

# 모델기반 다중 사람추적과 다수의 비겹침 카메라를 결합한 감시시스템

## (A Surveillance System Combining Model-based Multiple Person Tracking and Non-overlapping Cameras)

이 윤 미 <sup>†</sup>      이 경 미 <sup>††</sup>  
(Youn-Mi Lee)      (Kyoung-Mi Lee)

**요 약** 현대사회는 광범위한 지역에 산재된 다수의 카메라로부터 사람을 자동적으로 식별하고 추적할 수 있는 감시시스템을 요구하고 있다. 본 논문에서는 넓은 시야의 확보가 용이한 고정된 다수의 비겹침 감시카메라와 사람 추적기술을 결합하여, 한 카메라에서 추적된 사람의 정보를 서버를 통해 다른 카메라에 전달하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 추적대상을 자동적으로 추적하고 서버에 전달함으로써, 한번 추적된 추적대상의 움직임 경로 및 추적 상태를 끝까지 추적할 수 있다. 본 논문에서는 추적대상을 식별하고 전달하기 위해 사람모델을 이용하였다. 서버를 통해 연결된 각 카메라들의 관계와 카메라 상에서 움직이는 사람의 이동은 FOV 라인에 의해 제약되어 추적대상의 정보전달에 이용되었다. 추적대상은 추적되는 동안 6단계의 상태정보를 가진다. 제안된 시스템은 다양한 실내 동영상에 대해 실험되었으며, 91.2%의 평균추적율과 96%의 평균 상태를 획득하였다.

**키워드** : 감시시스템, 사람추적, 비겹침 카메라, 다중 카메라

**Abstract** In modern societies, a monitoring system is required to automatically detect and track persons from several cameras scattered in a wide area. Combining multiple cameras with non-overlapping views and a tracking technique, we propose a method that tracks automatically the target persons in one camera and transfers the tracking information to other networked cameras through a server. So the proposed method tracks thoroughly the target persons over the cameras. In this paper, we use a person model to detect and distinguish the corresponding person and to transfer the person's tracking information. A movement of the tracked persons is defined on FOV lines of the networked cameras. The tracked person has 6 statuses. The proposed system was experimented in several indoor scenario. We achieved 91.2% in an averaged tracking rate and 96% in an averaged status rate.

**Key words** : surveillance system, person tracking, non-overlapping camera, multi-cameras

### 1. 서 론

현대사회에서는 국가적, 사회적 안전뿐만 아니라, 개인과 재산의 안전과 보호에 대한 관심이 높아짐에 따라 주요 시설물 및 관공서, 학교 기업, 가정에 이르기까지 보안의 중요성과 범위가 넓어져 가고 있다. 특히 감시시스템분야에서 카메라를 이용하여 감시 대상을 자동적으로 인식하고 추적할 수 있는 감시시스템 개발의 중요성

이 날이 증가됨에 따라 사람추적의 중요성이 더욱 커지고 있다. 특히, CCTV나 PC카메라 등을 이용한 영상 감시시스템은 영상을 통해 능동적으로 감시 대상을 구분하고 추적할 수 있는 효과적인 감시수단으로 이용되고 있다[1-5].

영상감시시스템은 사용되는 카메라 수에 따라 단일 카메라와 다수의 카메라로 나눌 수 있다. 한 대의 카메라를 이용한 방법은 카메라가 획득할 수 있는 시각적 범위가 한정되어 있어 광범위한 지역에서 사람의 움직임이나 행동패턴의 추적이 쉽지 않다. 이러한 문제점은 2대 이상의 카메라를 이용하여 카메라의 한정된 시야를 넓힘으로써 해결될 수 있다. 다수의 카메라를 이용하는 방법은 카메라들의 시각적 범위(FOV : Field of View)

· 본 연구는 2005학년도 덕성여자대학교 교내연구지원으로 이루어졌음

† 학생회원 : 덕성여자대학교 전산정보통신대학원  
blanchia@duksung.ac.kr

†† 정 회 원 : 덕성여자대학교 컴퓨터공학부 교수  
kmlee@duksung.ac.kr

논문접수 : 2005년 10월 6일  
심사완료 : 2006년 5월 4일

가 겹치느냐, 겹치지 않느냐에 따라 겹침(overlapping) 배치[1,4-7]와 비겹침(non-overlapping)배치[1,2,11-13]로 나눈다. 겹침 배치는 2대 이상의 카메라가 일정범위의 시야를 공유하는 방법이고, 비겹침 배치는 각 카메라의 화면의 겹침 없이 카메라를 넓은 지역에 배치하는 방법이다. 겹침 배치는 다양한 각도에서 추적 대상의 움직임과 동작을 세세하게 추적할 수 있어 추적대상의 3차원 모션이나, 3차원 아바타를 만드는데 주로 사용된다. 반면 비겹침 배치는 넓은 시야의 확보가 용이하므로 넓은 지역에 걸쳐 장 시간동안 사람의 움직임의 방향, 경로나 움직임의 패턴을 추적할 수 있어 넓은 지역을 감시하는 감시시스템 분야에서 많이 사용된다. Omar Javed *et al*은 세 대의 비겹침 배치 카메라 사이에서의 사람을 추적하기 위해 10여 분간의 객체의 반복적인 움직임을 이용하여 추적대상이 각 카메라에 들어오고 나가는 시간, 거리, 움직임의 방향을 학습시켜 사람의 움직임의 예측·계산하여 사람을 추적하였다[2]. Dimitrios Makris *et al*은 총 6 대의 겹침 카메라와 비겹침 카메라를 네트워크로 연결하여 실외에서 사람들의 입·출입의 링크구조를 자동적으로 형성하였다. 또한 추적대상이 보이지 않은 지역으로 들어갔을 경우 추적대상이 어느 쪽 카메라에 나오는지에 대한 확률을 계산하기 위하여, 여섯 대의 카메라 사이의 입·출구 지역을 설정하여 각 지역에 대한 사람의 입·출입 통계를 구하였다[5].

표 1은 다수의 카메라를 이용하여 사람을 추적한 연구의 분류를 나타낸다. 다수의 카메라를 이용한 기존 연구들 추적대상을 식별하기 위한 특별한 모델을 설계하여 추적에 이용하지 않아서 다수의 카메라 상에서 나타난 추적대상이 누구인가를 지속적으로 인식하기가 쉽지 않았다. 또한 다수의 카메라를 이용한 기존방식은 카메라 간의 공간상, 시간상에 대한 미리 약속된 대응(corresponding)관계를 설계하여 추적대상의 정보를 공유하는 방식을 사용하였다. 그러나, 이러한 방법으로는 개별 카메라에서의 추적된 결과를 다른 카메라가 알 수 있는 방법이 제시되지 않아 현 카메라에서 추적대상이 인식

되었다 하더라도 현 카메라에서 나간 추적 대상이 어느 카메라로 이동하였으며, 이동한 위치가 어디인가에 대한 고려가 미비하였다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 공항이나 백화점, 도서관 등과 같은 넓은 지역에서 다수의 카메라를 이용하여 폭넓은 시야를 확보하고, 여러 대의 카메라들이 서로 다른 지역을 감시하도록 함과 동시에 한 카메라에서 자동적으로 인식되어 추적된 사람들을 여러 카메라에 걸쳐서 자동적으로 추적할 수 있는 방법을 제안한다.

그림 1은 제안된 시스템의 구성도이다. 제안된 시스템에서 다수의 비겹침 감시카메라를 이용하여 한 카메라에서 추적된 사람의 정보를 여러 카메라에 걸쳐 지속적인 추적이 가능하도록 설계하기 위하여 아래와 같은 문제를 해결해야 한다.

- ① 서로 다른 환경에서의 조명처리
- ② 카메라간의 정보전달을 위한 자료구조 설계(사람모델)
- ③ 사람모델을 이용한 사람추적
- ④ 다수의 비겹침 카메라 간의 관계 설정
- ⑤ 비겹침 카메라와 서버와의 네트워크 설계
- ⑥ 다수의 다겹침 카메라 상에서의 사람추적 상태 정의 및 추적

위의 문제를 해결하기 위하여, 제안된 시스템에서는 추적 대상을 각 카메라에서 인식하여 모델링하는 '개별 카메라 처리'와 각 카메라에서 처리된 결과를 넘겨받아 카메라 간의 정보전달을 이용하여 여러 대의 카메라에 걸쳐 사람을 추적하는 '다중 카메라 간 처리'로 구성된다. 각각의 처리과정은 2장과 3장에서 설명된다.

## 2. 개별 카메라 처리

감시카메라를 이용하여 사람을 추적하기 위해서는 먼저 카메라로부터 획득된 영상으로부터 발생하는 잡음을 제거하고, 추적대상을 모델링하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 다수의 카메라에서 획득된 영상으로부터 잡음을 제거하기 위한 조명보정 방법과 사람모델을 이용하여 다수의 사람을 추적하는 방법을 사용하였으며, 추

표 1 다수의 카메라를 이용한 기존 연구의 분류

분류 방법		논문								제안한 방법
		[1]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[12]	[13]	
카메라 수	겹침	3	3	3	2	3	3			
	비겹침	3		3				2	2	3
추적방법		움직임	실루엣	육안	형상	형상	형상	움직임	움직임	계층적 사람모델
카메라간의 정보처리 방법		카메라간의 대응관계 설계	추적대상의 위치와 실루엣 매칭	통계적 방법	카메라상의 추적대상위치 매칭	카메라간의 대응관계에 따른 추적대상의 움직임 설계	추적대상의 위치와 형상 매칭	카메라간의 대응점 매칭	카메라간의 대응관계와 통계적 움직임 매칭	카메라간의 네트워크를 통한 정보전달

적대상이 누구인지를 식별하여 계속 추적하기 위하여 색상정보를 이용하였다[9].

**2.1 조명 보정과 배경제거**

다수의 카메라를 사용할 경우 각 카메라에 들어오는 잡음과 조명의 정도가 다르므로 조명 환경을 균일하게 만드는 방법이 필요하다. 적응적 조명 모델링은 하나의 본래영상(R)을 이용하여 예측 가능한 조명을 모델링하고 예측된 조명을 영상에서 제거하는 방법이다[9]. 적응적 조명 모델링을 이용하여 이전 프레임에서 생성되었던 조명의 위치로부터 현재영상 내의 조명의 위치를 예측하고, 예측 가능한 조명을 모델링함으로써 예측된 조명을 영상에서 제거할 수 있다.

적응적 조명 모델링의 초기 단계로 빛에 가장 영향을 받지 않은 영상을 본래영상(R)으로 정의하였다. 입력된 영상은 첫 번째 영상(C<sub>0</sub>)만 본래영상을 이용하여 본래영상과 첫 번째 영상의 차이의 평균만큼 보정(C<sub>0</sub><sup>\*</sup>)시킨다(식 1). 그러나 두 번째 프레임부터는 이전프레임에서의 계산된 조명(N<sup>(t-1)</sup>) 값으로 현재영상을 보정(C<sub>0</sub><sup>\*</sup>)한다(식 2)[9]. 이는 현재영상은 이전프레임을 통해 예측이 가능하므로, 이전 프레임에서 계산된 조명으로 현재영상을 보정함으로써 적응적 조명 모델링이 가능하기 때문이다.

$$C_0^* = C^0 + N^0 \quad (N^0 = \text{average}(R - C^0)) \quad (t=1) \quad (1)$$

$$C^{(t-1)*} = C^{(t-1)} + N^{(t-1)}$$

$$N^{(t-1)} = \text{average}(C^{(t-2)*} - C^{(t-1)}) \quad (t \geq 2) \quad (2)$$

또한, 예측된 조명(N<sub>n-1</sub>)의 위치는 보정 전 영상(C<sup>(t-1)</sup>)과 보정된 영상(C<sup>(t-1)\*</sup>)는 차이로 예측할 수 있다. 따라서 차이의 평균값과 표준편차를 계산함으로써 두 조명도의 차이를 마할라노비스 거리로 구할 수 있다.

만약 조명도의 차이가 임계치보다 크다면, 예상되는 조명을 제거한 후 계속적으로 갱신시킨다.

본래영상을 이용하여 조명 보정된 영상에서 배경영상을 분리하기 위해서 배경의 평균값과 표준편차를 계산하였다. 각 프레임들은 YCbCr공간의 각 Y,Cb,Cr 색상 공간에서 시간 t 동안의 배경과 현재 영상과의 차이를 이차 판별함수인 마할라노비스 거리를 이용하여 구한다. 첫 번째 프레임을 배경으로 사용시킴으로, 0으로 초기화한다. 새로운 프레임이 들어올 때마다, 배경과 전경으로 분리되고, 분리된 배경은 배경모델(평균과 표준편차)을 이용하여 계속적으로 갱신된다.

**2.2 계층적 사람모델**

사람모델을 설계하기 위하여 조명 보정된 영상에서 분리된 전경영상은 각 화소와 인접 화소 간의 밝기 유사도를 계산하는 연결요소 알고리즘을 사용하여 여러 개의 색으로 구별된 색상의 집합인 블랍으로 분리한다. 각 블랍은 색상, 크기, 중심점, 위치, 인체를 구성하는 경계 등의 정보를 포함한다. 사람은 인체 부위에 대응되는 블랍의 부분집합으로 정의될 수 있으므로, 프레임 내의 블랍들은 다수의 사람들을 추적하기 위해 대응되는 인체에 할당되어야 한다. 인체를 구성하는 알고리즘은 우선 블랍 인접 그래프와 각 블랍의 경계상자사이의 최소거리를 계산한다. P<sub>0</sub>가 블랍 B<sub>i</sub>의 부분 집합일때, 인체 영역집합은 P<sub>0</sub>와 인접그래프에서 시작하여 반복적으로 만들어 진다. 집합 P<sub>1</sub>은 P<sub>0</sub>의 적절한 인접 블랍과 합쳐짐으로써 얻어질 수 있다. 다음은, 합쳐진 블랍 P<sub>k</sub>의 각 새로운 집합은 초기 집합인 P<sub>0</sub>와 합쳐진 블랍 P<sub>k-1</sub>의 집합을 합침으로써 얻어진다. 결국 n번째 후보 인체 CP<sub>n</sub>은 합쳐진 블랍 P<sub>k</sub>의 집합들을 포함한다.

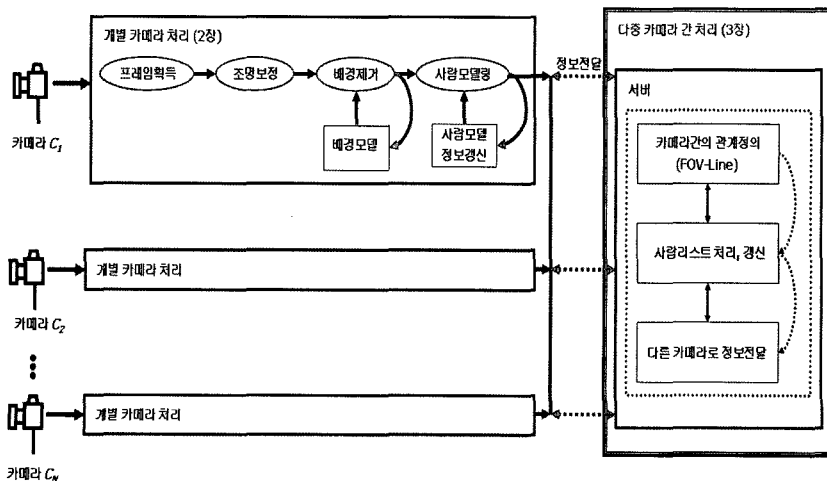


그림 1 제한된 시스템의 구성도

본 논문에서는 블랍은 사람모델에 매핑시키기 위하여, 계층적 사람모델을 이용한다. 분리된 블랍의 위치정보와 색상정보를 이용하여 모델에서의 상대적인 위치에 따라 사람의 세 인체 부위(머리, 몸통, 다리)의 한 부분으로 할당된다( $CP_n = \{P_{k\_머리}, P_{k\_몸통}, P_{k\_다리}\}$ ). 사람모델은 세 인체부위와 그들 간의 기하학적(위치와 상대적 크기 등)인 관계와 색상(평균 색상과 표준편차 등) 관계로 정의된다. 그림 2는 블랍을 위치정보와 색상정보를 이용하여 세 인체 부위에 정합시켜 설계한 계층적 사람모델이다.



(a) 입력영상 (b) 전경영상 (c) 결과영상

그림 2 계층적 사람모델링

2.3 모델기반 추적

사람추적은 신체 색상정보를 포함하는 계층적 사람모델을 이용하여 추적하였다. 설계된 사람모델을 이용하여 추적하기 위해서, 사람모델의 정보는 다수의 사람을 추적하기 위해 저장되어야 한다. 사람의 모든 동작이 프레임마다 상대적으로 작기 때문에, 색상기반 모델에서의 큰 변화는 추적을 쉽게 실패하게 만드는 원인이 된다. 이런 색상모델이 가진 추적의 민감성을 해결하기 위해서, 프레임의 블랍들을 참조모델과 비교하여 사람모델을 갱신한다. 사람모델의 정보는 시간  $t-1$ 까지 계산된 평균( $\mu_n^{t-1}$ )과 표준편차( $\sigma_n^{t-1}$ )에 의해 표현되고,  $t$  번째 프레임에서 나타난 새로운 블랍  $B_t^i$  와 사람모델  $CP_n^{t-1}$  사이의 최소거리( $d_n^t$ )를 구할 수 있다(식 3).  $d_n^t$ 가 미리 정해진 임계치보다 적으면, 블랍  $B_t^i$  을 적응적 사람모델에 추가하고, 그들의 중심과 불확실성을 다시 계산함으로써 적응적 모델을 갱신함으로써 사람을 추적한다[9].

$$d_n^t = \min_{j=1 \dots 3} \left( \frac{\|B_t^i - \mu_n^{t-1, j}\|_p}{\sigma_n^{t-1, j}} \right) + \min_{j=0 \dots 4} \left( \frac{\|Br_t^i - \mu_n^{t-1, R^j}\|_p}{\sigma_n^{t-1, R^j}} \right) \quad (3)$$

이러한 블랍 기반 사람 추적은 이전 프레임에서 현재

영상까지 연속된 프레임들 사이의 거리를 계산함으로써 블랍을 배치한다. 그러나 블랍은 분할 또는 합병되거나, 심지어 사라지거나 새로 만들어질 수 있기 때문에 이러한 블랍 기반 방법은 각 프레임에 서로 다른 개수의 블랍으로 인하여 다수의 사람을 추적하는 것을 어렵게 만든다. 본 논문에서 사용된 모델기반 사람추적은 다음과 같다[9].

사람  $CP_n^{t-1}$ 이  $t-1$  번째 프레임까지 이미 추적되었고, 프레임  $t$ 에 새로운 블랍  $B_t^i$ 가 구성되었다고 가정한다면, 이후 다수의 사람은 아래의 방식으로 추적된다.

Case1. 만일  $B_t^i$ 가  $CP_n^{t-1}$ 에 포함된다면,  $CP_n^{t-1}$ 내 대응되는 블랍은  $B_t^i$ 으로 추적된다.

Case2. 만일  $CP_n^{t-1}$ 내 블랍이  $t$  번째 프레임에서 여러 블랍으로 분리되었다면,  $CP_n^{t-1}$ 내 블랍은  $t$  번째 프레임내 한 블랍으로 추적되고  $t$  번째 프레임 내 다른 블랍들은  $CP_n^{t-1}$ 에 추가된다.

Case3. 만일  $CP_n^{t-1}$ 내 블랍이  $t$  번째 프레임에서 블랍  $B_t^i$ 로 합쳐진다면,  $CP_n^{t-1}$ 내 블랍은  $t$  번째 프레임내 한 블랍으로 추적되고  $t$  번째 프레임 내 다른 블랍들은  $CP_n^{t-1}$ 에 제거된다.

Case4. 만일  $B_t^i$ 가  $CP_n^{t-1}$ 에 포함되지만 대응되는 블랍이 존재하지 않으면,  $B_t^i$ 를  $CP_n^{t-1}$ 에 추가한다.

Case5. 만일  $B_t^i$ 가  $CP_n^{t-1}$ 에 포함되지 않으면, 블랍은 새로 생성된 블랍으로 여겨져 인체 리스트에 새로운 인체로 추가된다.

3. 다중 카메라 간 처리

한 카메라에서 인식되어 모델링된 추적대상의 정보를 이용하여 다수의 카메라 상에서도 추적할 수 있게 하기 위해서는 먼저 카메라들 간의 관계를 정의하여야 한다. 본 장에서는 FOV 라인을 설계하여 다수의 카메라 간의 관계를 정의하고, FOV 라인 상의 카메라들 사이에서 움직이는 추적대상의 이동을 제어하고, 추적하는 방법을 설명한다. 각 카메라에서 추적된 사람 모델의 정보를 서버를 통해 다른 카메라에 전달되고 저장되어 추적에 이용되었다. 다수의 카메라 상에서 추적된 사람모델은 등장, 움직임, 겹침, 대기, 재등장, 퇴장의 6단계의 상태정보를 가진다.

3.1 카메라 간의 FOV 라인 설계

제안된 시스템은 FOV 라인을 설계하여 다수의 카메라 간의 관계를 정의하고 추적대상의 움직임 방향을 제어함으로써 추적대상의 이동을 예측, 제어할 수 있다. 본 시스템의 세 대의 비겹침 카메라는 배치구조의 특성

상 카메라가 겹치지 않은 지역(hidden zone)이 존재한다. 이러한 카메라 사이를 움직이는 사람을 추적하기 위하여 카메라 사이의 시각적 범위와 한계에 대한 관계를 정의한다. 각 카메라의 시야는 동일한 그라운드 상에서의 연속된 연결이라 가정하며, 추적 대상은 일직선으로 연결된 카메라의 시야 범위인 FOV 라인 상에서 움직이게 된다. 그림 3(a)는 실험환경에 배치된 카메라의 시야와 각 카메라사이에 존재하는 비접침 지역(hidden zone :  $h_1, h_2, h_3, h_4$ )을 보여준다. 그림 3(b)는 그림 3(a)에 배치된 카메라( $C_2, C_3$ )에서의 FOV 라인에 따른 사람이동을 나타낸다.

본 논문에서는 FOV 라인을 설계하고 제어함으로써 비슷한 옷을 입은 추적대상에 대한 혼돈을 예방할 수 있다. 다수의 카메라로 이루어진 FOV 라인의 제약은 아래의 경우를 따른다..

- $j$  번째 카메라  $C_j$ 에서 나간 사람은  $C_i$ 로 다시 돌아오거나 나간 방향( $LC_j, RC_j$ )쪽으로 연결된 카메라에서만 나타날 수 있다.
- $j$  번째 카메라  $C_j$ 에 나간 사람은 나간 방향 쪽으로 연결된 카메라가 없으면,  $C_j$ 로만 다시 돌아올 수 있다.

위의 경우에 의해 그림 3(a)의 실험환경에서 결정된 FOV 라인은 다음과 같다. 만약 카메라  $C_1$ 의 영역에서 처음 나타나 추적된 사람모델  $CP_n$ 은 카메라  $C_1$ 에서 벗어나면 카메라  $C_1$ 이나 카메라  $C_2$ 에서만 다시 나타날 수 있고 카메라  $C_1$ 과 바로 연결되지 않은 카메라  $C_3$ 의 영역 내에 바로 나타날 수 없다. 만약 카메라  $C_1$ 에서 벗어난  $CP_n$ 과 비슷한 사람이 카메라  $C_3$ 에 나타났다면, 비슷한 옷을 입은 다른 사람으로 처리된다.

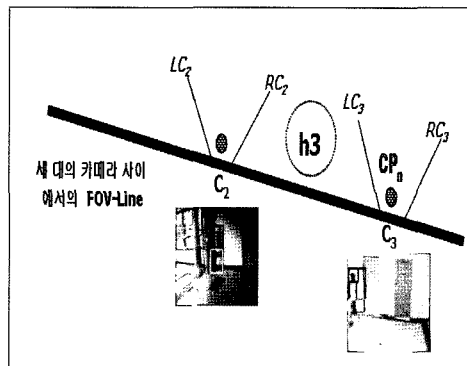
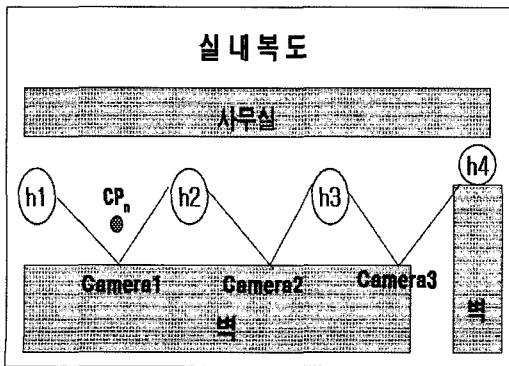
또한, 그림 3(b)의 카메라  $C_2$ 에서 추적되어 카메라  $C_3$  방향으로 벗어난 사람모델  $CP_n$ 은 카메라  $C_2$ 과 이동한 방향의 카메라  $C_3$ 에 있는 비접침 지역  $h_3$ 에 존재한다고

간주된다. 이 때, 비접침 지역  $h_3$ 에 있던  $CP_n$ 이 다시 카메라 상에 등장하게 될 때는 반드시  $h_3$ 에 이웃한 카메라의 시야  $RC_2$ 나  $LC_3$ 에서만 나타날 수 있다. 따라서  $CP_n$ 이 카메라  $C_2$ 나 카메라  $C_3$ 에 나타났다고 하더라도 카메라  $C_2$ 의 왼쪽시야인  $LC_2$ 나, 카메라  $C_3$ 의 오른쪽 시야인  $RC_3$ 에서 나타날 수 없다.

**3.2 다수의 카메라 상에서의 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. 이때, 추적 대상의 정보를 제대로 전달하고, 전달받기 위해서는 인식된 추적대상의 특징 정보를 모델링 하는 것이 매우 중요하다[9]. 추적대상의 특징정보가 처음부터 잘못 설계되면 모델링된 추적대상의 특징정보를 신뢰하기가 힘들게 되어 추적대상이 누구인지, 어디에 위치하고 있는지에 대한 혼돈이 야기된다.

따라서 본 논문에서는 2.2장과 2.3장에서 설계한 계층적 사람모델을 이용하여 추적 대상의 특징정보를 전달한다[9]. 사람추적은 사람모델  $CP_n$ 이 카메라에 처음 나타나면 초기화되는 것으로 시작된다. 설계된 계층적 사람모델  $CP_n$ 은 카메라 상에서 인식된  $CP_n$ 의 중심위치( $cx, cy$ ), 3인체부위의 색상( $chead, cbody, clegs$ ), 카메라 상에서 움직이는 방향( $LC_j, RC_j$ ), 사람영역의 경계( $minx, miny, maxx, maxy$ ) 등의 정보를 가지고 있다. 생성된 사람모델  $CP_n$ 은 각 카메라들과 서버와의 정보전달을 위하여 서버의 인식된 사람의 정보를 저장하는 사람리스트에 등록된다. 사람리스트에 저장된 사람모델의 정보는 매 프레임마다 사람의 움직임에 의해 변화되므로, 매 프



(a) FOV( $h_1, h_2, h_3, h_4$  : hidden zone)

(b) 그림(a)에서의 사람이동 FOV 라인

그림 3 카메라의 시야(FOV)와 사람이동 FOV 라인

레이마다 사람모델  $CP_n$ 을 갱신시켜 추적대상의 정보변화의 손실을 최소화시킴으로써 정확한 추적을 할 수 있도록 하였다.

$j$  번째 카메라에 나타난 사람모델  $CP_n$ 은 사람모델 설계 과정인 Case1~Case5에 의하여 인식되고 획득되게 된다. 초기의 사람모델  $CP_n$ 은 카메라 간의 잡음이나 조명에 의해 발생할 수 있는 사람영역의 오류를 최소화하기 위하여 일정한 시간  $t$  동안 지속적으로 나타난 모델  $CP_{score}^t$  ( $score$ 는 시간  $t$  동안 추적된 사람모델  $CP_n$ 의 누적 수)에 대해서만 추적하였다. 본 논문에서는 초기 사람영역의 횡수를 5로 설정하였다.  $j$  번째 카메라에서  $t$  시간 동안에 추적된 사람모델  $CP_n$ 의 특징정보는 다음과 같이 구성된다.

$$CP_n^t = \{ C_N^t | CP_{cx}^t, CP_{cy}^t, CP_{chead}^t, CP_{cbody}^t, CP_{clegs}^t, CP_{score}^t \}$$

카메라  $C_j$ 에서 시간  $t$  동안 추적된  $n$ 번째 사람모델  $CP_n^t$  과 이전 프레임에서의  $CP_n^{t-1}$ 의 거리의 차이가 크지 않다. 따라서 중심점의 거리 차이  $d(CP_{cx,cy}^{t-1}, CP_{cx,cy}^t)$  가 일정 임계값  $th$  이내에 존재하여야 한다.

$$d = \sqrt{(CP_{cx}^{t-1} - CP_{cx}^t)^2 + (CP_{cy}^{t-1} - CP_{cy}^t)^2} < th$$

또한, 카메라의 조명이나 잡음 등에 의하여 사람이 있음에도 불구하고 추적되지 않는 경우가 존재할 수 있다. 사람모델  $CP_n$  인체 부위의 색상( $CP_{color}^t : CP_{chead}^t, CP_{cbody}^t, CP_{clegs}^t$ )의 범위가 오차 범위  $\alpha$  안에서 존재하여야 한다.

$$\alpha(CP_{color}^t) \leq CP_{color}^t \leq \alpha(CP_{color}^t)$$

$$(0.8 \leq \alpha \leq 1.2)$$

$CP_n$ 의 색상정보는 다른 카메라로 이동하였을 때 추적대상을 구별하기 위한 중요한 정보로 이용되므로, 매 프레임마다 정보가 저장된다. 이때,  $CP_{chead}^t$ 의 정보보다  $CP_{cbody}^t$ 와  $CP_{clegs}^t$ 의 색상정보가 우선시 된다. 그리고, 사람모델  $CP_n$ 의 중심점  $CP_{cx}^t, CP_{cy}^t$ 가 현 카메라  $C_j$ 의 가장자리인  $LC_j$ 나  $RC_j$ 에 다가감에 따라 이동경로를 예측할 수 있으며,  $CP_n$ 은 3.1장에서 설계된 FOV 라인에 따라 이동한다.

그림 4는 서버와 각 클라이언트 카메라 간의 정보전달 및 사람추적과정을 보여준다. 위의 방식으로 그림 4의 카메라  $C_1$ 에서 추적되어 사람모델로 모델링된  $CP_1$ 의 정보는 서버의 사람리스트에 저장되고, 그 후  $CP_1$ 이 카메라  $C_1$ 에서 나가 카메라  $C_2$ 에 다시 들어오면 서버는  $C_2$ 에서 인식된 사람의 정보가 사람리스트에 등록이 되어 있는가를 살펴본다. 이때, 카메라  $C_1$ 에서 벗어난  $CP_1$ 의 카메라간의 이동은 3.1장에서 소개된 카메라간의 FOV 라인에 의해 제약되고 예측된다. 설계된 FOV 라인을 따라 움직이는 사람모델  $CP_1$ 이 카메라  $C_2$ 에서 추적되고, 기존의 사람리스트에 등록이 되어 있다면, 같은  $CP_1$ 이라 판단하여 계속 추적한다. FOV 라인에서 벗어나거나, 사람리스트에 등록되어 있지 않은 사람이라면 카메라  $C_2$ 에서 새로이 인식된 사람을 새로운 사람  $CP_2$ 라 판단하고 사람리스트에 등록시킨다. 이와 같은 방법으로 각 카메라에서는 카메라에 들어오는 사람이 기존에 등록되어 있는 사람인가, 새로운 사람이 비디오 프레임 안으로 들어오는가, 또 이전에 비디오에서

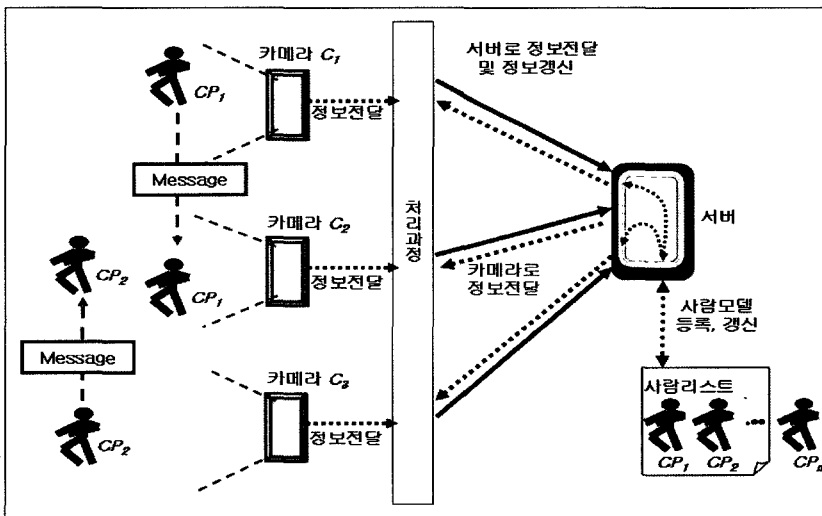


그림 4 서버와 각 카메라간의 정보전달 및 사람추적

나갔던 사람이 다시 들어오는가를 계속해서 확인하여 추적할 수 있다.

**3.3 카메라 간 사람추적의 상태**

다수의 카메라 간에서의 사람추적은 앞에서 설계된 사람모델  $CP_n$ 의 특징정보를 카메라와 서버 간의 정보 전달을 통하여 추적된다. 본 논문에서는 다수의 카메라에서 사람을 지속적으로 추적하기 위하여 사람모델  $CP_n$ 의 상태정보를 설계하였다.  $CP_n$ 은 카메라에 들어오는 순간부터 완전히 사라질 때까지 다음과 같은 6단계의 상태정보를 가진다. 추적대상의 상태정보는 등장(Entering), 움직임(Moving), 겹침(Occluding), 대기(Hiding), 재등장(Re-entering), 퇴장(Exiting)이다. 그림 5는 설계된 추적대상의 6단계 상태정보 변화 과정을 보여주고 있다.

- **등장(Entering)** : 2.3장의 Case1과 Case5에 의해 새로운 블랍이 생성되어 추적되고, 생성된 블랍으로부터 기존의 사람리스트에 없는 새로운 사람모델  $CP_n$ 이 생성된 경우.
- **움직임(Moving)** : 2.3장의 Case1~Case4를 따르는 사람모델  $CP_n$ 이 카메라의 이전 프레임으로부터 일정 범위 안에서 지속적으로 매칭되고, 사람모델의 중심점이 일정 간격으로 지속적인 이동이 있는 경우.
- **겹침(Occluding)** : 한 카메라 내에서 인식된 2개 이상의 사람모델이 이동이 있는 동안 일부의 사람모델이 잠시 사라졌다가 다시 나타났을 경우.
- **대기(Hiding)** : 추적된 사람이 카메라 범위에서 벗어나 일정시간동안 카메라간의 비접침 지역(hide-zone)에 있는 경우.
- **재등장(Re-entering)** : 대기 상태에서의 추적 대상이 다시 나타난 경우.

• **퇴장(Exiting)** : 사람모델이 카메라로부터 일정시간 이상 벗어나 사람리스트에서 완전히 제거된 경우.

추적대상은 그림 5의 6단계 상태정보 중 하나를 항상 따르게 되며, 각 카메라에서는 6단계 상태정보에 따라 카메라에 들어오는 사람이 새로운 사람인가, 기존의 사람리스트에 등록되어 있는 사람인가, 이전에 비디오 프레임에서 나갔던 사람이 다시 들어오는가, 또는 완전히 제거됐는가를 계속해서 확인하여 추적한다.

그림 6은 실제 실험환경에서 3명의 추적대상이 FOV 라인에 따라 각 카메라에서 순차적으로 새로 등장(Entering)하고, 움직이고(Moving), 겹치고(Occluding), 현 카메라에서 벗어나고(Hiding), 재등장(Re-entering)하고, 완전히 퇴장하는(Exiting) 6단계의 상태정보를 보여준다. 그림 6의 추적 대상들은 서로 다른 각 카메라에서 각각 나타날 수도 있고 (1), 카메라 범위 내에서 이동하며 (2), 다수의 사람이 한 카메라 내에 들어왔을 경우 겹침에 의해 일부의 사람이 잠시 사라질 수 있다 (3). 또한 한 카메라에서 추적되어 나간 사람이 카메라 범위 내에서 벗어났을 경우 (4), 연결된 다른 카메라 혹은 이전 카메라에서 재등장하거나 (5) 완전히 퇴장할 수 있다(6).

**4. 네트워크 시스템 설계**

모델링된 추적대상의 특징정보를 서버에 전달하고, 연결된 카메라간의 의사소통을 위해서는 서버와 카메라간의 네트워크 설계가 필요하다. 본 장에서는 JMF와 JMF-RTP를 이용하여 네트워크를 설계하고, 카메라와 서버와의 네트워크 연결을 통해 정보를 전달하는 방법을 설명한다.

**4.1 시스템 설계**

본 논문에서는 추적대상의 특징정보를 모델링하여 연

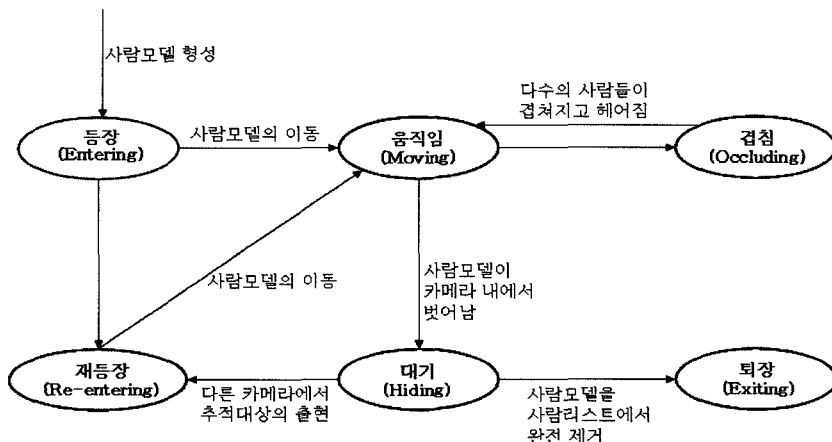


그림 5 추적대상의 상태 6단계

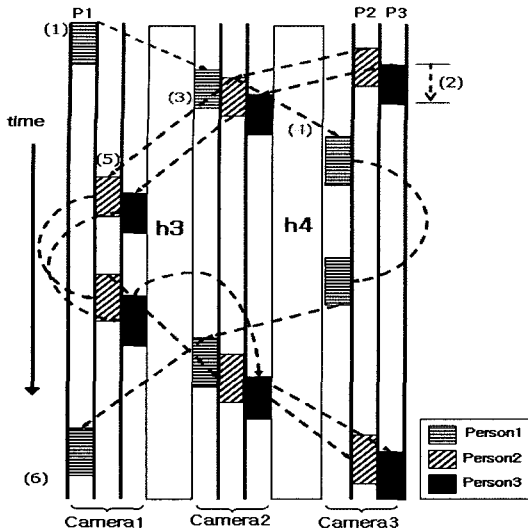


그림 6 실험환경에서의 추적대상 상태 6단계

결된 다른 카메라에 전달함으로써 추적대상의 정보와 움직임을 지속적으로 추적하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안된 네트워크 기반의 사람추적 감시시스템은 다수의 카메라로부터 인식된 추적대상의 정보를 효율적으로 전달하고 전달받기 위한 네트워크 설계를 위하여 JMF(Java Media Framework)기반의 RTP(Real-time Transfer Protocol)기술을 이용한다. JMF는 Sun사에서 개발한 비디오 및 오디오의 캡처, 저장, 전송, 스트리밍 기술을 목적으로 개발된 멀티미디어 제어 관련 API이다. JMF는 네트워크 환경에서 멀티미디어 스트림 데이터를 효율적으로 처리하고 플랫폼의 독립성을 보장하기 때문에 화상회의나, 화상 의료 시스템과 같은 멀티미디어 시스템 개발에 적합하다[10]. JMF를 지원하는 JMF-RTP는 실시간 미디어 전송을 인터넷이나 인트라넷에서 수행할 수 있도록 지원한다. RTP는 미디어 스트림에 대한 전송을 목적으로 설계되어 기존의 TCP/IP 기반의 HTTP, FTP가 가지고 있던 처리 오버헤드, 네트워크 전송 지연, 멀티미디어 기능 부족 등과 같은 문제점을 어느 정도 해결할 수 있어 실시간이 요구되는 멀티미디어 데이터를 전송하기에 적합하다[10]. 또한 RTP는 스트림내의 임의의 위치에서 다양한 미디어 타입이 서로 공존할 수 있어 단일 캐스트와 다중 캐스트 양측에 모두 사용가능하다. 이러한 RTP 기능을 이용하여 전송된 데이터의 구별과 패킷의 순서에 대한 결정, 다중 미디어에 대한 동기화 기능을 수행한다. 본 시스템에서는 서버와 클라이언트간의 보다 빠른 미디어스트림 처리를 위하여 음성데이터 전송은 고려하지 않는다.

4.2 카메라간의 정보전달 처리

본 장에서는 서버와 다수의 카메라사이에서의 정보를 전달하는 방법을 설명한다. 본 시스템에서는 연결된 카메라로부터 영상데이터를 얻어 사람을 추적하기 위하여 JMF의 영상전송기능을 이용한다. 영상데이터를 순차적으로 획득하고 처리하기 위해서는 먼저 다수의 카메라들 사이에서 동기화가 이루어져야 하므로 서버에 연결된 카메라 순서대로 카메라 번호가 부여된다. 그 후, 미디어 스트림 전송을 위한 RTP 세션을 생성하기 위해 클라이언트들은 연결된 카메라로부터 획득한 미디어 스트림의 정보를 카메라 주소와 포트번호, IP, 디바이스 정보와 함께 서버에 넘겨준다. 서버는 넘겨받은 정보가 정당한지를 확인하며, 만약 정당하지 않은 정보인 경우에는 서버는 클라이언트의 접근을 차단한다. 그림 7은 클라이언트 카메라들과 서버사이에서의 정보전달 구조도를 보여준다.

그림 7에서 서버가 구동이 되면 서버는 서버 소켓을 생성하여 클라이언트의 연결을 기다린다. 각 클라이언트들은 서버와의 연결을 위해 연결된 서버에 연결요청을 보낸다. 서버는 각 클라이언트들의 상태를 항상 확인하고 제어하기 위하여 연결된 클라이언트마다 Thread를 생성하여 데이터 스트림을 동기화시킨다. Thread는 Threadlist에 저장되어 연결된 클라이언트와의 정보를 주고받는데 이용된다. 또한 서버는 클라이언트가 한꺼번에 많이 연결된 경우 발생하는 오버헤드를 제어하기 위하여 클라이언트가 연결되는 순서대로 커넥션 객체를 생성하여 각 클라이언트의 소켓과 스트림을 분산처리한다. 그리고 서버가 클라이언트의 정보전달을 허가하면 클라이언트들은 사람을 추적하기 위한 이미지 처리를 시작한다. 만약 클라이언트가 예기치 않게 해제될 경우 서버는 클라이언트의 변화 상태를 감지하여 Thread를 중단시키고 해당 커넥션 객체를 제거한다.

클라이언트들은 각각의 커넥션 객체를 통해 서버와 접속하게 되며, 생성된 커넥션들은 접속된 클라이언트들의 정보를 커넥션리스트에 저장한다. 즉, 각 클라이언트에서는 전송하고자하는 메시지를 커넥션 객체를 이용하여 서버로 전송하고 서버는 이러한 클라이언트의 요청을 프로토콜을 통해서 확인할 수 있다. 카메라에서 추적된 사람은 매 프레임마다 갱신되고 갱신된 정보는 커넥션 객체를 통하여 서버에 지속적으로 전달한다.

커넥션 객체가 클라이언트로부터 전달받은 메시지를 서버에 보내면 서버는 커넥션 객체로부터 넘겨받은 메시지와 프로토콜을 서버의 Thread에 보내고 서버는 Threadlist에 저장되어 있는 모든 클라이언트에게 데이터를 전송하게 된다. Thread는 서버에서 보내온 메시지를 해당 커넥션 객체에 넘겨주고 커넥션 객체는 그 메시지를 클라이언트에게 전달하게 된다. 이런 방법으로



서버와 클라이언트들은 연결된 Thread와 커넥션 객체를 이용하여 메시지 프로토콜과 함께 메시지를 전송하거나, 메시지를 어느 클라이언트로부터 전달 받는지 확인할 수 있다. 그림 8은 구현된 실제 본 시스템의 모습이다.

### 5. 실험결과

본 논문에서 제안된 사람추적 감시시스템은 Pentium-IV 1.8GHz인 CPU와 512 MB 메모리 사양의 window 2000 XP상에서 JAVA(JMF)를 이용하여 구현되었다. 연결된 UNIMO CCN-541 보안 카메라 세 대에서 획득된 영상(200×180)으로 6가지 시나리오를 가지고 실험하

였으며, 초당 프레임은 9~15프레임이다. 제안된 사람추적 감시시스템은 고정된 다수의 비접침 카메라를 네트워크 연결하여 각 카메라의 화상데이터 정보전달과 상호 정보전달이 가능하다.

그림 9부터 그림 12는 본 시스템에서 다수의 사람을 추적한 결과이다. 그림 9는 19프레임에서 Camera1에 person1이 처음 나타난 결과이다(새로운 사람 생성(Entering)). 그림 10은 72프레임에서 Camera1로부터 벗어난 person1이 Camera2에 재등장하고(재등장(Re-entering)), Camera3에 person2와 person3가 움직이고 있는 결과이다(움직임(Moving)). 그림 11은 88프레임일 때, Camera3으로부터 벗어났던 person2가 camera2에

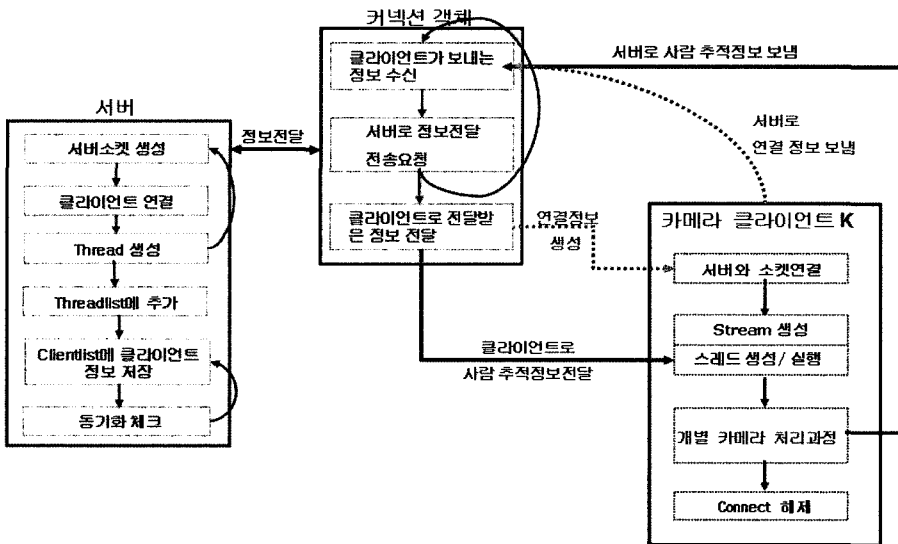


그림 7 서버와 카메라간의 정보전달 구조도

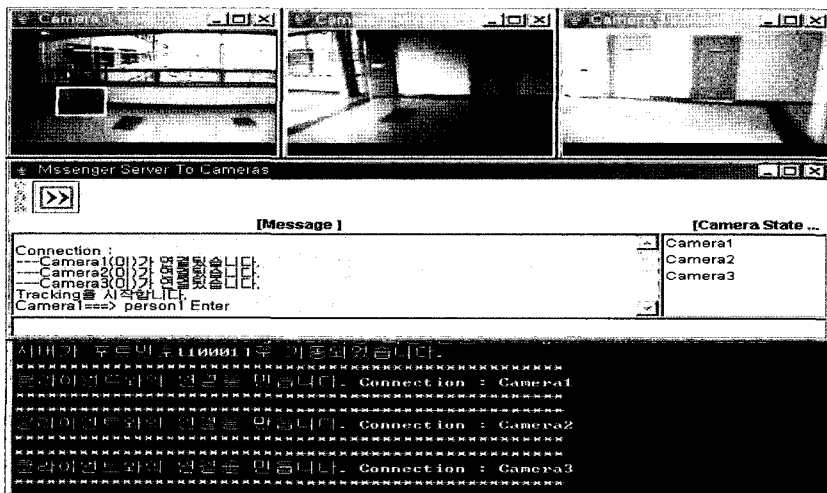


그림 8 구현된 시스템

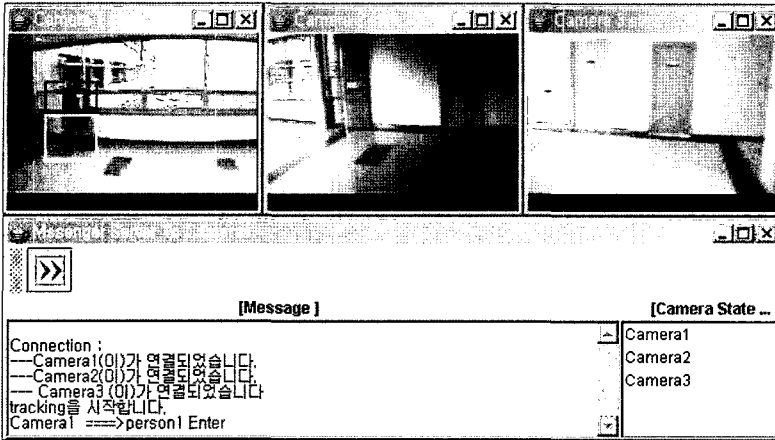


그림 9 19프레임에서의 사람추적 결과

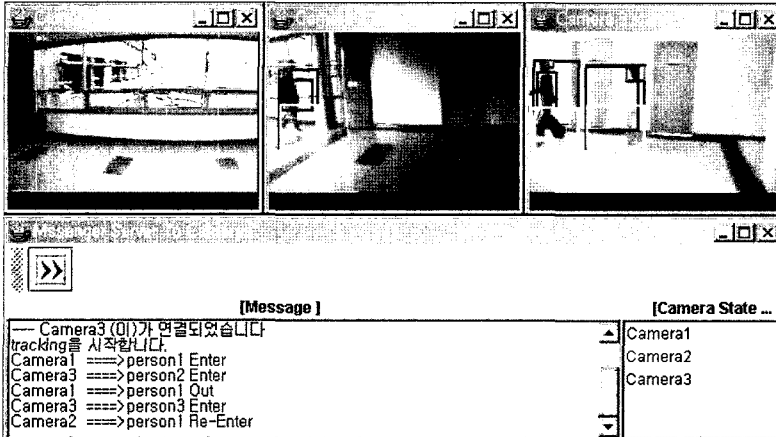


그림 10 72프레임에서의 사람추적 결과

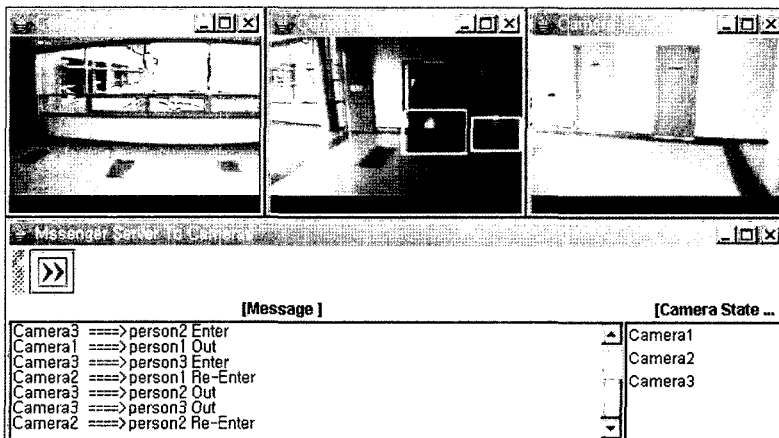


그림 11 88프레임에서의 사람추적 결과

재등장하여 person1과 겹치게 된다(겹침(Occluding)).  
그림 12는 116프레임에서 Camera2에서 퇴장한 person1

이 Camera3에 재등장하고, person2는 Camera2에서 퇴장한 결과이다(퇴장(Exiting)).

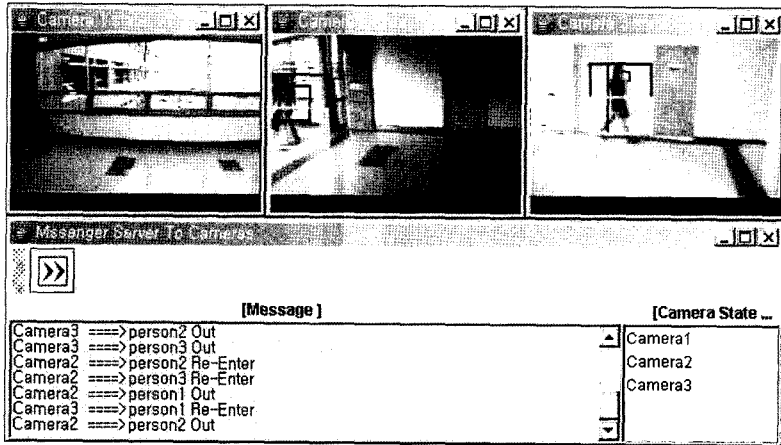


그림 12 116프레임에서의 사람추적 결과

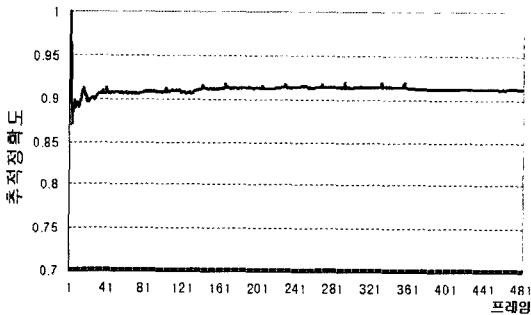


그림 13 세 대의 카메라에서의 사람추적에 대한 평균 ROC

본 논문에서는 ROC 그래프를 이용하여 추적된 사람에 대한 추적 정확도를 측정하였다. 추적 정확도는 각 추적 단계에서 사람으로 추적된 모델의 수를 세고 실제로 나타난 전체 사람 수에 대한 비율을 계산하였다[7]. 그림 14는 세 대의 카메라를 이용한 6개의 시나리오로 이루어진 18개 동영상에서 사람추적에 대한 평균 ROC이다. 그림 14의 그래프를 보면 평균 1~40프레임 구간에서 추적정확도의 기복이 심함을 볼 수 있다. 이는 초기의 사람모델 설계과정에서 들어오는 사람의 모델이 체계화되지 않았기 때문에 순간적으로 사람 추적률이 떨어졌음을 의미한다. 그러나 하락된 곡선이 바로 상승되어 안정된 그래프가 생성됨을 보여주므로 세 대의 카메라에서 추적된 사람모델이 안정되어 있음을 알 수 있다. ROC 그래프에서 나타난 추적정확도는 사람이 처음 들어와서 카메라에서 인식되어 퇴장하기까지 평균 481프레임에 대하여 91.2%의 평균 추적률을 보였다.

표 2는 제안된 시스템에서 인식된 사람모델의 6단계 상태정보를 추적한 결과이다. 표의 가로축은 6개의 시나리오에서의 각 카메라에 나타난 사람의 실제 6단계 상

태정보이고, 세로축은 시스템에서 추적된 사람모델의 6단계 상태정보이다. 표 1의 결과에서 제안된 시스템에서 옮겨 추적된 사람에 대한 상태 추적정확도는 96.01%이다. 옮겨 추적된 사람모델의 상태정확도는 새로운 사람(Entering) 상태에서 88.8%, 카메라 내에서 사람모델의 움직임(Moving) 상태에서 89.1%, 사람 모델간의 겹침(occluding) 상태에서 79.6%였으며, 카메라에서 나간 사람모델이 다시 재등장(Re-entering) 상태에서 68%, 카메라 범위에서 사람모델이 벗어나 비접침 지역에 들어간 대기(Hiding) 상태와 사람모델의 완전히 퇴장(Exiting)상태에서 100%의 상태정확도를 보여주었다. 제안하는 시스템은 색상에 기반한 사람모델을 이용하므로 비슷한 색상의 의상을 입은 사람들을 새로운 등장(Entering)임에도 불구하고 재등장(Re-entering) 상태로 인식할 수 있는 단점이 있다. 만일 움직임(Moving) 상태에서 영상처리가 제대로 이루어지지 않는다면, 사람 모델 설계가 실패할 수 있으므로 대기(Hiding) 상태나 등장(Entering) 상태가 될 수 있다. 또한, 사람들이 움직이면서 겹치는 경우에는 겹침(occluding) 상태가 움직임(Moving) 상태로 인식될 수 있다. 실험 동영상에서 추적된 사람들은 비접침 지역에 비교적 짧게 머물렀으므로 완전한 퇴장(Exiting) 상태와 혼동되는 경우는 발생하지 않았다.

표 3은 실내·외 환경에서 다수의 비접침 카메라를 이용하여 오브젝트 추적결과이다. 제안된 방법이 기존의 다수의 카메라를 이용하여 오브젝트를 추적한 결과에 뒤떨어지지 않음을 보여주고 있으며, 기존의 방법들이 누구를 추적하느냐를 고려하지 않은 방법이라는 점에서 볼 때 제안된 방법이 보다 좋은 결과를 획득하였음을 보여주고 있다.

표 2 제안된 시스템에서 추적된 사람 6단계 상태의 결과

시스템에서 추적된 6 단계 상태정보	퇴장 (Exiting)					18
	재등장 (Re-entering)	2			66	
	대기 (Hiding)		278		5954	
	겹침 (Occluding)			47		
	움직임 (Moving)		3565	12		
	등장 (Entering)	16	78			31
	등장 (Entering)	움직임 (Moving)	겹침 (Occluding)	대기 (Hiding)	재등장 (Re-entering)	퇴장 (Exiting)

실제 사람 6단계 상태정보

표 3 기존의 다수의 비겹침 카메라를 이용한 오브젝트 추적결과

	논문				제안된방법
	[2]	[12]	[13]	[14]	
카메라 수	3	2	2	2	3
추적대상	사람	자동차	사람	자동차	사람
추적률	71%	85%	87.22%	85.3%	91.2%

\* 적자에 의해 검출된 오브젝트 추적 결과

6. 결론

본 논문에서는 다수의 카메라간의 정보전달을 통하여 인식된 추적대상의 효율적인 정보전달이 가능한 네트워크 카메라 기반의 사람추적 시스템을 제안하였다. 본 시스템에서는 JAVA로 다수의 미디어 데이터를 효율적으로 전송하고 처리하기 위하여 JMF API와 RTP를 사용하여 카메라간의 네트워크를 설계하였다.

제안된 시스템은 기존의 감시시스템에서 고려가 미비했던 점들을 개선하여 시스템의 성능을 향상시켰다. 제안된 시스템은 계층적 사람모델을 이용함으로써 카메라에서 인식되어 추적되는 추적대상의 누구인가를 고려하였다. 또한, FOV 라인과 추적대상의 상태정보를 설계하여 추적대상의 이동 및 상태정보를 제어함으로써 각 카메라에서의 개별적인 추적이외에 인식된 추적대상이 어느 카메라로 이동하였고, 현재 위치가 어디인지를 고려하여 추적할 수 있다. 또한 기존 다수의 카메라에서 이용되었던 카메라 간의 정보공유 방식이 아닌 정보전달 방식을 사용함으로써 카메라간의 약속된 대응관계를 없이도 정보 전달이 가능할 수 있게 되었다.

기존의 모니터링 방식에서 벗어나 능동적으로 사람을 추적할 수 있는 본 시스템은 앞으로 기존의 감시시스템에서 하기 힘들었던 넓고 복잡한 공간과 다수의 많은 사람들의 움직임을 추적할 수 있어 범인 및 특정 인사 위치추적, 보안시스템 등에 널리 이용할 수 있을 것으로

기대된다.

본 논문에서 제안한 방법은 앞으로 실내 뿐 아니라 실외와 같은 다양한 환경에서 다수의 사람을 추적하는 연구를 진행할 것이다. 추적된 사람들의 움직임의 궤도를 확인해 볼 수 있는 추적공간의 가상공간 구현과 모바일 상에서 언제, 어디서나 손쉽게 서비스를 제공받을 수 있는 모바일 기반의 확장이 남아있다.

참고 문헌

[1] 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.

[2] O. Javed, Z. Rasheed, K. Shafique and M. Shah, "Tracking across in multiple cameras with disjoint views," in proc. of the IEEE International Conference. Computer Vision, pp. 952 - 957, 2003.

[3] P.D. O'Malley, M.C. Nechyba and A.A. Arroyo, "Human activity tracking for wide-area surveillance," in Proc. of Florida Conference on Recent Advances in Robotics, 2002.

[4] C. Sminchisescu and A. Telea, "Human body pose estimation using silhouette shape analysis", in proc. of WSCG International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, 2002.

[5] D. Makris, T. Ellis and J. Black, "Bridging the

- gaps between cameras," in prof. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
- [6] Q. Cai and J.K Aggarwal, "Tracking human motion using multiple cameras," Computer and Vision Research Center.
  - [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] S.L. Dockstader and A.M. Tekalp, "Multiple camera tracking of interacting and occluded human motion," in proc. of the IEEE, vol. 89, no. 10, pp. 1441-1455, 2001.
  - [9] 이경미, 이윤미, "조명변화와 겹침에 강건한 적응적 모델 기반 다중객체 추적", 한국정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, vol. 32, no. 5, pp. 449-460, 2005.
  - [10] A. Terrazas, "Java Media APIs: Cross-platform imaging, media and visualization," SAMS, 2002.
  - [11] T.H. Chang and S. Gong, "Tracking multiple people with a multi-camera system," in proc. of European Workshop on Advanced Video based Surveillance Systems, 2001.
  - [12] A. Chilgunde, P. Kumar, S. Ranganath and H.W. Min, "Multi-camera target tracking in blind regions of cameras with non-overlapping fields of view," in proc. of British Machine Vision Conference, 2004.
  - [13] 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.



이 윤 미

2004년 덕성여자대학교 인터넷정보공학과 학사졸업. 2004년~현재 덕성여자대학교 전산정보통신대학원 석사과정. 관심분야는 영상처리, 컴퓨터비전



이 경 미

1993년 덕성여대 전산학과(학사). 1996년 연세대 전산학과(석사). 2001년 미국 Univ. of Iowa 전산학과(박사). 현재 덕성여대 컴퓨터공학부 조교수. 관심분야는 멀티미디어처리 및 검색, 컴퓨터비전, 패턴인식, 기계학습