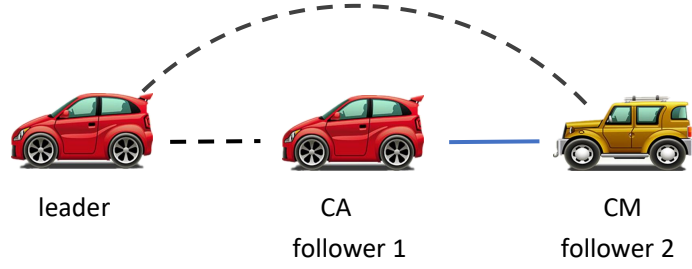


一、车队描述

已知一列车队，包含 leader 和两辆 follower，如下图所示：



上面三种车辆的具体描述如下：

Leader：以期望速度 v_0 行驶，加速度为 0；

Follower 1：是 CA 车辆，能传递准确信息给其他网联车，也可以受到控制；

Follower 2：是 CM 车辆，能传递准确信息给其他网联车，但是不能准确受控，也就是其决策权在司机；

二、模型构建

整体来看，任意车辆的加速度满足下式：

$$\dot{v}_i = a_i = \sum_{j=0}^n k_p (p_j - p_i + \Delta_{ij}) + k_v (v_j - v_i)$$

具体来说：

第一辆车（leader）的加速度满足：

$$\ddot{p}_0 = a_0 = 0$$

第二辆车（Follower 1）的加速度满足：

$$\ddot{p}_1 = a_1 = k_{p1} [(p_0 - p_1 + \Delta_{10}) + (p_2 - p_1 + \Delta_{12})] + k_{v1} [(v_0 - v_1) + (v_2 - v_1)]$$

第三辆车（Follower 1）的加速度满足：

$$\ddot{p}_2 = a_2 = k_{p2} [(p_0 - p_2 + \Delta_{20}) + (p_1 - p_2 + \Delta_{21})] + k_{v2} [(v_0 - v_2) + (v_1 - v_2)]$$

引入误差变量， $\tilde{p}_i(t) = p_i(t) - p_i^*(t)$ ，那么上述模型变为下述误差模型：

$$\begin{aligned}
\ddot{\tilde{p}}_1 &= a_1 = k_{p1}[(p_0 - p_1 + \Delta_{01}) + (p_2 - p_1 + \Delta_{12})] + k_{v1}[(v_0 - v_1) + (v_2 - v_1)] \\
&= k_{p1}(-2\tilde{p}_1 + \tilde{p}_2) + k_{v1}(-2\dot{\tilde{p}}_1 + \dot{\tilde{p}}_2) \\
\ddot{\tilde{p}}_2 &= a_2 = k_{p2}[(p_0 - p_2 + \Delta_{02}) + (p_1 - p_2 + \Delta_{12})] + k_{v2}[(v_0 - v_2) + (v_1 - v_2)] \\
&= k_{p2}(\tilde{p}_1 - 2\tilde{p}_2) + k_{v2}(\dot{\tilde{p}}_1 - 2\dot{\tilde{p}}_2)
\end{aligned}$$

三、实验目的

给定初始状态（即每辆车的速度、位置），调节参数（ k_{p1} 、 k_{p2} 、 k_{v1} 、 k_{v2} ）使得车队实现编队一致性（也就是说，车队中所有车辆的速度是相等的，相邻车之间的间距是相等的）

四、实验要求

1、确定 leader 的速度（该速度即车队的期望速度），给定 follower 1 和 follower 2 的初始状态；

2、确定参数 k_{p1} 、 k_{p2} 、 k_{v1} 、 k_{v2} ；

k_{p1} 、 k_{v1} 需要满足下述关系式：

$$w_1^3 k_{v1}^2 + (k_{p1}^2 + 3k_{v1}^4 - 4k_{v1}^2 k_{p1}) w_1^2 + (6k_{p1}^2 k_{v1}^2 - 4k_{p1}^3) w_1 + 3k_{p1}^4 > 0$$

其中， $w_1 = \sqrt{\frac{4k_{p1}^3 k_{v1}^2 + k_{p1}^4}{k_{v1}^4}} - \frac{k_{p1}^2}{k_{v1}^2}$ 。

k_{p2} 、 k_{v2} 需要满足下述关系式：

$$w_{21}^3 k_{v2}^2 + (k_{p2}^2 + 3k_{v2}^4 - 4k_{v2}^2 k_{p2}) w_{21}^2 + (6k_{p2}^2 k_{v2}^2 - 4k_{p2}^3) w_{21} + 3k_{p2}^4 > 0$$

其中， $w_{21} = \sqrt{\frac{4k_{p2}^3 k_{v2}^2 + k_{p2}^4}{k_{v2}^4}} - \frac{k_{p2}^2}{k_{v2}^2}$ 。

3、观察车队中车辆的轨迹，如果没有实现编队一致性，则重复步骤 2，直到实现编队一致性。

五、注意事项

车辆在行驶过程中不能发生碰撞。