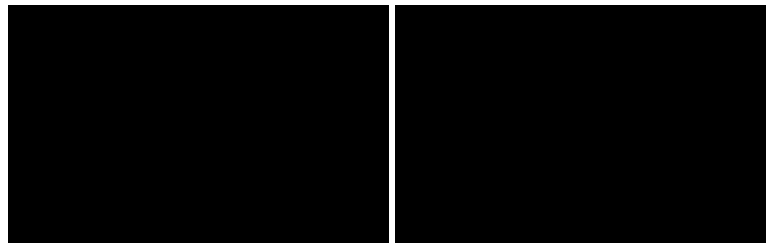


1 レンズの歪曲収差とは何か

収差を大別すると、単色収差と色収差に分けられる。歪曲収差は単色収差のひとつである。単色収差には記述方法の異なる光線収差と波面収差の分類があるが、物理的実体は同じであり、光線収差を求めるために、屈折面においてスネルの法則を用いて光線を追跡するとき、近似していくなかで、光線収差には5つの分類が出来上がる。これはザイデルの5収差と呼ばれ、歪曲収差はそのひとつとされている。歪曲収差は光軸に垂直な平面上にある物体は、光軸に垂直な平面上に結像するため、像は鮮明となる。しかし、光軸から離れた部分ほど形状が歪む性質が観測できる。歪む形には糸巻き型や樽型が挙げられる。歪曲収差は像点のずれが像高の3乗に比例するため、像の大きさによって横倍率が異なることにより生じる。つまり、入射光線の画角または像高により、結像倍率が異なってしまう。



図 1: 歪曲収差



(a) 糸巻き型

(b) 樽型

図 2: 歪曲収差による観測できる形

2 レンズの歪曲収差の校正方法について

歪曲収差は半径方向歪みに分類され、これはレンズの形状に起因する。レンズの特性から、レンズの中心から離れた場所を通過する光は近くを通過する光よりも大きく曲げられる。この特性より、光学の中心において歪みは観測されなく、周辺部分に行くに従って歪みは大きくなる。現実では、この歪みは小さいものであり、光学中心からみた半径を r とし、 $r = 0$ 付近でのテイラー級数を求め、近似値として表せる。

$$x_{corrected} = x(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \quad (1)$$

$$y_{corrected} = y(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \quad (2)$$

一般的には、第二の項を用いるが、魚眼カメラのように歪みの大きいカメラの場合は第三の項を使って近似する。

—
この他にも、レンズの組み合わせによる校正方法が挙げられる。

3 歪曲収差以外の収差とその特徴について

1 章にて、収差には単色収差と色収差が存在すると述べた。また、単色収差にはザイデルの 5 収差がある。

3.1 ザイデルの 5 収差

3.1.1 球面収差

球面収差とは、光軸から離れた光線ほど、光学系浸透後に、軸上での像点の手前にできてしまうことをいう。他の収差と異なり、像面全体に同量の収差を生じさせる。また光軸上の物体に対しても収差が存在するのは、球面収差だけとなっている。

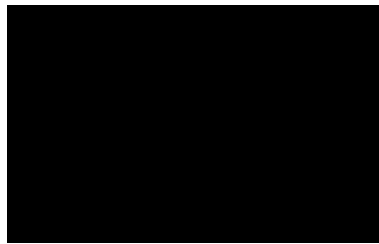


図 3: 球面収差

3.1.2 コマ収差

コマ収差とは、光軸より離れた物点の横倍率が物点の位置により異なる収差のことをいう。

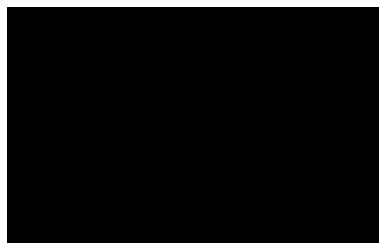


図 4: コマ収差



図 5: 非点収差

3.1.3 非点収差

非点収差とは、子午光線と球欠光線に対する焦点距離の違いのことをいう。

3.1.4 像面収差

像面収差とは、光軸に平行な光線と傾いた光線が、光軸に垂直な同一面に結像しないことをいう。

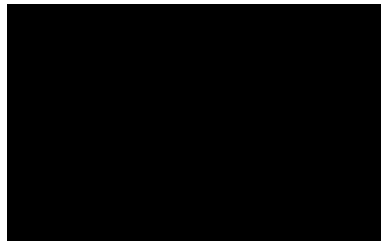


図 6: 像面収差

3.2 色収差

参考文献

- [1] 国立社会保障・人口問題研究所, ”日本の世帯数の将来推計”, 2013 年
- [2] 森 武俊, 佐藤 知正, ”ロボティックルーム 1・2・3 の開発”, 2008, 電子情報通信学会誌 91(5), pp 402-410
- [3] 独立行政法人 理化学研究所, ”RIBA”, <http://rtc.nagoya.riken.jp/RIBA/>
- [4] 可児周平, 三浦純, ”移動ロボットによる住環境センシングと生活支援への応用”, 2015, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015
- [5] トヨタ・パートナーロボット, http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/partner_robot/, 2016/12 accessed
- [6] ROS.org, <http://wiki.ros.org/ja>
- [7] gmapping, <http://wiki.ros.org/gmapping>
- [8] S.Thrun, W.Burgard, D.Fox, ”Probabilistic Robotics”, The MIT Press, 2005
- [9] amcl, http://wiki.ros.org/move_base
- [10] move_base, http://wiki.ros.org/move_base
- [11] Gazebo, <http://gazebo.org/>