
영상분할에 의한 동작 추적 기법을 적용한 모바일 감시 시스템의 설계

김형균* · 오무송**

Design of Mobile Supervisory System that Apply Action Tracing
by Image Segmentation

Hyeng-gyun Kim* · Moo-Song Oh**

요 약

본 논문에서는 모바일 인터넷을 기반으로 침입자를 감시하기 위하여 영상분할 기법에 의한 동작 추적 기법을 사용하였다. 먼저, 탐지하고자 하는 일정한 영역을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 인접한 두 프레임 사이의 이미지 차를 사용하여, 고정된 배경과 움직이는 대상을 분할한다. 분할된 전경 물체에서 에지를 검출하여 지정된 위치별로 추출된 에지의 중간값을 추정하여 동작을 분석함으로써 침입자를 감시할 수 있도록 하였다. 이러한 감시정보는 감지된 일련번호, 날짜, 시간의 기록과 함께 이미지 파일로 저장되어 서버에 저장되며 모바일 클라이언트에게 감시 장소의 상황에 대하여 SMS Message를 발송하도록 하였다.

ABSTRACT

This paper action tracing by techniques to do image sequence component to watch invader based on Mobile internet use. First, detect frame in animation that film fixed area, and make use of image subtraction between two frame that adjoin, segment fixed backing and target who move. Segmentalized foreground object detected and did so that can presume middle value of gouge that is abstracted to position that is specified and watch invader by analyzing action gouge. These watch information is stored, and made Mobile client send out SMS Message about situation of watch place to server being stored to sensed serial numbers, date, image file with recording of time.

키워드

Mobile Internet, Image Segmentation, Action Tracing, Supervisory

* 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과
접수일자 : 2002. 4. 14

** 조선대학교 전자정보공과대학 컴퓨터공학부

I. 서론

최근 인터넷 열기는 진정되고 있으나 이동 전화의 보급과 더불어 무선 인터넷에 대한 관심이 증대되고 있다. 네트워크의 종류나 플랫폼의 종류에 관계없이 이동하면서 인터넷을 구현할 수 있다면 무선인터넷의 범주에 포함할 수 있다. 즉, 휴대폰을 통한 인터넷이나 LAN 카드를 통해 노트북으로 모바일 인터넷을 사용하는 경우 모두를 무선인터넷의 범주로 볼 수 있으나, 우리가 일반적으로 모바일 인터넷이라고 말할 때에는 대개 "휴대형" 이동통신 기기를 통한 인터넷 서비스를 지칭하고 있다^[7].

본 논문에서는 이러한 모바일 인터넷을 기반으로 침입자를 감시하기 위하여 영상분할 기법에 의한 동작 추적 기법을 사용하였다. 먼저, 탐지하고자 하는 일정한 영역을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 인접한 두 프레임 사이의 이미지 차를 사용하여, 고정된 배경과 움직이는 대상을 분할한다. 분할된 전경 물체에서 에지를 검출하여 지정된 위치별로 추출된 에지의 중간값을 추정하여 동작을 분석함으로써 침입자를 감시할 수 있도록 하였다. 이러한 감시정보는 감지된 일련번호, 날짜, 시간의 기록과 함께 이미지 파일로 저장되어 서버에 저장되며 모바일 클라이언트에게 감시 장소의 상황에 대하여 SMS Message를 발송하도록 하였다.

II. 동작 추적

사람의 신체구조 분석을 통한 동작 추적 연구들은 일반적으로 인체의 각 부분으로 분리하는 과정, 관절 검출 및 확인 과정, 그리고 이미지 시퀀스에서 2차원으로 투영된 것을 3차원 구조로 복원하는 과정 등의 하위 수준의 처리를 필요로 한다. 이러한 처리를 통하여 사람의 움직임은 팔과 다리의 속도와 신체 각 부분의 각속도와 같은 값들로 표현된다. 이러한 연구들은 사전에 만들어진 인체 모형의 사용 여부에 따라 구분할 수 있다^[1].

정해진 구역 내에서 동작을 감시하는 시스템과 같은 경우, 관심 있는 물체의 동작만을 추적하는 것을 요구하는데, 사람의 동작을 신체 각 부분의 움직임으로

표현하기보다는 전체의 움직임으로써 표현할 때 훨씬 효율적이다^[6].

동작 추적에 관해서는 Motion-energy images (MEI)와 Motion-history images (MHI)를 사용하여 연속된 이미지 시퀀스에서의 사람의 동작을 표현하는 방법이 연구되고 있다^[2].

모멘트 기반 특징들이 MEI와 MHI에서 추출되어 인식에 사용되어진다. 이러한 방법은 template matching을 이용한 접근방법으로 분류할 수 있다^[3].

III. 모바일 인터넷에서 자바 환경

모바일 서비스가 갖는 다양한 표준과 규격, 서로 다른 기기와 변화하는 서비스 체계 등의 문제점을 풀기란 쉽지 않고 개발환경에 있어서는 동일한 프로그램을 각각의 다른 형태로 변경하고 이를 최적화해야 하는 부담을 가질 수밖에 없다. 이러한 문제점을 극복하고 동시에 범용성과 호환성을 제공하기 위해 떠오르는 수단이 바로 자바다. 자바는 수많은 제조사들의 휴대폰과 다양한 하드웨어 구조를 가지는 모바일 기기에서 하나의 플랫폼에서 원활하게 돌아갈 수 있도록 지원하고 PC에서 제공되던 다양한 인터넷 서비스들이 휴대폰 환경으로 구현할 수 있다. 또한 자바를 통해 기존의 Mark-up Language에서 사용한 것보다 작은 대역폭을 사용하게 돼 정보 교환에 높은 효율을 기대할 수 있다.

VM은 어플리케이션 등이 실행될 수 있는 독립적인 환경을 의미하는데, 기존의 PC Platform이나 서버 기반 Platform에서는 JVM 이란 가상 머신이 탑재되었다. 하지만 자바의 실행영역이 무선 인터넷 환경으로 넘어가면서 모바일 단말기에 기존의 VM을 탑재시키기엔 그 용량이 너무 커서 적합한 VM이 요구되어졌다. 그래서, Sun에서는 경량화된 VM을 설계하게 되었으며 국내에서도 썬과 제휴해 독자 개발한 KVM(K-java Virtual Machine)을 기반으로 한 이지자바 서비스가 시작되었고 이외에도 GVM(Game Virtual Machine) 등이 개발되었다^[7].

MIDP 어플리케이션, 즉 미들릿(MIDlet)을 개발하기 위해서는 적절한 개발도구가 필요하다^[11]. MIDP Early Access 1은 썬 마이크로시스템즈가 제공하는

미들릿 개발 툴로써 사전검증기와 에뮬레이터 및 다양한 예제 소스코드를 제공하고 있으며, MIDP 개발용으로 가장 보편적인 개발도구이다. MIDP EA1의 디렉토리 구조는 그림 1과 같다. 홈 디렉토리의 run.jad 파일은 예제 프로그램들에 대한 애플리케이션 디스크립터 파일이다. bin 디렉토리의 preverify.exe는 클래스 파일의 사전검증을 위한 툴이며, midp.exe는 에뮬레이터 프로그램이다. lib 디렉토리에는 MIDP의 표준 API 클래스를 포함하고 있는 midp.jar 파일과 MIDP 예제 프로그램을 포함하고 있는 examples.jar 파일이 들어 있다. docs 디렉토리에는 관련 문서가 들어 있고, src 디렉토리는 예제 프로그램의 소스코드를 포함하고 있다.

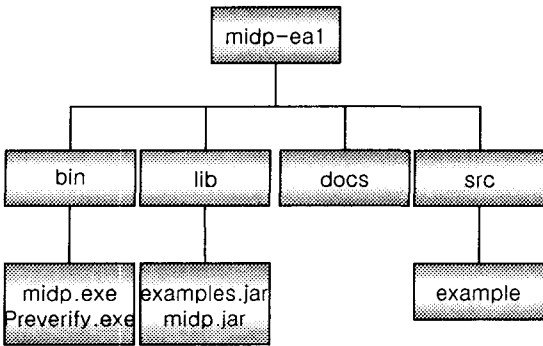


그림 1. MIDP EA1 디렉토리 구조
Fig. 1 MIDP EA1's directory structure

모든 미들릿은 javax.microedition.midlet.MIDlet 클래스를 상속해야 한다. 미들릿의 라이프사이클의 제어는 JAM이 관리하고, 그림 2는 미들릿의 라이프사이클에 대한 다이어그램이다. 미들릿의 각 상태로의 변화시에 수행되는 startApp(), pauseApp(), destroyApp() 메소드는 MIDlet 클래스의 추상메소드로 선언되어 있으므로, 모든 미들릿 클래스는 이 세 메소드의 구현을 반드시 제공하여야 한다. 그리고, JAM이 최초로 미들릿의 인스턴스를 생성할 때 호출하는 생성자는 디폴트 생성자, 즉 인자없는 생성자이므로, 미들릿은 반드시 디폴트 생성자를 제공해야 한다.

스크린은 MIDP 유저 인터페이스의 최상위 추상화를 제공한다. 스크린이란 사용자 입력을 렌더링하는 특정 디바이스의 그래픽을 캡슐화하는 객체이다.

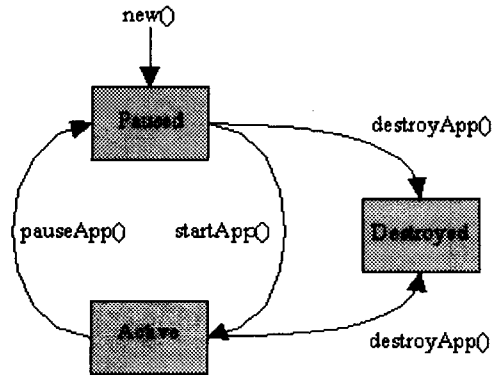


그림 2. 미들릿의 라이프사이클
Fig. 2 MIDlet's life cycle

그러므로 한 번에 하나의 스크린만 볼 수 있으며, 스크린에 나타난 아이템을 통해서만 이동을 할 수 있다. 사용자가 스크린을 향해하면서 발생하는 모든 이벤트는 스크린이 처리하며, 상위 레벨 이벤트만이 애플리케이션에 전달된다. 애플리케이션은 public void setCurrent (Displayable next) 메소드를 통해서만 스크린을 전환할 수 있다. 스크린은 가능하면 간단하고, 최소한의 유저 인터페이스 컴포넌트만 가지고 있을수록 좋다.

IV. 모바일 감시 시스템의 설계

본 논문에서 설계한 모바일 감시 시스템은 클라이언트가 지정한 일정한 장소에 Camera를 설치하고 해당 감시 서버에서 영상을 입력받아 영상분할 기법에 의해 침입자의 동작을 추적하여 WAP Gateway를 통하여 모바일 클라이언트에게 지정한 감시 장소의 상황에 대하여 SMS Message를 발송한다.

사용자가 원할 경우 감시 서버에 저장된 이미지를 클라이언트에게 전송한다. 감시 서버는 Camera에서 추출된 영상으로부터 침입자를 감시하기 위한 영상 분할과 동작 추적 프로그램을 실행하며, 클라이언트에게 영상을 전송하는 두 가지 역할을 수행한다.

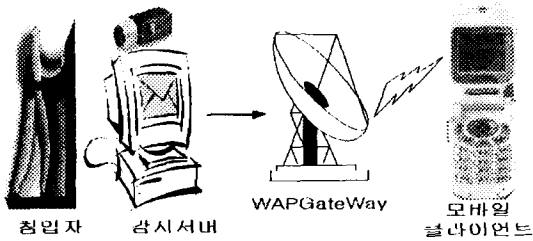


그림 3. 모바일 감시시스템 구성도
Fig. 3 Schematic diagram of Mobile Supervisory System

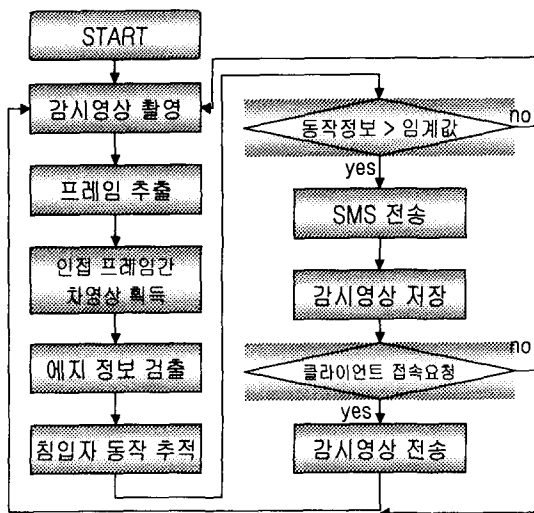


그림 4. 감시서버 시스템 플로차트
Fig. 4 Flowchart of Supervisory server system

4.1 감시 영상 촬영과 영상 분할

감시 장소의 영상은 TIU-100A(칼라 무선CCTV)를 이용하여 측정하면서, frame grabber를 통하여 초당 1 frame씩을 추출하도록 하였다. 추출된 frame에서 침입자의 동작을 추적하기 위해서 이미지 차연산(image subtraction)을 이용하여 고정된 배경과 움직이는 대상을 분할하였다.

이미지 차연산은 인접한 두 프레임 $f(x,y)$ 와 $h(x,y)$ 픽셀의 차이 값으로 구하게 되는데, 이때 결과 값이 '0' 이하가 되는 것을 방지하기 위하여 다음 식과 같이 절대값을 사용했다.

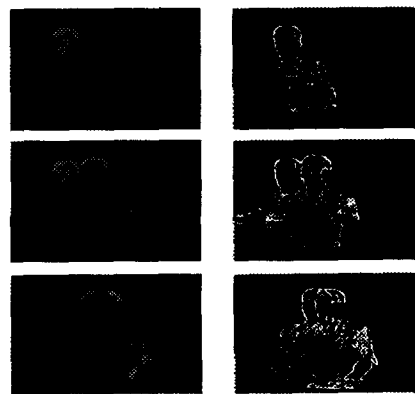
$$g(x,y) = | f(x,y) - h(x,y) |$$

여기서 얻어지는 영상 g 는 f 와 h 로부터 서로 대응되는 픽셀의 모든 쌍들 사이의 차를 계산함으로써 얻어지는데, 이 결과로 고정된 배경은 사라지고 움직이는 대상이 나타나게 된다^[6].

4.2 침입자의 동작 추적

이미지 차연산을 통하여 인접한 프레임 사이에서 변화가 없는 픽셀은 검게 나타나고 변화가 발생한 픽셀은 비교적 희게 나타남으로써, 고정된 배경은 사라지고 침입자의 동작 정보를 얻게 되었다.

프레임간의 차영상을 획득한 후 침입자의 동작 방향에 대한 정보를 얻어내기 위하여 에지(edge) 검출을 이용하였다. 에지란 영상 안에서의 영역의 경계(대상물과 배경)를 나타내는 특징으로 픽셀 밝기의 불연속적인 점을 나타낸다. 따라서, 에지는 영상 안에 있는 물체의 윤곽에 대응되며, 위치, 모양, 크기 등에 대한 정보를 알려준다. 에지 검출 후 수평 방향에서의 침입자의 동작을 추정하기 위하여 수평·수직 에지에 민감한 프리윗(Prewitt) 마스크 기법을 이용하여 에지를 검출하였다. 그림 7은 프레임간의 차영상으로부터 에지를 검출한 결과를 보여주고 있다.



(a) 차 영상 (b) 에지 영상
그림 5. 차 영상으로부터 에지 검출
Fig. 5 Edge detection from image subtraction

차영상에서 검출된 에지는 프레임 내에 존재하는 침입자의 움직임을 나타내므로 이 에지에 나타나는 픽셀들의 센터를 구하면 작업자의 동작 방향을 분석할

수 있다.

침입자의 동작을 추정하기 위하여 영상의 y좌표에 7개의 점(p1, p2, p3, ..., p7)을 위치시키고 각 점에서 에지를 구성하는 픽셀의 x좌표 중간값을 구하였다. 이 값을 이용하여 침입자의 동작을 추적할 수 있다.

4.3 모바일 클라이언트의 설계

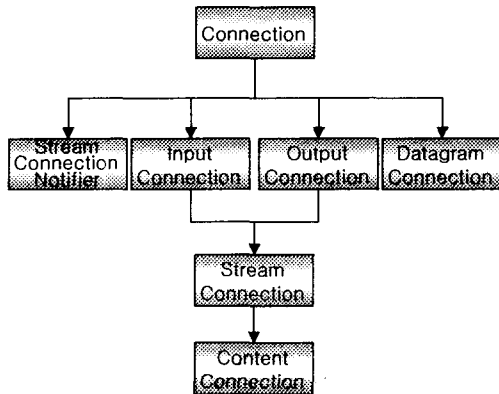


그림 6. 네트워크 접속 구조
Fig. 6 Network connection structure

감시 서버에서 추적한 침입자의 정보를 무선 네트워크를 통해 클라이언트로 전송하기 위하여 사용될 모바일 단말기는 현재 국내 이동 통신 업체들이 핸드폰에 VM을 포팅하여 자바 무선 인터넷 솔루션을 직접 서비스 중이다.

그 중에서 자바 표준 MIDP를 지원하고 있는 곳은 SK-Telecom 이며 다른 업체들도 자바 표준을 따르기 위해서 포팅 작업중이다. J2ME에서는 네트워크 접속을 다양하게 지원하는데, 그림 6은 VM에서 지원하는 네트워크 접속 구조를 보여주고 있다^[8].

모바일 클라이언트는 감시 서버와 Socket 통신을 한다. 클라이언트가 서버에 접속 요청을 하면 서버는 감시동작을 하고 있다가 클라이언트의 접속을 감지한 후 간단한 인증 작업을 거쳐 접속한 클라이언트에게 감시 정보와 영상 데이터를 전송한다.

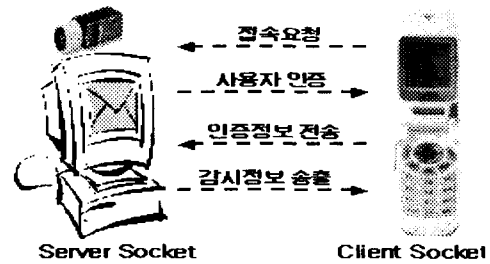


그림 7. 클라이언트와 서버의 정보교환
Fig. 7 Information exchange of client and server

이때 전송되는 영상 데이터는 모바일 클라이언트 Platform에서 지원하는 PNG (Portable Network Graphics) 그래픽 파일 포맷을 사용한다.

PNG 이미지를 생성하기 위해서는 ZLIB와 LIBPNG가 필요하다. ZLIB는 이미지 압축에 사용되는 라이브러리이며 LIBPNG는 PNG 포맷으로 이미지를 저장하는 데 필요한 라이브러리이다. 윈도우용으로 컴파일 후 사용한다.

V. 결론

본 연구에서 설계한 모바일 인터넷 기반의 침입자 감시시스템은 감시 서버에서 영상을 입력받아 영상분할 기법에 의해 침입자의 동작을 추적하여 WAP Gateway를 통하여 모바일 클라이언트에게 지정한 감시 장소의 상황에 대하여 SMS Message를 발송한다. 사용자가 원할 경우 감시 서버에 저장된 이미지를 클라이언트에게 전송하며, 감시 서버는 Camera에서 추출된 영상으로부터 침입자를 감시하기 위한 영상 분할과 동작 추적 프로그램을 실행한 후, 클라이언트에게 영상을 전송하는 두 가지 역할을 수행한다.

영상분할 기법에 의한 동작 추적 기법을 사용하기 위하여, 먼저, 탐지하고자 하는 일정한 영역을 촬영한 동영상에서 프레임을 추출하고, 인접한 두 프레임 사이의 이미지 차를 사용하여, 고정된 배경과 움직이는 대상을 분할한다. 분할된 전경 물체에서 에지를 검출하여 지정된 위치별로 추출된 에지의 중간값을 추정하여 동작을 분석함으로써 침입자를 감시할 수 있도록 하였다.

향후 영상데이터의 압축기술이나 전송기술에 대해서 연구를 지속하여 단순한 침입자의 동작 정보만을 추적하는 것이 아니라 감시영역에 접근한 자의 신상 정보를 파악하여 침입자를 스스로 판단할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다.

참고 문헌

- [1] J. Aggarwal and Q. Cai, "Human Motion Analysis: A Review, Computer Vision and Image Understanding", vol. 73, no. 3, March 1999, pp 428-440
- [2] R. Jain and K. Wakimoto, "Multiple Perspective Interactive Video", in Proc. of Intl. Conf on Multimedia Computing and Systems, 1995, pp 201-211
- [3] A. F. Bobick and J. Davis, "Real-Time Recognition of Activity using Temporal Templates", in Proc. of IEEE Computer Societ Workshop Applications on Computer Vision, Sarasota, FL, 1996, pp 39-42
- [4] Christopher Lee, Yangsheng Xu. "Online, Interactive Learning of Gestures for Human/Robot Interfaces", 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, MN. vol. 4, pp 2982-2987
- [5] Y. Cui and J. J. Weng, Hand Segmentation using Learning-Based Prediction and Verification for Hand Sign Recognition, in Proc IEEE CS Conf. on CVPR, Puerto Rico, 1997, pp 88-93
- [6] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1992
- [7] Yu Feng, Jun Zhu, "Wireless Java Programming with J2ME", 2001
- [8] "MIDP Event Handling (Java Developer Connection)", <URL:
<http://developer.java.sun.com/developer/technicalArticles/wireless/midpui/>>

저자 소개



김형균(Hyeng-Gyun Kim)
1998년 2월 조선대학교 산업대학원 전자계산전공(공학석사)
2000년 3월~현재 조선대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 박사과정

※관심분야 : 멀티미디어, 영상처리, 영상통신



오무송(Moo-Song Oh)
1968년 9월 조선대학교 전기공학부 공학석사
2001년 2월 전남대학교 전기공학과 공학박사
1988년~현재 조선대학교 컴퓨터공학부 교수

1988. 3~1990. 1 조선대학교 컴퓨터공학과 학과장
1999. 1~1999. 4 조선대학교 컴퓨터공학부 학부장
1999. 4~1999. 11 조선대학교 산업대학원장

※관심분야 : 멀티미디어, 영상처리, 영상통신