종

* 본 연구는 지식경제부의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITA-2009-(C1090-0902-0047))

도난사건들에 농민들은 울타리를 치고 잠금 장치를 하는 등의 보안장치를 해보아도 24시간 지킬 수도 없기 때문에 이런 장치는 무용지물이 아닐 수 없다. 이에 각종 CCTV같은 영상장비 및 적외선 감지 센서를 이용한 사람의 체온을 감지하는 기능을 갖춘 센싱 장비로 경비 업체들은 효율적인 보안시스템을 마련하려고 노력 중에 있다. 하지만 미흡한 부분의 몇 가지 중 태그로 인식하는 출입증 관련 부분에서도 타인의 대여로 인하여 출입이 가능하며 다수의 CCTV를 설치한다 하여도 감시요원의 24시간감시로 인한 인력낭비의 손실이 큰 요인으로 작용한다. 본 시스템에서는 이런 부분을 보완하고자 단순한 CCTV와 다른 무선 적외선 센서감지기와 무선카메라로 설치의 불편함이 없으며 영상처리기술로 영상분석을 함으로 보안시스템의 효율을 높일 수 있다[1-4].

본 논문에서는 영상처리 기술과 적외선 센서를 접목한 다양한 움직임 감지 및 추적기술을 구현하여 효율적인 최적의 보안 시스템을 마련할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 시스템은 적외선으로 침입자를 감지함과 동시에 영상 습득 장치(양방향 무선 카메라)를 통하여 습득된 영상을 영상처리과정을 거쳐 움직임 감지를 하여 움직이는 물체의 판별(얼굴 위치 추적)을 저장된 데이터베이스와 대조하는 과정을 거쳐 침입자의 유무를 확인한다. 사용자의 PC와 이동식 단말기로 영상과 기록 정보를 전송받아 기존 보다 신속한 대응을 하고자 한다. 이에 각종 농작물, 시설물의 도난에 대해서 허술한 보안 관리를 한 단계 향상시킬 수 있다.

II. 제안하는 불법 침입 감지 시스템

2.1 시스템 구조

제안하는 불법 침입 감지 시스템의 개념도는 그림 1과 같다. 침입자 감지 센서와 무선 카메라가 설치되어 수시로 센싱하게 되어있으며, 불법침입자가 발생시에 센싱의 변화 값이 생기게 되는데 이를 무선주파수를 사용하여 시스템 관리자에 보내어지고 시스템관리자는 센싱값의 오차를 확인하여 무선카메라에 영상의 습득을 요청하게 되고 습득된 영상을 영상처리 기술로 침입자의 위치와 특징을 읽어 이를 확인하여 위험요인을 인지하고 이 내용의 기록들과 이미지를 데이터베이스에 저장하고 이 정보를 창고의 주인 또는 경비업체의 이동기기에 전송이 되어 이 정보를 직접 눈으로 판단하여 조취를 취할 수 있는 시스템으로 구성되어 진다.

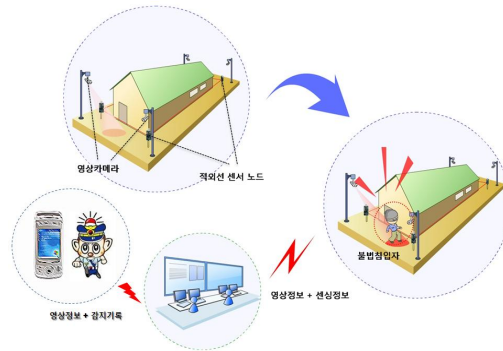


그림 1. 전체 시스템 개념도

2.2 시스템 설계 및 구성요소

제안하는 시스템은 그림 2와 같이 농수산물 창고의 모형에 따라 각각의 모서리 부분에 적외선 포토(Thermopile)센서와 양방향 무선카메라 DRC(Duplex Radio Camera)가 한 조가 되어 건물의 방향별로 내·외부를 결정하여(다중 채널 가능) 적외선 센서의 일정 값을 넘어설 시에 양방향 무선카메라를 작동시킴으로써 영상을 습득하여 이것을 데이터베이스 서버에 센서의 센싱 정보와 영상 정보를 데이터베이스로 저장하게끔 되어지고 영상처리 모듈에 의해서 저장된 영상정보를 분석하게 되는데 영상에서 사람 형태 중 대표적인 얼굴 영역을 검출하게 되는데 검출 결과와 감지 정보로써 의심되는 적외선 값과 분석된 얼굴영역으로 침입자발생 경보를 알린다.

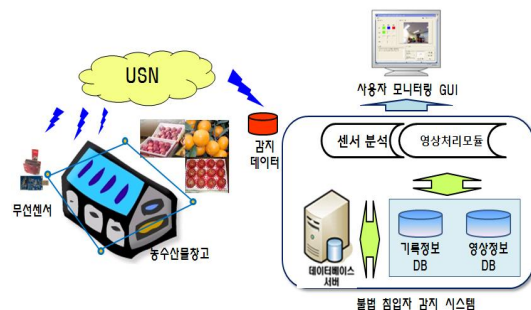


그림 2. 시스템 설계 및 구성도

2.2.1 센서 노드

그림 3(a)와 같이 무선통신을 위한 Hmote에 적외선센서보드를 올려서 RF chip(CC2420)으로 적외선센서의 측정값을 전송할 수 있는데 2.4GHZ 대역의 무선주파수를 사용하며 최대 250kps의 전송률을 지원하고 있고, RF송수신을 제어하여 저전력관리 동작을 지원하여 제한된 에너지를 최대한 활용할 수 있다.



그림 3. 센서 노드와 DRC 카메라

그림 4는 센서 노드의 Mote 시스템 구성을 도식화하여 나타낸 것으로 CPU, Sensor(적외선 포토 센서:thermopile), battery로 이루어져 있다.

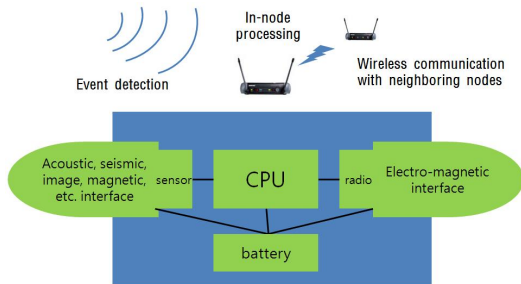


그림 4. 센서 노드의 구성

2.2.2 영상처리 모듈

그림 3(b)는 영상을 송신하기 위한 양방향 무선 카메라(DRC)는 침입자 감지를 원하는 지역에 센서와 한 조로 지역별로 각각의 채널을 구성하게 되는데 센서는 환경에서의 일정온도이상의 인자를 만나면 카메라가 작동하게끔 시스템에 명령을 주고 카메라 작동시키는데 실시간 촬영하는 동영상 아닌 하나의 멈춤 영상을 얻어 오도록 한다. 얻어온 영상을 얼굴 찾는 함수[2]를 통해 얼굴의 색상을 이용하지 않고 얼굴의 눈, 코, 입 등의 조합을 이용한다. 이를 위해 다양한 얼굴 데이터베이스 통계작업이 필요하고 이 자료를 바탕으로 영상에서 얼굴을 찾는다. 그림 5에서는 사람 얼굴 인지의 과정을 보여주고 있다. 위의 시스템에서 센서감지 동작 후 카메라에 의해서 영상 하나를 얻어내면 얼굴 찾는 함수를 호출하게 된다. 영상 내에서 얼굴이 있는지가 확인이 되면 영상을 데이터베이스에 기록과 함께 저장되고 사용자의 영상 창에 비춰지게 된다. 하지만 영상에 얼굴이 없으면 얻은 영상은 저장하지 않고 얼굴을 찾을 때까지 지속적인 루프를 돌게 된다. 영상을 습득하고 찾게 되는 과정을 거치게 된다[5-6].

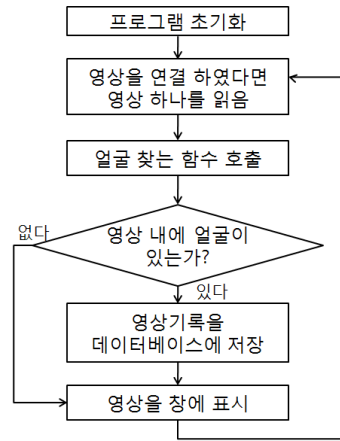


그림 5. 얼굴 인식 flow chart

그림 6의 얼굴 추출 함수는 XML 파일을 읽어 Haar(물체의 특징점 학습 알고리즘) 분류기 정보를 가져 온다. 연결된 카메라에서 캡처를 하게 되는데 이 영상을 전처리 과정을 거쳐 얼굴을 추출하게 되는데 영상 내 추출된 얼굴들(다수의 얼굴)을 최종적으로 사용자 시스템에 영상을 표시 하게 된다.

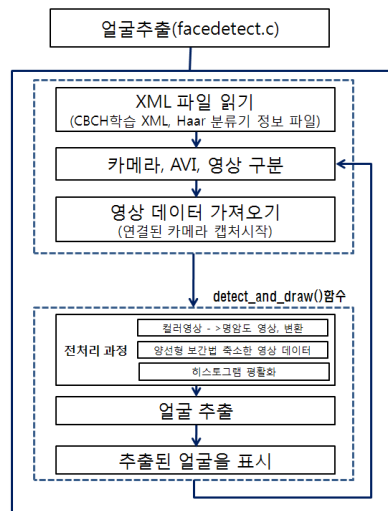


그림 6. 얼굴 추출 과정

2.3 데이터베이스 스키마

센서 모듈과 영상처리 모듈을 통하여 얻어온 정보들은 각각의 DB에 정리하여 저장하게 되는데 그림 7에서는 3개의 센서와 카메라에서 얻어온 날짜와 위치 그리고 이미지 데이터의 저장 위치를 알려주는 DB 값들에 대한 데이터베이스 설계 내용을 ER 다이어그램으로 표현하고 있다.

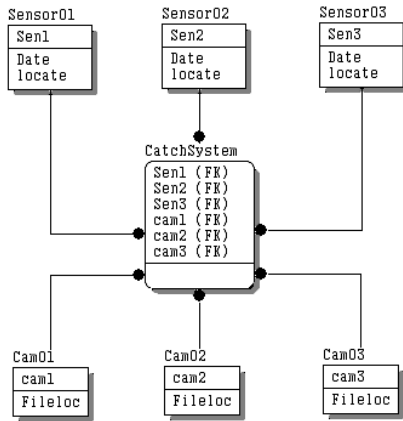


그림 7. 데이터베이스 스키마 구조

III. 구현 결과

제안된 불법 감지 시스템은 Visual C++ 6.0 MFC를 이용하여 구현하였으며, 영상처리를 위해서는 오픈소스 영상처리 라이브러리인 Intel社의 OpenCV 1.0를 사용하였고 영상파일과 기록정보를 저장하여 관리하도록 데이터베이스 서버에는 MS-SQL Server 2005를 사용하여 구축하였다. 아울러 양방향 무선카메라(DRC)는 VGA급 CMOS 이미지 센서 30fps를 갖추고 있으며 시리얼통신 RS232 인터페이스를 지원하여 USB로 컴퓨터에 연결할 수 있고 nRF24L01칩을 탑재한 수신기는 2.4GHz 2Mbit/s의 대역폭을 가지고 있다.

그림 8은 윈도우 MFC콘솔에서 사용자에게 제공하는 GUI와 감지결과 예시를 보여주고 있다. 사용자가 직접 Start/Stop 버튼으로 감지가 필요한 시각에 작동을 시킬 수 있으며 Step1 센서와 카메라의 감시 대기상태, Step2 센서 감지 그리고 마지막 Step3의 영상취득 이렇게 3단계를 거쳐 [CH1]의 센서가 설치된 지역에서의 침입자 위치 알려주어 영상을 화면에 나타내어 침입자 이미지와 침입자 감지 시간이 언제 인지를 사용자에게 알려준다.



그림 8. 침입자 감시시스템 GUI (센서 감지와 확인과 침입자의 모습)

IV. 결론

본 논문에서는 적외선센서와 무선 양방향카메라를 이용하여 감지된 침입자의 정보를 서버에 저장하고 이를 컴퓨터 콘솔 GUI로 침입기록과 영상정보를 전달하는 불법 침입자 감지시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 USN기술을 이용한 센서 및 카메라와 모바일 통신을 이용한 침입 정보의 확실성, 보안의 효율성을 높이고 설치의 확장성과 간편한 설치로 인하여 사용자에게 다양한 편의를 제공 할 수 있어 본 논문에서 제안한 방법은 보안시스템 등에 널리 응용되어 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 얼굴을 감지함으로써 침입자를 감시하는데 다수의 사람 입출입이 발생하면 비침입자 여부를 판단할 수가 없다. 그래서 침입 비침입 정보의 구분 즉, 패턴인식을 통해서 침입자의 정보를 정확하게 판단하는 문제가 남아있다.

참고문헌

- [1] 양성수, 지유강, 박수봉, "차 영상을 이용한 실시간 무인 영상 감시시스템" 제16권, 2006.
- [2] 문영식, 이정훈, "무인 영상 감시 시스템을 위한 실시간 얼굴 영역 추출 알고리즘" 1999.
- [3] 박진홍, 장국렬, 박순영, 방만원, "무인감시시스템 구현을 위한 이동체 인식 알고리즘에 관한 연구", 木浦大學校 情報産業研究所, Vol.4 No.- [1996]
- [4] 이경미, 이윤미, "모바일 플랫폼 기반의 사람 추적 감시시스템" 한국콘텐츠학회논문지, 7권, 8호, 2007.
- [5] 황선규, "영상처리 프로그래밍 by Visual C++", 한빛 미디어
- [6] 정성환, 이문호, "오픈소스 OpenCV를 이용한 컴퓨터 비전 실무 프로그래밍", 홍릉과학출판사