



青少年科技创新丛书

中小学机器人·

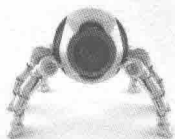
教学程序与操作指南 (中)

主编◇刘清明



CMS
PUBLISHING & MEDIA
中南出版传媒

湖南科学技术出版社



青少年科技创新丛书

中小学机器人

教学程序与操作指南 (中)

主 编◇刘清明

副 主 编◇戴 渊

编写人员◇戴胜军 丁文华 杜 涛 杜 勇 付妙钰

雷 凯 李瀚廷 梁 旺 陆政委 刘 凡

彭 华 彭常峰 田长松 万学斌 翁慧珠

吴小磊 杨惠娟 易正光 余 凡

CMS

PUBLISHING & MEDIA
中南出版传媒

湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

中小学机器人·教学程序与操作指南(中) / 刘清明
主编. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2019. 1
(青少年科技创新丛书)
ISBN 978-7-5710-0041-7

I. ①中… II. ①刘… III. ①机器人技术—中小学—
教学参考资料 IV. ①G634.933

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 275245 号

QINGSHAONIAN KEJI CHUANGXIN CONGSHU

青少年科技创新丛书

ZHONGXIAOXUE JIQIREN JIAOXUECHENGXU YU CAOZUOZHINAN (ZHONG)

中小学机器人·教学程序与操作指南(中)

主 编: 刘清明

责任编辑: 袁 军

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

网 址: <http://www.hnstp.com>

湖南科学技术出版社天猫旗舰店网址:

<http://hnkjcbbs.tmall.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 湖南长沙科伦彩印文化用品有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市天心区书院路望岳村 31 号

邮 编: 410007

版 次: 2019 年 1 月第 1 版

印 次: 2019 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 8.375

字 数: 216 000

书 号: ISBN 978-7-5710-0041-7

定 价: 32.00 元

(版权所有·翻印必究)



序

长沙亮宁电子有限公司是一家致力于服务机器人和教育机器人研发与销售以及青少年机器人技术培训的企业。该公司开发的亮宁机器人自 2012 年问世以来,就以“普及机器人知识、传播机器人文化、推动机器人教育”为宗旨,首推以 C 语言为主要载体的中小学机器人教育模式,将机器人基础知识和机器人程序设计作为中小学机器人教育的主要内容,为降低教育成本、提高教育实效做了很大努力,取得了可喜成果。

经过该公司专家团队 6 年多的研发、一线教师教育实践的检验与提炼,公司开发了亮宁机器人。它不仅是一款性价比很高的硬件系统,而且具有特有的软件平台——亮宁可视化 C 语言入门平台。更为重要的是亮宁机器人已有配套的《中小学机器人·基础与应用》《中小学机器人·技能与技巧》《中小学机器人·发明与创新》等系列教材和教学参考书,《中小学机器人·教学程序与操作指南》(含上、中、下三册)也在陆续出版,这为中小学教师和校外培训机构提供了一套教育机器人的教学蓝本、教学内容和知识体系。

由长沙亮宁电子有限公司发起的中小学机器人比赛是一种现场竞技类比赛,重在检测学生掌握机器人基础知识的程度和机器人操控技能的应用水平。该比赛以现场公布竞赛任务



和学生自主选择竞赛任务难度为特色，赢得了广大师生的喜爱。比赛对于老师而言，比拼的不是赛前的应赛水平，而是平时的教学水平；学生比拼的不是现场操作控制机器人的水平，而是临场发挥、面对任务分析问题和针对问题书写程序的水平。

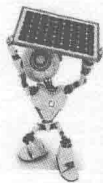
《中小学机器人·教学程序与操作指南》内容比较全面，知识体系完整。该套教材分为上、中、下三册，每册包括两个部分，共计 96 学时，128 个课时。每册分别介绍了一种相关的竞赛规则与应赛方案、操作案例。这套教材能够满足学校或培训机构开设 8~10 个学期的教学内容。这套教材既可作为操作指南，又是不可多得的教学参考书。

《中小学机器人·教学程序与操作指南》的知识层次结构比较合理，能满足学生从小学三四年级到高中一二年级学习机器人的需要，其知识深度、广度和难度逐渐提高，引领学生逐步深入机器人的技术领域。

愿亮宁机器人带来一种真正意义上的中小学机器人教育，力争为当代中小学生综合素质的提高做出更大的贡献。

蔡自兴

2018 年 6 月 20 日



前言

亮宁机器人自问世以来，以 C 语言为主要载体，让学生眼前一亮。学生学习后不仅熟练掌握了 C 语言的基本语法规则，还能灵活地运用 C 语言解决实际问题。然而 C 语言程序的学习难度又是不可否认的。因此，摆在我们面前的首要任务就是如何将 C 语言的学习难度降低至中小学生能接受的程度。在此情况下，亮宁机器人的可视化平台应运而生。

在全国各地教师的关注下，亮宁可视化平台几经改版更新，现已发展至 V3.0。新版亮宁可视化平台将机器人应用过程中所需要实现的功能，以快捷方式展现出来，并附带有细节实现的详细说明，让新手能快速地控制机器人完成力所能及的任务，从而让 C 语言具体实现和 C 语言的魅力展现出来，让有经验的学习者能有更大的收获。实践证明，不少小学生在使用一个学期的亮宁可视化平台之后，就能熟练地使用 Arduino 的 C++ 语言编写程序。亮宁可视化平台成为他们查找函数或校正格式的得心应手的工具，而这恰恰是亮宁机器人开发者的初衷。

亮宁机器人硬件，因接口丰富以及很强的可变性与开放性，不仅在机器人学习、竞赛中受到全国中小学师生的青睐，还在科技创新、创客等比赛中占有明显优势。所以，本书在普及机器人基础知识和传授操作技能的同时，也渗透了创新与创客等



方面的方法与技能。在以后出版的图书中，我们会更详尽地介绍一些成功的作品，供大家借鉴。

《中小学机器人·教学程序与操作指南》分为上、中、下三本，每本分两部分，含 16 节内容（32 课时），基本满足学校或培训机构一个学期的教学内容。每个部分分别介绍了一种相关的竞赛规则与应赛方案。《中小学机器人·教学程序与操作指南》既是中小学生的操作指南，又是中小学机器人教练员的教学参考书；既展示了一些操作案例，又提供了比赛任务及其相应的解决方案。

考虑到知识内容的完整性，在章节的编排上，我们设计的一节内容不一定完全对应一次课，每次课为 90 分钟至 120 分钟。对于书中部分内容，需要学生进行长时间训练，而有些内容以老师讲授为主，需要老师自行规划教与练的时间。同时，考虑到学生开始学习机器人时的年龄差异，低年级学生的学习进度要比高年级学生慢。《中小学机器人·教学程序与操作指南》（中）的内容对应小学六年级和初一学生的学习进度和接受程度。

本书的编写获得很多一线工作者的支持，也得到很多电教站的指导，在此一并鸣谢。

编者

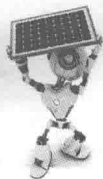
2018 年 12 月



目 录

第三部分

第一节	亮宁机器人简化的符号系统	3
第二节	系统计时函数	10
第三节	机械臂的搭建	16
第四节	接口操作详解	22
第五节	二进制开关板的应用	30
第六节	数学表达式的应用	36
第七节	分支结构详解	42
第八节	计数型循环	48
第九节	while 循环及其应用	54
第十节	程序流程图	62
第十一节	归类法在循线中的应用	70
第十二节	自定义函数	82
第十三节	程序出错的处理方法	88
第十四节	无路口停车与长时间脱线	100
第十五节	推箱子比赛规则与分析	108
第十六节	推箱子比赛的方法与程序分析	117

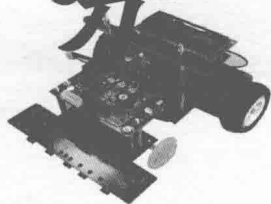


附录 训练任务	125
---------------	-----

第四部分

第一节 字符与字符串	131
第二节 双色 LED 灯	137
第三节 缓存中数据的读出与写入	142
第四节 曲柄连杆机构的搭建	151
第五节 火焰传感器的使用	158
第六节 实时变量和触发变量	166
第七节 黑白线的处理技巧	175
第八节 结构化程序设计	182
第九节 万用表的使用	187
第十节 遥控器的使用与技巧	195
第十一节 LCD1602 显示汉字	200
第十二节 稳压电源及其使用	206
第十三节 随机函数及其应用	213
第十四节 现场竞技比赛规则与分析	220
第十五节 现场竞技比赛技能与技巧 (1)	227
第十六节 现场竞技比赛技能与技巧 (2)	241
附录 训练任务	253

第三部分



鄂州师范学院内部使用



第一节 亮宁机器人简化的符号系统

使用亮宁机器人的师生，可能发现亮宁机器人有自己特有的一套符号系统，这是亮宁机器人的特色之一。为什么我们要有这套特有的符号系统？这样的符号系统有何特色以及我们使用这套系统有什么优势？

一、亮宁符号系统对程序的简化作用

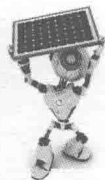
我们先模仿程序员，在 Arduino 上书写一段我们所熟悉的代码，看看它有何特色。

```
#include <LNDZ.h>

int leftLeft, left, middle; right, rightRight;
int blackLineNumber;
int times=0;

#define leftLeftEye 4
#define leftEye 2
#define middleEye 1
#define rightEye 3
#define rightRightEye 5

void checkBlackWhite ()
{
```



```
leftLeft=analogRead (leftLeftEye) >550;  
left=analogRead (leftEye) >490;  
middle=analogRead (middleEye) >510;  
right=analogRead (rightEye) >500;  
rightRight=analogRead (rightRightEye) >560;  
blackLineNumber=leftLeft+left+middle+right+rightRight;  
}
```

这段程序与我们平时的程序相比，有什么特点？可能师生们早就耐不住性子了，认为程序语句太长了。

首先程序的变量名较长，均由至少一个单词组成。两单词的连接处用一个大写字母以示区别。特别是传感器连接的端口，均采用宏定义方式，用单词或单词组合来替代各端口号。如果用上述程序来教中小学生的话，可能畏难情绪首先还不是来自学生而是老师。

再看看下面我们熟悉的程序，但下面这个程序与上面的程序的运行效果是完全相同的。

```
#include <LNDZ.h>  
int ll, l, m, r, rr;  
Int n, t=0;  
void check ()  
{  
    ll=AR(4) >550;  
    l=AR(2) >490;  
    m=AR(1) >510;  
    r=AR(3) >500;  
    rr=AR(5) >560;
```



```
n=ll+l+m+r+rr;
```

```
}
```

二、使用符号系统

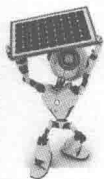
比较上面两个程序，哪一个程序有优势？哪种形式的程序更受欢迎呢？

这要从书写程序的人的不同状况来分析。

对于程序员来说，他们经常面对许多复杂的代码程序，很难记住每段程序、每个变量代表的意义，所以用较长的变量名来描述各变量的意义、端口的编号。一段时间后，他们再读这段程序时，就一目了然。这样的程序对他们而言，具有很强的可读性，但英语基础较差、程序功底不强的学生就会感觉这样的程序非常困难。因而中小学生会望而却步，产生知难而退的想法。因此，亮宁机器人开发自己特有的符号系统，将所有变量、常量、函数名都用极其简单的字母组合来表示，使程序的可读性更强，让程序简短明了。例如，我们将 digitalRead 和 analogRead 简化为 DR 和 AR，将 digitalWrite 和 analogWrite 简化为 DW 和 AW，将 lcd.background(1) 简写成 lcd.bg(1) 等。这样一方面可以大大地减少中小學生书写程序、记忆程序代码的时间与难度，另一方面又不失程序的可读性。

这样简化的优势通过上述两段代码的比较可以看出来。但它也不是没有劣势，如果我们书写程序时不按亮宁这些约定俗成的方式而任意组合字母，对于程序书写本人的日常训练是不会有问题的，但会给师生之间的沟通带来困难。

例如，我们总是用 ll, l, m, r, rr 来代表几个常用的参数，师生们一看就明白。但有些同学却习惯于用：a=AR(4)；b=



AR(2); c=AR(3)...., 这些字母除了顺序性没有其他意义, 老师看程序时, 首先必须判断这些字母所代表的意义, 还要记住它们, 然后才能看懂后面的程序。所以, 才有了亮宁这些约定俗成的符号, 如 check(), checkB(), checkW(), findline(), left(), right() 等特定的函数名。t, t0, t1 等特别的变量名, 代表时间或过路口的次数等。还用 sp, sp0, sp1 等来代表驱动电机的速度参数等。

又如: s1, s2 代表不同的伺服马达, lcd 代表 1602 电子屏, led 代表 LED 灯板, fire 代表火焰传感器等。后来在训练过程中, 学生慢慢地也形成了用拼音字母组合来代表一些设备名称, 也不失为一种好办法。例如 csb 用来代表超声波传感器等。

本来 C 语言体系中, if (ll==1) 可以写成 if (ll), if (ll==0) 可以写成 if (!ll)。但考虑到入门者容易理解, 通常都写成有双等号的形式。亮宁程序中将 n=ll+l+m+r+rr 这样一个表达式, 使许多复杂的表达式得到了简化。同时, 让师生之间、同学之间的交流变得更加简单。

三、亮宁符号系统的特殊部分

为了用可视化界面生成复杂表达式, 亮宁的符号系统还把生成的表达式用于生成别的复杂表达式, 如图 1-1 所示。即生成表达式时, 可以调用原来定义过的表达式来构成新表达式。所以, 可视化系统会自动将已定义的表达式保存下来供调用。值得一提的是, 关闭当前程序后, 系统里现有的这些表达式就会丢失, 不能保存下来。不关闭可视化平台, 新建程序, 则原来的表达式还可以调用。

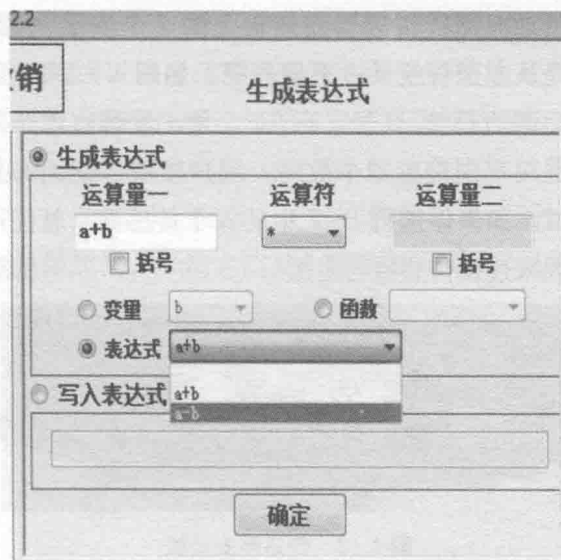
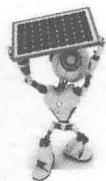


图 1-1 表达式 $(a+b) * (a-b)$ 的产生过程

四、硬件中的符号系统

亮宁机器人的符号系统还延伸到硬件系统。例如，硬件上有标志为“GND”或“G”或“-”的接线柱或针，都表示公共地线，即所有设备都需要接的线。它既是电池负极、供电线的负极，又是所有输入输出的公共端。所有标志为“Vcc”或“5V”或“+”的接线柱或针，均为+5V 供电端。并且规定，用黑白双线来连接这两个端子。黑线两端规定接 G 或 GND，白线两端规定接 5V 或 Vcc。

稍有电学常识的人都知道，导线绝缘层的黑白颜色对导电是没有影响的。那为什么要强调一定是白线接正黑线接负呢？这是为了使操作者减少随意性，不容易造成反接。电池或供电系统反接会对硬件造成损伤。这也是一种符号系统。



亮宁的地面循线传感器安装板上的 7 个安装位置的编号，为什么不是从左至右或反过来编号呢？如图 1-2 中，1 号在正中间，然后两边是 2、3 号，再 4、5 号，最两边才是 6、7 号。这是为了选用不同传感器个数时，用户接线方便而布置的。大家可以试试，如果你选用 1~7 中的 3 个传感器，就能用连在一起的 3 屏线来连接传感器与主板。

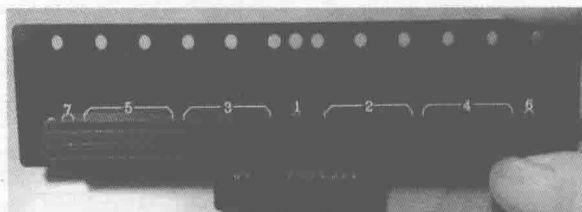


图 1-2 传感器安装板

由于中小学生学习专业的周期不长，所写的程序也不复杂，所以使用亮宁机器人简化后的符号系统，会减轻学生的学习压力，降低差错率，不会出现一看到这些不认识的英文代码就有头皮发麻的感觉，不会产生害怕 C 语言的心理阴影。

如果编程者担心以后这些代码自己看不懂，我们还可以在程序后面用双斜杠引导，在程序语句后用汉字作出注释。还可以用“/* */”在程序任何位置插入一段注释性文字。这样做是必要的，特别是我们将符号系统简化后的程序，为以后自己阅读或他人修改程序埋好伏笔。

五、感受符号系统带来的好处

1. 网上下载一段 Arduino 程序文件，从中理解没有进行简化的 Arduino 程序，理解程序中各变量与函数名所提供的信息，程序书写为何要用这些变量、常量和函数名称，以及这样做带