

손 모양 특징점 정보를 이용한 핸드마우스 인터페이스 구현

김지현* · 김민하* · 차의영*

*부산대학교 컴퓨터공학과

Efficient Hand Mouse Interface using Feature Points with Hand Gestures

Ji-Hyun Kin* · Min-Ha Kim* · Eui-Young Cha*

*Dept of Computer Engineering, Pusan National University

E-mail : ng3838@pusan.ac.kr

요 약

본 논문은 웹 카메라로부터 입력받은 영상을 이용하여 손 영역을 추출하여 마우스를 대체할 수 있는 핸드마우스를 구현한다. 먼저 웹 카메라를 이용하여 입력받은 영상에서 손 영역을 추출한다. 손 영역을 추출하기 위해서 HSV 컬러 모델에서 조도 변화에 강인한 Hue값과 피부색 특징이 잘 나타나는 YcbCr 컬러 공간을 이용하여 손 후보 영역을 획득한다. 손 후보 영역에서 레이블링(labeling) 알고리즘을 적용하여 정확한 손 영역을 추출한다. 추출한 손 영역에서 무게 중심점을 구한 후, 무게 중심점으로부터 거리를 이용하여 손 영역을 분리한다. 분리된 손 영역에서 무게 중심점으로부터 거리 정보를 이용하여 손 영역의 최종 특징 점을 추출한다. 본 논문에서 제안한 방법은 추출한 손 모양의 손끝 정보를 이용하여 마우스 이벤트를 수행함으로써 사용자가 사용하기 편리한 핸드마우스를 구현하였다.

키워드

HCI(Human Computer Interacion), HSI 컬러 모델, 레이블링(Labeling), 핸드 마우스

I. 서 론

최근 스마트폰과 차세대 IT기기 기술의 끊임 없이 발전하여 사용자 중심의 인터페이스로 발전되어왔다. 1세대는 마우스와 키보드로 개발되었으며 지금까지 사용되고 있으며, 2세대는 터치스크린으로 개발되어 현재 스마트폰과 같은 디지털 디바이스로 활용되고 있다. 이와 같이 기기와 기술의 발전은 사용자 중심의 HCI를 기본으로 진화하고 있다. HCI를 중심으로 새로운 인터페이스 연구에 활발히 이루어지고 있는데, 그 중에 3D 영상을 직접 터치하는 기술이 개발되면서 손가락으로 직접 터치하여 컴퓨터와 인터랙션하는 기술로 인간 중심적인 인터페이스 환경이 가능해질 것이다[1].

본 논문에서는 HCI 중심으로 쉽게 구할 수 있는 웹 카메라를 이용하여 손의 움직임을 입력받아 기존의 인터페이스를 대체할 수 있는 핸드마우스를 구현하였다.

본 논문에서는 손 영역을 검출하기 위해 빛의 밝기에 따라 물체의 색의 영향을 덜 받는 HSV 컬러 모델과 명도 정보와 색상 정보가 전적으로 독립적이란 이점을 지니고 피부색 검출에 가장 많이 사용하는 YCbCr 공간을[2][3] 이용하여 손

후보 영역을 추출한다. 추출한 손 후보 영역에서 레이블링 알고리즘을 이용하여 최종 손 영역을 추출한다. 추출한 최종 손 영역에서 무게중심을 구한 후, 무게중심점과의 거리를 이용하여 손모양의 특징점을 추출한다. 추출한 손모양의 특징점을 이용하여 사용자가 사용하기 편리하도록 제스처 기반의 핸드마우스를 제안한다.

II. 손 후보 영역 추출

웹 카메라를 이용하여 손의 움직임을 알기 위해 손 영역을 추출한다. 손 영역을 추출하기 위해서는 많이 사용하는 방법은 피부색을 이용하는 방법이다. 피부색을 이용하여 손 후보영역을 추출하기 위해 여러 컬러 공간 중에 조도 변화에 강인한 HSV 컬러공간에서 Hue값과, 피부색 특징이 잘 나타나는 YCbCr 컬러 공간에서 Cb, Cr 값을 이용한다.

먼저 RGB 컬러공간에서 HSV 컬러공간과 YCbCr 컬러공간으로 변환한다. RGB 컬러공간은 빛의 삼원색인 빨강(R), 녹색(G), 파랑(B) 축을 기반으로 한 색상 모델이다. RGB 컬러 공간은 조도의 변화에 민감할 뿐만 아니라 피부색을 얻기에

는 부적합한 단점이 있다. HSV 컬러 공간은 밝기 성분을 분리해 낼 수 있고 조도 변화에 강인한 장점을 가지고 있다. Hue, Saturation은 인간이 컬러를 인식하는 방법과 가장 유사하다는 장점을 가지고 있다[2]. HSV 컬러공간으로 변환하여 조도의 변화에 강인한 Hue영상은 식(1)을 이용하여 계산한다.

$$x = \frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]$$

$$y = \sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)} \quad (1)$$

$$hue = \cos^{-1} \frac{x}{y}$$

YCbCr 컬러 공간에서 피부색에 잘 나타나는 성분이 Cb 와 Cr 영상은 식(2)를 이용하여 계산한다.

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

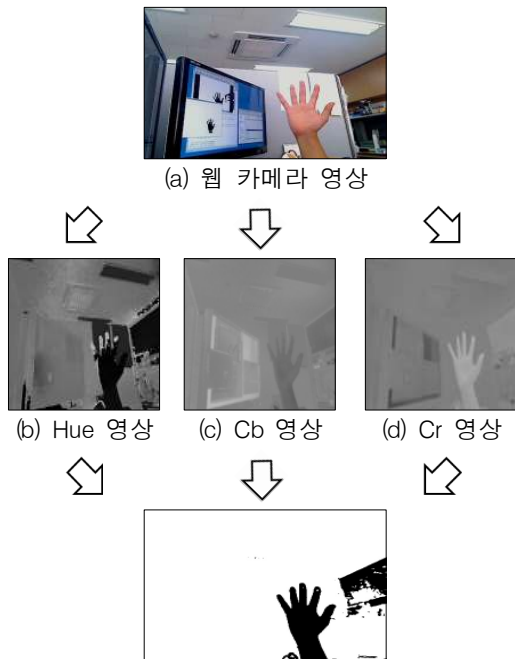
$$Cr = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \quad (2)$$

손 영역을 추출하기 위해 변환된 Hue, Cb, Cr 각 영상을 임계치 이진화 한다. 이진화 임계치는 실험적인 결과를 기반으로 식(3)과 같이 설정한다.

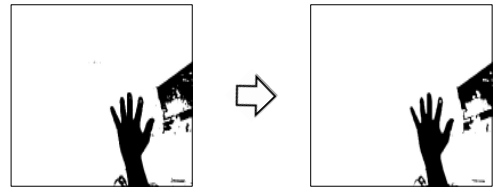
$$77 \leq Cb \leq 127, 133 \leq Cr \leq 173$$

$$330 \leq hue \leq 350 \text{ and } 0 \leq hue \leq 30 \quad (3)$$

이진화한 각 영상을 AND 연산을 이용하여 손 후보 영상을 구한다. 손 후보 영역을 구하는 이진화 영상은 그림 1과 같다.

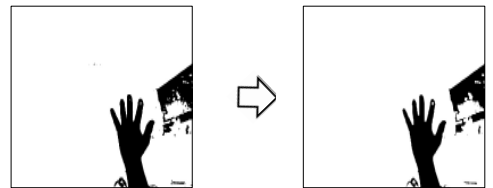


이진화한 영상에서 손 영역의 연결이 끊어지지 않고 끊김 현상이 나타나기 때문에 모폴로지 연산 중에 열림 연산을 이용하여 영상을 보정한다. 열림 연산은 이진 영상에서 침식 연산을 적용하여 미세 잡음은 제거하고 다시 팽창으로 원 영상을 크게 유지한다. 이진 영상에서 영상을 보정한 결과는 그림 2와 같다.



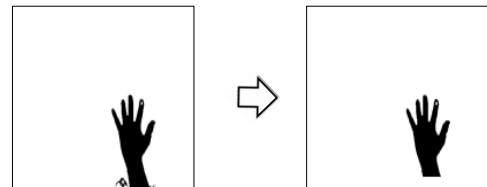
(a) 손 후보 영역 (b) 영상 보정
그림 2. 영상 보정

영상을 보정한 후 윤곽선 알고리즘 기법을 이용하여 손 후보 영상을 레이블링한다. 레이블링된 손 후보 영상에서 손 영역이 웹 카메라에 가까이 위치하는 정보를 이용하여 나머지는 잡음으로 판단하고 가장 큰 영역을 추출한다. 그림 3은 손 영역보다 작은 영역은 잡음으로 제거된 영상이다.



(a) 보정된 영상 (b) 잡음 제거된 영상
그림 3. 레이블링을 통한 잡음 제거

그리고 잡음이 제거된 영상에서 손의 가로 비율과 세로 비율을 이용하여 손과 손목을 분리한 후 최종적으로 손 영역을 추출한다. 이진화한 영상에서 최종 손 영역을 추출한 결과는 그림 4와 같다.



(a) 잡음 제거된 영상 (b) 손과 손목 분리된 영상
그림 4. 최종 손 영역 추출

III. 손 특징점을 이용한 마우스 제어

3.1 손 영역의 특징점 추출

본 논문에서는 추출한 손 영역을 이용하여 마우스 제어를 위해 사용되는 손끝 특징점을 찾는다. 손끝 특징점을 찾기 위해 먼저 손 영역에서 무게 중심점을 구하여 이 무게중심점을 중심으로 손 끝 특징점을 찾는다. 손 영역에서 무게 중심점은 손끝 특징점을 찾기 위해 중요한 정보로 사용한다. 검출한 손 영역에서 무게중심점을 구한다. 손 영역의 무게중심점은 다음과 같이 구할 수 있다. 먼저 손 영역의 픽셀들의 합을 식(4)를 통해서 계산한다.

$$S = \sum_x \sum_y \lambda(x,y) \quad (4)$$

여기서 $\lambda(x,y)$ 는 x, y 위치에 있는 픽셀들의 값을 나타내며, 식(5)를 통해서 손 영역에 위치하는 픽셀의 좌표 값의 합을 계산한다.

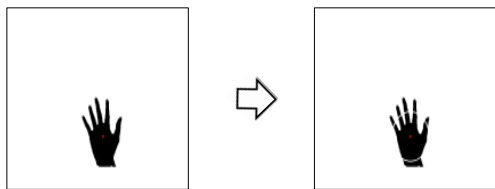
$$S_x = \sum_x \sum_y x \times \lambda(x,y) \quad (5)$$

$$S_y = \sum_x \sum_y y \times \lambda(x,y)$$

식(4), (5)에서 구한 값을 이용하여 무게중심점은 다음 식(6)으로 계산한다.

$$C_x = \frac{S_x}{S} \quad C_y = \frac{S_y}{S} \quad (6)$$

손 영역에서 무게중심점을 구한 후 손의 무게 중심점으로부터 원 모양으로 손 영역을 분리한다. 이 때 원의 반지름은 손 영역의 가로길이의 0.5배 한 값이다. 원모양으로 분리한 손 영역은 손가락의 해당하며 손 끝 특징점을 가지는 후보 영역이다. 무게 중심점을 구한 후 손 끝 특징점 추출을 위해 손 끝 후보영역을 그림 5와 같이 분리한다.

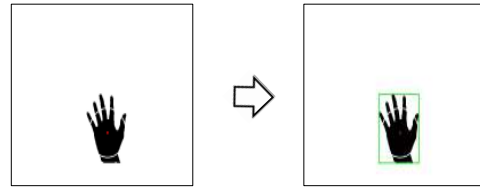


(a) 손의 무게중심점 (b) 손 끝 후보영역

그림 5. 손 끝 후보 영역 분리

손 영역에서 분리한 손 끝 특징점의 후보 영역에서 손 영역의 무게중심에서부터 가장 먼 좌표를 손 끝 특징점으로 추출한다. 손 끝 특징점 추

출한 결과는 그림 6과 같다.



(a) 손 끝 후보영역 (b) 손 끝 특징점

그림 6. 손 끝 특징점 추출

3.2 손 끝 특징점을 이용한 마우스 제어

마우스를 제어하기 위해 손 끝 특징점을 추출하여 사용한다. 손의 움직임을 전달하기 위해 추출된 손 영역에서 한 점을 정해서 사용하는데, 손 영역에서 무게중심점을 한 점으로 정하여 마우스 움직임을 나타낸다. 마우스 제어를 위해서 사용되는 추출한 손 끝 특징점 결과는 그림 7과 같다.



(a) 좌클릭 (b) 클릭해제 (c) 마우스 이동

그림 7. 손 끝 특징점을 이용한 마우스제어

IV. 실험 및 결과 분석

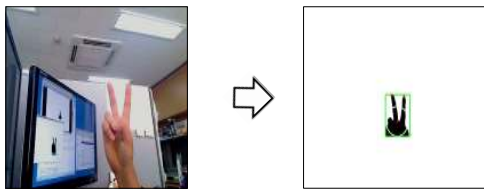
본 논문에서는 제안한 방법을 Intel Core 2 3.00GHz CPU와 2GB RAM이 장착된 PC 상에서 VC 2008을 구현하여 실험하였다. 실험 영상은 웹 카메라에서 640×480 크기의 영상을 30Fps 속도로 실시간 영상을 사용하였다.

본 논문에서는 제안한 손 끝 특징점을 추출하여 마우스를 제어하는데 적용하였다. 제안된 방법을 이용하여 손 끝 특징점 추출 결과 영상은 그림 8, 그림 9와 같다.



(a) 원 영상 (b) 손 끝 특징점

그림 8. 손 끝 특징점 추출 결과(좌클릭)



(a) 원 영상 (b) 손 끝 특징점
그림 9. 손 끝 특징점 추출 결과(클릭해제)

그림 10은 손 끝 특징점을 추출하는 과정에서 실패한 경우를 나타내었다. 그림 10은 배경의 컬러 공간이 Hue, Cb, Cr의 컬러공간이 손 영역의 픽셀과 유사하게 나타나서 손 모양 획득하는데 실패하였다.

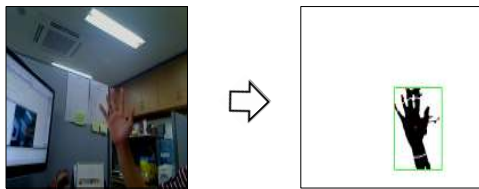


그림 10. 손 끝 특징점 추출 실패 영상

V. 결 론

본 논문에서는 웹 카메라로부터 입력받은 영상을 이용하여 손 영역을 추출하고 손 모양의 제스처를 이용하여 마우스를 제어하는 핸드마우스를 제안하였다. 손 영역을 HSV 컬러공간과 YCbCr 컬러공간을 이용하여 손 후보 영역을 추출하였다. 추출한 손 후보 영역에서 레이블링 하여 최종 손 영역을 추출하였다. 추출한 손 영역에서 무게 중심점을 구한 후 무게중심점을 중심으로 손 영역을 분리하여 손 끝 특징점을 추출하였다. 추출한 손 끝 특징점을 이용하여 손 제스처 방식으로 사용자 중심의 핸드 마우스를 구현하였다.

향후 연구과제는 손 끝 특징점을 이용한 핸드 마우스 뿐만 아니라 손 제스처 범위를 넓히고, 넓은 범위의 사용자 중심의 인터페이스를 개발할 것이다.

참고문헌

- [1] “차세대 IT 기기와 HCI 기술 동향 전망,” 정보통신산업진흥원, 2010년 3월.
- [2] 정현석, 주영훈, “비전을 이용한 손 영역 특징 점 추출,” 전기학회논문지 58권 10호 2009년 10월.
- [3] Andrew Senior, Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel Mpottaleb, Amil K. Jain, "Face

Detection in Color Images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, No.5, pp. 696-706, May, 2002.

- [4] D. Cjai, A. Bouzerdoun, "A Bayesian approach to skin color classification in YCbCr color space," IEEE TENCON00, vol. 2, pp. 421-424, 2000.