

CLF-CBF-QP-LEARN

CLF约束

$$\frac{2 \cdot (v - v_d)}{m} \cdot u + \lambda \cdot (v - v_d)^2 \leq \delta$$

CBF约束

$$-\frac{u}{m} \cdot (Th + \frac{v - v_0}{c \cdot g}) + (v_0 - v) + \gamma \cdot (z - Th \cdot v - \frac{1}{2} \cdot \frac{(v - v_0)^2}{c \cdot g}) \geq 0$$

化简得到,

CLF约束中u的系数

$$a_{CLF} = \frac{2 \cdot (v - v_d)}{m}$$

CLF约束中不等式常数项

$$constraintValue_{CLF} = -\lambda \cdot (v - v_d)^2 + \delta$$

CBF约束中u的系数

$$a_{CBF} = \frac{1}{m} \cdot (Th + \frac{v - v_0}{c \cdot g})$$

CBF约束中不等式常数项

$$constraintValue_{CBF} = (v_0 - v) + \gamma \cdot (z - Th \cdot v - \frac{1}{2} \cdot \frac{(v - v_0)^2}{c \cdot g})$$

最后转化为

$$f(x) = \frac{1}{2} \cdot x^T \cdot P \cdot x + q^T \cdot x$$

subject to :

$$a_{CLF} \cdot x \leq constraintValue_{CLF}$$

$$a_{CBF} \cdot x \leq constraintValue_{CBF}$$

$$x = \begin{bmatrix} u \\ \delta \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & p \end{bmatrix}$$

$$q = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix}$$

将约束表示为矩阵形式:

$$l \leq A \cdot x \leq u$$

这里转换成三个约束条件，是引入松弛变量

将CLF不等式约束转化为等式约束

$$a_{CLF} \cdot x - \delta = constraintValue_{CLF}$$

$$\delta \geq 0$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{CLF} & -1 \\ a_{CBF} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$l = \begin{bmatrix} constraintValue_{CLF} - \delta \\ -INFTY \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$u = \begin{bmatrix} constraintValue_{CLF} - \delta \\ constraintValue_{CBF} \\ INFTY \end{bmatrix}$$

这里 $constraintValue_{CLF} - \delta$ 是因为上面化简时将 δ 也算入了常数项