

컬러 정보와 모션 템플릿을 이용한 객체 추적

Object Tracking Using CAMshift and Motion Template

이진형¹, 김헌기¹, 김재민¹, 조성원¹, 강지운¹, 정선태², 장용석²

¹ 서울시 마포구 상수동 홍익대학교 전기정보제어공학과

² 서울시 동작구 상도동 숭실대학교 전자공학과

pantera34@naver.com

요약

본 논문은 비정형 객체를 추적함에 있어서 다른 객체와 겹쳐진 후 계속 추적할 수 있는 방법을 제시한다. 기본적으로 색 정보 기반의 CAMshift 알고리즘을 바탕으로 각 프레임마다 color template를 업데이트하여 현재의 객체와 template를 비교하고, 업데이트된 color template를 바탕으로 색 분포를 사용하여 CAMshift 결과를 비교하여 추적하는 물체를 보다 정확하게 판별할 수 있도록 한다.

Key Words : Object Tracking, CAMshift, Dynamic Template, Color Histogram, Visual Surveillance

1. 서론

최근 일어난 여러 테러 사건들로 국내외적으로 사회 안전망 구축에 많은 관심이 고조되고 있어, 보안·감시시장이 급속하게 성장되고 있다. 이에 따라 영상을 효과적으로 처리하여 물체를 효율적으로 감시하는 영상 감시 시스템에 대한 연구가 활기를 띠고 있다. 그림 1은 이러한 영상 감시 시스템의 일반적인 구조를 보여 준다[1][2].

배경영상에서 객체를 검출한 후 객체들 간의 겹침 현상 시 객체를 판별하지 못하거나 겹침 현상 후 객체를 놓치게 되어 새로운 객체로 오인하는 경우가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 색 정보 기반의 CAMshift 알고리즘과 dynamic template를 이용하여 객체를 정확히 판별 할 수 있게 하는 방법을 제안한다.

2. 관련이론

2.1 객체의 지역기반 추적(Region Tracker)

배경에서 객체를 추출한 후 객체를 계속해서 추적하는 방법 중에 객체의 지역정보를 이용한 추적방법이 ADVISOR의 Reading People Tracker에서 사용된다[3]. 배경에서 객체를 추출할 때 잡음으로 인해 객체가 정확하게 추출되지 못하는 부분을 해결한다. 예를 들어 비슷한 픽셀값의 배경과 객체가 겹치게 되거나 두 개 이상의 객체가 겹치면 실제 객체의 지역 정

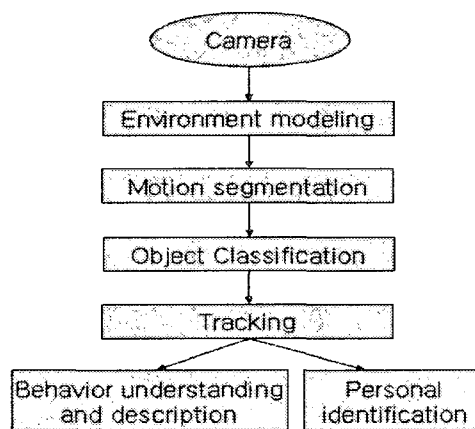


그림 1 영상 감시 시스템의 일반적인 구조

보는 정확하지 못하게 된다. 따라서 추적된 객체의 지역정보를 정확히 판단하기 위해 두 개의 지역을 융합하거나 하나의 지역을 나누는 방법을 사용한다. 지역정보를 이용하여 추적하는 과정에서 식(1)과 같은 지역 matching score의 방식으로 이전에 추적된 객체와 동일성의 여부를 파악한다.

$$\delta(r_1, r_2) = \alpha_1 \Delta_r + \alpha_2 \Delta_y + \alpha_3 \Delta_w + \alpha_4 \Delta_h \quad (1)$$

2.2 객체의 모션 템플릿을 이용한 추적

추적되는 객체를 배경에서 추출한 후 형태와 객체의 픽셀값을 이용하여 객체의 모션 템플리

트를 형성한다[4][5]. 모션 템플리트를 사용하는 이유는 추적되는 객체가 다른 물체에 가려서 하나의 객체가 나뉘게 되는 경우에 템플리트를 근거로 하여 추적할 수 있게 한다. 템플리트를 업데이트 하는 식(2)에서 ψ 값은 템플리트의 값으로 그림 4(f)에 표현하였고, I 는 현재 입력객체의 각 픽셀의 밝기 값이다. 또한, 그림 4(e)에 표현된 w 는 템플리트에서 픽셀값의 빈도를 나타낸다.

$$\psi^t(x,y) = \frac{I(x,y) + w^{t-1}(x,y) \times \Psi^{t-1}(x,y)}{w^{t-1}(x,y) + 1} \quad (2)$$

아래의 식(3)에서는 현재 입력객체와 템플리트간의 비용함수를 나타낸다.

$$C(p,r) = \frac{\sum_{(x,y) \in S^r} |S^r(x,y) - \Psi^t(x,y)| \times w^t(x,y)}{\sum w^t(x,y)} \quad (3)$$

여기서 p 는 현재 입력객체이고 r 은 추적된 객체의 템플리트이다.

2.3 색 정보를 이용한 추적(CAMshift)

객체를 추적하는 방법 중에 색(Hue)정보를 바탕으로 추적하는 알고리즘인 CAMshift는 원하는 부분의 색 정보를 추출하여 계속되는 영상에서 색 정보를 비교하여 원하는 부분을 추적할 수 있도록 하는 알고리즘이다[6].

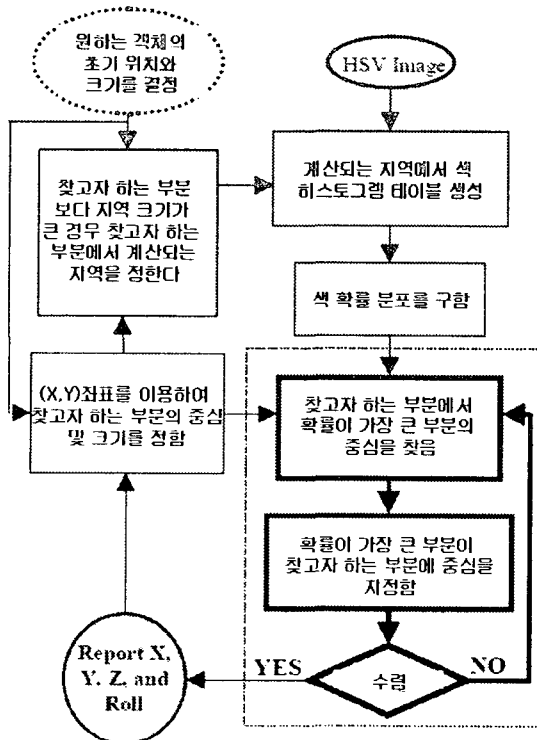


그림 2 색 정보를 이용한 객체 추적

3. 지역 기반과 모션 템플리트 및 색 정보 혼합 모델을 이용한 객체 추적

2절에서 살펴본 여러 가지 방법의 객체 추적에는 문제점이 있다. 지역 정보를 이용한 객체 추적을 하는 경우에는 추적하는 두 개 이상의 객체가 겹치는 경우 하나의 물체로 오인하는 현상이 발생하고, 모션 템플리트만을 이용한다면 두 개 이상의 객체가 겹친 후 다시 나뉘는 시간이 길어지면 기존의 모션 템플리트를 적용하더라도 정확한 객체를 찾지 못한다. 또한 색 정보를 이용하는 경우 비슷한 색을 가진 객체일 경우 계속하여 정확한 추적이 불가능하다.

다음과 같은 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 지역 정보와 객체의 모션 템플리트 그리고 색 정보를 계층적으로 사용하여 정확한 객체 추적이 가능할 수 있는 방안을 사용한다.

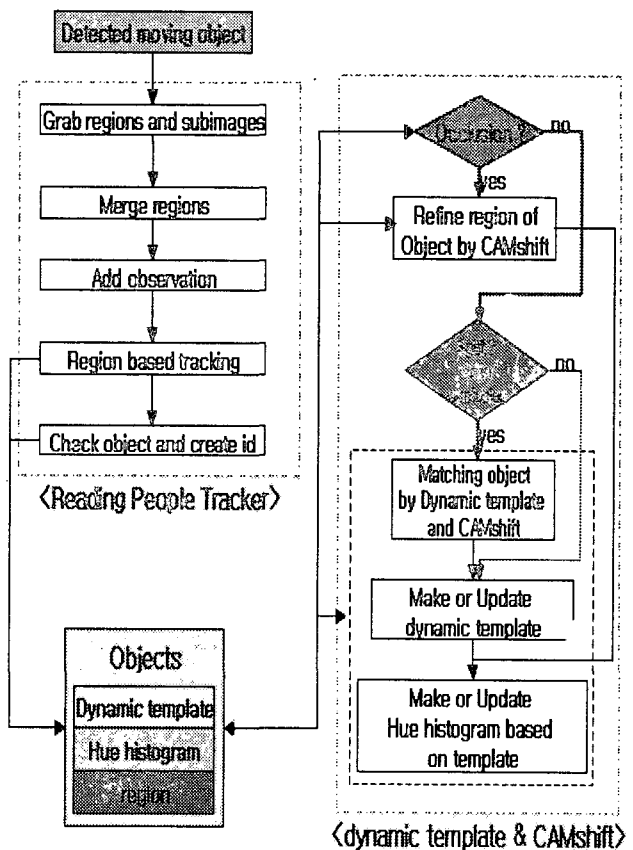


그림 3 다양한 방법을 이용한 계층적 객체 추적

그림 3은 제시된 방법인 계층적 객체 추적 알고리즘으로 기본적 추적 방법에는 지역 정보에 근거한 추적 방법을 사용한다. 추적 되는 객체 중 두 개 이상이 지역 정보에 의해 겹치는 경우 각각의 객체에서 추적되는 동안 업데이트된 색(Hue)정보로 식(4)로 구해진 객체의 확률 정

보(그림 4(c))에 근거하여 식(5)로 각각의 객체로 구분하여 준다. $H_i(x)$ 는 추적되는 객체 i 의 색(Hue)의 히스토그램으로 그림 4(c)에 표현하였고, A_i 는 객체 i 의 영역이다[7].

$$P(x|i) = \frac{H_i(x)}{A_i} \quad (4)$$

$$P(i|x) = \frac{P(x|i)P(i)}{\sum_{j \in G} A_j} \quad (5)$$

다음과 같은 상황에서는 객체의 모션 템플리트를 업데이트하지 않으며 객체간의 겹침이 없는 경우에는 색 정보의 확률과 모션 템플리트를 업데이트한다. 모션 템플리트를 업데이트 하는 방법은 식(2)이고, 확률 값은 식(6)의 방법으로 업데이트 한다.

$$P_{t+1}(xi) = \alpha P_{t+1}(xi) + (1 - \alpha)P(x|i) \quad (6)$$

만약 객체간의 겹침 후 나뉘지는 경우에 추적되던 객체로 정확히 판단해야한다. 판단하는 방법으로는 식(2)의 비유함수로 모션 템플리트 모듈 사용하는 경우와 식(6)의 확률 판별함수로 색 정보이용 모듈을 사용하는 경우 두 가지를 모두 사용한다. 정확히 판별한 후 각 객체별로 모션 템플리트와 색 히스토그램을 업데이트 한다.

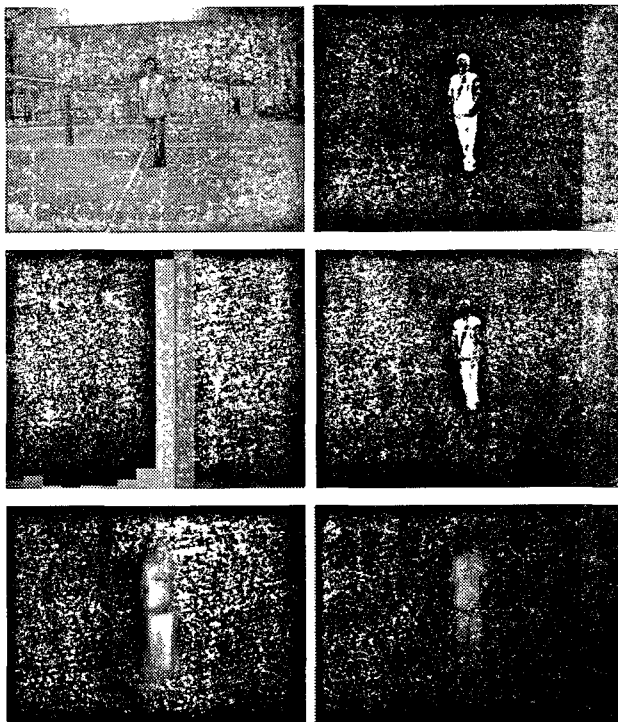


그림 4 (a)추적된 객체의 현재 입력영상
 (b)배경 차분 후 이진화 영상
 (c)추적된 객체의 색(Hue) 히스토그램 영상
 (d)색 정보의 따른 객체의 확률영상
 (e)모션 템플리트에서 픽셀 빈도(w) 영상
 (f)모션 템플리트 영상

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

시뮬레이션은 동일한 영상을 바탕으로 지역정보를 이용한 객체 추적, 모션 템플릿 매칭을 이용한 객체 추적, 색 정보를 이용한 객체 추적과 제안하는 알고리즘을 바탕으로 하는 객체 추적을 비교하였다.

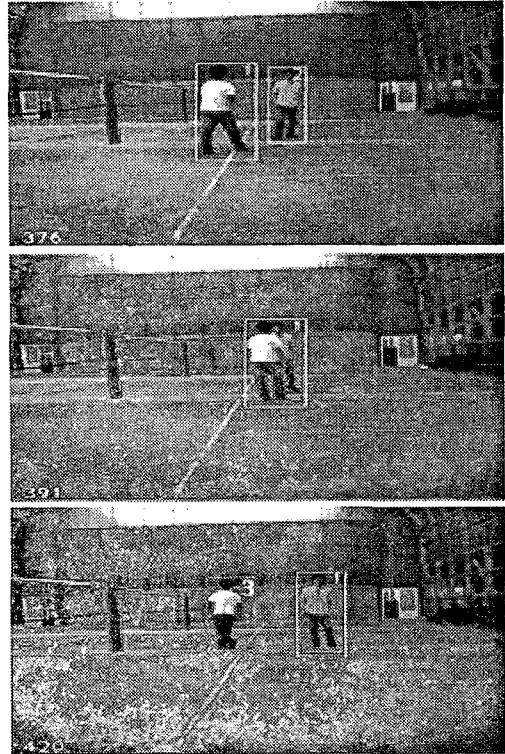


그림 5 지역정보를 이용한 객체추적

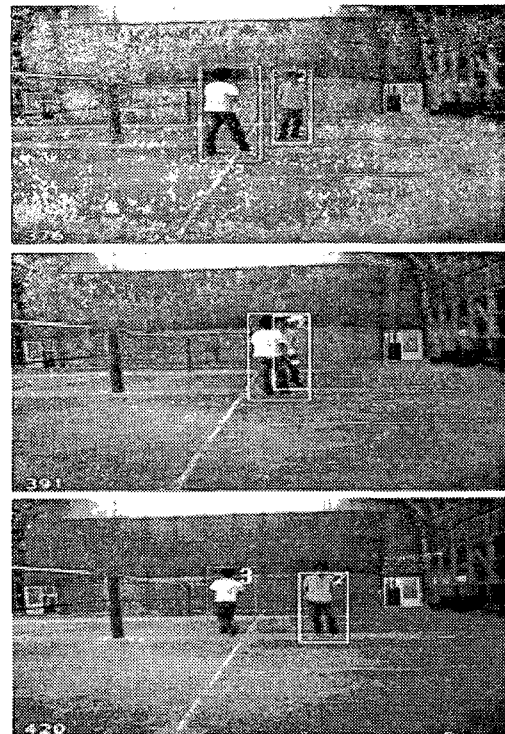


그림 6 모션템플릿을 이용한 객체추적

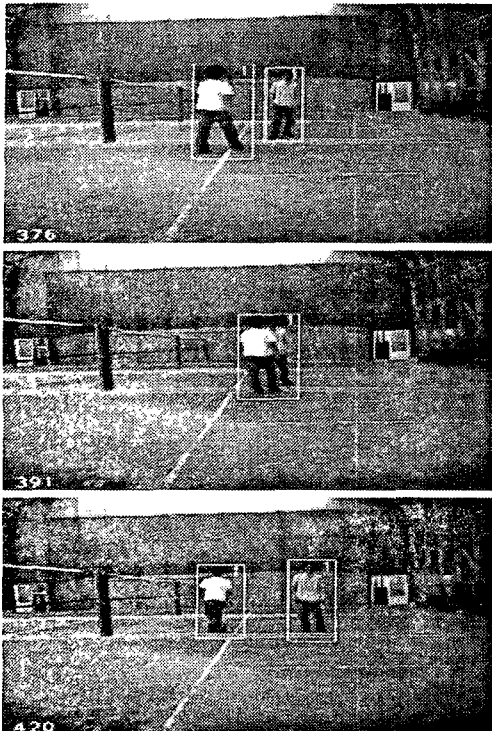


그림 7 색정보를 이용한 객체 추적

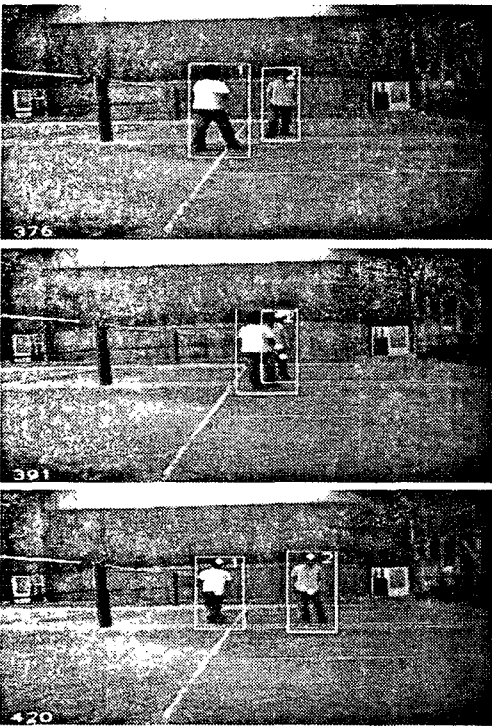


그림 8 제안하는 알고리즘을 이용한 객체 추적

그림 5는 지역정보를 바탕으로 하는 객체추적의 결과이다. 객체간의 겹침이 발생하면 하나의 객체로 인식하고 겹침 후 두 객체가 나뉘면 추적되던 1번 객체가 새로운 객체인 3번 객체로 되는 문제점과 위치와 방향성의 원인으로 2번 객체가 1번 객체로 되어버리는 문제점들이 발생한다. 그림 6은 모션 템플릿을 이용한 객체 추적의 결과이다. 겹쳐진 시간이 길어지

로 원래 추적하던 템플릿과 비교할 수 없게 되어 추적되던 객체 1이 새로운 객체 3으로 오인되는 문제가 발생한다. 그림 7은 색 정보를 이용한 객체 추적의 결과이다. 두 객체의 색(Hue)정보가 비슷하기 때문에 같은 객체로 오인하는 문제가 발생한다. 제안하는 알고리즘으로 시뮬레이션 한 결과는 그림 8에 나타나 있다. 겹치기 전에 추적하던 객체는 겹침 현상이 나타났을 때와 겹침 후 나뉘었을 때도 정확한 객체로 추적할 수 있는 것을 알 수 있다.

제안하는 알고리즘인 컬러 정보와 모션 템플릿을 이용한 객체추적은 기존의 객체추적 방법의 장점을 모두 유지하면서 추적하는 객체를 보다 정확하게 인식할 수 있다. 이러한 성능 향상은 기존의 객체추적 시스템에 추가하기도 용이 할 뿐만 아니라 감시 시스템 및 객체 추적 시스템의 연구에서 정확성의 향상에 기여할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Gian Luca Foresti, Christian Micheloni, Lauro Snidaro, Paolo Remagnino, and Tim Ellis "Active Video-Based Surveillance System", IEEE Signal Processing Magazine, pp. 25-37, March 2005.
- [2] Arun Hampapur, Lisa Brown, Jonathan Connell, Ahmet Ekin, Norman Haas, Max Lu, Hans Merkl, Sharath Pankanti, Andrew Senior, Chiao-Fe Shu, and Ying Li Tian "Smart Video Surveillance", IEEE Signal Processing Magazine, pp. 38-51, March 2005.
- [3] Nils T Siebel, "Design and Implementation of People Tracking Algorithms for Visual Surveillance Applications", The University of Reading 2003.
- [4] Ismail Haritaoglu, David Harwood, Larry S. Davis, W4: Who, When, Where, What: A Real Time System for Detecting and Tracking People", Face and Gesture Recognition Workshop, 1998.
- [5] Robert T. Collins, Alan J. Lipton, Takeo Kanade, Hironobu Fujiyoshi, David Duggins, Yanghai Tsin, David Tolliver, Nobuyoshi Enomoto, Osamu Hasegawa, Peter Burt and Lambert Wixson "A System for Video Surveillance and Monitoring", Carnegie Mellon University, 2000.
- [6] Gary R. Bradski, "Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface", Microcomputer Research Lab, 2002.
- [7] Stephen J. McKenna, Sumer Jabri, Zoran Duric, Harry Wechsler. "Tracking Interacting People", University of Dundee, 2000.