

予 習 事 項

実験に先立ち、画像による 3 次元計測の仕組みや実験装置の動作原理について、自ら調査して理解しておくべきことが書いてあります。また、本書の問 1～問 3 について答えられるように予習しておくことが実験開始の必要条件です。本実験の最終日に提出するレポートに調査事柄が適切に含まれている場合は加点します。

1 基礎用語

実験開始日までに、下記の用語の意味を理解しておくこと。解説やレポートでこれらの用語を適切に理解し使用できていない場合は減点対象になります。

- カメラ座標 (camera coordinates), 世界座標 (world coordinates), カメラ幾何学 (camera geometry),
- 焦点距離 (focal length), 投影中心 (center of projection), 主点 (principal point), 光軸 (optical axis),
- 両眼視差 (binocular disparity), ステレオビジョン/ステレオ法 (stereo vision / stereo method),
- 透視投影/透視変換 (perspective projection / perspective transformation),
- カメラ校正・較正 (camera calibration)

2 透視投影

図 1 のように 3 次元空間の点 $P(X, Y, Z)$ が 2 次元画像の点 $p(u, v)$ に対応するとき、 u, v と X, Y, Z の間の関係を理解しておいてください。これは透視投影モデルと呼ばれ、画像による 3 次元計測の基礎です。

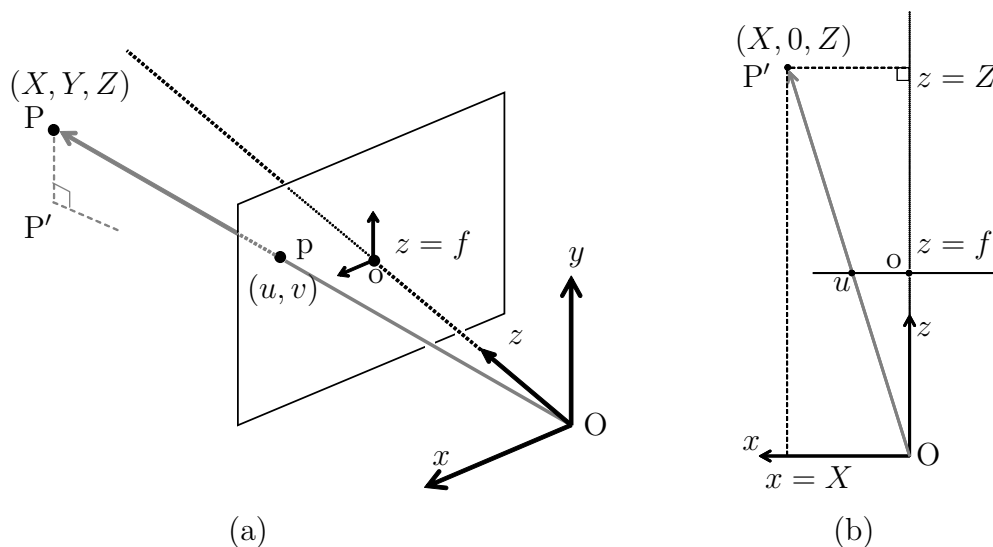


図 1 (a) 透視投影モデル. 3 次元空間の点 P が画像平面 $z = f$ の上の点 p に対応するように投影される. 実験では O をカメラ中心, x 軸を水平左向き, y 軸を鉛直上向き, z 軸をカメラの光軸とする. また, 主点 $o(0, 0, f)$ を画像平面の原点とする. 点 P' は点 P から zx 平面に降ろした垂線の足. (b) zx 平面における投影の様子.

問題

問 1 図 1 で、焦点距離 f と 3 次元空間の点 (X, Y, Z) が与えられたとき、画像の点 (u, v) を求めよ。(透視変換)

問 2 図 1 で、 f , (u, v) , Z が与えられたとき、点 (X, Y, Z) の X, Y を求めよ。(逆透視変換)

問 3 深度画像、距離画像 (depth image, range image) とは何か。

3 深度カメラ

実験では、3 次元画像計測装置として [RealSense \(リアルセンス\)](#) を使用します¹。この装置は、能動的ステレオ (active stereo) と呼ばれる原理で 3 次元空間の物体の形状を計測する機能を備えています。また、この装置を Linux で使用するために [Intel RealSense Cross Platform API \(librealsense\)](#) を使用します。

ステレオ視の仕組みを概説した「付録：ステレオ視の原理」を読み、更にステレオ視の仕組みを事前に詳しく調査してください。

参考資料

- J. Ramesh, *et al.*, [Depth](#), *Machine Vision*, Chapter 11, pp.289–308, 1995.
- [Intel RealSense / Computer stereo vision / 3D reconstruction](#)
- [Intel RealSense Cross Platform API \(librealsense\) Developer's Guide](#)
- [Depth from Stereo](#)
- [インテル RealSense を学ぼう - Unity](#)

その他の資料 (少し古い)

- [Technical description of Kinect calibration](#)
- [How the Kinect Depth Sensor Works in 2 Minutes](#)
- [How Kinect Fusion and Kinect Work](#)
- [Kinect の分解と中身](#)

Web を検索すると、上記の資料より新しいもの・わかりやすい資料がたくさん見つかります。面白い資料や応用例を見つけたら教えてください²。

¹深度カメラを使いたい人は、COVID-19 の影響による対面授業禁止が解除されてから酒井に申し出てください。

²又聞きで中途半端な国内の後追い情報ばかり探していませんか？情報技術は世界的に研究開発されているので、海外の記事の方が情報が豊富で正確、そして分かり易いものが見つかります。例えば[これ](#)と[これ](#)を見比べてみましょう。