

배경 무효화를 이용한 배경모델링

전효성^o 문성민 이종원
세종대학교

itmentor@gmail.com^o, iamylia@naver.com, jwlee@sejong.ac.kr

Background modeling using background invalidation

Hyosung Jeon^o Sungmin Moon Jongweon Lee
School of Computer Engineering, Sejong University

요 약

본 논문에서는 로봇이나 감시 시스템에서 주로 쓰이고 있는 배경 모델링의 정확성을 지속시키는 방법을 제안한다. 오브젝트를 추출하려면 정확한 배경 모델이 필요하다. 정확한 배경 모델을 유지하기 위해서는 전경의 정보가 배경 모델에 반영되면 안 된다. 본 논문에서는 오브젝트의 움직임을 기반으로 한 배경 무효화 기법을 사용하여 전경이 배경 모델에 영향을 주는 것을 방지함으로써 정확한 배경 모델을 유지하는 방법을 제안한다.

1. 서 론

컴퓨터 비전 분야에서 배경 모델링은 활발한 연구의 대상이 되고 있다. 배경 모델은 오브젝트 추출에 기초가 되기 때문에 배경 모델이 정확하지 않으면 오브젝트의 추출에서도 좋은 결과를 얻을 수 없다. 배경 모델의 정확성은 공간적 정확성과 시간적 정확성이 있다.

공간적 정확성이란 사람이 전경이라고 생각하는 부분과 배경 모델을 이용하여 추출한 전경이 어느 정도 일치하는가를 의미한다. 이 부분을 개선시키는 연구는 활발히 진행되고 있다[1, 2, 3]. 시간적 정확성은 얼마나 오랜 시간 동안 배경 모델을 이용하여 정확한 전경을 추출할 수 있는지를 의미한다. 본 논문에서는 시간적 정확성을 향상시키는 방법을 제안한다.

배경 모델의 정확성을 유지하려면 조명으로 인해 발생하는 문제를 해결해야 하고 정확한 배경 모델을 유지하는데 있어서 방해가 되는 요소들을 제거해야 한다.

조명이 원인이 되는 문제는 조명 변화, 그림자, 내부 반사이다. 이러한 문제는 조명 변화에 민감한 컬러 색상만을 이용할 때 발생한다. 이를 보완하기 위해서 조명 변화에 강건한 특성을 보이는 깊이 정보를 사용한다[4, 5].

정확한 배경 모델 유지에 있어서 방해가 되는 요소들은 색상 위장, High-traffic areas[5], 카메라의 이동이 있다.

색상 위장은 배경과 전경이 비슷하여 전경을 식별하기 어려운 경우인데 이러한 경우는 조명 변화에 강건한 특성을 보이는 디스패리티 정보를 이용한다.

카메라가 이동하여 배경이 바뀔 경우에는 배경모델링을 다시 하는 방법이나 배경 모델을 빠르게 갱신하는 방법으로 문제를 해결할 수 있다.

High-traffic areas는 배경 영역에 자주 전경이 들어오고, 이로 인하여 배경 모델에 전경의 값이 섞이는 것을 의미한다. 이와 같은 경우는 배경 모델에 전경이 반영 되는 것을 막음으로써 해결 할 수 있다.

[5]의 연구에서는 대부분의 문제들을 해결 했지만, High-traffic areas 문제에서 완전한 해결책을 제시하지 못했다. 독립적인 픽셀의 연산만을 이용하여 배경 모델에 전경이 반영 되는 것을 막는 방법은 한계가 있다.

이 논문에서는 컬러와 디스패리티를 이용하고 배경, 중간배경, 전경의 사용과 오브젝트 기반의 연산을 이용하여 시간적 정확성을 유지했다.

우리는 기존의 배경과 전경을 배경, 중간 배경 그리고 전경으로 분류했다. 배경은 우리가 흔히 생각하는 고정되어있고 완전히 없어질 수 없는 배경(벽, 천장)을 말한다. 중간 배경은 초기에는 전경이었으나 움직임이 없어서 배경으로 바뀌는 대상(의자, 주차 차량)을 의미한다. 마지막으로 전경은 장면 안에 들어온 사람이나 애완동물과 같은 것을 의미한다. 중간 배경과 전경은 오브젝트의 움직임을 기준으로 판단한다. 기존의 많은 연구에서는 전경과 중간 배경을 통칭하여 전경으로 분류했다.

이와 같이 입력 영상을 세가지 경우로 분류를 한 후 중간 배경과 배경만 배경 모델에 반영함으로써 정확한 배경 모델을 유지할 수 있다. 그러나 중간 배경과 전경을 분리하려면 두 번의 처리 과정을 거쳐야 한다. 이 과정에서 배경 모델에 전경이 섞이는데 배경 무효화를 이용하여 배경 모델과 전경의 혼합을 방지한다.

앞으로 2장에서는 시스템의 개요와 처리 과정을 제시한다. 3장에서는 제안된 방법에 의해 처리된 결과를 보일 것이며, 마지막으로 4장에서 결론을 제시할 것이다.

2. 시스템 처리 절차

시스템의 개요는 그림1에 나와있다. 시스템의 초기 입력 값은 RGB영상을 HSI컬러 모델로 바꾼 후 명암(Intensity)값을 뽑아낸 이미지, 디스패리티 그리고 명암을 이용한 오퍼컬 플로우이다. RGB 영상은 조명 변화에 민감하기 때문에 HSI 컬러 모델로 변환 후 명암성분(Intensity)을 이용한다.

처음 단계에서는 명암, 디스패리티, 명암 오퍼컬 플로우의 배경 모델을 만든다. 명암과 디스패리티의 배경 모델은 가우시안 혼합 모델[3]을 이용한다. 오퍼컬 플로우 배경 모델은 running average[6]을 이용한다. 현재의 명암과 디스패리티 입력 영상을 이용하여 배경모델 갱신 후 명암과 디스패리티의 배경과 전경을 만든다. 이 단계에서는 현재의 입력 값을 바로 반영했기 때문에 전경에 해당하는 영역도 배경모델에 영향을 미친다.

두 번째 단계에서는 생성된 전경을 대상으로 오브젝트 추출을 한다. 오브젝트 추출의 결과로 오브젝트의 영역 크기와 경계 값이 구해진다.

세 번째 단계에서 중간 배경과 전경을 분리하고 전경 오브젝트 영역을 포함하는 마스크를 생성한다. 구해진 오브젝트 정보와 디스패리티 전경, 명암의 전경, 오퍼컬 플로우 배경 모델을 입력 받는다. 오브젝트의 움직임으로 중간 배경과 전경을 판단 한 후 배경 모델에 반영 해야 할 위치를 표시하는 마스크로 작성한다. 전경 영역이면 마스크에 1이 들어가고 중간 배경이나 배경이면 마스크에 0이 들어간다.

마지막으로 생성된 마스크를 가지고 손상된 배경 모델을 복구하거나 가중치/분산 모델을 갱신한다. 가중치/분산 모델에는 오류가 없는 배경 모델이 보존되어 있다. 마스크에 1이 있으면 현재 영상이 배경 모델에 반영이 안되고 0이 있으면 현재 영상이 배경 모델에 반영이 된다.

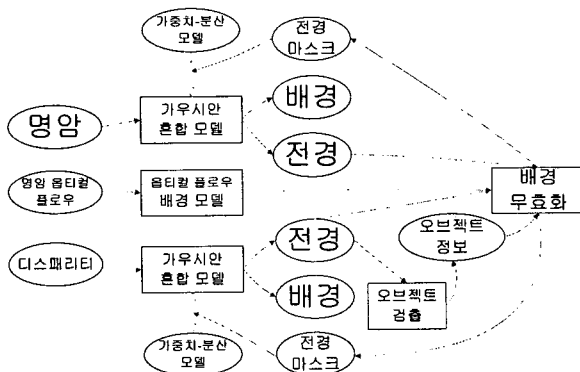


그림 1. 전체 시스템의 개요

2.1 가우시안 혼합 모델을 이용한 배경 모델링

명암과 디스패리티의 배경 모델링은 [3, 7]의 방법을 참고하여 구현했다. 하나의 픽셀당 4개의 가우시안 분포를 가지고 있다. 분포는 평균, 분산, 가중치로 구성된다.

현재 픽셀이 4가지 중 하나의 분포와 일치하는 경우 그 분포의 가중치를 올려주고 반대의 경우에는 가장 낮은 가중치를 갖는 분포를 제거하고 현재 픽셀을 평균으로 하는 분포를 추가한다. 배경 분포는 가중치/표준편차 값이 가장 큰 것으로 결정한다. 식 1은 현재 픽셀 값인 X_t 가 배경의 범위에 있는지를 판단한다. X_t 가 $\mu_{i,t} \pm \sigma_{i,t}$ 범위에 있으면 배경이다. 반대의 경우는 전경이 된다. $\mu_{i,t}$ 는 배경 가우시안 분포의 평균이고 $\sigma_{i,t}$ 는 배경 가우시안 분포의 표준편차 값이다. i 는 가우시안 분포의 번호를 의미하고 t 는 시간을 의미한다.

$$\mu_{i,t} - \sigma_{i,t} < X_t < \mu_{i,t} + \sigma_{i,t} \quad (1)$$

2.2 오브젝트 추출

이 단계에서는 디스패리티 전경(DFG)을 대상으로 하여 오브젝트를 식별한다. 명암 전경(IFG)를 사용할 경우, 그림자나 조명의 변화로 인하여 오브젝트의 영역이 확장되므로 오브젝트를 추출하기 위한 대상으로는 부적합하다. 여기서 region growing을 사용 하였고, 결과 값으로 오브젝트의 경계 정보와 영역 크기를 알아낸다.

2.3 중간 배경과 전경의 분리

정확한 배경 모델을 얻으려면 배경 모델에 전경이 섞이는 것을 막아야 한다. [5]의 연구는 움직임이 많은 전경 부분이 배경 모델에 미치는 영향을 줄임으로써 이 문제를 해결하려 했다. 그러나 장면에서 사람(전경)이 가만히 서서 대화하는 경우 다리 부분이 움직임이 없다. 그래서 다리 부분이 배경으로 바뀌는 문제가 발생한다.

이러한 문제를 해결하려면 전경에 해당하는 오브젝트 영역 전체를 배경 모델에 반영하지 말아야 한다. 현 단계에서는 배경 모델에 반영 해야 할 영역 정보를 표시하는 마스크를 만든다. 주어진 정보는 오브젝트 경계 정보와 오퍼컬 플로우 배경 모델 정보, 명암 전경(IFG)와 디스패리티 전경(DFG)이다.

오브젝트의 움직임을 판단하기 위해 오퍼컬 플로우 배경 모델과 오브젝트의 영역 정보가 사용된다. 식 2는 오브젝트 영역 내의 움직임을 구하는 것이다. n 번째 오브젝트의 영역은 $b_n(x, y)$ 이다. 오퍼컬 플로우 배경(OF)를 이용하여 오브젝트 영역에 움직임이 있으면 그 값을 제공하여 누적한다. $M_{n,t}$ 가 경계 값을 넘으면 n 번째 오브젝트는 전경 오브젝트가 된다. t 는 시간을 의미한다.

$$M_{n,t} = \sum_{b_n(x,y)} OF_{n,t}^2 \quad (2)$$

전경 오브젝트가 식별 되었으면 디스패리티 전경 마스크($Mask_{D,t}$)와 명암 전경 마스크($Mask_{I,t}$)를 만들어야 한다. 명암 전경(IFG)에서 전경 오브젝트 영역을 명암 전경 마스크($Mask_{I,t}$)의 해당 영역에 1로 표시하고 그 외의 영역(중간 배경, 배경)의 영역을 0으로 표시한다. 디스패리티 전경 마스크($Mask_{D,t}$)도 위와 같은 방법으로 생성한다.

2.4 전경 마스크를 이용한 배경 무효화

이 단계에서는 오브젝트 영역을 기반으로 배경 모델을 갱신하거나 손상된 배경 모델을 복구한다. 가중치-분산 모델은 전경 마스크가 0일 때, 그 위치의 배경 모델 정보를 가지고 있다.

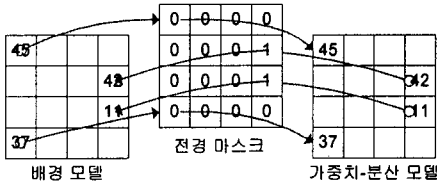


그림 2. 마스크를 이용한 배경 무효화

그림 2는 마스크를 이용하여 배경 무효화를 하는 과정을 나타낸다. 마스크가 0이면 그 영역이 배경임을 의미므로 배경 모델 정보의 가중치와 분산값을 가중치-분산 모델로 복사한다. 마스크가 1이면 해당 영역이 전경이므로 손상된 배경 모델을 복구해야 한다. 가중치-분산 모델에서는 이전에 배경이었던 가중치와 분산 값을 가져오는 방식으로 복구한다. 이 과정은 명암과 디스퍼티티 배경 모델에 적용된다.

3. 실험 결과

이 실험에서는 [3]과 [5]을 혼합한 방법과 우리가 제안한 방법의 차이를 보여준다. 그림 3의 첫 번째 줄은 기존의 방법으로 배경 모델링을 한 것이다. 두 번째와 세 번째 줄의 결과는 배경 무효화 과정을 거친 것이다. 또한 첫 번째 열은 입력 영상이고 두 번째 열은 배경 모델을 나타낸다. 그림 3의 검은 사각형은 오브젝트의 경계를 나타낸 것이고 원이 있는 것은 전경 오브젝트를 의미한다. 시나리오는 다음과 같다.

의자에 앉아있는 사람과 서있는 사람이 대화를 나누다가 일정 시간 후 앉아있었던 사람이 일어서서 대화를 한다. 168프레임에서 그림 3의 (b)장면의 사람 다리 부분이 배경으로 되어 있는 것을 볼 수 있다. 반면 같은 시간에 (d)의 결과를 보면 전경이 포함되지 않은 결과를 볼 수 있다. 좀 더 시간이 흐른 뒤 203프레임에서는 중간 배경이었던 의자가 배경으로 변한 것을 알 수 있다. 이전 프레임의 두 오브젝트가 현재 프레임에서 하나로 합쳐지는 경우가 있다. 만약 둘 중 하나가 전경 오브젝트면 합쳐진 오브젝트는 배경 모델에 반영이 되지 않는다. 이러한 문제 때문에 그림 3의 (c)와 같이 사람과 의자 영역을 분할한다.

4. 결 론

본 논문에서는 배경 무효화를 통하여 전경 오브젝트가 배경 모델에 반영되지 않는 방법을 제안하였다. 이 방법을 이용하면 시간적 정확성을 높일 수 있다. 오픈킴플로우의 계산량이 많기 때문에 초당 약 8프레임의 성능을 보여준다. 코드 최적화를 하고 프로세서의 성능이 향상되면 실시간 감시 시스템이나 로봇, 가상현실 분야에서도

이 방법이 적용 될수 있을 것이다.

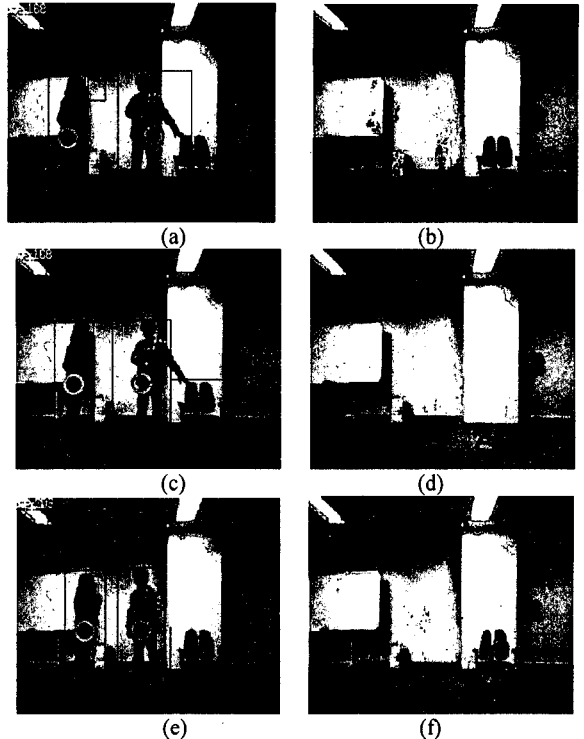


그림 3. 실험 결과

참고문헌

- [1] S.Jabri, Z.Duric, H.Wechsler, and A.Rosenfeld "Detection and Location of People in Video Images Using Adaptive Fusion of color and Edge Information," Proc. ICPR, Vol. 4, 2003, 4627-4631
- [2] D.Hong, and W.Woo "A Background Subtraction for a vision-based User Interface," Proc. ICICS-PCM 2003
- [3] C. Stauffer, W.E.L. Grimson. "Adaptive Background Mixture Models for Real-Time Tracking," Proc. CVPR, Vol.2, 1999, 246-252
- [4] G. Gordon, T. Darrell, M. Harville, J. Woodfill "Background estimation and removal based on range and color," Proc. CVPR, 1999, 459-464
- [5] M.Harville, G.Gordon, and J. Woodfill "Foreground Segmentation Using Adaptive Mixture Models in Color and Depth," Proc. IEEE Workshop on Detection and Recognition of Events in Video, 2001
- [6] M. Piccardi "Background subtraction techniques: a review," Proc. of IEEE SMC 2004 International Conference on Systems, October 2004.
- [7] Hyung Woo Kang and Sung Yong Shin "Tour into the video: image-based navigation scheme for video sequences of dynamic scenes," Proc. Virtual Reality Software and Technology, 2002, 73-80