카메라 간의 연동에 의한 객체 추적

김주희*, 고형준*, 신승중*, 류대현*
* 한세대학교 IT 학부
e-mail : mugochon@hansei.ac.kr

Object Tracking by Interoperation of Dual Camera

Joo-hee Kim*, Hyeong-jun Ko*, Seung-Jung Shin*, Daehyun-Ryu*
*Dept. of IT, Hansei University

요 약

영상 관제 시스템을 구성할 때 카메라 감시영역 간의 중첩된 영역이 발생한다. 이러한 중첩된 영역을 설정해놓고 카메라를 서로 연동시킬 수 있다. 본 연구에서는 와이드뷰 카메라와 PTZ 카메라의 연동에 의한 실시간 오브젝트 트래킹 시스템을 구현하였다. 본 연구의 결과는 향후 다수의 카메라의 연동으로 확장될 수 있다.

1. 서론

한대의 비디오 카메라를 이용하는 응용 분야는 오랫동안 연구되어 왔으며 여러 종류의 과제에 대해 어느 정도 신뢰성 있는 알고리즘도 개발되었다. 향후 여러 대의(경우에 따라서는 수백대까지) 카메라가 네트워크로 연결된 경우의 알고리즘과 응용이 연구될 필요가 있다.

분산 센싱의 경우 각 카메라로부터 얻어진 영상은 카메라의 위치와 방향에 따라 달라지고 그 결과 같은 장면을 관찰하는 다른 카메라로부터의 영상과는 다른 영상이 된다. 따라서 이들 각 카메라에서 얻어지는 영상을 이용하여 일관되고 강인한 예측을 가능하게 하는 알고리즘을 설계할 필요가 있다. 특별히 본 연구에서는 물체의 검출에 관심이 있으므로 물체의 존재 유무를 결정하는 것이 중요하다. 뷰 영역(field of view) 내에 물체가 있으면 그 자세(pose), 모양(appearance) 그리고 정체성(identity)도 중요해 진다. 일반적으로 관심을 갖는 물체는 사람 또는 자동차가 된다.

네트워크에 노드로 연결된 비디오 카메라에서 얻어진 비디오 데이터를 모두 전송하는 것은 통신 상의 제약 때문에 부적합하다. 그러나, 스마트 카메라는 처리 능력이 있으므로 비디오 데이터를 응용 목적에 맞게 낮은 대역폭을 갖는 정보로 적절히 처리한다면 전송이 가능하다.

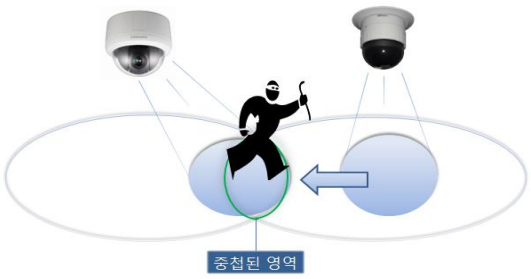
이와 관련하여 두 가지 중요한 이슈가 있는데, 각각의 스마트 카메라에서 추출될 필요가 잇는 정보의 특성이 무엇 인지하는 것과 시각 센서 네트워크에서 검출, 추적, 인식과 같은 문제를 해결하기 위해 각 노드에서 추출된 정보를 어떻게 융합하는가 하는 것이다. 분산 스마트 카메라에서 전력이나 에너지의 최적화는 또 다른 중요한 문제점이 될 수도 있다.

분산 시각 센싱 알고리즘의 응용분야는 매우 다양하다. 주로 분산 검출, 추적, 인식의 문제에 대한 연구가 많이 이루어 지고 있으며 이들은 강인한 분산 시각 센싱 시스템의 세가지 필수적인 부 시스템을 구성한다,

분산 네트워크에서 연결된 카메라의 수는 매우 다양하다. 가정에서 노인을 모니터링 하는 등 10 대 이내인 경우에서 빌딩이나 도로의 교통을 모니터링 하는 경우 수백 대가 연결될 수도 있다. 네트워크에 연결된 카메라의 수에 따라 이들 응용 분야에서 해결되어야 할 문제도 달라질 수가 있다. 그렇지만 모든 응용 분야에서 동일한 알고리즘의 설계와 최적화의 기본원리가 몇 가지 있다.

영상 관제 시스템을 구성할 때 카메라 감시영역 간의 중첩된 영역이 발생한다. 이러한 중첩된 영역을 설정해놓고 카메라를 서로 연동시킬 수 있다. [그림 1]에서 한 카메라에서 침입자가 나타나서 감시영역을 벗어나게 되면 연동된 카메라로 침입자를 추적하는 것을 볼 수 있다.

본 연구에서는 와이드뷰 카메라와 PTZ 카메라의 연동에 의한 실시간 오브젝트 트래킹 시스템을 구현하였다. 본 연구의 결과는 향후 다수의 카메라의 연동으로 확장될 수 있다.



[그림 1] 카메라의 연동에 의한 물체의 추적

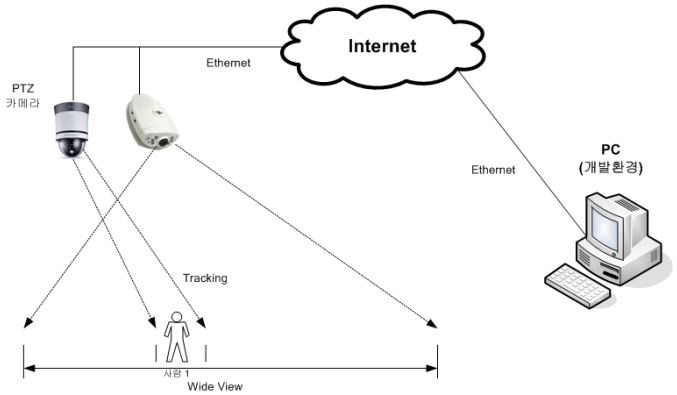
2. 관련연구

본 장에서는 대표적인 객체 추적 시스템에 대해서 간단히 설명한다. 대표적으로 확률 분포 기반의 MeanShift, CamShift, Kalman Filter, Particle Filter, 복잡한 형태의 추론 기법의 Unscented Particle Filter, Multi-Stage Sampling 을 이용한 Particle Filter, Dynamic Bayesian Network, 불변 특징 기반의 SIFT, MSER 등의 알고리즘들이 있다. 이 중에 실시간 객체 추적에 적합하고 임베디드 사양에 맞는 적은 연산을 사용하는 확률 분포 기반의 알고리즘에 대해 연구하였다. 최근 하드웨어의 발달과 알고리즘 성능 향상으로 인해 불변 특징 기반의 알고리즘도 실시간 추적이 가능하게 되었다. 따라서 기존 SIFT 알고리즘으로 사람에 대해서 추적을 테스트해보았다. 테스트 결과 얼굴이나 무늬가 많은 옷에서는 특징점이 많지만 무늬가 없는 옷에서는 특징점이 거의 없어 추적이 어렵다. 확률 분포 기반의 알고리즘 중 CamShift 은 해당 객체 영역에서 히스토그램화시켜 객체의 Hue 성분에 가중치를 매겨 추적한다. 이러한 방식은 얼굴 추적에는 강인하지만 흰색이나 검은색은 추적이 어려운 단점이 있다. 따라서 Hue 이미지를 이용하지 않고 RGB 이미지를 이용하여 추적하도록 한다.

카메라 간의 연동을 위한 한가지 방법으로 카메라 간의 공통 구역을 찾아 연동시키는 방법을 제안한다. 카메라 간의 공통 구역을 설정하여 객체 추적 중 연동된 카메라 구역으로 이동할 경우, 연동된 카메라에 정보를 전달해 추적하도록 한다. 공통 구역을 찾는 방법으로 SIFT 알고리즘을 사용한다. SIFT 알고리즘으로 카메라 영역에서 불변 특징점을 벡터로 찾아서 카메라 영역 간에 서로 불변 특징점이 겹치는지 찾는 방식이다.

3. 시스템 구성 및 구현

본 연구에서는 아래 그림과 같이 두 대의 카메라를 사용하여 시스템을 구성하였다. 한대는 PTZ 기능이 없는 일반 IP 카메라를 사용하여 넓은 영역을 감시할 수 있도록 하였으며 다른 한대는 PTZ 기능을 갖는 IP 카메라로 물체를 가까이서 추적할 수 있도록 하였다.



[그림 2] 두 대의 카메라에 의한 물체의 추적

A. 배경 학습 및 전경 검출

배경 학습 방법에는 평균, 공분산 등을 이용하는 방법이 있다. 이러한 방법은 조명의 변화나 바람에 움직이는 나무처럼 어지럽게 움직이는 객체들을 전경으로 검출하는 오류가 발생할 수 있다. 따라서 적응적 필터링과 유사한 성능을 얻기 위해서 비디오 압축에서 사용되는 기법을 응용하여 코드북이라는 방법을 사용한다.

B. 잡음 제거 및 객체 검출

위와 같은 방식으로 배경 학습을 통해 전경 검출하면 잡음을 제거하고 객체를 인식하는 작업이 필요하다. 전경 검출 이미지는 이진영상으로 표현된다. 이 이미지에서 Labeling 방식으로 전경을 덩어리로 구분한다.

C. 객체 추적

객체를 추적하기 위해서 CamShift 알고리즘을 사용한다. 탐색 창에서 중심을 찾을 때 초기 설정된 확률분포를 이용한다. 탐색 창에서 검출된 확률분포의 분포도와 내곽 부분에서 검출된 확률분포의 분포도가 일정한 비율 이상 존재하지 않으면 축소한다. 반대로 외곽 부분에서 검출된 확률분포의 분포도와 비교하여 일정한 비율 이상 존재하면 확대한다. 이 방법은 CamShift 함수에서 탐색 창 크기보다 10 픽셀씩 상하좌우로 확대하여 탐색 창 크기를 계산하는 방법에서 아이디어를 도출했다.

D. 카메라 간의 연동

여러 카메라에서 수신한 영상에서 서로 공통구역이 있는지 검색한다. 공통구역을 검색하기 위해서 SIFT 알고리즘을 사용한다. 겹치는 구역을 찾으면 카메라 내부에 연동된 카메라의 정보를 저장한다. 한 카메라에서 침입자가 나타나서 감시영역을 벗어나게 되면 침입자를 놓치게 된다. 만약 침입자를 놓친 영역과 공통된 구역으로 설정된 카메라가 있다면 연동하여 추적이 가능하다.

[그림 3]은 고정 카메라에서 검출된 객체를 나타내고 있다. 이진 영상에서 검출한 객체 영역을 바탕으로 객체를 빨간 사각으로 표시한다. 고정카메라에서 객체를 검출하면 연동된 PTZ 카메라에서 연동적으로 추적한다.

[그림 3] 고정 카메라에서 검출된 객체

[그림 4]는 PTZ 카메라에서 검출된 검출된 객체의 추적 과정을 나타내고 있다. 객체가 일정한 경계에 도달하면 Pan, Tilt 를 조정하여 화면을 벗어나지 않도록 한다. Zoom 을 조절하여 객체의 크기를 일정하게 고정시킨다.

[그림 4] PTZ 카메라에서 검출된 객체의 추적 과정

4. 결론

컴퓨터 비전에서 주요 응용분야 중 하나인 객체 추적 분야는 날이 갈수록 비중이 커져가고 있다. 객체 추적 분야는 화상 회의 시스템 및 영상 감시 시스템, 미사일 유도 장치 등에서 널리 응용되고 있다. 본 문서는 그 중 대표적으로 영상 감시 시스템에 사용되는 비전 기반의 물체 추적시스템에 관한 내용으로 이루어져 있다.

이 프로젝트의 문제점은 공통 구역이 없을 경우 카메라 간의 연동이 불가능하다는 것이다. 이 점을 보완할 방법 중 하나는 관리자가 공통구역이라 생각하는 구역을 임의로 지정하는 것이다. 여러 카메라 간의 각도나 시야가 다르기 때문에 공통구역을 찾지 못하는 경우를 해결해줄 수 있다. 또 하나는 카메라마다 Zigbee 나 Bluetooth 같은 근접 네트워크 망을 이용하는 것이다. 카메라 간의 공통 구역이 없더라도 근접 네트워크 망을 이용하여 카메라 간의 위치를 파악할 수 있다. 하지만 위치를 파악하는 데 오차가 있기 때문에 이 점 또한 고려해야 한다.

참고문헌

[1] 천기홍, 강행봉. “스케일에 강건한 물체 추적 기법”, 대한전자공학회. 2008.

[2] 이진형 외 6 명. “Object Tracking Using CAMshift and Motion Template” , 한국지능시스템학회.2007.

[3] Gui-shan Xiang, Xuan-yin Wang. “Real-time follow-up head tracking in dynamic complex environments” , Shanghai Jiaotong University Press.2009.

[4] M. Bramberger, A. Doblander, A. Maier, B. Rinner, and H. Schwabach, BDistributed embedded smart cameras for surveillance applications,[Computer, vol. 39, no. 2, pp. 68- 75, Feb. 2006.

[5] H. Aghajan, R. Kleihorst, B. Rinner, and W. Wolf, BSpecial issue on distributed processing in vision networks,[IEEE J. Sel. Topics Signal Process., vol. 2, no. 4, 2008.

[6] W. Wolf, B. Ozer, and T. Lv, BSmart cameras as embedded systems,[Computer, vol. 35, no. 9, pp. 48- 53, Sep. 2002.