

# 1、使用Simulink对汽车自动停车系统进行仿真

## 1.1、目的和要求

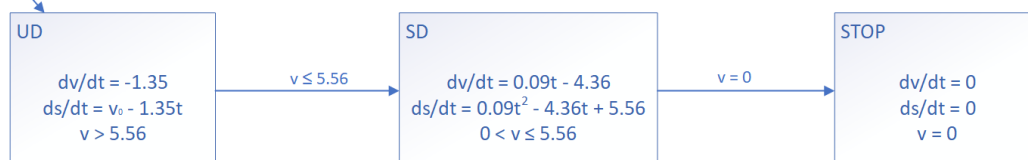
汽车自动停车系统按照汽车分成三个阶段进行，第一阶段是匀减速行驶，减速的加速度是  $dv/dt = -1.35$ （米/秒平方），当车速到达每小时20公里速度时，进入第二阶段，第二阶段也是减速行驶，减速的加速度是  $dv/dt = 0.09t - 4.36$ （米/秒平方），当车速到达为零时，汽车进入第三阶段，停车。车速初始速度为100公里/小时。将建模与仿真结果写成实验报告。此题注意量纲的一致性。

## 1.2、使用环境

- matlab

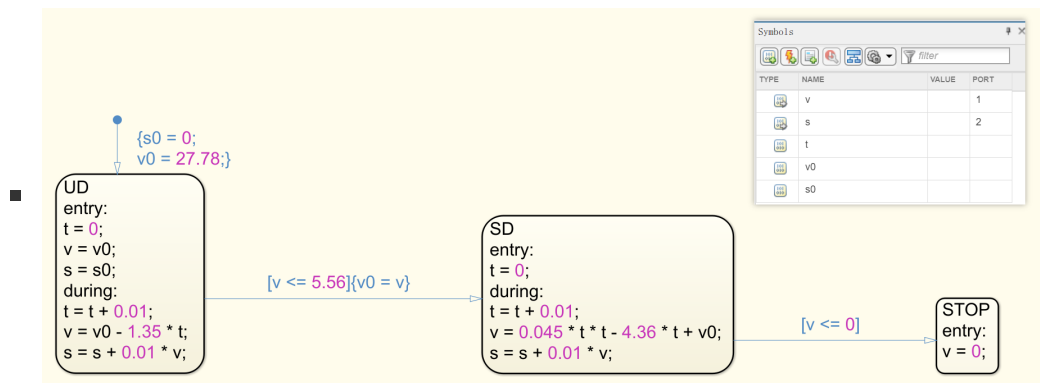
## 1.3、实验过程

- 建模
  - 离散状态集  $Q = \{UD, SD, STOP\}$ 
    - UD: 匀减速
    - SD: 减速
    - STOP: 停车
  - 连续状态集  $X = R^2$ ，连续变量  $x$  是二维向量  $(v, s)$ ，其中  $v$  表示汽车的速度， $s$  表示汽车的位移，它们都是关于时间  $t$  的函数
  - 向量场函数  $F(\cdot, \cdot) : \{UD, SD, STOP\} \times X \rightarrow R^2$ :
    - $F(UD, x) = (dv/dt = -1.35, ds/dt = v_0 - 1.35t)$ ，匀减速行驶
    - $F(SD, x) = (dv/dt = 0.09t - 4.36, ds/dt = 0.045t^2 - 4.36t + 5.56)$ ，变减速行驶
    - $F(STOP, x) = (dv/dt = 0, ds/dt = 0)$ ，停车
  - 初始状态集 Init:  $\{UD\} \times \{v, s \in R | v = 27.78, s = 0\}$
  - 域函数  $Dom(\cdot) : Q \rightarrow P(X)$  定义为：
    - $Dom(UD) = \{v > 5.56\}$ ，规定匀减速状态速度不低于20km/h
    - $Dom(SD) = \{0 < v \leq 5.56\}$ ，规定减速状态速度不低于0km/h，不超过20km/h
    - $Dom(STOP) = \{v = 0\}$ ，规定停车状态速度为0km/h
  - 边集  $E \subseteq Q \times Q$ :
    - $UD \rightarrow SD$
    - $SD \rightarrow STOP$
  - 转换条件  $G(\cdot) : E \rightarrow P(X)$ :
    - $G(UD \rightarrow SD) = \{v \leq 5.56\}$ ，从匀减速状态转化到减速状态的条件是速度不超过20km/h
    - $G(SD \rightarrow STOP) = \{v = 0\}$ ，从减速状态转化到停车状态的条件是速度为0km/h
  - 重置映射  $R(\cdot, \cdot) : E \times X \rightarrow P(X)$ :
    - 为每条边指定空值，即没有重置动作，保留转换状态之前的速度和行驶距离

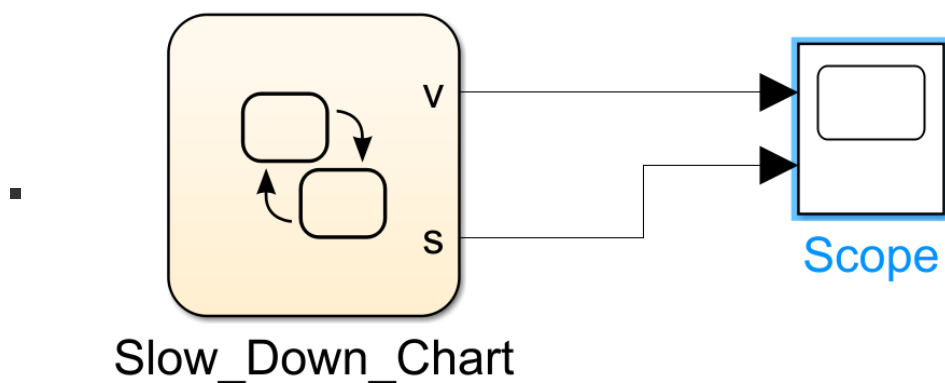


- 仿真

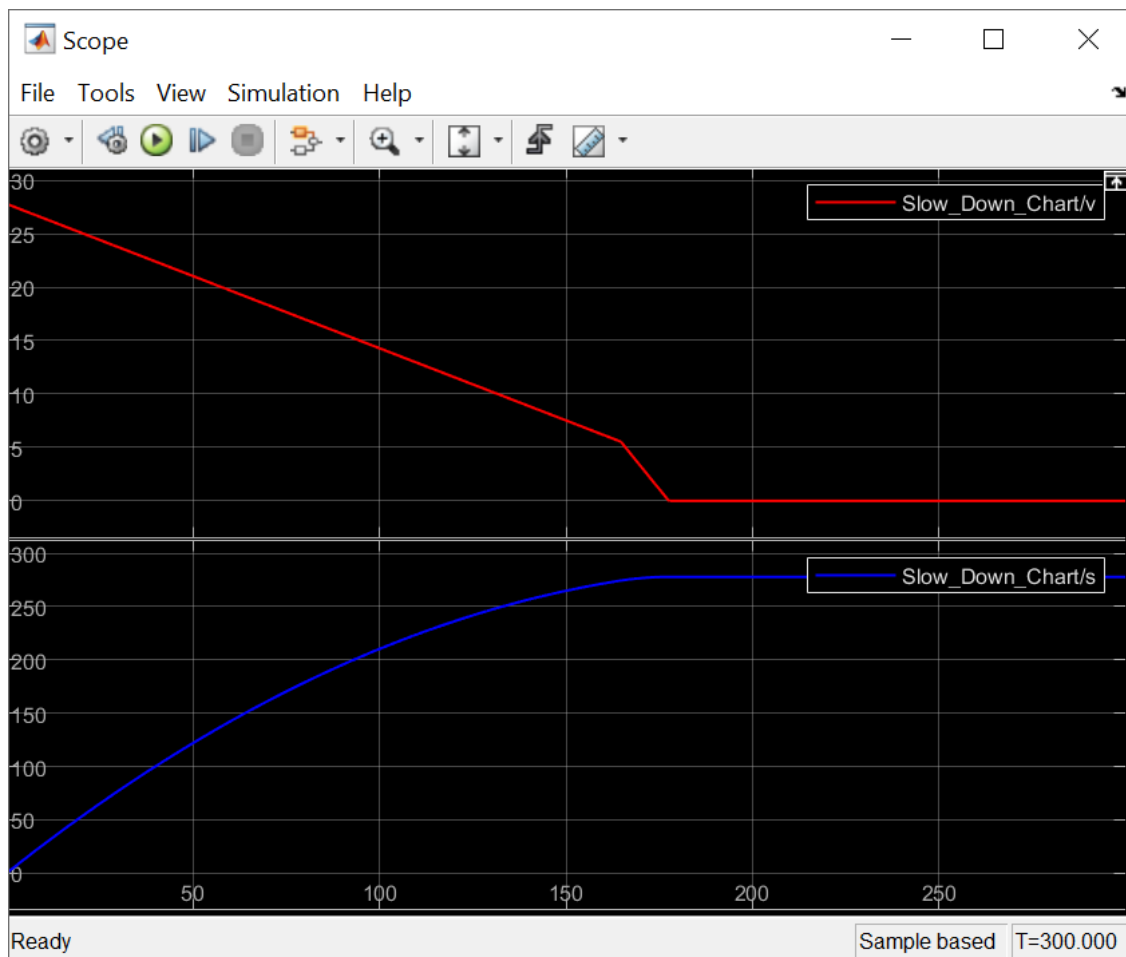
- stateflow 模型



- simulink 模型



## 1.4、仿真结果



## 1.5、实验结论

- 为了精细化时间带来的速度影响，选择了时间步长为 0.01，当步长为 1 时，会出现达到状态转移条件仍然不转移的情况。
- 仿真结果图中，红色是速度曲线，可以看到速度的下降经历了三个状态，分别对应我们的匀减速、减速和停车，由于减速状态时间过短，所以看不出其中出现了变减速的状态。
- 仿真结果图中，蓝色是位移曲线，可以看到当进入停车状态后，速度为零，位移也不再增加，而且，随着速度的降低，相同时间内，位移也不断减少。

## 2、弹跳球运动模型

### 2.1、目的和要求

让球体在高度 $h$ 处放下做自由落体运动，当落地时受到下落力作用，球会弹起，速度损失20%，到最高处又会受到地球引力作用做自由落体运动，这样反复落-弹运动，直到球落地不再弹起为止。建立弹跳球运动系统的Simulink模型，并对参数 $h$ 分别等于100厘米和200厘米进行仿真，将建模和仿真结果写成实验报告。

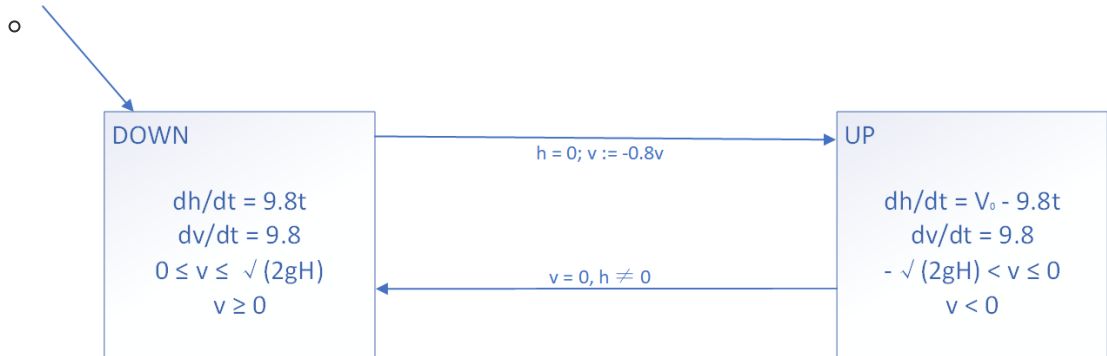
### 2.2、使用环境

- matlab

### 2.3、实验过程

- 建模
  - 离散状态集  $Q = \{UP, DOWN\}$ 
    - UP: 上升
    - DOWN: 下落
  - 连续状态集  $X = R^2$ ，连续变量  $x$  是二维向量  $(v, h)$ ，其中  $h$  表示球体的高度， $v$  表示球体的高度，它们都是关于时间  $t$  的函数
    - $v$  正负表方向，下落为正
  - 向量场函数  $F(\cdot, \cdot) : \{UP, DOWN\} \times X \rightarrow R^2$ :
    - $F(DOWN, x) = (dv/dt = 9.8, dh/dt = 9.8t)$ ，球体下落
    - $F(UP, x) = (dv/dt = 9.8, dh/dt = v_0 - 9.8t)$ ，球体上升
  - 初始状态集 Init:  $\{DOWN\} \times \{v, h \in R | v = 0, h = \{1, 2\}\}$
  - 域函数  $Dom(\cdot) : Q \rightarrow P(X)$  定义为：
    - $Dom(DOWN) = \{0 \leq v \leq \sqrt{2gH}, 0 \leq h \leq H\}$ ，规定下落时速度为正
    - $Dom(UP) = \{-\sqrt{2gH} < v \leq 0, 0 \leq h < H\}$ ，规定反弹时速度为负
  - 边集  $E \subseteq Q \times Q$ :
    - $DOWN \rightarrow UP$
    - $UP \rightarrow DOWN$
  - 转换条件  $G(\cdot) : E \rightarrow P(X)$ :
    - $G(DOWN \rightarrow UP) = \{h = 0\}$ ，从落状态转化到升状态的条件是高度为0
    - $G(UP \rightarrow DOWN) = \{v = 0\}$ ，从升状态转化到落状态的条件是上升速度为正
  - 重置映射  $R(\cdot, \cdot) : E \times X \rightarrow P(X)$ :

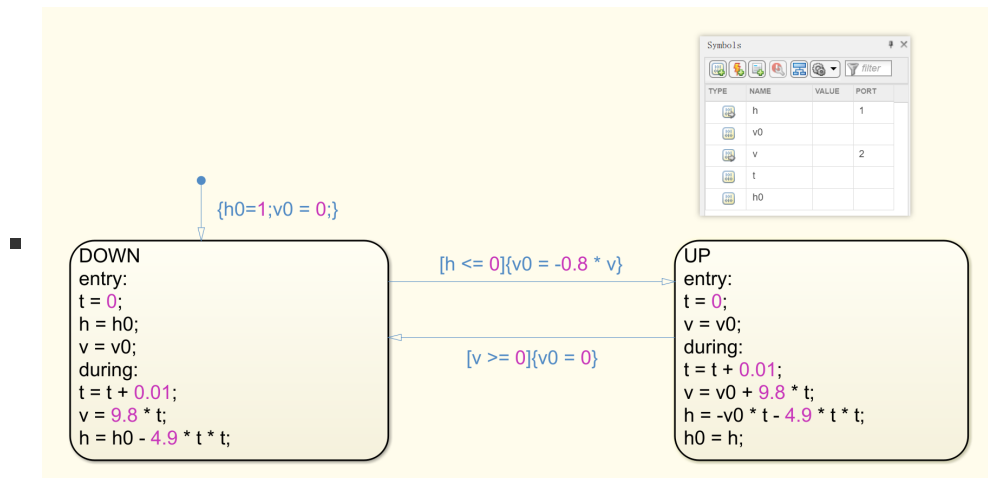
- $R(\text{DOWN} \rightarrow \text{UP}, x) = \{v := -0.8v\}$ , 从落状态转化为升状态时, 需要重置速度损失20%, 且速度方向改变



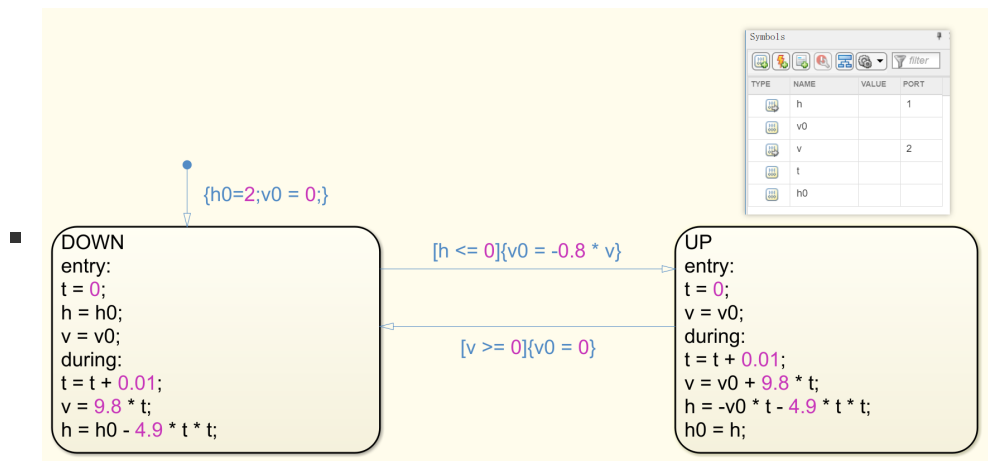
## • 仿真

- stateflow 模型

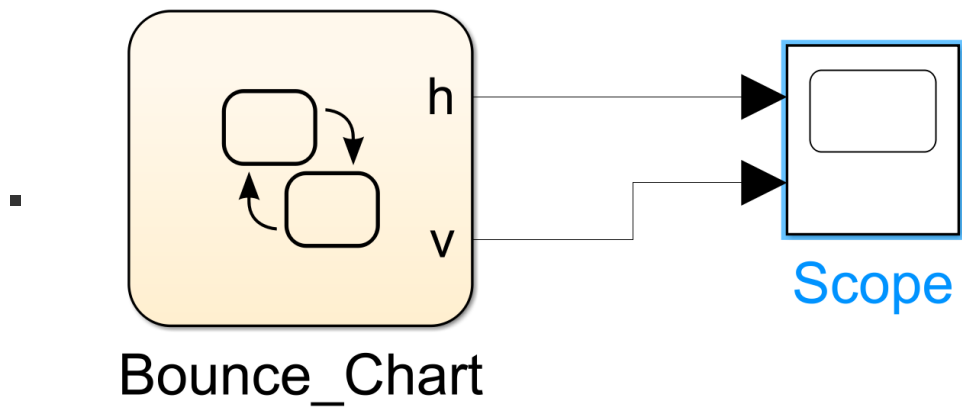
- 100cm



- 200cm

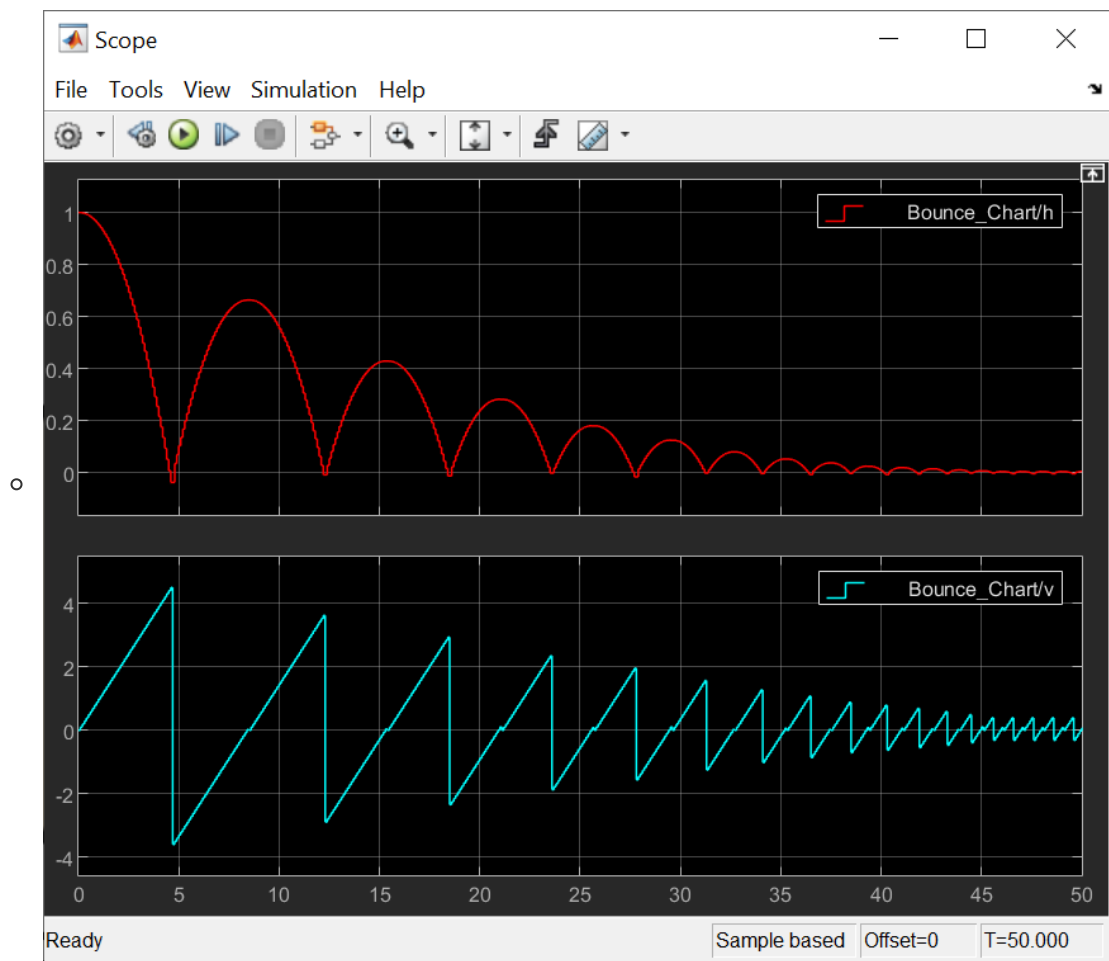


- simulink 模型

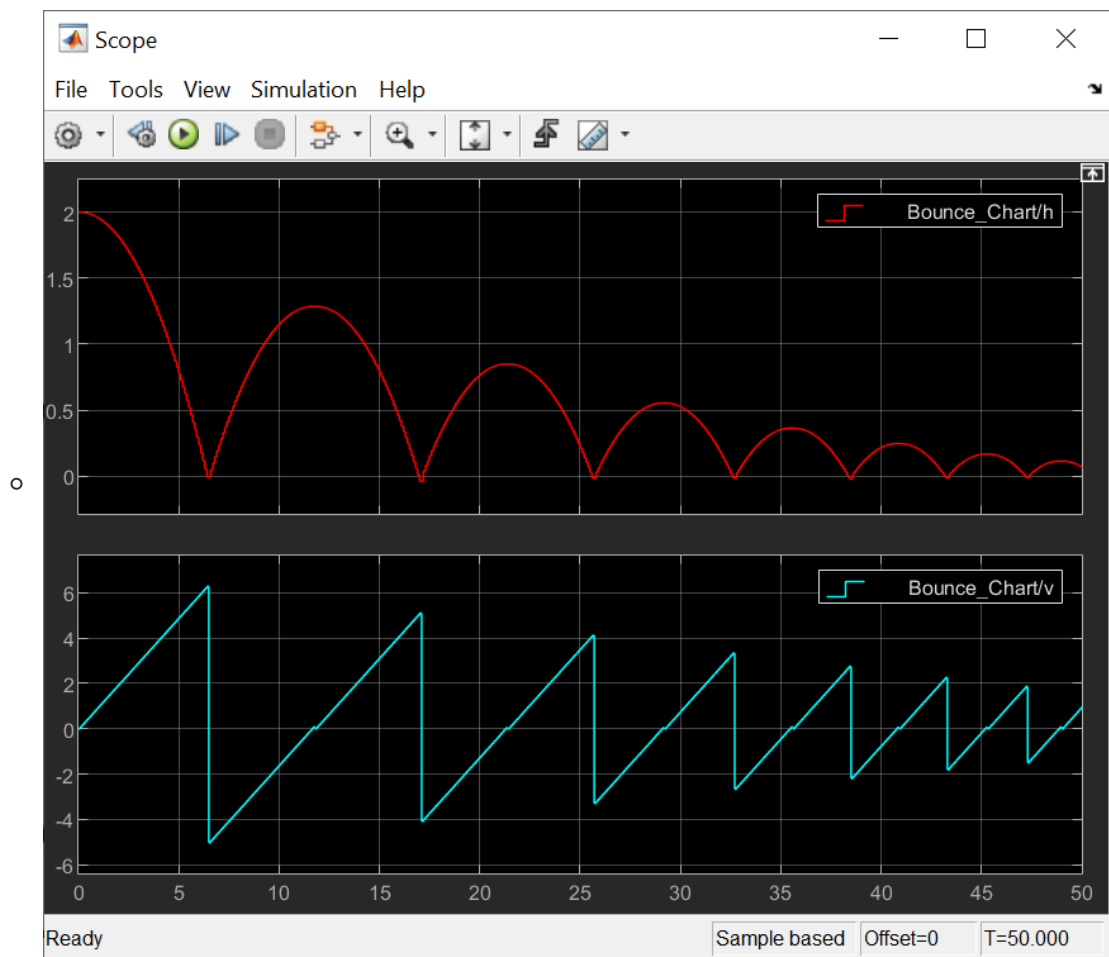


## 2.4、仿真结果

- 100cm



- 200cm



## 2.5、实验结论

- 为了精细化时间带来的速度影响，选择了时间步长为 0.01，当步长为 1 时，会出现达到状态转移条件仍然不转移的情况。
- 仿真结果图中，红色是小球离地面的高度，可以看到小球会从高点掉落地面，并反弹到新的高点，循环下去，由于在反弹过程中，动能会有损耗，所以在图中，可以明显看到，每次回弹的最高点都要远低于上一次的最高点。
- 仿真结果图中，蓝色是小球速度曲线，可以看到小球在上升过程中，动能没有损耗，但是，在接触地面后回弹，速度会损失80%，建模符合实验要求，并且，受到速度的影响，小球的回弹高度也发生明显变化。