Insper

Robótica Computacional

Comportamento, Controle, Localização

Comportamento

Como decidir o comportamento do robô?

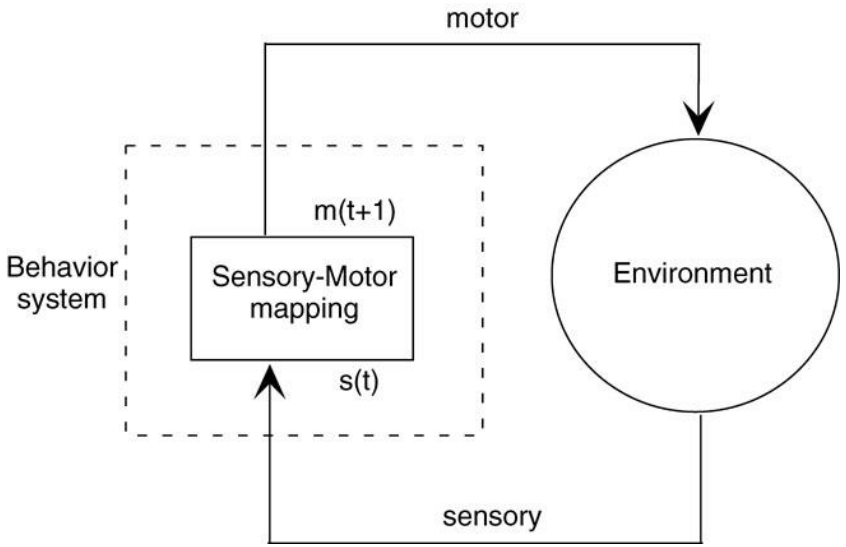
Na primeira aula discutimos o seguinte cenário. Qual ação o robô deveria tomar?

Insper

Estrutura de controle de robô

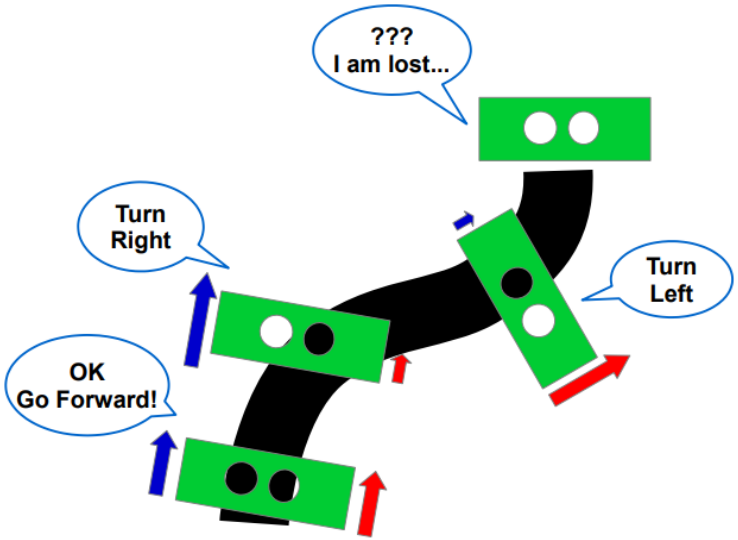
- Um robô autônomo vê o ambiente ao redor e depois executa uma ação.

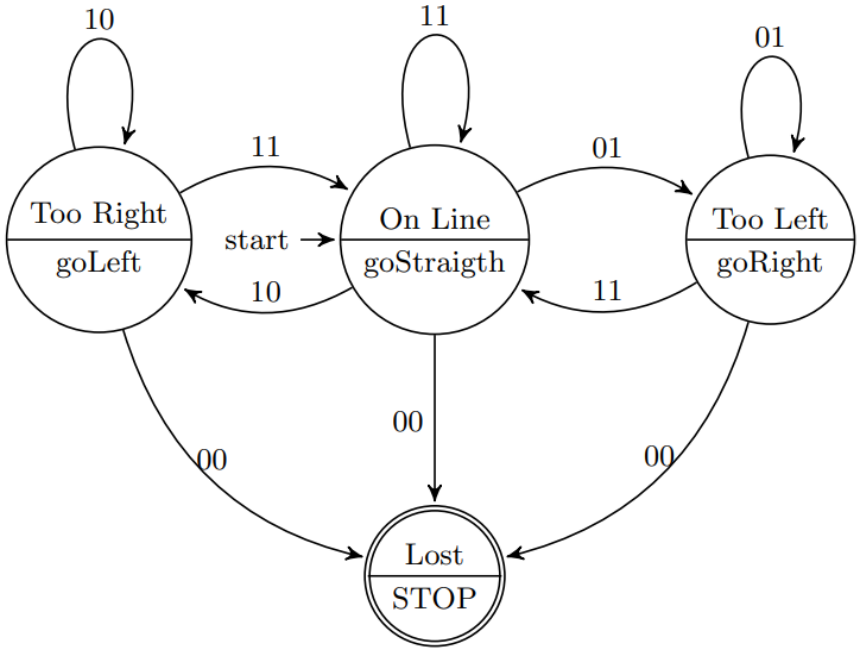
- Dependendo do seu comportamento, podemos ter diferentes resultados.



Insper

Máquina de Estado

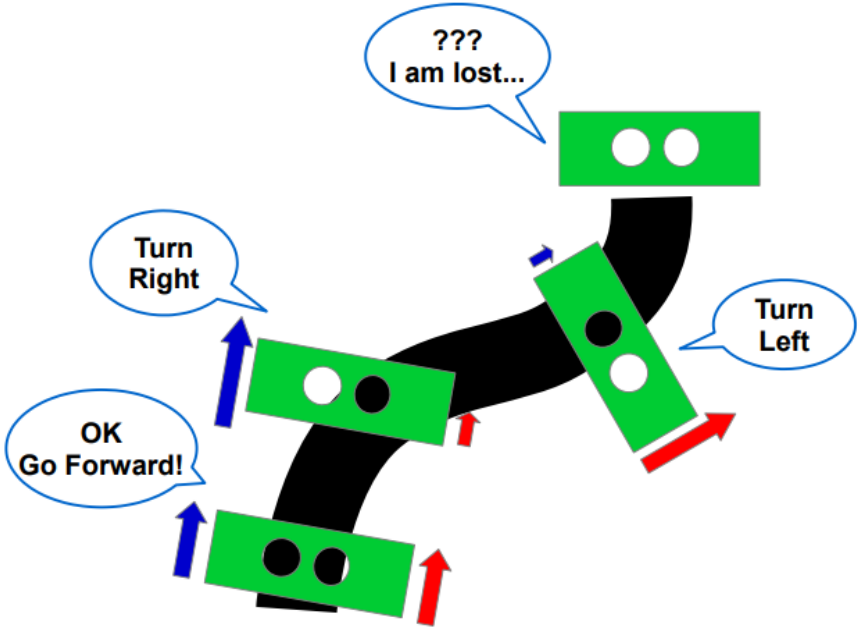




Insper

Máquina de Estado

- Neste exemplo de um robô seguidor de linhas, ele tem 4 estados:
  - Virar a direita
  - Virar a esquerda
  - Linha reta
  - Parado
- Decisão é feita através do output do sensor IR



Insper

Máquina de Estado

```
class Control():
        def __init__(self):
        self.robot_state = "procura" # Estado atual

        self.robot_machine = {
            "procura": self.procura,
            "aproxima": self.aproxima,
            "para": self.para
        }

    def procura(self) -> None:
        ...
        self.robot_state = "aproxima"

    def aproxima(self) -> None:
```

Insper

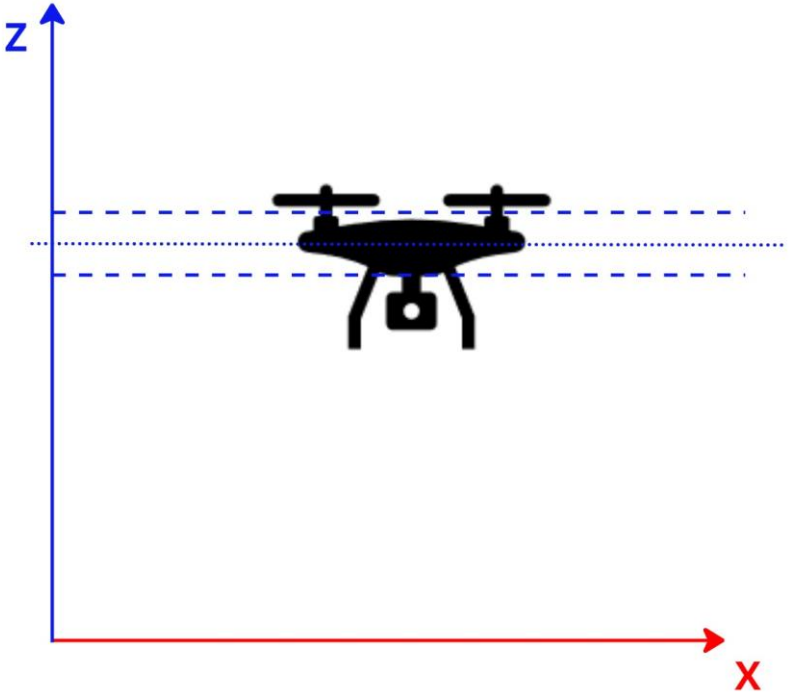
Controle Proporcional

Novos paradigmas

Aprendizado por Reforço	Machine Learning
Planejamento e Otimização	Modelar o ambiente em questão e otimizar a trajetória e comportamento de acordo.
Teoria de Controle	Ajuste através de métodos matemáticos. **Exemplo: Controle Proporcional**
Árvore de Comportamento	Sequência de decisões

Controle Proporcional

- Na teoria de controle, controle proporcional é uma forma de controle onde a ação, output, do sistema é proporcional ao erro entre o ponto atual e o ponto desejado.
- Exemplo: http://grauonline.de/alexwww/ardumower/pid/pid.html
- $u(t) = K_p * e(t)$

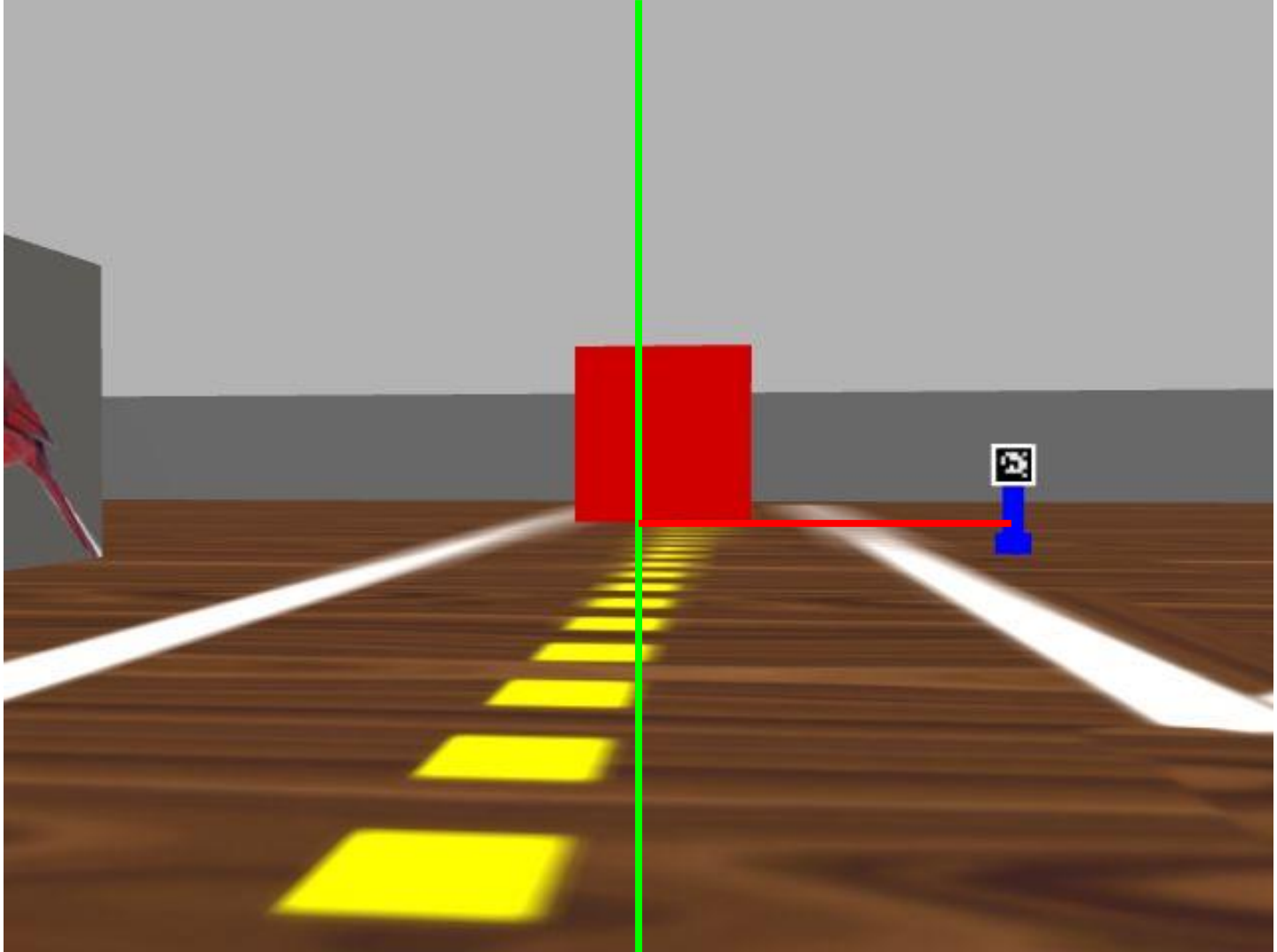


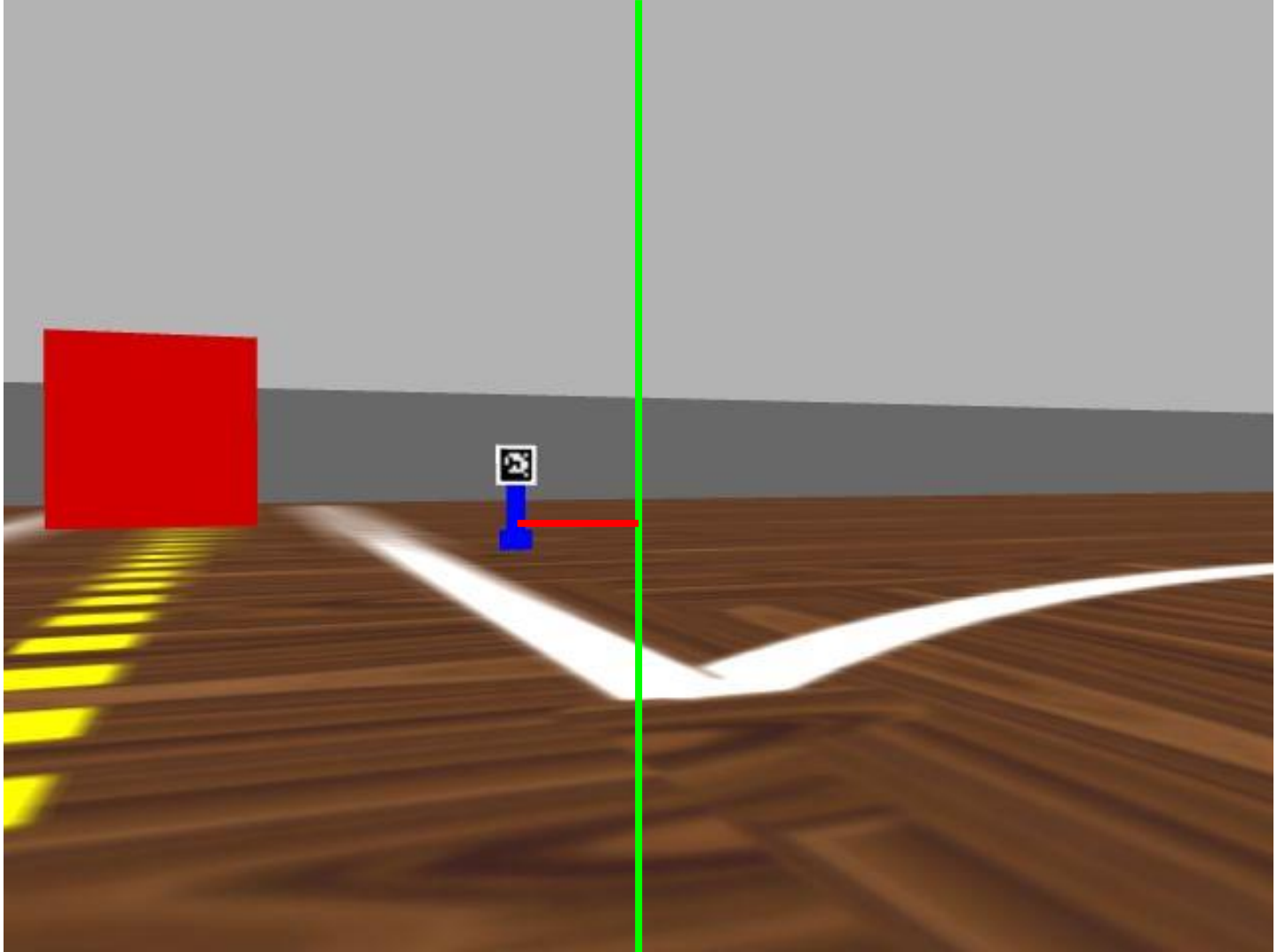
Controle Proporcional

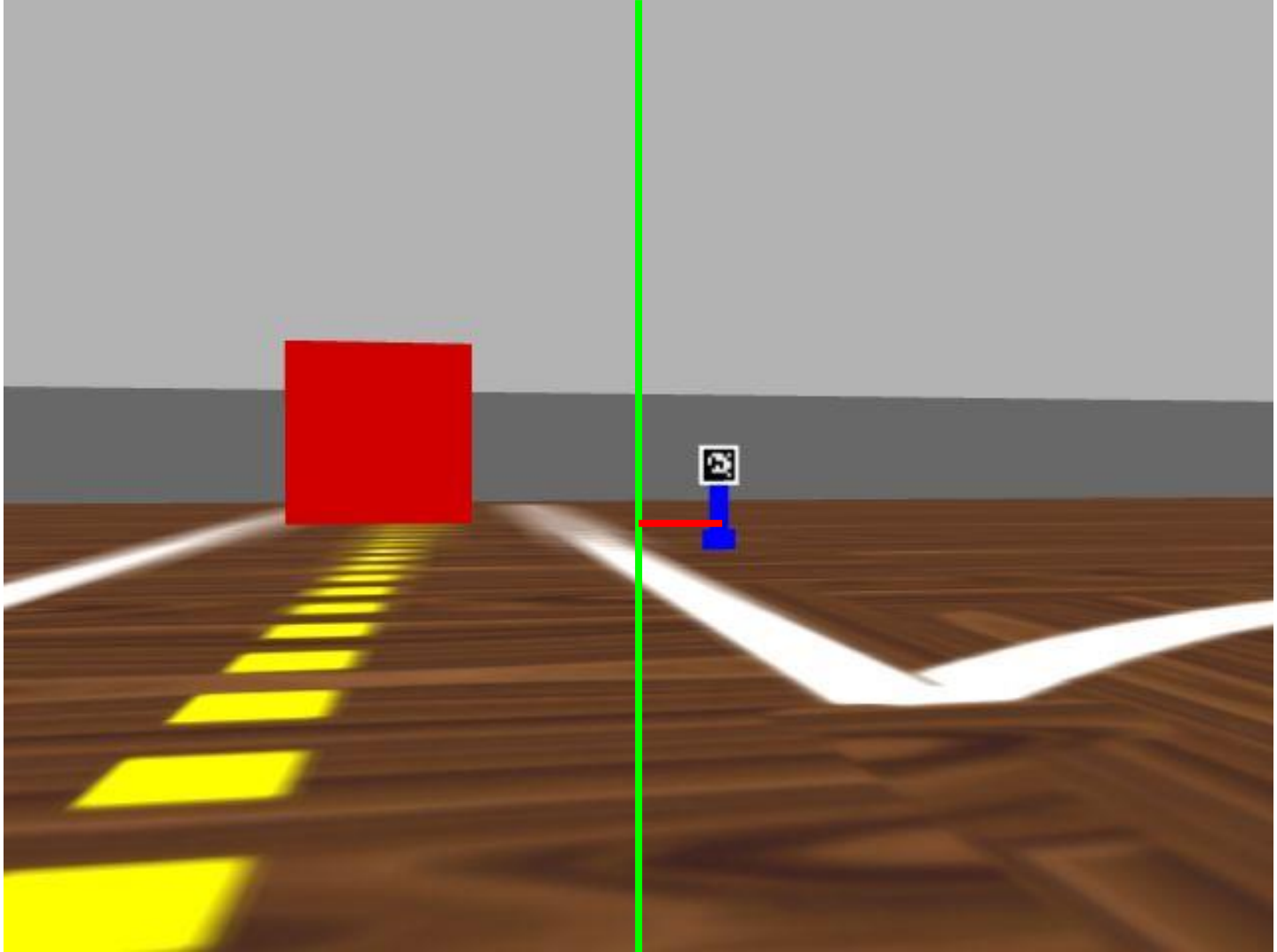
$$u(t) = K_p * e(t)$$

```
class Follower:
    def __init__(self):
        self.cx = -1
        self.kp = 100
        ...
    def image_callback(self, msg):
        ...
        self.w = image.shape[2]
        ...
        self.cx = int(M['m10']/M['m00'])

    def control(self):
        err = self.w/2 - self.cx # e(t)
        self.twist.angular.z = float(err) / self.kp
```





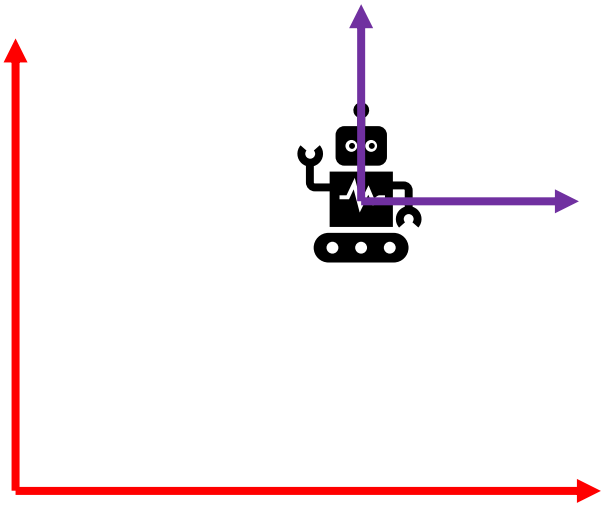


Localização

Localização

Localização ajuda o robô a interagir melhor com o ambiente.

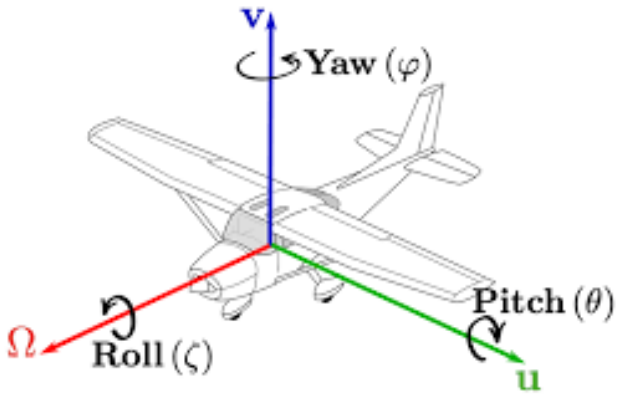
- O mapa consiste em uma vista superior do mundo e pode ser definido a partir de:
  - Coordenadas **Global**: Eixo fixo no mundo
  - Coordenadas **Local**: Eixo no robô
- Na ROS a odometria é dada como:
  - Robô Simulado: Localização absoluta.
  - Robô Real: Localização com base no *encoder* das rodas.

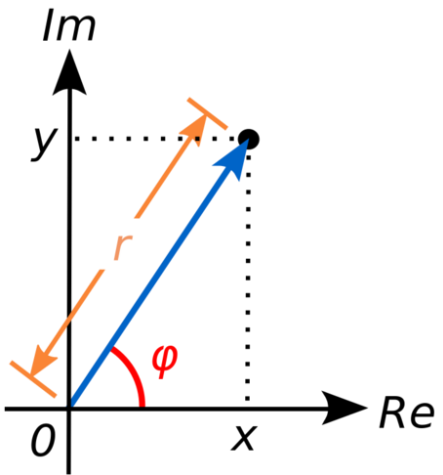


Localização

Além de localização, o robô tem uma orientação.

- Orientação podem ser expressas de duas formas:
  - Euler (3-upla)
    - Combinação de rotação:
      - $R = R_x * R_y * R_z$
  - Quaternions (4-upla)
    - Números imaginários





Insper

Odometria

Tópico: `/odom`

```
def odom_callback(self, data: Odometry):
        self.position = data.pose.pose.position

        orientation_list = [data.pose.pose.orientation.x,
                                                data.pose.pose.orientation.y,
                                                data.pose.pose.orientation.z,
                                                data.pose.pose.orientation.w]

        self.roll, self.pitch, self.yaw = euler_from_quaternion(orientation_list)

        # converter o angulo yaw de [-pi, pi] para [0, 2pi]
        self.yaw = self.yaw % (2*np.pi)
```

Atividades

Agora estão prontos para seguir com a APS4