JMF기반의 네트워크 감시시스템

이윤미° 이경미
덕성여자대학교 전산정보통신학과
{blanchia°, kmlee}@duksung.ac.kr

A networked Serveillance System on JMF

Youn-mi Lee° and Kyoung-mi Lee
Duksung Woman's University

요 약

본 논문에서는 CCTV방식의 감시시스템과 사람추적 기술을 결합한 사람추적 감시시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 기존 CCTV방식의 감시시스템의 제한점이었던 모니터링 감시방식에서 벗어나 여러 대의 카메라들이 서로 다른 지역을 감시함과 동시에 카메라에 나타난 사람들을 여러 카메라에 걸쳐서 자동적으로 추적할 수 있는 감시시스템이다. 제안된 시스템은 고정된 다수의 비겹침 카메라와 JMF RTP API를 이용하여 서버와 클라이언트간에 미디어스트림의 네트워크 정보전달과 추적 대상의 특징정보를 전달하여 사람들을 추적한다. 계층적 사람모델을 이용하여 카메라 내에 인식된 사람을 추적하고 다른 카메라로 추적된 사람의 특징정보를 전달하여 지속적으로 추적대상을 검출, 인식함으로써, 넓은 지역에 산재된 여러 카메라들을 통해 추적대상을 끝까지 추적한다. 본 논문에서는 제안된 시스템을 이용하여 실내환경의 넓은 지역에서 추적대상의 움직임을 다수의 카메라가 인식하고 감시하여 끝까지 추적하였음을 확인하였다.

1. 서 론

최근 발전된 감시시스템 분야는 다양한 고급기술의 개발로 원격지의 화상데이터 전송의 신속성과 정확성 제공, 여러 대의 카메라를 이용한 다양한 각도에서의 화상 이미지 캡쳐, 그리고 네트워크 상에서의 카메라 사이의 실시간 정보전달 등이 가능하다. 특히 네트워크 기반의 감시시스템은 기존 현장 감시시스템의 문제점이었던 공간상, 장소상의 제약 없이 감시할 수 있다. 하지만 그럼에도 불구하고, 아직도 주요 기능이 모니터링에만 국한되고 있는 점에 착안하여 본 논문에서는 감시시스템과 사람추적 기술 [1,2]을 결합한 사람추적 감시시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 은행, 도서관, 주요 관공서 등과 같은 넓은 지역에서 다수의 사람들의 움직임을 다수의 카메라가 인식하여 감시하고 [2,3], 그 움직임을 끝까지 추적하는 것을 목적으로 한다. 그러기 위해서는 각 카메라 간의 정보가 서버를 통해 영상데이터의 교환이 이루어지고, 서버가 추적된 사람의 정보를 연결된 여러 대의 비디오 감시카메라로부터 일치된 정보로 넘겨받을 수 있기 위한 각 카메라간의 동기화가 필요하다.

본 논문에서는 건물 내부를 실험환경으로 한정하고, 실험환경에서 카메라간의 네트워크를 형성하여 세 대의 비겹침 카메라간의 정보전달을 통해 사람을 추적하는 방법을 제안한다.

2. JMF 와 RTP 시스템

다수의 카메라로부터 인식된 추적대상의 정보를 서버와 클라이언트가 주고받기 위해서는 네트워크 설계가 필요하다. 본 논문에서는 JMF(Java Media Framework)와 RTP(Real-time Transfer Protocol) 기술을 이용하여 네트워크 감시시스템을 구현한다.

JMF는 Sun사에서 개발한 자바기반 멀티프로그래밍 기술로써 비디오 및 오디오의 캡쳐, 저장, 전송, 스트리밍 기술을 목적으로 개발된 멀티미디어 제어관련 API이다. JMF는 네트워크 환경에서 멀티미디어스트림 데이터를 효율적으로 처리하고 플랫폼의 독립성을 보장하기 때문에 화상회의나, 화상 의료 시스템과 같은 멀티미디어 시스템 개발에 적합하다 [5,6]. JMF를 지원하는 RTP는 미디어 스트림에 대한 전송을 목적으로 설계된 API로 기존의 TCP/IP 기반의 HTTP, FTP가 가지고 있던 처리 부담, 네트워크 전송 지연, 멀티미디어 기능 부족 등과 같은 문제점을 어느 정도 해결할 수 있어 실시간이 요구되는 멀티미디어 데이터를 전송하기에 적합하다. 따라서 본 논문에서는 서버와 클라이언트 간의 미디어데이터의 빠른 처리와 추적대상의 특징정보를 주고받기 위하여 JMF와 RTP기능을 이용한다.

3. 네트워크 카메라 기반 감시 시스템 설계

제안하는 시스템에서는 영상데이터를 획득하기 위하여 JMF의 영상전송기능을 이용한다. 영상데이터를 순차적으로 획득하고 처리하기 위해서는 다수의 카메라들 사이에서 동기화가 이루어져야 하므로 카메라는 서버에 접속된 순서대로 카메라 번호가 부여된다. 그 후 미디어 스트림 전송을 위한 RTP 세션을 생성하기 위해, SyncVideo 객체는 해당 카메라의 주소를 읽어 들여 MediaLocator 객체를 생성한다. 또한 클라이언트들은 SyncVideo 객체로부터 연결된 카메라의 DataSource 클래스를 넘겨받아, DataSource 클래스로부터 얻은 미디어스트림의 DataFormat 클래스의 정보를 카메라 주소와 포트 번호, IP, 디바이스 정보와 함께 서버에 넘겨주어 연결요청을 보낸다.

서버는 클라이언트로부터 넘겨받은 DataFormat 클래스의 정보가 정당한지를 확인하고, 만약 정당하지 않은 DataFormat 클래스의 정보일 경우에는 서버는 클라이언트의 접근을 차단하고 에러메세지를 보낸다. 정당한 정보이면 서버는 클라이언트의 접근을 허가한다. 또한 서버는 클라이언트가 한꺼번에 많이 연결된 경우 발생되는 오버헤드를 제어하기 위하여 클라이언트가 연결되는 순서대로 커넥션 객체를 생성하여 각 클라이언트의 소켓과 스트림을 분산하여 처리한다. 클라이언트가 모두 연결되면 서버는 동일한 TimeBase 객체를 이용하여 각 클라이언트들을 동기화 시킨 후 클라이언트로부터 들어온 순서대로 정보를 입력받아 처리한다.

서버와 연결된 후 클라이언트들은 자신과 연결된 카메라에서 추적된 사람의 특징정보를 매 프레임마다 갱신하고 갱신된 정보를 서버를 통해 다른 클라이언트들에게 지속적으로 전달한다. 이때, 클라이언트들은 메시지 프로토콜과 함께 전송하고자하는 정보를 커넥션 객체를 이용하여 서버로 전송한다. 모든 클라이언트들은 서버와의 통신을 각각의 커넥션 객체를 통해 접속하게 되며, 생성된 커넥션 객체들은 접속된 클라이언트들의 정보를 받아 커넥션리스트 객체에 저장된다. 그리고 서버는 클라이언트로부터 온 정보를 프로토콜과 커넥션리스트 객체에 저장된 클라이언트의 정보를 이용하여 어떤 클라이언트로부터 정보를 전달받았는지를 확인하고 전달받은 정보를 다른 클라이언트에게 전달한다.

4. 사람추적 감시시스템

본 논문에서는 다수의 비겹침 카메라와 컴퓨터와의 네트워크 연결을 통하여, 넓은 지역에 걸쳐 추적된 사람의 정보를 전달하는 방법을 제안한다. 그러기 위해서 서버는 서버에 연결된 여러 대의 카메라 간에 실시간으로 정보를 전달하고 인식할 수 있도록 네트워크를 형성시키고, 각 클라이언트들은 연결된 카메라로부터 획득된 추적대상의 정보와 움직임을 인식하여 인식된 추적대상의 특징정보를 서버로 넘겨준다. 한 카메라에서 인식된 추적대상의 정보는 서버에 연결된 다른 카메라에 전달되고, 정보를 전달 받은 카메라에서는 전달받은 정보를 이용하여 이전에 추적된 사람을 추적할 수 있다. 이때 추적 대상의 정보를 전달하고 전달받기 위해서 인식된 추적대상의 특징 정보를 모델링 하는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 사람은 세 인체부위(머리, 상체, 하체)로 구성되어 있는 계층적 사람모델을 이용하여 추적대상의 정보를 전달한다. 계층적 사람모델은 인식된 사람의 위치, 색상, 움직이는 방향, 중심점, 인체를 구성하는 경계영역 등의 정보를 가지고 있다 [4].

생성된 사람모델의 정보는 각 카메라들과 서버와의 정보전달을 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 1은 서버와 각 클라이언트간의 정보전달 및 사람추적과정을 보여준다.

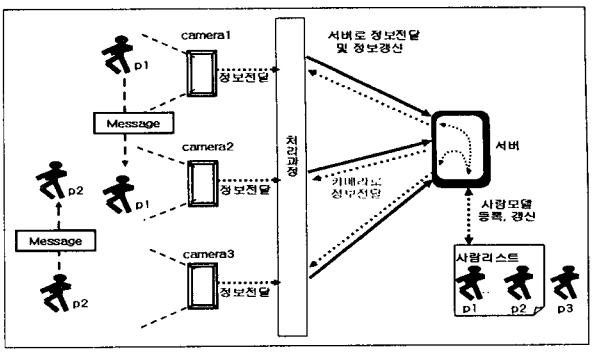


그림 1. 서버와 각 클라이언트간의 정보전달 및 사람추적

Camera1에서 추출되어 사람모델로 모델링 된 P1은 서버의 사람리스트에 저장되고, 그 후 P1이 Camera1에서 나가 Camera2에 다시 들어오면 서버는 인식된 사람의 정보가 사람리스트에 등록이 되어 있는가를 살펴본다. 만약 인식된 사람이 사람리스트에 등록이 되어 있다면, 같은 사람 P1이라 판단하여 계속 추적한다. 사람리스트에 등록되어 있지 않은 사람이라면 Camera2에서 새로이 인식된 사람을 새로운 사람 P2라 판단하고 사람리스트에 등록시킨다. 이와 같은 방법으로 각 카메라에서는 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.

제안된 시스템에서는 여러 카메라에 걸쳐 사람을 추적하기 위해 사람모델의 상태를 아래와 같이 6단계로 정의하였다.

- 등장 (Entering) : 새로운 블랍이 생성되고, 생성된 블랍으로부터 기존의 사람리스트에 새로운 사람모델이 생성된 경우.
- 움직임 (Moving) : 생성된 사람모델이 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 대상이 카메라 범위에서 벗어나 일정시간 동안 카메라간의 비겹침 지역(hide-zone)에 있는 경우.
- 재등장 (Re-entering) : 대기상태에서의 추적 대상이 다시 나타난 경우.
- 퇴장 (Exiting) : 사람모델이 카메라로부터 일정 시간 이상 벗어나고 사람리스트에서 완전히 제거된 경우.

5. 실험 결과 및 결론

본 논문에서 제안된 네트워크 연결된 사람추적 감시시스템은 Pentium-IV 1.8GHz 인 CPU와 512 MB 메모리 사양의 window2000 XP상에서 JAVA(JMF)를 이용하여 구현하였다. 연결된 UNIMO CCN-541 보안 카메라

세 대에서 획득된 영상(200×180)으로 6가지 시나리오를 가지고 실험하였고, 초당 프레임은 9~15프레임이다. 그림 2는 실험환경에서의 카메라 배치도를 보여주고 있다. 세 대의 비겹침 카메라는 각 카메라의 시야가 겹치지 않는 배치구조의 특성상 비겹침 지역이 존재한다.

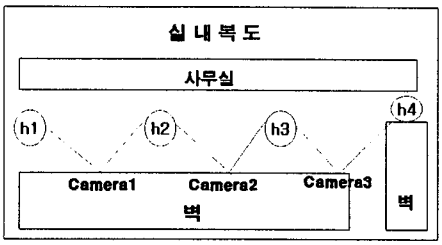


그림 2. 실내 환경에서의 카메라 배치도

그림 3(a),(b),(c),(d)는 본 시스템의 실험환경에서 다수의 사람을 추적한 결과이다. 그림 4(a)는 19프레임에서 Camera1에 person1이 처음 나타난 결과를 보여준다 (등장(Entering)). 그림 4(b)는 67프레임에서 Camera1로부터 벗어난 person1이 Camera2에 재등장하고 (재등장(Re-entering)), Camera3에 나타난 person2가 Camera3에서 나가 비겹침 지역인 그림3의 h2에 들어가고(대기(Hiding)), Camera2에서 person3가 움직이고 있는 결과를 보여준다 (움직임(Moving)). 그림 4(c)는 88프레임일 때, Camera3에서 퇴장했던 person2가 Camera2에 재등장하여 person1과 겹치게 된다 (겹침(Occluding)). 그림 4(d)는 Camera2에서 퇴장한 person1이 Camera3에 재등장하고, person3는 Camera2에서 퇴장한 결과를 보여 준다 (퇴장(Exiting)).

제안된 시스템에서 옳게 추적된 사람에 대한 상태 추적정확도는 96.01% 이다. 옳게 추적된 사람모델의 상태정확도는 등장(Entering) 상태에서 88.8%, 움직임(Moving) 상태에서 89.1%, 겹침(Occluding) 상태에서 79.6%, 재등장(Re-entering) 상태에서 68%, 대기(Hiding) 상태와 사람모델의 완전한 퇴장(Exiting)상태는 100%의 상태정확도를 보여주었다.

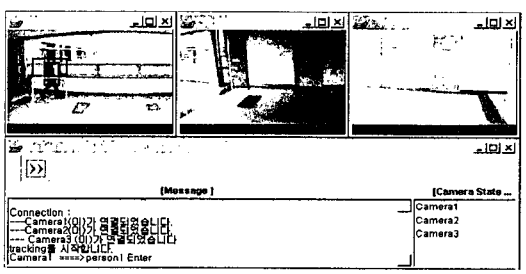
본 논문에서는 다수의 카메라로부터 인식된 추적대상의 정보를 효율적으로 전달하고, 전달받기 위한 네트워크 기반의 사람추적 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 긴 복도와 같은 실내 공간에서 실험되었으며, 다수의 카메라를 이용하여 사람이 성공적으로 추적되었음을 확인하였다.

Acknowledgements

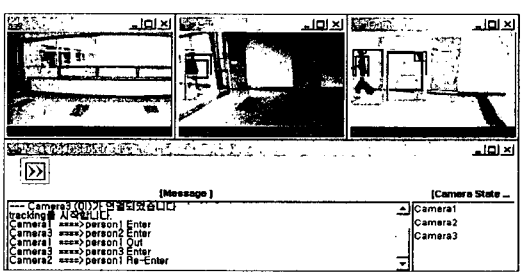
본 연구는 한국학술진흥재단 지원(KRF-2004-003-D00376)으로 이루어졌음.

참고문헌

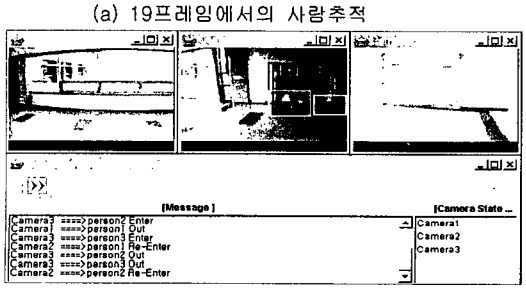
[1] P.D. O'Malley, M.C. Nechyba and A.A. Arroyo, "Human activity tracking for wide-area surveillance", in Proc. of Florida Conference on Recent Advances in Robotics, 2002.
[2] O. Javed, Z. Rasheed, O. Alatas and M. Shah, "KNIGHT^M: A real-time surveillance system for multiple overlapping and non-overlapping cameras", in Proc. of the fourth International Conference on Multimedia and Expo, 2003.
[3] O. Javed, Z. Rasheed, K. Shafique and M. Shah, "Tracking in Multiple Cameras with Disjoint Views", in Proc. of the IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 952-957, 2003.
[4] 이경미, 이윤미, "조명변화와 겹침에 강건한 적응적 모델 기반 다중객체 추적 ", 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, vol. 32, no. 5, pp. 449-460, 2005.
[5] http://java.sun.com/products/java-media/jmf/2.1.1
[6] http://www.junjaewoo.com/jmf2_0-guide-html



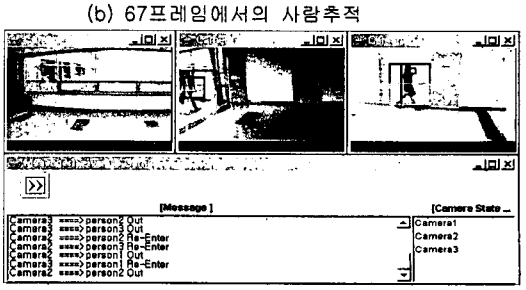
(a) 19프레임에서의 사람추적



(b) 67프레임에서의 사람추적



(c) 88프레임에서의 사람추적



(d) 116프레임에서의 사람추적

그림 3. 사람추적 결과