

복잡한 실내 환경에서 사람 검출

길종인 김만배

강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과

{jgil, manbae}@kangwon.ac.kr

Human Detection in Cluttered Indoor Environments

Jong In Gil and Manbae Kim

Dept. of Computer and Communications Eng., IT College, Kangwon National University

요약

사람 검출은 다양한 분야에서 활용이 많은 기술이다. 검출은 노이즈, 그림자, 조명 변화, 사람형태 등을 고려해야 우수한 성능을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 블록기반으로 복잡한 실내환경에서 상기 문제를 극복할 수 있는 사람 검출 방법을 제안한다. 제안방법은 모션 추출, 배경차분화, 전경객체 추출, 사람의 고유색 검출로 구성된다. 다양한 실내환경에서 제안방법을 적용하여 우수성을 증명하였다.

1. 서론

하드웨어와 센서가 발달함에 따라 내부 실내 환경에서의 실시간 영상 분석 기술 및 시스템이 지속적으로 개발되고 있다. 실내의 비디오 감시, 자동 조명 시스템 등의 분야에서 중요한 사항은 장면에 있는 사람 검출 및 추적이다 [1-4].

사람 운동 비디오 해석에 대한 많은 연구들이 진행되어 왔지만 집, 사무실, 공장 등의 구조적 환경 및 카메라의 위치에 따른 다양한 사람 형태(appearance) 등으로 복잡한 영상 및 다수의 사람이 존재할 때에는 사람 검출 및 추적에는 어려움이 많다 (그림 1). 즉, 환경에 따라 성능의 차이는 많이 발생하게 된다. 실내와 실외에 따라 다른 방법이 사용되어야 하며, 사람의 수에 따라 알고리즘이 적응적으로 수행되어야 한다. 실시간 처리도 중요한 고려 사항이다.

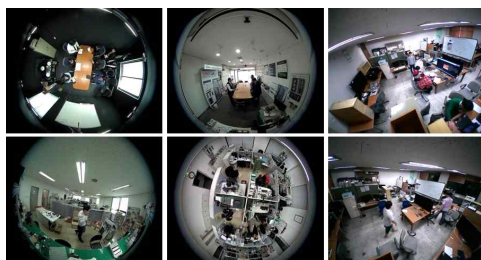


그림 1. 다양한 실험 영상들

예를 들어 에지(edge)기반은 실시간 처리에 적합하지 않고, 노이즈가 많을 때에는 정확한 에지 획득이 불가능하다. 얼굴 및 피부색의 이용은 head pose같은 제한된 환경에서 사용할 수 있다 [5, 6]. chair, sofa, table에 있는 객체들은 항상 사람에 의해 이동되는데, 이러한 도구들은 사람의 행동과 관련이 매우 높다. 배경 모델링(background modeling)과 배경 차분화(background subtraction)에서는 지속적인 배경 update 및 다수의 전경객체(foreground object)를 추적해야 한다 [4]. 복잡한 영상에서 사람과 객체의 빈번한 움직임 때문에 모션은 사람

검출 및 추적에 적합한 데이터이다.

모션은 블록기반, 차영상, 광유(optical flow) 등의 다양한 방법이 있다. 실시간 처리에는 차영상이 적극 활용되고 있다. 사람이 옷이 단일색이면 신뢰성있는 모션 정보를 얻지 못하는 문제가 있다. 이 문제는 human detection에서 동일인이 두 개 이상으로 나누어지게 하여, tracking에 어려움이 발생한다 [7]. 조명 변화, 사람이 이동할 때 뒤에 보이는 그림자(shadow) 등도 해결해야 하는 사항이다.

사람 또는 객체 검출에 최근에 기계학습을 이용하는 방법이 주를 이루는데, 그림 1에서 보는 것처럼 실내 구조 및 카메라 위치 때문에 사람의 일부인 상체, 머리 등만 보이는 경우가 다수 발생한다. 또한 카메라의 위치에 따라 사람의 크기가 다양한 형태로 보여지기 때문에, 실제 적용에는 어려움이 있다.

일반적으로 픽셀단위로 영상처리를 수행하고 결과를 얻는데, 실시간 처리에서는 영상 해상도가 크면 픽셀 단위로 처리하는 것은 많은 처리시간이 필요하다. 따라서 노이즈 및 조명의 영향을 덜 받도록 블록 단위로 처리하는 방법에 기반을 둔다. 그림 2는 제안방법의 블록도를 보여준다.

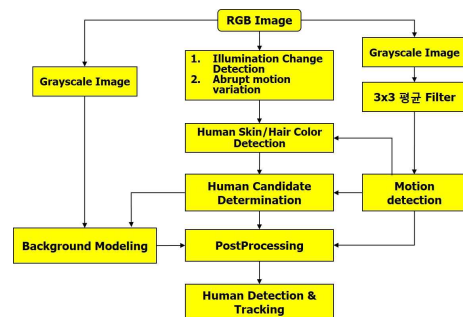


그림 2. 제안 방법의 블록도

2. 제안 방법

입력으로 RGB 영상이 입력되면 그레이스케일 영상을 얻는다. 이

영상으로부터 조명변화 및 많은 양의 운동이 발생하는지를 판단한다. 만일 2개 중에 1개가 발생하면 사람 검출을 실행하지 않고, 필요한 파라미터 값들을 초기화한다.

RGB 영상으로부터 Human Color Detection을 수행한다. 여기서는 피부색(skin color) 및 머리색(hair color)를 찾아서 이 값들의 조합을 1-D 어레이 ST에 저장해둔다. $ST=[0, 7]$ 값을 가진다.

k가 프레임 번호이면, Y_k 와 Y_{k-1} 의 차영상을 구해서 모션이 발생하는 블록을 얻는다. 휴면영역 설정에서는 블록이 human에 속하는지를 판단해주고, 모션블록이면 2, 정지블록이면 1, 아니면 0을 할당해준다. 여기서 1, 2는 휴면 영역에 포함된다. 배경 모델링에서는 전경객체가 새로 발생하더라도, 이들을 포함하지 않고 배경을 저장한다. 이 배경영상은 전경객체 추출에 효율적으로 사용한다.

기존 방법들은 배경추출, 휴면 특징 등을 상호 연관성 없이 독립적으로 활용한다. 따라서 알고리즘에 적합한 영상에는 우수한 성능을 보이지만, 아닌 영상에서는 성능이 저하되는 문제가 발생한다. 일반 카메라로부터 얻어지는 영상은 많은 노이즈 및 조명으로 인한 불안정한 색 획득 정보 등으로 처리의 어려움이 많다.

배경모델링은 화면에서 전경객체를 제외한 배경만을 찾는 방법이다. 따라서 배경차분화는 현재 입력영상에서 배경영상을 빼면 전경객체만 얻을 수 있다. 이진화 과정을 거쳐 전경객체는 255, 배경은 0이 되어 객체영역만 획득할 수 있다.

모션은 사람 검출에 중요한 역할을 한다. 일단 사람은 움직임이 수반되기 때문이다. 그러나 실제 환경에서는 흔들리는 커튼, 지속적인 실내 디바이스들의 light on/off, 사람에 의해 이동하는 의자, 기기들 때문에 얻어진 모션이 사람만을 포함한다고 할 수 없다. 조명변화 및 그림자도 많은 모션을 발생시킨다. 모션은 현재영상 Y_k 와 이전영상 Y_{k-1} 의 차영상으로 구해진다. 이 방법은 단순하지만 실시간으로 운동 영역을 구하는데 효과가 있다.

실내의 복잡한 환경에서는 특히 사무실에서는 사람이외에도 유사한 물체가 많이 존재한다. 의자, 테이블 등이 있고, 의자는 수시로 이동하기도 하고, 카메라 뷰에서 안보이기도 한다. 카메라의 위치에 따라 사람의 형체(shape)는 달리 보여진다. 따라서 객체의 다양한 형태는 현실적으로 활용이 어렵다. 따라서 사람의 얼굴색, 머리색의 휴면 컬러를 객체 탐색에 활용한다.

객체 추출은 일반적으로 현재영상과 배경영상이 주어지면 배경차분화 (background subtraction)로 간단하게 얻어지지만, 다른 움직임이 있는 영상, 이동하다 정지된 객체 등으로 좋은 결과를 얻기가 어렵다. 따라서 단일 출력 결과를 활용하는 것보다는 얻어진 단서들을 통합한 후에 이결과를 활용한다.

객체영역 추출은 한 가지 방법에 의존하지 않고, human color, motion detection 데이터의 융합을 통해서 human region을 탐색함으로써 노이즈 및 비휴면 객체들을 제거할 수 있도록 설계된다. 실제 환경에서 background subtraction으로부터 전경객체를 얻는 것이 일반적인 방법이지만, 움직이는 의자, 흔들거리는 curtain, falling leaves 등도 당연히 전경객체에 포함될 확률이 높다. 따라서 이를 극복하기 위해서 다수의 단서를 활용한다.

3. 실험 결과

제안 방법을 실내에 적용하였다 (그림 3). 카메라 해상도는 RGB 1280x1024로 USB로 컴퓨터에 연결되어서 영상을 입력받는데, 컴퓨터로 약 7.8fps로 입력되고, 사람 검출 Software는 약 4.8fps로 처리된다. 실내에 사람이 검출되면, top-left에 yellow box로 표시하고, 모두 퇴실하면 box가 사라진다 (그림 3). 중간에서 비휴면 영역에서 bounding box가 보이는데, 사람 색 등의 정보 활용으로 곧 사라지게 된다. 정지 상태에 있는 사람도 지속적으로 검출이 가능하다.

실험영상 세트는 총 6개로 구성되어 있으며, 실험결과는 사람이 실내에 입실할때와 모두 퇴실할때를 판단할 수 있는지를 본다. 또한 중간에서 사람(들)이 있는데, 잘못 판단하는 오류도 성능검증에 필요하다.

4. 결론

사람 검출은 다양한 환경 요인으로 어려움이 많은 기술이다. 특히 실내 조명 변화, 그림자, 카메라 자체의 노이즈 등이 발생하는데, 제안 방법은 블록기반으로 사람의 고유색, 모션, 배경차분화를 통합하여 실내에 있는 사람의 존재를 판단한다. 이 기술은 자동화 점등 및 소등 시스템에 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] C. R. Wren, A. Azarbayejani, A. T. Darrel and A. P. Pentland, "Pfinder: Real-time Tracking of the Human Body," IEEE Trans on. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.19, pp. 780-785, 1997.
- [2] C. Stauffer and W. E. L. Grimson, "Learning Patterns of Activity Using Real Time Tracking," IEEE Trans on. Pattern Recognition and Machine Intelligence, vol. 22, pp. 747-757, 2000,
- [3] I. Haritaoglu, D. Harwood and L. S. Davis, "W4: Real-time Surveillance of People and Their Activities," IEEE Trans on. Pattern Recognition and Machine Intelligence, vol. 22, no. 8, pp. 809-830, 2000.
- [4] K. Kim, T. H. Chalidabhongse, D. Harwood and L. Davis, "Real-Time Foreground-Background Segmentation Using Codebook Model," Real-Time Imaging, vol. 11, no. 3, pp. 172-185, 2005.
- [5] M. Soriano, S. Houviden, B. Martinkauppi and M. Laaksonen, "Using the Skin Locus to Cope with Changing Illumination Conditions in Color-Based Face Tracking," Proc. Of IEEE Nordic Signal Processing Symposium, pp. 383-386, 2000.
- [6] Y. J. Chen and Y. C. Lin, "Simple Face-detection Algorithms Based on Minimum Facial Features," Industrial Electronics Society, pp. 455-460, 2007.
- [7] A. Yilmaz, O. Javed and M. Shah, "Object Tracking: A Survey," ACM Computing Survey (CSUR), 38(4), 13. 2006

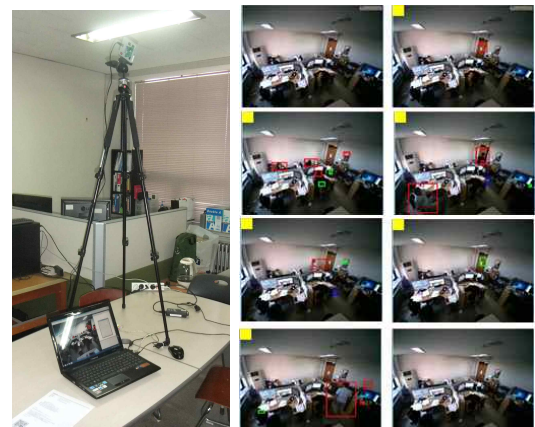


그림 3. 실험 시스템 구조 및 실시간으로 처리되는 사람 검출의 실험 영상