

## 6.004 电子运算结构

### 实验3

#### Roboant®

讲座中所示的6.004蚂蚁大脑是由一个简易的有限状态机（FSM）来组成的，该有限状态机实现了一种用来穿越迷宫的“通过墙的正确触角”算法。这种算法对于讲座中所示的简单迷宫是有效的，但对于迷宫中含有一个部分内墙与外墙完全分离的“岛屿”来说，该算法就会行不通。一旦蚂蚁开始沿着内墙行走，它将会永远这么走下去，而无法走出迷宫。

你的任务就是通过改变讲座中所示的有限状态机来帮助蚂蚁逐步向上走上阶梯，使得蚂蚁能够成功地通过这种有“岛”的迷宫。为了在该任务中提供帮助，我们已经对该蚂蚁的硬件进行了升级；目前，蚂蚁所能够操纵的所有传感器和制动器系列包括：

- **L**    *左触角传感器*：如果该传感器与墙接触，则置1；否则置0。
- **R**    *右触角传感器*：如果该传感器与墙接触，则置1；否则置0。
- **S**    *嗅觉传感器*：如果蚂蚁躯体的中部已经越过迷宫中先前用气味标记过的部分区域，则置1（参见M制动器）。
- **TL**    *左转制动器*：1表示蚂蚁沿逆时针方向旋转10度，0表示不左转。很可能不能与TR在同一周期中声明。
- **TR**    *右转制动器*：1表示蚂蚁沿顺时针方向旋转10度，0表示不右转。很可能不能与TL在同一周期中声明。
- **F**    *行走制动器*：1表示蚂蚁向前移动一步，0表示不向前移动。可以和TL或者TR一起声明，但是，任何转向应该在蚂蚁向前移动之前完成。如果任何一个触角碰着墙，则蚂蚁将不会移动。
- **M**    *气味制动器*：1使得蚂蚁对直接位于其躯体中部之下的迷宫地面做气味标记；0表示没有产生气味标记操作。S传感器会探测出这种气味。气味标记操作产生在向前移动之前。很可能不能与E在同一周期中声明。
- **E**    *擦除制动器*：1使得蚂蚁将直接位于其躯体中部之下的迷宫地面上的先前气味标记擦除；0表示没有产生擦除气味标记操作。擦除气味标记操作产生在向前移动之前。很可能不能与M在同一周期中声明。

要想在UNIX计算机上运行该Roboant，必须在UNIX提示符后键入以下内容：

```
% roboant [filename]
```

你可以提供一个将会载入到有限状态机编辑缓冲区的可选择的文件名参数（你也可以从Roboant中装载并且保存有限状态机文件。）如果没有提供任何参数，则利用讲座中所示的有限状态机来对缓冲区进行初始化设置。Roboant启动以后，你会看见一个窗口，该窗口的左边显示的是有限状态机，右边显示的是迷宫。

有限状态机显示窗口说明了能够控制蚂蚁的有限状态机情况。

- **状态表：**该表是按照每行设定一个转换的形式来进行组织的。空格和注释行（以“；”开始的行）可以忽略。转换规范分为两部分：一部分是与现态和蚂蚁传感器的读出值相匹配的模式，另一部分是输出字段，它指示了该蚂蚁的次态名称以及运行该蚂蚁机器的各种先前控制信号值。转换语法如下所示：

$$\text{current\_state } L R S \quad / \quad \text{next\_state } TL \quad TR \quad F \quad M \quad E$$

可以用符号名称来设定状态（现态、次态），该符号名称可以是任何字母或者数字系列。可以将输入（L、R、S）设定为“0”或者“1”，但必须与对应的传感器的值精确匹配；或者用符号“—”来表示可以与任何传感器的值相匹配。输出（TL、TR、F、M、E）必须是0或者1。

迷宫显示由以下几个部分组成：

- **迷宫选择单选按钮：**从五个迷宫中选择蚂蚁想要尝试通过的一个迷宫。
- **迷宫地图：**显示蚂蚁在迷宫中所处的当前位置。
- **速度控制：**当你按下“奔跑”按钮时，该滑动按钮可以用来控制动画的速度。当处于最快速度时，将不会执行能够产生更快模拟速度的状态更新功能。
- **“重置”按钮：**将蚂蚁重置到其初始状态（“迷路”）和位置。
- **“行走”按钮：**让蚂蚁前进到有限状态机中的某种状态。
- **“奔跑”按钮：**与“行走”按钮相似，惟一的不同之处是蚂蚁将继续按有限状态机奔跑，直到它到达迷宫中的目标方格（用青色圆圈进行标记）并且按下“停止”按钮或是有错误被检测出来时才会停止。
- **“停止”按钮：**使蚂蚁停下来。你可以按下“行走”和“奔跑”按钮继续前行。

位于屏幕底部的是状态显示，它显示的是蚂蚁的现态和传感器的读出值。

蚂蚁通过在状态表中寻找与其现态和传感器的值相匹配的某一行来工作；如果没有相匹配的行或者不止一行匹配，它就会抱怨。蚂蚁的状态就会被更改为该行的“次态”字段中所指定的状态，并且执行任何制动器动作。该系列过程会一直重复执行，直到蚂蚁到达某个特殊标记（用青色圆圈进行标记）的目标方格时为止。

- (A) 启动Roboant，选择迷宫“M1”并且按下“奔跑”按钮，就可以验证所有操作的正确性。蚂蚁应该沿着附近的墙快速到达目标方格。该步骤中没有东西要提交。
- (B) 选择迷宫“M2”并且按下“奔跑”按钮。观察到蚂蚁会无休止地绕着岛屿的周围奔跑。现在，修改状态表，使蚂蚁可以处理有岛屿的迷宫问题。证实蚂蚁可以通过迷宫“m1”、“m2”、“m3”、“m4”以及“Hampton”。

提示：尝试自己独立解决这项任务是很有趣的，但是，如果你陷入了困境，这里有一个解决方案大纲可用。要想蚂蚁不再一次地做出相同选择，你可以让它在穿越迷宫时做标记。每当它在迷宫的一角完成一个“大的”右转时，如果它正站在某个先前标记过的地点，它就应该径直走出去，假装迷路——这会使它向前直行，一直到它撞到一堵墙时，程序才会在该处从头开始。最后，通过在遇到一些先前走过的转弯时向前直行这个方法，蚂蚁将会穿过岛屿并且走到外墙。这里仍然有很多细节需要解决：例如，在沿着墙行进时，需要区分角落的大转弯与小转弯。一个简单的标记算法不可能解决所有迷宫问题。……蚂蚁可能必须擦除它已经做过的标记，以避免它被围绕在一个拥有很多大右转的迷宫中。