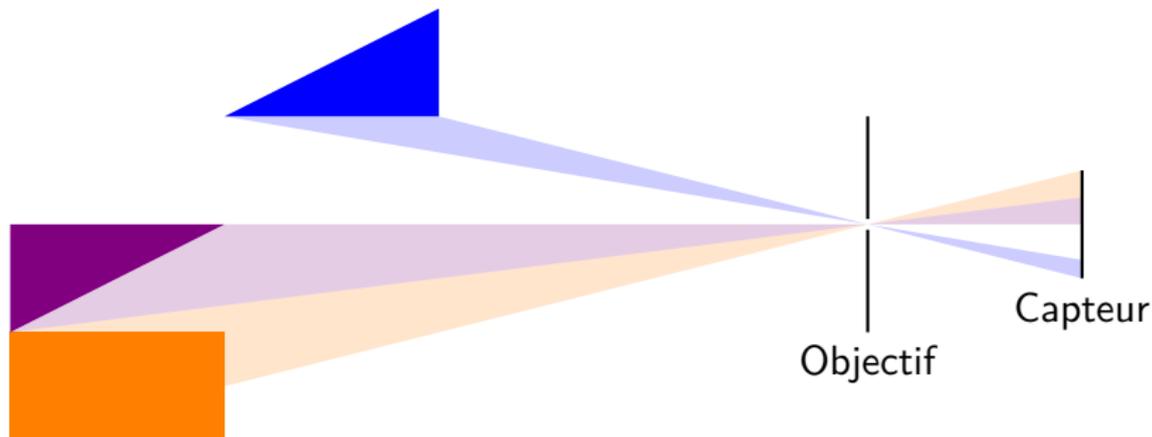


# Projets Technologiques: Vision 3D pour robots

## Calibration de caméra

7 novembre 2019

# Le modèle sténopé : géométriquement



## Caractéristiques

- Trou de diamètre négligeable
- Matrice de photorécepteurs pour le capteur
- *Pinhole* en anglais

# Le modèle sténopé : mathématiquement

## 2 repères

- $x_{\text{cam}}, y_{\text{cam}}, z_{\text{cam}}$  : position dans le repère caméra [m]
- $x_{\text{img}}, y_{\text{img}}$  : position dans le repère image [px]

## Paramètres

- $f$  : Distance focale [m]
- $\mu_x, \mu_y$  : Taille des photorécepteurs [m/px]
- $c_x, c_y$  : Centre du capteur dans l'image [px]

## Mathématiquement

$$\frac{(x_{\text{img}} - c_x)\mu_x}{f} = \frac{x_{\text{cam}}}{z_{\text{cam}}} \iff x_{\text{img}} = \frac{x_{\text{cam}}}{z_{\text{cam}}} \frac{f}{\mu_x} + c_x$$

Similaire pour y

# Le modèle sténopé : mathématiquement dans OpenCV

## Matrice camera

$$M = \begin{bmatrix} \frac{f}{\mu_x} & 0 & c_x \\ 0 & \frac{f}{\mu_y} & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

## Caméra vers Image

$$\begin{bmatrix} x_{\text{img}} \\ y_{\text{img}} \\ 1 \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} \frac{x_{\text{cam}}}{z_{\text{cam}}} \\ \frac{y_{\text{cam}}}{z_{\text{cam}}} \\ 1 \end{bmatrix}$$

## Image vers caméra

$$\begin{bmatrix} x_{\text{cam}} \\ y_{\text{cam}} \\ z_{\text{cam}} \end{bmatrix} = \lambda M^{-1} \begin{bmatrix} x_{\text{img}} \\ y_{\text{img}} \\ 1 \end{bmatrix}$$

# Projection : 3D $\rightarrow$ 2D

## Informations perdues

- Taille des objets (dépendant de distance)
- Angle entre des lignes (parallèle/perpendiculaire)

## Ce qui est conservé

- Les lignes droites restent droites

# La distortion

En théorie : ligne dans le monde  $\rightarrow$  ligne dans l'image

# La distortion

En théorie : ligne dans le monde  $\rightarrow$  ligne dans l'image



# La distortion

En théorie : ligne dans le monde  $\rightarrow$  ligne dans l'image



## Pourquoi ?

- Le modèle sténopé reste un modèle...
- Fabrication des lentilles difficiles/coûteuse

# Comment trouver les paramètres du modèle ?

## Documentation et logique !

- Distance focale → documentation lentilles
- Centre optique → environ moitié de l'image
- Distorsion → ???

## Par calibration/étalonnage

- Utilisation d'un pattern connu
- Détection de points caractéristiques dans plusieurs images
- Optimisation de paramètres
  - Paramètres intrinsèques (focale, centre optique, distorsion)
  - Paramètres extrinsèques (position et orientation du pattern)
- Dans OpenCV3
  - `cv::calibrateCamera`
  - `cv::calibrateCameraCharuco`