

Dual-Lens Cameraを用いた Depth Image Processingの評価

2020/02/03 | Investigation Report | Rutilea

Depth Image Processing実装の流れ

- 環境構築
- Chessboardイメージ撮影
- Calibrationの画像処理による歪曲収差補正
- Depth Map 表示

環境構築

Requirements (ハードウェア)

- ELP Stereo Camera*などのDual Lensカメラ

Requirements (その他)

- Python3, OpenCV, OpenCV-Python など**
- 参考資料***のキャプチャーコードを含んだ3つのスクリプト実装

スクリプト名	説明
1-capture.py	デュアルレンズカメラで撮影およびイメージの保存
2-calibrate.py	Chessboardイメージを基に歪曲収差補正処理
3-stereo_depth.py	Depth Map 表示

* <http://www.webcamerasusb.com/dual-lens-stereo-usb-camera-c-46/>

** <https://albertarMEA.com/post/opencv-stereo-camera/>

*** <https://gist.github.com/aarmeA/629e59ac7b640a60340145809b1c9013#file-1-capture-py>

キャプチャーコードよりchessboardイメージ撮影 (1)

- コードのパスに撮影イメージ保存用のディレクトリを作成

./capture

./capture/left

./capture/right

- [python 1-capture.py] よりキャプチャコードを実行

- 用意したchessboardを撮影・イメージを保存する

- Tips

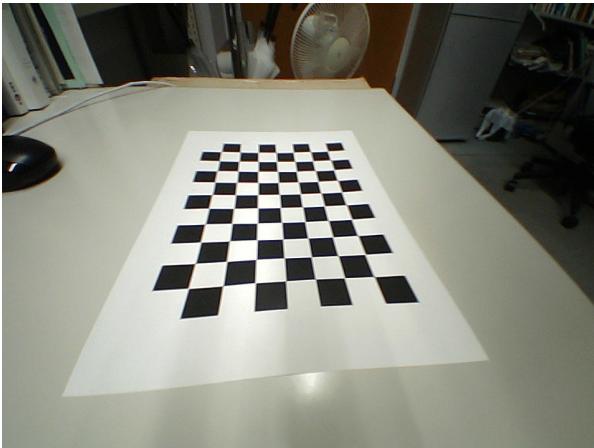
1. 保存したイメージを次の歪曲収差補正に使う。補正には適切な画像の十分なデータ数が要求される。精度のため、**64枚以上**撮るのが望ましい。

2. より正確な補正のためには、**近くで多様な角度から**撮影して**歪曲が著しく現れる画像**が望ましい。

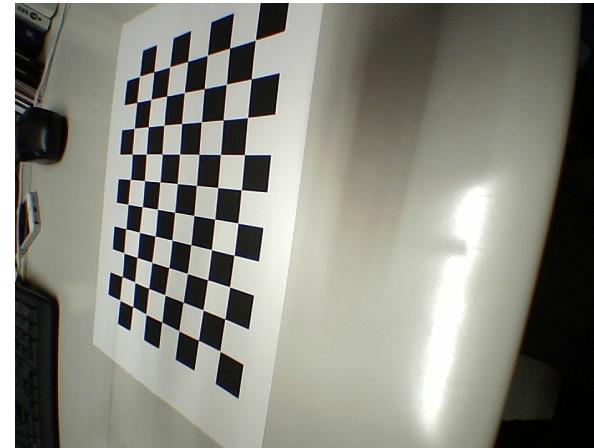
キャプチャーコードよりchessboardイメージ撮影 (2)



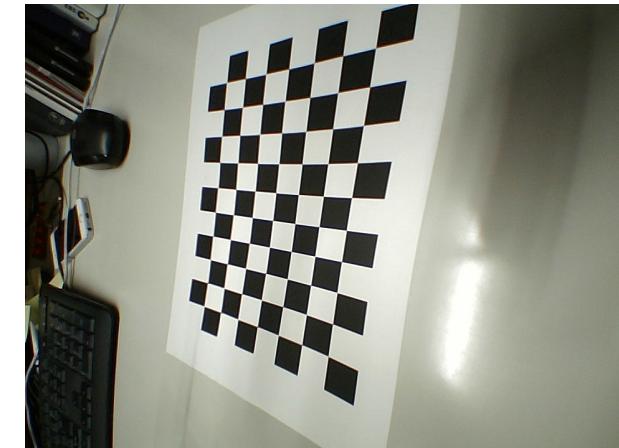
Left Image from bottom



Right Image from bottom



Left Image from right



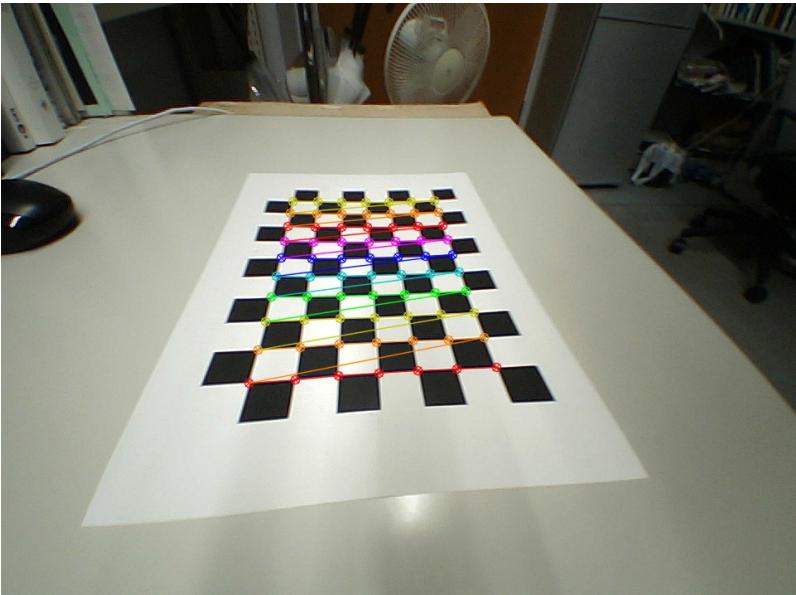
Right Image from right

- 歪曲が現れるように、また、多様な角度から撮影

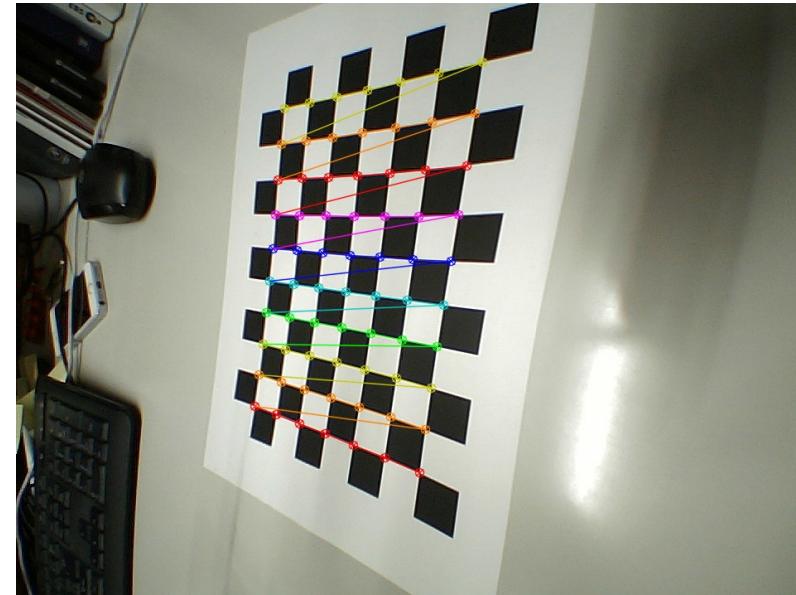
Calibrationの画像処理による歪曲収差補正(1)

- [python 2-calibrate.py capture/left capture/right calibrate] より実行
- ./capture/left/chessboards.npz, ./capture/right/chessboards.npz, ./calibrate.npzが実行結果として生成される。calibrate.npzには歪曲収差補正に必要な画像変換行列の情報が付与されている。
- Tips
 1. calibrateに用いられるchessboard画像データ数のデフォルト値は64枚。用いるデータの数を増やすと、補正の精度はログ関数的にまた漸近的に向上されるが、処理時間は次数的に増加する。
 2. 補正の精度には、chessboard画像データの数よりは画像の撮影角度や距離などのパターンのバリエーションを高める方が有利である

Calibrationの画像処理による歪曲収差補正 (2)



Calibration of right Image
(from bottom)



Calibration of right Image
(from right side)

- OpenCVのbuilt-in関数(`findChessboardCorners`)より以上の画像にマッピングされる
- この場合、chessboardsのサイズ設定は(7, 10)、あるいは(10, 7)

Depth Mapの表示 (1)

- [python 3-stereo_depth.py calibrate.npz] より実行
 - ./capture/left/chessboards.npz, ./capture/right/chessboards.npz, ./calibrate.npzが実行結果として生成される。calibrate.npzには歪曲収差補正に必要な画像変換行列の情報が付与されている。
- Tips
1. calibrateに用いられるchessboard画像データ数のデフォルト値は64枚。用いるデータの数を増やすと、補正の精度はログ関数的にまた漸近的に向上されるが、処理時間は次数的に増加する。
 2. 補正の精度には、chessboard画像データの数よりは画像の撮影角度や距離などのパターンのバリエーションを高める方が有利である

Depth Mapの表示 (2)

Case 1
(plane-background)



Case 2
(room, compositions)



Left Image

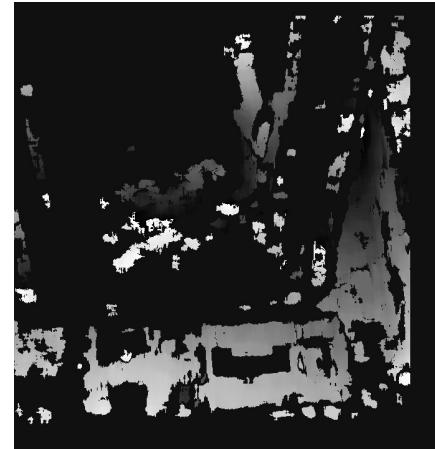
Right Image

Depth Map

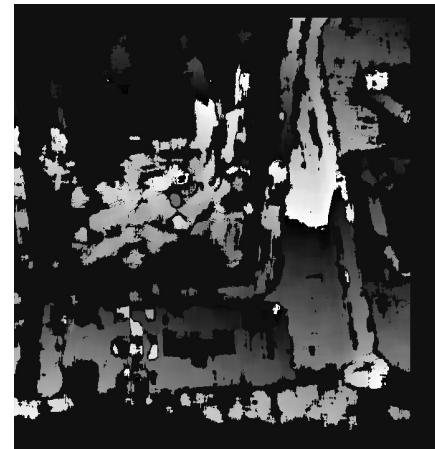
- シンプルな背景の場合や物の構図の距離差が明確な場合では、距離感や物の数が識別できる（指の数、ネジの高さや数など）
- 近すぎるものや、光の反射が激しい・少ない場合はDepth Mapで黒で表示される（識別できない）⁹

Depth Mapの表示 (3)

Case 3
(30cm-distance screws
w/o light)



Case 4
(30cm-distance screws
w/ supporting light)



Left Image

Right Image

Depth Map

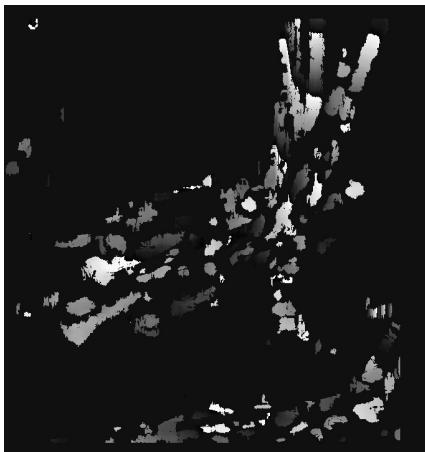
- (case 3) 箱の底とネジ自体の距離差と反射率差が小さいため、ネジの数・向き・形など識別性が悪い
- (case 4) ネジの外形は識別できる → 照明などで物の反射率を上げると Depth Map の識別を改善できる

Depth Mapの表示 (3)

Case 5
(close-distance screws
w/o light)



Case 6
(close-distance screws
w/ supporting light)



Left Image

Right Image

Depth Map

- (case 5) カメラと対象の距離を小さくしても識別率は向上できない
 - (case 6) 同様
- 識別率には、対象自体の距離差(ネジと箱の底など)の影響が大きい

結果メモ

要素	改善できるケース	特徴	備考
証明の有無	あり	暗い・明るすぎる場合は識別性が低下	乱反射する物が識別しやすい
カメラと対象との距離	-	近すぎると識別性が低下	-
対象自身の距離差	バリエーションが大きい	-	-
Calibration Quality	多様な角度で撮影した chessboard イメージを使う	-	-
Depth Map の設定値	(未確認)	(未確認)	(未確認)
Dual-Lens Camera Quality	性能の良いカメラ*	-	ELP Stereo Cameraは各々のレンズでとれた画像に歪みが著しい傾向がある。例示の画像**も花瓶の葉っぱが識別できるグラのレベルである。

* <https://rdmilligan.wordpress.com/2016/05/23/disparity-of-stereo-images-with-python-and-opencv/>

** <https://albertarMEA.com/post/opencv-stereo-camera/>

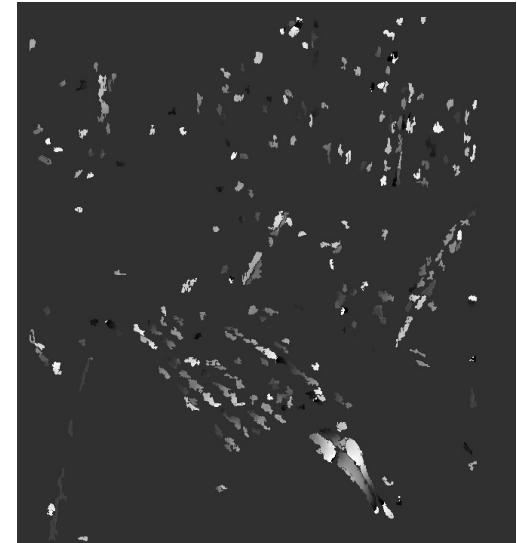
Error Cases



Left Image



Right Image



Depth Image

- 深度の識別率が悪く、元の画像との相関性の少ないDepth Mapが現れる
- 歪曲収差補正での生成された低質なcalibrate.npzが原因として挙げられる
- Calibrateの段階で、用いるchessboardのサイズ設定が違う場合、画像データの数が十分ではない場合などに生じる。