

# 피부색 히스토그램 검출을 통해 향상된 자동 손 추적 시스템

김범준, 신병석\*

인하대학교 컴퓨터공학과

e-mail: kingpig9034@gmail.com, bsshin@inha.ac.kr

## Automatic Hand Tracking System using Skin Color Histogram

Beom-Joon, Kim, Byeong-Seok Shin\*

Dept of Computer Engineering, In-ha University

### 요 약

기존의 연구와 같이 정확한 피부색 영역을 추출하기 위해 색상공간을 조절하는 방식은 조명이나 주변환경의 영향에 따라 잘못된 결과를 낼 수 있다. Camshift 알고리즘을 이용한 추적을 할 때에도 대상에게 맞춰진 피부색 히스토그램을 이용해서 추적하지 않으므로 범용성이 떨어진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 Camshift 알고리즘의 최초추적 윈도우를 결정하고 히스토그램을 결정하여 손 피부색 추적 성능을 향상시켰다. 보편적인 피부색 필터를 이용하여 인체 전경을 추출하고, haar like feature detection (특징검출)을 이용하여 손 영역을 검색한다. 이후 피부색 필터를 통해 이진화 된 이미지를 이용해 원 영상을 마스크 한 후 사용자 고유의 피부색의 히스토그램을 결정한다. 이 방법으로 얻은 히스토그램을 Camshift 알고리즘에 적용하면 기존방식으로 생성한 히스토그램을 사용할 때보다 좋은 추적 성능을 보인다.

### 1. 서론

인체를 탐지하고 추적하는 기술은 생체 기반 제어 및 인식 분야에서 요긴하게 사용되고 있으며, 관련 연구도 활발히 진행 중이다. 특히 손은 인체의 각 부분 중 제어 입력용으로 쓰기에 가장 적합하기 때문에 가장 많은 연구가 진행되고 있다. 손과 같이 비슷한 색으로 이루어져 있는 물체를 추적하는 대표적인 방법으로는 CAMShift 알고리즘[1]이 있다.

본 논문에서는 CAMShift 알고리즘의 최초추적 윈도우를 자동으로 설정하고, 인식대상 고유의 피부색 히스토그램을 추출할 수 있는 시스템을 제안한다. 먼저 보편적인 피부색에 적용할 수 있는 피부색 필터[2]를 이용하여 마스크 이미지를 생성하고, Haar-like 특징 분류기[3]를 적용하여 얼굴의 영향을 배제하고 손의 영역을 관심영역(ROI)으로 지정한다. 이 관심영역 마스크 이미지를 이용하여 원영상의 손바닥 부분만을 추출한다. 이를 통해 추적하고자 하는 객체 고유의 피부색 히스토그램을 얻을 수 있고, 이를 영상에 적용하여 히스토그램 이미지를 생성하였다. 이 히스토그램 이미지를 CAMShift 알고리즘에 적용함으로써 최초 추적 색상 히스토그램을 더 정확하게 구하였다.

Kinect와 같은 복합 센서 장치를 이용하면 정확한 손 인식이 가능하지만 부피가 크고, 가격이 비싸며 처리속도가

느리다는 단점이 있다. 따라서 여기서는 단안 카메라를 이용하여 손을 추적한다.

2장에서 피부색 필터에 대하여 기술한다. 3장은 Haar-like-feature 분류기에 대해 기술하고 4장에서는 히스토그램 생성 및 CAMShift 알고리즘에 대하여 기술한다. 5장에서는 제안된 시스템과 기존방식의 히스토그램 비교와 추적 성능에 대한 실험 결과를 보이고 6장에서 결론을 맺는다.

### 2. 피부색 필터

RGB 색공간은 조명의 영향에 민감하므로 조명의 영향을 어느 정도 배제할 수 있는 YCbCr 색 공간을 사용한다. 보편적인 황인종의 YCbCr 피부색 범위는 다음과 같다.

$$Y : 0 \sim 255, Cb : 77 \sim 127, Cr : 133 \sim 173$$

다음 필터값을 이용하여 [그림 1] 과 같이 피부색 필터링을 실시한다.

\* 교신저자



그림 1 피부색 필터링 결과

피부색 필터를 이용해 필터링 된 결과를 이진화 하여 마스크 이미지를 생성한다. 생성한 마스크 이미지를 이용하여 픽셀값이 1인 부분만을 RGB영상에서 마스킹 하여 [그림 2]와 같이 피부색을 제외한 영역의 RGB값을 0으로 만든 영상을 획득 한다. 획득한 영상을 이용하여 주변환경의 영향이 배제 된 채로 손 객체 탐지를 실시하게 되면 더 적은 연산 으로 손을 인식 하게 된다.

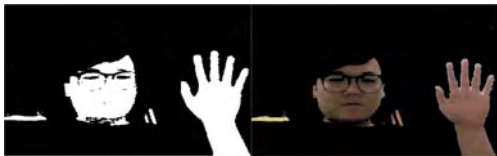


그림 2 마스킹 된 RGB 영상

### 3. Haar-like-특징 분류기를 통한 손 영역 검출

추적 영역을 정의와 배경의 1차적인 배제를 위해 Harr-like 특징 분류기를 이용한다. 얼굴의 영향을 배제하는 것은 추적 중에도 계속 이루어져야 하기 때문에 얼굴 검출이 아닌 눈 검출로 단순화 시킨 후 영역을 확장하여 얼굴 전체를 검출하는 것은 배제 하였다. 눈 검출에는 Modesto Castrillon-Santana 의 오픈소스 트레이닝 셋[4]을 사용하였고, 손 검출에는 OpenCV 라이브러리가 제공하는 펠친 손바닥 트레이닝 셋을 사용하였다.



그림 3 손 영역 검출

### 4. 히스토그램 생성 및 CAMShift 알고리즘

CAMShift 알고리즘은 대상 픽셀 색상 값 집합의 밀도분포를 기반으로 관심영역을 추적하게 되며, 이를 위해 최초 추적영역 픽셀의 히스토그램을 생성하는 과정이 선행 되어야 한다. 추적 중에 히스토그램을 업데이트 하는 것은

잘못된 추적 결과를 낼 수 있으며, 많은 연산량을 필요로 한다. 따라서 최초 추적 시 손 영역의 히스토그램을 정확히 구하는 것이 중요하다.

[그림 3]에 나온 것처럼 haar-like 분류기로 검출된 손영역을 HSV 포맷으로 변환한다. Saturation(채도), Value(명도)의 값을 제외한 Hue(색상)값의 히스토그램만을 이용하여 조명의 변화에 민감하지 않도록 한다[5]. [그림 4]는 HSV포맷으로 변환 된 이미지이다

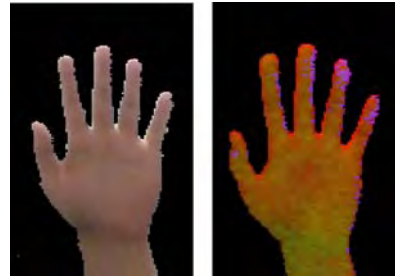


그림 4 HSV 변환 결과

이미지를 이용하여 픽셀의 색상 값의 히스토그램을 생성한다.

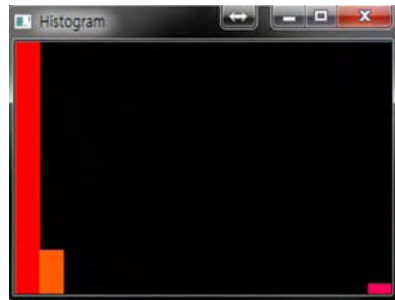


그림 5 히스토그램 생성 결과

[그림 5]는 히스토그램의 생성 결과이다.

### 5. 생성 히스토그램의 비교

복잡한 배경에서의 추적 성능 비교를 위해 피부색과 비슷한 색, 피부색과 다른 색이 혼합되어있는 그림 6과 같은 이미지를 이용해 실험하였다.

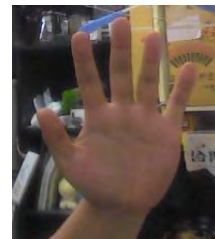


그림 6 복잡한 배경을 가진 손영상

[그림 7]의 피부색 필터와 haar-like 분류기를 이용해 자동으로 지정된 손 영역의 히스토그램은 손을 둘러싸는 사각형 영역을 지정하여 얻은 히스토그램보다 정확히 피부색만을 추출 하게 된 것을 확인 할 수 있다. 피부색을 HSV 포맷으로 변환하면 혈액의 색인 붉은색이 주요 색상으로 나타나게 된다. 최초 추적윈도우를 손을 둘러싸는 영역으로 지정한 경우에는 영역내의 모든 색이 혼재되어 나타나는 것을 볼 수 있다.



그림 7 자동 추적된 손 영역의 히스토그램(좌) 사각형 영역을 지정하여 얻은 손 영역의 히스토그램(우)

[그림 8]은 위에서 얻은 히스토그램을 CAMShift 알고리즘에 적용한 결과이다. 자동 추적 된 손 영역의 히스토그램을 이용한 영상은 그렇지 않은 영상에 비해 잡음이 적고, 주변 물체의 영향을 덜 받는다. 히스토그램 영상의 차이를 통해 CAMShift 알고리즘의 추적영역과 추적영역의 중심의 위치의 차이가 나타나게 된다. [그림 8]의 사각형 영역 지정 영상은 추적영역과 추적영역의 중심이 손에서 벗어나 있는 것을 볼 수 있다.



그림 8 히스토그램 적용영상 자동추적(좌), 사각형영역 지정(우)

히스토그램 영상의 정확성은 추적성능 뿐만 아니라 추적 이후 손 인식의 정확도 에도 영향을 미친다. 잡음이 많고, 손 영역 내부가 확실하게 특정되지 않은 경우 손의 형태나 손가락을 구하는데 많은 어려움이 따르게 되는데, 사용자 고유의 피부색 히스토그램을 이용할 경우 그렇지 않은 경우보다 더 좋은 인식 성능을 가지게 할 수 있다.

## 6. 결론

전처리 없이 단순하게 최초추적윈도우를 지정하여 실행되는 CAMShift 알고리즘은 손 같이 복잡한 형태를 갖는 물체의 경우 정확하게 대상 물체의 색상 값 히스토그램을 구하는데 어려움이 있다. 다양한 색상공간을 이용하고, 기

계학습 분류기를 이용하여 자동으로 손을 추적하여 배경의 영향을 배제 하는 전처리과정을 통해 향상된 히스토그램 이미지를 얻을 수 있게 되었고 이를 통해 향상된 추적 성능과 인식 성능을 얻을 수 있게 되었다. 위의 전처리과정은 인체뿐만 아니라 비슷한 색들로 이루어진 복잡한 형태의 물체에서 좋은 결과를 얻을 수 있기 때문에 향후 영상처리를 이용한 컨트롤러의 제작이나 증강현실에 사용되는 마커를 추적하기 위해 사용 될 수 있을 것이다.

## 7. 감사의 글

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2015R1A2A2A01008248).

## 참고문헌

- [1] JG Allen, " Object tracking using camshift algorithm and multiple quantized feature spaces", '05 Proceedings of the Pan-Sydney area workshop on Visual information processing, University of Sydney, 2006
- [2] Gyeong-Mi Park, "Integrated 3D Skin Color Model for Robust Skin Color Detection of Various Races", The Korea Contents Society, vol. 9, No.5, pp. 1-12,
- [3] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," in Proc. 2001 IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp. 511-518, Hawaii, U.S.A., Dec. 2001.
- [4] J. Parris, M. Wilber, B. Heflin, H. Rara, A. El-Barkouky, A. Farag, J. Movellan, M. Castrillón-Santana, J. Lorenzo-Navarro, M. Nayeem Tel, S. Marcel, C. Atanasoaei, T. Boulton, "Face and Eye Detection on Hard Datasets", International Joint Conference on Biometrics, 2011
- [5] Gi-Woo Kim and Dae-Seong Kang, "Modified CAMshift Algorithm Based on HSV Color Model for Tracking Objects", International Journal of Software Engineering and its Applications, vol. 9, pp. 193-200, Busan, Korea, Sep, 2015