

1) **Objetivos:**

- Entender os conceitos básicos essenciais de parâmetros intrínsecos e extrínsecos de câmeras.
- Realizar um experimento de calibração de câmeras.
- Elaborar o relatório em equipe de alunos.

2) **PARTE 1:** Estudo da teoria sobre parâmetros da geometria de câmeras. Estudar detalhadamente os seguintes itens (não é necessário executar):

- Estude aqui a geometria da formação de imagens:  
<<https://learnopencv.com/geometry-of-image-formation/>>.
- Teoria da Calibração de Câmera com OpenCV:  
<<https://learnopencv.com/camera-calibration-using-opencv/>>
- Atenção na parte de Distorção Radial das Lentes:  
<[https://docs.opencv.org/4.x/dc/dbb/tutorial\\_py\\_calibration.html](https://docs.opencv.org/4.x/dc/dbb/tutorial_py_calibration.html)>.

3) **PARTE 2:** Executar um exemplo de calibração de câmeras.

- Baixe no computador os arquivos do **Lab2**, na sua pasta com seu nome.
- Nesta pasta, ative o ambiente virtual, anteriormente criado no linux.
- Os experimentos descritos a seguir, deverão ser estudados e executados conforme as instruções abaixo. No relatório descreva os procedimentos com o máximo de detalhes, de forma a permitir a reprodução do experimento.

(A) O procedimento de calibração de câmera com imagens fornecidas de exemplo: O programa “**L2\_cal.py**” realiza a calibração de câmeras conforme o exemplo do item **2.b)** acima. Execute este programa dentro da pasta descompactada com as imagens fornecidas, e verifique o resultado.

```
python3 L2_cal.py
```

Responda: liste todos os parâmetros obtidos, colocando-os nas formas de matrizes e vetores (Matriz **K**, matriz **R**, vetor **t**, e **dist** ).

Explique o significado de **K**, **R**, **t**, e **dist**.

(B) Calibração da sua webcam com a captura de suas próprias imagens de calibração: O programa “**L2\_chess.py**” realiza a captura de múltiplas imagens, permitindo salvar em arquivos numerados, sendo uma imagem de cada vez tecando uma tecla do teclado.

--Altere neste programa o nome do arquivo a ser gravado. Use o nome de um dos integrantes da equipe. Obtenha entre 10 a 15 imagens do padrão de calibração (tabuleiro):

```
python3 L2_chess.py
```

--Em seguida, com estas imagens obtidas, execute a calibração da sua câmera com o programa “**L2\_cal.py**” .

Responda: liste todos os parâmetros obtidos, colocando-os nas formas de matrizes e vetores (Matriz **K**, matriz **R**, vetor **t**, vetor dos coeficientes de distorção). Compare e analise as diferenças com o obtido no item anterior.

Apresente o valor numérico obtido pela calibração de sua câmera dos seguintes parâmetros: **focal length**, **aspect ratio**, **skew**, **principal point**, e comente esse resultado obtido.

Qual o motivo de resultar um conjunto **R** e **t** para cada imagem usada na calibração? O que estas variáveis **R** e **t** significam perante os sistemas de coordenadas envolvidos?

(C) Realize a calibração de uma outra câmera pessoal:

Responda: liste todos os parâmetros obtidos, colocando-os nas formas de matrizes e vetores. Compare e analise as diferenças com o resultado anterior, do item (B).

(D) Correção de distorção de imagens: utilizando a câmera calibrada, obtenha imagens coloridas, por exemplo usando o programa L2\_chess.py. Pelo menos duas imagens por cada aluno da equipe.

(i) Nestas imagens obtidas, realize a correção de distorção de imagens, elabore um programa com a função **cv.undistort()**, (vide a referência [3]), fazendo uso dos parâmetros de calibração desta câmera, obtidos conforme o item (B) acima.

(ii) Elabore outro programa usando a opção 2 “remapping”, da referência [3].

Responda: apresente as imagens originais e as imagens com correção de distorções lado a lado. Compare e analise os resultados da correção de distorção radial.

4) **Relatório:** Elaborar o relatório em formato HTML, e hospedar no github, conforme instruções em aulas anteriores.

O relatório deverá conter pelo menos os seguintes tipos de Seções:

- Título do relatório
- Nome completo dos autores do relatório
- Data de realização dos experimentos
- Data de publicação do relatório
- Introdução – apresentando o que será descrito e relatado, bem como uma breve introdução ao assunto
- Procedimentos experimentais – explicando como realizar e executar as atividades
- Análise e discussão dos estudos realizados
- Conclusões
- Referências consultadas e indicadas.

Cada relatório deverá ser colocado numa pasta separada, junto com os arquivos pertinentes.

A página HTML da equipe deverá conter um índice das aulas de laboratório, com um link para cada relatório.

-X-X-X-

**Referências:**

- [1] Geometria da formação de imagens:  
<<https://learnopencv.com/geometry-of-image-formation/>>.
- [2] Calibração de Camera com OpenCV:  
<<https://learnopencv.com/camera-calibration-using-opencv/>>
- [3] Camera Calibration. Atenção à parte de Distorção Radial da Lentes:  
<[https://docs.opencv.org/4.x/dc/dbb/tutorial\\_py\\_calibration.html](https://docs.opencv.org/4.x/dc/dbb/tutorial_py_calibration.html)>.
- [4] Camera Calibration Toolbox for Matlab:  
<<http://robots.stanford.edu/cs223b04/JeanYvesCalib/>>
- [5] Pinhole camera model:  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Pinhole\\_camera\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Pinhole_camera_model)>

-X-X-X-