

Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究(六)

——开关的硬件逻辑与属性

□ 吴俊杰¹ 梁森山² 项 华³

1. 北京景山学校 100006; 2. 教育部教学仪器研究所 100080; 3. 北京师范大学物理系 100875

摘 要 Leong Scratch 互动教学平台, 强调学生对互动装置的二次开发。开关的开发就是一项充满创造力和趣味性的活动。多个开关组成的串并联硬件逻辑是 Scratch 语言软件逻辑的重要补充; 根据互动装置或具体项目的不同需求, 需要购买或制作各种性能的开关。本文介绍几种用途广泛的开关, 分析开关的可维持性和默认值、Scratch 的响应时间和响应电阻四个属性; 并制作了一个光控开关, 用于研究单摆的运动周期。

关键词 Ledong Scratch Scratch 开关逻辑 光控开关

开关量是控制的基础也是 Ledong Scratch^[1-6] 程序逻辑的基础, 本刊第 5 期^[6] 介绍了软件逻辑, Ledong Scratch 互动教学平台^[7-10] 的开发还应注意开关的硬件逻辑, 本文主要介绍开关硬件逻辑及其应用。

1 开关的硬件逻辑

本刊第 5 期^[6] 介绍过的“启动装置”要求端口 A、B、C 都处于闭合状态时, 才开始启动仪器, 这里用到了 Scratch 语言中软件逻辑中的与逻辑。

这个装置的缺点是只支持三个人按下开关, 如果人数过多就无从下手了; 另外三个端口全部被占用, 难以再开发新的功能。事实上图 1 所示的软件逻辑可以通过开关间的硬件逻辑代替。



图1 使用ABC三个端口软件逻辑制作的启动装置

在 Scratch 语言中, 存在与、或、非三种逻辑, 硬件开关之间也存在着这三种逻辑; 其中非逻辑对应这一个开关的断开或闭合; 与和或分别对应着两个开关的串联或并联, 电路图见表 1。

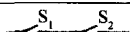

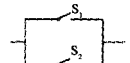

图 2 中可以看出将多个开关首尾顺次连接串联起来后, 再连接在 A 端口上; 这些开关必须都按下后才能接通 A 端口, 这样就突破了开关数目的限制, 还节约了 B、C 端口资源。

2 开关的属性

开关有两种状态: 断开和闭合。根据开关的

默认状态和开关状态之间切换方式的不同, 可以将开关分为不同的类型。这些分类标准统称为开关的属性。

表 1 开关逻辑与软件逻辑对照表

逻辑	开关硬件逻辑	Scratch 软件逻辑
与		
或		

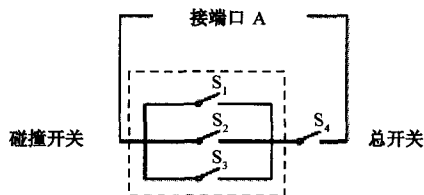


图2 应用硬件逻辑设计的报警器总开关和碰撞开关

(1) 可维持性

可维持性是指改变开关状态的动作是否需要一直维持。触控开关不可维持的, 需要一直按下才能保持开关的控制状态。如鼠标左键, 不按时是断开的, 按下后闭合, 一旦控制解除(手抬起), 开关自动断开。实验室常见的单刀单掷开关和拨位开关是可维持的, 打开或闭合后, 都能自动地维持状态, 家中的照明灯开关也是可维持的。

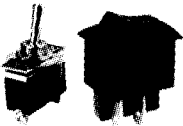

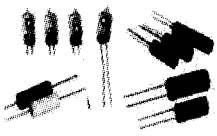

(2) 默认值

默认值是指开关不处于控制功能时的状态,

分为常开和常闭两种。比如前面介绍过的纸盆开关就是一种常开开关。对于拨位开关,无论是断开还是闭合都可以自动地维持现状,它的默认值应由使用需要决定,比如照明灯开关从环保的角

度看其默认值就应当是断开的。
下面从可维持性和默认值的角度比较几种市面上可以购买到的开关或者开关量传感器,以及它们的简单用法。(见表 2)

表 2 常见开关及开关传感器的用法

开关名称	实物图	简介	使用方法
按钮开关 拨动开关		可维持,默认值视使用环境而定。适合作为总控开关。配合“如果就重复执行……”结构使用。	两个接线柱直接连接,图中的开关按下闭合,再次按下弹起断开。拨动开关表面印有“一”的一侧按下闭合,印有“0”的一侧按下断开。
轻触开关		不可维持,默认值为断开。配合“直到……都等待着”结构使用	两个触点直接连接,鼠标左键内部就是一个按键传感器。
水银开关 振动开关		不可维持,默认值与安装方式有关。竖直安装用于判断物体是否倾倒,水平安装可判断是否摇晃或振动。振动开关环保。	水银球或钢珠受重力作用会一直在下方。接线柱向上安装时,默认值为断开;接线柱向下安装时,默认值为闭合;水平安装时可用于振动检测。
干簧管		可维持,默认值为断开。干簧管要与磁铁配合,当磁铁吸住或靠近它,干簧管闭合。干簧管可以作为计数器使用,用途很广。	接线柱在两侧,磁铁距离其中央很近时,开关闭合。因此只要磁铁始终靠近干簧管,闭合状态就可以维持。干簧管为玻璃制品,应避免碰撞。

3 Scratch 的开关属性

(1)Scratch 端口的响应时间

Scratch 端口的响应时间是指系统能够侦测到的最短闭合、断开再闭合的时间,即两次状态切换的最短时间。图 3 的程序是检验 Ledong Scratch 互动教学系统 B 端口的响应时间。在端口 B 上接一个碰撞开关,用两个链表分别存储 B 已连接或 B 未连接的时间。

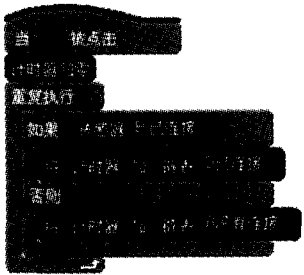


图 3 研究 Ledong Scratch 端口 B 的响应时间的程序

将两个链表的数据导出到 txt 文件后放在 excel 的同一列中。为了区分,将 B 端口已连接的数据标记为红色,然后按照从小到大排序,得到

图 4 所示的时间序列图。

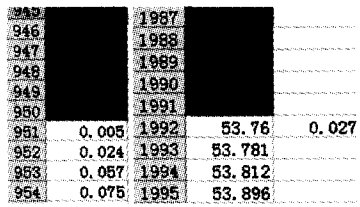


图 4 计算 B 端口的响应时间

对图 4 中的交接处数据做求差比较,得出传感器从连接状态切换的时间间隔见表 3。

对于切换状态和维持状态进行 T 检验,显著水平 0.013,差异显著;两者平均值的差 0.0066s 是由状态切换引起。从闭合到断开和从断开到闭合两种情况下切换状态不存在显著差异。开关状态断开时或开关闭合时反应时间不存在显著差异。因此 Ledong 的 A 端口的反应时间为 0.0308 ± 0.0157s,开关响应一次的时间从断开到闭合再从闭合到断开的时间为 0.0615 ± 0.0251,因此连续按下的响应频率为 16.2 ± 4Hz。



用同样的程序检测“按钮”的反应时间,实验

发现按钮的切换状态下的时间为 $0.0238 \pm 0.0055\text{s}$, 经过 T 检验, 发现与表 3 中维持状态下的反应时间不存在显著差异, 与表 3 中切换状态下反应时间存在显著差异, 显著水平 0.018。这说明按钮传感器比端口 A、端口 B、端口 C 的反应时间短, 更适合进行对于反应时间要求高的实验。按钮传感器从闭合到断开再到闭合的最短时间为 $0.0476 \pm 0.0064\text{s}$, 按键连续按下的响应频率为 $21.0 \pm 2.5\text{Hz}$ 。

表 3 切换状态和维持状态下的循环时间的差异

数据编号	从断开到 闭合的切 换时间/s	从闭合到 断开的时 间/s	响 应 时 间/s	在闭合状 态下的侦 测时间/s	在断开状 态下的侦 测时间/s
1	0.023	0.016	0.039	0.027	0.039
2	0.029	0.037	0.066	0.022	0.021
3	0.021	0.022	0.043	0.029	0.031
4	0.030	0.028	0.058	0.011	0.023
5	0.023	0.023	0.046	0.028	0.031
6	0.023	0.028	0.051	0.028	0.026
7	0.025	0.023	0.048	0.010	0.029
8	0.028	0.022	0.050	0.024	0.028
9	0.025	0.022	0.047	0.029	0.010
10	0.051	0.031	0.082	0.023	0.023
11	0.029	0.028	0.057	0.026	0.029
12	0.052	0.068	0.120	0.022	0.028
13	0.008	0.031	0.039	0.009	0.030
14	0.029	0.007	0.036	0.028	0.008
15	0.021	0.020	0.041	0.022	0.023
16	0.023	0.028	0.051	0.021	0.028
17	0.020	0.087	0.107	0.024	0.055
18	0.029	0.009	0.038	0.022	0.009
19	0.020	0.031	0.051	0.021	0.028
20	0.041	0.059	0.100	0.028	0.021
21	0.030	0.051	0.081	0.027	0.029
22	0.041	0.065	0.106	0.023	0.009
23	0.031	0.027	0.058	0.025	0.023
平均值/s	0.0283	0.0332	0.0615	0.0230	0.0253
标准差/s	0.0100	0.0198	0.0251	0.0058	0.0103

(2)Scratch 端口的响应电阻

Scratch 端口的响应电阻是对于数字电路接入电阻多大时相当于开关断路, 下面测定按钮的响应电阻。在 Scratch 语言中侦测菜单中, 勾选  , 然后在主屏幕中就会显示出按钮状态监视器  。在按钮两端并联一个电阻箱, 由于按钮的默认值为断开, 故电阻箱的电阻相当于按钮的接入电阻。改变电阻箱的阻值, 发现接入电阻从 5000Ω 降低为 4900Ω 时, 按钮状态监视器连接, 说明按钮的响应电阻为

4400Ω 。

下面是响应电阻的一个应用, 选定一个 $10\text{k}\Omega$ 的光敏电阻, 并联在按钮两端。光线暗时光敏电阻的电阻大于 $10\text{k}\Omega$, 大于 Scratch 端口的响应电阻, 此时相当于按钮未按下。当激光照向光敏电阻后, 光敏电阻阻值会迅速减少为几百 Ω , 此时相当于按钮按下。按照图 3 所示的程序测得光控开关的响应时间为 $0.0518 \pm 0.0086\text{s}$, 按钮开关的反应时间无显著差异。

如图 5 所示, 用激光器和光敏电阻制成了一个光电门, 用来测定单摆的运动周期。摆球使用 9V 电池, 宽度为 2.2mm, 摆长为 0.482m。单摆的振幅不宜过大, 实验中振幅为 2cm, 摆角为 2.3° 。记录光电门变化的 Scratch 程序见图 6, 摆球从左侧释放, 释放前激光器未被挡住, 光敏开关闭合, 程序处于等待状态, 直到摆锤从左侧向右挡住光电门时, 光敏开关断开, 程序继续执行, 将断开作为切换后的状态和此时的时刻记录在两个链表中。当摆锤从最低点滑过后, 激光再次照射到光敏电阻的瞬间, 程序将闭合作为切换后的状态和此时的时刻记录在链表中。

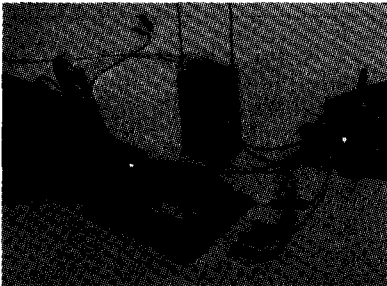


图 5 用激光器和光敏电阻制作的光电门

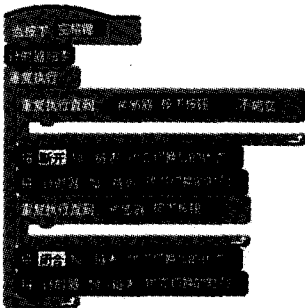


图 6 光电门的 Scratch 程序

摆球在摆动的过程中有 4 个状态切换的瞬间, 如表 4 所示。

状态切换的时间差即为维持某个状态的时间, 4 个维持状态的时间之和就是单摆的周期, 数

据如表 5。

取 20 组数据做平均值,得出单摆的周期为 $1.381 \pm 0.038\text{s}$,与理论值 1.388s 相对误差为 0.5%。

光敏开关的响应时间为 0.0476s ,光敏开关被挡住的时间必须要大于开关的响应时间,摆锤宽度为 0.022m ,因此摆锤的速度不能超过 0.46m/s ,摆锤的下落高度不能超过 1cm 。

表 4 状态切换的时刻





状态切换编号	状态切换图解	文字描述
1		摆锤从左侧向右挡住激光,开关由闭合切换为断开。
2		摆锤从左到右从最低点摆过,开关由断开转换为闭合,此后摆球摆到右侧最高点后向左摆动。
3		摆锤向左摆动挡住激光,开关由闭合转为断开。
4		摆锤从右向左从最低点摆过,开关由断开转为闭合,此后摆球摆到左侧最高点后向右摆动直到状态切换 1。

表 5 单摆周期的计算

状态切换编号	开关状态	状态改变的 时刻/s	维持在每个 状态的时间/s	周期/s
1	断开	1.836	0.103	1.329
2	闭合	1.939	0.591	
3	断开	2.53	0.1	
4	闭合	2.63	0.535	
1	断开	3.165	0.178	1.41
2	闭合	3.343	0.533	
3	断开	3.876	0.187	
4	闭合	4.063	0.512	
1	断开	4.575		

开关的四个属性是用 Ledong Scratch 互动教学平台制作与开关有关的 Scratch 测量程序的基础。

4 小结

Ledong Scratch 互动教学平台的开关量还有“是否按下鼠标”和“声音是否响亮”两个开关量没有使用。如果将鼠标左键并联出来,接上一个光敏电阻,可以制作一个类似图 5 所示的光电门,声音是否响亮会在今后的案例中介绍。

参考文献

- Scratch 官方网站,程序、例子、作品发布与交流、论坛等[EB OL]. <http://scratch.mit.edu>
- 项华,梁森山,吴俊杰. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究. 教学仪器与实验,2011(1)
- 吴俊杰,梁森山,项华. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究——投票装置. 教学仪器与实验,2011(2)
- 吴俊杰,梁森山,项华. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究——38 译码器与音乐键盘. 教学仪器与实验,2011(3)
- 吴俊杰,梁森山,项华. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究——抢答器的原理及互动装置设计. 教学仪器与实验,2011(4)
- 吴俊杰,梁森山,项华. Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究——计数器、启动装置与报警器. 教学仪器与实验,2011(5)
- 梁森山. Ledong 官方网站[EB OL]. <http://imten.com/ninjia>
- 吴俊杰. 本系列文章 scratch 操作视频下载[EB OL]. <http://towujunjie.blog.163.com>
- 项华,吴俊杰,付雷,王颖川. 数字科学家计划:基于数据探究的科学选修课程设计与试验. 现代教育理论与实践指导全书[C]. 北京:现代教育出版社,2010
- 吴俊杰,项华,付雷. scratch 及其硬件在数据探究中的教学设计与尝试. 第一届全国华人探究学习创新应用大会论文集[C]. 2010

本文为北京市十一五规划课题“数字科学家计划:基于数据探究的物理选修课程设计与尝试”研究成果

(收稿日期:2011-04-12)

吉安市加强对义务教育学校 教学仪器设备和图书配备的规划工作

为了认真贯彻省教育厅《关于做好农村义务教育薄弱学校改造计划教学仪器和图书配备工作的通知》精神,吉安市教育局 4 月下发了《关于做好全市 2011—2015 年义务教育学校教学仪器设备和图书配备规划的通知》。要求:①各县(市、区)在对各学校进行全面细致地调查摸底的基础上,精心规划,认真编制好年度购置计划清单。②要按照文件规定的配备要求和工作要求,由基础教育部门统筹组织,教育技术装备部门具体负责,科学制定五年规划。

(江西省吉安市教育技术装备站 温朝晖)