



全国青少年校外教育活动指导教程丛书



机器人 创新与实践

韩继彤 王德庆◎编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



全国青少年校外教育活动指导教程丛书

主 编◎ 蔡 颖
张雪梅

机器人创新与实践



韩继彤 王德庆 ◎ 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机器人创新与实践/韩继彤,王德庆编著. —武汉:武汉大学出版社, 2015.3

全国青少年校外教育活动指导教程丛书

ISBN 978-7-307-15127-7

I. 机… II. ①韩… ②王… III. 机器人—青少年读物 IV. TP242-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第021839号

责任编辑:王蕾 郭芳

责任校对:徐纯

出版统筹:顾家城 陈亚然 张香宏

装帧设计:马小宁 管兰 张金萍

出版发行:武汉大学出版社(430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉市金港彩印有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:10 字数:189千字

版次:2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

ISBN 978-7-307-15127-7 定价:33.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

《机器人创新与实践》编写组

编 著：韩继彤 王德庆

编委成员：（按姓氏笔画排序）

王明霞 王俊华 王傅亮 王德庆

龙彦 刘鑫 张海涛 李毅

杨善进 高旻 琚磊 韩继彤

编者的话

机器人教育融合了计算机、机械、电子、通信、控制、声、光、电、磁等多学科、多领域的知识。机器人创新与实践活动，既引导学生独立思考，又让学生通过动手、动脑，培养了综合素质。学生通过亲手组装机器人系统、检测调整传感器、编制和调试控制程序等工作，综合知识水平得到了提高，动手能力、逻辑思维能力、综合应用能力、创新能力等得到了全方位的训练和提升。机器人教育对进行学科知识渗透、培养素质全面的创新型人才具有重要的作用。

本书以乐高机器人的应用为切入点，结合多位教师的教学实践和案例，详细地介绍了乐高机器人发展史及发展方向，机器人的构成，机器人的制作、操作，机器人的语言编程，机器人的竞赛规则、竞赛技巧等。在这里，我们将消除机器人的神秘感，提高青少年的逻辑思维能力、动手协作能力和创造能力，培养他们的团队合作意识，让他们亲手搭建制造一个自己梦想中的机器人。

本书在编写过程中，基于北京市朝阳区机器人教师多年教学经验和实践经验的积累，参考了多部文献，借鉴了专家的研究成果。在北京市朝阳区青少年活动中心机器人专业教师的带领下，与区内多所学校从事机器人教学的教师一起完成。在此，向各位专家和教师致以诚挚的感谢。

由于本书编写人员的理论和实践水平有限，书中还存在许多不足之处，希望广大读者批评指正。

编者

2015年1月

目 CONTENTS录

第一课	认识机器人	1
第二课	基本搭建技巧	11
第三课	机械传动方式 ——齿轮机构	21
第四课	机械传动方式 ——带传动和链传动	32
第五课	机械传动方式 ——连杆机构	39
第六课	机械传动方式 ——凸轮机构和联轴器	49
第七课	机械传动方式 ——气动传动	54
第八课	令人惊讶的乐高马达	64
第九课	机器人传感器 ——触动传感器	76
第十课	机器人传感器 ——光电传感器	82
第十一课	机器人传感器 ——超声波传感器	87

第十二课	机器人传感器 ——声音传感器	93
第十三课	机器人传感器 ——角度传感器	98
第十四课	机器人传感器 ——颜色传感器	104
第十五课	机器人传感器 ——第三方传感器	113
第十六课	ROBOLAB高级应用 ——LCD屏的显示	120
第十七课	ROBOLAB高级应用 ——事件	127
第十八课	ROBOLAB高级应用 ——任务分支	132
第十九课	ROBOLAB高级应用 ——子程序	139
第二十课	ROBOLAB高级应用 ——容器	144
第二十一课	ROBOLAB高级应用 ——计时器	150
参考文献		154
资料来源		154

引言

1910年，捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说中，根据Robota（捷克文，原意为“劳役、苦工”）和Robotnik（波兰文，原意为“工人”），创造出“Robot（机器人）”这个词。在以后的一百多年中通过人们不断的努力研究，机器人在工业、医学、农业、建筑业甚至军事等领域中发挥着重要的作用。与此同时，伴随着机器人的日益

普及，机器人也变得不再那么神秘，它正在慢慢地融入生活、教育等与人类息息相关的方方面面。

目前，机器人教学在国内深受广大青少年学生的喜爱，同时也有很多大龄的发烧友在学习与研究。机器人能被各年龄段人士如此喜爱是因为其强大的功能。人们可以根据自己的想法设计出各种各样的机器人，并通过程序来控制机器人完成相应的任务。通过机器人这个平台可以帮助人们不断地学习、创新并开发自己的潜能。

阅读与思考

在众多机器人教育品牌中，“乐高”无疑是最成功的例子，不只是因为其发展早，更是因为它的技术成熟、可开发性强、教育体系严谨以及教育理念先进等。在本书中，我们就以乐高机器人为例带领大家认识并学习机器人。





一、乐高机器人介绍

乐高机器人是丹麦乐高公司与美国麻省理工学院媒体实验室共同开发的一种可编程式积木。它集合了可编程主机、马达、传感器以及乐高积木，乐高机器人最早于1998年

上市，迄今为止已经发展到了第三代产品EV3。

学生通过学习可以拓展对科学、技术、工程和数学领域的兴趣，大胆发挥自己的创意，用手中的工具和材料创作出自己的机器人。



名称：RCX
上市时间：1998年
CPU及运行速度：日立H8（8位）
H8/3292（16 MHz）
传输方式：红外线数据接口
端口数量：3个马达连接端口、3个传感器连接端口
传感器：触动传感器、光电传感器、温度传感器、角度传感器
存储量：5个程式预留位置（10KB左右）



名称：NXT
上市时间：2006年
CPU及运行速度：ARM 7（32位）AT91SAM7S256（48 MHz）
传输方式：蓝牙无线模组、USB 2.0
端口数量：3个马达连接端口、4个传感器连接端口
传感器：触动传感器、光电传感器、角度传感器、声音传感器、超声波传感器
存储量：256KB ROM快闪存储器和64K RAM随机储存内存



名称：EV3
上市时间：2013年
CPU及运行速度：ARM 9处理器，300MHz，基于Linux操作系统
传输方式：蓝牙无线模组、USB 2.0、WiFi
端口数量：4个马达连接端口、4个传感器连接端口
传感器：触动传感器、颜色传感器、角度传感器、声音传感器、超声波传感器、陀螺仪传感器
存储量：内置16MB的ROM和64MB的RAM，支持最高32GB mini SD卡拓展



乐高机器人已经成为人们非常喜爱的玩具，不仅孩子喜欢它，很多成年人也十分喜爱它。在人们丰富的想象力之下，乐高机器人可以变成任何形状并满足人们的需求。人们还可以利用它搭建出各种各样的机器人，实现各种各样的功能。



EV3双足自平衡机器人

依靠陀螺仪传感器对身体的平衡方向作出判断，以保持自身平衡。

右手的颜色传感器可以对颜色进行分辨。

左手的超声波传感器可以对远处的障碍物进行距离测量。



NXT双足行走机器人

左手的触动传感器可以感受到是否接触到物体。

右手的声音传感器可以检测外界声音的分贝大小。

头顶的超声波传感器可以对远处的障碍物进行距离测量。

依靠特殊的机械结构搭建出的人形双腿，使机器人像人一样走动。



NXT蝎形机器人

前面的超声波传感器可以对远处的障碍物进行距离测量。

尾部的触动传感器可以感受到是否接触到物体。

后面的声音传感器可以检测外界声音的分贝大小。

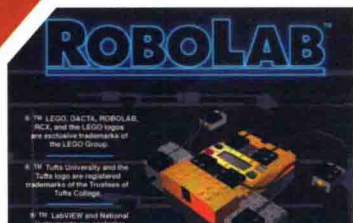
使用特殊的机械结构与相应的程序，使机器人模拟蝎子的运动方式以及蝎子的生活习性。

在编写程序方面，可供选择的编程软件很多，例如，ROBOLAB、NXT-G、LabVIEW、ROBOTC、Bricx Command Center (BricxCC)、LeJOS等。面对如此多的编程软件我们如何进行选择呢？对于有编程基础，甚至从事软件工作的人来说，他们关心的是能否使用自己熟悉的编程语言给乐高机器人编程；而对于没有任何编程基础的人来说，他们关心的是哪一种编程语言最简单易懂、可以很快掌握。从这一角度看，我们不得不佩服乐高公司在开发机器人这一产品时的深思熟虑，在编程方面，乐高机器人完全可以满足上述两类人群的需求。

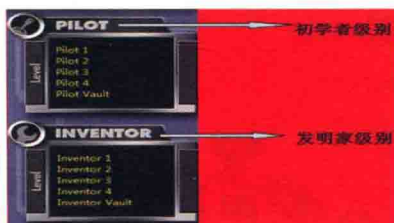


1. ROBOLAB

二、软件介绍



ROBOLAB编程语言是乐高集团、美国塔夫茨大学与美国国家仪器(NI)公司以LabVIEW为基础,对编程环境进行改进,专门为适应教学所开发出来的一种编程语言。



随着机器人不断地走进中小学课堂,图形化的编程语言越来越多地被大家所认识,它使用起来简单快捷;图形化的编程模式也更容易被学生所接受,学习起来也不需要漫长的过程,因此被广大学生喜爱。ROBOLAB作为乐高机器人的编程语言,为了满足不同年龄段学生的需要被分为初学者、发明者、研究者与虚拟仪器等多个不同的等级。



随着等级的提高,学生可以使用更多的功能来编写更加复杂的程序,甚至完成一套完整的测量测试和自动化系统。

在程序编写完成后我们可以使用菜单栏中的图标来进行程序的传输,当我们使用不同的乐高主机时我们要选择不同的传输方式。

在使用ROBOLAB编写程序时,每个模块只具备单独的功能,如果需要为一个模块加入设定,则要使用别的模块来相互辅助。如下图所示,想要让A、C马达运行10秒(s)然后停止,则需要用时间控制模块与马达停止模块进行控制。



使用ROBOLAB编写程序就像设计流程图一样,简单易学,很快就可以上手。

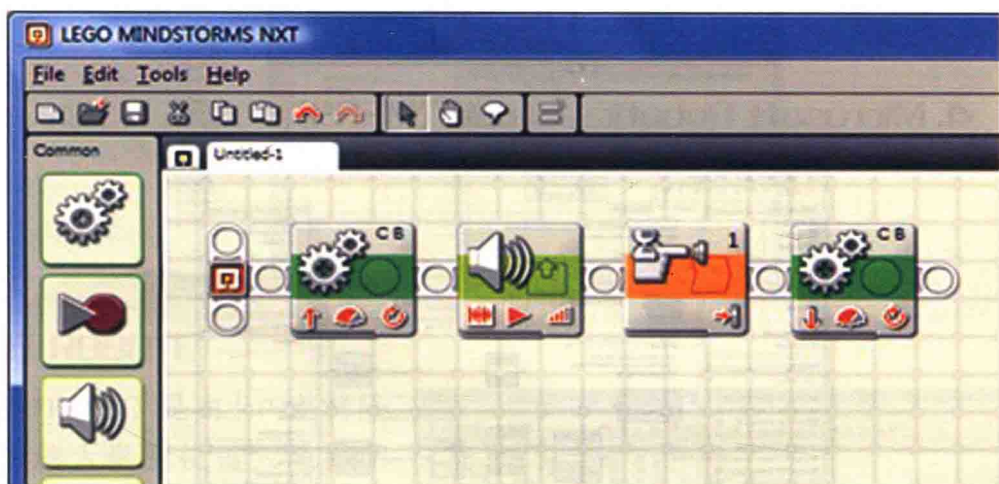


2. NXT-G

NXT-G是由乐高公司和NI公司合作用LabVIEW为乐高机器人开发的图形化编程软件,简称G语言。其最大的特色就是以图形化编程来组织程序,程序展现出的形式就是具有逻辑结构的框图。因为编程方法简单易学,又可以编出极其复杂的程序(乐高公司称C语言、Java语言编出的程序,NXT-G都可以编出),NXT-G语言已成为“TIOBE世界编程语言排行榜2011年榜单”的第15名。乐高公司为这种编程语言开发的软件称为

“LEGO MINDSTORMS NXT 编程(programming)”。

NXT-G分为两个版本:玩具版与教育版,两者的区别在于玩具版只有英语模式,而教育版则可以选择中文模式。NXT-G与ROBOLAB很像,两种软件的区别在于NXT-G把模块的多种控制都融进一个模块之中,点击该模块则可对其进行设置,而ROBOLAB则需要多种模块进行配合来完成模块控制。



如下图所示,在马达控制模块中可以对马达的端口、转向、功率等进行调节。

编写完程序之后可以点击右下方的▶键来传输程序。

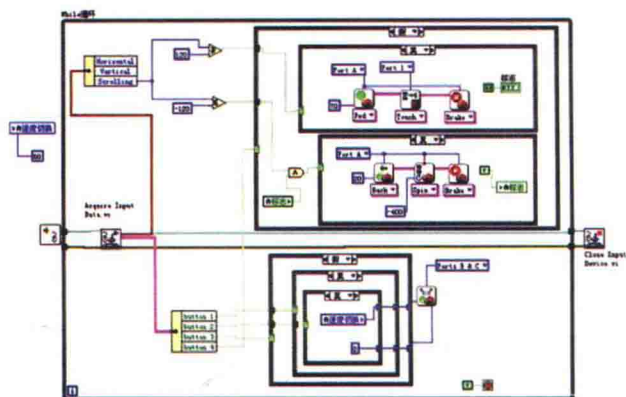




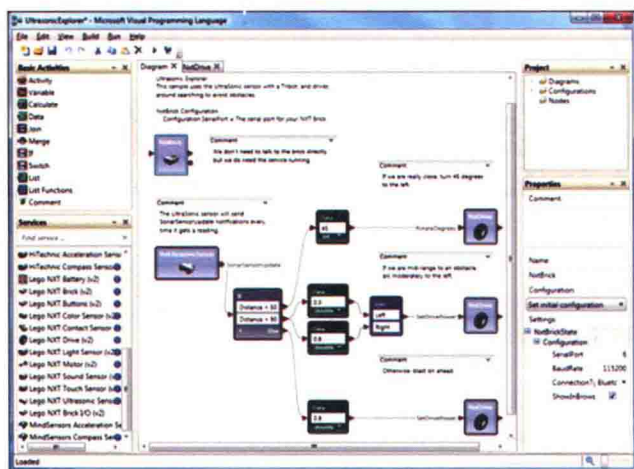
3. LabVIEW

LabVIEW是NI公司研制开发的,属于第四类编程语言中的代表作,LabVIEW使用图形化编辑语言G编写程序,产生的程序是框图的形式。这大大提高了编程者的

编程效率,能更加清晰地展现出程序,使人们理解起来更加方便。它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受,被视为一个标准的数据采集和仪器控制软件。



4. Microsoft Robotics Studio (MSRS)



这是微软开发的可在不同机器人上编程的软件平台。其中可以实现对NXT和RCX2.0的编程与开发。MSRS包括一个可视化编程环境,能模拟机器人仿真运行。熟悉这个软件的人可以很快学会控制乐高机器人。

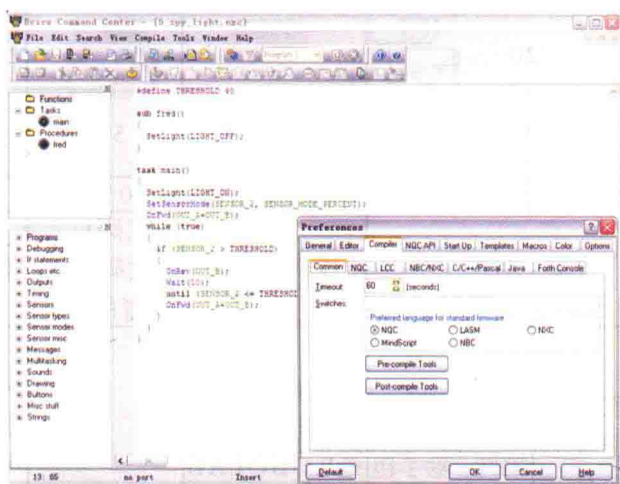


5. Bricx Command Center (BricxCC)

这是一款由个人开发的集成化开发环境（IDE），是为了更方便于在乐高 MindStorms、CyberMaster以及Spybot等系统中工作而编写的。它由Dave Baum编写，通过使用NQC、NBC和NXC语言对 NXT和RCX进行编程，该软件是免费开源的，是目前使用C语言的乐高爱好者最为

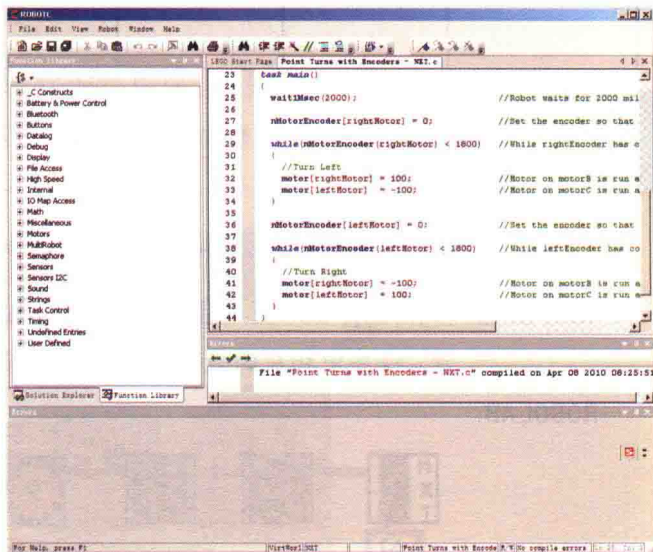
常用的编程软件。

BricxCC的基础是一个全功能的编辑窗口，它有编译程序和将其下载到积木等综合能力。有错误的时候会在编辑窗口底部报告出来，以便可以轻易地改正它们。除此之外，BricxCC 还有直接控制机器人、查看积木情况以及下载(新)固件等功能。



6. ROBOTC

ROBOTC 是由卡内基梅隆大学机器人学院机器人教育团队所开发的软件。它适合于初学和进阶的程序开发者、机器人玩家，以及从乐高机器人转换到高中生使用的VEX机器人控制器、Arduino单片机的开发。它可以作为进阶程序开发、工程、机电整合、嵌入式系统等教学软件。最新的功能支持虚拟机器人，无需实际的机器人就可以进行开发。





7. LeJOS

LeJOS NXJ 是基于乐高 MINDSTORM NXT 型号机器人的一个 Java 程序开发/运行环境。有了它，就可以用 Java 代码来编写控制机器人的程序，是完全开源、免费的。

三、常用软件性能对比

	NXT-G 玩具版	NXT-G 教育版	ROBOLAB 2.9	ROBOTC	LabVIEW
速度 (循环/分钟)	720		73k	93.9k	750/5350 (#9)
占用内存 (字节)	10704		559	561	8084/1890
编写时间	10分钟		20分钟	30分钟	15分钟/80分钟
程序	代码, 图形		代码, 图形	代码1, 代码2, 作者的注释	代码, 图形/ 代码1 + 代码2, 图形
其他注释	该软件是 为孩子设计 的, 但是成 年人同样可 以使用	和零售版 相同, 除了包 括一些“校 园”机器人	LEGO说这 是ROBOLAB 的最后一个版 本		可以创建能在 NXT-G程序中工 作的编程块, 或者 可以编写直接下 载到NXT中的程 序, 或者可以编写 能控制NXT的PC 程序

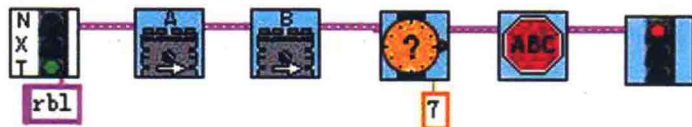
实践与研究

活动一：

任务描述：依照程序图，使用各种软件编写程序，使小车直行7秒。

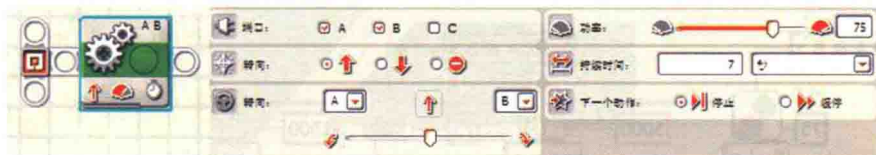
注：程序中相应的数值需要根据现实情况来确定。

ROBOLAB:

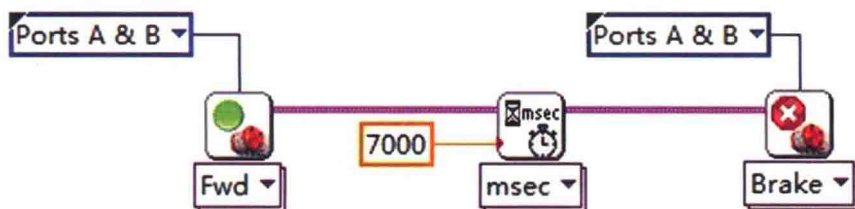




NXT-G:



LabVIEW:



ROBOTC

```
task main ()
{
    motor[motorA]=100;
    motor[motorB]=100;
    wait1Msec (7000);
    motor[motorA]=0;
    motor[motorB]=0;
}
```

活动二:

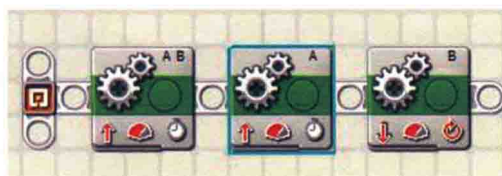
任务描述: 依照程序图, 使用各种软件编写程序, 使小车直行5秒并转弯90°。

注: 程序中相应的数值需要根据现实情况来确定。

ROBOLAB:

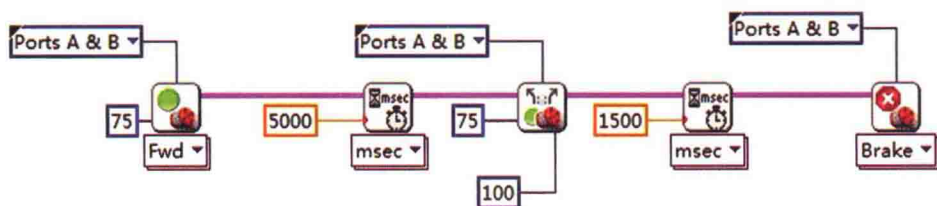


NXT-G:





LabVIEW:



ROBOTC

```
task main()  
{  
    motor[motorA]=100;  
    motor[motorB]=100;  
    wait1Msec(5000);  
    motor[motorA]=100;  
    motor[motorB]=-100;  
    wait1Msec(1000);  
    motor[motorA]=0;  
    motor[motorB]=0;  
}
```

检测与评估

项目 分组	活动一	活动二	总分
小组1			
小组2			
小组3			
小组4			

注：较快完成任务10分，较慢完成任务7分，无法完成任务0分。