

손동작 인지에 의한 원격 영상 제어

Remote Image Control by Hand Motion Detection

임 정 근*, 한 경 호**

Jung-Geun Lim*, Kyongho Han**

Abstract

This paper handles the UX implementation for system control using the visual input information of hand motion. Kinect sensor from Microsoft is used to acquire the user's skeleton image from the 3-D depth map at a rate of 30 frames per sec. and eventually knows the x-y coordinates of hand joints. The x-y coordinate value changes of hands between the present frame and next frame shows the direction of changes and rotation of changes and the various hand motion is used as a UX input command for remote image control on smart TV, etc. Through the experiments, we showed the implementation of the proposed idea.

요 약

본 논문에서는 손동작을 영상 입력 정보로 하여 기기의 기능을 제어하는 UX를 구현하였다 이를 위하여 Microsoft 사의 Kinect 센서를 이용하여 초당 30 프레임의 사용자의 3차원 depth map을 얻고 여기서 skeleton 이미지를 추출하여 손목 등의 관절의 위치에 대한 좌표 값을 얻는다. 전 후 프레임의 손의 위치가 변화하는 방향과 변화량으로부터 손 동작의 의미를 추출하고 다양한 손동작을 이용하여 스마트TV 등의 원격의 영상을 제어하는 명령어 입력으로 사용하는 UX를 제시하고 실험을 통하여 구현하였다.

Key words : Kinect, Hand motion, Depth Image, Skeleton Image, UX, HCI.

I. 서론

스마트 폰 등의 소형이면서 복잡한 기능을 가진 시스템을 사용자 중심의 편의성과 사용자가 장치를 사용하면서 갖는 느낌 및 경험을 중점을 두어 장치를 쉽게 제어하고자 하여 사용자와 컴퓨터와 상호작용(HCI: Human Computer Interaction)을 쉽게 다루고자 하는 UX(User eXperience)개념이 적용되고 있다 [1]. 그 결과 키보드, 마우스, 터치스크린, 카메라, 마

이크 등에 영상인식, 음성인식 등의 다양한 형태의 HCI분야에서 개발되고 있으며 적용 분야로, 게임, 산업분야 및 공공시설 분야등 다양한 분야에서 사용의 편의성을 개선하는데 이용되고 있다[2]. 스마트폰에서 손가락 두 개를 화면에 접촉하고 손가락을 벌이거나 좁혀서 영상의 크기를 제어하며 것도 UX의 응용사례이다. 최근에 마이크로소프트사를 통해 개발된 Kinect 센서는 IR 센서, 여러개의 마이크로폰, RGB 카메라가 내장되어 음성 및 영상 등의 다양한 UX를 구현할 수 있는 장치이며 본 논문에서는 이 장치를 사용하여 IR 센서와 RGB 카메라에 의한 손동작 영상정보에 의하여 화면의 영상의 위치제어 및 다음 또는 이전 영상 선택 등의 제어를 사용자의 손동작에 의하여 제어하는 UX를 다루었다.

* School. of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University
031-8005-3608, kyonghan@dankook.ac.kr

★ Corresponding author

※ The present research was conducted by the research fund of Dankook university in 2010
Manuscript received Dec,14, 2012 ; revised; Dec, 17, 2012 accepted: Dec,17, 2012

II. 본론

Kinect의 IR센서는 2차원 평면뿐 아니라 피사체와의 거리에 의한 3차원 인식이 가능하며 이에 관련된 다

양한 open source 형태의 모듈이 개발되어 본 논문에서는 IR 센서와 RGC 카메라에 의한 skeleton image에 의한 신체의 주요 관절 부위를 인식하여 양손의 위치변화에 따라 화면의 영상을 확대, 축소 및 회전하고 한 손의 위치변화에 의하여 이전 또는 다음 영상을 선택하도록 하였다[3].

1. Skeleton 이미지

Kinect 센서는 그림 1과 같은 모양을 가지며 전면의 피사체에 IR을 주사하여 피사체와 거리에 대하여 40 × 480 의 해상도의 depth map을 초당 30 프레임 생성한다.



Fig 1 Kinect sensor
그림 1 키넥트 센서

이렇게 생성된 depth map 데이터를 Microsoft사의 Kinect for Windows SDK 혹은 OpenNI dev 그룹에서 제공하는 라이브러리를 이용하여 그림 2와 같이 사람의 신체를 20개의 관절을 포인트로 구분한 skeleton 이미지를 생성하게 된다[4].

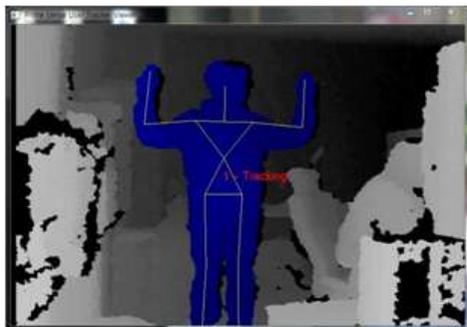


Fig.2 Initial Skeleton Image
그림 2 초기 Skeleton 이미지

2. 동작인식

생성된 skeleton 이미지에서 각각의 관절 포인트에 대한 3차원 좌표값을 구하고 손목 관절의 포인트의 움직임과 위치 변화에 대한 데이터가 Kinect 센서의 영상정보에서 얻어지며 이에 따라 화면의 영상을 제어하게 된다. 이를 위한 제어 프로그램의 흐름도는 그림 3 과 같다. 본 논문에서는 depth 데이터에서 얻어지는 3차원 위치 좌표 값에서 2차원의 좌표 값만 사용하기로 한다. 이유는 사용자가 Kinect 센서 앞에서 정지한 상태로 양손을 움직이는 것을 인식하는 것이 목적이기 때문에 가로축(x)과 세로축(y) 방향의 좌표 값만 사용하는 것이다.

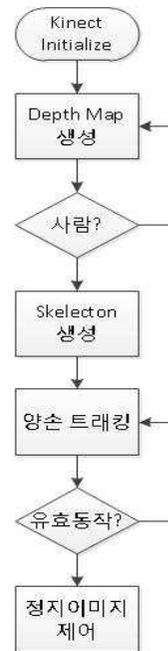


Fig. 3. Flow of control program
그림 3 제어프로그램 흐름도

Kinect 센서에서 x,y 좌표값은 1초에 30번 입력되는 프레임에서 depth 데이터에서 추출할 수 있으며 현재 프레임과 다음 프레임에서 각각 양 손의 depth 데이터를 얻고 여기서 양 손의 위치를 얻게 된다.

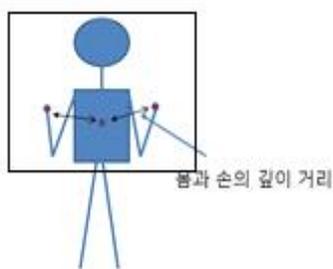


Fig. 4 Range of hands motion
그림 4 양 손의 이동 범위

양 손이 움직이는 범위를 그림 4 와 같이 사용자의 양손이 몸통을 중심으로 좌, 우측으로 양손이 닿을 수 있는 범위와 머리부터 허리까지의 범위를 유효한 동작으로 사용하도록 하였으며 변화의 범위는 사용자마다 초기 과정에서 정한다. 또한 양 손동작을 인식하는 예민도를 이전 프레임과 다음 프레임의 양 손의 변화량이 일정 수준일 때만 인지하도록 조절할 수 있다 양 손을 벌리고 오므리는 동작은 초당 30 프레임의 skeleton 이미지에서 양 손목 관절의 포인트의 x, y 축의 좌표의 변화를 프레임 마다 계산하여 현재 프레임에서 양 손의 거리와 다음 프레임에서 양 손의 거리의 비율만큼 현재 프레임에 대한 영상의 크기를 확대 또는 축소하여 다음 프레임 영상의 크기를 조정한다. 그림 5 와 그림 6 에서 양 손을 벌린 경우 현재 프레임에서 얻은 양손의 위치인 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 에서 얻은 양 손의 거리 D_1 와 다음 프레임에서 얻은 양 손의 위치인 (x_1', y_1') , (x_2', y_2') 에서 얻은 양 손의 거리 D_2 를 비교한다. 그림 5 는 양 손을 벌리는 상태로 D_1 보다 D_2 의 값이 크며 D_1 대비 D_2 의 늘어난 비율만큼 영상을 확대하도록 한다, 그림 6 은 양 손을 오므리는 상태로 D_1 보다 D_2 의 값이 작으며 역시 D_1 대비 D_2 의 줄어든 비율만큼 영상을 축소하도록 한다[5][6].

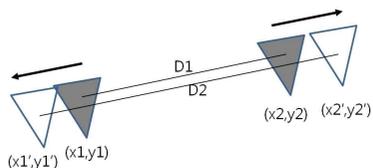


Fig.5 case of opening both hands
그림 5. 양 손을 벌린 경우

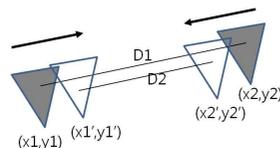


Fig.6 case of closing both hands
그림 6. 양 손을 오므린 경우

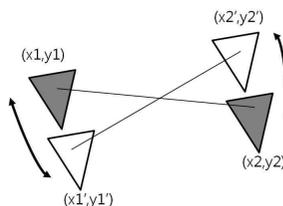


Fig.7 case of rotating both hands
그림 7. 양 손을 회전 시키는 경우

양손의 각도의 변화, 즉 기울기의 변화량으로 정지영상의 각도를 변화시키며 그림 7 과 같다. 양 손의 각도 변화 역시 현재 프레임에서 얻은 양손의 위치인 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 를 잇는 직선 D_1 와 다음 프레임에서 얻은 양 손의 위치인 (x_1', y_1') , (x_2', y_2') 를 잇는 직선 D_2 의 기울기 변화를 비교한다. 두 직선 D_1 과 D_2 의 기울기 차이만큼 영상을 시계 방향 또는 반시계 방향으로 회전하도록 한다. 양 손의 거리 변화와 기울임의 변화가 동시에 있어도 거리의 변화량과 기울기의 변화량을 각각 계산하여 영상의 확대 축소 및 회전을 제어하는데 이용할 수 있다.

III. 실험 및 결과

1. 사용자 인식

실험을 위하여 Kinect 센서용 OpenNI 의 라이브러리 1.3.2.1 버전을 사용하여 사용자를 인식하고 skeleton 이미지를 생성하였다. 프로그램은 C로 작성 되었으며 윈도우XP 환경에서 수행되었다. 프로그램의 실행 초기에는 사용자를 인식하지 않으므로 Kinect 센서의 이미지는 그림 8 과 같으며 skeleton 이미지가 생성되지 않았다.

사용자가 움직이면 Kinect 센서가 피사체의 움직임을 감지하고 앞서 그림 2 와 같이 사용자에게 대한 초기 skeleton 이미지를 생성한다. 생성된 이미지에서 양 손의 좌표와 유효동작 판단의 기준이 되는 몸통의 중



Fig.8 start of control program
그림 8. 프로그램 실행 초기

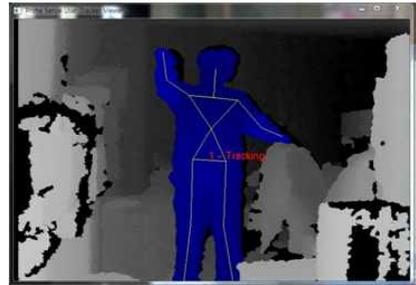


Fig. 10 Hand motion for enlarging image
그림 10 영상 확대 동작

심좌표 간의 거리를 계산하고 이후 매초 30프레임의 속도로 skeleton 이미지를 생성한다. 프레임 마다 손 동작의 변화량은 5% 이상인 경우에만 인식하도록 프로그램 하였으며 변경 가능하다.

2. 정지영상 크기 제어

초당 30 프레임의 속도로 입력되는 skeleton 이미지에서 양 손을 그림 10 과 같이 영상을 확대하는 동작을 하였다. skeleton 이미지에서 양 손의 거리가 늘어나고 늘어난 비율만큼 그림 9 의 영상을 확대하여 그림 11 에서 보인다[7][8].

그림 12 는 skeleton 이미지에서 양 손에 의하여 영상을 축소하는 동작을 보인다. 그리고 그 결과 축소된 영상을 그림 13 에서 보인다. 영상의 확대 및 축소는 OpenCV 1.2 버전을 사용하였다[9].



Fig. 11 Enlarged Image
그림 11. 확대된 영상



Fig. 9 Original Image
그림 9 원본 영상

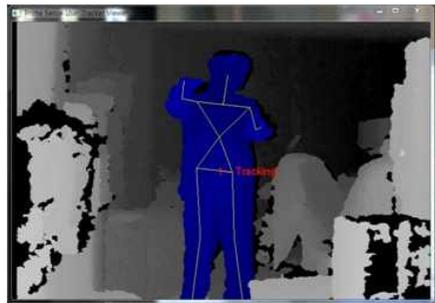


Fig. 12 Hand motion for reducing image
그림 12. 영상 축소 동작

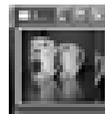


그림 13 Reduced Image
그림 13 축소된 영상

3. 전후 영상 선택

하나의 폴더에 여러 개의 영상 파일이 존재할 때 파일 이름순으로 선택하여 이전 또는 이후의 영상을 화면에 보여주기 위한 제어 동작을 구현하였다. 이 경우에는 양 손을 사용하지 않고 한 손은 고정하고 다른 한 손만 움직여서 영상 파일을 선택하도록 하였다. 왼손만 움직일 경우 이전의 영상을 보이도록 하

였고 오른손만 움직일 경우 다음 영상을 보이도록 하였다. 실험 결과를 그림 14과 그림 15는 이전 영상을 선택하여 보이는 경우이며 그림 16과 그림 17에서는 다음 영상을 선택하여 보이는 경우 이다.

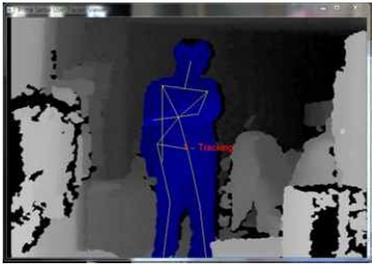


Fig. 14 Hand motion for previous image selection
그림 14. 이전 영상 선택 동작



Fig. 15 previous image selection
그림 15 이전 영상 선택

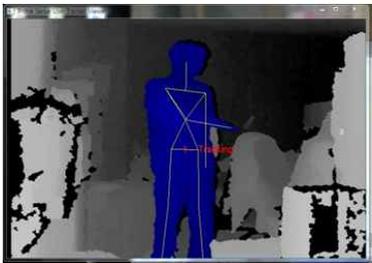


Fig. 16 Hand motion for next image selection
그림 16. 다음 영상 선택 동작



그림 17 next image selection
그림 17 다음 영상 선택

4. 정지영상 회전 제어

영상의 크기변환과 마찬가지로 skeleton 이미지에서

양 손의 좌표를 계산하여 양 손의 기울기의 변화에 따라 Open CV를 이용하여 영상을 회전하였다.

그림 18 는 반 시계방향으로 회전시키는 동작이며 그림 19 에서 반 시계방향으로 회전된 영상을 보인다. 그림 20 은 시계방향으로 회전시키는 동작이며 그림 21 에서 시계방향으로 회전된 영상을 보인다.

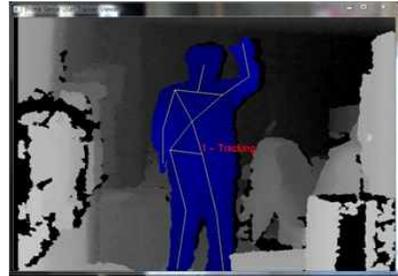


Fig. 18 Hand Motion for CCW rotation
그림 18 반시계방향 회전 동작



Fig. 19 CCW rotated image
그림 19 반시계방향 이미지 회전



Fig 20 Hand Motion for CW rotation
그림 20 시계방향 회전 동작



Fig. 21 CW rotated image
그림 21 시계방향 이미지 회전

IV. 결론

본 논문에서, Kinect 센서의 IR 센서를 이용하여 초당 30프레임의 속도로 생성되는 3차원 depth map에서 skeleton 이미지를 추출하여 양 손의 위치 변화를 프레임 단위로 인식하고 위치 변화량에 따라 영상의 크기 및 회전을 제어 할 수 있는 UX를 제시하고 실험에 의하여 구현하여 기능을 확인하였다. 본 연구의 결과는 스마트 TV, 스마트 패드 등의 기기에 카메라 등의 장치를 통하여 사용자의 손동작을 인식하여 기기의 기능을 제어할 수 있는 UX으로 응용될 수 있다.

References

- [1] Automation.com Home Page > Resources > Articles by Jim Pinto , Dec. 14, 2012, <http://www.automation.com/resources-tools/article-s-white-papers/articles-by-jim-pinto/robotics-technology-trends>
- [2] Baek Yoo Kwang, Kyongho Han, "Development of Multi-Link Mobile Robot for Rough Road Driving ", Journal of IKEE, 14(2), pp132-137, 2010
- [3] Jo Sung Won, Kyongho Han, "Posture Change Recognition System using Visual Information ", Journal of IKEE 14(4), pp291-296, 2010
- [4] Rosenfeld, A. and Pfalz J.L "Sequential Operations in Digital Picture Processing", Journal of the ACM, vol. 13, No. 4, pp 471-494, 1966
- [5] M.Roushdy, "Detection Coins with Different radii based on Hough Transform in Noisy and Deformed Image", GVIP Journal 7(1), pp 25-29,

2007

- [6] M. Pollefeys, Tutorial on 3D Modeling from Images, ECCV2000
- [7] Shiffman, Daniel, A Beginner's Guide to Programming Images, Animation, and Interaction, Morgan Kaufmann Publishers, 2008
- [8] Bradski, Gary, Learning OpenCV Computer Vision with the OpenCV Library. O'Reilly Media 2008
- [9] Lagani Re, Robert, OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook , Packt Publishing, 2011

BIOGRAPHY

Jung-Geun Lim (Student Member)



2008 : BS degree in Electrical Electronics and Computer Engineering, Dankook University.
2008~present: Graduate(MS) Student, Electronics and Electrical Engineering, Dankook University

Kyongho Han (Member)



1982: BS degree in Electronics Engineering, Seoul National Univ.
1984: MS degree in Electronics Engineering, Seoul National Univ.
1992: PhD degree in Electrical Engineering, Texas A&M Univ.
1993~present: Professor, School of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University