

색상 기울기 배경 모델 기반 안정적 동적 객체 윤곽 추출*

이제성¹, 문규형², 최유주¹

¹서울벤처정보대학원대학교

²호서대학교 벤처전문대학원

e-mail: mpegman@paran.com, ansrbgud@paran.com, yjchoi@suv.ac.kr

Robust Contour Extraction of Moving Object based on Hue Gradient Background Model

Je Sung Lee¹, Kyu Hyung Moon², Yoo-Joo Choi¹

¹Seoul University of Venture & Information

²Hoseo Graduate School of Venture

요 약

본 논문은 조명의 변화가 심한 연속영상에서 동적객체를 안정적으로 추출하기 위하여 색상강도 및 기울기 기반 배경모델을 구축하고 이를 이용하여 입력영상으로부터 동적 객체의 윤곽선을 안정적으로 추출하는 기법을 제시한다. 제안기법에서는 우선, 동적객체가 포함되지 않은 배경 연속영상의 HSI 컬러공간에서 색상(Hue) 강도와 색상 기울기에 대한 배경모델을 생성한다. 실시간으로 입력되는 동적 객체를 포함한 연속영상에 대하여 각 화소에 대한 색상(Hue)성분을 추출하고 이웃 화소와의 색상성분에 대한 기울기 크기를 계산한다. 이를 기구축된 배경모델과 비교하여 그 차분값이 일정 임계값을 초과하는 경우 동적객체의 윤곽선으로 판별한다. 제안 기법은 극심한 조명 변화에 강건하게 동적 객체의 윤곽정보를 실시간 추출하였다. 본 논문에서는 기존 RGB 기반 배경 모델링 기법을 적용한 경우와의 비교 실험을 통하여 제안 기법의 안정성을 보였다.

1. 서 론

정보의 습득과 활용이 최적화되고 다양한 매체간 융합이 이뤄지고 있는 유비쿼터스 환경하에서 매체와 사람의 상호 인터랙션에 대한 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라 별도의 작용 장비 없이 일반 영상 카메라와 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 사람의 움직임과 의사를 파악하려는 제스처 인터랙션 기술 연구가 활발히 진행되고 있다.

비전 기반 동적 객체 추적이란 카메라로부터 입력된 영상에서 움직임을 보이는 객체를 인식하고, 그 움직임을 추정하여 그 사람의 동작이 어떤 의미와 의도를 가지는지 파악하는 것으로써, 사용자 인터페이스 설계, 로봇학습, 보안감시와 통제관리 시스템분야 등의 많은 응용분야에서 사용되고 있다. 일반적으로 실시간 영상이나 기록 데이터로부터 추출하고자 하는 패턴을 정의한 배경모델을 만들고, 연속된 영상프레임에서 위치, 색상, 형태 등의 특징정보를 이용하여 동적 객체를 분석하고 추적하는 방법으로 구현한다.

일반 카메라 영상으로부터의 동적객체를 추적하는 방법은, 적외선영역에서의 반사마커를 이용하거나 기계

장치에 의해 움직임의 위치와 방향을 추출하는 모션캡처장비에 비해, 조명과 그림자 등의 주변 환경의 변화에 매우 민감하여 이에 대한 해결과 함께 실시간 처리가 핵심요소이다.

이에 본 논문에서는 조명의 변화가 심하게 발생하는 환경에서도 안정적으로 동적 객체를 추적할 수 있는 색상(Hue) 강도 및 기울기 기반 배경 모델링 기법을 제안하고, 다양한 조명하에서 제안 배경 모델을 이용한 동적 객체의 윤곽정보 추출 실험결과를 제시하였다. 실험결과로서 RGB, 정규화 RGB, HSI 컬러모델 기반 배경 모델을 이용한 기존 동적 객체 추적 기법과 본 논문에서 제시한 기법을 비교하여, 제안기법이 다양한 조명 환경에서 보다 안정적으로 동적 객체의 윤곽정보를 추출할 수 있음을 가시적으로 입증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 연속영상에서 정확한 동적객체 추적과 관련한 기존 연구에서 객체의 윤곽 정보 추출의 내용을 정리하고, 3 장에서는 본 논문에서 제시하는 영상의 색상 H 성분에 대한 강도 및 기울기를 이용한 동적 객체추적 방법을 설명한다. 4 장에서는 구현 및 실험결과를 보이고 5 장에서는 결론을 논한다.

* 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임

2. 관련연구

초기 동적객체 추적에 대한 연구는 마커나 센서를 부착하여 움직임의 위치와 방향을 추출하였으며, 최근 연구에서는 카메라로부터 획득된 영상의 처리를 이용하여 2 차원 및 3 차원 제스처 정보를 획득하여 분석하고 의미부여를 함으로써 인터랙션을 가능하게 하는 방향으로 발전되고 있다.

영상기반 동적 객체 인식 기술은 크게 특징기반, 외관기반, 3 차원 모델기반의 3 가지로 분류될 수 있다. 2 차원 카메라 영상을 기반으로 조작자를 감지하고 실루엣 추출을 통해 연속영상에서의 행동 특성을 분석하는 기존 연구에는, 에지와 특징점의 위치 등의 정보를 이용한 특징기반 인식방법과 영상 자체의 음영정보를 이용하는 외관기반 인식방법이 있다.[1][7]

객체의 실루엣 및 윤곽선 정보 추출을 기반으로 동적 객체의 움직임을 인식하는 대표적인 방법으로서, MHI(Motion History Image)기법이 있다. MHI는 입력 영상 시퀀스에서 가장 최근의 움직임 픽셀영역이 더 밝은 값을 나타낸 실루엣 영상으로써, 이 영상을 다시 9 개의 윈도우와 12 개의 세부영역으로 나누어 각 영역의 히스토그램을 패턴영상과 비교하여 제스처를 인식하는 방법이다.[2] 제스처 인식을 위하여 여러 가지 방법들이 제안되었으나 대부분의 연구가 극히 제한적인 공간에서 소수의 대상자들에 대해 몇가지 패턴의 동적 객체 데이터를 실험해왔을 정도로 다양한 실제계 환경에서 제스처를 검출하여 인식하는 것은 상당히 어렵다.

위에서 설명한 세 가지 부류의 동적 객체 인식 기술에서 객체 움직임에 대한 인식 정확도를 높이기 위해서는 우선적으로 연속 입력 영상으로부터 동적 객체의 실루엣 정보를 정확하고 안정적으로 추출하는 것이 무엇보다 중요하다. 동적 객체의 실루엣 정보를 정확히 추출하기 위한 시도로 다양한 컬러 모델을 기반으로 한 분석 기법들이 제시되어 왔다. 예를 들어, YCbCr 컬러모델을 이용하여 피부색 영역을 검출하는 연구[4]가 수행되었고, RGB 컬러모델과 정규화된 rgb 컬러모델을 이용하여 밝기성분을 제거한 후 배경모델을 구축하고 이를 기반으로 동적 객체의 실루엣을 추출하는 연구[3][9]가 수행되었다. 배경 복잡도 및 조명환경에 민감하지 않은 안정적 객체 윤곽정보 추출을 위한 다양한 시도에도 불구하고 급격한 조명의 변화에 따른 영상 색상강도 및 밝기강도의 변화 문제와 그림자 생성 등의 문제는 안정적 동적 객체 움직임 추적을 저해하는 요소로 이를 해결하기 위하여 지속적인 다양한 접근 방법들이 시도되고 있다.[6][8][10]

본 논문에서는 HSI 컬러모델에서 H 성분의 강도값과 인접 픽셀과의 H 강도의 기울기 크기를 이용한 움직임 영역 검출 기법을 제시하고 실험결과를 통하여 저가형 PC 카메라에서 사용자의 움직임 정보를 조명변화에 강건하게 추출됨을 보인다.

3. 색상(Hue) 정보 기반 동적객체 추적

카메라를 통하여 얻은 영상 시퀀스는 일반 환경에서 취득한 것으로, 영상에는 제스처 인식에 필요없는 많은 오브젝트들이 포함되어 있다. 그런데, 제스처 인식에 필요한 것은 신체 영역(Foreground)이므로 우선 배경과 신체 영역을 분리하는 작업이 필요하고 이를 위해서는 먼저 배경 모델을 생성해야 한다. 그러나 조명의 밝기가 일정하지 않고 수시로 변하기 때문에 같은 카메라로 일정시간 동안 똑같은 배경을 촬영한다고 할지라도, 모두 동일하지 않아 안정적인 배경 모델을 얻는데 어려움이 따른다.

3.1 색상강도 및 기울기 기반 배경 모델 생성

컬러 영상을 표현하는 컬러 모델은 RGB 모델, YUV 모델, HSI 모델 등 표현하고자 하는 컬러의 특성에 따라 구분되어 사용되고 있다. 컬러 모델의 좌표는 3 원색의 각각이 하나의 축을 이루고 있으며 구체적인 하나의 색은 이 좌표계 내에서 하나의 점을 나타낸다. 이러한 좌표계는 용도에 따라 많은 종류의 좌표계를 적용하게 된다. HSI 컬러모델은 사람이 색을 인지하는 모델과 가까운 직관적인 모델로 색상(hue), 채도(saturation), 명도(intensity)로 이루어진다.

HSI 모델의 H 성분은 밝기나 채도변화에 관계없이 물체 고유의 색상값을 나타낸 색상정보로서, 색을 구별하기 위해 0~360° 사이 축의 범위를 가진 각도값으로 표현된다. HSI 모델은 식 (1)에 의해 RGB로부터 변환될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 H &= \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \\
 \theta &= \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{\frac{1}{4}[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]}} \right\} \\
 S &= 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \\
 I &= \frac{1}{3}(R+G+B) \tag{1}
 \end{aligned}$$

본 논문에서는 조명변화로 인한 배경의 색상(H) 변화를 측정하기 위해 일정 시간 T_i 동안 배경영상을 취득하여, 영상영역 내에 있는 각 픽셀들의 H 에 대한 평균값을 추출, 평균화된 H 배경영상을 생성한다. 또한 시간 T_i 동안 입력된 연속 배경영상에서 각 픽셀에 대한 H 요소에 대한 최대값과 최소값을 추출하여 이들간의 차분값을 구하여, H 차분 배경영상을 생성한다. 마지막으로 평균화된 H 배경영상에서 인접 픽셀과의 H 성분값에 대한 기울기 크기를 계산하여 H 기울기 배경영상을 구축한다. 각 픽셀에 대한 H 기울기 크기는 식 (2)와 같이 계산한다.

$$\nabla H(x,y) = \sqrt{(H(x+1,y) - H(x,y))^2 + (H(x,y+1) - H(x,y))^2} \quad (2)$$

여기서, $H(x,y), H(x+1,y), H(x,y+1)$ 는 각각, 픽셀 $(x,y), (x+1,y), (x,y+1)$ 에서의 H 값을 의미한다.

세 가지 배경영상, 즉, 평균화된 H 배경영상, H 차분 배경영상, 평균화된 H 배경영상을 기반으로 한 H 기울기 배경영상을 H 기반 배경모델로 정의한다.

3.2 동적 객체의 윤곽선 정보 추출

동적 객체가 포함된 연속 입력영상에 대하여 HSI 컬러모델로 변환을 수행하고 변환된 입력 H 성분과 평균화된 H 배경영상과 차이와 H 차분 배경영상을 비교하여 H 차분 배경영상 보다 큰 차이를 보이는 영역을 동적객체의 후보영역으로 간주한다. 또한 입력 영상에 대한 각 픽셀에 대한 H 기울기 크기를 계산하고 H 기울기 배경영상과의 차이를 계산하여 차이값이 일정 임계값 보다 큰 경우 동적객체로 후보로 간주하여 두 조건을 모두 만족하는 영역을 동적 객체 영역으로 추출한다. 즉, 동적객체 영역을 추출하기 위한 비교식은 식(3)과 같다.

$$R_i(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } |H_i(x) - B_h(x)| > D_h(x) \text{ and} \\ & \nabla H_i(x) - B_{\nabla h}(x) > Th, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

여기서, $R_i(x)$ 는 동적객체의 윤곽정보를 추출한 이진 결과영상을 의미하고, $H_i(x)$ 는 동적객체가 포함된 i 번째 프레임 H 입력영상을 의미한다. $B_h(x), D_h(x), B_{\nabla h}(x)$ 는 각각 평균화된 H 배경영상, H 차분 배경영상, H 기울기 배경영상을 의미하고, $\nabla H_i(x)$ 는 입력영상에 대한 H 기울기를 의미한다.

4. 구현 및 실험결과

본 논문에서 사용된 실험환경은 VISUAL C++ 6.0 으로 구현되었으며, Pentium-IV 3.0GHz 인 CPU 와 1GB 메모리 사양인 WINDOWS XP 환경에서 실험하였다. PC 용 카메라인 로지텍 웹캠셋을 사용하여 320x240 의 24bit RGB 모델로 입력받았다. 50 프레임동안 캡처된 영상으로부터 HSI 컬러모델로 변환하여 배경모델에 대한 평균값과 최대, 최소값 및 H 성분의 기울기 값을 구하여 H 성분 기반 배경모델을 생성하였다. 이후 실시간으로 입력되는 영상의 각 픽셀에서 H 성분의 강도 및 기울기 값을 추출하여 평균화된 H 배경영상 및 H 기울기 배경영상과 식 (3)과 같이 비교하여 동적객체의 윤곽선 정보만을 담은 이진영상을 생성하였다.

실험은 초기에 배경모델을 구축할 때와 동일한 조명

환경에서 기존 기법과 제안기법을 사용하여 사용자 손의 움직임을 추적하였고, 그 다음으로 배경모델 구축시와 다른 조명환경을 적용하여 달라진 조명환경에서 사용자 손의 움직임 추적을 기존 방법과 제안 방법을 이용하여 비교 수행하였다.

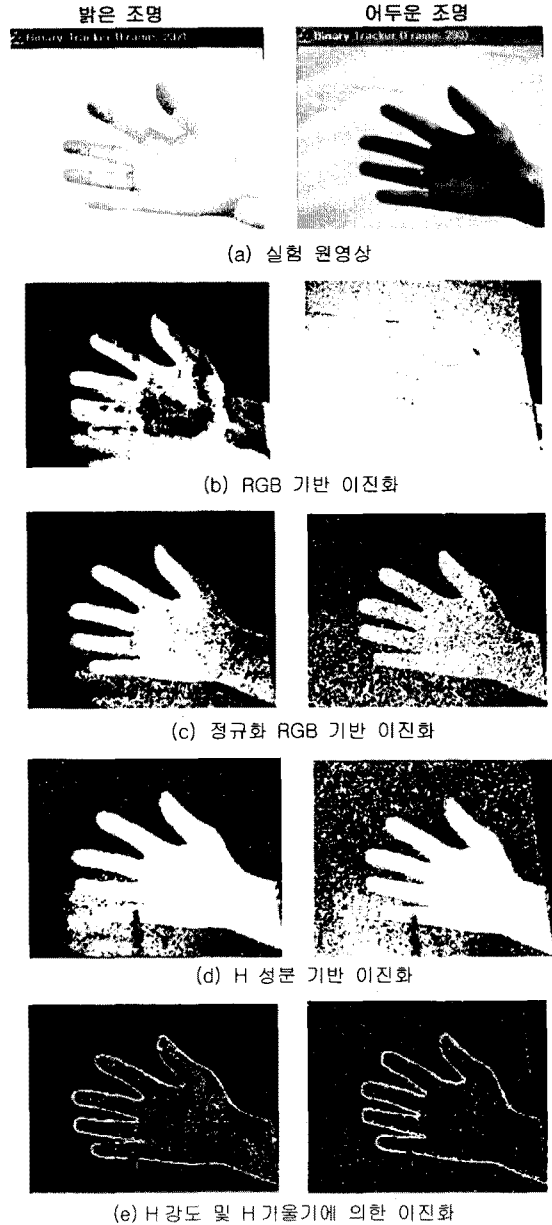


그림 1. 서로 다른 조명환경에서의 동적객체추적 결과

그림 1 에서 보는 바와 같이, 좌측의 밝은 조명일 경우와 우측의 어두운 조명일 경우를 비교해보면, 본 논문에서 제안한 방법을 이용하였을 경우 외곽선 정보가 가장 유사하게 유지됨을 알 수 있다. 그림 1 의 (b)는

RGB 컬러모델기반 배경영상과 입력영상의 차를 기반으로 한 이진화 영상으로써 빛의 변화에 가장 민감하게 반응한다. 그림 1의 (c)는 정규화된 RGB 컬러모델을 배경모델로 사용한 결과로서 초기 조명에 비해 대략적인 실루엣정보는 유지되지만, 실루엣 내부의 노이즈와 그림자로 인한 노이즈가 나타난다. 그림 1의 (d)는 HSI 컬러모델의 H 성분 강도값만을 기반으로 한 이진화 영상으로써, RGB 컬러모델보다 우수한 실루엣추출을 나타내지만, 조명 변화에 따른 그림자 변화 문제에 반응함을 알 수 있다. 그림 1의 (e)는 제안 기법을 적용한 결과 조명변화에도 윤곽정보가 깨어지지 않고 안정적으로 검출됨을 보여주고 있다.

5. 결론

본 논문은 고정된 카메라에서 얻어진 연속영상을 사용하여 서로 다른 다양한 조명 환경에서 정확한 동적 객체 추적을 위한 배경모델 구축 및 동적객체 윤곽정보 추출 기법을 제시하였다. 제안기법을 적용한 결과 급격한 조명변화에도 동적객체의 윤곽정보를 안정적으로 검출할 수 있었다.

제안기법은 움직임정보가 포함된 입력영상의 H에 대한 기울기 크기를 이용하여 움직이는 객체의 윤곽선 정보를 추출함으로써 컬러공간 기반의 일반적인 검출시 나타나는 유사영역에 의한 노이즈 및 그림자에 의한 영향을 대폭 줄이는 효과를 보여 주었다.

제안기법을 위한 실험은 단순배경에서 수행되었다. 복잡배경의 경우, 유사한 H 기울기들이 발생하여 단순배경의 경우에 비해 결과영상에 많은 노이즈가 포함되었다. 향후 연구로서 다양한 컬러 모델의 특성을 분석하고 이를 기반으로 효율적인 복잡배경 기반 동적객체 움직임 추적에 대한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

[1] 오재용, 배기태外 “지능형 로봇 제어를 위한 제스처 인터페이스” 멀티미디어학회 논문지 제 8 권 제 10 호 2005.10

[2] James Davis, “Recognizing Movement using Motion HSIgrams,” MIT Media Lab Technical Report, No. 487, 1999

[3] Dongpyo Hong, Woontack Woo “A Background Subtraction for a Vision-based User Interface” ICICS-PCM-2003, 2003.12

[4] 이경미, 이윤미 “조명변화와 겹침에 강건한 적응적 모델 기반 다중객체 추적” 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 32 권 제 5 호 2005.5

[5] 이용재, 이철우 “전역 및 부분 특징 정보를 이용한 제스처 인식” 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 32 권 제 8 호, 2005.8

[6] G.Gordon, T.Darrell, etc. “Background estimation and removal based on range and color” IEEE Computer Society Conference on CVPR, 1999

[7] 김계경, 김혜진, 조수현, 이재연, “인간-로봇 상호작용을 위한 제스처 인식기술” 전자통신동향분석

제 20 권 제 2 호, 2005.4

[8] William T. Freeman, Michal Roth “Orientation Histograms for Hand Gesture Recognition” IEEE In Intl Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition, 1995

[9] 윤국진, 장기정, 김성호, 권인소 “이동로봇을 위한 컬러 표식 추적 및 자기 위치 추정 기법” 제어자동화시스템공학 논문지 제 7 권 제 9 호, 2001.9

[10] 이호석 “공간기반 객체 외곽선 연결과 배경 저장을 사용한 움직이는 객체분할” 정보과학논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 32 권 제 2 호, 2005.2