内 容 简 介

本套教材积极贯彻《基础教育课程改革纲要(试行)》的精神,坚持"以教师为主导、以学生为主体"的教学原则,系统阐述了信息技术的基础知识和技能,以及运用信息技术解决问题的过程与方法。小学和初中各分册教学内容既相对独立,又有机连贯。

本套教材以爱国主义、集体主义和青少年的日常生活与学习等主题贯穿每一课,渗透着积极向上的思想情感和健康活泼的人文精神,体现了社会主义核心价值观;在编写形式上以主题引领任务,以任务驱动应用,以应用带动能力,实现教学目标的可操作性。教材通过任务导航、Follow Me、智多星、DIY、知识着陆、视野拓展、创作天地等栏目,启发学生在探究的过程中完成学习任务。教材内容的系统性强,实用性强,好教好学。

本册教材适用于九年级第二学期使用,介绍了智能机器人的基本结构、功能和操作方法。一方面应用仿真软件,通过直观易学的图形化编程,促进学生对程序设计基本思想和方法的学习。另一方面介绍了真实机器人的操作方法,鼓励学生进行探究活动。本书新增了 STEM 专题拓展学习单元,引导学生拓宽思路,积极探索,大胆创新。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

信息技术 九年级 下册(彩色版)/徐爱平,沙有威,吴俊杰编著.—北京:清华大学出版社,2012.12(2018.1 重印)
(清华大学"大、中、小学一条龙教学研究"实验教材.信息技术系列)
ISBN 978-7-302-31088-4

Ⅰ.①信… Ⅱ.①徐…②沙…③吴… Ⅲ.①计算机课—初中—教材 Ⅳ.①G634.671

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 303523 号

责任编辑: 张孟青
封面设计: 傅瑞学
责任校对: 李 梅
责任印制: 沈 露

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

出版发行: 清华大学出版社
网 址: http://www.tup.com.cn, http://www.wqbook.com
地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 **邮 编:** 100084
社 总 机: 010-62770175 **邮 购:** 010-62786544
投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载: http://www.wqbook.com/qhytl/, 010-62795764
印 装 者:
经 销: 全国新华书店
开 本: 185mm×260mm **印 张:** 6 **字 数:** 104 千字
版 次: 2012 年 12 月第 1 版 **印 次:** 2018 年 1 月第 9 次印刷
定 价: 10.70 元

产品编号:047567-05

前　言

清华大学出版社建社30多年来，始终坚持着服务教学、服务社会的发展方向，出版了许多优秀的教材和科技书。特别是在计算机教育领域，拥有着丰富的专家资源和高水平的作者队伍，出版了各个层次的计算机教材和科技图书，为我国计算机的普及教育贡献了一份力量。

近年来，随着计算机教育在中小学的普及推广，清华大学出版社依托其在这些专业领域的资源优势，出版了一批中小学信息技术教材，包括于2002年经教育部全国中小学教材审定委员会审查通过的《高中信息技术》和荣获北京市教科院首届优秀教育研究成果奖的《信息技术》初中版教材，以及生动活泼的《信息技术》小学版教材等。

为满足基础教育课程改革的需要，同时配合清华大学教育改革与研究工作，2005年我们出版了清华大学“信息技术教学一条龙”实验教材。这套教材在各地的教学使用中，以其科学创新的思路和优良的品质受到了广大师生的一致好评。

本套教材则是在清华大学“信息技术教学一条龙”实验教材的基础上改编而成的。本套教材在指导思想上依据《国务院关于基础教育改革与发展的决定》和教育部颁布的《基础教育课程改革纲要（试行）》的精神，考虑到小学、初中、高中教学相互衔接的需要，结合当前教学中的实际情况，主要进行了内容上的更新。本教材强调积极向上的思想性，重视客观严谨的科学性，依据学科知识的系统性，突出求实创新的实践性，明确各阶段学生在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观方面的目标要求。

编写人员都是具有丰富经验的信息技术教研人员和教学一线的优秀教师，本套教材是他们长期教学实践和教学研究的产物，有较高的质量和较强的实用性。本教材在编写方式上以学生动手、动脑参与的活动为主线，体现了在教师引导下的学生自主学习，以科学的体例结构为基础将信息技术知识融会贯通。通过各栏目的设置使学习层层深入，从而达到既定的教学目标。因此，本教材

体现了先进的教育理念和教学设计思想，符合各阶段学生的心理特点和认知水平，并坚持从解决实际问题的角度出发，培养学生的综合实践能力。同时，经过改版后的教材，教学内容更加紧跟信息技术的发展，知识技能与实际应用更加符合时代对人才培养的需求。

鉴于时间和水平的限制，教材中难免存在不足之处，在此我们诚恳地希望广大师生给我们提出宝贵意见和建议，我们将及时予以修订。同时非常感谢每一位教材编写者所付出的心智与辛劳。本套教材一学期使用一册。教材中的作品案例和教学素材可在清华大学“大、中、小学一条龙”教研网（http://www.wqbook.com/qhytl/）上免费下载。

清华大学“大、中、小学一条龙教学研究”实验教材编写组

2012 年 6 月

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

目录

第 1 单元　未来伙伴

第 1 课　能力风暴　——机器人仿真系统的应用　/2
第 2 课　方圆之间　——“转向”模块与正多边形设计　/8
第 3 课　神奇美图　——循环嵌套与规则图形设计　/14
第 4 课　争创第一　——“启动电机”模块和“延时等待”模块　/20
第 5 课　歌声嘹亮　——子程序设计和机器人发音　/27

第 2 单元　非凡智慧

第 6 课　奔向光明　——亮度传感器的应用和条件控制　/33
第 7 课　昂首阔步　——红外传感器和机器人的避障行走　/40
第 8 课　碰撞运动　——碰撞传感器和机器人的避碰行走　/46
第 9 课　循线而行　——地面传感器和机器人的循线行走　/52

第 3 单元　身经百战

第 10 课　绕月飞行　——传感器检测模块的条件判断和子程序的应用　/58
第 11 课　赶赴火场　——“系统时间”检测模块的应用　/64
第 12 课　智闯迷宫　——机器人走迷宫的行走规则　/68

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 4 单元　友好相处

第 13 课　忠诚卫士　——红外传感器的应用　/72
第 14 课　金鸡报晓　——光敏传感器的应用　/78
第 15 课　音乐之声　——碰撞传感器的应用　/82
第 16 课　争先恐后　——传感器的综合应用　/85

教材使用说明

本教材是依据《国务院关于基础教育改革与发展的决定》以及教育部颁布的《基础教育课程改革纲要（试行）》的基本精神编写的，旨在培养学生的创新思维和实践能力，提高他们的信息技术素养。本册教材供九年级第二学期使用，共16课，建议每课1学时。

教材中各栏目说明如下。

任务导航：以贴近学生学习生活的内容，突出趣味性和人文性的语言，导出本节课的学习任务和操作思路。

Follow Me（跟我做）：以明确的操作步骤介绍本课实例的制作方法。

DIY（自己做）：由学生根据已经学过的知识，自己动手完成任务。

智多星：用来提示操作步骤中较难理解的知识和一些操作技巧。

知识着陆：用简单明确的语言将本课的知识点系统地总结出来。

视野拓展：介绍与本课内容密切相关的课外知识，使学生在学习本课内容的基础上能够开阔视野。

创作天地：根据本课内容，结合以往学过的信息技术知识提出问题和任务，使学生学有所用。

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

辅助教学说明

本册教材所介绍的各作品实例，仅供参考之用，并不要求学生纯粹地模仿，关键在于鼓励学生的大胆尝试和创新思维。正所谓“兵无常势，水无常形，运用之妙，存乎一心”。

第 1 单元

未来伙伴

我们在媒体中见过形形色色的机器人，它们有的形似人，有的形似动物，有的只有一只手臂，有的只有一只眼睛……可是你真正了解机器人吗？你知道机器人为什么能服从人的指挥？机器人是如何运动和发音的？……

本单元，让我们走近机器人，了解机器人的相关知识。学会用“能力风暴VJC1.5仿真版”软件编写程序控制机器人，掌握程序设计的基本方法。让我们在机器人的世界里尽情遨游，享受机器人为我们带来的乐趣吧！

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 1 课

能力风暴

——机器人仿真系统的应用

任务导航

1920 年捷克作家卡雷尔·卡佩克发表了幻想情节剧《罗萨姆的万能机器人》，第一次提出了“机器人”这个名词。时至今日机器人不仅为我们的日常生活提供了方便，而且还能代替人类从事很多繁重和危险的工作，帮助人类探索许多未知的领域。

本课，我们先来了解能力风暴机器人，然后用能力风暴机器人仿真系统编写一个简单的程序。

1. 能力风暴机器人简介

随着机器人的发展，各种功能的机器人应运而生，我们将要学习的机器人是我国自主研发的、专门为中小学生设计的能力风暴机器人。

图 1.1 所示的是能力风暴系列的三款智能机器人。它们分别是为小学生设计的 AS-InfoX 型机器人，为中学生设计的 AS-InfoM 型机器人和 AS-MII 型活动版机器人。

(a) AS-InfoX 型机器人

(b) AS-InfoM 型机器人

(c) AS-MII 型活动版机器人

图 1.1　能力风暴智能机器人

2. 认识能力风暴机器人仿真系统

当没有真实的机器人做伴时，我们可以在计算机上安装一个能力风暴机器人仿真系统，同样可以享受机器人带来的学习乐趣。

能力风暴机器人仿真系统可以使我们在编写程序后通过仿真系统界面来达到控制仿真机器人的目的。

步骤 1：安装能力风暴智能机器人 VJC1.5 仿真版软件。

智多星　能力风暴智能机器人 VJC1.5 仿真版软件可以从 www.grandar.com 网站下载，然后按照系统提示完成安装。

步骤 2：单击桌面上的图标 进入 VJC1.5 流程图编辑界面，如图 1.2 所示。

图 1.2　VJC1.5 流程图编辑界面

DIY

1. 单击不同模块库的按钮，查看 4 个模块库中各有哪些模块。
2. 单击工具栏的“JC 代码”按钮，观察代码显示区。

智多星　在流程图编辑界面被打开后，注意要通过执行“工具”→“设置选项”命令进入如图 1.3 所示的“设置对话框”，在“设置对话框”

图 1.3　设置机器人型号

中，检查一下系统默认的机器人型号和使用的机器人型号是否相同，如果不相同则要重新确认机器人型号，关闭窗口后再重新打开系统。

3. 完成机器人“走直线”的程序

步骤 1：从“执行器模块库”中将“直行”模块拖到流程图编辑区中“主程序”模块的下方，并使其以流程线与“主程序”模块连接。

步骤 2：从“程序模块库”中将“结束”模块拖到流程图编辑区中，使之与前面的“直行”模块以流程线连接，如图 1.4 所示。

清華大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 1.4　将模块拖入流程图编辑区

步骤 3：在流程图编辑区中的“直行”模块上右击，进入“直行模块”对话框，在此对话框中可以对控制直行的一些参数进行修改，如图 1.5 所示。修改后单击“确定”按钮退出对话框。至此一个简单的“走直线”的程序编写完成。

图 1.5　修改直行速度和时间

步骤 4：单击工具栏中的“仿真”按钮，进入如图 1.6 所示的仿真环境。

图 1.6　仿真环境

步骤 5：运行“走直线”的机器人程序。进入仿真环境后，单击仿真环境左下角的“运行”按钮，用鼠标将仿真机器人拖动到“环境”中，当释放鼠标后仿真机器人开始运行程序。程序运行过程中仿真环境左下角的“运行”按钮变为“停止”按钮，单击该按钮机器人程序停止运行。

智多星

1. 若要在程序运行时让机器人留下行走的轨迹，可以单击“显示轨迹”按钮，运行程序后仿真环境中会留下如图 1.7 所示的机器人行走轨迹。

图 1.7　显示机器人的行走轨迹

2. 若要改变机器人运行的初始方向，可以单击“角度”按钮，在弹出的对话框中输入机器人行走的初始角度后单击“确定”按钮，如图 1.8 所示，此时再运行程序，机器人会转一个初始角度后再沿直线行走，如图 1.9 所示。

图 1.8　“初始角度设置”对话框

图 1.9　初始角度为 90°时机器人的运行轨迹

知识着陆

1. 我们是通过能力风暴机器人来学习智能机器人知识的，供中小学生使用的能力风暴机器人型号有 AS-InfoX 小学版、AS-InfoM 中学版和 AS-MII 活动版三种。

2. 在没有真实机器人时，可以通过能力风暴仿真机器人系统学习智能机器人的知识，体会学习机器人知识的乐趣。

3. 在使用 VJC 系统为机器人编写程序前要先设置使用的机器人型号。对于改变设置的 VJC 系统需要先关闭系统，设置之后再重新进入系统，改变的设置才会生效。

4. 对于拖到编辑区的流程图模块，可以通过右击进入模块的编辑对话框，修改模块中参数的设置。在执行程序时，机器人会按照修改后的参数执行动作。

5. 用仿真机器人系统编好程序后，需要单击工具栏中的“仿真”按钮进入仿真环境才能运行程序。

视野拓展

机器人简介

有些机器人是非常简单的，它们总是重复着一项工作；有些机器人则像人类一样，通过接收到的外界信息而改变自己的动作。

智能机器人不一定是人的形状，但它具有一些与人相似的智能，智能机器人具有感觉、大脑思维和执行动作三个基本功能。

近几年机器人越来越多地走进了我们的生活，并为人类从事很多繁重和危险的工作。如图 1.10 所示的勇气号太空机器人就代替人类首次登上了火星，进行科技探索，为人类的进步做出了很大的贡献。

创作天地

编写程序让机器人走一个正方形，如图 1.11 所示。

提示：尝试使用“转向”模块。

图 1.10　勇气号太空机器人

图 1.11　机器人走正方形

第 2 课

方圆之间

——“转向”模块与正多边形设计

任务导航

“九州方圆”、“地阔方圆”……人们在描述地域的广阔时总是用到“方圆”二字，方和圆之间到底存在什么样的关系呢？让机器人告诉我们吧！

本课，我们将利用“执行器模块库”中的“直行”模块和“转向”模块、“控制模块库”中的“多次循环”模块等，让机器人走出一些简单的基本图形，如图 2.1 所示。

(a) 机器人走正方形

(b) 机器人走圆形

图 2.1　机器人走出的简单图形

1. 机器人走正方形的一条边

如果将让机器人直线前进走一段距离，再转 90°的动作称为“单边行走”，那么机器人把“单边行走”的程序执行 4 次，就可以走出一个正方形了。

步骤 1：让机器人完成“单边行走”的动作。

从“执行器模块库”中将“直行”模块和“转向”模块先后拖入流程图编辑区，并依次连接。从“程序模块库”中将“结束”模块拖到流程图“转向”模块的下面并连接。

步骤 2：在仿真环境中调试“单边行走”程序。

① 单击工具栏中的“仿真”按钮，进入仿真环境。

② 在仿真环境中单击“显示轨迹”按钮，以使机器人在行走时留下轨迹。

③ 在仿真环境中单击“运行”按钮，将机器人带入环境场地。

④ 在场地的任意位置单击后，机器人在这个位置上开始执行程序，如图 2.2 所示。

⑤ 根据机器人行走留下的轨迹和机器人停下时的方向，决定是否需要返回流程图编辑界面修改程序。

步骤 3：编辑、修改“单边行走”程序。

① 在仿真环境中单击“退出”按钮，返回流程图编辑界面。

② 在“转向”模块上右击，在弹出的“转向模块”对话框中修改转向时间，如图 2.3 所示。单击“确定”按钮后，“转向”模块变为“右转”模块。

图 2.2　机器人的“单边行走”轨迹

图 2.3　修改转向时间

智多星　由于受机器人运动速度的影响，所以需要经过反复的调试才能确定机器人转 90° 所用的时间。

单击工具栏中的“JC 代码”按钮，我们可以看到“单边行走”程序流程图所对应的 VJC 代码，如图 2.4 所示。流程图中的每一个模块都对应一段 JC 程序代码，如果我们了解它们之间的对应关系，就可以从代码中看出各模块的参数设置。

图 2.4　机器人“单边行走”程序

通过对“右转”模块的参数设置及“右转”模块对应的 JC 程序代码的比较，我们可以看出代码 drive（0,80）中的 80 是对电机右转功率的设置，代码 wait (0.298000) 的 0.298000 是对转弯时间的设置，代码 stop（）是停止电机的命令。

2. 机器人走正方形

我们知道正方形的 4 条边相等、4 个角都是直角，所以机器人走正方形的程序可以通过执行 4 次“单边行走”的程序来实现。如果一个动作要重复执行若干次，我们就可以使用仿真系统“控制模块库”中的“多次循环”模块来完成。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 1：让正方形的“单边行走”程序循环执行 4 次。

① 将“单边行走”程序中的“前进”模块以后的程序拖至旁边。

② 从“控制模块库”中将“多次循环”模块拖至主程序的下边并连接。

③ 拖动旁边放置程序中的“结束”模块，使其与上面的“右转”模块分离。

④ 拖动“前进”模块，将“单边行走”程序段拖动至“多次循环”模块的循环过程中作为重复循环的内容。

⑤ 将“结束”模块连接到流程图末尾，如图 2.5 所示。

⑥ 在“多次循环”模块上右击，在弹出的“多次循环模块”对话框中将循环次数改为 4 后，单击“确定”按钮，如图 2.6 所示。

修改后的机器人走正方形程序的流程如图 2.7 所示。

图 2.5　用“多次循环”模块控制循环

图 2.6　修改循环次数

如果把程序流程中被重复执行的程序内容称为“循环体”，我们可以看出“多次循环”模块控制循环的过程是：当循环变量的值小于要循环的次数时，程序进入循环执行“循环体”；否则退出循环控制，执行循环体后面的程序内容，如图 2.8 所示。

图 2.7　机器人走正方形的程序流程

图 2.8　循环模块的控制流程

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 2：程序编写完成后，进入仿真环境中运行机器人走正方形的程序。

DIY

将以上机器人走正方形的程序改写为机器人走正六边形和正十边形的程序，机器人在仿真环境中走正 n 边形的运动轨迹如图 2.9 所示。

提示：由于正多边形的边数改变，若使机器人走完一个正 n 边形后停在起点处，关键是要调整“单边行走”程序中的转弯功率（速度）和转弯时间。

（a）机器人走正六边形　　（b）机器人走正十边形

图 2.9　机器人走正 n 边形的运动轨迹

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

知识着陆

1. 仿真系统实施机器人活动项目的一般过程是：首先打开机器人流程图编辑系统，设置机器人型号；其次为机器人编写流程图程序；最后在机器人仿真环境中调试程序、实施项目。

2. 在模块上右击可以对模块的参数进行设置。

3. 在能力风暴智能机器人仿真系统中，每一个模块实际上都对应一段用 JC 代码编写的程序，在流程图编辑界面单击“JC 代码”按钮 可以看到流程图程序对应的 JC 程序代码。

视野拓展

JC 代码小知识

驱动电机函数：

格式：drive（x,y）

功能：控制两个电机转动的函数。

说明：函数的两个参数 x、y 的取值范围是 100 到–100 之间的整数。x 用来控制前进的速度和方向，y 用来控制转弯的速度和转弯的方向。x 和 y 的取值同时决定了电机的功率级别。其中：

左电机功率级别=$x+y$

右电机功率级别=$x-y$

当电机功率级别大于 0 时，电机控制的轮子向前转动；当电机功率级别小于 0 时，电机控制的轮子向后转动。代表电机功率级别数值的绝对值越大转速越快，绝对值越小转速越慢。

创作天地

当边数足够多，适当缩短“单边行走”的距离，合理调整转弯的时间，你会发现机器人走正多边形的轨迹近似于圆。请编写机器人走正十五边形的程序，机器人在仿真环境中的运动轨迹如图 2.10 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIV

图 2.10　机器人走正十五边形的运动轨迹

第 3 课

神奇美图

——循环嵌套与规则图形设计

任务导航

重复和循环是我们经常使用的两个词，对于这两个词的含义我们又了解多少呢？能力风暴机器人会让我们体会到重复和循环不仅是动作的重复，更是从简单量的变化到获得最终结果的过程。

本课，我们用循环嵌套的方法进行程序设计，让机器人走出一些具有简单规则的图形，如图 3.1 所示。

(a) 机器人走 8 个正方形的轨迹

(b) 机器人走“一大三小的正三角形”的轨迹

图 3.1　机器人走出的规则图形

1. 机器人走 8 个正方形的轨迹

智多星

分析如图 3.1 (a) 所示的机器人要走出的图形轨迹不难发现，该图形是由 8 个小正方形构成的，所以，只要将如图 3.2 所示的分解动

作（即“让机器人左转 45°，然后走一个正方形”的动作）重复执行 8 次，就可以让机器人完成这个图形轨迹的行走了。

图 3.2　机器人走“8 个正方形”轨迹的动作分析

步骤 1：根据分析设计出如图 3.3 所示的流程。

步骤 2：根据流程设计，编写如图 3.4 所示的流程图程序。

图 3.3　机器人走“8 个正方形”轨迹的流程设计

图 3.4　机器人走“8 个正方形”轨迹的流程图程序

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

智多星　在图 3.4 所示的机器人行走程序中执行外循环 8 次，实现 8 个正方形轨迹的行走。在外循环内嵌套一个循环 4 次的内循环，以实现正方形每边轨迹的行走，这种程序设计的方式被称为“循环嵌套”。

2. 机器人走“一大三小的正三角形”的轨迹

下面，我们让机器人走出如图 3.1（b）所示的图形轨迹。

智多星　从图 3.5 中不难看出机器人要走的图形轨迹是由 1 个大的正三角形和与 3 个顶点相连的 3 个小正三角形组成的，这个图形轨迹的走法有多种，我们采用的是机器人左转 30°，然后走一个小三角形，接着走大三角形的一个边，该过程重复 3 次，机器人就可以完成图形轨迹的行走。

图 3.5　机器人走“一大三小的正三角形”轨迹的画法分析

步骤 1：按照图 3.5 所示的画法分析设计程序流程，如图 3.6 所示。

步骤 2：根据流程设计，编写流程图程序。

DIY　试着编写机器人走“一大三小的正三角形”轨迹的程序。

步骤 3：在仿真环境中执行程序并不断调试直至成功。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 3.6　机器人走“一大三小的正三角形”轨迹的流程设计

知识着陆

循环嵌套是指在一个循环控制模块中还包含其他的循环控制模块。程序在执行循环嵌套控制时，外循环每循环一次内循环要执行指定的多次循环。

视野拓展

能力风暴 AS-MII 型智能机器人的结构

能力风暴 AS-MII 型智能机器人的结构如图 3.7 所示。

(a) 机器人的正面

(b) 机器人的背面

图 3.7　能力风暴 AS-MII 型智能机器人的结构

(1) 轮子电机、喇叭和 LCD 显示屏等是能力风暴的执行器，用于产生机器人的动作。

(2) 红外传感器、亮度传感器、声音传感器和碰撞开关等是能力风暴机器人获取外界信息的装置。

(3) 中央处理器 68HC11 是能力风暴机器人的大脑。

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

创作天地

编写让机器人走“一大六小的正六边形”轨迹的程序，机器人的行走轨迹如图 3.8 所示。

提示：机器人走“一大六小的正六边形”轨迹的画法分析如图 3.9 所示。

图 3.8　机器人走“一大六小的正六边形”的轨迹

图 3.9　机器人走“一大六小的正六边形”轨迹的画法分析

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 4 课

争创第一

——“启动电机”模块和“延时等待”模块

任务导航

同学们可能参加过车模比赛或者船模比赛，在这些比赛中一般都有一个规定动作竞赛——绕标。不同的比赛绕标的规则和要求是不一样的。

本课，我们先为机器人制作一个绕标场地，然后让机器人完成绕标游戏。

在图 4.1 所示的绕标场地中，左侧黄颜色矩形为机器人绕标的起点，右侧绿颜色矩形为机器人绕标的终点，两个圆形为障碍标志物体，虚线为机器人绕标时的行走轨迹。

图 4.1　机器人绕标游戏

1. 机器人绕单标

为了更好地完成“多标”的绕标游戏，我们先来完成机器人绕单标的游戏，如图 4.2 所示。

图 4.2　绕单标场地及绕标轨迹

步骤 1：在仿真环境中添加作为标杆的“障碍标志”。

① 单击“环境编辑”栏中的“实体”按钮，在弹出的快捷菜单中选择“添加障碍物”→“圆形”选项。

② 在场地的适当位置拖动出一个适当大小的“圆形障碍物”，如图 4.3 所示。

图 4.3　添加“圆形障碍物”

智多星

在如图 4.3 所示的仿真环境的左侧有一组环境编辑按钮，用于完成机器人场地的搭建和编辑。其中的“实体”按钮用于“立体障碍物”的设置和地面上“平面图带”的设置；“声源”按钮用于发声喇叭的设置；“光源”按钮以“火源”的方式提供了发光体的设置；“清除”按钮用于清除当前的“环境场地”。

步骤 2：在仿真环境中添加表示起点的黄色图带，添加黄色图带的操作过程见图 4.4。

图 4.4　添加“矩形”图带

智多星　为了将搭建的场地用于机器人项目中，在如图 4.4 所示的仿真环境的左侧有一组“文件”按钮，用于完成机器人场地文件的存储和调用。“加载”按钮用于调入保存的场地；“保存”按钮用于场地文件的存储；“新建”按钮用于建立场地文件；“删除”按钮用于删除场地文件。

步骤 3：将搭建的场地文件存盘。

① 单击“文件”栏中的“保存”按钮，在弹出的“保存环境”对话框的“环境名称”文本框中输入场地环境文件的名称。

② 单击“保存”按钮，则环境文件被保存到默认的文件夹中；若单击“导出”按钮环境，则文件被保存到指定的文件夹中。此处，我们单击“保存”按钮，如图 4.5 所示。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 4.5　场地的保存

步骤 4：在流程图编辑区编写如图 4.6 所示的“单标绕标”程序。

图 4.6　“单标绕标”程序

1. 本课是通过“启动电机”模块、“延时等待”模块和“停止电机”模块来实现“绕标”的。三个模块参数的具体设置可参照图 4.7、图 4.8 和图 4.9。

图 4.7　“启动电机”模块的设置

图 4.8　“延时等待”模块的设置

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 4.9 “停止电机”模块的设置

2. 绕标的方法有多种，如图 4.6 所示的程序就是采用了让机器人绕标行走一个适当半径的圆来实现“单标绕标”的。常识告诉我们如果机器人两轮的电机功率相同时，机器人可以走出直线轨迹；而机器人的两轮电机功率若不相同时，机器人会走出曲线轨迹。一般来说，机器人两轮的速度之差越小，机器人走出的曲线半径越大；机器人两轮的速度之差越大，机器人走出的曲线半径越小。机器人要走出适当半径的圆，除了和两轮的速度设置有关外，还和机器人行走的时间有关。

步骤 5：反复调试、修改程序，直至绕标效果最佳。

智多星 仿真系统里已经保存的环境文件（如单房间场地、标准灭火场地以及前面保存过的单标绕标场地等）只要加载到运行区就可以使用了。加载环境的方法是：单击“文件”栏中的“加载”按钮，在弹出的“选择环境”对话框中选择欲加载的场地环境，然后单击“进入环境”按钮，如图 4.10 所示。

图 4.10 加载环境文件

2. 机器人绕双标

机器人绕双标的要求是：从黄色图带为标志的起点出发，绕第一个标行走一个上半圆，再绕第二个标行走一个下半圆，然后在绿色图带为标志的终点停下。

步骤 1：在仿真环境中设置双标绕标场地并将其保存。

步骤 2：在流程图编辑界面将绕单标程序中的“延时等待”模块中的时间适当修改，使其成为机器人绕标走上半圆的程序，如图 4.11 所示。

图 4.11　机器人绕第一个标行走的半圆

步骤 3：在程序的“结束”模块前添加与前三个模块相同的模块。

步骤 4：将新添加的“启动电机”模块的参数适当修改，使其成为绕第二个标走下半圆的程序，如图 4.12 所示。

步骤 5：反复修改、调试，直至绕标效果达到最佳，如图 4.1 所示。

图 4.12　机器人绕双标的程序

知识着陆

只要在“启动电机”模块中将机器人的左、右电机功率设置得适当，机器人就能进行曲线行走。此外，机器人行走的曲线轨迹的长短还与行走的时间有关。

视野拓展

JC 代码小知识

1. 启动电机函数

格式：motor（n，p）

功能：以功率级别 p 启动电机 n。

说明：其中 n 为 1 时表示左电机，n 为 2 时表示右电机，n 为 3 时表示扩展电机。功率级别 p 为 100 到–100 的整数，p 值为正数时电机正向转动，p 值为负数时电机反向转动。

例如：motor (1,80) 表示左轮的电机功率为 80，motor (2,60) 表示右轮的电机功率为 60。

2. 延时等待函数

格式：wait（t）

功能：等待 t 秒后再执行后面的语句。

说明：参数 t 为实型数。

例如：wait (2.800) 表示延时等待 2.8 秒。

3. 停止电机函数

格式：stop（）

功能：关闭左、右轮电机。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

创作天地

在绕双标的场地中增加一个标，并编写机器人绕三个标的程序，如图 4.13 所示。

提示：机器人从起点出发绕第一个标杆，按照顺时针转一个半圆，接着绕第二个标杆，按照逆时针转一个半圆，最后绕第三个标杆，按照顺时针转一个半圆后在终点停下。由于计算机的速度不同，因此机器人行走半圆轨迹的大小和行走的时间需要耐心地反复调试。

图 4.13　三标绕标场地

第 5 课

歌声嘹亮

——子程序设计和机器人发音

任务导航

机器人的身上有一个可以发音的喇叭，在程序中，我们可以通过“发音”模块来控制它。一个“发音”模块可以设置一个音符，如果按照乐谱将发音模块组合起来就可以让机器人演奏一首歌曲。

母亲节就要到了，本课，就让机器人为我们的妈妈演奏一首“生日快乐”歌吧！

1. 机器人唱高音的 1、2、3

步骤 1：在“执行器模块库”中顺序拖入三个“发音”模块与“主程序”模块连接，然后在程序的末尾加入“结束”模块，如图 5.1 所示。进入仿真环境运行程序，我们会听到机器人发出三个相同的声音。

步骤 2：退出仿真环境返回流程图编辑界面，在第二个“发音”模块上右击，在弹出的“发音模块”对话框中将发音修改为高音 2，如图 5.2 所示。

图 5.1　修改前的程序

图 5.2　“发音”模块的编辑与修改

1. 将第三个“发音”模块的发音修改为高音 3，修改后的程序如图 5.3 所示。
2. 请为机器人编写一段“祝你生日快乐”乐曲的程序。

2. 机器人重复演唱“生日快乐”乐曲

智多星 对于经常使用的程序段，我们可以将其编写为子程序，当需要运行子程序时，我们可以在主程序中通过子程序名称模块调用子程序。在必要的时候使用子程序可以使程序简洁、易读。

步骤 1：在流程图编辑界面选择“编辑”→“新建子程序”命令，如图 5.4 所示。

图 5.3　修改后的程序

图 5.4　新建子程序

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 2：在弹出的“新建子程序”对话框中，输入子程序的文件名“生日快乐”，然后单击“确定”按钮，如图 5.5 所示。

图 5.5　建立“生日快乐”子程序

步骤 3：在出现的子程序编辑界面中编写“生日快乐”子程序，如图 5.6 所示。

图 5.6　“生日快乐”子程序

步骤 4：单击工具栏中的“主程序”按钮，返回主程序窗口。

步骤 5：在主程序中 4 次调用子程序，如图 5.7 所示。

① 将“控制模块库”中的“多次循环”模块连接到“主程序”模块下方。

② 将“生日快乐”子程序置于“多次循环”的控制中。

③ 在“多次循环”模块上右击，在弹出的对话框中设置循环次数为 4。

④ 在程序末尾添加“结束”模块。

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 5.7　在主程序中调用“生日快乐”子程序

步骤 6：到仿真环境中运行并调试程序。

3. 会眨眼的机器人

能力风暴机器人不仅能唱歌，还能以眨眼的方式表达感情，下面我们就利用“设置眼睛”模块让机器人眨眼睛。

步骤 1：在“执行器模块库”中拖入“设置眼睛”模块，并将其插入在图 5.8 所示的“生日快乐”程序的前面。

图 5.8　对“设置眼睛”模块进行设置

步骤 2：在“设置眼睛”模块上右击，在弹出的“设置眼睛”对话框中把机器人的眼睛设置为“闪烁”，然后单击“确认”按钮，如图 5.8 右图所示。

步骤 3：在仿真环境中运行程序，我们看到机器人在唱歌时，机器人的眼睛也在以红、黄、绿不同的颜色交替闪烁，如图 5.9 所示。

图 5.9　机器人的眼睛以红、黄、绿不同的颜色交替闪烁

DIY

1. 以子程序的方式编写“××××”歌曲的程序，并使其自动唱五遍。

2. 修改机器人“眨眼”程序，使机器人在唱“生日快乐”歌第一遍时眼睛为左红、右黄；唱第二遍时为左黄、右红……

知识着陆

1. 通过机器人仿真系统“执行器模块库”中的“发音”模块可以编写动听的乐曲，用“设置眼睛”模块可以将机器人的眼睛设置为红、黄、绿及闪烁的方式。

2. 通常，我们可以把多次使用的程序段编写为子程序，当需要时可以在主程序中调用子程序，子程序执行完后将自动返回主程序，然后接着执行子程序模块后面的程序模块。

视野拓展

“少女机器人”简介

最近中国科学院自动化研究所研制成功了我国首台具有国际一流语音交互水平和复杂动作及智能运动控制水平的“少女机器人”，如图 5.10 所示。

“少女机器人”拥有丰富的仿人关节，可以完成各种迎宾礼仪和舞蹈等动作。她的最大特点是具有语音识别和语音控制功能，她可以与游客进行语音聊天和知识问答，她还能讲英语、四川方言和唱歌。“少女机器人”可以提供导游和导览等服务。在行走过程中，她能够自动识别碰到的障碍物，并做语音提示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 5.10　少女机器人

创作天地

让机器人在完成绕标赛后唱一首歌。

第 2 单元

非凡智慧

当船在大海中航行时，有航标灯为它导航以避免触礁；当汽车在马路上行驶时，司机要根据情况灵活驾驶以避免事故。

机器人具有一定的智能，机器人智能程度的高低，主要取决于它识别环境和根据环境自主做出决策的能力。那同学们不禁要问：机器人是如何识别光线和物体的？机器人又是如何感受周围环境的呢？……

本单元，我们将了解机器人识别环境的四种基本传感器，学会传感器的检测和使用方法，并进一步熟练掌握程序设计的方法。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 6 课

——亮度传感器的应用和条件控制

任务导航

当人们在黑暗中行走时，如果有一点点亮光，一定会感到非常兴奋，因为这一定是朋友在等待你。

本课，我们将让机器人通过亮度传感器获取环境光线的信息，让机器人朝着光线强的方向行走。

1. 亮度传感器的检测

智多星 亮度传感器是能力风暴机器人的视觉传感器之一，通过亮度传感器，机器人可以感觉周围环境的光线强弱。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 1：在流程图编辑界面中，将“控制模块库”中的“永远循环”模块添加到流程图中。

步骤 2：从“传感器模块库”中拖入两个“亮度检测”模块，置于永远循环的控制中。

步骤 3：从“执行器模块库”中拖入“显示”模块，置于永远循环控制中的“亮度检测”模块的后面。

步骤 4：从“执行器模块库”中拖入“延时等待”模块，置于永远循环控制中的“显示”模块的后面。

步骤 5：从“程序模块库”中拖入“结束”模块，置于程序的结尾，构成亮度检测程序，如图 6.1 所示。

步骤 6：在第一个“亮度检测”模块上右击，在弹出的“亮度检测模块”对话框中将亮度变量设置为“亮度变量一”，在方式选择框中选择“左”，表示

将左亮度传感器的亮度检测值存放在“亮度变量一”中，相应的代码表示为：photo_1=photo (1)。

图 6.1　亮度检测程序

步骤 7：在第二个“亮度检测”模块上右击，在弹出的“亮度检测模块”对话框的方式选择框中选择“右”，将亮度变量设置为“亮度变量二”，表示将右亮度传感器的亮度检测值存放在“亮度变量二”中，相应的代码表示为：photo_2=photo (2)。

智多星　变量的选择：在图 6.1 所示的“亮度检测模块”对话框中单击“亮度变量一”按钮，会出现“变量百宝箱”对话框，如图 6.2 所示。单击“亮度变量二”，我们可以看到“亮度变量二”后面有一把小钥匙，表示这个变量被选中，单击“确认”按钮，此时可将“亮度变量一”改为“亮度变量二”。

北京大学出版社

注意：图 6.2 中灰色的传感器按钮图标是在“亮度检测”模块中不可选用的传感器变量。

图 6.2　“变量百宝箱”对话框

步骤 8：右击“显示”模块，并在弹出的“显示模块”对话框中设置显示内容，即显示“亮度变量一”和“亮度变量二”的值。

① 在“显示模块”对话框中单击“引用变量”复选框。

② 在随后弹出的“变量百宝箱”对话框中选择“亮度变量一”，单击“确认”按钮。

③ 在编辑后的“显示模块”对话框中单击“确定”按钮，如图 6.3 所示。

图 6.3　“显示”模块的设置

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

完成步骤 8 中对“显示”模块“亮度变量二”的显示设置。

步骤 9：通过“延时等待”模块设置适当的延时时间。

延时等待时间决定了检测的周期，延时等待时间过长机器人显得反应迟钝，延时等待时间太短可能看不清 LCD 显示屏输出的检测值。我们可以通过多次调试，确定合适的延时时间，例如此处设置的延时时间为 0.2 秒。

步骤 10：在仿真环境中单击“环境编辑”栏中的“光源”按钮，在弹出的快捷菜单中选择“添加”命令，然后在机器人场地的适当位置单击，实现光源的位置设置，如图 6.4 所示。

图 6.4　在场地中设置光源

DIY　将机器人置于光源照射范围的不同位置，观察窗口右上角显示屏中输出的亮度检测值。

智多星　通过观察机器人放置在不同位置时的亮度检测值，我们会发现这样的规律，亮度传感器检测的亮度取值范围为 0 到 255 之间的整数，机器人距离光源越近，检测数值越小；机器人距离光源越远，检测数值越大。

2. 机器人追光

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

本项目的要求是当把机器人置于光源照射范围内的较暗处时，机器人能够自动地朝光源处行走，并能够在距离光源一定的距离处停下，如图 6.5 所示。

(a) 机器人追光的初始状态　　(b) 机器人距光源较近时停下

图 6.5　机器人追光

步骤 1：用亮度检测程序确定机器人追光停下时的亮度检测值。

在本项目中，我们假设当检测值不大于 61 时让机器人停下。

步骤 2：在流程图编辑区拖入以下模块，构成如图 6.6 所示的流程图程序。

图 6.6　机器人追光程序及设置说明

智多星

1.“条件循环”模块的设置

“条件循环”模块可以控制程序执行的顺序。当循环条件成立时执行循环体的内容；否则退出循环，执行循环体后面的程序内容。在“条件循环”模块上右击，可以设置循环条件，具体的操作过程如图 6.7 所示。

图 6.7 “条件循环”模块的设置

2.“条件判断”模块的设置

使用“条件判断”模块，可以控制当条件成立时执行“左转”模块，然后执行“前进”模块；否则执行“右转”模块，然后执行“前进”模块。在“条件判断”模块上右击，可以设置判断条件，如图 6.8 所示，条件设置与“条件循环”模块条件设置的方法相同。

图 6.8 “条件判断”模块的设置

知识着陆

1. 亮度检测值是 0 到 255 之间的整数，它与亮度之间的关系是光线越强，检测值越小；光线越弱，检测值越大。

2. 检测程序是各种传感器检测的工具，不同传感器检测程序中的检测函数虽然不同，但是程序的基本结构是相同的。

3. “条件循环”模块是判断条件成立时执行循环的控制模块，“永远循环”模块是将条件设置为永远成立的控制模块，是“条件循环”模块的特例。“条件判断”模块是控制程序根据条件成立与否，执行不同程序内容的控制模块。

视野拓展

微型机器人简介

微型机器人是机器人应用的重要领域，如图 6.9 所示的微型内窥机器人是多年前由上海交通大学研制成功的。它可以在人体血管内移动，用于疾病的检测等。如图 6.10 所示的昆虫机器人重量仅有 4.3 克，它曾经被收入吉尼斯世界纪录。

图 6.9　微型内窥机器人

图 6.10　昆虫机器人

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

创作天地

编写程序让机器人围绕光源转圈。

第 7 课

昂首阔步

——红外传感器和机器人的避障行走

任务导航

人类的视觉系统是眼睛，而能力风暴机器人的视觉系统分为两部分，一部分是亮度传感器；另一部分是红外传感器。

本课，机器人将通过红外传感器获取障碍信息并对信息进行条件判断，然后根据判断的结果做出相应的避障动作。

1. 机器人的红外检测

智多星

能力风暴机器人可以通过红外传感器获取前方的障碍信息，并能够根据对障碍信息的判断避开障碍。在机器人的左前方和右前方分别有一只红外发射传感器，如图 7.1 所示，在这两只红外发射传感器的中间有一只红外接收传感器。当红外发射传感器发射出的红外信号被前方的障碍物挡住时，就会有信号返回并被红外接收传感器接收，表示机器人的前面有障碍；如果红外接收传感器没有接收到信号，表示机器人的前面没有障碍。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 7.1　机器人的红外传感器

步骤 1：在流程图编辑界面编写红外传感器检测程序，如图 7.2 所示。

图 7.2　红外传感器检测程序

步骤 2：在仿真环境中搭建红外检测场地并存储，如图 7.3 所示。

步骤 3：单击“红外”按钮，修改红外探测半径。

图 7.3　观察机器人前面没有障碍时的红外检测值

步骤 4：将机器人置于场地中间，此时观察到显示屏上显示的红外检测值为 0，表示机器人没有发现障碍，如图 7.3 右下角所示。

步骤 5：将机器人置于其前方的障碍墙附近，如图 7.4 所示，观察显示屏的检测输出结果。

步骤 6：将机器人初始转角设置为 45°，并将机器人置于其右侧障碍墙附近，如图 7.5 所示，观察显示屏的检测输出结果。

图 7.4　观察机器人正前方有障碍时的红外检测值

图 7.5　观察机器人右前方有障碍时的红外检测值

步骤 7：将机器人的初始转角设置为 45°，并将机器人置于其前方的障碍墙附近，如图 7.6 所示，观察显示屏的检测输出结果。

图 7.6　观察机器人左前方有障碍时的红外检测值

DIY

观察红外检测结果，在表 7.1 中填写红外检测值。

表 7.1　红外检测表

障碍方向	障碍检测值
没有障碍	
正前方有障碍	
左前方有障碍	
右前方有障碍	

2. 机器人避障

若要使得机器人在一个模拟的房间中行走时不碰到周围的障碍，可以使用红外传感器不断地获取周围环境的障碍信息，并根据获得的信息按照一定的策

略采取相应的动作。

步骤 1：制定机器人完成避障任务的程序流程，如图 7.7 所示。

图 7.7　机器人避障的程序流程

步骤 2：在流程图编辑界面设计程序，如图 7.8 所示。

图 7.8　机器人避障程序

智多星

在图 7.7 所示的几个判断框中：

红外变量的值为 0，表示“红外变量一” == “无”，即没有障碍。

红外变量的值为 4，表示“红外变量一” == “前”，即前方有障碍。

红外变量的值为 1，表示“红外变量一” == “左”，即左前方有障碍。

步骤 3：在仿真环境中加载红外检测场地环境并在场地中设置障碍，如图 7.9 所示。

图 7.9　机器人避障的实施

步骤 4：将机器人置于场地中，然后调试使其能避开障碍物机器人。

知识着陆

1. 红外传感器像机器人的眼睛，机器人通过红外传感器获取外界的障碍信息，并通过程序处理这些信息从而实现避开障碍或跟踪障碍等动作。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

2. 红外传感器函数的代码和功能：

格式：ir_detector（）

功能：检测红外传感器接收到的检测值。能力风暴机器人可以获得的 4 种障碍信息的检测值，如表 7.2 所示。

表 7.2　红外检测表

红外信号接收	十进制检测值	前方检测的障碍状况
没有接收到红外信号	0	无障碍
右边接收到红外信号	1	左前方障碍
左边接收到红外信号	2	右前方障碍
两边接收到红外信号	4	正前方障碍

创作天地

试着在如图 7.10 所示的场地中完成机器人“避障寻火”项目。

图 7.10　机器人“避障寻火”场地

提示：可以结合本课与第 6 课所学的知识完成此项目。图 7.11 给出了解决本问题的程序流程。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 7.11　机器人“避障寻火”的程序流程

第 8 课

碰撞运动

——碰撞传感器和机器人的避碰行走

任务导航

人类的触觉体现在肢体和皮肤对环境的反应，它不仅可以感觉物体的存在，还可以感觉物体的状态。能力风暴机器人的触觉是通过检测碰撞开关的闭合状态来获取碰撞信息的。

本课，我们将通过对碰撞传感器的检测和判断来控制机器人的动作，使其避开碰撞到的物体。

1. 碰撞检测

智多星

在能力风暴智能机器人的左前方、右前方、左后方和右后方分别装有一个碰撞开关，这 4 只开关与碰撞环一起组成碰撞传感器，如图 8.1 所示。某方位开关的闭合状态即表示该方位的碰撞状态。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 8.1　机器人的碰撞传感器

步骤 1：将第 7 课的红外检测程序稍加修改得到图 8.2 所示的碰撞检测程序。

① 将红外检测程序中的“红外检测”模块修改为“碰撞检测”模块。

② 将红外检测程序中“显示”模块的输出变量修改为“碰撞变量一”。

③ 在“碰撞检测”模块的前面插入一个“直行”模块，以获取前进过程中的碰撞信息。

图 8.2　碰撞检测程序

清华大学出版社

步骤 2：在仿真环境中建立“检测场地”。

步骤 3：检测机器人在前方的不同方位遇到碰撞的碰撞检测值，如图 8.3 所示。

(a) 左前方有碰撞　　(b) 右前方有碰撞　　(c) 正前方有碰撞

图 8.3　观察机器人在前方的不同方位遇到碰撞的碰撞检测值

步骤 4：将检测程序中“直行”模块的“前进”修改为“后退”，以检测机器人后面遇到的碰撞，如图 8.4 所示。

(a) 左后方有碰撞　　(b) 右后方有碰撞　　(c) 正后方有碰撞

图 8.4　观察机器人在后方的不同位置遇到碰撞的碰撞检测值

步骤 5：检测机器人没有遇到碰撞的碰撞检测值，如图 8.5 所示。

图 8.5　观察机器人没有遇到碰撞时的检测信息

DIY　观察前面的检测结果，在表 8.1 中将碰撞检测表填写完整。

表 8.1　碰撞检测表

碰撞方向	检测值	碰撞方向	检测值
没有碰撞	0	右后方	
左前方	1	正右方	
右前方	2	正后方	
正前方	3	正左方	
左后方			

2. 编写机器人避开碰撞的程序

智多星　机器人避开碰撞的方法与避开障碍的方法类似，不同的是避开障碍处理的是碰撞前的避让，所以可以直接转向，以避开障碍。而避开碰撞是碰撞后的避让，所以当机器人在前面遇到碰撞时要先后退再转向，当机器人在后面遇到碰撞时要先前进再转向。

步骤 1：按照以上碰撞策略编写流程图程序，如图 8.6 所示。

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 8.6　避开碰撞的程序流程图

步骤 2：在仿真环境中调出“检测场地”，调试以上程序。

知识着陆

1. 碰撞传感器像机器人的“皮肤”，通过碰撞传感器，机器人可以感觉接触到的物体信息。此外，机器人可根据程序对碰撞信息进行处理，并产生相应的控制动作。

2. 碰撞传感器函数的代码格式和功能

格式：bumper（）

功能：检测 4 个碰撞开关的碰撞测试值，各方向碰撞的检测值如表 8.2 所示。

表 8.2　碰撞检测值表

碰撞方向	十进制检测值	闭合的碰撞传感器
左前方	1	左前
右前方	2	右前
左后方	4	左后
右后方	8	右后
正前方	3	左前和右前
正右方	10	右前和右后
正后方	12	左后和右后
正左方	5	左前和左后

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

视野拓展

工业机器人简介

工业机器人主要应用于工业生产的自动控制中，如汽车制造企业的自动化生产流水线、电视机安装生产线等都使用了大量的工业机器人，工业机器人的使用大大降低了工业生产的成本，提高了产品的质量，如图 8.7 所示。

图 8.7　工业机器人

创作天地

编写一个“机器人八音盒”的程序，使机器人在不同方向遇到碰撞时发出不同的声音。

提示：“机器人八音盒”的程序流程如图 8.8 所示。

图 8.8　“机器人八音盒”的程序流程

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 9 课

——地面传感器和机器人的循线行走

任务导航

过马路要走人行横道，这是每个公民应该遵守的交通规则，它不仅会保证我们的人身安全，也有利于道路的交通管理。那机器人能识别斑马线并穿过人行横道吗？

本课，我们将学习应用地面传感器实现机器人沿白线行走的机器人循线项目。

1. 地面传感器的检测

智多星 在机器人的“脚下”安装了一个由发光二极管和亮度传感器组成的可以识别地面的传感器，我们称为地面传感器。利用地面传感器可以使机器人识别地面上不同的颜色。

步骤 1：修改第 6 课的亮度传感器检测程序，如图 9.1 所示。

图 9.1　地面检测程序

步骤 2：在仿真窗口加载如图 9.2 所示的“地面检测场地”。

图 9.2　地面检测场地

步骤 3：运行程序，观察机器人在不同颜色的地面时，显示屏显示的检测值。

在表 9.1 中填写不同颜色地面图带的检测值。

表 9.1　地面检测值表

图带	地面检测值	图带	地面检测值	图带	地面检测值
（黑色）		（浅绿）		（白色）	
（橙色）		（绿色）		（红色）	
（黄色）		（蓝色）		（紫色）	

清華大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

智多星　将机器人置于白色图带时，显示屏显示的检测值为 0；将机器人置于绿色图带时，显示屏显示的检测值为 170；将机器人置于黑色地面上时，显示屏显示的检测值为 255。地面颜色越深，地面传感器获取的检测值越大。

2. 在“绿色草坪”球场上奔跑的机器人

本活动要求在仿真环境中创建一个绿色的机器人场地，然后编写一个机器人在场地上行走的程序，即让机器人能够感测到自己是否在场地上，如果在场地上就向前行走，否则要求机器人及时返回场地。

步骤 1：在流程图编辑界面编写“在绿色草坪球场上奔跑的机器人”程序，如图 9.3 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 9.3 “在绿色草坪球场上奔跑的机器人”程序

智多星 在编写程序的过程中，注意：如果机器人在“绿色草坪”上就向前走；否则机器人就向后退一段距离，再转一个弯，以便从草地外返回。

步骤 2：在仿真环境中搭建绿色的图带，作为“绿色草坪”球场，如图 9.4 所示。

步骤 3：将机器人置于“绿色草坪”上，然后运行程序让机器人行走。

步骤 4：在流程图编辑界面修改各模块的参数，并进入仿真环境反复调试程序。

图 9.4　在绿色草坪球场上奔跑的机器人

DIY

1. 编写程序让机器人沿如图 9.5 所示的白线边沿行走。

2. 编写程序让机器人沿如图 9.6 所示的红色地毯边沿行走。

3. 循线回家。用白颜色地面代表机器人回家的路线，编写程序让机器人回到如图 9.7 所示的红色地面代表的家，然后停下。

清華大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 9.5　机器人沿单色地毯边沿行走

图 9.6　机器人沿红色地毯边沿行走

图 9.7　机器人循线回家

知识着陆

1.“地面检测”模块可以获得地面传感器检测到的地面检测值。

2.“地面检测”模块具有对检测到的地面检测值进行判断的功能，并可根据判断的结果决定程序的走向。通过“地面检测”模块可以让机器人循着地面的颜色标记行走。

创作天地

编写机器人“城市行”的程序，本活动要求机器人在“城市行”环境（见图 9.8）里行走的过程中要避开围墙、楼房和烟囱，而当机器人误入草地或花园时要马上退出。提示：

（1）建立机器人“城市行”的场地环境并存储。

（2）编写退出“绿地”子程序和“红外避障”子程序。

（3）编写机器人“城市行”的主程序。

（4）在仿真环境中调试程序。

（5）保存机器人“城市行”的流程图程序。

图 9.8　机器人“城市行”的场地环境

第 3 单元

身经百战

能力风暴机器人是通过多种传感器获取外界的环境信息，再由机器人的大脑中央处理器按照程序的要求处理这些信息，并形成拟人的各种动作的。

本单元，我们将综合运用前两个单元掌握的编程方法，并通过对传感器的检测、判断和对执行器的控制等，完成绕月飞行、赶赴火场和迷宫行走项目。

第 10 课

绕月飞行

——传感器检测模块的条件判断和子程序的应用

任务导航

本课，我们先让机器人模拟嫦娥奔月——寻找光源的过程，待找到光源后再要求机器人围绕光源进行转圈。机器人绕月飞行的模拟场地如图 10.1 所示。

图 10.1　机器人绕月飞行的模拟场地

1. 搭建机器人“绕月飞行”的主程序框架

智多星　机器人若要完成“绕月飞行”项目，需要完成机器人“避障寻光”、“追光寻轨”、“入轨绕月”三个任务。

步骤 1：在流程图编辑界面执行“编辑”→“新建子程序”命令。

步骤 2：在出现的新建子程序编辑区建立“避障寻光”子程序模块。

步骤 3：重复步骤 1 和步骤 2，建立“追光寻轨”子程序模块。

步骤 4：重复步骤 1 和步骤 2，建立“入轨绕月”子程序模块。

步骤 5：在流程图编辑界面执行“编辑”→“主程序”命令。

步骤 6：在流程图编辑区搭建“绕月飞行”的主程序，如图 10.2 所示。

图 10.2　“绕月飞行”主程序

清華大學出版社

2. 编辑机器人“避障寻光”子程序

智多星　“避障寻光”就是机器人在避障行走时寻找光源的过程，即机器人没有发现光源时就执行避障行走的动作，如果发现了光源就不再进行避障行走，而去执行“追光寻轨”的子程序。

步骤 1：右击“避障寻光”子程序模块，进入子程序编辑状态。

步骤 2：编写如图 10.3 所示的“避障寻光”子程序。

步骤 3：在仿真环境中搭建如图 10.1 所示的场地并保存。

步骤 4：在仿真环境中调试“避障寻光”子程序，在流程图编辑界面修改编辑子程序。

图 10.3 “避障寻光”子程序

清華大學出版社

3. 编辑机器人“追光寻轨”子程序

智多星 “追光寻轨”是执行“避障寻光”子程序后执行的程序，该子程序要求在发现光源的基础上让机器人朝着光线较强的方向行走，直到光线达到一定程度时进入“入轨绕月”子程序，即程序要实现若光线没有达到入轨标志（亮度）时就循环执行追光的动作，否则说明机器人已经到达绕月轨道，程序从循环中退出执行后面的“入轨绕月”子程序。

步骤 1：右击“追光入轨”子程序模块，进入子程序编辑状态。

步骤 2：编写如图 10.4 所示的“追光寻轨”子程序。

步骤 3：在仿真环境中调试“追光寻轨”子程序，在流程图编辑界面修改编辑子程序。

图 10.4　“追光寻轨”子程序

DIY

1. 试将“追光寻轨”子程序中的循环判断条件修改为，“亮度变量一”大于轨道亮度值或“亮度变量二”大于轨道亮度值时进入循环，否则退出循环。

2. 试在“追光寻轨”子程序中控制追光动作，添加“亮度变量一”等于亮度变量时机器人向前进的动作。

4. 编辑机器人“入轨绕月”子程序

智多星

“入轨绕月”是执行“追光寻轨”子程序后执行的程序，该子程序要求机器人在找到轨道的基础上让机器人绕着表示月球的光源的轨道行走。程序要重复执行追轨的动作。

步骤 1：右击“入轨绕月”子程序模块，进入子程序编辑状态。

步骤 2：编写如图 10.5 所示的“入轨绕月”子程序。

步骤 3：在仿真环境中调试“入轨绕月”子程序，在流程图编辑界面修改编辑子程序。

图 10.5 “入轨绕月”子程序

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

智多星 在前面的 3 个子程序中亮度检测和对亮度检测值的判断分别使用的是“亮度检测”模块和“条件判断”模块，我们也可以只用“亮度检测”模块实现亮度检测和对亮度检测值的判断。以“入轨绕月”子程序为例对程序进行修改，操作过程如图 10.6 所示。

知识着陆

1. 在设计机器人“绕月飞行”程序的过程中，我们利用子程序的方法将整个任务分为三个步骤，每个步骤对应一段子程序，每个子程序具有相对独立的功能，程序设计过程体现了由粗到细、逐步求精的结构化程序设计思想。

2. 本课介绍的“亮度检测”模块转换为具有判断功能的“亮度检测判断”模块的方法，对其他传感器检测模块都适用。

图 10.6　使检测模块具有检测判断功能

清華大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

创作天地

编写程序，使机器人能够按照顺时针方向行走的方式实现“绕月飞行”的项目。

第 11 课

赶赴火场

——“系统时间”检测模块的应用

任务导航

机器人可以代替人类去做一些具有危险性的工作，如排雷、消防、排爆等。

本课，我们将让机器人在仿真环境中模拟完成一个简单的灭火任务。在如图 11.1 所示的场地中有一个火源，要求机器人在房间中一边行走一边寻找火源，找到火源以后将火源熄灭。

图 11.1　简单的机器人灭火

智多星　与机器人“绕月飞行”项目类似，简单的机器人灭火项目程序包括以下三个子程序，即机器人“避障寻火”、机器人“趋光追火”和机器人“摇摆灭火”。

步骤 1：在仿真环境中搭建图 11.1 所示的简单灭火场地并存储。

步骤 2：在流程图编辑界面新建机器人“避障寻火”、“趋光追火”和“摇摆灭火”三个子程序模块。

步骤 3：编写机器人“简单灭火”主程序，如图 11.2 所示。

DIY

1. 参考机器人“绕月飞行”中的“避障寻光”子程序编写“避障寻火”子程序。

2. 参考机器人“绕月飞行”中的“追光寻轨”子程序编写“趋光追火”子程序。

图 11.2　机器人“简单灭火”的主程序

步骤 4：编写机器人“摇摆灭火”子程序，如图 11.3 所示。

图 11.3　“摇摆灭火”子程序

智多星 “摇摆灭火”子程序是使机器人在距离火源较近的距离启动风扇电机，并且左右摇摆进行灭火，火灭后机器人停下不动。子程序设计的思路是进行条件判断，当火焰没有被吹灭时，就让机器人循环执行启动风扇和左右摇摆的动作；否则表明火已经被吹灭，此时机器人退出循环动作，执行关闭两轮电机和风扇电机的动作。

步骤 5：我们可以在“传感器模块库”中找到“系统时间”模块，添加到机器人简单灭火程序的末尾，如图 11.4 所示，并添加“显示”模块显示该时间。

图 11.4　记录灭火所用的时间

灭火程序运行后系统开始计时，当灭火程序执行完成后，开始执行“系统时间”模块，并记录系统时间，然后通过“显示”模块显示系统时间。

试将前面编写的绕标等程序，加上显示系统时间的功能。

知识着陆

“系统时间”模块可以获得从开始执行程序到“系统时间”模块被执行时系统所用的时间，该模块的使用可以使机器人统计自己完成某些动作所用的时间。

创作天地

编写程序让机器人在图 11.5 所示的单房间灭火场地中完成灭火任务。

图 11.5　单房间灭火场地

第 12 课

智闯迷宫

——机器人走迷宫的行走规则

任务导航

你玩过走迷宫的游戏吗？你有走出迷宫的经验吗？如果你在漆黑的迷宫中，你将用什么方法走出迷宫呢？

本课，我们将为机器人编写走迷宫的程序，使机器人能够遵循一种方法，完成一些相关的迷宫项目。

智多星 “左手规则”是机器人走迷宫的方法之一，机器人按照“左手规则”行走的时候，以左侧墙壁为导航物，如果机器人探测到左侧墙壁时则向右前方行走，如果机器人探测不到左墙壁时则向左前方行走，如果机器人探测到前方有墙壁时则右转行走，如图 12.1 所示。

(a) 左侧有障碍向右走　(b) 左侧没有障碍向左走　(c) 前方有障碍向右转　(d) 右前方有障碍向右转

图 12.1 “左手规则”行走方法

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

Follow me

步骤 1：在仿真环境中搭建简单机器人迷宫场地，如图 12.2 所示。要求机器人从入口处进入迷宫场地，从出口处退出迷宫场地。

步骤 2：根据“左手规则”编写机器人走迷宫程序，如图 12.3 所示。

图 12.2　机器人走迷宫场地

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 12.3　“左手规则”程序

步骤 3：在迷宫场地调试程序，并在流程图编辑界面修改程序至最佳状态。

DIY　给机器人走迷宫程序加上计时功能。

要求：机器人到出口标志时停下，并显示走迷宫所用的时间。

知识着陆

与“左手规则”方法类似，采用“右手规则”的方法也可以完成机器人走迷宫的任务。在使用真实机器人完成走迷宫的任务时，我们还可以根据实际需要改变红外传感器的位置，从而使机器人用“左手（或右手）规则”的方法更有效地完成走迷宫的任务。

创作天地

编写程序，让机器人在如图 12.4 所示场地的起点出发，用“左手规则”的方法在 1号房间、2 号房间、3 号房间和 4 号房间中找到火源并将其灭掉。

图 12.4　机器人比赛“标准灭火场地”

第 4 单元

友好相处

机器人是能自动工作的机器，无论机器人的外形是什么样子，当它接收到传感器的信息后，都能够遵循人们编写的程序指令，自动执行并完成一系列的动作。

本单元，我们将接触真实的机器人，通过红外传感器、光敏传感器、碰撞传感器和声音传感器的实际检测和综合应用，感受真实机器人的操作和使用方法。

清華大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

第 13 课 忠诚卫士

——红外传感器的应用

任务导航

我们在很多地方都可以看到警卫人员站岗，在仓库重地等一些特殊的地方还会有监控设备，不许闲人随便进入，一旦有人进入将会报警。

本课，我们要让机器人成为忠诚的卫士，由机器人通过红外传感器来识别是否有人进入，当发现有人经过时，机器人通过喇叭发出报警声。

1. 操作真实机器人前的准备工作

智多星 真实机器人的程序要在“能力风暴 VJC2.0 开发版”软件（以下简称 VJC 软件）中编写和下载，我们前三个单元学习使用的 VJC1.5 软件是它的仿真版，它们的编程环境和编程方法基本相同。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 1：检查计算机是否已经安装了“VJC 软件”。如果已安装，则在计算机桌面上将会出现快捷方式图标 。

步骤 2：检查给机器人下载用的 USB 数据线是否已与计算机连接，正确的连接方法如图 13.1 所示。

步骤 3：检查实验用的机器人电池是否已安装。正确的安装方法如图 13.2 所示。

2. 启动 VJC 软件

步骤 1：双击桌面上的快捷方式图标 ，在弹出的 VJC2.0 对话框中选择

图 13.1　串口线与计算机的连接

图 13.2　电池安装图

“流程图程序”单选按钮，如图 13.3 所示。单击“确定”按钮后，进入流程图编辑界面。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 13.3　VJC2.0 对话框

步骤 2：选择相应的机器人型号，在流程图编辑界面中执行“工具”→“设置选项”命令，在弹出的对话框中选择机器人的型号为 AS–MIII，如图 13.4 所示。

图 13.4　选择机器人型号

智多星 在选择机器人型号时应注意：如果流程图界面打开，在左上角显示的是 VJC2.0 MIII，直接进入编程即可。否则需要选择相应的机器人型号，单击“确定”按钮，关闭流程图界面，再重新进入。

VJC2.0 与 VJC1.5 在使用中的区别：

1. 在 VJC2.0 的流程图编辑区中，如果需要打开某个模块调整或输入数据，只要双击该模块即可直接打开。

2. 在 VJC2.0 的流程图编辑区中，如果右击某个模块，则会出现一个窗口，可以根据需要选择相应的操作。

3. 编写红外传感器检测程序

在流程图编辑界面中编写红外传感器检测程序，如图 13.5 所示。

图 13.5　红外传感器检测程序

智多星 检测红外传感器的目的：

1. 红外传感器是硬件，在使用前通过检测程序确定其硬件的好坏，以决定能否使用。

2. 红外传感器可以识别环境障碍，在使用前通过检测程序了解红外传感器在有障碍和无障碍时各自返回的数据，以便在使用中准确判断。

4. 给机器人下载程序

步骤 1：将下载线与如图 13.6 所示的机器人操作面板中的下载口连接，连接后的结果如图 13.7 所示。

图 13.6　能力风暴机器人的操作面板

图 13.7　下载线与机器人连接

步骤 2：执行“工具”→“下载当前程序”命令或单击工具栏中的“下载”按钮，如图 13.8 所示。

图 13.8　下载当前程序

步骤 3：打开机器人电源开关，自动完成程序下载。

正常的下载过程如图 13.9 所示。

智多星　正常下载情况：

打开机器人电源，单击“下载”按钮，自动搜索检测并完成下载。程序下载结束窗口自动关闭，如图 13.9 所示。

清華大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 13.9　正常下载过程

如果程序下载过程出现了如图 13.10 所示的状况，应做以下检查。

1. 机器人的电源是否打开。

2. 机器人与计算机的下载线是否连接。

3. 如果第一次下载程序出现状况，可以关闭下载窗口，再打开。使用过程中如果出现程序不能下载的状况，也可以用同样的方法解决。

图 13.10　下载出现状况

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

步骤 4：关闭机器人电源。

步骤 5：拔下下载线。

5. 运行程序

把机器人放在空旷桌面或地面上。

步骤 1：打开机器人电源开关。

步骤 2：按下“复位”键。

步骤 3：按下“运行”键。

6. 实验、观察程序运行效果

步骤 1：把手放在机器人正前方 20 厘米的位置，左右摆动。

步骤 2：观察机器人显示屏中的数据，如图 13.11 所示。比较其与我们在仿真环境中检测的数据值是否相同。

（a）正前方有障碍

（b）左前方有障碍

图 13.11　观察显示屏的数据值

智多星

1. 在编写程序前，先要选择传感器和报警器。此处我们选择红外传感器用于识别是否有人经过；选择喇叭用于报警。

2. 明确机器人的工作过程：先通过红外传感器采集周围的环境信息，然后经过判断确定是否有障碍。没有障碍就表示没有人经过，再重复检测；如果有障碍则表示有人经过，此时机器人将通过喇叭发出报警的声音。

步骤 3：把手放在机器人正前方 30 厘米、40 厘米或再远一点的地方试验，当机器人“看不见”时，这个距离就是机器人能识别物体的有效距离。

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

知识着陆

1. 在使用真实的能力风暴智能机器人之前，需要安装 VJC2.0 开发版软件和下载程序专用的串口线。

2. 如果在操作中机器人出现黑屏或程序运行出错等问题，需要为机器人更新操作系统。

创作天地

让你的机器人伙伴通过红外传感器跟随你走回家。要求：

（1）当机器人前方没有物体时，机器人不动。

（2）当机器人发现前方有物体时，要分辨物体的方位并跟踪。

第 14 课

金鸡报晓

——光敏传感器的应用

任务导航

我们在经过一夜的休息之后到早晨该起床时，桌上的小闹钟就会发出悦耳的“铃声”。

本课，我们就让机器人模拟小闹钟的功能。机器人不是以时间来确定天亮的，而是通过光敏传感器识别环境光线的亮与暗。在天黑时，机器人静静地等候天亮；当天亮时，机器人奏响音乐催促人们起床。

1. 光敏传感器的检测

步骤 1：启动 VJC 软件，在流程图编辑界面编写光敏传感器检测程序，如图 14.1 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 14.1　光敏传感器检测程序

步骤 2：给机器人下载程序。

步骤 3：运行光敏检测程序。

步骤 4：用手遮住左侧光敏传感器，观察 LCD 的显示值并记录。

步骤 5：把手移开，观察 LCD 的变化并记录。

步骤 6：在距离机器人 20 厘米左右的位置，用手电筒对准左侧光敏传感器，观察 LCD 的变化并记录。

2. 编写机器人闹钟程序

智多星　机器人通过左侧光敏传感器来识别环境光线，当经过判断认为天还没有亮时，机器人继续检测；当确认天亮时，机器人就会通过喇叭发出音乐，催促人们起床。

步骤 1：在流程图编辑界面编写机器人闹钟的程序，如图 14.2 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 14.2　机器人闹钟程序

步骤 2：下载机器人闹钟程序。

步骤 3：打开机器人电源开关，运行程序。把机器人放在环境光线比较暗的地方进行测试，此时机器人应该不发音。

步骤 4：用手电筒照射机器人的左侧光敏传感器，此时机器人应发出声音。

步骤 5：移开或关闭手电筒，机器人应该不发音。

步骤 6：重复执行步骤 4 和步骤 5，模拟天亮与天黑，检测编写的程序正确与否。

智多星 如果运行程序，手电筒还没亮，机器人就发音，可能有三种情况。

(1) 室内环境光线过强，解决的方法是把条件判断式中确定天亮的数据值适当减小。

(2) 室内环境光线并不强，但是由于条件判断式中确定天亮的数据值偏大，所以适当减小此数据值，即可解决问题。

(3) 在实验时，可把机器人背向光的方向或用手捂住光敏传感器表示天黑；而把机器人朝向光的方向或把手放开表示天亮。

DIY 1. 让机器人的两只“眼睛”都能检测到环境光线，无论“太阳”在哪边，机器人都能感觉到“天亮”了。

提示：同时采集左光敏传感器和右光敏传感器的信息，注意：“条件判断”模块对话框中两个条件之间的关系，如图 14.3 所示。

2. 请用子程序完成“起床歌”部分的编写。

图 14.3　左右光敏传感器同时检测

知识着陆

1. 在光敏传感器的条件判断式中，一般不选择“等于（==）”运算符，只选择“大于（>）”或者“小于（<）”运算符。因为机器人是时时检测环境光线的，因此，检测值也是时时随之变化的。在这种情况下，“等于”某一检测值的概率非常小。

2. 如果在一个条件判断式中有两个条件，当两个条件都成立条件判断式才成立时，则两个条件的逻辑关系为“与（&&）”；如果其中一个条件成立则条件判断式即可成立，两个条件的逻辑关系为“或(||)”。

3. 在“光敏检测模块”对话框中，有四个方式选项：平均、左、右、偏差，我们可以根据任务进行选择。注意：当使用多个光敏检测模块时，不同的选项应对应不同的变量。

视野拓展

光敏传感器的应用

我们知道，不同的物体颜色对于光的反射作用是不同的，如白色或浅色的物体对光的反射作用强，黑色或深色的物体对光的反射作用弱 。根据这个特点，我们可以为机器人制作一个传感器。在这个传感器中有两个主要元件，一个是可以发光的元件，即发光二极管；另一个是可以识别光的元件，即光敏电阻，也就是能力风暴机器人的光敏传感器。如果我们把这个传感器放在机器人的“脚下”，就变成了机器人的地面传感器。有了这个地面传感器，机器人就可以自主识别指定的路线了。我们还可以用多个这样的传感器组成一个黑白条码的识别器，当机器人找到相应的条码位置时即认为已经“到家”了。

创作天地

让机器人在运动中，随着光线的不同而发音。

提示：在机器人运行环境中设置光源，机器人可以旋转、移动。

第 15 课

——碰撞传感器的应用

任务导航

很多人在生日到来之际都收到过礼物，而音乐盒是我们心仪的生日礼物之一，当美妙的音乐传出时，每个人都会为之陶醉。

本课，我们用机器人做一个模拟“八音盒”。机器人通过碰撞传感器可以感知来自 8 个方向的碰撞信息。我们让机器人在检测到不同方向的碰撞后，发出不同的声音。为了便于演奏，我们把音阶按顺时针方向依次排列，如图 15.1 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 15.1　机器人碰撞发音的方向

1. 碰撞传感器的检测

步骤 1：启动 VJC 软件，在流程图编辑界面中编写碰撞检测程序，如图 15.2 所示。

步骤 2：下载碰撞检测程序。

步骤 3：运行碰撞检测程序。

步骤 4：分别从不同方向按碰撞环，观察 LCD 显示屏的显示结果。

图 15.2　碰撞检测程序

2. 模拟八音盒的程序

步骤 1：在流程图编辑界面编写机器人感知 3 个方向的碰撞后，发出 3 个不同声音的程序，如图 15.3 所示。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

图 15.3　机器人发三音程序

步骤 2：下载机器人发三音程序。

步骤 3：运行机器人发三音程序。

步骤 4：分别用手碰撞发音的三个方向，实验机器人发三音程序。

1. 在机器人发三音程序的基础上，完成机器人模拟八音盒的整个程序。

2. 让机器人完成模拟追人游戏的项目：我们让机器人站在中间，机器人通过检测碰撞传感器的信息确定是否有人，当没有人碰它的时候，它站在那里一动不动；一旦有人碰它一下，它就会往碰撞的方向“追赶”。如图 15.4 所示，圈内的箭头表示机器人感知到的碰撞方向，圈外的箭头表示机器人的运动方向。提示：

图 15.4　碰撞方向和运动方向示意图

(1) 修改八音盒程序，将发音动作改为运动动作。

(2) 机器人可以直接做前后运动，不能直接做左右运动或斜线运动。

(3) 如果机器人左侧感觉到碰撞，则它的第一个动作是左转 90°，然后再前进。

(4) 如果机器人右前方感觉到碰撞，先右转 45°，再前进。

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

知识着陆

可以将机器人的红外传感器和碰撞传感器结合使用，这样机器人既能避开前方的障碍，又能及时躲避遇到的碰撞。

创作天地

如果把八音盒的 8 个音换成 8 首不同的乐曲，则机器人就变成一个“点歌台”了。当触碰机器人碰撞环的不同方位时，机器人演奏不同的乐曲。请完成机器人点歌台的项目。

提示：由于不同方向的碰撞要演奏不同的乐曲，所以要先为点歌台编写 8 首乐曲。每首乐曲做成一个子程序。

第 16 课

——传感器的综合应用

任务导航

学校运动会的接力比赛项目开始了，第一棒运动员听到枪响后立刻冲出了起跑线，经过一段你追我赶之后，在遇到自己的同伴时，把手中的接力棒交出。第二棒运动员在接到接力棒后，又开始了第二轮的竞争，直到遇到下一个同伴，交出接力棒……当最后一棒运动员冲过终点线时，一场激烈的接力比赛结束了。

本课，我们将指挥机器人参加一场接力比赛。

Follow me

机器人接力比赛是一个集体项目，每个参赛队由 3 个或 4 个机器人组成。

智多星

1. 参赛队需要分别确定每个机器人的参赛位置。由于机器人位置不同，因而编写的程序和调试的方法都不相同。

2. 每个参赛机器人要先分别调试，待调试成功后，再以队为单位进行接力赛的调试。

清华大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

1. 声音传感器的检测

步骤 1：在流程图编辑界面编写声音检测程序，如图 16.1 所示。

步骤 2：下载并检测声音传感器。检测声音传感器时，可以通过拍手、跺脚、喊“啊”等形式给机器人发令。

步骤 3：观察 LCD 的显示数据并记录。

2. 声音起跑

步骤 1：编写程序，使机器人每听到一声发令就向前走一步，如图 16.2 所示。

图 16.1　声音检测程序

图 16.2　机器人每听到一声发令就向前走一步

清華大學出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

智多星　起跑的声音指令数据，由前面做过的声音检测来确定。

步骤 2：实验。每听到“发令”声，机器人就向前走一步。

步骤 3：修改程序，使机器人听到发令后只起跑一次，如图 16.3 所示。

图 16.3　机器人听到发令后只起跑一次

步骤 4：进行发令一次起跑的实验。下载并运行程序，当机器人听到发令后，就向前跑。

智多星　1. 如果打开机器人电源后，没等发令机器人就开始跑，出现这种情况有两种可能：一是声音传感器的条件判断式的数据设置过小，最低应在 50 以上；二是条件判断式的条件运算符设置错误，应设置为“<”。

2. 如果发出很大的声音，机器人都不动，就像没听见一样，出现这种情况有两种可能：一是声音传感器条件判断式的数据设置过大，如 180 以上；二是条件判断设置得有问题。

3. 只要把声音传感器转换成碰撞传感器，修改条件判断式，就可以实现碰撞起跑了。

DIY　将声音起跑程序修改为碰撞起跑程序。

3. 机器人接力比赛程序

(1) 编写第一棒机器人的程序。

步骤 1：编写在运动中检测碰撞并停止的程序，如图 16.4 所示。

图 16.4　在运动中易碰撞停止

机器人起跑后，在运动中不停地检测有没有碰撞，没有遇到碰撞就往前跑；当遇到碰撞时就停下来。

步骤 2：将声音起跑程序和碰撞停止程序合并为一个程序，如图 16.5 所示。

图 16.5　第一棒机器人程序

清華大学出版社 TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

（2）编写第二棒机器人的程序。

步骤 1：编写碰撞停止程序。

步骤 2：将碰撞起跑和碰撞停止的程序合并为一个程序，如图 16.6 所示。

图 16.6　第二棒机器人程序

智多星　1. 在接力比赛程序中，机器人运动的指令最好选择启动电机模块，以缩短检测周期。

2. 在碰撞起跑、碰撞停止的程序中，如果使用同一个碰撞变量，就要在碰撞起跑和碰撞停止的中间加一个检测碰撞信息，如图 16.7 所示，否则机器人将不会运动。

3. 每个机器人都要经历“等待—起跑”和“运动—停止”的过程。

4. 根据每个机器人在接力赛中的不同位置，确定不同的起跑方式，如声音启动、碰撞启动。

5. 不同位置的机器人停止运动的方式，前几棒都可以采用碰撞停止。最后一棒可选择碰撞停止，也可以选择其他方式停止运动。

编写其他各棒机器人的程序。

图 16.7　在程序中使用同一个碰撞变量

清華大學出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

知识着陆

1. 机器人只能识别声音信号的强与弱，不能分辨声音的频率，更不能识别语音。

2. 机器人接收到声音信号后，我们可以通过显示屏观察到，显示的数值大表示声音信号强，显示的数值小表示声音信号弱。

创作天地

请将前面做过的项目，如机器人警卫、机器人闹钟等修改为声音启动。在没有发令之前，机器人原地等待；当检测到发令之后，才启动机器人警卫或闹钟程序。