

# 软硬件协同设计·第三次作业

## 1.单部10层电梯控制系统。

此题整体思路与课上讲述的3层电梯问题相同，为此在本题中我将延续使用课程教学中所用的建模模型来进行问题的解答。

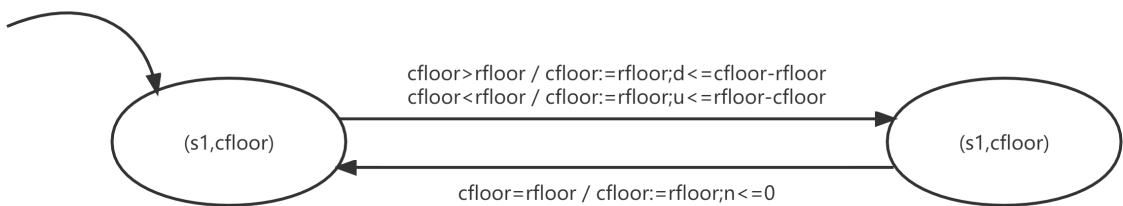
首先定义全局变量cfloor用于存储当前电梯的所在楼层值，定义全局变量rfloor存储请求抵达的电梯楼层值，cfloor和rfloor的取值范围均为[1,10]。接下来对其整体进行形式化建模：

- 状态集  $S=\{s1\}$ ;
- 数据控制集  $X: \{cfloor, rfloor\}, cfloor, rfloor \in [1,10]$ ;
- 数据输入集  $I_D: \{rfloor\}$ ;
- 控制输入集  $I_C: \{\}$ ;
- 数据输出集  $O_D: \{cfloor\}$ ;
- 控制输出集  $O_C: \{d,u,n\}$ ;
- 转移条件集  $TC: \{cfloor>rfloor, cfloor=rfloor, cfloor<rfloor\}$ ;

转移函数  $f$  和输出函数  $h$  之间的关系如下表。

状态转移	转移条件	数据输出；控制输出
$(s1,cfloor) \rightarrow (s1,cfloor)$	$cfloor>rfloor$	$cfloor:=rfloor; d \leq cfloor-rfloor$
$(s1,cfloor) \rightarrow (s1,cfloor)$	$cfloor<rfloor$	$cfloor:=rfloor; u \leq rfloor-cfloor$
$(s1,cfloor) \rightarrow (s1,cfloor)$	$cfloor=rfloor$	$cfloor:=rfloor; n \leq 0$

转移函数  $f$  和输出函数  $h$  之间的关系也可以如下图所示，两者只是不同的表现形式，思想内核是一致的。



每当rfloor输入进来时，其先通过与cfloor之间进行大小对比，确认转移条件。确认完成后进行状态转移，并对数据输出cfloor进行赋值，将其更新为新的楼层号码，并将两者之间的差值根据不同情况赋值给d、u、n：当cfloor>rfloor时，表示目标楼层低于当前楼层，电梯需要下降；当cfloor<rfloor时，表示目标楼层高于当前楼层，电梯需要上升；当cfloor=rfloor时，表示目标楼层等于当前楼层，电梯不要进行额外的升降操作。

## 2.南北东西两个方向交通路口交通灯正交控制系统：南北方向直行绿灯40秒，东西方向直行绿灯30秒，黄灯5秒，在直行时可以左转，右转始终是自由的。正交控制系统是指南北方向为绿灯时东西方向为红灯，南北方向为红灯时东西方向为绿灯。为了满足安全以及提高通行要求，规定交通灯转换顺序为黄灯-->绿灯-->红灯-->黄灯。

在本题的完成中，应根据如下规则来进行FSMD的建模：

① FSMD中一共有4种状态，分别是南北方向行驶、东西方向行驶、南北方向黄灯等待以及东西方向黄灯等待，为此其状态集内应有4个元素分别对应这4种情况。

② 在FSMD建模中，数据变量只有时间这一值，为此数据变量集内只有一个元素。

③ 数据输入集应该为有关状态的持续时间。

④ 控制输出集内应包含当前2大通行方向上的信号灯状况，信号灯取值为红、黄、绿。

⑤ 转移条件集中主要包含3类时间限制，便于进行状态转移。

基于上述的一些条件，可以构建如下形式化建模。

· 状态集  $S = \{S_{NS}, S_{EW}, S_{YNS}, S_{YEW}\}$ ；数据控制集  $X: \{time\}, time \in [0,40]$ ；

· 数据输入集  $I_D: \{0, 1, 2, \dots, 39, 40\}$ ，控制输入集  $I_C: \{\}$ ；

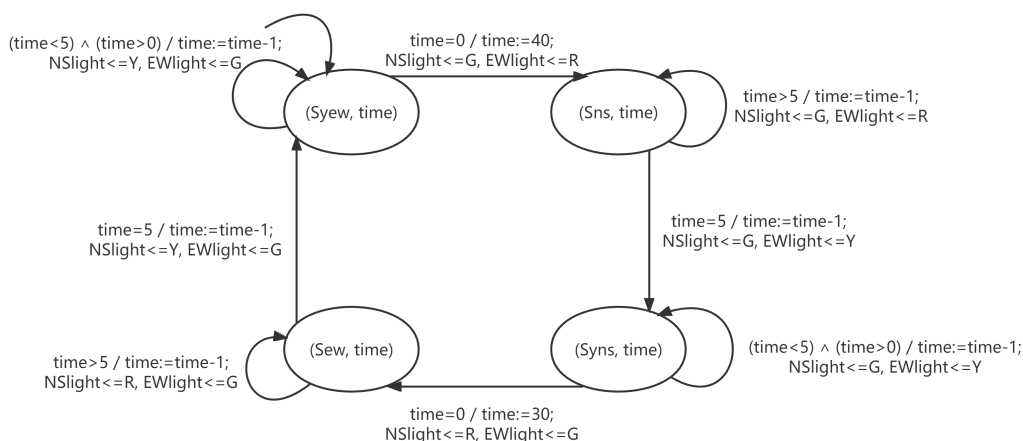
· 数据输出集  $O_D: \{time\}$ ；控制输出集  $O_C: \{NSlight, EWlight\}, NSlight, EWlight \in [G,R,Y]$ ；

· 转移条件集  $TC: \{time=0, time>5, (time<5) \wedge (time>0), time=5\}$ ；

转移函数  $f$  和输出函数  $h$  之间的关系如下表。2个行驶方向上的信号灯都将以题目要求中的（黄→绿→红→黄）的顺序进行切换，黄灯时间均为5秒。

转移状态	转移条件	数据输出；控制输出
$(S_{YEW}, time) \rightarrow (S_{NS}, time)$	$time=0$	$time:=40;$ $NSlight \leq G, EWlight \leq R$
$(S_{NS}, time) \rightarrow (S_{NS}, time)$	$time>5$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq G, EWlight \leq R$
$(S_{NS}, time) \rightarrow (S_{YNS}, time)$	$time=5$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq G, EWlight \leq Y$
$(S_{YNS}, time) \rightarrow (S_{YNS}, time)$	$(time<5) \wedge (time>0)$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq G, EWlight \leq Y$
$(S_{YNS}, time) \rightarrow (S_{EW}, time)$	$time=0$	$time:=30;$ $NSlight \leq R, EWlight \leq G$
$(S_{EW}, time) \rightarrow (S_{EW}, time)$	$time>5$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq R, EWlight \leq G$
$(S_{EW}, time) \rightarrow (S_{YEW}, time)$	$time=5$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq Y, EWlight \leq G$
$(S_{YEW}, time) \rightarrow (S_{YEW}, time)$	$(time<5) \wedge (time>0)$	$time:=time-1;$ $NSlight \leq Y, EWlight \leq G$

此处假设一开始进入的状态是 $S_{YEW}$ 状态，而转移函数  $f$  和输出函数  $h$  之间的关系也可以如下图所示。（注：由于我使用的作图软件里面，想要在文字部分使用LaTeX的话需要付费会员，所以图中的下标我以小写的方式进行展示）



### 3.饮料售货机可以售3种饮料：可乐、茶和水。每瓶可乐售4元、每瓶茶售3元、每瓶水售2元；线上（微信或支付宝）支付。每次可以购买1-3瓶饮料。

本题中，按照平时购物的逻辑，应当先选择好各种饮料的数量后再进行付款操作。

之后的FSMD的构模型构建应按照如下的规则进行：

①状态集中应包含2种状态，分别表示“未选择饮料”与“选择好饮料但仍未付钱”这两种。

②数据变量集中应包含3种饮料的数量与最后的总价格。

③数据输入集的取值范围应在0至12之间，且1元的情况无法取到。对于上界，因为其最多只能购买3瓶水，最高的支付价格来自于3瓶可乐，即12元；对于下界，其一瓶饮料的单价最低是2元，所以无法取到1元的值。

④控制输入集应用来判断当前购物是否结束

⑤控制输出变量应包含售货机是否需要交付饮料的2种情况。

⑥数据输出变量应包含这次购买时输出的饮料数量。

基于上述的一些条件，可以构建如下形式化建模。

· 状态集  $S = \{S_0, S_1, S_2\}$ ， $S_0$ 表示未选择饮料， $S_1$ 表示选择好了饮料但还没进入付钱环节， $S_2$ 表示进入了付费阶段；

· 数据控制集  $X: \{C, T, W, M\}$ ， $C$ 表示可乐的购买数量， $T$ 表示茶的购买数量， $W$ 表示水的购买数量， $M$ 表示当前已经交付的金额；

· 数据输入集  $I_D: \{0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$ ；

· 控制输入集  $I_C: \{End\}$ ， $End \in [True, False]$ ；

· 数据输出集  $O_D: \{NumC, NumT, NumW\}$ ， $NumC, NumT, NumW \in [0, 1, 2, 3]$ ；

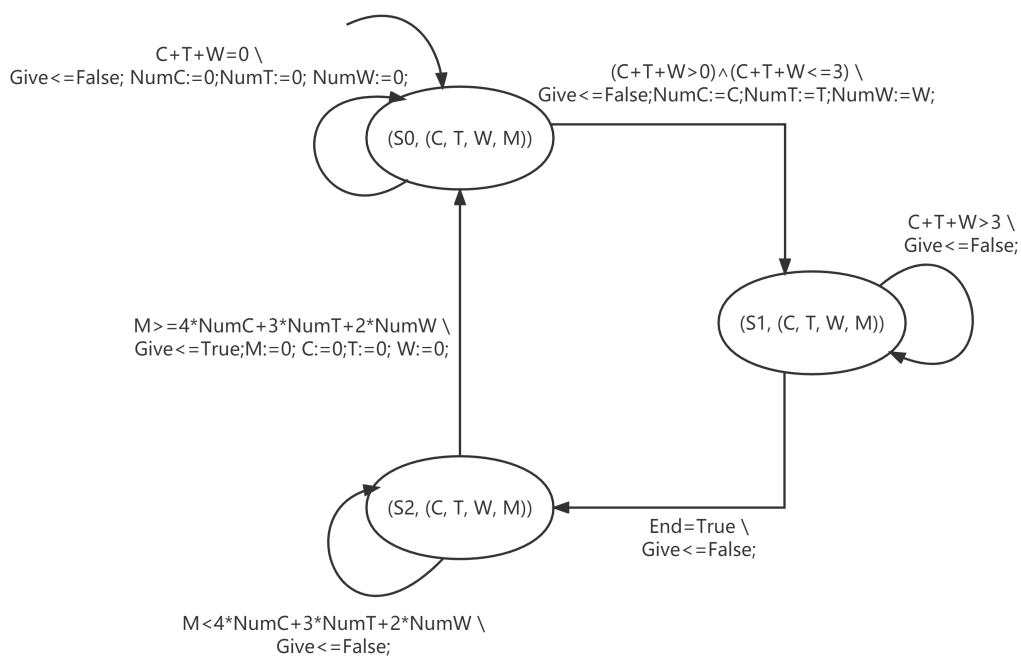
· 控制输出集  $O_C: \{Give\}$ ， $Give \in [True, False]$ ；

· 转移条件集  $TC: \{(C+T+W>0) \wedge (C+T+W \leq 3), C+T+W=0, M < 4*NumC+3*NumT+2*NumW, M \geq 4*NumC+3*NumT+2*NumW, End=True, C+T+W>3\}$ ；

转移函数  $f$  和输出函数  $h$  之间的关系如下表。

状态转移	转移条件	数据输出; 控制输出
$(S0, (C, T, W, M)) \rightarrow (S1, (C, T, W, M))$	$(C+T+W>0) \wedge (C+T+W \leq 3)$	Give $\leq$ False; NumC:=C; NumT:=T;NumW:=W;
$(S1, (C, T, W, M)) \rightarrow (S1, (C, T, W, M))$	$C+T+W>3$	Give $\leq$ False;
$(S1, (C, T, W, M)) \rightarrow (S2, (C, T, W, M))$	End=True	Give $\leq$ False;
$(S2, (C, T, W, M)) \rightarrow (S2, (C, T, W, M))$	$M<4*\text{NumC}+3*\text{NumT}+2*\text{NumW}$	Give $\leq$ False;
$(S2, (C, T, W, M)) \rightarrow (S0, (C, T, W, M))$	$M \geq 4*\text{NumC}+3*\text{NumT}+2*\text{NumW}$	Give $\leq$ True; M:=0; C:=0; T:=0; W:=0;
$(S0, (C, T, W, M)) \rightarrow (S0, (C, T, W, M))$	$C+T+W=0$	Give $\leq$ False; NumC:=0; NumT:=0; NumW:=0;

转移函数 f 和输出函数 h 之间的关系也可以如下图所示。



任课老师：陈仪香

答题人：荣嘉祺 51255902136

时间：2022.10.8