

## 손 이미지의 기하학적 특징을 이용한 중심 검출

김민하<sup>○</sup>, 이상걸<sup>\*</sup>, 조재현<sup>\*\*</sup>, 차의영<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>부산대학교 컴퓨터공학과

<sup>\*\*</sup>부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과

e-mail: {minhakim@pusan.ac.kr<sup>○\*</sup>}

## The Center of Hand Detection Using Geometric feature of Hand Image

Min-Ha Kim<sup>○</sup>, Sang-Geol Lee<sup>\*</sup>, Jae-Hyun Cho<sup>\*\*</sup>, Eui-Young Cha<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

<sup>\*\*</sup>Dept. of Computer Engineering, Catholic University of Pusan

### ● 요약 ●

본 논문에서는 RGBD(Red Green Blue Depth)센서를 이용하여 얻은 영상의 깊이 정보와 손 이미지의 기하학적 특징을 이용하여 손의 중심을 검출하는 방법을 제안한다. 영상의 깊이 정보와 피부색 정보를 이용하여 손 영역을 검출한다. 검출된 손의 기하학적 정보로 손에 대한 볼록 외피(convex hull)를 형성한다. 볼록 외피의 정점들(vertices)의 위치 정보를 이용하여 손의 중심을 찾는다. 손의 중심은 손의 위치를 추적하거나 손가락 개수를 구하는 것 등에 이용될 수 있다. 이러한 응용은 인간과 컴퓨터의 상호작용(HCI, Human Computer Interface)을 이용한 시스템에 적용될 수 있다.

키워드: 볼록 외피(convex hull), 손 검출(hand detection), 손의 중심(center of hand), 피부색(skin colour)

### I. 서론

최근 들어 마우스나 키보드를 사용하지 않고 카메라로부터 획득한 영상의 정보를 분석하여 HCI를 실현하기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 사람의 손 지시에 따라 그에 상응하는 기능을 수행하는 HCI는 사람의 손의 위치나 손가락 개수를 인식하여 기능을 수행한다. 따라서 카메라로 획득한 영상에서 사람의 손을 검출하고 손의 위치를 추적하거나 손가락 개수를 검출하는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 RGBD센서로부터 획득한 영상에서 손을 검출하고 검출된 손 영역의 기하학적 특징을 이용하여 무게 중심을 찾는 방법을 제안한다.

손 검출에는 RGBD센서로부터 얻은 깊이 정보와 피부색 정보를 이용한다. 그리고 검출된 손 영역의 볼록 외피를 구하고 볼록 외피의 정점들의 위치를 이용하여 손의 중심을 찾는다.

손의 중심은 손의 위치를 추적하거나 손가락 개수를 알아내는데 이용될 수 있기 때문에 사람의 손을 인식하여 동작하는 HCI에 기반 정보가 된다.

### II. 관련 연구

먼저 비전을 이용하여 손을 검출하는 방법으로는 피부색을 이용하는 방법이 많이 이용이 된다. 하지만 피부색 정보만으로 손을

검출할 시에는 조명 환경이나 배경색에 따라 정확도가 많이 차이가 나게 된다. 그래서 피부색 정보로 손을 검출한 후 이를 신경망을 이용하여 필터링을 하는 방법과[1] RGB색 공간 외에 다른 색 공간에서의 색 정보를 이용하여 필터링 하는 방법이[2] 많이 연구가 되고 있다.

다음으로 검출된 손 영역에서 손의 중심을 찾는 방법으로는 손 영역의 픽셀 위치 정보를 이용한 방법과[3] 픽셀의 모멘트를 이용한 방법[1] 등이 있다.

본 논문에서는 손 검출을 위하여 피부색 정보와 영상의 깊이 정보를 이용한다. 그리고 손의 중심을 찾기 위하여 손 영역의 볼록 외피의 정점들을 이용한다.

### III. 본론

#### 1. 영상에서 손 검출

본 논문에서는 영상에서 손을 검출하기 위하여 피부색 정보를 이용하여 피부 영역을 찾는다. 검출된 피부 영역을 RGBD센서의 깊이 정보를 이용하여 필터링을 하면 손 영역이 검출된다. 이 때, HCI의 특성상 손으로 무언가 지시를 내리기 위해서 손이 다른 신체보다 카메라를 향해 앞으로 뻗어있다는 가정 하에 검출을 한다.

피부색은 RGB, HSV 색 공간에서 식 (1)-(3)을 모두 만족하는

범위가 된다[2].

$$\begin{aligned} & (R > 95) \text{ AND } (G > 40) \text{ AND} \\ & \quad (B > 20) \text{ AND} \\ & (\max\{R,G,B\} - \min\{R,G,B\} > 15) \text{ AND} \quad (1) \\ & \quad (|R - G| > 15) \text{ AND} \\ & \quad (R > G) \text{ AND } (R > B) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (R > 220) \text{ AND } (G > 210) \text{ AND} \\ & \quad (B > 170) \text{ AND} \quad (2) \\ & \quad (|R - G| \leq 15) \text{ AND} \\ & \quad (R > B) \text{ AND } (G > B) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & H < 25 \\ & H > 230 \quad (3) \end{aligned}$$

식 (1)~(3)에 의해 검출된 피부 영역으로는 얼굴, 목, 손, 팔 등이 있다. 여기서 영상의 깊이 정보를 이용하여 검출된 영역 중 가장 깊이 값이 작은 영역에 손이 있다고 보고 가장 작은 깊이 값에 손두께만큼의 깊이 범위를 주어 해당 범위를 손으로 검출한다. 손을 뻗고 있다고 가정하였기 때문에 이러한 방법을 이용할 수 있는 것이다. 위의 방법으로 손을 검출한 결과는 그림 1과 같다.



그림 1. 손 검출 결과  
Fig. 1. The Result of Hand Detection

## 2. 검출된 손의 볼록 외피 구하기

손의 특징 점을 추출하기 위하여 손 이미지를 기하학적 데이터로 보고 기하학적 데이터의 볼록 외피를 구해 볼록 외피의 정점들을 구한다.

먼저 볼록 외피를 구하는 방법으로는 Randomized Incremental Algorithm과[4] Sweep Algorithm[5] 등이 있다.

본 논문에서는 새로운 데이터가 입력될 때마다 이미 입력된 데이터들로부터 구한 볼록 외피를 갱신하는 방법인 Incremental Algorithm을[6] 이용하여 볼록 외피의 정점들을 구한다.

검출된 손에서 canny-edge를 이용하여 손의 윤곽선을 찾고 윤곽선에 해당하는 픽셀의 좌표 값을 손의 윤곽선의 기하학적 데이터로 취급한다. 이 데이터들로부터 볼록 외피의 정점들을 구한 결과는 그림 2와 같다.

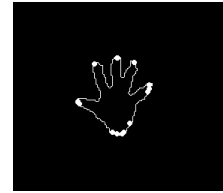


그림 2. 손 윤곽선 데이터를 이용한 볼록 외피의 정점들  
Fig. 2. Vertices of Convex Hull using The Data of Contour of Hand

볼록 외피의 정점들은 손가락의 끝 부분에서 윤곽선을 따라 여러 개가 검출되어 진다는 것을 그림 2에서 알 수 있다. 손가락 끝마다 한 개의 특징점만 추출하기 위해서 정점들의 거리 정보를 이용해 밀집된 정점들 중 하나의 정점만 남도록 필터링한 결과 그림 3과 같이 검출된다.

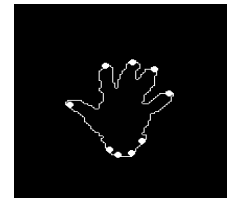


그림 3. 단순화된 볼록 외피 정점  
Fig. 3. Simplified Vertices of Convex Hull

## 3. 손의 중심 구하기

일반적으로 다각형의 중심을 찾을 때에는 식 (4)를 이용하여 다각형의 면적을 구하고 식 (5)와 (6)으로 중심의  $x$ 좌표와  $y$ 좌표를 각각 구한다.

$$Area = A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (4)$$

$$Centroid_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (5)$$

$$Centroid_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (6)$$

본 논문에서는 볼록 외피의 정점들의 평균 위치를 손의 중심으로 한다. 검출된 손의 중심은 그림 4와 같다.

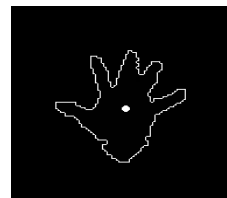
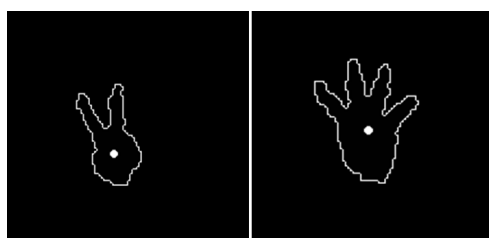


그림 4. 손의 중심 검출 결과  
Fig. 4. The Result of Detecting The Center of Hand

#### 4. 실험 결과

피부색 정보와 깊이 정보로 손을 검출할 때, 조명이나 카메라로부터 손의 위치에 따라 검출률이 달라진다. 조명이 너무 밝거나 어두우면 영상의 픽셀 값이 전체적으로 증가하거나 감소하기 때문에 피부색을 이용한 피부 검출이 어려워진다. 또한 카메라가 인식할 수 있는 거리 범위 내에서 움직여야만 영상의 깊이 정보를 정확하게 얻을 수 있는 제한이 있다. 하지만 깊이 정보를 추가적으로 사용하였기 때문에 배경색과는 무관하게 검출이 잘 됨을 확인하였다.

또한 그림 5와 같이 손가락 개수에 상관없이 중심이 잘 찾아지는 것을 확인하였다.



(a) 손가락 두 개일 때 (b) 손가락 네 개일 때  
그림 12. 손가락 개수에 따른 손의 중심 검출 결과

Fig. 5. The Result of Detecting The Center of Hand in Various Number of Finger

#### IV. 결론

본 논문에서는 손 이미지의 기하학적 특징을 이용하여 중심을 검출하는 방법을 제안한다. 영상에서 피부색과 깊이 정보를 이용하여 손을 검출한 후, 손 윤곽의 픽셀 좌표 값을 기하학적 데이터로 변환하여 볼록 외피를 구하였다. 볼록 외피의 정점들로부터 손의 중심을 검출하였고 실험을 통하여 손가락 개수를 달리 하였을

때도 잘 검출되는 것을 확인하였다.

검출된 손의 중심은 사람의 손동작에 반응하는 HCI를 개발하는데 필요한 정보로 사용될 수 있다.

#### V. 감사의 말

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 20110027440)

#### 참고문헌

- [1] Hyun Suk Jeong and Young Hoon Joo, "Feature Point Extraction of Hand Region Using Vision", The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 58, No. 10, October 2009.
- [2] Nusirwan Anwar bin Abdul Rahman, Kit Chong Wei and Hohn See, "RGB-H-CbCr Skin Colour Model for Human Face Detection", MMU International Symposium on Information & Communications Technologies (M2USIC 2006), PJ, Malaysia, 2006.
- [3] Mohamed Alsheakhali, Ahmed Skaik, Mohammed Aldahdouh and Mahmoud Alhelou, "Hand Gesture Recognition System", ICICS'11 TECHNICAL PROGRAM, May 22-24, 2011, Irbid, Jordan.
- [4] R. Motwani and P. Raghavan. Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.
- [5] A First Algorithm: Planar Convex Hulls.  
<http://www.mpi-inf.mpg.de>
- [6] Kurt Mehlhorn and Stefan N'aher, "LEDA A Platform for Combinatorial and Geometric Computing", Communications of the ACM, 38:96,102, 1995.