

# 깊이 감지 카메라의 깊이 이미지를 이용한 3차원 점군 데이터 획득

## Three-dimensional point clouds data acquisition from a depth sensing camera

\*신용득<sup>1</sup>, #백문홍<sup>1</sup>, 장가람<sup>1</sup>, 박재한<sup>1</sup>

\*Y. D. Shin<sup>1</sup>, #M. H. Baeg (mhbaeg@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, G. R. Jang<sup>1</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 지능형로봇연구그룹

Key words : 3D point clouds, depth sensing camera

### 1. 서론

3차원 점군 데이터는 물체의 인식 및 위치와 자세 추정, 3차원 맵 빌딩 그리고 사람의 손동작 인식 등 여러 분야에서 그 응용범위가 다양하다 [1][2][3]. 지금까지는 3차원 점군 데이터를 획득하기 위해서 고가의 센서를 사용하였으나, 최근 프레임 센서[4]를 사용한 깊이 감지 카메라의 등장으로 합리적인 가격에 3차원 점군 데이터를 획득할 수 있게 되었다.

그러나 이러한 깊이 감지 카메라의 출력 값은 3차원 점군 데이터가 아닌 깊이 이미지이기 때문에 정확한 값을 얻기 위해서는 여러 단계의 보정이 필요하다. 본 논문에서는 깊이 감지 카메라로부터 정확한 3차원 점군 데이터를 획득하기 위한 보정 단계를 제안한다.

### 2. 3차원 점군 데이터 획득

Kinect[5]와 같은 깊이 감지 카메라로부터 3차원 점군 데이터를 획득하기 위해서는 깊이 보정, IR카메라 보정 그리고 직교 좌표계 변환의 3가지 단계를 거쳐야 한다.

본 논문에서 사용하는 좌표계는 IR카메라 기준 좌표계(Fig. 1)를 사용한다.

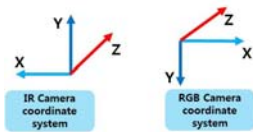


Fig. 1 Coordinate System

- 1) 깊이 보정  
깊이 감지 카메라의 출력 값( $O_{depth}$ )은 0~2047

사이의 정수 값을 가진다.

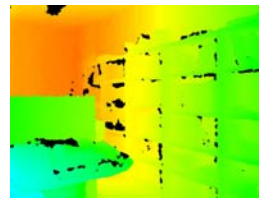


Fig. 2  $O_{depth}$  Image

레이저 거리 측정기를 이용하여 깊이 감지 카메라의 출력 값에 대한 거리 값을 측정하였고(Fig. 3), 깊이 감지 카메라의 출력 값을  $[m]$ 단위의 거리 값으로 변환하기 위하여 식(1)의 모델을 사용하였다.

$$f(O_{depth(i,j)}) = 1 / (a + bO_{depth(i,j)}) \quad (1)$$

$(i,j)$ 는  $O_{depth}$ 에 대한 픽셀 좌표이다.

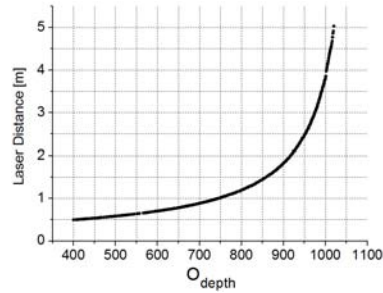


Fig. 3  $O_{depth}$  VS Laser Distance[m]

Table 1 Estimated Data

Variables	a	b
Value	3.1674	-0.0029
Standard Error	0.00295	2.96884E-6

2) IR카메라 보정

깊이 보정을 통하여 얻은 값은 직교 좌표계의 z축 값에 해당하며, 다른 두 축의 거리 값을 얻기 위하여, IR 카메라의 화각, 초점거리, 광축의 중심 좌표 값들이 필요하다. 이 값들을 얻기 위하여 [6]의 알고리즘을 이용한 IR카메라 보정을 수행하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 또한 보다 선명한 IR영상의 획득을 위하여 Kinect로부터 IR 투사를 제한한 후, 적외선 램프를 비추어 IR영상을 획득하였다.

Table 2 Calibrated IR Camera Data

Variables	$c_{ir.x}$	$c_{ir.y}$	$f_{ir.x}$	$f_{ir.y}$
Value	320.17	260.00	582.64	586.97

$(c_{ir.x}, c_{ir.y})$ 와  $(f_{ir.x}, f_{ir.y})$ 는 IR카메라 보정을 통해 얻은 광축의 중심과 초점 거리이다.

3) 직교 좌표계 변환

깊이 보정을 통하여 얻은 거리 값과 IR카메라의 보정을 통하여 얻은 값들을 식(2)의 핀홀 카메라 모델을 이용하여 직교 좌표계(x,y,z)로 변환하였다.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{f(O_{depth(i,j)})}{f_{ir.z}} & 0 & -\frac{c_{ir.x}}{f_{ir.z}}f(O_{depth(i,j)}) \\ 0 & \frac{f(O_{depth(i,j)})}{f_{ir.y}} & -\frac{c_{ir.y}}{f_{ir.y}}f(O_{depth(i,j)}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

여기서  $z = f(O_{depth(i,j)})$  이다.

Fig.4 는 식(2)로 얻은 점군 데이터를 Direct3D를 이용하여 나타낸 영상이다.

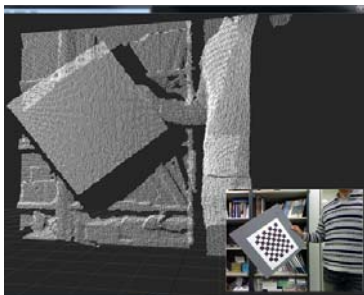


Fig. 4 3D Point Cloud Image

3. 3차원 컬러 영상 획득

3차원 컬러 영상 획득을 위하여 IR카메라로부터 얻은 3차원 점군 데이터와 RGB카메라로부터 얻은 RGB데이터들은 하나의 좌표축으로 나타내어야 한다. 이를 위하여 [6]의 알고리즘을 이용한 스테레

오 보정을 수행하였다.

Fig.5 는 스테레오 보정을 통하여 획득한 3차원 컬러 영상을 보여준다.

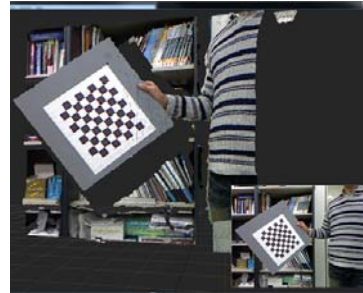


Fig. 5 Colored 3D Point Cloud Image

4. 결론

본 논문에서는 깊이 감지 카메라로부터 3차원 점군 데이터를 획득하기 위하여 깊이 보정, IR 카메라 보정 그리고 직교 좌표계로의 변환을 수행하였으며, Fig. 4,5와 같은 보정 결과를 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. S. May, D. Droschel, D. Holz, C. Wiesen and S. Fuchs, "3D Pose Estimation and Mapping with Time-of-Flight Cameras," In IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Workshop on 3D Mapping, Nice, France, 2008.
2. I. K. Park, M. Germann, M. D. Breitenstein, and H. Pfister, "Fast and Automatic Object Pose Estimation for Range Images on the GPU," Machine Vision and Application, vol. 21, Aug. 2009.
3. N. H. Lehment, D. Arsic. M. Kaiser, and G. Rigoll, "Automated Pose Estimation in 3D Point Clouds Applying Annealing Particle Filters and Inverse Kinematics on a GPU," In IEEE International Conference on Image Processing, Sep. 2010.
4. PrimeSense Ltd. , <http://www.primesense.com/>
5. Microsoft Co. , <http://www.xbox.com/kinect/>
6. Z.Zhang, "Flexible Camera Calibration by Viewing a Plane from Unknown Orientations," Proc. of the IEEE International Conf. on Computer Vision., pp. 666-673, 1999.