

객체 움직임 인식기법을 이용한 침입탐지 시스템

장성모[○], 박현근^{*}, 서정민^{**}, 이상문^{*}

[○]충주대학교 컴퓨터정보공학과, ^{**}건국대학교 컴퓨터공학과

e-mail: smlee@cjnu.ac.kr

A Intrusion Detection System Using Object Motion Recognition Method

Sung Mo Jang[○], Hyon Gun Park^{*}, Jeong Min Seo^{**}, Sang Moon Lee^{*}

[○]Dept. of Computer Information Engineering, Chungju Nat'l University

^{**}Dept. of Computer Engineering, Konkuk University

● 요약 ●

본 논문에서는 저가의 비용으로 구축이 가능한 USB 인터페이스용 PC 카메라를 이용한다. 사람의 침입이나 사람의 움직임을 감시할 필요가 있는 장소에 카메라를 설치하여 영상을 계속 감시한다. 감시가 필요한 장소에 설치된 각 카메라의 영상에 변화를 저장하여 기록하는데 있어서, 비교적 적은 비용이 필요하다. 또한 감시가 필요한 장소를 보다 안전하고 정확하게 감시할 수 있는 무인 침입탐지시스템에 영상처리와 영상인식 기술을 이용하여 실시간 감시시스템을 구현한다. 구현한 시스템은 웹을 기반으로 다양한 원격지의 화상 자료의 신속한 전송, 정확성의 구현, 특정 움직임의 캡처 및 선택, 검색, 자동 움직임 감지 등의 장점을 제공한다. 또한 독자적 시스템을 제공하여 다수의 시스템을 영상 입력 서버로 이용이 가능하도록 하였다. 뿐만 아니라, 서버에 C/S 형태의 시스템도 함께 제공하여, 영상인식 모듈을 탑재할 수도 있다. 덧붙여 인터넷을 통한 자료의 전송기술 및 QoS 만족을 위한 자료의 압축 및 품질 향상 기술을 적용하여 원격 출력과 원격 전송이 가능하여 저장 장치의 유지 관리 및 설치면에서 많은 경제적 이점이 있다.

키워드: 침입(Intrusion), 감시(Detection), 동작인식(Motion Recognition)

I. 서론

영상처리를 이용한 분야 중 영상 인식의 응용 기술로는 얼굴 및 표정 인식, 제스처인식, 가상현실 등이 있으며 근래에 들어서 개인의 독특한 신체적 특징이나 습관 등을 이용하여 개인의 신원을 확인하는 방법인 생체인식(Bio metrics)에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 여러 기관에서도 관리 시스템에 이 영상처리를 이용하여 신분 및 인원을 파악하여 관리하는 무인 자동화 시스템을 많이 도입하고 있다. 하지만 CCTV등을 이용한 시스템은 고가의 비용이 소요되어 일반사용자들이 사용하기에는 무리가 있어 보안업체를 이용한 침입센서만을 이용하는 경우가 많다. 또한 기존의 시스템은 전용선이나 직렬 케이블 등을 이용하여 거리와 연결하는 기기의 수를 제한받아 원격지에서 이용이 불가능했고, 복수개의 카메라를 통하여 캡처된 화상 자료를 동시에 전송 시 자료의 손실이 자주 발생하고, 동영상 파일의 대용량으로 인한 전송속도 지연, 저장 매체 검색의 비효율성 등 시스템 사용상의 불편과 관리에 많은 문제점을 갖고 있다[1, 2].

이에 본 논문에서는 저가의 비용으로 구축이 가능한 USB 인터페이스용 PC 카메라를 이용한다. 사람의 침입이나 사람의 움직임을 감시할 필요가 있는 장소에 카메라를 설치하여 영상을 계속 감

시한다. 감시가 필요한 장소에 설치된 각 카메라의 영상에 변화를 저장하여 기록하는데 있어서, 비교적 적은 비용을 사용하고 감시가 필요한 장소를 보다 안전하고 정확하게 감시할 수 있는 무인 침입탐지시스템에 영상처리와 영상인식 기술을 이용하여 실시간 감시시스템을 구현한다. 구현한 시스템은 웹을 기반으로 다양한 원격지의 화상 자료의 신속한 전송, 정확성의 구현, 특정 움직임의 캡처 및 선택, 검색, 자동 움직임 감지 등의 장점을 제공한다.

II. 모션인식 알고리즘

일반적으로 움직이는 객체를 추적하는 방법은 영상과 영상의 차영상을 이용하는 것이 일반적이다[3, 4, 5]. 차영상은 배경 영상을 설정하고, 이 배경 영상과 현재 영상의 차이(변화)를 이용하는 방법이다. 그러나 배경 영상이 사무실과 같은 폐쇄되어 있고, 출입이 잦지 않는 시간대라면 크게 변동이 없지만 많은 사람들이 활동하는 장소나 시간대라면 일정한 배경 영상을 취득하기 어렵다. 따라서 이러한 단점을 보완하면서 정확한 움직임을 추출하기 위해 Gaussian Mixture Learning 방법이나 적응형 차 방법을 사용하는데, 본 논문에서는 적응형 배경 차 방법에 따라 필터를 변형 구

현하여 사용하였다.

우선 B_t 를 시간 t에서의 배경 영상이라 하고, B_{t+1} 을 새롭게 갱신된 배경 영상, C_t 를 시간 t에서 입력받은 현재 영상이라 한다. 그리고 배경 영상과 입력 영상에서 적절한 가중치(threshold value)를 부여하여 움직이는 객체를 배경에서 제외하는 역할을 하는 필터(threshold filter)를 ϵ 라 한다. 처음에 아무런 움직임이 없는 영상이 입력됐다고 가정하면 $\epsilon = 0$ 으로 할 수 있으므로 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$B_{t+1} = \epsilon I_t + (1 - \epsilon)B_t \quad \text{식(1)}$$

두 번째 단계는 갱신된 배경 영상에 움직임이 있는 객체가 검출되었을 경우 배경 영상과 입력 영상과의 차 영상을 구한 후 움직이는 물체만을 구하기 위하여 영상을 이진화 시키는데, 이를 아래의 식(2)와 같이 표현한다.

$$Bi(D_t) = \begin{cases} 1 & \text{if } D_t > \tau \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(2)}$$

$$\tau = m(D_t) + \sigma(D_t)$$

식(2)에서 D_t 는 입력 영상과 배경 영상과의 차를 나타내는 것이고 τ 는 이진 영상을 검출하기 위한 임계값을 의미한다. 또한 $Bi(D_t)$ 는 차영상에 의한 이진 영상, $m(D_t)$ 는 차영상 D_t 에 $n \times n$ 크기의 윈도우를 이용하여 얻은 평균값을 의미하며, $\sigma(D_t)$ 는 차영상의 표준편차를 나타낸다. 위의 식(28)의 의한 결과값을 식(1)에 적용하여 움직임이 있는 픽셀이면 다음 배경 영상의 픽셀 값을 변경하고, 움직임이 없는 픽셀은 다음 배경 영상의 이전 배경 영상 픽셀 값을 계속 유지한다. 이 때 사용하는 ϵ 는 움직이는 객체가 나타날 확률 값에 따라 적용하는데, $\epsilon = \text{prob}(Bi(D_t) = 1 | B_t \neq I_t)$ 가 적절한 것으로 나타났으며, 이는 확률이 클수록 ϵ 값이 커져서 입력 영상이 배경 영상에 크게 영향을 미친다. 이렇게 구한 배경 영상을 구한다.

제안하는 시스템에서 입력받은 영상은 24BPP(Bit Per Pixel)의 해상도를 갖는 RGB 이미지로 이를 현재 영상(C_t)라 하고, C_t 를 이진화하여 흑백의 배경 영상(처음 입력된 영상일 경우이며, 처음 입력된 영상이 아닌 경우 현재 영상의 직전 영상, B_t)으로 저장한다. 다음 배경 영상과 현재 영상의 차이를 구하여 변화된 부분을 추출한다. 이때 우리는 D_t 와 ϵ 를 적용한다^{9, 10}.

그리고 다수개의 움직임이 포착된 경우 각각의 객체를 분리하여 처리하는 알고리즘이 있다. 다수의 객체를 동시에 포착하여 각각의 객체에 번호를 부여하는 알고리즘으로 BlobCounter() 함수를 구현하였다.



그림 1. 다수의 동작 객체 표시 결과

그림 1에서 먼저 진입한 차량이 2번 객체로 인식하는 이유는 영상을 검색하는 방향이 좌측 윗부분(0, 0)에서부터 이미지를 검색하기 때문이다.

III. 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 구현한 시스템의 전체적인 구성은 다음의 그림 2와 같다.

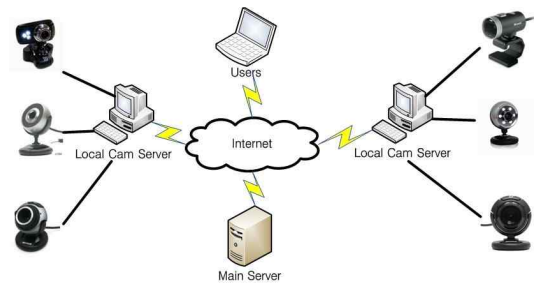


그림 2. 시스템 구성도

이 논문에서 제안하는 시스템은 그림 2에서 보여주고 있듯이 여러 개의 사이트별로 로컬서버를 두고 그 서버에 각각의 웹 카메라와 같은 영상 입력 장치를 설치하는 것이다. 또한 각각의 로컬 서버는 인터넷을 이용하여 메인 서버로 연결이 되어 사용자는 메인 서버를 통해 각각의 로컬 서버에 연결되어 있는 카메라의 입력 영상을 모니터링 할 수 있다. 또한 로컬 서버와 메인 서버는 카메라에서 입력된 영상에서 움직임이 감지되었을 경우 즉각적으로 움직임 감지를 화면상에 표시하게 된다. 물론 휴대전화와 같은 무선 통신시스템을 이용하여 침입을 알릴 수 있지만 이 논문에서는 이러한 방법은 제외하였다.

제안하는 시스템은 Windows XP SP2의 OS 환경에서 언어로는 MS Visual Studio 2005의 C#을 이용하여 구현하였으며, 카메라는 시스템에 설치되어 있는 H/W의 디바이스를 그대로 이용할 수 있도록 하였다. 또한 로컬에 설치된 카메라뿐만 아니라 원격

지에 설치된 카메라도 웹을 통해 접근할 수 있도록 구현하였다.

시스템은 기본적으로 로컬에 저장되어 있는 동영상 파일을 열 수 있고, 또한 로컬에 설치된 카메라 디바이스를 연결하여 영상을 입력받거나 원격지 카메라를 직접 접근하여 실시간으로 영상을 입력 받을 수 있다.

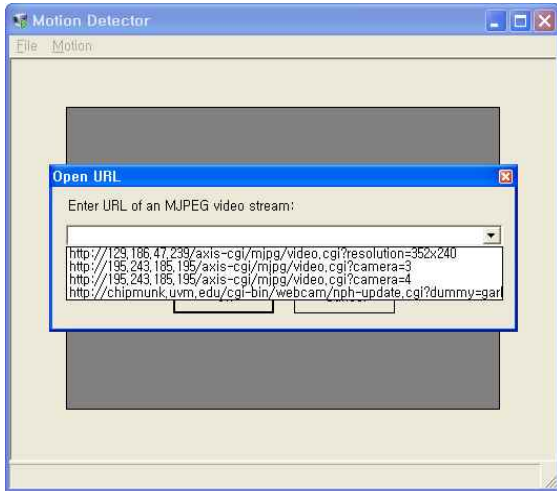


그림 3. URL을 이용한 원격 카메라 열기

그림 3은 원격지의 카메라에 접근하여 영상을 입력 받을 수 있도록 URL 주소를 입력하는 화면이다.

그림 4는 실제 원격 카메라에 접근하여 영상을 실시간으로 입력 받아 모션을 포착하는 화면이다.

그림 5는 프로그램에서 동영상 감지 프레임을 저장할 것인지 여부를 결정하고, 동작이 포착되었을 경우 알람을 울린 것인지를 여부를 체크하는 메뉴이다.

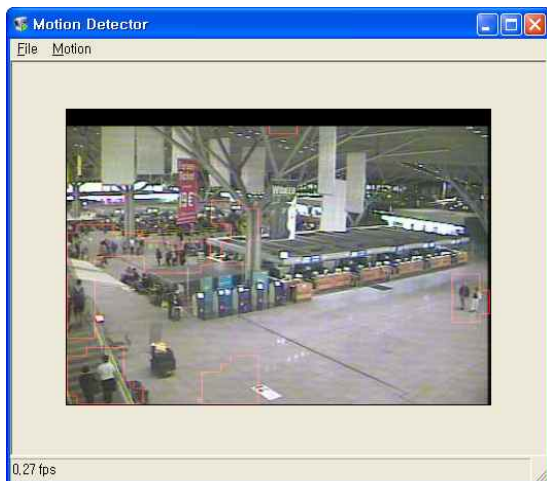


그림 4. 원격 카메라 영상 감시 결과

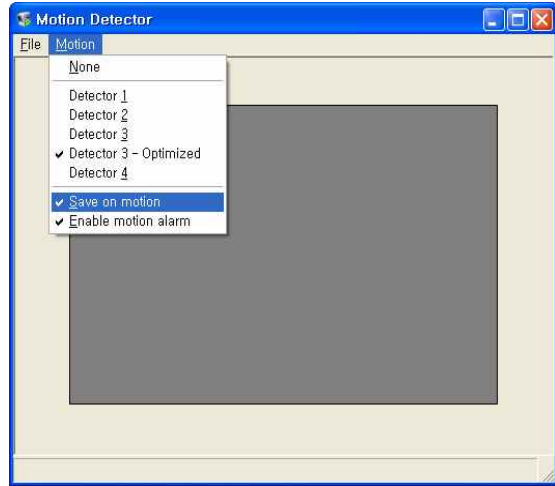


그림 5. 프로그램의 프레임 저장 및 알람 설정 화면

IV. 시스템 평가

카메라와 같은 영상 입력기기를 이용하여 동작을 추적하고 침입을 탐지하는 시스템에서 가장 중요한 것은 움직이는 객체의 인식이다. 즉, 움직임 센서를 이용하는 것이 아니라 자료의 크기가 큰 영상만을 이용하여 수행하기 때문에 계산수를 줄여야 하는 것이 가장 중요하다. 그러나 대부분의 영상을 이용한 침입탐지 시스템은 본 시스템에서와 같이 영상의 차영상을 이용하는 것으로, 이는 많은 계산량을 초래한다. 그중에서도 배경 영상을 변경하는 모둘이 가장 큰 계산량을 갖고 있으므로 배경 영상의 재합성 및 설정 효율이 높아야 함은 주지의 사실이다.



그림 6. 파일별 배경화면 변경 비율

본 논문에서 제안한 시스템을 이용하여 배경 영상의 변경 비율을 측정된 결과 그림 6과 같은 결과를 얻었다. 그림 6의 결과에 의하면 입력 동영상을 구성하는 전체 프레임의 약 90% 정도가 배경 이미지로 사용하기 위해 변경됨을 알 수 있다. 이는 정확한 동작 객체를 추적하기 위해 반드시 필요한 알고리즘이므로 임계값을 작게하여 어느 정도 변경 비율을 낮출 수 있으나, 이러한 경우 그림 7과 같이 인식율의 저하를 초래하는 문제가 발생한다. 그러나 임계값을 높이면 배경 영상의 변화율에 비해 인식율의 현저한 증가가 없고 임계값을 줄이면 변화율과 함께 인식율도 함께 하강하므로 본 시스템의 시험 결과 임계값은 15가 적당함을 알 수 있다.

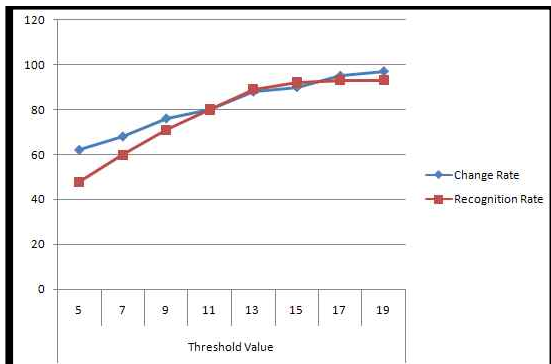


그림 7. 임계값에 따른 배경 변화율과 인식율

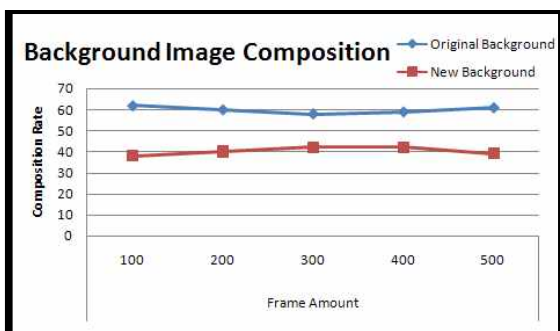


그림 8. 배경 영상 구성 요소 비율

그림 8은 새롭게 변화된 배경 영상의 구성 비율을 측정된 결과로 그래프에 의하면 일반적으로 직전 배경 영상이 약 60%, 새롭게 선정된 후보 배경 영상이 약 40%의 비율로 구성되는 것을 알 수 있다. 하지만 장소에 따라 배경 영상의 구성 비율은 많은 차이를 보일 수 있다. 정적인 공간에서 움직임이 많지 않은 장소예: 공원, 고속도로 호숫가 등의 경우에는 영상의 많은 부분이 움직이지 않는 자연물이나 인공물로 구성되어 후보 배경 영상이 큰 비율을 차지하지 않지만 광장이나 변화의 거리와 같은 공간에서는 많은 사람들로 인하여 배경이 바뀌므로 실제 배경 영상 자체가 의미가 없어지게 된다.

V. 결론

지금까지 저가의 PC용 카메라를 사용한 실시간 침입감지시스템에 대해 살펴보았다. 본 시스템은 사용자가 설치하는데 경제적 부담은 덜 수 있을 뿐만 아니라 다수의 영상 입력 서버를 하나의 사용자 클라이언트에 연결하여 사용자가 중앙에서 모든 영상 입력 시스템을 감시감독할 수 있는 장점이 있다.

따라서 카메라의 증가나 영상 입력 시스템의 확장이 용이하다는 장점 또한 함께 갖고 있다. 그러나 너무 경제적인 비용을 중시하여 시스템을 구현하다보니 입력 영상의 질 저하로 인하여 작은 외형을 갖고 있는 동물들의 침입을 탐지하는 데에는 인식을 저하를 가져 왔다.

하지만 이러한 방법은 [6]에서 사용한 영상의 크기 변화를 이용하여 탐지하면 해결 할 수 있었다.

또 다른 문제점으로는 영상의 밝기에 따른 인식률의 오류가 발생하였다. 이에 향후 시스템 확장 방향으로 영상의 밝기나 주위의 빛에 따른 인식률 변화 문제를 해결할 것이다.

참고문헌

- [1] S. M. Smith, "Reviews of Optical Flow, Motion Segmentation, Edge Finding and Corner Finding", Technical Report TR97SMS1c, Department of Clinical Neurology, Oxford University, 1997.
- [2] 장근수, "MPEG-4를 기반으로 한 스테레오 영상에서 최적 스네이크 포인트를 이용한 객체추적 알고리즘에 관한 연구", 배재대학교대학원 박사학위논문, 2005. 2.
- [3] [D. J. Dailey and L. Li, "Video Image Processing to Create a Speed Sensor", Final WSDOT Research Report, University of Washington, March 1999.
- [4] P. J. Bert and J. R. Bergen, "Object Tracking with a Moving Camera", Proc. of Workshop on Visual Motion, pp.2-12, 1989.
- [5] 한국과학기술연구원, "현장감 3차원 영상 디스플레이 기술 개발에 관한 연구/3차년도", 정보통신부, pp150~161, 2001.
- [6] D. J. Dailey and L. Li, "Video Image Processing to Create a Speed Sensor", Final WSDOT Research Report, University of Washington, March 1999.
- [7] 이진성, 이훈철, 김성대, "적외선 영상에서 움직임 영역 검출을 이용한 목표물 검출 및 추적 기법", 제 12회 신호처리합동학술대회 논문집, pp.185-188, 1999.
- [8] 조성련, "얼굴인식을 위한 누적 차영상 기반의 얼굴 영역 검출에 관한 연구", 연세대학교대학원석사학위논문, 2000. 2.
- [9] 최정훈, "영상인식 기술을 이용한 실시간동작 이동 모니터링 감시시스템", 충주대학교 산업대학원 석사학위논문, 2010. 2.
- [10] 최정훈, 이상문, 서정민, 장일기, 김병관, "영상인식 기술을 이용한 실시간 감시시스템", 한국멀티미디어학회 춘계학술대회논문집, Vol.12, No.1, pp22-23, 2009. 5.