

고정 카메라 환경하에서 사람의 움직임 검출 알고리즘의 구현*

한희일

한국의국어대학교 정보통신공학과

Implementation of Motion Detection of Human Under Fixed Video Camera

Hee Il Hahn

Dept. of Information and Communications Eng., Hankuk University of Foreign Studies

Abstract

In this paper we propose an algorithm that detects, tracks a moving object, and classify whether it is human from the video clip captured under the fixed video camera. It detects the outline of the moving object by finding out the local maximum points of the modulus image, which is the magnitude of the motion vectors. It also estimates the size and the center of the moving object. When the object is detected, the algorithm discriminates whether it is human by segmenting the face. It is segmented by searching the elliptic shape using Hough transform and grouping the skin color region within the elliptic shape.

1. 서론

비디오 카메라를 통하여 움직이는 물체를 검출, 추적하기 위한 방법으로는 이차원 정보로부터 삼차원의 물체를 인식함으로써 물체의 이동, 회전, 확대/축소 등을 해석하는 방법과 영상간의 움직임 정보를 구함으로써 움직이는 물체의 형태, 크기 등을 추출하는 방법으로 크게 나눌 수 있다. 전자는 물체를 인식하기 위한 계산량이 엄청나 실시간으로 적용하기는 거의 불가능한 반면, 후자는 조도의 변화, 배경의 미세한 움직임 등의 주

변 잡음에 매우 민감하지만 움직이는 물체의 형태나 크기의 변화에 관계없이 비교적 적은 연산으로 구현이 가능한 장점이 있다 [4].

본 논문에서는 후자의 방법을 택하여, 고정 카메라 환경에서 움직이는 물체를 검출하여 세그멘테이션하고, 세그멘테이션된 물체가 사람인지를 판정한 다음, 이를 추적하는 알고리즘을 제안하였다. 비디오 시퀀스로부터 사람의 움직임을 검출하고 추적하는 연구는 비디오 감시 시스템, 동영상 압축, 내용기반 멀티미디어 저장 및 추출 등의 분야에 응용하기 위하여 다양한 방법으로 진행되고 있다 [5][6][8]. 블록매칭에 의한 모션검출 방식은 MPEG, H.261, H.263 등 동영상 압축방식에서 채택된 방식으로 한 블록안에 있는 모든 픽셀은 동일하게 움직인다는 가정하에 블록단위로 모션벡터를 추출하는 방식이다 [9]. 이 방식은 비교적 쉽게 모션벡터를 구할 수는 있으나 움직이는 물체의 윤곽을 정확히 찾아내지 못하는 단점이 있어서, 주로 동영상 압축방식에서 이용되고, 움직임 물체의 검출에는 별로 적용되고 있지 않다. Q. Cai [6]는 연속된 영상신호의 차신호를 이용하여 배경정보를 추출한 다음, 원영상에서 배경영상을 빼줌으로써

* 이 논문은 (주)ECT의 지원하에 연구되었음.

움직이는 물체를 세그멘테이션하고, 세그멘테이션된 물체의 형태, 텍스처, 모션패턴 등을 분석하여 사람인지를 판정하고 추적하였다. Wildes [1]는 감시 시스템에 적용하기 위한 모션을 측정하는데 있어서, 추적하고자 하는 물체는 한방향으로 지속적으로 움직이는데 반하여 나뭇가지의 흔들림, 조명의 변화 등에 의한 움직임은 랜덤하다는 사실에 기초하여 연속된 영상신호로부터 시공간 그레이던트 벡터를 추출하고, 이를 적절히 처리하여 일정시간 동안 지속적인 움직임 정보를 구하는 방법을 제시하였다. S. McKenna [5]는 입력영상신호를 시간축 상에서 가우시안 신호의 이차 미분함수로 컨볼루션하고 그 결과이미지에서 zero-crossing points를 찾아냄으로써 움직이는 물체의 윤곽을 구한다음, 이로부터 사람의 얼굴 부분을 세그먼트하고 신경회로망을 이용하여 얼굴인지를 판정하는 알고리즘을 제안하였다.

본 논문에서는 정지 카메라 환경에서 구한 동영상으로부터 추출한 모션벡터를 이용하여 움직임 물체의 윤곽을 찾아내고, 그 물체에서 사람의 얼굴에 해당하는 부분을 세그먼트하는 알고리즘을 제안한다.

2. 모션정보를 이용한 움직임 물체의 추적

이절에서는 정지 카메라 환경에서 구한 비디오 신호로부터 모션벡터를 추출하고, 이를 이용하여 움직이는 물체의 윤곽을 찾아낸 다음, 변형된 ISODATA 알고리즘을 이용하여 그 물체의 크기를 판단하고 중심을 추적하는 알고리즘을 설명한다.

비디오 신호를 다음과 같이 가우시안 신호로 컨볼루션하고 그 결과 이미지에 대하여 시간축 상에서 미분함으로써 각각 수평과 수직방향의 모션벡터를 얻는다.

$$\nabla_x(x, y, t) = \frac{\partial^2}{\partial t \partial x} G(y) * I(x, y, t)$$

$$\nabla_y(x, y, t) = \frac{\partial^2}{\partial t \partial y} G(x) * I(x, y, t)$$

위에서 구한 두개의 모션벡터로부터 모듈러스 이미지 $M(x, y, t)$ 를 계산한 다음,

$$M(x, y, t) = \sqrt{\nabla_x^2 + \nabla_y^2}$$

모션벡터의 수직방향으로 모듈러스의 국부 극대값을 찾아냄으로써 움직임 물체의 윤곽을 찾아낼 수 있다. 위의 윤곽 정보로부터, ISODATA 알고리즘을 이용하여 클러스터의 개수, 중심, 크기 등을 구하게 되는데 [10], 클러스터 간의 거리가 가까운 클러스터들은 서로 결합시킴으로써 클러스터의 개수를 최대한으로 줄인다. 이렇게 구한 클러스터들을 움직임 물체라고 판단하고 이 중에서 가장 큰 물체의 윤곽정보만 남겨두고 나머지 정보는 노이즈로 판단하여 제거하게 된다. 이렇게 함으로써, 추적한 물체의 크기와 형태 정보를 이용하여 주변 환경의 밝기변화, 나뭇잎 등의 흔들림으로 인한 움직임 노이즈를 제거할 수 있다.

이와 같이 움직임 물체가 배경이미지로부터 분리되어 확인되면, 다음과 같은 가정하에 추적이 가능하다. 첫째, 사람은 공간상에서 연속적으로 움직이며, 갑작스런 움직임의 변화를 보이지 않는다. 둘째, 검출된 물체의 상단부분에 얼굴이 있으며, 얼굴이 없는 물체는 사람이 아니다. 셋째, 얼굴은 노출되어 있어서 일정부분 살색의 영역을 가지고 있다. 이러한 가정 하에, 본 논문에서는 사람의 얼굴부분에 해당하는 영역을 찾기 위해, 우선 얼굴의 윤곽을 검출하게 되는데, 얼굴의 윤곽은 타원형이라고 가정하여 Hough 변환을 적용하여 얼굴의 윤곽을 검출하였다 [5]. 또한, 검출된 타원형 영역에서는 rgb 칼라신호를 HSV로 변환한 다음, hue와 saturation 색상정보를 분석함으로써 검출된 타원형 윤곽이 사람의 얼굴인지를 판정하였다 [2][3][7]. <그림 1>은 200여개의 이미지 중에서 추출한 1745개의 얼굴부분에 해당하는 픽셀의 분포도를 보여주고 있는데, R, G, B의 평균값과 표준편차는 <표 1>에 제시한 바와 같다.

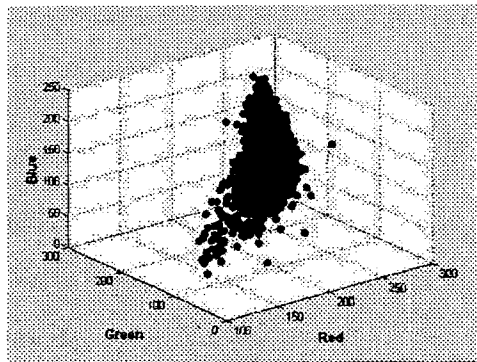
3. 실험 결과

본 논문에서 사용한 이미지는 실험실, 건물복도 및 현관, 실외 등 다양한 환경에서 고정된 비디오 카메라로 사람이 움직이는 모습을 담은 실시간 동영상이다.

프레임들은 초당 15 프레임이고 이미지 크기는 320 x 240이며, 약 10초 길이의 50여 개의 클립으로 구성되어 있다. <그림 2>는 본 논문에서 사용한 비디오 클립 중의 한 프레임과, 위와 같은 방법으로 움직임 물체를 검출한 결과 이미지, 움직임 물체의 검출된 윤곽 이미지와 함께 얼굴부분에 해당하는 영역의 판정결과를 보여주고 있다. 이와 같이, 사람의 얼굴부분이 명확한 이미지에 대해서는 대부분 정확하게 판정하는 결과를 보여 주었다.

4. 결론

본 논문에서는 고정된 비디오 카메라로 촬영한 동영상으로부터 모션벡터를 구하고, 이를 이용하여 움직임 물체의 존재를 검출하고 추적하며, 그 물체가 사람인지를 확인하는 알고리즘을 구현하였다. 본 알고리즘은 실시간으로 구현하는 것을 목표로 하기 때문에 계산량을 최소한으로 줄이는데 중점을 두었다. 앞으로는 사람의 얼굴을 검출하고 판정하는 부분을 보완하는 방향으로 연구가 진행될 것이며, 이동 카메라 환경에서도 안정적으로 동작하는 알고리즘을 구현하는 것을 목표로 하고 있다.



<그림 1> 얼굴의 살색에 해당하는 픽셀의 분포도.

참고문헌

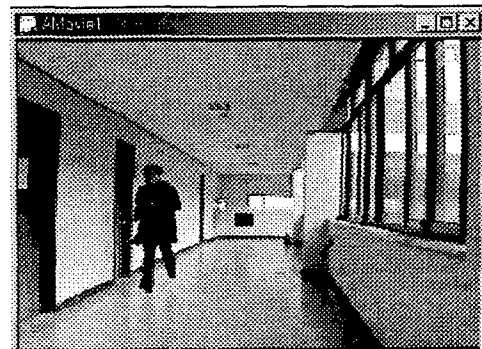
- [1] R. P. Wildes, "A measure of motion salience for surveillance applications", ICIP'98, 1998.
- [2] S. McKenna, S. Gong, Y. Raja, "Face recognition in dynamic scenes", ICIP'98, 1998.
- [3] S. McKenna, Y. Raja, S. Gong, "Object tracking using

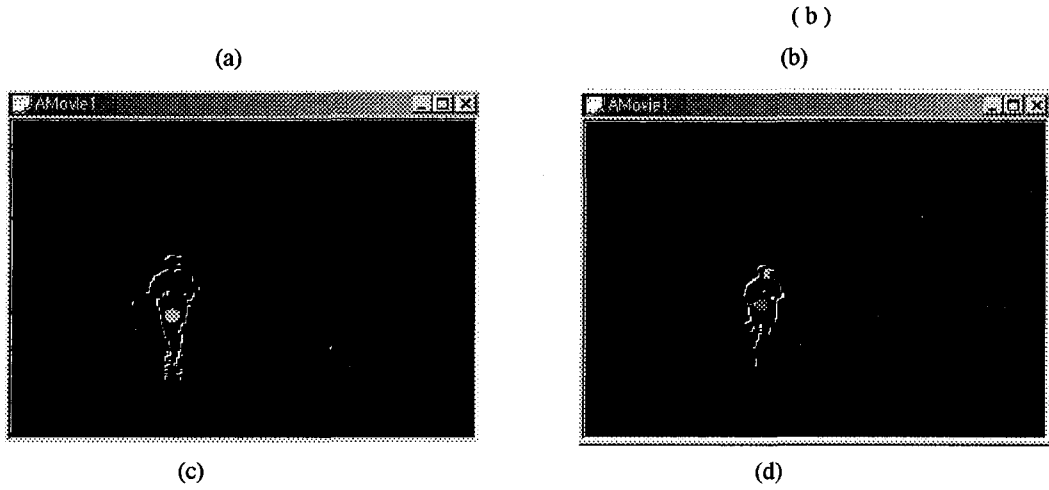
adaptive color mixture model"

- [4] 이규원, "Bayes 결정과 특징기반 움직임 플로우를 이용한 이동물체의 검출 및 추적", 연세대학교 전자공학과 박사학위 논문, 1998.
- [5] S. McKenna, S. Gong, "Tracking faces"
- [6] Q. Cai, A. Mitche, J. K. Aggarwal, "Tracking human motion in an indoor environment", ICIP'95, 1995.
- [7] M. H. Yang, N. Ahuja, "Detecting human faces in color images", ICIP'98, 1998.
- [8] F. Moscheni, F. Dufaux, M. Kunt, "Object tracking based on temporal and spatial information", ICASSP'96, 1996.
- [9] V. Ruiz, V. Fotopoulos, A. Skodras, A. Constantinides, "An 8X8-block based motion estimation using Kalman filter", ICIP'97, 1997.
- [10] J. T. Tou, R. C. Gonzalez, *Pattern Recognition Principles*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1977.

< 표 1 > 살색에 해당하는 픽셀의 평균과 표준편차.

	평균	표준편차
Red	224	25
Green	170	31
Blue	136	33





< 그림 2 >

(a) 비디오 클립의 한 프레임

(b) 모션벡터로부터 구한 모듈러스 이미지

(c) 모듈러스 이미지의 로컬 맥시멈 포트(가운데 점은 검출된 물체의 중심점)

(d) 최종 결과 이미지. 위의 점은 얼굴의 검출 결과이고 아래의 점은 물체의 중심을 나타내고 있다.

