

中小學生電腦制作輔導

Zhongxiaoxuesheng Diannao Zhizuo Fudao

边学
做边

智能机器人

周美瑞 主编

徐爱平 沙有威 编著

自学

合作

交流

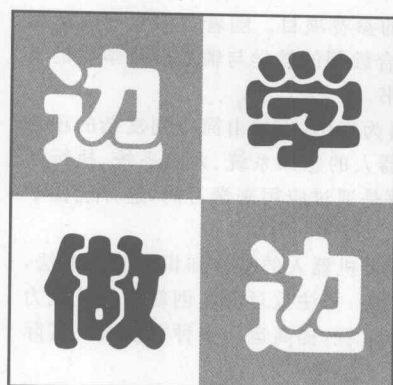
创新

想想我们的



清华大学出版社

中小學生電腦制作輔導



智能机器人

周美瑞 主编

徐爱平 沙有威 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

智能机器人是教育部举办的“全国中小学电脑制作活动”新增的参赛项目。随着智能机器人竞赛活动的开展,智能机器人也正逐渐深入到中小学的课堂教学。为配合教师的教学与辅导以及学生的自学,我们组织了从事智能机器人教学和竞赛的骨干教师编写了这本书。

本书是基于能力风暴机器人平台而编写的。书中以系统的项目为实例,通过由简单到复杂的项目分析、算法分析直至项目实施等,使读者能比较系统地掌握智能机器人的感知系统、大脑系统、执行系统及其软件开发环境的应用,其中编程所涉及的语句、函数及方法等是通过应用来学习的,这样能使學生比较容易地掌握编程方法与技巧。

全书主要由两篇组成。在基础篇中,主要系统、全面地介绍了智能机器人的基本知识和操作方法,初步掌握程序设计的基本思想和方法;在应用篇中,主要在于拓宽思路,并注重对学生创新意识及能力的培养,通过实战项目让学生掌握研究问题、解决问题的方法和实施过程,提高运用多种方法解决实际问题的能力。

本书既可供参加电脑制作活动的中小學生及辅导教师使用,又可以作为中小学信息技术学习的辅导材料。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

智能机器人——边学边做/周美瑞主编;徐爱平,沙有威编著. —北京:清华大学出版社,2004
(中小學生电脑制作辅导)

ISBN 7-302-08416-5

I. 智… II. ①周…②徐…③沙… III. 智能机器人—青少年读物 IV. TP242.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026859 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 宋 方

文稿编辑: 宋 方 朱凌云

版式设计: 刘玮森

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 12.5 字 数: 283 千字

版 次: 2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08416-5/TP·6051

印 数: 1~6000

定 价: 27.60 元(附光盘 1 张)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

前言

智

智能机器人教育进入我国中小学已经是第 5 年了。过去的 4 年中,已有上万名中小学生在课内或者课外学习了智能机器人的知识和技术,并通过动手制作和参加竞赛,亲身感受了这个高科技产品所带来的惊喜和喜悦。现在很多有条件的地区已经把智能机器人的相关内容纳入到科技活动或信息技术课程之中。

智能机器人技术涉及多门学科,是一个国家科技发展水平和国民经济现代化、信息化的重要标志。把智能机器人引入中小学,不仅有利于在广大青少年中普及智能机器人教育,更有利于探索教育改革和人才培养的新途径、新方法,有利于培养青少年的创新精神和实践能力,同时将推动我国智能机器人事业的发展和专业人才的培养,促进新兴的智能机器人产业的形成。由于中小学教育在提高社会公众的科学素养上具有启蒙性、基础性和根本性的作用,所以,智能机器人进入中小学将对教育和人才培养产生重大而深远的影响。

为了培养广大青少年的创新精神和实践能力,为他们提供一个动脑动手、实验创新的新天地,教育部将于 2004 年开始在电脑制作活动中加入机器人灭火比赛和机器人足球比赛的项目。为了配合机器人竞赛活动的开展,并因广大信息技术教师的要求,我们编写这本书。在本书中,我们紧紧围绕着信息获取,信息加工和信息处理这条主线,力求以生动活泼的项目实例,配以严谨的操作步骤,向广大青少年讲解设计、开发和应用机器人的科学方法,同时,配书盘中配有书中主要的活动项目视频演示,使学生能进一步加深对机器人活动的感性认识。激发他们的创

新意识和创造发明的潜能，培养他们的团结协作精神和顽强拼搏精神，训练他们胜不骄、败不馁的意志品质，促进学生信息素养的全面发展。

在此向关心、支持本书编写工作的张华、李炬姐等老师表示衷心的感谢!

作者

2004 年 3 月

目
录

开篇 欢迎进入智能机器人世界 1

基 础 篇

第 1 章 基本任务 13

项目 1 机器人赛跑 13

项目 2 机器人赛跑的优化 21

项目 3 机器人绕标赛 24

项目 4 机器人走矩形 29

项目 5 机器人唱歌 33

项目 6 机器人追光 37

项目 7 机器人门卫 41

项目 8 机器人“听令”出发 46

项目 9 带机器人“回家” 49

项目 10 机器人走 2 米 54

项目 11 机器人秒表 57

第 2 章 综合任务 62

项目 12 机器人接力赛 62

项目 13 机器人点歌台 65

项目 14 机器人漫游 68

项目 15 机器飞蛾 72

项目 16 机器人走迷宫 76

项目 17 机器人探宝 78

应 用 篇

第 3 章 基本应用 83

项目 18 为机器人开“天眼” 85

项目 19	循线运动机器人	92
项目 20	机器人走“悬崖”	102
项目 21	悬崖战车	108
项目 22	机器人循环灯	113
项目 23	机器人探雷	119
项目 24	机器人灭火初级版	124
第 4 章 扩展应用		137
项目 25	全自主机器人赛车	143
项目 26	机器人游北京	149
项目 27	机器人灭火升级版	160
项目 28	机器人灭火再升级版	163
项目 29	机器人足球比赛	165
附录 A	能力风暴机器人的传感器名称、工作原理及功能与作用	168
附录 B	VJC 语言的部分语句、函数一览	174
附录 C	常用工具名称、用途和使用方法	179
附录 D	多谐振荡器简介	183
附录 E	金属探测器的简介	185
附录 F	仿真系统简介	188

开 篇

欢迎进入智能机器人世界

21 世纪被信息技术专家誉为是智能机器人(简称机器人)的时代,机器人不仅会在工业、农业、医学、军事等领域得到更加广泛的应用,而且服务型机器人、娱乐型机器人将进入家庭、走向个人,为人类提供更好的服务。

我们从电影和书中看到的机器人,总是或多或少地带有一种神秘色彩。究竟什么是机器人?我们要学习使用的机器人是什么样子?机器人能够为我们做些什么?你会在下面的学习中找到答案。

1 机器人

无论远古时代能歌善舞的木头人和木牛流马,还是 1961 年诞生的第一台工业机器人,以及今天向智能化蓬勃发展的机器人,都为我们的日常生活提供了方便,代替人类完成了很多繁重和危险的工作,甚至进入到人类从未去过的地方,为人类的进步做出了很多、很大的贡献。

机器人的外观样式有多种多样(如图 1 和图 2 所示),如何识别身边的机器人?只要记住“机器人是具备一些与人相似的智能工具”,就可以轻松地识别机器人了。

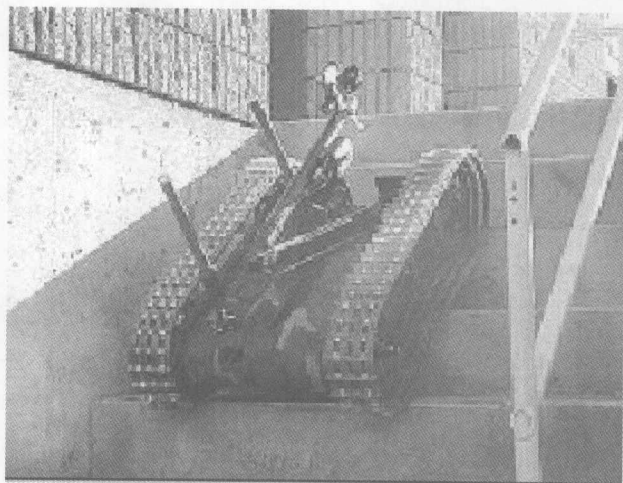


图 1 在“9.11 事件”后在瓦砾废墟中行走的救险机器人

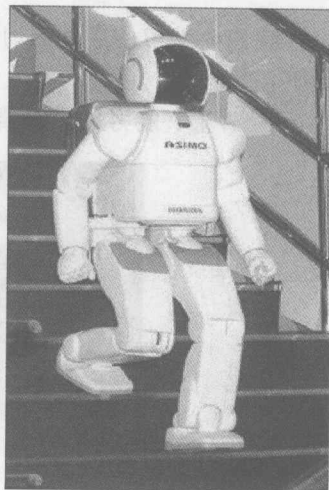


图 2 人形机器人 ASIMO

无论机器人的外形如何千奇百怪,它最终的目的是要完成人类希望它做的事情。是否为智能机器人,只需看一看它是否具备以下三个基本特点:

- 具有感知功能,即获取信息的功能。机器人通过感知系统可以获取各种不同的外界环境信息,如声音、光线、物体温度等。
- 具有思考功能,即加工处理信息的功能。机器人通过大脑系统进行思考,它的思考过程就是对各种信息进行加工、处理、决策的过程。
- 具有行为功能,即输出信息的功能。机器人通过执行系统(执行器)来完成工作,如行走、发声等。

有些机器人的工作是非常简单的,它们总是重复做一项工作,而有些机器人则像人类一样,通过听、看、触摸等感知外界环境,从而改变自己的行为动作。机器人的所知和所做都是按照我们人类设计的程序而进行的,所以如果机器人有什么“错”,千万不要责怪它,可能是你的责任。

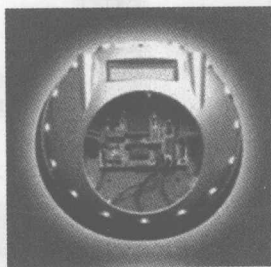
2 学习机器人的意义

智能机器人的知识涉及到很多学科。我们要学习和使用的机器人类型是能力风暴智能机器人,它是专门为中国青少年设计开发的学习、实验、研究、开发的教育平台,能力风暴智能机器人为青少年提供了全面学习多种工程技术知识的机会,这其中包括数字电路、模拟电路、传感器、控制与反馈、程序设计、结构设计等方面的知识。在自己动手设计机器人项目的过程中会不断取得学习经验,学到良好的思维方式,学会与人合作、与人分享成功的喜悦;同时会培养青少年分析问题、解决问题与独立思考的能力;培养动手能力、实践能力和创造能力;激发学习兴趣,挖掘创造潜能,培养进取精神,提高综合能力。

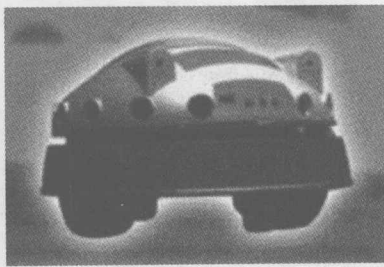
3 能力风暴机器人的基本结构

我们要学习使用的能力风暴智能机器人的外观如图3所示,其硬件结构的性能指标如下:

- 外形:能力风暴机器人的外观被设计成宇宙飞船的形状,重量为1kg。



(a)



(b)

图3 能力风暴机器人外观

- 机电系统：能力风暴机器人的机电系统由高强度 ABS 底盘、两只高性能直流电机、锌合金减速器和两只带缓冲的导向轮等组成，其中导向轮可原地转向。
- 电池：能力风暴机器人配有高能量镍氢电池和智能充电器，使机器人可以连续运行 3 小时。
- 传感器系统：能力风暴机器人由光电编码器、光敏传感器、红外传感器、麦克风和碰撞传感器组成。
- 主板系统：能力风暴机器人主板系统采用 68HC11A1 单片机，有 32KB 内存，并具有较强的计算能力。
- LCD 显示屏：LCD 液晶显示屏可以显示 16×2 个字符。
- 操作系统：能力风暴机器人装有 ASOS 多任务操作系统。

根据机器人获取信息、处理信息和输出信息的过程，将机器人系统结构划分为感知系统、大脑系统和执行系统等三大部分。

(1) 机器人的感知系统

能力风暴智能机器人的感知系统是由红外传感器、光敏传感器、碰撞传感器、声音传感器、光电编码器等组成。机器人通过感知系统能够“发现”物体，“看到”光线，“听到”声音，感觉“触摸”，等等。

拆下机器人的外壳，就会看到如图 4 所示的安装在机器人外壳上面的红外传感器和光敏传感器。

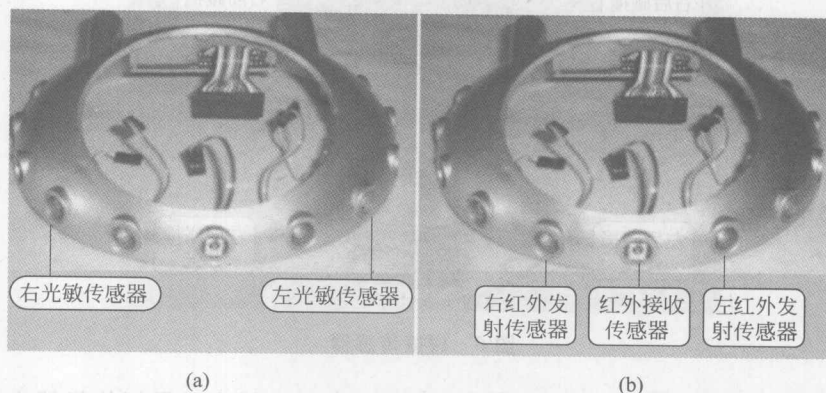


图 4 光敏传感器和红外传感器

从图 4(b) 可以看到机器人前端装有三只红外传感器，其中左右的两只红外发射传感器，它们分别向左前方和右前方两个方向发射出红外信号。中间的一只是红外接收传感器，它专门接收在一定范围内通过物体反射回来的红外信号。通过这三只红外传感器，能力风暴智能机器人就能“感知”到前方有没有障碍物。

在红外传感器的外侧，一左一右各装一只光敏电阻，机器人通过这两只光敏电阻来“感知”环境光线的强弱，因此我们称它为光敏传感器。

在机器人的下方有 1 个圆环，如图 5 所示，这个圆环被称为碰撞环，它通过 4 根弹簧与机器人的底板形成柔性连接。在碰撞环的内侧装有 4 个开关，它们分别装在机器人的

左前方、右前方、左后方和右后方。当机器人遇到障碍物时,碰撞环受到外力的作用,相应的开关就会闭合。因此 1 个碰撞环与 4 个开关组成了机器人的碰撞传感器,使能力风暴机器人具有“感知”碰撞信息的能力。从图 6 倒置的机器人,我们可以看到 4 个碰撞开关的具体位置。

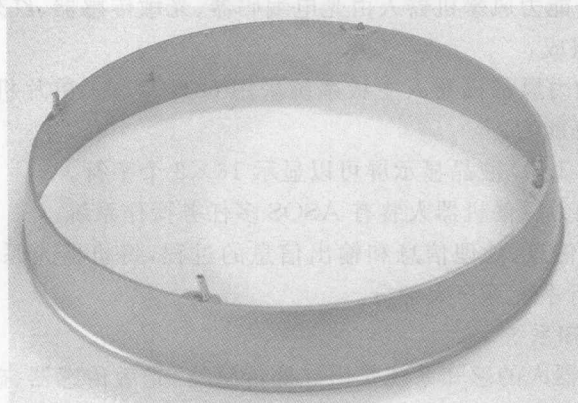


图 5 碰撞环

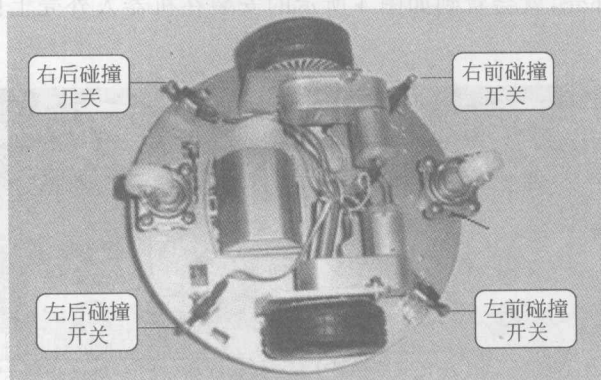


图 6 碰撞传感器

在机器人主板的中间有一只小麦克风,如图 7 所示。能力风暴智能机器人就是通过这只麦克风来识别声音强度信号的,因此称它为声音传感器。

在能力风暴机器人上还有一种能够传递位置信息的传感器,它安装在机器人两只驱动轮的内侧,是由红外发射接收模块和码盘组成的,称之为光电编码器,如图 8 所示,机器人通过光电编码器的控制,就能走出准确的距离,旋转出精确的角度,测量出转速及加速度,等等。将驱动轮拆掉后,可以看到驱动轮轴和光电编码器的红外信息接收孔,红外信息接收孔用于接收码盘上的黑白条纹交替产生的脉冲信息。

上面介绍的 5 种 12 只传感器是能力风暴智能机器人已具有的感知系统,而能力风暴机器人的一大优势就在于它不仅限于已有的传感器,还可以非常方便地扩展许多其他传感器,使能力风暴机器人拥有更大的本领。

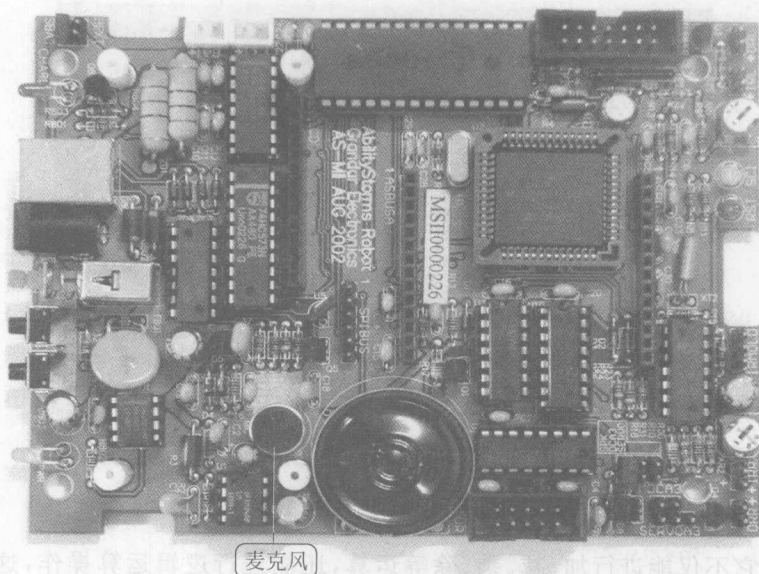


图 7 声音传感器

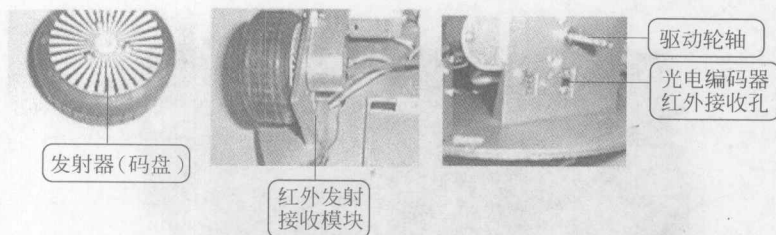


图 8 光电编码器

(2) 机器人的大脑系统

打开能力风暴机器人的透明上盖将会看到机器人的大脑系统,如图 9 所示,它是以 68HC11 微控制器为核心的主板系统。68HC11 芯片集成了 CPU、内存储器、定时器系统、串行口、模拟数字转换器(A/D)、输入输出接口、中断和复位系统等,它与机器人的感知系统和执行系统相连接,并控制协调它们之间的工作。

图 10 为能力风暴机器人的主板,其中的 CPU 由控制器和运算器组成。控制器是机器人思维的司令部,它从存储器中取出程序指令,根据指令的要求,负责向机器人的其他各部件发出控制信号,保证机器人各部件协调一致地工作,机器人的所有活动都是由控制器来指挥进行的,如通过输入输出接口的信息获取与输出、信息在存储器中的存取、运算器的计算等。当机器人处理信息时,在取指令作用下,把程序指令从存储器逐条送入控制器。控制器对指令进行译码,并根据指令的操作要求,向存储器和运算器发出存取信息和运算命令,经过运算器的计算把结果存放在存储器内。在控制器发出的取出信息和输出信息命令的作用下,通过执行系统输出信息。运算器是机器人进行信息加工和

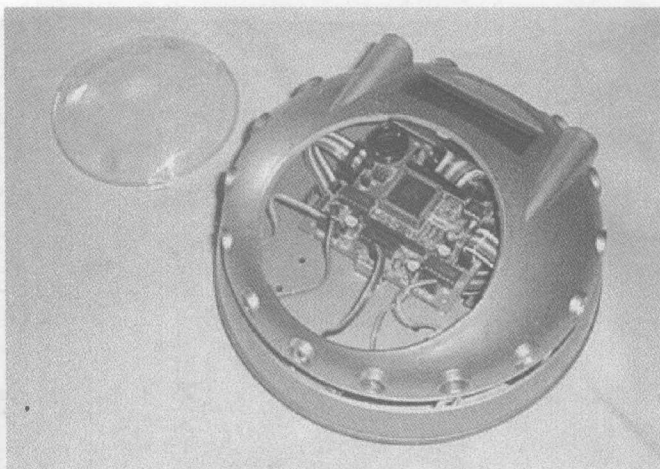


图9 主板位置图

处理的工厂,它不仅能进行加、减、乘、除等运算,还能进行逻辑运算操作,这是模仿人的思维过程的一种操作。

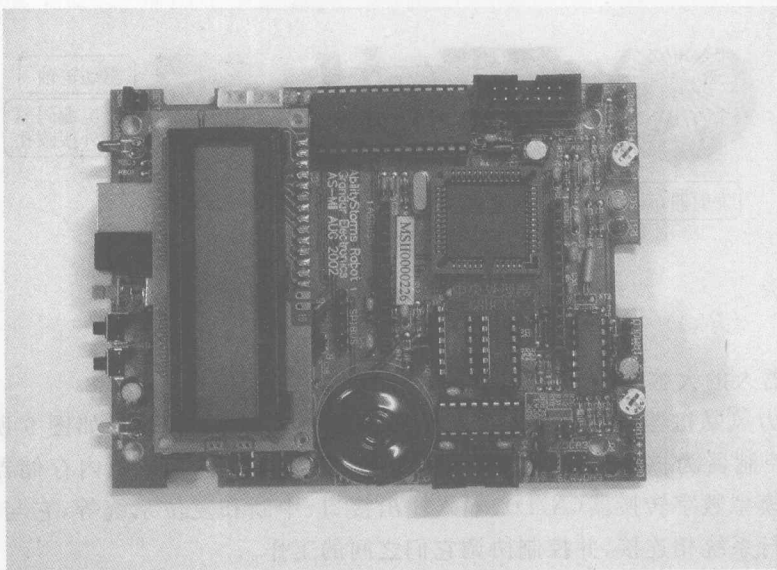


图10 机器人主板

存储器也是机器人脑系统的一个组成部分,它是用来存放程序和数据的地方,程序一旦存入存储器,其内容是不允许改变的。因为机器人要做的事情,是按照事先编好的程序一条一条地来执行的,如果存放的程序变了,就会导致机器人执行错误的程序,做出错误的执行动作。

从图 11 能力风暴机器人系统结构图可以看到,通过输入接口,将机器人所获取的信息传给单片机,同时通过输出接口得到所需要的各种结果。这种可以在执行器、传感器、

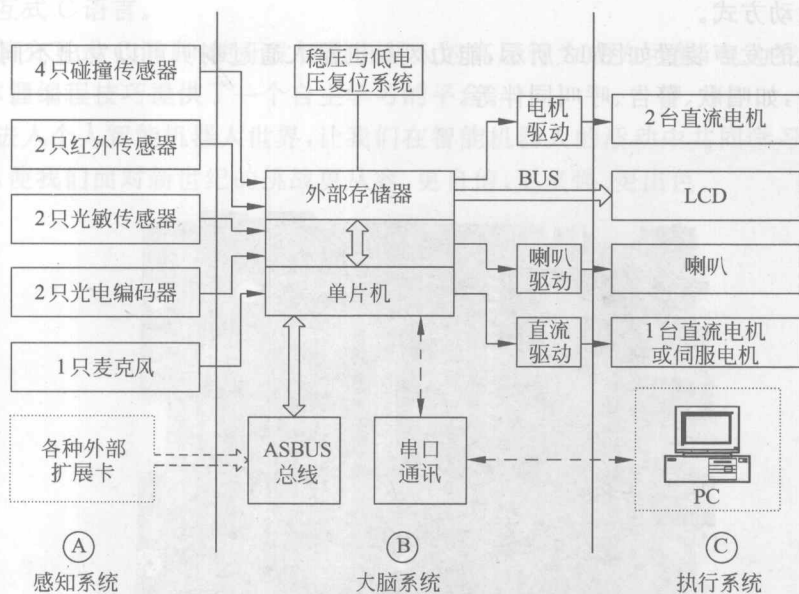


图 11 能力风暴机器人系统结构图

单片机之间进行信息沟通和交换的接口就是输入输出接口，它是 68HC11 的一个重要的外围功能。

能力风暴机器人的控制板为我们设计了一个 ASBUS 总线。它采用堆叠式的 ASBUS 扩展卡可以方便地扩展控制板的功能，因而也使作为学习、研究、开发平台的能力风暴机器人功能更加强大，同时也为同学们实验、研究和开发留下了广阔空间。

(3) 机器人的执行系统

执行系统是机器人系统命令的执行者，能力风暴智能机器人的执行系统由两台直流电机、一只喇叭和一块 LCD 显示器组成。

从图 12 可以看到，机器人的行走装置是由电机、减速器、主动轮和从动轮组成的。因为两只主动轮的电机采取差动方式，所以机器人可以实现直线运动、弧线运动以及原

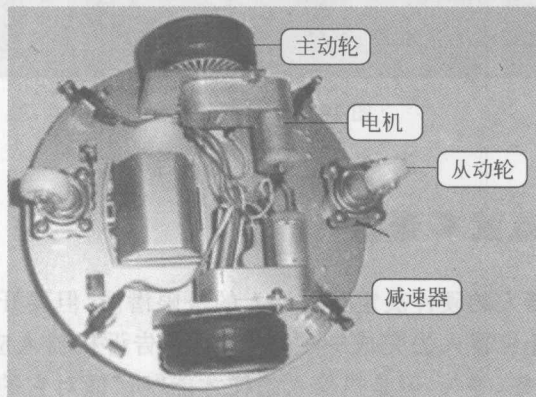


图 12 机器人行走装置

地旋转等运动方式。

机器人的发声装置如图 13 所示,能力风暴机器人通过喇叭可以发出不同频率、不同音长的声音,如唱歌、警告、呼叫同伴等。

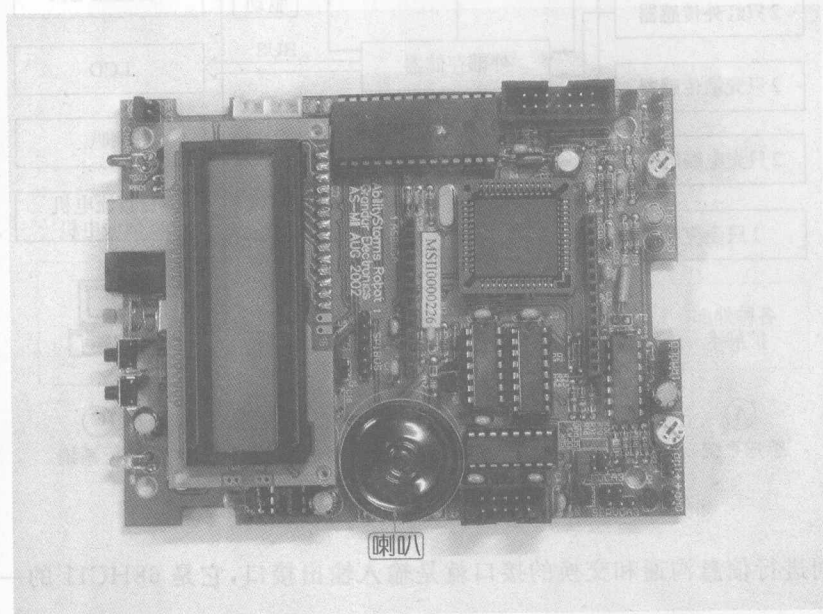


图 13 机器人发声装置

能力风暴智能机器人有多种表达方式,除了可以发声以外,它还可以通过显示文字来表达自己的。这就是我们在图 14 中看到的 LCD 液晶显示器。

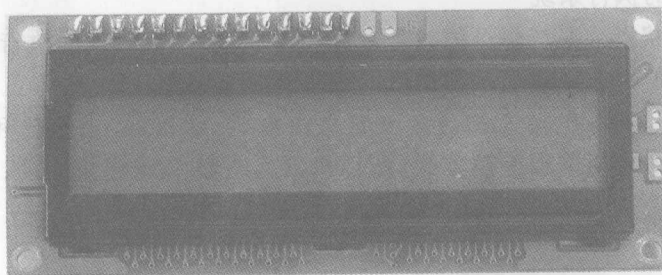


图 14 LCD 显示器

4 出色的交互式 C 语言

能力风暴智能机器人的硬件决定了机器人的极限潜能,但要开发这种潜能却需要软件来实现。如我们要让机器人去完成一项任务,就要告诉机器人应该怎样做,应该做什么,怎样做才能完成任务,等等,但是机器人怎样才能“听”懂对它的要求呢?也就是说我们要用机器人能“听”懂的语言告诉它要做的事情。能力风暴智能机器人能“听”懂的语

言就是交互式 C 语言。

出色的交互式 C 语言,使开发智能机器人的高层行为成为可能,也为我们学习计算机语言、掌握编程技巧提供了一个自主学习的平台。

欢迎进入个人智能机器人世界,让我们在智能机器人的活动中共同学习,共同探索,共同提高,使我们面对新世纪的挑战更从容、更自信、更坚强、更出色。



图 11 智力风暴机器人系统结构图

感知系统通过串行通信接口和交换的接口就是输入输出接口,它是 68HC11 的一个重要的扩展设备。

智力风暴机器人系统结构图如图 11 所示,它采用准叠式的 68HC11 扩展,可以方便地扩展各种接口,因而也使作为学习、研究、开发平台的智力风暴机器人功能更加强大,同时也为同学们实验、研究和开发留下了广阔空间。

(3) 机器人的执行系统

执行系统是机器人系统命令的执行者,智力风暴机器人的执行系统由两台直流电机、一只喇叭和一只红外传感器组成。

从图 12 可以看到,机器人的行走装置由电机、减速器、主动轮和从动轮组成的。从动轮由主动轮的齿轮带动,通过减速器,带动机器人行走,实现直线运动以及曲线运动。

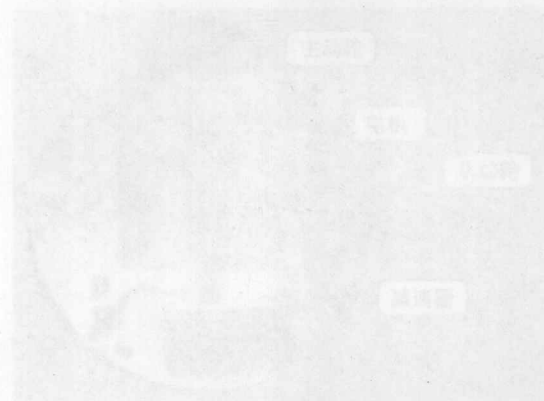


图 12 机器人行走装置

