

## 깊이 정보를 이용한 손 검출 방법

박상현, 김중락, 김재성, \*이상윤  
연세대학교, 전기전자공학과  
danielll@yonsei.ac.kr, jurock@yonsei.ac.kr, tustlifid@yonsei.ac.kr,  
\*sylee@yonsei.ac.kr

### Hand detection using depth information

Sangheon Park, Joongrock Kim, Jaesung Kim, \*Sangyoun Lee  
Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

#### 요 약

최근 손 동작 인식은 새로운 맨머신인터페이스(man-machine interface)를 위한 기술로 주목 받고 있으며, 이를 위한 손 검출은 손 동작 인식이나 손 추적을 위해 반드시 선행되어야 하는 중요한 기술이다. 기존에 연구되어온 대부분의 손 검출 방법으로는 색상을 기반으로 한 손 검출이었다. 하지만 색상을 기반으로 한 손 검출은 조명의 영향을 많이 받아 신뢰성을 보장하기 어렵다. 이러한 조명의 영향은 깊이 정보(depth information)를 이용함으로써 조명 변화에 강인한 손 검출을 수행할 수 있다. 본 논문에서는 손 검출을 깊이 정보를 활용하여 수행할 수 있는 방법을 제안하였다. 실시간으로 깊이 정보를 생성할 수 있는 depth sensor 하나를 사용하여 깊이 영상을 얻고 노이즈를 개선 해 준 후에 정의된 모션을 사용하여 손의 특징을 추출하여 손 검출을 하였다.

#### 1. 서론

최근 많은 HCI(human computer interaction)를 위하여 손 동작 인식이 많은 빈도로 이용되고 있다. 손 동작 인식을 위해서는 우선 손 검출이 필요로 한다. 다양한 손 검출 방법으로는 센서를 손에 붙이는 방법, 특정한 특징을 가지고 있는 장갑을 끼는 방법, 색상을 이용하는 방법, 템플릿을 이용하는 방법 등 다양한 방법이 있다[1, 2, 3].

색상 정보를 이용하는 방법은 먼저 영상에서 초기 영역을 설정하고 영역내의 색상을 사용하여 skin color probability density function 을 training 한 후에 hand segmentation 을 하여 손 검출을 한다 [4]. 템플릿을 사용하는 방법은 미리 training 한 템플릿을 영상에 matching 시켜 주면서 손의 위치를 찾는다 [5]. 하지만 이러한 비주얼 영상 기반의 손 검출에서는 손의 색상이 조명에 따라 영향을 많이 받게 되어 성능에 대한 신뢰성을 보장할 수 없다.

본 논문에서는 위와 같은 색상 기반의 문제 점을 해결하기 위하여 depth sensor 를 사용하여 실제 깊이를 반영하는 깊이 정보를 활용한 손 검출을 제안 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 본 논문에서 제안하는 방법을 절차에 따라 손 검출에 대하여 설명한다. 3 절에서는 제안한 손 검출 기법을 실험을 통해서 확인한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

#### 2. 제안하는 방법

##### 가. 누적 차영상과 노이즈 개선

깊이 영상에서는 거리 정보가 픽셀 값에 반영이 되므로 색상을 사용한 일반 영상에서처럼 특징을 찾아내기가 쉽지 않다. 초기 손의 위치를 찾아내기 위하여 특정한 손의 모션을 사용한다. 이처럼 손의 움직임을 찾아내기 위하여서는 먼저 깊이 영상 안에서 움직임을 있는 부분을 찾아 내기 위하여 차영상을 누적하는 방법을 사용 하였다. 차영상을 구하는 방법은 이전 프레임 영상에서 현재 프레임 영상을 빼면 된다. 이러한 영상의 의미는 움직임이 없는 곳은 사라지고 움직임이 있는 곳만 나타나게 된다.

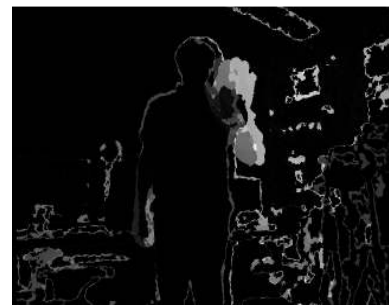


그림 1. 원본 누적 차영상

그림 1 은 3 개의 영상의 차영상을 누적한 영상이다. 이러한

차영상에는 노이즈가 많이 생기게 되므로 background modeling 방법을 사용하여, 이미 배경에서 나타나고 있는 노이즈를 제거해 준다. 그림 2 는 노이즈가 개선된 누적 차영상이다.



그림 2. 노이즈를 개선한 누적 차영상

#### 나. 손 검출

노이즈를 개선한 누적 차영상에서 손의 위치를 찾기 위해 push 모션을 사용 하였다. depth sensor 는 실제 거리 값을 저장하고, 사람의 손이 push 를 하면서 움직이는 거리는 팔 길이로 한정되어 있기 때문에 threshold 연산을 사용하여 누적 차영상에서 push 를 하는 동안 계속 앞으로 거리를 얼마나 왔는가를 조건으로 사용하여 손을 찾아낸다.

$$\begin{aligned} threshold_1 < i_t - i_{t-1} < threshold_2 \\ threshold_1 < i_{t-1} - i_{t-2} < threshold_2 \\ threshold_1 < i_{t-2} - i_{t-3} < threshold_2 \end{aligned} \quad (1)$$

식(1)은 위의 조건을 수식으로 나타낸 것이다.  $i_t$  는 현재의 깊이 영상을 나타내고,  $i_{t-1}$ ,  $i_{t-2}$  과  $i_{t-3}$  은 각각 이전 시간들의 영상을 나타낸다. 또한  $threshold_1$  과  $threshold_2$  는 한 프레임 사이의 시간 동안 손이 움직일 수 있는 최소와 최대거리의 실제 깊이 값을 사용하여 설정하였다. 깜빡이는 노이즈들은 많은 거리를 움직인 물체처럼 인식을 할 수 있으므로, 이러한 방법으로 노이즈 개선 방법으로 제거하지 못한 노이즈들도 제거해준다. 또한, push 를 하게 되면 팔이 움직이게 되므로 팔까지 손으로 인식하는 경우가 생기게 된다. 이러한 문제는 우선 움직이는 모든 점 중에서 가장 앞에 있는 점이 손에 포함되는 점이 되므로, 그 점으로부터 10cm 뒤에 있는 점들을 깊이 영상의 정보를 사용하여 제거해 주었다. 이렇게 손 검출된 점들의 평균을 손의 중심으로 설정하였다. 그림 3 은 검출된 손을 표현하였다. 하얀색 점들은 위의 조건 식(1)을 만족시키는 점으로 손으로 검출된 점이고 빨간 원은 손의 중심을 나타낸다.



그림 3. push 모션을 사용한 손 검출

### 3. 실험 결과

실시간 거리 정보 획득을 위한 depth sensor 로는 Primesense 사의 PrimeSensor™를 사용하여 640x480 깊이 영상을 사용 하였다.

2 절에서 사용한 노이즈 개선 방법을 사용하여 노이즈를 제거해 주고 push 모션을 사용하여 최종적으로 손 검출한 결과 만족스러운 손 검출을 할 수 있었다. 그림 1 부터 그림 3 까지는 손을 검출하기 위한 모든 과정을 순서대로 나타내었다. 그림 1 은 그림은 depth sensor 로부터 얻은 깊이 영상으로부터 누적 차영상을 구해주었고. 그림 2 는 이렇게 구해준 누적 차영상에서 background modeling 방법으로 노이즈를 개선하였다. 그림 3 에서는 push 모션을 사용하여 검출된 손을 나타내었다.

### 4. 결론

본 논문에서는 깊이 정보를 이용한 손 검출 방법을 제안하였다. 색상 기반으로 한 손 검출 방법에서는 조명의 변화에 민감하게 반응하여 조명이 변하게 되면 손을 검출하지 못하는 상황이 발생하였다. 하지만 깊이 영상은 조명에 무관하게 항상 같은 정보를 얻게 되므로 본 논문에서 사용한 손 검출 방법은 조명에 강인한 손 검출을 할 수 있었다. 또한 깊이 영상에서 찾기 어려운 특징을 push 모션을 통하여 해결해 주었다. 이러한 방법은 손 동작 인식을 위한 기본적인 손 검출 방법으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0016302).

### 6. 참고문헌

- [1] Wang, R, Popović, J, "Real-Time Hand-Tracking with a Color Glove," ACM Trans. Graph., vol. 28, issue 3, no. 63, Aug. 2009.
- [2] R. Kjeldsen, J. Kender, "Toward the use of gesture in traditional user interfaces," Second IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.151-156, Oct. 1996.
- [3] B Stenger, Arasanathan Thayananthan, Philip H.S. Torr, Roberto Cipolla, "Model-Based Hand Tracking Using a Hierarchical Bayesian Filter," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28, no. 9, pp. 1372-1384, Sept. 2006.
- [4] Cristina Manresa, Javier Varona, Ramon Mas, Francisco J. Perales, "Hand Tracking and Gesture Recognition for Human-Computer Interaction," Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, vol. 5, no. 3, pp. 96-104, 2005.
- [5] Alper Yilmaz, Omar Javed, Mubarak Shah, "Object tracing: A survey," ACM Comput. Surv., vol. 38, no. 4, Dec. 2006.