

실시간 객체추출 영상감시 시스템

오택환*

*청운대학교 멀티미디어학과

Video Monitoring System on Real Time using Object Extraction

Taek-Hwan Oh*

*Dept of Multimedia Science, Chungwoon University

요 약

실시간 영상에서 객체 추적은 수년간 컴퓨터 비전 및 여러 실용적 응용 분야에서 관심을 가지는 주제 중 하나이다. 하지만 배경영상의 잡음을 객체로 인식하는 오류로 인하여 추출하고자 하는 객체를 찾지 못하는 경우가 있다. 본 논문에서는 실시간 영상에서 적응적 배경영상을 이용하여 객체를 추출하는 방법을 제안한다. 입력되는 영상에서 배경영역의 잡음을 제거하고 조명에 강인한 객체 추출을 위하여 객체영역이 아닌 배경영역 부분을 실시간으로 갱신함으로써 적응적 배경영상을 생성한다. 그리고 배경영상과 카메라로부터 입력되는 입력영상과의 차를 이용하여 객체를 추출한다.

1. 서론

실시간 영상에서 객체 추적을 위해 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 구현하기란 매우 어려운 일임에도 불구하고, 컴퓨터 성능의 발달로 인해 영상 처리 기법의 발전과 더불어 객체 인식과 객체 추적에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 객체 추적은 카메라로부터 입력된 영상에서 움직임을 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추정하여 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 방법은 보안, 의료, 군사, 교통, 제어 분야 등 여러 분야에 응용될 수 있어 그동안 많은 연구와 개발이 이루어지고 있다^[1,5].

기존의 객체 추출 및 인식 기법에서의 객체 추적과 얼굴 추출에 우수한 성능을 보이는 방법은 상대적으로 처리 속도가 떨어짐을 볼 수 있다. 반대로 처리 속도가 빨라 많은 프레임을 처리할 수 있는 방법은 객체 추출과 얼굴 추출에 뛰어난 성능을 보이지 못하고 있다^[2,6].

제안하는 시스템은 시간의 경과에 따라 배경영역에서 잡음생성을 줄이고자 객체영역 이외의 영역을 배경영역으로 갱신하여 항상 최신의 배경영상을 유지하도록 하였다. 이와 같이 생성된 적응적 배경영상과 설치된 PC카메라로부터 실시간으로 입력되는 입력영상의 차를 이용하여 객체의 크기와 위치를 탐지함으로써 객체를 추출한다. 이때 연산의 양을 줄이기 위하여 그물식 탐색방법을 이용한다. 그리고 추출된 객체의 내부점들에 MBR(Minimum Bounding

Rectangle)을 설정하여 객체를 실시간으로 추적한다. 또한 RGB를 정규화하고, 정규화된 RGB 색상정보를 이용하여 MBR내의 객체로부터 얼굴영역을 추출한다.

본 논문은 실시간으로 입력되는 영상으로부터 적응적 배경영상으로 잡음을 현저히 줄였고 실시간으로 얼굴 영역을 추출함으로써 보안 및 감시 시스템으로 효용성을 향상시켰다.

2. 관련연구

2.1. 기존연구

2.1.1 저 수준 해석(Low-Level Analysis)

저수준 해석은 외곽선이나 모서리에 해당하는 에지(edges) 정보, 명암으로 객체를 구분할 수 있는 그레이(gray) 정보, RGB 색상값을 이용하는 컬러(color) 정보, 비디오 시퀀스를 사용하여 움직이는 객체들의 위치를 파악할 수 있는 움직임(motion) 등이 객체에서 객체를 인식하고 추적하는데 많이 이용되고 있다.

또한 얼굴과 신체 부분들을 포함하는 움직이는 실루엣들이 누적된 프레임 차이를 임계치와 함으로써 추출되거나, 얼굴영역 이외에도 얼굴 특징들의 위치를 결정하기 위해서 프레임 차이를 채택하는 기법들이 시도되었다^[1,3,7].

2.1.2 특징 해석(Feature Analysis)

저수준 해석으로부터 생성되는 특징들은 애매하기 심상

이다. 예를 들어서 컬러 모델을 사용하여 객체 영역들의 위치를 결정하는 것에서 유사한 컬러의 배경 객체들 또한 추출될 수 있다. 이것은 더 높은 수준의 특징해석에 의해서 해결될 수 있는 고전적인 다대일 정합문제이다. 많은 객체추출 기법들에서 객체형태의 지식은 그것들의 애매한 상태로부터 다양한 특징들을 특성화하고 이어서 입증하기 위해서 채택되었다^[2,4,7].

2.2. 기존 연구 분석

기존의 많은 방법들이 객체 추적 및 얼굴 추출을 위하여 제안되어 왔다. 발표된 논문의 결과와 구현을 통한 각각의 방법들을 비교한 결과가 <표 1>에 나타나 있다. 객체 추적과 얼굴 추출에 우수한 성능을 보이는 방법은 상대적으로 처리 속도가 떨어짐을 볼 수 있다. 반대로 처리 속도가 빨라 많은 프레임을 처리할 수 있는 방법은 객체 추출과 얼굴 추출에 뛰어난 성능을 보이지 못하고 있다.

[표 1] 기존 알고리즘 성능 분석

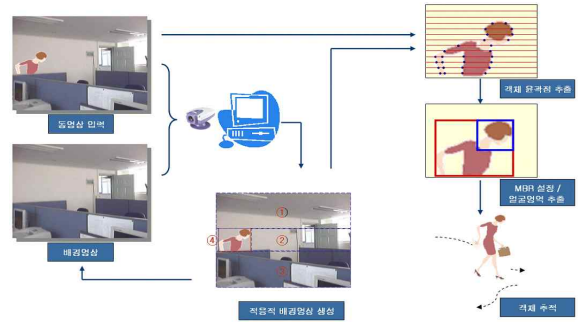
구 분	FPS	Detection rate	Tracking rate
저수준 해석	◎	○	○
특징 해석	○	△	△
능동 영상 모델	○	◎	○
선형 부분 공간 방법	△	◎	○
신경망	△	◎	○
통계적 방법	△	○	◎

(◎ : 우수, ○ : 양호, △ : 보통)

3. 실시간 얼굴영역 추출

3.1. 시스템 구조

본 논문에서도 효율적인 실시간 얼굴영역 추출을 위하여 다음과 같은 제약 조건을 가진다. 센서 장착이나 움직임이 가능한 고가의 카메라가 아닌 저가형 PC카메라를 이용하는데 이는 카메라의 움직임이 고정됨을 의미한다. 또한 공원이나 거리 등의 야외 환경이 아닌 사무실이나 연구실, 기자재실, 자재창고, 주차장, 은행 365일 코너 등 배경영상의 변화가 미미한 특수 환경으로 환경을 제한한다.



[그림 1] 시스템 처리 흐름도

그림 1은 제안하는 방법의 전체적인 처리 흐름도이다. PC카메라로 실시간 받아들여지는 영상 중에서 객체의 출현이 감지되지 않는 영상을 초기의 배경영상으로 설정하여 준다. 이 후, 연속적으로 입력되어지는 영상과 초기 배경영상의 비교를 통하여 강인한 객체 추출을 할 수 있는 적응적 배경영상을 생성한다. 계속적으로 갱신을 반복하는 배경영상과 실시간 입력되는 영상에서 그물식 탐색 방법을 이용하여 객체의 출현을 감지하고, 감지된 객체의 내부점을 추출한다. 추출된 객체 내부점을 이용하여 객체를 포함하는 최소 사각형인 MBR을 설정해 주고, 연속되어지는 영상으로부터 일련의 처리를 반복하게 된다. 연속된 MBR의 설정을 추적함으로써 객체의 실시간 추적을 가능토록 하였다. 추적과 동시에 전체 영상이 아닌 MBR 내에서 얼굴 영역을 추출하는 방법을 사용하여 실시간 얼굴영역을 추출한다.

3.2. 시스템 구현 방법

(1) 객체의 내부점 추출

객체의 추적을 위해서 객체의 위치 결정을 위한 객체 추출이 우선적이다. 완전 차영상 방식을 도입한 기존 시스템과는 달리, 제안하는 시스템에서는 그물식 탐색 방식을 이용한다. 그물식 탐색 방식은 영상을 위에서 아래로 δ 픽셀 간격으로 탐색해 나가는 방법으로 완전 차영상을 이용하는 시스템보다 처리속도의 높은 향상을 보인다.

식 (1)~(4)에 따라 RGB채널 각각의 차이가 임계값 β 보다 크다면, 객체 내부점 후보군으로 등록하게 된다. 제안하고자 하는 시스템은 보안 및 감시 시스템에 적용되어지기 때문에 사람이라는 객체 이외의 빛의 간섭 등으로 인한 배경에서의 작은 잡음 제거를 위해, 식 (5)를 이용하게 된다. 또한 객체의 일부분이지만 효율적인 잡음 제거를 위하여 어느 정도의 미세한 객체의 일부분은 무시를 한다. 식 (1)~(4)를 만족하는 객체 내부점 후보군에서 연속된 픽셀이 γ 이하라면 잡음으로 판단하여 제거하고, 원하는 객체 내부점 $Obj(x_i, y_i)$ 를 추출하게 된다.

- * $Obj(x_i, y_i)$: 객체 내부점
- * $Obj_left(top, right, bottom)$: MBR의 최대/최소 좌표

$$Obj_left = \min [Obj(x_i)] - \delta \quad (1)$$

$$Obj_top = \min [Obj(y_i)] - \delta \quad (2)$$

$$Obj_right = \max [Obj(x_i)] + \delta \quad (3)$$

$$Obj_bottom = \max [Obj(y_i)] + \delta \quad (4)$$

$$MBR = [Obj_left, Obj_top, Obj_right, Obj_bottom] \quad (5)$$

그림 2는 배경영상과 입력영상에서 그물식 탐색 방식을 이용한 객체 내부점 추출을 나타낸다.



[그림 2] 객체 내부점 추출

그물식 탐색 방식을 이용하여 객체 내부점을 추출한 것이 완전 차영상을 이용하여 객체를 추출하는 것에 비하여 강건한 객체 추출을 보이지는 않지만, 실시간 보안 및 감시 시스템에서 적용되어질 제한하는 시스템에서는 객체 추적의 대상인 사람의 추출을 빠르게 하는 목적에는 적합함을 볼 수 있고, 기존 시스템과 비교하여 객체 추출의 속도도 향상됨을 알 수 있다.

(2) 얼굴 영역 추출

HSI 색상계는 색상(hue)과 채도(saturation) 만을 사용함으로써 조명의 영향을 흡수할 수 있다. HSI 색상계는 인간 시각 시스템의 색채 감지 특성에 기초한 영상처리 알고리즘 개발을 위한 이상적인 도구가 되게 한다. HSI 색상계의 변환에서 가장 복잡한 부분은 색상(hue)의 계산 부분이다. 색상은 RGB의 혼합 비율을 빨강을 기준으로 하는 일반전각으로 표현한다.

얼굴 영역 추출은 식 (6)~(8)에 따라 HSI 좌표계로 변환된 영상의 색상정보에서 피부영역으로 알려진 범위 값에서 추출된 부분을 군집화하여 선택한다.

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \quad (6)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (7)$$

$$I = \frac{1}{3} (R+G+B) \quad (8)$$

색상을 통한 추출 방법은 수행속도가 빠르다는 장점이 있지만 조명을 통해 영상의 변화가 많이 일어나며 명도에 대한 정규화 과정이 필요하다. 이에 HSI 색상좌표계는 색상과 채도 값만을 사용함으로써 조명의 영향을 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

4. 시스템 구현 및 실험 평가

4.1. 실험환경

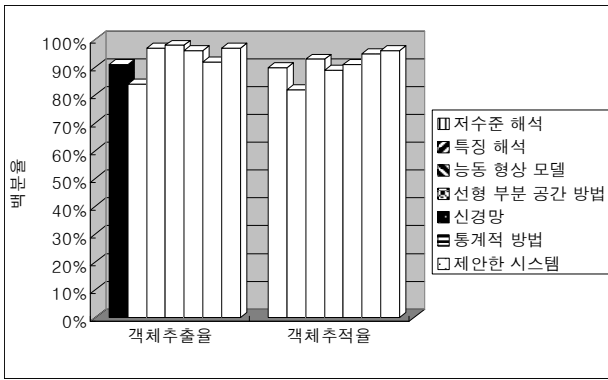
본 실험은 카메라의 움직임이 고정되어 있고 배경영상의 변화가 거의 없다는 환경으로 제약하고 입력영상을 실시간으로 받아들여 객체의 위치를 탐지하고, 이동 객체의 추적을 실험하였다.

본 논문에서 제안한 방법의 구현을 위해 Delphi 6.0을 이용하였고, Intel(R) Pentium 4 CPU 2.4GHz, 256M RAM의 PC에서 Microsoft Windows 2000 운영체제 하에서 실험하였다. 저가형 PC카메라로부터 받아들이는 배경영상과 입력영상의 크기는 320 × 240의 24bit 컬러영상과 160 × 120의 24bit 컬러영상을 이용하였다.

4.2. 성능 평가

그림 3은 제안한 시스템과 기존 방법들과의 성능 평가이다. FPS는 처리속도 평가기준으로 초당 처리되는 프레임의 수를 나타낸다. 추출율은 하나의 프레임에서 19,200(160×120 해상도) 픽셀 중 실제 객체영역의 픽셀 수에 대한 추출된 객체영역의 픽셀 수를 나타낸다. 또한 추적율은 이전 프레임의 추출된 객체 영역 픽셀의 다음 프레임에서 추적된 성능을 나타낸다. 성능 평가에 사용된 영상은 160×120 해상도의 24 bit 컬러영상을 사용하였다.

그림 3에서 보는 바와 같이 초당 처리하는 프레임 수와 객체 추출율, 추적율의 복합적인 면에서 기존의 방식들에 비해 향상됨을 알 수 있다.



[그림 3] 시스템 성능 비교

또한, 실시간 영상에서 객체의 추출과 추적에 대한 계산량을 평가하기 위하여 실제 실시간 영상으로 시뮬레이션을 하였다. 먼저 객체의 추출을 위해 배경영상을 획득한 후 최초로 움직임이 감지되는 프레임의 객체를 추출하였고, 객체추출의 정확성을 알아보기 위해 몇 프레임 후의 객체를 같은 방법으로 추출하였다.

5. 결론

본 논문에서는 객체의 내부점을 이용한 MBR에서의 얼굴영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 실험은 고정 PC카메라와 배경영상의 변화가 거의 없다는 제한된 환경 조건에서 실시간으로 배경영상의 갱신이 안정적임을 보여주었다. 이는 객체의 추출 알고리즘이 빠르게 수행되어 객체 인식과 결합하여 객체의 움직임 정보와 인식을 통한 보안 및 감시 시스템 등 응용분야에 적용될 수 있다는 것을 기대할 수 있도록 하여 준다. 하지만 입력영상과 배경영상 각각의 R, G, B 값의 차를 이용, 객체의 일부분임을 인식할 때, 잡음과 조명의 영향으로 인하여 실험에 실패한 경우도 발생하여 이에 대한 보완이 필요하다. 향후 연구로는 레이블링을 이용한 다중객체의 추출과 추적이 실시간으로 이루어질 수 있도록 연구가 요구된다.

참고문헌

[1] E. Hjelm and B.K. Low, "Face Detection: A Survey," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 83 No. 3, pp. 236-274, 2001.
 [2] T.V. Pham, M. Worring, and A.W.M. Smeulders, "Face detection by aggregated Bayesian network classifiers," *Technical Report 2001-04, Intelligent*

Sensory Information Systems Group, University of Amsterdam, 2001.

[3] M. Rogers and J. Graham, "Robust active shape model search," *Proceedings of the 7th European Conference on Computer Vision*, Vol. 4, pp. 517-530, 2002.
 [4] K. Okada and C. von der Malsburg, "Analysis and synthesis of human faces with pose variations by a parametric piecewise linear subspace method," *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 1, pp. 761-768, 2001.
 [5] 이희영, 최재영, 강동구, 김홍수, 차의영, 전태수, "배경 영상을 이용한 목표물 추적에 관한 연구," *한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집*, 제2권, 제1호, 386-390쪽, 1999년
 [6] 황본우, 손형진, 이성환, "대화형 하이퍼 비디오 저장을 위한 객체 기반 추적 방법," *정보과학회 추계학술발표논문집*, 제28권, 제2호, 427-429쪽, 2001년
 [7] 정연권, 하상석, 정선태, "다채널 영상감시 시스템을 위한 다중 포맷 동영상 저장 DirectShow Filter설계 및 구현," *대한전자공학회 02 하계종합학술대회 논문집(4)*, 제4권, 113-116쪽, 2002년 6월