

모바일 기반의 감시 시스템 구현을 위한 동작 검출 기법에 관한 연구

김형균*, 고석만**, 오무송*

*조선대학교 컴퓨터공학부

**제주산업정보대학 인터넷 비즈니스과

A Study on Motion detection for the Surveillance System based on Mobile

Hyeong gyun Kim*, Seok Man Go**, Moo song Oh*

*Dept. of Computer , Chosun University

**Jeju College of Technology

E-mail : multikim87@hanmail.net

요 약

본 논문에서는 동작 검출 기법을 소형 화상 카메라에 적용하여 감시 영상을 검출하고 검출된 감시영상은 모바일 환경에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 함으로써 실시간 모바일 감시 시스템을 구축하고자 한다. 동작 검출 기법으로는 기존에 사용되던 차 영상의 화소 값을 이용한 검출 기법을 보완한 블록단위의 특징 값을 비교하는 기법을 제안한다. 제안된 기법은 영상처리에서 프레임 메모리를 사용하지 않고, 기존 영상과 현재 영상의 블록별 특징 값만을 비교하기 때문에 처리 속도가 현저하게 향상되었다. 추출된 감시 영상을 전송하기 위한 모바일 클라이언트는 국내 모바일 표준 플랫폼 규격으로 사용하고 있는 WIPI SDK를 이용해 구현하고자 한다.

키워드

Motion, Surveillance System, Mobile

I. 서 론

최근 들어 사회적인 범죄의 급증에 따라 침입이나 위험한 요소로부터 가정이나 작업장을 보호하고자 하는 노력이 끊임없이 계속되고 있다.

고성능 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 고가의 CCD카메라와 이미지 캡처보드 대신에 USB전송방식을 적용한 저가격의 소형 카메라의 등장[1,2]은 Low-Cost 지향의 감시 시스템을 구현할 수 있는 계기를 가져다 주었다. 실제로 컴퓨터에 부착한 소형 화상 카메라로부터 촬영된 영상을 실시간으로 Web상에 전송하는 응용은 유치원 관찰 시스템 등에 사용[3]되고 있지만, 고가의 영상 감시 시스템에서 사용하는 동작 검출 기법을 이용한 보안 시스템에는 적용하지 못하고 있다.

본 논문에서는 동작 검출 기법을 소형 화상 카메라에 적용하여 감시 영상을 추출하고 검출된 감

시영상은 모바일 환경에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 시스템을 구축하고자 한다. 동작 검출 기법으로는 기존에 사용되던 차 영상의 화소 값을 이용한 검출 기법을 보완한 블록단위의 특징 값을 비교하는 기법을 제안한다. 추출된 감시 영상을 전송하기 위한 모바일 클라이언트는 국내 모바일 표준 플랫폼 규격으로 사용하고 있는 WIPI SDK를 이용해 구현하고자 한다.

II. 동작 검출 기법에 관한 연구

차 영상을 이용한 동작 검출 알고리즘은 두 영상의 화소 값을 직접 이용하기 때문에 각 화소 단위의 많은 정보를 얻을 수 있고 차 영상의 다양한 통계적 특성을 이용하여 동작을 검출할 수 있다

는 장점을 가지고 있지만 기존 영상의 모든 화소 값을 저장하고 있어야 하므로 많은 메모리가 필요하고 화소 단위의 데이터 연산을 하기 때문에 카메라의 노이즈나 외부 환경 변화에 민감하게 반응하는 단점을 지닌다. 그러므로 대부분의 경우 외부 환경이나 응용하려는 목적에 맞는 특징 값과 알고리즘을 사용하여 이동 물체를 검출하는 방법을 사용하게 된다.

화소 값을 이용하여 동작 검출을 수행하는 방법은 차 영상의 화소 값을 이용하기 때문에 적어도 배경 영상을 저장할 메모리가 필요하고 화소 단위의 데이터 처리로 인하여 수행 시간의 증가와 노이즈에 민감한 단점을 감수해야만 한다. 이러한 단점을 해결하고 노이즈에 강인한 성질을 갖게 하기 위해서 본 연구에서는 블록 단위의 특징 값을 비교하는 기법을 제안하였다.

블록 단위로 특징 값을 얻는 경우, 기존 영상과 현재 영상의 블록 특징 값만을 비교하기 때문에 영상을 저장하기 위한 프레임 메모리가 필요 없고 블록의 특징 값만을 저장하면 된다. 또한 블록 단위로 통계적 특징 값을 구하는 과정에서 화소 값을 이용한 동작 검출 보다 노이즈에 대한 영향을 감소시키고 카메라의 흔들림 등에 덜 민감한 효과를 얻을 수 있다.

본 논문에서 제안한 동작 검출 기법의 알고리즘은 다음과 같다.

- 첫째, 기존 영상을 일정한 크기로 분할(8x6)
- 둘째, 분할된 블록에서 픽셀별로 명도 값 추출
- 셋째, 각각의 명도(0~255)별로 갯수를 카운트하여 배열에 저장
- 넷째, 현재 영상 분할 후 블록별 특징 값 산출
- 다섯째, 기존 영상과 현재 영상의 블록별 특징 값을 비교하여 유사도 산출
- 여섯째, 유사도와 임계값을 비교하여 동작 검출 여부 판정

III. 모바일 기반의 감시 시스템 구현

1. 화상 캡처 모듈

화상 캡처 모듈에서 영상 획득 과정은 일반 영상 처리에 적용하는 CCD카메라가 이미지 캡처 보드를 사용하는 것과는 달리 USB 연결 방식의 PC용 카메라(이하 화상 캠)로 입력되는 영상을 직접 화면에 재생한다. 화상 캠에서 연속적으로 입력되는 영상은 USB 포트를 통해서 연속영상을 메인보드로 전송하고, 이 전송된 영상들은 WDM과 Direct Show를 기반으로 영상을 재현하는 것이다. 그림 1은 본 논문에서 설계한 감시 시스템의 실행 초기 화면으로 동작 검출 모듈이 실행되기 전에는 USB 포트로 입력되는 연속 영상을 처리해서 화면 좌측 상단의 프레임으로 전송한다.

2. 동작 검출 모듈

화상 캡처 모듈에서 순차적으로 들어오는 기존 영상과 현재 영상을 비교하여 본 논문에서 제안한 동작 검출 알고리즘에 따라 동작을 검출하는 모듈이다. 이때 사용자는 동작 검출의 여부를 결정하는 임계값을 설정할 수 있다.

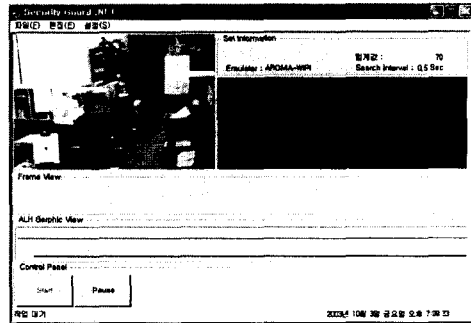


그림 1. 감시 시스템 초기화면

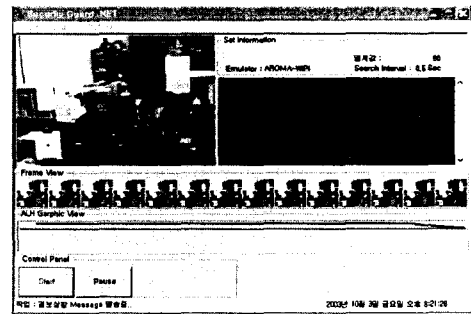


그림 2. 동작 검출 화면

3. 모바일 단말기 전송 모듈

그림 3은 동작 검출 모듈에서 침입자를 탐지할 경우 SMS 메시지를 감시자의 모바일 단말기로 전송하는 과정을 WIPI 에뮬레이터를 이용하여 구현한 화면이다. 동작 검출 모듈에서 유사도를 계산한 결과치가 임계값 보다 낮게 되면 동작 검출로 감지하고 SMS 메시지를 사용자의 모바일 단말기로 전송하게 된다.

SMS 메시지를 전송받은 감시자가 [연결]버튼을 누르게 되면 감시 시스템의 웹서버에 접속되어 그림 37과 같이 감시장소의 영상을 연속적으로 전송받을 수 있게 된다.

본 논문에서 구현한 시스템이 실시간 영상을 모바일 단말기로 전송하기 위해서는 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

첫째, 모바일 단말기로 영상을 전송받기 위해서는 무선 인터넷을 사용할 수 있어야 하며, WAP 브



그림 3. SMS 전송 화면

라우저가 탑재되어 있는 휴대폰이 있어야 한다. 따라서 기존의 모든 휴대폰을 지원할 수는 없다.

둘째, 모바일 단말기 내에 별도의 소프트웨어 없이 WAP에서 지원해주는 이미지만을 사용하여 영상을 전송하고자 한다.

셋째, 현재 실시간 영상 및 동영상을 사용자의 요청없이 휴대폰으로 직접 전송할 수 있는 방법은 없다. 하지만 감시 시스템에서는 경보상황 발생 시 모바일 단말기로 먼저 SMS와 같은 서비스를 통해 사용자에게 통보하고 감시 시스템의 내부 모듈에서는 경보상황이 종료될 때까지 영상을 JPEG형태로 압축저장하여 모바일 단말기로 전송할 수 있는 WML컨텐츠로 구성한다. 사용자는 통보받은 웹사이트의 URL에 요청하면 준비된 웹사이트의 컨텐츠로부터 전송을 받을 수 있다.

넷째, 모바일 단말기로의 영상 전송 기법은 국내 이동통신 업체에서 상용화되어 있는 WAP 폴 기반 영상전송 방법을 사용하였다.

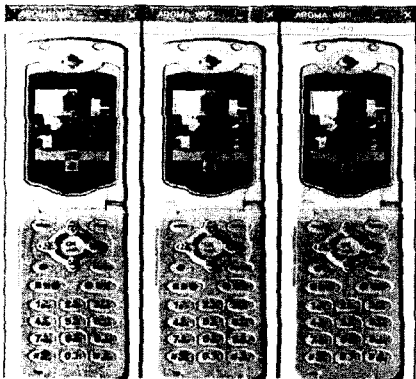


그림 4. 침입자 영상 전송 화면

IV. 구현 및 평가

본 시스템의 구현 환경은 표 1과 같다. 동작 검출 서버는 Windows 2000 Server에 기반하여 설계되었으며, 검출영상의 저장 및 관리를 위하여 MS-SQL 2000 Server를 사용하였다. 모바일 클라이언트는 국내 모바일 표준 플랫폼 규격으로 사용하고 있는 WIPI 에뮬레이터를 이용하였다.

표 1. 시스템 구현 환경

구분	동작 검출 서버	모바일 클라이언트
Operating System	Windows 2000 Server	Windows CE
Programming Language	VB.net	WIPI SDK WML
Web & DB Programming	ASP.net, MS-SQL Server 2000	

1. 장소별 동작검출 실험

본 논문에서 구현한 실시간 모바일 감시시스템을 이용하여 3개 장소에서 동작 검출 실험을 주간과 야간에 걸쳐 각각 실시하였다.

그림 5는 장소 A에 감시시스템을 주간에 설치한 화면으로 침입자가 발견되지 않아 유사비가 임계값보다 높게 처리되는 정상적인 화면이다. 임계값은 76을 사용하였다.

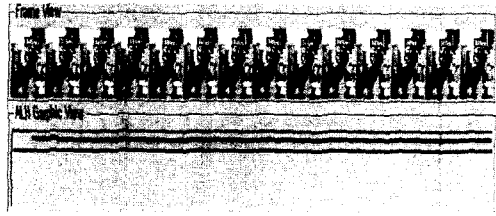


그림 5. 장소 A의 주간 정상화면

그림 6은 장소 A에 감시시스템을 주간에 설치한 화면으로 침입자가 탐지되어 유사비가 임계값 76보다 낮게 처리되어 동작 검출이 발생하는 화면이다.

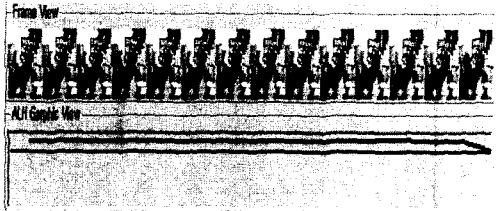


그림 6. 장소 A의 주간 동작검출화면

2. 블록 크기의 변화에 따른 성능 평가

본 논문에서 사용한 동작 검출 기법으로 기존에 사용되던 차 영상의 화소 값을 이용한 검출 기법을 보완한 블록단위의 특징 값을 비교하는 기법을 사용했다. 여기에 적용할 블록의 크기를 4x3, 8x6, 12x9, 16x12로 구분하여 평가해 본 결과 그림 7과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

따라서 본 논문에서는 평가 결과 가장 우수한 성능을 보인 8x6 크기의 블록 분할을 사용하여 시스템을 구현하였다.

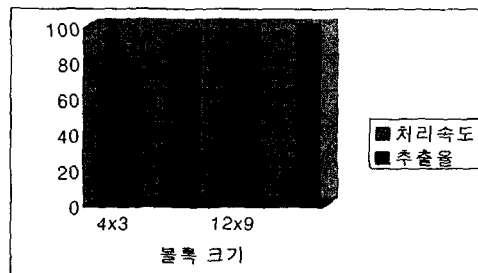


그림7. 블록 크기별 성능 평가

2. 임계값의 변화에 따른 성능 평가

동작 검출을 위하여 기준 영상과 현재 영상을 분할된 블록별로 비교하여 유사값을 산출한 후 지정된 임계값과 비교를 하여 동작 검출 여부를 판정하게 된다. 이때 사용할 임계값의 변화에 따른 동작 검출 여부를 평가해 본 결과 그림 8과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

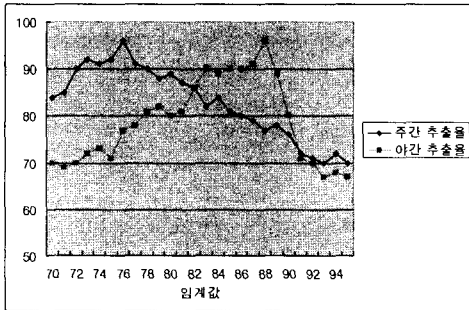


그림 8. 임계값의 변화에 따른 추출율

평가 결과를 확인해 보면 주간에는 임계값 76에서 가장 좋은 동작 추출율을 보였고, 야간에는 임계값 88에서 가장 좋은 동작 추출율을 보였다.

3. 기존 방법들과의 성능 평가

표 2는 본 논문에서 제안한 시스템과 기존 방법들과의 성능을 비교한 결과표이다. 성능 비교에 사용된 영상은 320×240 해상도의 24bit 컬러영상을 사용하였다. 성능 평가는 FPS(Frame Per Second)와 추출율 두 가지 항목에 걸쳐 시행했다.

표 2. 시스템 성능 평가

구분	처리속도(FPS)	추출율
차영상 기반의 방법	5~8	89%
히스토그램 기반의 방법	11~16	94%
윤곽선 기반의 방법	14~19	96%
제안한 방법	17~23	96%

표 2에서 보는 바와 같이 블록별 특징 값을 이용한 동작 검출 기법이 기존의 방법들에 비해 처리 속도 면에서 향상된 것을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서 제안한 동작 검출기법을 기반으로 한 실시간 모바일 감시 시스템은 소형 화상 카메라를 이용하여 PC상에서 구현할 수 있도록 함으로써 저렴한 비용으로 시스템 구축이 이루어 졌고, 동작 검출을 위한 영상처리에서 프레임 메모리를 사용하지 않고, 기준 영상과 현재 영상의 블록별 특징 값만을 비교하기 때문에 처리 속도가 현저하게 향상되었다. 여기에 적용할 블록의 크기를 4×3, 8×6, 12×9, 16×12로 구분하여 평가해 본 결과 가장 우수한 성능을 보인 8×6 크기의 블록 분할을 사용하여 시스템을 구현하였다.

FPS와 추출율 두 가지 항목에 걸쳐 성능을 비교해 본 결과, FPS 항목에서는 기존 시스템들에 비해 21 ~ 112% 향상되었으며, 추출율에서는 1 ~ 8% 향상된 것을 확인할 수 있었다. 또한 블록 단위로 특징 값을 구하는 과정에서 화소 값을 이용한 동작 검출 보다 노이즈에 대한 영향을 감소시키고 카메라의 흔들림 등에 덜 민감한 효과를 얻을 수 있었다. 검출된 영상을 모바일 클라이언트로 전송하기 위해서 WAP 폴 기반 영상전송 방법을 사용하여 WIPI SDK로 구현함으로써 감시 영상의 변환과 전송을 실시간으로 구현할 수 있었다.

향후에는 감시 카메라에서 추출된 영상에서 탐지자의 침입여부를 판단할 수 있는 동작과 얼굴을 인식하는 기법에 대한 연구와 모바일 기기에 전송되는 영상의 품질향상과 전송속도를 향상시키는 연구가 필요하다고 본다.

참고문헌

- [1] A. D Kulkarni, Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems, Prentice Hall, 2001.
- [2] Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, 3rd ed, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
- [3] Charles Arehart, Nirmal Chidambaram, Sha shirikan Guruprasad, Professional WAP, Wrox Press Inc., 2000. 7.
- [4] Douglas E. Comer , Computer Networks and Internets, Prentice-Hall, New Jersey, 1997.
- [5] Frankin F. Kuo, Wolfgang Effelsberg and J.J. Garcia-Luna-Aceves, Multimedia Communications : Protocols and Applications, Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
- [6] H. C. Andrews and B. R. Hunt, Digital Image Restoration, Prentice-Hall, Inc. 2000.
- [7] John Miano, Compressed Image File Format JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP, Addison Wesley, 2000.
- [8] J. R. Parker, Algorithms For image processing and Computer Vision, Wiley Computer Publishing, 1997.
- [9] Marcel Van Der Heijden, Marcu s Taylor, Understanding WAP, Artech House, 2000. 6.