

깊이 세분화 기법을 이용한 움직이는 사람 영역 검출

여재윤[○], 이상걸^{*}, 김철기^{**}, 차의영^{*}

^{○*}부산대학교 컴퓨터공학과

^{**}부산대학교 디자인학과

e-mail:yjn870@pusan.ac.kr^{○*}

Moving Human Area Detection using Depth Segmentation

Jae-Yun Yeo[○], Sang-Geol Lee^{*}, Cheol-Ki Kim^{**}, Eui-Young Cha^{*}

^{○*}Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

^{**}Dept. of Design, Pusan National University

● 요약 ●

본 논문에서는 인체의 골격 위치와 깊이 정보를 사용하여 주위 환경에 강건한 특성을 지니는 움직이는 사람 영역 검출 방법을 제안한다. 먼저 영상 내에서 인체의 골격 위치를 검출한 다음 인체 골격의 중심이 될 수 있는 지점에 대해 인체의 평균적 깊이 범위 내에서 깊이 세분화를 수행한다. 그리고 깊이 세분화를 통하여 검출된 사람 영역의 후보군에 대해 윤곽선 기반의 움직임 검출기법을 사용하여 후보군 내에서 움직이는 사람에 해당하는 특징점을 검출한다. 마지막으로 잡음 제거 및 움직이는 사람에 해당하는 영역 검출을 위하여 개선된 깊이 세분화 과정을 수행한다.

키워드: 사람검출(human detection), 외곽선추출(edge detection), 깊이세분화(depth segmentation), 골격위치(skeleton position), 키넥트센서(kinect sensor)

I. 서론¹⁾

도로 위의 사람을 검출하여 차량의 운전 안전하게 보조하는 보행자 검출 장치나 지능형 CCTV와 같이 최근 컴퓨터 비전 분야에서는 영상 내에서 사람 영역을 검출하는 기술의 중요성이 높아짐에 따라 정확하고 효율적인 기술 개발이 요구되고 있는 상황이다.

기존의 사람 영역의 검출 방법으로는 Active Shape Model[1], HOG(Histogram of Oriented Gradient)[2]와 같은 기법들을 사용하여 사람에 대한 윤곽선을 추출한 후 내부를 채우는 방식을 채택하고 있다. 하지만 위의 두 방법들은 조명 밝기, 색상과 같은 주위 환경 및 사람의 자세 변화에 약점을 가지고 있으며 연산 시간이 오래 걸리는 문제점이 존재한다. 그래서 본 논문에서는 인체 골격 검출기를 통해서 자세 변화에 강건하고 객체 검출시 주위 환경에 대한 잡음이 적은 깊이 정보를 이용한 개선된 사람 영역 검출 방법을 제안한다.

II. 본론

1. 인체의 골격 위치를 이용한 깊이 세분화 기반의 사람 영역 검출

본 논문에서 사용되는 키넥트 센서는 그림 1과 같이 사람의 몸 에 대한 상대적인 인체 골격 위치를 제공해 준다[3]. 우선 깊이 세분화에 대한 기준 영역을 찾기 위하여 인체 골격 위치 중에서 자세의 변화에 덜 민감한 어깨와 엉덩이 위치 사이에 존재하는 등뼈 위치를 인체의 중심점으로 지정한다.

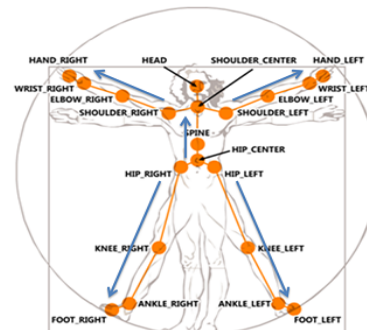


그림 1. 인체의 골격 위치
Fig. 1. Human Skeleton Position

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

이후 등뼈 위치의 깊이 정보를 기준으로 사람의 평균적인 깊이를 400mm로 가정한 후 범위 내에서 깊이 세분화를 수행하여 그림 2와 같은 사람 영역의 후보군을 검출 한다.



그림 2. 깊이 세분화를 이용한 사람 영역 검출 결과
Fig. 2. The result of human area detection using depth segmentation

그림 2의 (b)를 살펴보면 사람의 평균적인 깊이 범위 내에 존재하는 객체들이 잡음으로 검출되는 문제점이 발생한다. 이런 잡음들은 이후에 소개할 개선된 움직이는 사람 영역 검출을 수행하여 제거한다.

2. 윤곽선 기반의 움직임 검출 필터링을 이용한 움직이는 사람 영역의 윤곽선 검출

2.1 움직이는 윤곽선 추출

인체의 골격 위치를 이용한 깊이 세분화 기반의 사람 영역 후보군에서 움직이는 사람의 영역만을 얻어내기 위하여 윤곽선 기반의 움직임 검출 필터링을[4] 사용한다. 이 알고리즘은 세 개의 연속된 영상에서 캐니 윤곽선 검출기를 사용한 윤곽선들을 검출하는 것부터 시작한다. 캐니 윤곽선 검출기를 사용하여 만들어진 윤곽선 정보가 포함된 이미지들(E_{n-1}, E_n, E_{n+1})을 생성하고 서로 이웃한 이미지들에 대한 차영상들 (DE_l, DE_r)을 만든다.

$$DE_l = [E_n - E_{n-1}], DE_r = [E_n - E_{n+1}] \quad (1)$$

이렇게 만들어진 차영상들에 대해서 AND 연산을 수행시키면 움직이는 객체가 포함된 이미지(ME)를 얻을 수 있다.

$$ME = DE_l \cap DE_r \quad (2)$$

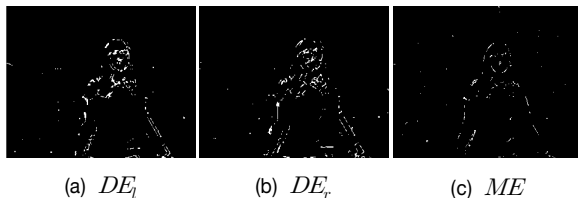


그림 3. 움직이는 사람의 윤곽선 검출 결과
Fig. 3. Edge detection result of moving human

하지만 그림 3의 (c)를 살펴보면 움직임이 존재하는 객체의 윤곽선 이외에 잡음에 의해서 생성되는 윤곽선들도 같이 검출됨을 볼

수 있다. 이 잡음들은 비활동 윤곽선 제거 과정을 거쳐 제거한다.

2.2 비활동 윤곽선 제거

움직임이 존재하는 객체의 윤곽선에 존재하는 잡음을 제거하기 위해서 먼저 입력받은 연속된 세 개의 영상들 간의 차이의 절대값을 수행한다. 다음으로 식 (4)와 같이 조명 변화에 강인하게 하기 위하여 Gaussian convolution을 적용 시켜 차영상에 대한 잡음을 제거한 후 캐니 윤곽선 검출기로 윤곽선들($\zeta_l(|F_n - F_{n-1}|)$, $\zeta_r(|F_n - F_{n+1}|)$)을 검출한다. 그리고 식 (5)를 이용하여 움직이는 객체에 대한 윤곽선의 후보영역(Ω)을 얻는다.

$$\zeta_l(|F_n - F_{n-1}|) = \theta(\nabla G^* |F_n - F_{n-1}|) \quad (4)$$

$$\zeta_r(|F_n - F_{n+1}|) = \theta(\nabla G^* |F_n - F_{n+1}|) \quad (5)$$

$$\Omega = \zeta_l \cup \zeta_r$$

마지막으로 식 (6)을 사용하여 잡음이 제거된 움직이는 사람 영역의 윤곽선($Moving Edges$)을 검출한다.

$$Moving Edges = \Omega \cap ME \quad (6)$$

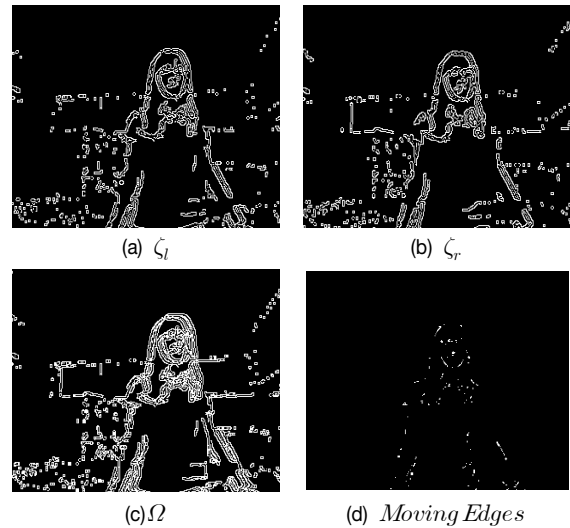


그림 4. 비활동 윤곽선이 제거된 움직이는 사람의 윤곽선 검출 결과

Fig. 4. The result of detecting the area of a moving human when non-moving edges are removed

3. 개선된 깊이 세분화를 이용한 움직이는 사람 영역 검출

움직이는 사람 영역 검출의 마지막 단계로 개선된 깊이 세분화 과정을 수행하게 된다. 우선 영상 내에서 사람 영역의 후보군과 움직이는 윤곽선과의 AND 연산을 통하여 움직이는 사람의 윤곽선을 추출한다. 이후 사람의 평균적인 깊이 범위 내에 존재하는 사람이 아닌 객체에 해당하는 잡음을 제거하기 위하여 움직이는 사람의 윤곽선에 대한 Convex hull의 내부 영역을 잡음 제거 필터링 후보영역으로 지정한 다음 깊이 세분화 과정을 다시 수행한다.



그림 5. 개선된 깊이 세분화를 이용한 움직이는 사람 영역 검출 결과

Fig. 5. The result of detection area of a moving human using enhanced depth segmentation.



그림 6. 개선된 깊이 세분화를 이용한 움직이는 사람 영역 검출의 실험 결과

Fig. 6. The results of detecting the area of a moving human using enhanced depth segmentation.

III. 실험 결과

본 실험은 인체 골격 검출기와 깊이 정보를 가지는 적외선 카메라가 장착된 Microsoft사의 Kinect를 사용하여 실내 환경에서 골격 검출기의 인식 범위 40cm 이상 1.5m 이하의 범위 내에서 움직이는 사람 영역 검출 실험을 진행하였다. 실험 데이터 분류는 영상 내에 상반신이 드러난 사람만 움직이는 상황, 상반신이 드러난 사람 이외의 객체(실험 데이터에서는 움직이는 손)가 사람과 함께 움직이는 상황의 두 가지 경우를 고려하였다.

먼저 그림 6의 (a), (b), (c)를 살펴보면 잡음 제거 후보 영역인 Convex hull 내부에 사람의 평균적인 깊이 범위 내에 존재하는 객체가 존재하지 않는 경우 움직이는 사람 영역은 잡음 없이 검출이 되었다.

다음 그림 6의 (d), (e), (f)를 살펴보면 영상에서 움직이는 사람 이외에 잡음에 해당하는 왼쪽 구석에 숨어있는 움직이는 손이 존재하는 경우에도 움직이는 사람 영역만을 검출함을 볼 수 있다.

마지막으로 그림 6의 (g), (h), (i)를 살펴보면 잡음 제거 후보 영역인 Convex hull 내부에 사람의 평균적인 깊이 범위 내에 존재하는 객체(실험 데이터 내의 왼쪽 의자)가 존재하는 경우 잡음에 해당하는 객체를 움직이는 사람 영역으로 잘못 인식함을 볼 수 있다.



(a) 입력 영상 (b) 잡음 제거 후보 영역 (c) 움직이는 사람 영역



(d) 입력 영상 (e) 잡음 제거 후보 영역 (f) 움직이는 사람 영역

IV. 결론

본 논문은 영상 내의 인체 골격 위치와 깊이 정보를 이용하여 깊이 세분화 기법을 통하여 움직이는 사람 영역 검출 방법을 제안한다. 그 결과 조명 밝기나 객체의 색상과 같은 주위 환경에 강건한 움직이는 사람 영역이 검출 되었다.

참고문헌

- [1] Changhyuk Jang and Keechul Jung, "Human pose estimation using Active Shape Models", World Academy of Science, Vol. 44, pp. 312-316, 2008.
- [2] Navneet Dalal and Bill Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection", International Conference on Computer Vision & Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 886-893, June 2005.
- [3] Skeleton Position and Tracking State, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025>
- [4] Angel D. Sappa and Fadi Dornaika, "An Edge-Based Approach to Motion Detection", ICCS 2006, Part I, LNCS 3991, pp. 563-570, 2006.