

칼라 관계 특징벡터를 사용한 효율적인 멀티오브젝트 추적

김민철^{0*} 최창규^{*} 류상률^{**} 김승호^{*}

^{*}경북대학교 컴퓨터 공학과, ^{**}청운대학교 컴퓨터 과학과

mckim⁰@mmlab.knu.ac.kr, cgchoi@borami.knu.ac.kr, rsr@mail.chungwoon.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

Efficient Multi-Object Trajectory Using Robust Color Relationship Feature Vector

Min Chul Kim⁰ C.G Choi S.R Ryu Sung Ho Kim

Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 오브젝트가 서로 겹쳤다가 분리되는 상황 하에서도 오브젝트를 정확히 추적할 수 있는 칼라 관계(color relationship) 특징 벡터를 제안한다. 오브젝트의 정확한 추적경로와 이벤트 검출을 위하여 신뢰성 있는 특징 벡터 추출은 필수적이다. 향상된 오브젝트 추적을 위해 면적, 크기뿐만 아니라 본 논문에서 제안한 칼라관계 특징 벡터를 사용한다. 실험 영상에 적용한 결과 제안된 방법을 사용하였을 경우 멀티오브젝트의 영상에서 겹침(occlusion)과 나타남(disocclusion)이 발생하는 경우에도 정확한 경로 추적이 이루어짐을 볼 수 있었다.

1. 서 론

최근 지하철, 공항 그리고 관공서 등 공공장소에서의 범죄율이 상승함에 따라 감시시스템에 대한 필요성이 증가하고 있다. 범죄의 예방과 효과적인 감시를 위하여 감시시스템은 필수적이다. 이러한 감시시스템은 일반적으로 지속적인 모니터링 없는 환경에서 이벤트가 발생할 때에만 감독자에게 알린다. 그러므로 특정한 이벤트 검출을 위해서는 특징 벡터를 사용한 오브젝트의 정확한 인식과정이 선행되어야 한다. 특히 실시간 감시 시스템은 주어진 영상으로부터 오브젝트를 인식하고 특징을 추출하여 그 정보를 신속하게 제공해 주는 것이 무엇보다도 중요하다. 실시간 오브젝트 특징추출을 위한 벡터로 기존에는 중심점, 면적, 비율[1,3], 투영[3], 칼라[4], 속도[2] 등을 사용하였다. 하지만 이러한 특징 벡터들은 시간에 따라 변화하는 특성을 가지므로 오브젝트가 겹친후의 상황을 처리하는 데는 미흡했다. 본 논문에서는 조도 변화에 영향을 받지않는 칼라관계 특징 벡터를 이용하여 오브젝트의 겹침, 나타남 상황에서도 정확한 오브젝트 추적 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 오브젝트 추적에 필요한 관련연구를 소개하고, 3장에서는 객체 추출에 대한 과정을 설명하고, 4장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 효율적인 오브젝트 추적을 위한 특징 벡터를 제안한다. 5장에서는 실험결과와 결론을 기술한다.

2. 관련연구

윤곽선을 사용한 오브젝트 추출 방법은 단순하면서도 압축된 표현이 가능하나, 오브젝트의 특징 추출에 효과적

으로 사용하기가 어렵다. 예를 들어, 윤곽선 정보로부터 주어진 영역에 대한 평균(mean), 면적(size), 중심점(centroid), 분산, 투영 히스토그램 등을 직접 구하기가 어려운 것으로 알려져 있다[5]. 이에 반해 형태적인 방법 [1,3,4]은 오브젝트의 영역(bounding box)을 구하고, 그 영역에서의 특징을 쉽게 추출할 수 있어 실시간 감시시스템에 사용할 수 있다는 장점이 있다.

본 논문의 목적은 오브젝트의 면적, 비율의 특징벡터를 사용하여 사람과 차를 구분할 뿐만 아니라 칼라 관계(color relationship) 특징 벡터를 추가적으로 사용하여 오브젝트 겹침후의 환경에서도 실시간으로 오브젝트를 정확히 추적할 수 있는 시스템을 구성하는데 있다. 오브젝트 추출시에 각각의 오브젝트에 대한 특징벡터를 동시에 연산해 냄으로써, 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템을 나타내고 있다.

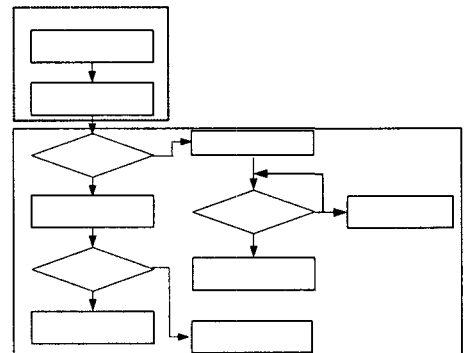
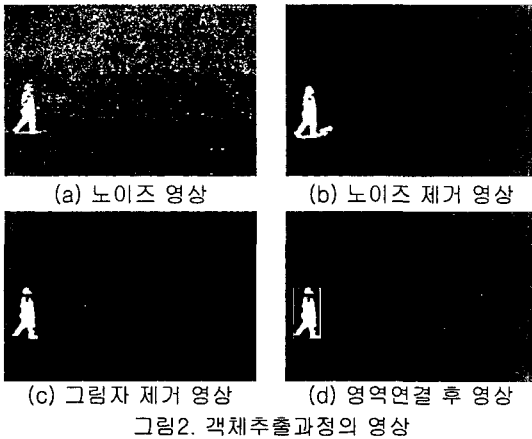


그림 1 제안된 시스템 개요도

3. 객체 추출

연속된 입력영상에서 정확한 오브젝트 영역추출을 위해서는 노이즈 제거, 그림자 제거, 영역 연결 과정이 필요하다. 연속된 입력 영상과 배경 모델링에서 생성된 배경 이미지와의 감산 연산에 의해 추출된 영상은 나뭇잎의 흔들림이라든지, 급격한 날씨변화, 그리고 서로 다른 물체의 반사광 등에 의한 상당수의 노이즈를 포함하게 된다. 그림 2의 (a)에서 보듯이 노이즈는 작은 수의 픽셀로 구성되어 전체적 영상에 산발적으로 흐트러져 있기 때문에 100픽셀 보다 작은 것은 노이즈라고 취급한다[1]. 그리고 그림자는 명암(intensity)에 차이가 있고 색도에는 차이가 없다는 특성을 이용하여 그림자를 제거하게 된다.



그리고 하나의 오브젝트가 입력되면 감산 연산과정에서 분리된 영역으로 나누어지지만 그 영역들은 서로 가까운 곳에 위치해 있다는 점을 이용하여 영역 연결 과정을 수행한다. 인접한 영역들에 대해 8-근방을 조사하여 영역은 비록 떨어져 있다 할지라도 가까운 거리에 위치해 있는 영역에 대해서는 하나의 오브젝트라고 인식한다. 떨어진 영역을 하나의 오브젝트라고 인식한 후, 각각의 오브젝트에 대해 바운딩박스 영역을 지정함으로써 정확한 특징벡터 추출을 위한 영역이 결정된다.

4. 객체 추적

객체 추출에서 얻어진 정확한 오브젝트의 영역에 기초하여 객체 추적 과정에서는 시간의 흐름에 따른 오브젝트의 경로를 추적하게 된다. 우선 면적, 비율로 멀티 오브젝트를 구분한 후 제안한 칼라관계특징 벡터를 사용하여 정확한 오브젝트의 경로 추적 및 겹침 현상 발생을 검출하게 된다.

4.1 면적 및 비율

일반적으로 오브젝트에 대한 면적은 그림 1과 같이 오브젝트 추출시 만들어진 이진영상을 사용하여 구한다.

각각의 오브젝트에 대한 면적은 다음과 같이 물체를 구성하고 있는 모든 화소들의 합으로 나타낸다.

$$A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m I[i, j] \tag{1}$$

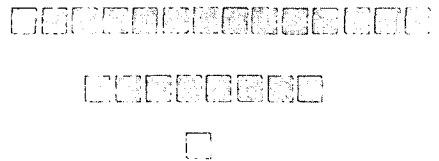
그리고 멀티오브젝트를 구분하기 위한 또다른 특징 벡터로 비율을 구한다. 비율은 이진 영상의 바운딩 박스에 대한 세로/가로 비율로 구할 수 있다. 추가적으로 바운딩 박스의 구역을 나누어 서로간의 칼라 관계를 구함으로써 보다 정확한 추적을 위한 특징을 구할 수 있다.

4.2 칼라관계 특징벡터

객체 추출 과정 이후에 나온 오브젝트의 비율과 면적을 조사하여 사람인지 차인지 구분하게 된다. 사람은 세로의 길이가 가로의 길이보다 더 길고 자동차의 경우 반대라는 것과, 일반적으로 자동차의 크기가 사람보다 크다는 사실을 이용한다.

우선, 면적과 비율로써 사람인지 차인지를 구분한 뒤, 일단 사람으로 분류되었다면 바운딩 박스의 높이에 대해 머리(20%), 상체(40%), 하체(40%)부분으로 나누고, 각각의 영역에 대해 R,G,B 칼라채널에 대한 카운트를 수행하게 된다. 이때 처리속도를 향상 시키기 위해 256단계의 칼라값을 86단계로 양자화 시킨다. 이것은 수행속도를 향상 시킬 뿐만 아니라 3단계 범위의 값을 하나로 사상하므로 오류에 대한 대처도 가능하게 된다. 각각의 채널에 대한 카운트가 끝난 뒤 대표값 추출을 위해 아래의 alpha-trimmed median 방법을 사용하여 각 신체 부위 중에서 노이즈라고 판단되어지는 칼라 값 범위의 하위와 상위의 10%를 절단한 후 미디안값을 구하게 된다.

$$C_{R,G,B} = median\{count_{R,G,B} - \alpha\} \tag{2}$$



만약 이 과정에서 각각의 영역이 너무 작은 픽셀로 이루어져 있다면 10% 절단 과정을 제외하고 미디안값을 찾는다. 미디안값 추출 후 각각의 영역에 대해 조도에 영향을 받지 않는 r/r+g+b, g/r+g+b, b/r+g+b의 특징벡터를 추출함으로써 갑작스런 날씨 변화와 같은 급격한 조도변

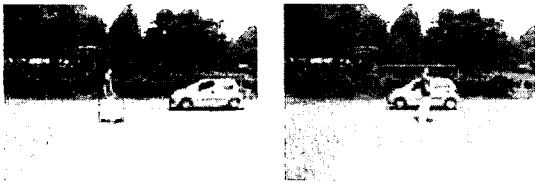
화에도 오브젝트를 정확히 추적할 수 있다. 그림 4는 각각의 신체영역에 대해 대표색상 값으로 대입한 영상이다.



(a) 원래 영상 (b) 대표값 매핑

그림 4. 대표색상 값을 대입한 영상

자동차의 경우에는 오브젝트 추출과정에서 비율과 면적으로 구분한 뒤 위(50%), 아래(50%)로 나누어 사람의 경우와 같이 비슷한 과정으로 칼라 관계 특징벡터를 추출한다. 그림 5는 자동차와 사람의 겹침 현상이 발생한 후 정확히 오브젝트를 추출하는 것을 보여준다.



(a) 원래 영상 (b) 오브젝트 겹침 영상

그림 5. 자동차와 사람의 겹침 영상

5. 실험결과 및 결론

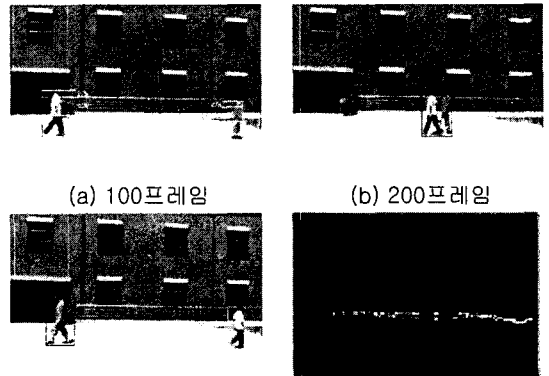
레이블링 과정이 끝난 후 연속적으로 입력되는 영상에 대하여 이전에 추출된 오브젝트와 유사하다면 같은 오브젝트라고 인식하게 되고, 같은 칼라의 바운딩 박스로 그리게 된다. 제안한 방법의 성능 평가를 위해 속도, 크기, 위치의 특징 벡터만을 사용하여 오브젝트를 구분하는 방법[2]과 비교하였다. 이 방법은 영상에서 겹침 현상이 발생하지 않는 환경에서는 정확한 추적을 할 수 있었지만 여러 사람의 겹침 현상이 발생하는 환경에서는 오브젝트를 정확히 추적을 할 수 없었다. 표 1은 Javed의 방법[2]과 제안한 방법의 실험 결과를 보여준다.

표 1. 성능 비교(정확히 인식한 프레임 수/총 프레임 수)

구분	장소	한 사람	두 사람	사람, 자동차
Javed 방법	건물 앞	1460/1500	947/1500	1186/1500
	테니스장	1492/1500	1014/1500	1245/1500
제안한 방법	건물 앞	1495/1500	1380/1500	1435/1500
	테니스장	1496/1500	1423/1500	1482/1500

실험결과 칼라 관계를 이용한 방법이 겹침과 나타남 환경에서 Javed의 방법보다 뛰어난 성능을 나타내었다. 특히 Javed의 방법은 두 사람의 겹침 후 크기와 위치의 특징벡터를 정확히 분리하지 못해서 좋은 인식률을 얻지 못

했다. 그림 6 (a)는 100프레임 영상에서의 신체 비율을 보여준다. (b)는 오브젝트가 겹쳤을 때 새로운 오브젝트로 인식되는 것을 보여준다. (c)는 겹침 이후 나타남 현상이 발생했을 때 이전의 오브젝트로 정확히 인식하는 것을 보여준다. (d)는 두개의 오브젝트가 시간의 흐름에 따라 지나간 경로를 나타낸다. 실험결과 제안된 방법은 자동차와 사람을 분류할 뿐만 아니라 급격한 속도 변화에서 겹침과 나타남 시에도 정확히 오브젝트를 추적할 수 있었다. 하지만 두 오브젝트가 겹쳐 뒤의 오브젝트가 보이지 않을 때, 오브젝트 추출시 영역이 심하게 훼손 되었을 때, 오브젝트들의 색상이 같을 때는 잘 구분하지 못했다. 앞으로 이러한 문제를 해결하기 위한 방법을 연구해야 할 것이다.



(a) 100프레임 (b) 200프레임
(c) 300프레임 (d) 경로추적

그림 6. 실험영상

참고 논문

[1] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. Davis, "W4: Real-Time Surveillance of People and Their Activities," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, Issue. 8, pp.809-830, 2000.
 [2] O. Javed, M. Shah " Tracking And Object Classification For Automated Surveillance" *Lecture Notes in Computer Science Springer-Verlag Heidelberg Volume 2353/2002*
 [3] Stephen J. McKenna, Sumer Jabri and Zoran Duric, " Tracking Groups of People" *Computer Vision and Image Understanding* 80, 42- 56 (2000)
 [4] Kogut, G.T. Trivedi, M.M." Maintaining the identity of multiple vehicles as they travel through a video network" *Multi-Object Tracking, 2001. Proceedings. 2001 IEEE Workshop on* , 8 July 2001 Pages:29- 34
 [5] Erdem, C.E. Sankur, B., Tekalp, A.M., " Non-rigid object tracking using performance evaluation measures as feedback" *IEEE Computer Society Conference on. Volume: 2, 8-14 Dec. 2001*