

피부색과 GMM 배경 분리를 이용한 가상 터치스크린

김민욱, 오치민, Dhi Aurrhman, 안양근, 이철우
전남대학교 전자컴퓨터공학부
e-mail:purelover7@naver.com

The Virtual Screen Using Skin tone and GMM Foreground Segmentation

Min-Wook Kim, Chi-Min Oh, Dhi Aurrhman, Yang-Keun Ahn, Chil-Woo Lee
Dept of Computer Science, Chonnam University

요 약

일반적인 터치스크린은 물리적인 막에 의존해야 한다는 점과 크기에 제약을 받는다는 단점이 있고, 기존에 제시되었는 스테레오 기술만을 이용한 가상 터치스크린은 스크린 상에는 손 외에 움직이는 물체가 없다고 가정하는 제약이 있다. 하지만, 기존의 터치 스크린과 같이 가상막을 이용하면서도, 배경 분리 기술과 피부색 추출 기술을 사용해서 사람의 신체 중에 피부색을 띄는 부분을 추출하고, 스테레오 기술에서 얻어진 깊이 값을 이용하여 가상막 형성하면, 가상막을 통과하는 사람의 손이나 얼굴 등 신체의 특정 부분을 추출 할 수 있다. 이 기술은 기존에 제안되었던 가상 터치 기술보다 더 안정감 있고, 고감도의 성능으로 터치를 인식 할 수 있어서 게임을 비롯한 여러 어플리케이션에 적용이 가능하다.

1. 서론

최근 디스플레이와 입력장치를 결합시키는 기술인 터치 스크린의 제품이 상품화 돼서 생활 속 여러 분야에서 유용하게 활용되고 있다.

그러나 터치 스크린은 물리적인 막에 의존해야 한다는 단점과 크기에 제약을 받아서 스크린 보다 더 큰 디스플레이에는 활용이 불가능하다는 단점을 가지고 있다. 이 단점을 보완하고자 물리적인 막이 아닌 가상 막을 이용하는 가상 터치 스크린이라는 기술이 발표되었지만 그 막 속에 움직이는 물체는 손 이외에 다른 물체는 없어야 한다는 제약이 있다.

그러한 제약을 없앨 수 있다면 다른 물체가 들어와도 그것을 손으로 인식하는 그런 다른 물체에 의한 오작동을 피할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 이를 위해 가상막 속에서 GMM (Gaussian Mixture Model)[1]을 이용한 전경 분할 기법을 사용해서 물체 움직임을 추출하고, 피부색 추출 기법을 사용해 영상에서 피부색 부분을 추출해서 깊이 값과 결합하는 가상 터치 스크린을 구상하였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 GMM을 이용한 전경 분할 기법을 설명하고, 3장에서는 피부색 추출 기법

을 설명한다. 4장에서는 각각의 실험 결과 및 분석을 설명하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

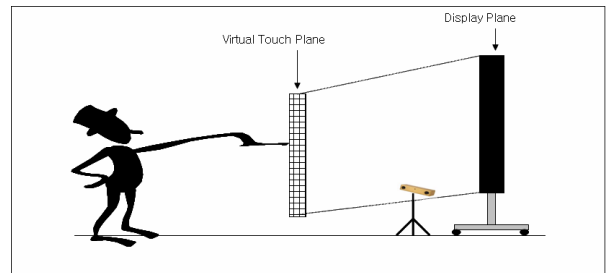


그림 1 가상 터치 스크린

2. GMM을 사용한 전경 분할

GMM(Gaussian Mixture Model)은 용어 그대로 가우시안 값들이 여러 개 합쳐져서 만들어진 모델이다. 여러 가우시안 값들은 이전에 어떤 사건이 일어날 확률의 집합으로 사후 확률을 결정하는데 도움을 주는 값들이다. 본 논문에서는 입력 받은 이미지의 픽셀의 전경/배경을 결정하는데 있어서 GMM을 적용하였다. 식 (1)은 단일 가우시안 식이고, 식 (2)는 단일 가우시안 식들이 여러 개 합쳐진 다중 가우시안 식, 즉 GMM이다.

$$f_X(X|k, \Theta_k) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(X-\mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (X-\mu_k)} \quad (1)$$

$$f_X(X|\Theta) = \sum_{k=1}^K P(k) f_{X|k}(X|k, \theta_k) \quad (2)$$

본 논문에서는 앞에서 설명한 바와 같이 GMM을 전경/배경을 결정하는데 있어 사용하고자 한다. 전경과 배경을 결정하기 앞서 우선 특정 시간동안 배경을 학습시키는 작업이 필요하다. 이것은 위의 가우시안 값을 이용하는 것으로써 한 프레임의 한 픽셀을 모델로 해서 학습의 작업이 진행된다.

학습은 우선 맨 처음에 들어오는 픽셀의 색상 값을 가우시안의 평균값(μ)으로 인식하여 가우시안을 형성한다. 그 후 들어오는 값들에 관해서는 매칭의 작업을 통해서 새 가우시안을 형성하는지 기존의 가우시안의 확률의 값을 증가시켜주는지를 결정하게 된다. 만약 이 후에 들어오는 값이 기존의 가우시안의 평균으로부터 일정한 거리 안에 있으면 그에 해당하는 가우시안의 확률 값이 증가되고, 기존의 가우시안들 중에 평균으로부터 일정한 거리에 있는 값들 중 새롭게 들어온 값이 포함되지 않으면 새로운 가우시안을 형성한다. 새롭게 생성되는 가우시안의 확률 값은 아주 작은 값으로 설정되며, 그 가우시안의 분산도 역시 작은 분산으로 설정된다.

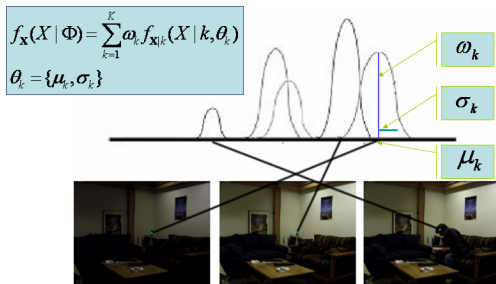


그림 2 GMM Match

생성된 모델을 바탕으로 전경/배경을 인식하게 되는데 이 작업은 모델의 확률 값으로부터 진행된다. 입력 영상의 한 픽셀 값이 들어왔을 때, 가우시안이 작성되고 그에 해당하는 가우시안의 확률 값을 가져와서 만약 그 값이 일정한 값 이상이 되면 그 픽셀은 배경으로 인식되고, 그 값이 미치지 못하는 값을 가지게 되면 그 픽셀은 전경으로 인식되게 된다. 하지만 그 픽셀 값이 계속 입력 값이 된다면 매칭 작업에 의한 확률 값 증가에 의해 어느 순간부터는 배

경으로 인식된다.

3. 피부색 추출

사람의 모습에서 여러 가지 컬러 모델들을 이용해서 얼굴이나 손 등 살색 부분을 추출할 수 있다.[2] 하지만, 모든 컬러들이 빛의 영향을 피해 갈 순 없다. 하지만, 본 논문에서는 그 중에서도 빛과 색상을 분리하는 방법을 써서 빛의 영향을 비교적 적게 받는 2가지 컬러 모델인 YCbCr과 HSV 컬러 모델로 피부색을 추출하였다.

먼저 YCbCr[3]은 유럽의 텔레비전 스튜디오들과 이미지 압축 업무에서 주로 사용된 압축된 비선형 RGB 신호이다. 컬러는 Luma(비선형 RGB로부터 계산된 휘도)로 표현되고 RGB의 가중된 요소들의 합과 RGB red와 blue 요소에서 Luma를 뺀 Cr과 Cb 요소로 구성된다[4]. YCbCr 색상 모델은 어느 정도 휘도와 색차를 분리할 수 있게 해주고, 이 특성은 살색 모델링에 적합하다. YCbCr 컬러 모델은

$$77 \leq Cb \leq 127 \text{ and } 133 \leq Cr \leq 173.$$

이 조건에서 살색 추출이 가능 하다.

HSV[5] 모델은 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Value, Brightness)를 명시함으로써 색을 지정하는 방법이다. Hue는 붉은색, 초록색, 자주색 그리고 노란색과 같은 지배색을 정의한다. saturation은 밝기에 비례하여 어떤 영역에 대한 색채의 풍부함의 정도를 나타낸다.[4] lightness 혹은 value는 컬러 휘도와 관련이 있다. HSV 컬러 공간 요소들의 직관성과 휘도와 색차 특성 사이의 명백한 구별은 이론 상으로는 특정 색상을 명백히 추출할 수 있지만[6], HSV 컬러 모델은 비전의 속성들과 충돌하는 Hue의 불연속성과 밝기의 계산을 포함하여 몇몇의 한계를 가지고 있어서 이론과 같이 완벽한 살색 추출은 어렵다. [4] HSV 컬러 모델에서는

$$\begin{aligned} V &\geq 40; \\ 0.2 &\leq S \leq 0.6; \\ 0^\circ &< H < 25^\circ \text{ or } 335^\circ < H < 360^\circ. \end{aligned}$$

이 조건에서 추출가능 하다.



그림 3 Skin tone 검출 결과

4. 실험 결과 및 결론

우리는 위에 설명한 전경 분할 기법과 피부색 추출 기법을 사용해서 가상 터치스크린을 구현하였다. 먼저 우리는 GMM 이론을 이용해서 배경을 학습하고 전경을 추출하는 알고리즘을 구현하였다.



그림 4 GMM을 이용한 Foreground Segmentation

그 후, 분리적인 모듈로 실시간으로 피부색을 찾는 모듈을 개발하였다. 실제로 실시간 영상에는 여러 색상 외에 여러 가지 노이즈들이 포함되어 있다. 이런 노이즈는 모폴로지 기법을 사용하면 간편하게 제거할 수 있다. cvErode 함수를 쓰면 [그림 5]와 같이 영상에서 지정된 크기 이상의 부분만 추출되어 영상에서의 노이즈를 제거할 수 있다.

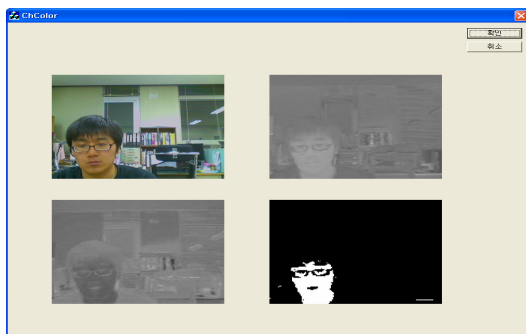


그림 5 실시간 살색 추출

두 기술과 함께 스테레오 카메라에 의해 계산된 깊이 값을 이용하면 가상 터치스크린을 만들 수 있다.

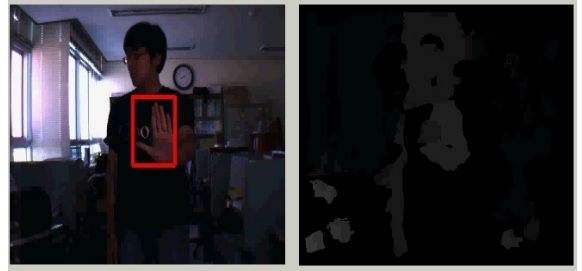


그림 6 가상 터치스크린

5. 향후 연구 방향

본 연구는 스테레오 카메라를 이용해서 특정한 깊이 안에서 손을 추출하기 위해 전경 분할 기법과 피부색 모델을 사용해서 기존에 제안되었던 깊이 값만을 이용하는 가상 터치스크린을 개선하였다. 하지만 작은 버튼이나 세밀한 컨트롤을 위해서는 해상도 문제를 해결할 수 있는 더욱 효율적인 알고리즘이 필요하다.

Acknowledgement

본 논문은 전자부품연구원의 미래생활가전기술개발 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] C. Stauffer and W. E. L. Grimson, Adaptive Background Mixture Model for Real-Time Tracking, In Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp.246-252, 1999.
- [2] Francesca Gasparini and Raimondo Schettini, Skin segmentation using multiple thresholding, Proc. Internet Imaging 7, Vol. SPIE 6061 (S. Santini, R. Schettini, T. Gevers eds.), pp. 60610F-1, 60610F-8, 2006.
- [3] D. Chai and K. N. Ngan, Face segmentation using skin colour map in videophone applications, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol 4, pp.551-564, 1999.
- [4] Charles Poynton, "Frequently Asked Questions about Color", 1999
- [5] S. Tsekeridou and I. Pitas, "Facial feature extraction in frontal views using biometric analogies," Proc. of the IX European Signal processing Conference, vol.I, pp. 315-318, 1998.
- [6] W. Skarbek, A. Koschan, Colour Image Segmentation - A survey - , Technical report 94-32, Berlin University, 1994