

---

# 모바일 플랫폼 기반의 사람 추적 감시시스템

## Surveillance System Using Person Tracking in Mobile Platform

---

이경미, 이윤미  
덕성여자대학교 컴퓨터공학부 지능형멀티미디어랩

Kyoung-Mi Lee(kmlee@duksung.ac.kr), Youn-Mi Lee(blanchia@duksung.ac.kr)

---

### 요약

본 논문에서는 휴대폰을 위한 무선 인터넷 플랫폼의 표준인 WIPI를 이용한 모바일 시스템과 사람추적 시스템을 결합한 모바일 플랫폼 기반의 사람추적 감시시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 크게 사람추적 시스템과 모바일 정보교환 시스템으로 구분된다. 사람추적 시스템에서는 감시지역에 침입한 사람들을 추적하고, 모바일 정보교환 시스템은 사람추적 시스템에서 추적된 결과를 사용자의 모바일 폰으로 전송한다. 본 논문에서 사용하는 사람추적 시스템은 넓은 시야 확보를 위해 카메라의 시야를 겹치지 않게 배치한 상태에서 사람들을 추적한다. 모바일 정보교환 시스템은 추적된 결과를 서버에 자동적으로 저장하여 사용자의 WIPI 모바일 폰으로 저장된 정보를 전달하게 된다. 따라서 추후에 사용자가 감시상황을 재확인하고자 했을 시, 카메라 별 또는 시간 별로 선택하여 영상을 재확인 할 수 있다. 제안된 시스템은 추적 영역과 감시 영역의 공간적 제약과 감시 시간의 시간적 제약을 해결하기 위해 카메라들과 모바일 폰 사이의 추적 결과를 교환할 수 있는 새로운 형태의 감시시스템이다.

■ 중심어 : | 사람 추적 | 모바일 | 감시시스템 | WIPI |

### Abstract

In this paper, we propose a surveillance system using multi-person tracking in a WIPI based mobile system, which is the standard wireless internet platform. The proposed system consists of two subsystems: the person tracking system and the mobile information transmission system. The person tracking system tracks persons who invade security and the mobile information transmission system sends the tracking results from the person tracking system to the user's mobile phone. In this paper, the person tracking system tracks persons who appear on many cameras with non-overlapping views in order to achieve a wider view. The mobile information transmission system saves automatically tracked data to the owner's web server and transmits the saved data to the user's WIPI mobile phone. Therefore, whenever the user wishes to view tracked data later, the mobile system can provide the user with the tracking results by either the user selecting particular cameras or the time on the owner's mobile phone. The proposed system is a new surveillance system that transfers tracked data among cameras to the user's mobile phone in order to overcome space limitations in tracking areas and monitoring areas and spatial limitations in monitoring hours.

■ keyword : | Person Tracking | Mobile | Surveillance System | WIPI |

## I. 서론

보안시스템 중 CCTV나 PC 카메라 등을 이용한 영상 감시시스템은 카메라를 이용하여 능동적인 침입자를 구분, 침입이나 위법행위의 사전방지, 녹화기능 등을 이용해 중요한 정보를 제공, 저장하는 가장 효과적인 감시수단이다. 그러나 이러한 영상 감시시스템은 감시요원이 각 카메라로 들어오는 영상을 육안으로 직접 지켜봐야 하기 때문에 비용과 인력의 소모가 크다. 또한, 감시영역이 하나의 카메라를 이용한 제한된 시야에서의 감시가 대부분이며, 다수의 카메라를 이용하여 감시하더라도 여전히 각 카메라의 제한된 시야에서의 개별 카메라에서의 추적은 가능하지만, 추적된 정보가 다른 카메라에 전달되어 이용되지는 못하였다. 따라서 특정 감시요원 없이 자동적으로 침입자를 식별하고 감시카메라에서 추적된 침입자를 지속적으로 추적할 수 있는 감시시스템이 필요하다. 또한, 보안 영역에 대한 감시결과를 사용자가 언제, 어디서나 전달받아 사용자에게 편의와 신뢰를 제공할 수 있어야 한다.

최근 무선인터넷이 활성화됨에 따라 모바일 기반의 소프트웨어개발이 급변하고 있다. 모바일을 이용한 콘텐츠는 제한된 공간에서 벗어나 정보를 이용할 수 있다는 장점이 있어 이용하는 사용자가 급격히 증가하고 있다. 특히, 대중성, 휴대성, 이동성, 개인성을 지닌 휴대폰은 PDA 등과 같은 모바일 탑재기에 비해 응용소프트웨어 개발과 서비스가 다양하여 휴대폰을 이용한 무선 정보서비스의 부가가치는 매우 높은 추세이다.

따라서 본 논문에서는 모바일 플랫폼인 WIPI를 이용한 모바일 통신을 통해 사용자에게 감시 정보를 전달함으로써, 데스크탑 기반의 기존 감시시스템의 공간의 제한에서 벗어나 다양한 서비스를 제공할 수 있는 감시시스템을 제안한다. 특히, 제안된 시스템에서는 광범위한 지역에 설치된 다수의 카메라로부터 다수의 사람을 추적한 결과를 서버에 자동적으로 저장한다. 이는 추후에 사용자가 원하는 시간과 장소 등을 선택하여 감시상황을 확인하고자 했을 시, 모바일 단말기로 사람 추적 결과를 전송함으로써 감시 상황을 확인 할 수 있도록 한다. 또한 사용자에게 편의와 신뢰를 제공할 수 있는 인

터페이스를 제공하여 보안 영역에 대한 감시결과를 사용자가 언제, 어디서나 확인할 수 있게 한다.

## II. 시스템 구성 및 설계

본 논문에서는 추적된 침입자의 특징정보를 모델링하여 연결된 다른 카메라에 전달하여 여러 대의 카메라에 걸쳐서도 추적대상의 정보와 움직임을 지속적으로 추적할 수 있는 방법과 추적된 침입결과를 사용자의 모바일 단말기로 전달하여 사용자가 현재의 위험상황을 확인할 수 있는 서비스를 제공한다. 본 시스템을 설계하기 위해서는 다음과 같은 문제를 해결해야 한다.

- ① 카메라간의 정보전달을 위한 자료구조 설계(사람 모델)
- ② 다수의 비접침 카메라와 서버와의 네트워크 설계
- ③ 모바일 통신 시스템 설계 및 정보전달
- ④ 단말기 기반의 사용자 편의 인터페이스(서비스 제공) 설계

위의 4가지 문제를 해결하기 위하여 제안하는 시스템의 '사람추적 시스템(①,②)'과 '모바일 통신 시스템(③, ④)'에서 단계별로 처리하여 해결하였다.

[그림 1]은 시스템의 전체 구성도이다. 본 시스템은 다수의 비접침 카메라를 이용하여 사람을 추적하기 위한 사람추적시스템과 추적된 결과를 사용자의 모바일 단말기로 전송하기 위한 모바일 통신시스템으로 구성되어 있다. 사람추적시스템은 획득된 프레임에서 배경이 분리된 전경영상에서 사람일 가능성이 높은 영역의 처리과정을 통해 사람을 추출하여 인식한 후, 인식된 사람을 모델링함으로써 추적대상을 위한 사람모델의 설계를 위한 '개별 카메라 처리'와 서버와 카메라간의 네트워크를 형성하여 각 카메라에서 추적된 사람 모델의 정보를 서버를 통해 다른 카메라에 전달하는 '다중 카메라 간 처리'로 구성된다.

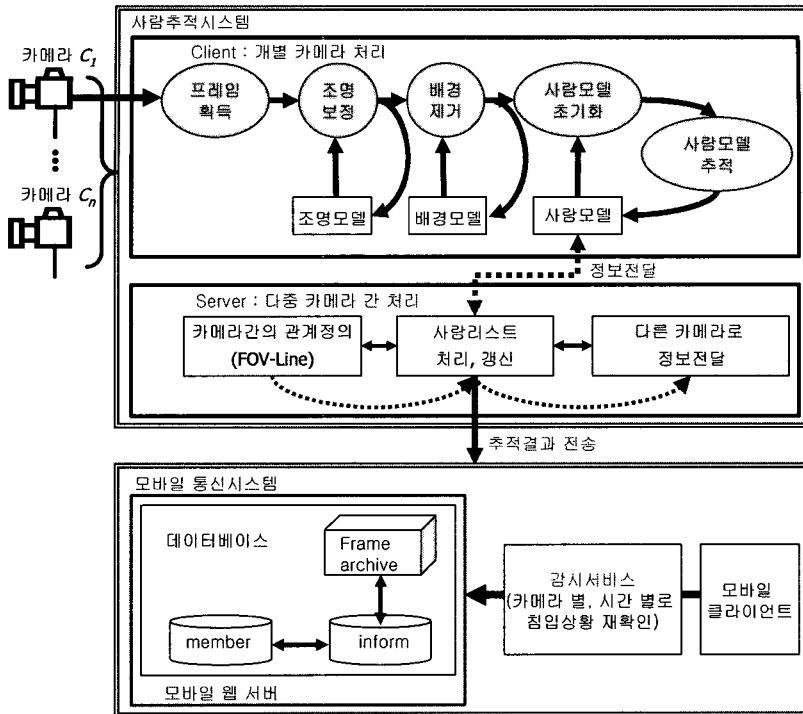


그림 1. 제안하는 모바일 감시시스템의 구조

### III. 사람추적 시스템

#### 1. 개별 카메라에서의 사람추적

감시카메라를 이용하여 사람을 추적하기 위해서는 먼저 카메라로부터 획득된 영상에서 추적대상을 모델링하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 다수의 카메라에서 획득된 영상으로부터 다수의 사람을 추적하기 위해 사람모델을 사용하였으며, 추적대상이 누구인지를 식별하여 계속 추적하기 위하여 색상정보를 이용하였다[12].

사람추적은 추적되는 사람이 비디오에 처음 나타나기 시작할 때 인체모델  $CP_n$ 을 초기화하는 것으로 시작된다. 배경이 분리된 전경영상에서 각 화소와 인접화소 간의 밝기 유사도를 계산하는 연결요소 알고리즘을 사용하여 블랍들을 생성한다. 블랍을 인체 부위에 옮겨 매핑시키기 위해서 계층적 사람모델을 이용하였다 [그림 2]. 비디오의 모든 사람이 바로 서 있거나 약간 기울어져 서 있다고 가정하고, 모델의 상위 계층에서는 사

람 전체에 대한 정보를 포함하고 [그림 2(a)], 중간 계층에서는 각 블랍들을 상대적인 위치에 따라 머리, 상체, 하체의 세 인체 부위 중 하나로 할당한다[그림 2(b)]. 만일 중간 계층 내 인체 부위가 두 개 이상의 블랍들을 포함한다면, 이 블랍들은 하위 계층에서 피부색 영역과 아닌 영역으로 분류하기 위하여 피부색 유사도를 계산한다[그림 2(c)].

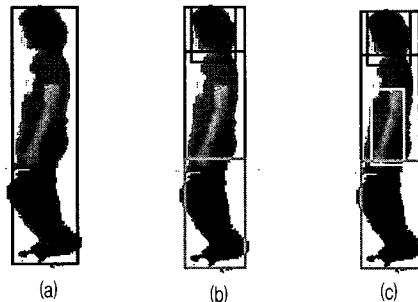


그림 2. 계층적 사람모델링 : (a) 상위 계층, (b) 중간 계층, (c) 하위 계층

## 2. 다수 카메라에서의 사람추적

다수의 비접침 카메라를 이용하여 넓은 지역에 걸쳐 추적된 사람의 정보를 전달하기 위해서 서버는 연결된 여러 대의 카메라 간에 실시간으로 정보를 전달하고 인식할 수 있도록 네트워크를 형성시키고, 각 클라이언트 카메라에서는 추적대상의 정보와 움직임을 인식하여 인식된 추적대상의 특징정보를 서버로 넘겨주어야 한다[12]. 이때, 추적대상의 특징정보가 처음부터 잘못 설계되면 모델링된 추적대상의 특징정보를 신뢰하기가 힘들게 되어 추적대상이 누구인지, 어디에 위치하고 있는지에 대한 혼동이 야기되므로 인식된 추적대상의 특징 정보를 모델링 하는 것이 매우 중요하다.

따라서 본 논문에서는 3.1장에서 설계한 계층적 사람 모델을 이용하여 추적 대상의 특징정보를 전달한다 [12]. 설계된 계층적 사람모델은 카메라 상에서 인식된 모델의 중심위치, 세 인체부위의 색상, 카메라 상에서 움직이는 방향, 사람영역의 경계 등의 정보를 가지고 있다. 생성된 사람모델은 각 카메라들과 서버와의 정보 전달을 위하여 서버의 인식된 사람의 정보를 저장하는 사람리스트에 등록된다. 사람리스트에 저장된 사람모델의 정보는 매 프레임마다 사람의 움직임에 의해 변화되므로, 매 프레임마다 사람모델을 갱신시켜 추적대상의 정보변화의 손실을 최소화시킴으로써 정확한 추적을 할 수 있도록 하였다.

[그림 3]은 각 클라이언트 카메라 간의 정보전달 및 사람추적과정을 보여준다. 카메라  $C_1$  에서 추적된 사람 모델  $CP_1$  의 정보는 사람리스트에 저장되고, 그 후  $CP_1$  이 카메라  $C_1$ 에서 나가 카메라  $C_2$ 에 다시 들어 오면 카메라  $C_2$ 에서 인식된 사람의 정보가 사람리스트에 등록이 되어 있는가를 살펴본다. 카메라  $C_2$ 에서 추적된 사람모델이 기존의 사람리스트에  $CP_1$ 으로 등록이 되어 있다면, 같은  $CP_1$ 이라 판단하여 계속 추적한다. 사람리스트에 등록되어 있지 않은 사람이 카메라  $C_2$ 에서 새로이 인식된다면 새로운 사람  $CP_2$  라 판단하고 사람리스트에 추가로 등록시킨다. 이와 같은 방법으로 각 개별카메라에서는 사람리스트를 이용하여 카메라에 들어오는 사람이 기존에 등록되어 있는 사람인가, 새로운 사람이 비디오 프레임 안으로 들어오는가, 또 이전에 비디오에서 나갔던 사람이 다시 들어오는가를 계속해서 확인하여 추적할 수 있다.

## IV. 모바일 사람추적 감시시스템

모바일 사람추적 감시시스템에서는 다수의 카메라를 이용한 사람추적 시스템으로부터 추적된 결과를 사용자의 모바일 단말기로 전송한다. 감시된 상황이 서버에

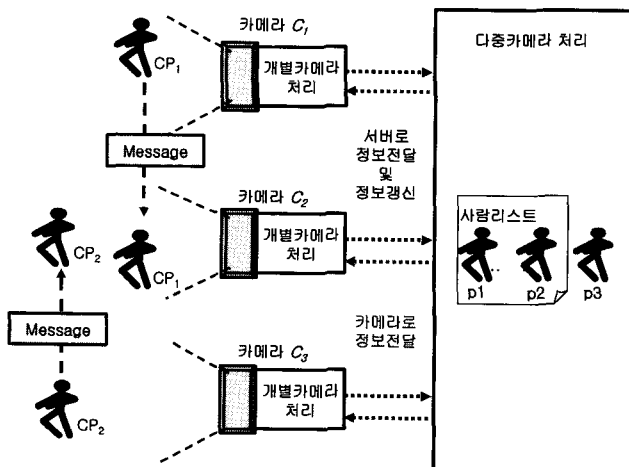


그림 3. 다수의 개별카메라에서 간의 정보전달 및 사람추적

자동적으로 저장되는데, 모바일 시스템은 감시상황을 확인하고자 했을 시, 원하는 시간과 장소에 해당하는 영상을 서버에서 가져와서 모바일 단말기로 보낸다.

### 1. 웹 서버 및 데이터베이스 설계

모바일 감시시스템은 사용자에게 서비스를 제공해주는 모바일 웹서버와 사용자의 모바일 단말기인 모바일 클라이언트로 구성된다. 웹서버의 데이터베이스는 사용자 인증정보와 시스템에 연결된 카메라의 정보와 사용자의 정보를 담은 member 데이터베이스와 각 카메라에서 추적된 결과영상을 저장하는 inform 데이터베이스, 각 카메라에서 획득된 비디오 영상들의 Frame archive로 구성되어 있다. 사용자는 자신의 모바일 단말기로 서비스 받기 위하여 자신의 정보를 모바일 통신 시스템의 웹서버의 데이터베이스 등록해야 하며 등록된 사용자의 정보는 모바일 단말기를 통해 추적상황 확인 시, 사용자 인증 값으로 사용된다. III장의 사람추적 시스템에서 전달된 추적정보는 웹서버의 inform 데이터베이스에 카메라별로 순차적으로 저장되며, 사용자가 인증된 자신의 아이디와 패스워드를 통해 웹서버에 접근하면 사용자가 설치한 감시카메라로부터 획득된 추적정보를 받을 수 있다. 따라서 데이터베이스에서는 영상과 함께 추적된 결과(카메라번호, 프레임 번호, 추적된 사람 수, 상황정보, 시간)를 자동적으로 저장함으로써, 추후에 사용자가 추적정보를 재확인 시 이용될 수 있다. [그림 4]는 모바일 웹서버의 데이터베이스구조이다.

```
mysql> desc member;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| id | varchar(10) | | PRI | | |
| pw | varchar(10) | | | | |
| camera1 | varchar(20) | YES | | NULL | |
| camera2 | varchar(20) | YES | | NULL | |
| camera3 | varchar(20) | YES | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
mysql> desc inform;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| camera | varchar(20) | YES | | NULL | |
| fNum | varchar(50) | | PRI | | |
| memCnt | int(3) | YES | | NULL | |
| state | varchar(20) | YES | | NULL | |
| time | timestamp(14) | YES | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

그림 4. 모바일 웹 서버의 데이터베이스

### 2. 시스템의 동작 및 기능

제안하는 시스템은 보안 지역에 설치된 카메라로부터 침입자가 추적되면 추적된 결과를 무선통신을 이용하여 WIPI 단말기를 통해 전달함으로써, 사용자에게 현재의 추적상황을 확인할 수 있는 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 논문에서는 퇴근 후 사용자가 보안시간으로 설정한 시간 동안에 카메라에 나타난 사람을 침입자로 간주하여 추적하고, 그 추적 결과를 사용자에게 알려준다. 또한 한번 추적된 침입자는 다른 카메라로 이동하더라도 사람추적 시스템(III장)에서 의 해 계속 추적될 수 있다.

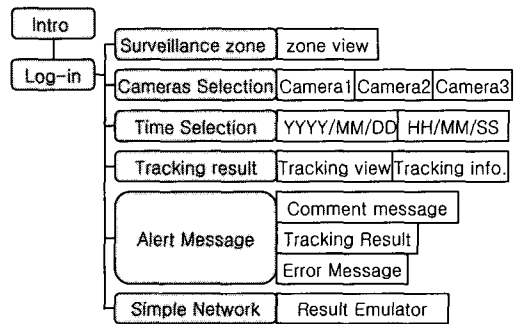


그림 5. WIPI모바일 시스템 클래스 구성도

모바일 환경에서 사용의 단말기로 정보를 전달하기 위한 기능의 클래스 구성도는 [그림 5]와 같다. 초기 화면(Intro)과 사용자가 인증된 자신의 아이디와 패스워드를 이용하여 웹서버에 접속(Log-in)하면 선택된 기능별로 서비스를 제공한다.

## V. 실험 결과

### 1. 무선 인터넷 표준 플랫폼(WIPI)

본 논문에서 제안된 시스템은 실시간으로 처리된 결과를 사용자의 핸드폰으로 전송하기 위하여 국내 모바일 표준 플랫폼의 표준 규격인 WIPI를 이용하였다. 현재, KTF, LGT, SKT 등의 3대 이동통신사에서는 플랫폼간의 콘텐츠 호환성 보장, 플랫폼의 이식의 용이성 제공, 다양하고 풍부한 콘텐츠를 제공을 목적으로

WIPI 기반의 독자적인 서비스를 개발하고 있으며, WIPI 플랫폼을 탑재한 휴대폰이 본격적으로 상용화될 것으로 예상된다[1].

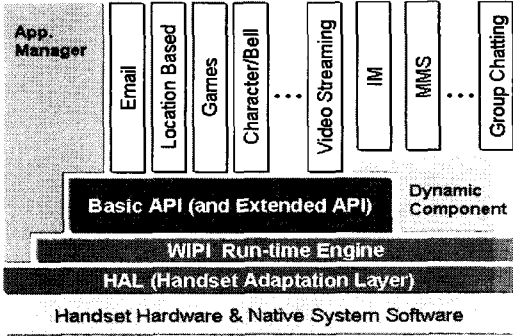


그림 6. WIPI 시스템 구조도

[그림 6]은 WIPI 플랫폼 구조도를 나타낸다. 하단의 Handset Hardware & Native System Software 계층은 단말기와 운영체제 및 각종 디바이스 드라이버를 지칭하는 계층이며 HAL 계층은 단말기 제조사마다 서한 API이다. 이 HAL이 단말기에 포팅되면 WIPI 플랫폼 실행엔진을 탑재 할 수 있다. 또한, 최상의 계층인 APP.Manager에서는 응용프로그램의 다운로드, 설치, 삭제 등의 관리와 API 및 컴포넌트들의 추가/갱신, 개발자를 위한 C 및 JAVA API를 제공함으로써 개발자가 응용프로그램을 개발하도록 돕는다. 본 논문에서는 HAL을 데스크탑 윈도우즈 환경에 맞게 포팅시키는 방법으로 Aroma Emulator 응용프로그램을 사용하여 모바일 서비스 환경을 구축하였으며, 논문에서 구현되는 시스템은 APP.Manager 부분에서 실행된다.



그림 7. 감시지역 확인 및 카메라 선택 결과화면 :

(a) 감시지역 내 카메라 배치확인, (b) 카메라 3에서의 침입 상황 정보, (c) 획득된 침입자의 모습



그림 8. 추적된 침입자의 영상정보 전송 결과 : (a) 카메라 1, (b) 카메라 2, (c) 카메라 3에서 전송된 결과

## 2. 실험 결과

[그림 7]은 WIPI 에뮬레이터를 통해 사용자에게 제공하는 기능들을 보여주고 있다. 사용자가 서비스를 받기 위해 웹서버에 접속하면 웹서버에서는 사용자가 등록한 카메라의 정보를 보여준다. 만약 카메라의 위치가 기억나지 않았을 경우 감시지역(Surveillance zone)을 선택하여 감시지역에 설치된 카메라의 위치를 살펴볼 수 있다 [그림 7(a)]. 또한 사용자는 저장된 추적정보(Tracking result)를 살펴보기 위하여 각 카메라 번호와 시간을 선택하여 사람추적 결과[그림 7(b)]와 추적 영상[그림 7(c)]를 검색 또는 확인할 수 있다. [그림 8]은 각 카메라에서 추적되어온 결과 영상을 보여준다.

## VI. 결론

본 논문에서는 다수의 비접침 감시카메라와 서버와의 정보전달 방식을 이용하여 추적된 사람의 정보를 WIPI 모바일 통신을 이용하여 사용자의 모바일 단말기로 전달하는 모바일 감시시스템을 제안하였다. 모바일 감시 시스템은 현재 모바일 플랫폼 표준인 WIPI SDK와 Jlet를 이용하여 구현하였으며, AROMA-WIPI 에뮬레이터를 이용하여 모바일 환경에서의 동작 검증을 수행하였다.

제안된 시스템은 모바일 통신을 이용하여 추적결과를 사용자의 모바일 단말기로 전달하여, 데스크 탑 중심의 감시에서 벗어나 새로운 감시시스템으로써의 확장 가능성이 있음을 보여주어 사용자에게 다양한 편의를 제공할 수 있음을 제시하였다. 제안된 시스템은 기존의 모니터링 방식에서 벗어나 능동적으로 사람을 추적할 수 있게 됨으로써 앞으로 본 시스템은 범인 및 특정 인사 위치추적, 보안시스템 등에 널리 응용되어 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서 제안한 방법은 앞으로 실내 뿐 아니라 실외와 같은 다양한 환경에서 다수의 사람을 추적하는 연구를 진행과 침입자의 위험 행동 여부를 판단할 수 있는 동작기반 추적방식의 연구, 추적 정보의 전송속도를 향상시키는 문제가 남아있다.

## 참고 문헌

- [1] 이상윤, 김선자, 김홍남, "한국 무선 인터넷 표준 플랫폼(WIPI)의 표준화 현황 및 발전 전망", 한국정보과학회 학회지, 제22권, 제1호, pp.16-23, 2004.
- [2] O. Javed, Z. Rasheed, O. Alatas, and M. Shah, "KNIGHTM: A real-time surveillance system for multiple overlapping and non-overlapping cameras," in proc. of the fourth International Conference on Multimedia and Expo, 2003.
- [3] O. Javed, Z. Rasheed, K. Shafique, and M. Shah, "Tracking across in multiple cameras with disjoint views," in proc. of the International Conference on Computer Vision, pp.952-957, 2003.
- [4] Q. Cai and J. K. Aggarwal, "Tracking human motion using multiple cameras," inproc. of the International Conference on Pattern Recognition, pp.68-72, 1996.
- [5] C. Sminchisescu and A. Telea, "Human body pose estimation using silhouette shape analysis," in proc. of International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, 2002.
- [6] D. Makris, T. Ellis, and J. Black, "Bridging the gaps between cameras," in proc. of Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
- [7] S. Khan and M. Shah, "Consistent labeling of tracked objects in multiple cameras with overlapping field of view," IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.25, No.10, 2003.
- [8] R. Bowden and P. Kaewtrakulpong, "Towards automated wide area visual surveillance: tracking objects between spatially-separated, uncalibrated views," IEEE Image Signal

Process, Vol.152, No.2, 2005.

- [9] C. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, and A. Pentland, "Pfinder: Real-time tracking of the human body," *IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.19, No.7, pp.780-785, 1997.
- [10] Y. Huang and T. S. Huang, "Model-based human body tracking," in *proc. of International Conference on Pattern Recognition*, pp.552-555, 2002.
- [11] 이경미, 이윤미, 네트워크 카메라를 이용한 다중 사람추적 시스템(Multiple person surveillance system using networked cameras), 출원번호 제 10-2006-0008669호, 대한민국 특허청, 2006.
- [12] 이윤미, 이경미, "모델기반 다중 사람추적과 다수의 비접침 카메라를 결합한 감시시스템", *정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제*, 제12권, 제4호, pp.241-253, 2006.

이 윤 미(Youn-Mi Lee)

정회원



- 2004년 2월 : 덕성여자대학교 인터넷정보공학과(공학사)
- 2006년 8월 : 덕성여자대학교 전산 및 정보통신학과(이학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 덕성여자대학교 정보공학과 강사

<관심분야> : 영상처리, 영상검색, 감시시스템

저 자 소 개

이 경 미(Kyoung-Mi Lee)

정회원



- 1993년 2월 : 덕성여자대학교 전산학과(이학사)
- 1996년 2월 : 연세대학교 전산학과(이학석사)
- 2001년 12월 : 아이오와 대학교 전산학과(이학박사)

▪ 2003년 3월 ~ 현재 : 덕성여자대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 내용기반 영상검색, 멀티미디어