

# 깊이 영상 기반의 객체 및 손 영역 검출 방법의 구현에 대한 연구

\*김태곤 \*\*박세호 \*\*\*양소정 \*\*\*\*박용석

전자부품연구원

\*ktg2309@keti.re.kr

## Object and Hand Region Detection based on Depth Camera

\*Tae-Gon Kim \*\*Se-Ho Park \*\*\*So-Jung Yang \*\*\*\*Yong-Suk Park

Korea Electronics Technology Institute

### 요약

본 논문에서는 깊이 영상 카메라를 이용하여 손 영역을 효과적으로 검출하기 위한 방법을 제시한다. 컬러영상 카메라를 통해 손 영역 검출 방법은 주변 환경의 영향에 따라 낮은 인식률을 나타낸다. 또한 고화질의 컬러영상을 획득 하지 못한 경우 손 영역 검출의 인식률이 현저히 떨어지는 결과가 나타난다. 이러한 결점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 깊이 영상 카메라를 통해 획득한 깊이 영상 정보를 이용하여 객체들을 검출하고 빠르고 안정적으로 객체들 중에서 손 영역을 검출하는 방법을 제시하고자 한다.

### 1. 서론

인간과 컴퓨터 사이의 정보 전달 수단으로 키보드나 마우스 같은 장치들을 이용한 인터페이스를 주로 사용하고 있다. 하지만 사용자들은 더욱 편리하고 자연스러운 인터페이스를 요구하게 되었고 이러한 관심을 반영하기 위해 제스처 인식기반의 상호작용(HCI : Human Computer Interaction) 인터페이스가 주목을 받고 있다. 그 중 손의 제스처를 이용한 인터페이스는 인간과 컴퓨터 사이의 상호작용에서도 자연스럽게 효과적인 수단으로 주목받고 있다. 사용자의 맨손 정보를 이용하는 유저 인터페이스 기술(NUI)을 효과적으로 구현하기 위해서는 기본적으로 손 영역의 검출과 추적이 가장 기본적으로 필요하다. 이를 위해서 다양한 방법이 제시되고 있지만 다수의 카메라를 이용한 픽셀의 시차 값을 계산 하는 방식은 상당히 많은 계산과 시간이 요구되므로 실시간 응용 분야에서는 적합하지 못하다. 또한 컬러 영상 카메라를 이용한 손 모양 인식 방법의 경우는 주변 환경에 따라 인식률에 많은 제약을 받게 된다.

손 검출은 복잡한 환경과 일시적인 가려짐에 강건하고 검색 영역의 크기, 회전 제한이 없어야 하기 때문에 본 논문에서는 깊이 영상 카메라를 활용하여 얻어낸 깊이 영상 정보만을 토대로 객체들을 검출하고 검출된 객체들의 깊이 값의 차를 비교하여 손 영역을 검출하는 방법을 제시하고자 한다. 깊이 영상 정보에서 객체 검출을 위하여 레이블링 알고리즘을 사용하였으며 손 영역을 획득하기 위해서는 객체들의 중심점으로부터 깊이 값의 차를 비교해나가는 방식을 사용하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 영상 레이블링(Blob Labeling)을 통한 객체 영역 검출

객체의 영역을 검출하기 위해 깊이 영상 카메라로부터 입력되는 깊

이 영상 정보를 이용하였다. 카메라를 통해 받아온 깊이 영상 중에 시간 간격을 두고 입력되는 깊이 영상 정보와의 차이값을 이용하여 정적 영상 정보와 동적 영상정보로 분리하고, 동적 영상정보를 움직이는 객체로 간주하게 된다. 정적 영상 정보를 제거하면 그림 1과 같은 동적 영상 정보만을 가지고 있는 이미지를 획득 할 수 있다.

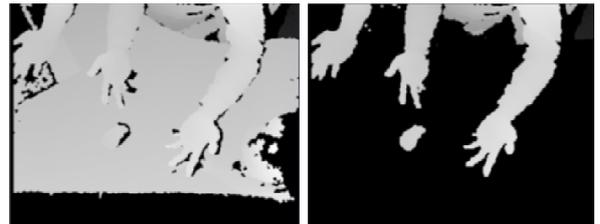


그림 1. 동적 깊이 영상 정보

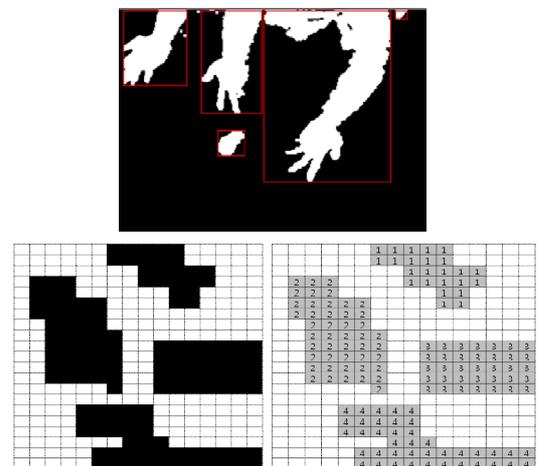


그림 2. 이진화 된 영상의 레이블링(Blob Labeling)

그림 2는 획득한 동적 영상 정보 이미지를 이진화하고 레이블링 (Labeling) 알고리즘을 적용하여 손 영역으로 관심 영역을 설정한 결과이다. 동적 객체에 라벨링을 통해 객체를 분리 후 특정 값보다 크거나 작은 픽셀을 제거하고 침식 팽창 과정을 거쳐 노이즈를 제거하면 손에 해당하는 관심 영역을 설정할 수 있다. 또한 관심 영역의 픽셀수를 이용하여 중심 영역을 유추할 수 있다.

### 2.2 깊이의 차를 이용한 손 영역 검출

레이블링을 통한 손 영역 검출은 깊이 영상카메라 이외에 컬러 영상 카메라로도 검출이 가능하다. 그러나 컬러 영상 카메라를 통한 손 영역 검출의 경우 주변 조도 환경에 따라 양질의 컬러를 획득하지 못할 경우 손 모양 검출의 인식률이 현저히 떨어진다. 따라서 주변 환경의 변화와 상관없이 인식률을 향상시키기 위해 깊이 영상 카메라의 정보를 이용하고 레이블링으로 유추된 손 중심점에서부터 깊이 값의 차를 비교하는 영역 확장 방법을 사용하였다. 먼저 영역 확장의 기준은 깊이 값을 사용하며 깊이 값이 유사하다면 영역 확장을 수행하게 된다. 적절한 영역을 설정하기 위해서 전역 임계값을 설정하여 영역 확장을 수행 한다.

$$Cond_1 = \begin{cases} |D_t(n,m) - D_{t-1}(c,r)| < Th_{Depth} & 1 \\ other & 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$Cond_2 = \begin{cases} D_t(n,m) - C_{Depth} < Th_{GlobalDepth} & 1 \\ other & 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$Cond_3 = \begin{cases} Grow_{count} < Th_c & 1 \\ other & 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$Cond_4 = \begin{cases} Dist < Th_c & 1 \\ other & 0 \end{cases} \quad (5)$$

상기 수식은 영역 확장 여부를 비교하는 방법을 나타낸다. [수식 2]의  $D_t(n,m)$ 은 현재 확장 여부를 검사하기 위한 픽셀의 깊이 값이고  $D_{t-1}(c,r)$ 은 이전 시점에 확장된 기준 픽셀의 깊이 값이다. 기준 좌표의 깊이 값을 기반으로 임계값( $Th_{Depth}$ )과 비교하여 전체 이미지에 대한 영역확장을 진행 한다. 임계값은 객체의 이전 픽셀과 확장 기준의 픽셀의 연결성을 정의하기 위한 값으로, 임계값을 기준으로 깊이 차이 값이 적으면 손 영역으로 픽셀의 깊이 차이 값이 크면 배경으로 인식된다. [수식 3]은 영역 확장의 범위를 제한하기위한 조건으로 중심점( $C_{Depth}$ )과 전역 임계값( $Th_{GlobalDepth}$ )을 비교하여 영역확장에서 깊이 값의 허용 범위를 제한 한다. [수식 4] ( $Th_c$ )는 임계값 카운트로 실험을 통하여 손 영역 중심점의 깊이 값에 1차 다항식을 이용하여 임계값을 설정 한다. 확장 영역 크기를 제한하기 위해 확장 횟수( $Grow_{count}$ )을 누적하여 임계값 카운트( $Th_c$ ) 이하까지만 반복 조절 하도록 범위를 제한 한다. [수식 5]는 중심점의 좌표로부터 확장하고자 하는 픽셀의 유클리디언 거리를 이용해서 영역확장 범위를 한정하는 역할을 수행 한다. 중심점으로부터 주위 8방향에 대해 검사를 실시하며 확장 되는 모든 픽셀이 [수식 1]의 조건에 만족하면 영역을 확장하고 [수식 2]의 조건이 만족하지 못하면 녹색 외곽의 선으로 표시된다. [수식 3,4,5] 조건을 만족하지 못할 경우 확장 임계 영역을 넘어선 픽셀로 검출되어 무효 경계선인 노란색선으로 표시된다.

그림 3은 중심점으로부터 영역 확장 조건에 만족한 픽셀을 출력한 화면과 각 픽셀들의 8방향 검출 방식을 나타낸다.

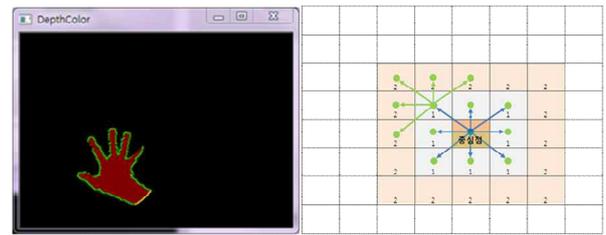


그림 3. 영역 확장을 완료한 영상과 8방향 탐색방식

### 3. 결론

본 논문에서는 깊이 영상 카메라를 이용하여 빠르고 정확하게 손 영역을 검출하는 방법에 대해 제안하였다. 깊이 영상 카메라의 깊이 정보를 토대로 정적 및 동적 깊이 정보를 획득하였고, 이진화와 레이블링 과정을 통해 객체들을 검출하는 방법에 대하여 기술하였다. 또한 손 영역을 찾기 위해 객체들의 영역을 확장해 나가면서 깊이 값의 차를 비교하였고 전역 임계값을 함께 설정하여 조건에 만족하는 영역을 찾아 손의 형태를 검출하였다.

이러한 검출 방식은 빠르고 안정된 손 영역 검출 방식으로서 손가락의 제스처와 이동을 인식하는 다양한 제스처 인식에 사용될 수 있다. 본 논문의 검출 방식들은 손의 제스처 인식을 위한 선행 연구로 손 영역 검출을 수행하였으므로 향후 획득한 정보를 바탕으로 효율적인 제스처 인식에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것이다.

### ACKNOWLEDGMENT

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

### 참 고 문 헌

- [1] 정현석 외 1명 “Feature Point Extraction of Hand Region Using Vision”, 전기 학회 논문 지 58권 10호, 2009
- [2] 조성원 외 2명 “Effective Recognition of Overlapped Gesture using Kinect” 학술발표논문집 Vol.39, No. 2(B), 2012
- [3] Seok-Min Hong 외 2명 “1-inch UniTouch System using Kinect”, International Conference on Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition [ICSP], 2012
- [4] Tae-jin Ha 외 1명 “Bare Hand Interface for Interaction in the Video See-Through HMD Based Wearable AR Environment” GIST U-VR Lab. Gwangju 500-712
- [5] Sun-young Cho 외 1명 “Sketch Feature Point Extraction using Hierarchical Knowledge-based Noise Elimination” 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.35, No1, 2008
- [6] Hyeng-jin Baek 외 1명 “Design of Hand Recognition Mouse using Image Processing”