# 状态估计

状态估计器基于状态态空间模型实现对状态的预测

$$\begin{cases}\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t)\end{cases}$$

可估计的状态量为世界坐标系下机器人的状态.(四足稳定触地)

$\Downarrow$

足端速度为0.

$$x = \begin{bmatrix} p_b \\ v_b \\ p_0 \\ p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{机身位置} \\ \text{机身速度} \\ \left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} \text{四足点} \end{matrix} \qquad \dot{x} = \begin{bmatrix} v_b \\ R_{sb}a_b + g \\ 0_{3\times1} \\ 0_{3\times1} \\ 0_{3\times1} \\ 0_{3\times1} \end{bmatrix}$$

得状态方程

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0_{3\times3} & I_3 & 0_{3\times12} \\ & 0_{3\times18} & \\ & 0_{12\times18} & \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0_{3\times3} \\ I_3 \\ 0_{12\times3} \end{bmatrix} [R_{sb}a_b + g]$$

对于输出而言，所有量都必须有直接观测的途径

因此要实现更精确的观测，应尽量利用所有观测量

$$y = \begin{bmatrix} p_{sfBi} \\ \vdots \\ v_{sfBi} \\ \vdots \\ p_{szi} \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_i - p_b \\ \vdots \\ 0 - v_b \\ \vdots \\ p_i(z) \\ \vdots \end{bmatrix} = Cx$$

$p_{sfBi}$ 世界坐标系下足端相对机身位置

$v_{sfBi}$ 世界坐标系下足端相对于机身的速度

$p_{szi}$ 世界坐标系下足端高度(恒为0)

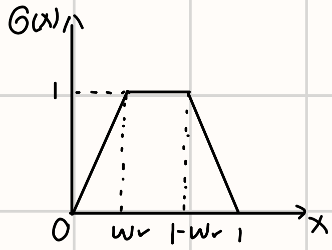
足端腾空处理

由于状态估计器输出中的$v$，及$p_z$都须满足足端触地的条件，

因此当足端腾空时，这些观测值不可信，应当把协方差赋为大值

同时刚触地和准备腾空时足端都会存在抖动，因此也需要较大协方差

对协方差引入窗口函数




$$G(x) = \begin{cases} \dfrac{x}{w_r}, & x < w_r \\ 1, & w_r \le x \le 1 - w_r \\ \dfrac{1-x}{w_r}, & x > 1 - w_r \end{cases}$$

在触地周期中，噪声协方差 $C_{stance} = [1 + (1-G)L]\, C_{init}$