

손 제스처 인식을 위한 손 영역 추적 및 손가락 검출 방법

*박세호 **김태곤 ***이지은 ****이경택

전자부품연구원

*sehopark@keti.re.kr

Hand Region Tracking and Finger Detection for Hand Gesture Recognition

*Se-Ho Park **Tae-Gon Kim ***Ji-Eun Lee ****Kyung-Taek Lee

Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문에서는 손가락 제스처 인식을 위해서 깊이 영상 카메라를 이용하여 손 영역을 추적하고 손가락 끝점을 찾는 방법을 제시하고자 한다. 실시간 영역 추적을 위해 적은 연산량으로 손 영역의 중심점을 검출하고 추적이 가능하여야 하며, 다양한 제스처를 효과적으로 인식하기 위해서는 손 모양에서 손가락을 인식하여야 하기 때문에 손가락 끝점을 찾는 방법도 함께 제시하고자 한다. 또한 손가락이 정확히 검출되었는지를 확인하기 위해서 손가락의 이동과 손가락의 클릭 제스처를 마우스에 연동하여 검출 결과를 테스트 하였다.

1. 서론

최근 컴퓨터 기술의 발전과 더불어 인터페이스 기술이 진보하고 있다. 사용자들은 더욱 편리하고 자연스러운 인터페이스를 요구하게 되었고 이러한 관심을 반영하기 위해 제스처 인식기반의 상호작용(HCI : Human Computer Interaction) 인터페이스가 업계를 중심으로 주목 받고 있다. 특히 휴먼 인터페이스는 제스처 인식을 통한 사물 지정이나 손동작을 통한 빠른 의사전달을 할 수 있는 장점이 있어 주목 받고 있다.

최근 저렴한 가격의 깊이 영상 카메라가 보급되면서 제스처 인식 분야의 연구도 활발하게 진행되고 있다. 제스처 인식을 위해 손 모양을 인식하는 방법 중 다수의 카메라를 이용한 픽셀의 시차 값을 계산하는 방식은 많은 연산량 때문에 실시간 응용 분야에서는 한계가 있으며, 컬러 영상 카메라를 이용한 방법의 경우는 주변 조명 환경에 따라 인식률이 제한적이다. 본 논문에서는 실시간으로 자연스러운 제스처 인터페이스 제작을 위하여 깊이 영상 카메라를 이용함으로써 배경과 조명 변화에 강인한 손 검출 방법을 제시하고자 한다. 또한 손가락 끝점을 검출하고 이를 통해서 컴퓨터의 마우스를 제어하는 방법을 제시하고자 한다. 손 영역 추적 방식은 CAM-Shift를 사용하였으며, 검출된 손 영역의 외곽선에서 $\cos\theta$ 값을 이용하여 손 끝점을 추출해낼 수 있다.

2. 본론

2.1 CAM-Shift를 이용한 중심점 획득

손 영역을 가장 쉽게 검색하는 방법은 깊이 영상 카메라에서 받은 깊이 영상 정보는 레이블링(Labeling) 과정을 거쳐 중심점을 유추하고 영역 확장을 이용하여 손 영역을 인식하는 방법이다. 하지만 레이블링

을 통한 손 영역 확장은 모든 입력 영상에 대해서 영역을 검사하기 때문에 연산량이 많아 실시간으로 사용하기에는 적합하지 않다. 이를 해결하기 위해서 CAM-Shift를 사용하여 손 영역에 대한 실시간 추적을 진행하였다.

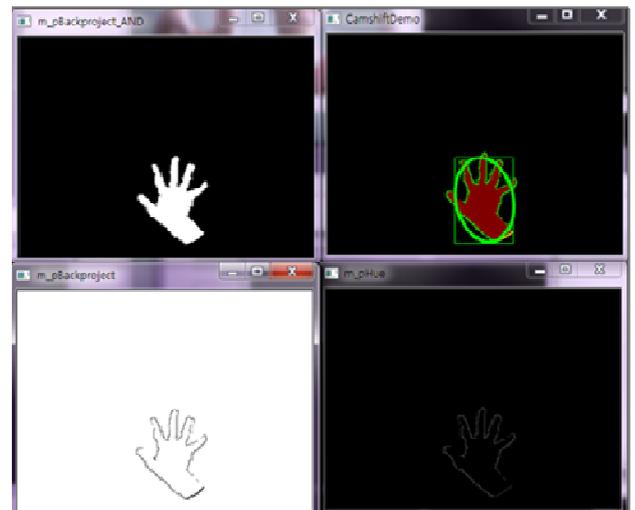


그림 1. CAM-Shift 알고리즘을 이용한 손 추적과정

그림 1은 영역 확장으로 검출된 손 영역을 CAM-Shift를 이용하여 추적하는 과정을 나타낸다. CAM-Shift를 이용하면 추적 영역과 중심점을 이용하여 검출된 손 영역 근처만을 탐색하기 때문에 연산량을 줄일 수 있다. 객체가 깊이 영상 정보의 새로운 동적 객체로 인식될 경우에만 레이블링 기법을 이용하고, 인식 후 추적은 CAM-Shift를 이용한다.

2.2 K-cosine을 이용한 손 끝점 추출

영역 확장 과정에서 검출된 손 영역으로부터 손의 윤곽선을 검출하였으나 확장 과정에서 검출된 손의 윤곽선의 경우 잡음이 매우 많다. 잡음이 많은 상태에서 손가락 끝을 인식할 경우 오류가 발생할 가능성이 높기 때문에 윤곽선 추출을 위해 1차 미분, 2차 미분, 라플라시안(Laplacian) 등의 방법을 통하여 윤곽선의 잡음을 제거하고 윤곽선 곡선에 대해서 스무딩(smoothing)을 수행하였다.

$$C_i(K) = \cos\theta_i = \frac{\vec{a}_i(K) \cdot \vec{b}_i(K)}{\|\vec{a}_i(K)\| \cdot \|\vec{b}_i(K)\|} \quad (1)$$

손 영역의 윤곽선 검출 후 손가락을 검출하기 위해서 [수식 1]을 이용한다. $\vec{a}_i(K) = P_{i-k} - P_i$, $\vec{b}_i(K) = P_{i+k} - P_i$, θ 는 $\vec{a}_i(K)$ 와 $\vec{b}_i(K)$ 로 정의한다. 손가락으로 판단되는 P_i 는 $\vec{a}_{iy}(K) > 0$, $\vec{b}_{iy}(K) > 0$ 의 값을 가지고 있으며, 손가락들 사이의 P_i 는 $\vec{a}_{iy}(k) < 0, \vec{b}_{iy}(K) < 0$ 의 값을 가지고 있다. 그리고 손가락이 아닌 모서리에서의 P_i 는 $\vec{a}_{iy}(K) \cdot \vec{b}_{iy}(K) < 0$ 의 값을 가지고 있다. 그림 2는 이와 같이 $\cos\theta_i$ 값을 이용하여 손가락 끝 부분을 찾아내는 과정을 나타내고 있다.

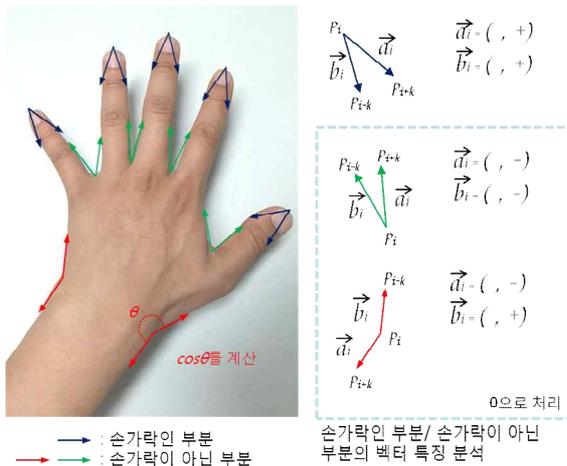


그림 2. K-cosine을 이용한 손가락 검출 방법

K-cosine으로 구한 $\cos\theta_i$ 의 값들 중에서 $\cos\theta_i \neq 0$ 인 윤곽선들을 각각의 배열에 묶고, 각 배열 중에서 $\cos\theta_i$ 값이 가장 큰 점을 손 끝점으로 결정 한다. 검출된 손 끝점의 개수는 손가락의 개수가 된다. 그림 3은 $\cos\theta_i$ 의 값이 0을 제외한 부분을 출력 한 영상과 $\cos\theta_i$ 의 값이 가장 큰 부분을 손 끝점으로 출력한 화면이다.

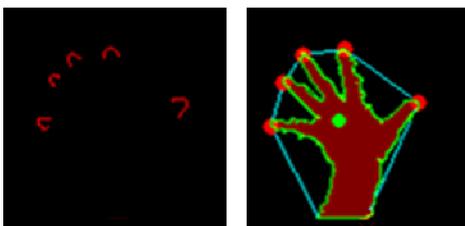


그림 3. 손가락 인식 결과

손가락 및 손의 인식 결과를 테스트하기 위해서 PC의 마우스제어를 검출된 손가락을 이용해서 구현하였다. 그림 4는 깊이 영상 정보의 손가락 중심점을 이용하여 마우스 포인트를 이동시키고 검출된 손 끝점으로 클릭 동작이 가능하도록 적용한 결과이다.

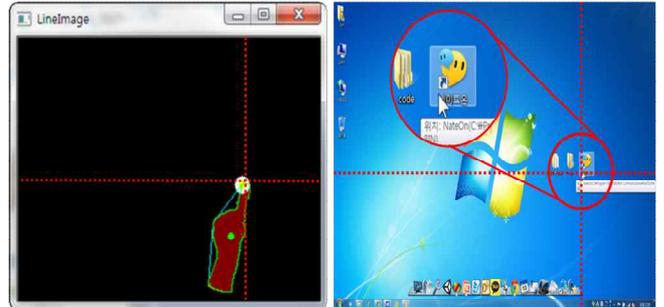


그림 2. 인식된 손가락 끝점을 이용한 마우스 제어 구현

3. 결론

본 논문에서는 깊이 영상 카메라를 이용하여 실시간으로 손 영역의 중심점을 효과적으로 획득하는 방법과 손 영역에서 손가락 끝점을 찾는 방법을 제시하였다. 컬러 영상 정보가 아닌 깊이 영상 정보만을 이용하여 손 영역을 검출하기 때문에 주변 환경의 제약 없이 정확하게 검출이 가능함을 확인하였다.

손 영역 추적과 손의 중심점의 실시간 추적을 위하여 CAM-Shift 방식을 사용하여 불필요한 연산을 줄이는 동시에 검출 성능을 향상시켰다. 또한 손모양의 윤곽선 스무딩 과정과 K-Cosine 알고리즘을 통하여 손 모양에서 손가락을 검출 할 수 있었다. 검출된 손가락 끝을 이용하여 PC 마우스를 이동 및 클릭 가능하도록 적용해봄으로서 다양한 제스처 인식 시스템을 구현할 수 있는 방안을 마련하였다.

이와 같은 방법들이 다양한 시스템에 효과적으로 사용되기 위해서는 다양한 검출 방법이 각각의 특수한 상황들을 고려할 수 있도록 효과적으로 결합하는 방법을 추가적으로 모색하고 다양한 제스처 인식에 어떻게 적용할 것인지에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업의 일환으로 수행하였음. [S2091405, 스마트 NUX기반의 고해상도 광각보정 카메라 모듈과 영상통화 플랫폼 기술 개발]

참고 문헌

- [1] 박한훈 외 3명 "A Study on Hand Region Detection for Kinect-Based Hand Shape Recognition", 방송공학회논문지 제 18권 제 3호, 2013
- [2] Sung-II Joo 외 2명 "Hand Region Tracking and Fingertip Detection based on Depth Image", Journal of The Korea Society of Computer and Information, 2013
- [3] Sua Kim 외 2명 "스테레오 카메라를 이용한 손 동작 인식 시스템 개발에 관한 연구" 광주과학기술원 정보통신공학부, 2014