

A2机器人跳跃梳理

目前，机器人的主要状态量为split、tilt、len、pitch和roll，我们在跳跃过程中主要使用两个状态量：len和tilt。首先，正常原地跳跃中：

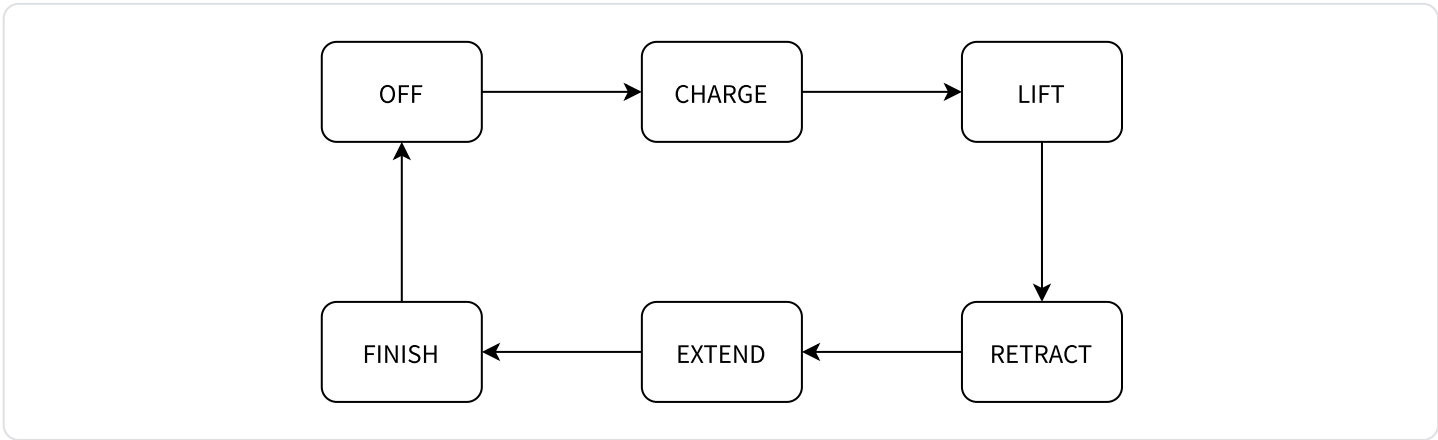
原地跳跃

主要控制机器人的len状态量来进行跳跃控制，根据代码中，有腿长变化的加速度为：

$$a = a_d + K_p(x_d - x) + K_d(v_d - v)$$

此时，膝关节的力输出主要依托于 $F = ma$ 来进行处理，在现有跳跃控制中，指令加速度 $a_d = 0$ 。指令速度和指令位置均为阶跃信号。

跳跃主要分为几个阶段，如下图所示：



在OFF、CHARGE以及LIFT阶段认为机器人触地，此时offground标志位为0，当进入RETRACT阶段时，机器人离地，此时offground标志位置1，在收腿结束时进入EXTEND阶段，基于触底检测器来进行判断机器人是否触地，触底后进入FINISH完成跳跃过程。

在offground不同阶段采用不同的LQR控制器，以保证机器人在离地以及触地阶段的平衡。

目前A2机器人原地跳跃高度约为20cm。

前跳

实现原地前跳，主要是控制机器人的tilt和len来实现的。

在起跳（LIFT）前，通过set_tilt来将腿摆在后面，然后LIFT实现前向跳跃。在跳跃过程中，也就是在RETRACT与EXTEND过程中，为了保证跳跃着地时平衡，需要控制tilt值为小于0的值以保证着地时的平衡。

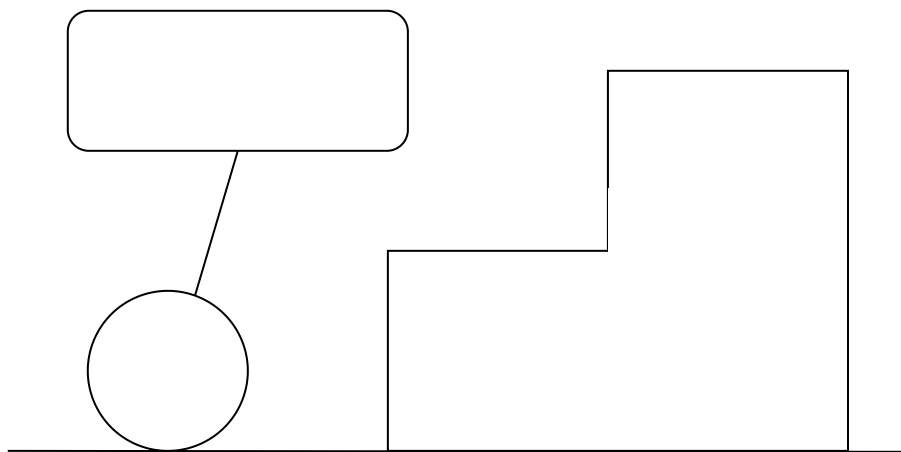
一般，若起跳时的高度一定，tilt值越大，腿向后摆动的角度值越大。但是由于腿长的极限是固定值，因此腿长变化区间变小，在一定范围内，前跳的高度会变小，跳跃的距离会变长。但是tilt值过大时，

一定程度上腿加速的上限变小，导致触地力会变小，因此跳跃的高度会变小，跳跃距离也会变短。

若为加速前跳时，只是在原地跳跃的基础上，叠加上前进的速度即可，前进速度用于提升BODY前向的速度，确保在离地时BODY有一定的前进速度，同时也不会失去跳跃高度的损失。

跳跃台阶

跳台阶就是在前跳的基础上实现的，在跳跃台阶时最大的问题便是跳跃高度约束了所能跳跃的台阶的最大高度以及跳跃到台阶上着地状态是否稳定。同时跳跃过程中轮子也不应打在台阶上，因为打在台阶上对于我们这个跳跃模型而言属于不期望的外力输入，此时会导致机器人趴在台阶上。



目前采取冲跳的方式，即：前进+跳跃，这种模式可以在不损失跳跃高度的情况下实现一阶台阶的跳跃。但是现有的原地跳跃高度能力下对于跳18cm的台阶的余量明显不足，今后的问题可以在：优化跳跃算法，降低机身重量等方面来进行解决。