




机器人DIY系列

双足步行机器人 制作入门

〔日〕浅草ギ研 著
崔素莲 译



 科学出版社
www.sciencep.com

机器人DIY系列

双足步行机器人制作入门

〔日〕 浅草弋研 著
崔素莲 译

科学出版社

北京

图字：01-2010-1270号

内 容 简 介

本书是“机器人DIY系列”之一。本书编写初衷是使读者用最短的时间制作出能够双足步行的机器人。

本书共分7章，首先介绍制作机器人所使用的工具及要点，其次介绍线路板的制作、微机的动作原理及如何驱动RC伺服，然后介绍机器人构架的制作及如何用4轴进行双足步行，最后介绍新增的机器人机能。书末附录给出了薄金属板的纸样、电阻和电容的表示方法，机器人扩展例子等。

本书可供机器人爱好者阅读，也可作为机器人竞赛参赛选手的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

双足步行机器人制作入门 / (日) 浅草 研著; 崔素莲译. —北京: 科学出版社, 2010

(机器人DIY系列)

ISBN 978-7-03-029363-3

I. 双… II. ①浅…②崔… III. 机器人—制作 IV. TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第209460号

责任编辑: 杨 凯 / 责任制作: 董立颖 魏 谨

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 郝恩誉

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京天利彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年1月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011年1月第一次印刷 印张: 12 3/4

印数: 1—4 000 字数: 243 000

定价: 29.80元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

笔者的孩提时代，是以名叫“霍比”的塑料模型为主流的时代。漫画和杂志上满幅介绍的都是塑料模型的机器人在战斗。热衷于这些的几个孩子，竟认真地思考着如何才能使塑料模型动作起来，在经过各种调查之后，觉得电子电路的知识非常必要，由此开始了学习。

常说“人能想象到的事情一定能实现”，当时用于制作“霍比”的零件性能远远比现在的要低得多，很多部分必须亲手制作。但中学生中竟也有能组装电子电路的。因为是中学生，没有学习过理工科，当时又没有互联网，无任何经验而言，然而竟能自己组装电子电路了。

这样的人并非是特殊的天才，而是想通过电子制作，使什么动作起来的高涨热情的普通人。

当时的电子零件性能低劣，也得不到信息，最终没能实现让塑料模型机器人动作起来的愿望。现在，电子零件的性能大大提高了，加上在互联网上可以得到很多信息，因此个人也能制作步行机器人了。

但是，对完全没有经验者来说，因没有这方面的知识，可能认为制作机器人是非常难的，特别是对电子元件的制作。实际上电子元件的制作并不难，只是花时间而已。

由于用于个人爱好上的时间、热情程度和集中力是不同的，所以制作机器人所用的时间也是不一样的。任何人都能制作出来机器人，但要花费工夫。

本书的目的就是让初学者少花工夫。希望大家读了本书以后，能从“想象”迈向亲手“创造”机器人的一步。

目 录

序 章

0.1 引 言	2
0.1.1 本书的阅读对象和目的	2
0.1.2 阅读本书时所需要的工具	2
0.1.3 机器人制作的要点	3
0.2 使用本书制作机器人的概要	4
0.3 零件一览表	7

第1章 线路板的制作

1.1 电源线路板的制作	12
1.1.1 电 源	12
1.1.2 5V电源电路的制作	16
1.2 微机板的制作	22
1.2.1 BTC067端口针的排列	22
1.2.2 PCB插座的安装	23
1.2.3 连接伺服的针的安装	25
1.2.4 伺服电池的安裝	31

第2章 微机的编程

2.1 微机的动作原理	36
2.1.1 微机动作需要的环境	36
2.1.2 微机动作程序的编写	49
2.1.3 关于Hello.c	55
2.1.4 微机的语言(十进制,二进制)	60
2.1.5 寄存器	61
2.1.6 特殊寄存器	63
2.1.7 ATmega32特有的机能概要	68
2.1.8 C语言的基本知识	69
2.2 LED的亮灯	83
2.2.1 LED和I/O针的连接	83
2.2.2 欧姆定律	84

2.2.3	LED的亮灯	86
2.3	使用了计时器的LED的亮灭及脉冲的产生	92
2.4	用微机驱动RC伺服电机	101
2.4.1	RC伺服	101
2.4.2	中 断	103
2.4.3	驱动RC伺服(1个)	108
2.4.4	驱动RC伺服(4个)	119

第3章 构架的制作

3.1	材料和工具	128
3.1.1	材 料	128
3.1.2	打 孔	129
3.1.3	折弯加工	129
3.1.4	截 断	130
3.1.5	组 装	130
3.2	用铝金属薄板制作构架	131
3.2.1	关于构架的设计	131
3.2.2	螺丝和孔	131
3.2.3	金属薄板	132
3.2.4	组 装	134

第4章 让机器人动作起来

4.1	组装检查	138
4.2	轴和转矩	139
4.2.1	轴	139
4.2.2	转 矩	140
4.3	用4轴进行双足步行	142
4.3.1	步行的种类	142
4.3.2	指定启动初始值	142
4.3.3	重心移动	144
4.3.4	迈 步	145
4.3.5	制作步行姿势	146

第5章 增加机器人的机能

5.1	接触传感器(判断I/O的状态)	152
-----	-----------------------	-----

5.2	距离传感器（利用A/D转换器机能）	154
5.3	声音输出（用串口通信驱动其他机器）	156
5.3.1	和PC通信	156
5.3.2	微机之间的通信	159
5.4	无线电控制	161
5.4.1	用微机读取无线电控制的无线电脉冲	162
5.4.2	用无线机发送数据，用微机接收数据	164

第6章 制作自己独创的机器人（自学方法）

6.1	自学的思想准备	168
6.2	自学用的参考书	168

附 录

附录A	薄金属板的纸样	172
附录B	ATmega32寄存器表，ASC II表，进制转换表	175
附录C	电阻和电容的表示方法	180
附录D	微 机	181
附录E	本书的机器人的扩展例子（ROBO-ONE参赛机）	182
附录F	焊接的基本知识	186
附录G	连接器的制作	187
附录H	数据表中经常出现的英语词汇	189
附录I	三角函数表	193

引 言

0.1 ● 引 言

0.1.1 本书的阅读对象和目的

本书是为了迫切希望能够自己制作出机器人的学生及电子爱好者而编写的,读者通过学习双足步行机器人的制作,可以为今后以自学形式制作机器人打好基础。

0.1.2 阅读本书时所需要的工具

本书是使用美国ATmel公司的ATmega32微机自作机器人的,要自学制作的话,就要边阅读微机等元件的数据表边记住使用方法。在阅读本书之前,要先从ATmel公司的网页上下载数据表。

ATmega32的数据表是用英文写成的。由于制作机器人使所使用的零件大多是国外生产的,因此使用此数据表也可兼作英文的阅读练习之用。

现在,从日本国内也可以购买各种微机,但家电产品用的微机其程序重写次数受到限制,而ATmega系列的程序重写次数在10万次以上,足够用于学习,因此本书采用了此系列。

ATmel的网页

<http://www.atmel.com/>

在ATmel的网页上,有[] Serch标记,在此处输入“ATmega32”后,点击Search钮,则显示ATmega32的画面。

在这个画面上查找Datasheet(数据表),从ATmega32(L)complete处下载数据表。名为ATmega32和ATmega32L的微机是写在一个数据表上的,为(L)。以下所显示的是现在的数据表的地址。

ATmega32微机数据表

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2503s.pdf

在互联网上的数据表及操作指南几乎都是pdf文件。要阅读pdf文件,需要从Adobe公司的网页上下载Adobe Reader软件,并安装在计算机上,此软件是付费下载的。

Adobe公司的网页

<http://www.adobe.com/>

本书中为了减少零件的焊接,使用了besttechnology公司制作的BTC067微机板,此微机板把操作微机时所必需的零件已经焊接在微机板上,所使用的零件表将出现在0.3节里。现在先把BTC067微机板的操作指南从besttechnology公司的网页上下载下来。

besttechnology网页

<http://www.besttechnology.co.jp/>

0.1.3 机器人制作的要点

制作机器人时,从选择材料到编写程序需要非常广泛的知识,对无经验者来说是不能“立即”、“容易”、“有自己特色”地制作出来的。本书的目的虽然是针对无经验者而写的,但无经验者如果不努力的话是不可能制作出来的。

下面是无经验者能制作出机器人的要点。

■要点1: 不要着急

制作机器人需要学习很多东西,不要急于想尽快地制作出自己特有的机器人,要扎扎实实地学习基本知识。对不明白的地方要花时间调查,认为有价值的地方多花些时间,就可快速地提高水平。

■要点2: 要怀疑自己

对初学者来说,常出现的问题是“按照操作指南去做了,可机器人就是不动,零件坏了吗?操作指南对不对?”据我所知,几乎100%都是制作者本人在某些地方出错或者是知识不足。另外,操作指南和小说不同,不易阅读,要尽量阅读到细节。

■要点3: 坚持到底

机器人不动作的话,可能在中途被扔掉。要坚持到最后的完成状态。如果半途而废,机器人制作水平就不会提高。

■要点4: 劳逸结合

制作机器人是项非常愉快的工作,因此往往忘记了时间,要注意休息及不要忽略了家人。

持续长时间的作业,会因集中力下降而导致失败,感到精力不集中时应停下作业休息片刻。很多通过通宵达旦制作的机器人,第二天早晨却因线路接错而烧坏。

■要点5: 利用互联网

制作机器人时需要使用很多软件,有的可以在网上免费使用。

机器人必需的IC数据表(操作指南),大多是在其IC公司的网页上下载的。也有些人会将自己制作机器人的经验和知识公布在网上。初学者应该对此加以感谢并在合理的情况下利用此网页。

在浅草技研的网页中,也有面向初学者的知识,读者可以参考。

浅草技研的网页

<http://www.robotsfx.com/>

本网页中还设置了本书读者专用的网页和论坛,有疑问的时候可以在上面咨询。

本书读者专用网页

<http://www.robotsfx.com/robot/book3.html>

0.2●使用本书制作机器人的概要

图0.1是在本节中制作机器人的概要

在本书中,将用微机这种小型的计算机操纵无线电控制模型用的4个RC伺服机构来制作双足步行机器人。相关材料请参阅下一节。

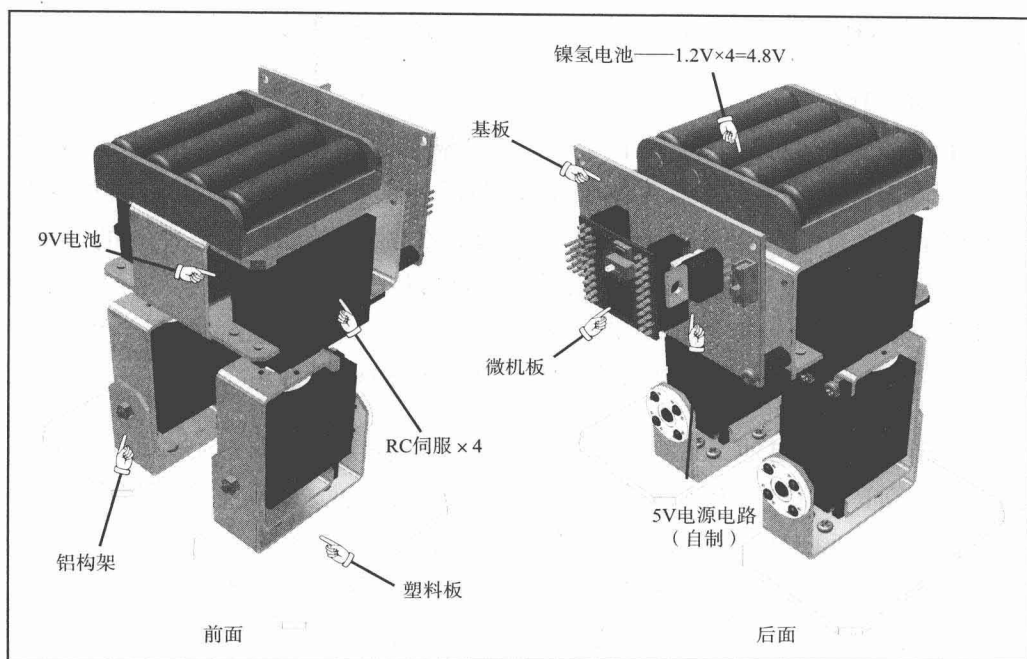


图0.1 制作机器人的概要

■ 微机板

“微机”就是在IC¹⁾中放入计算、记忆、输入、输出机能的小型计算机。对初学者来说，IC的焊接是很难的，所以在本书中使用了焊接完了的微机板和必需的零件。

本书只对如何制作机器人进行说明，对于想详细了解微机结构原理的人来说，请阅读附录D。另外，本书中没有提到的部分，将在第6章中介绍相关参考书和自学要点。

■ 5V电源电路

微机等电子电路需要有一定电压的电源。用干电池作电源的话，电压不稳定，因此需要使电压保持一定的“电源电路”。初学者使用的电子零件大多是5V电压的，因此需要制作5V的电源电路。本书中是用9V干电池制作5V电源的。

■ 基 板

电子零件店里有各种带有很多孔的万能板，孔与孔之间的距离一般为2.54mm。如果买不到零件一览表里的基板的话，大小略有差异也没有关

系。板的材料为玻璃环氧树脂等，本次可使用任何一种材料的基板。

■ RC伺服

在无线电控制用的操作机构²⁾上，有2根电源线和1根信号线，在信号线上加上特定的脉冲后，可以在180°内转动后停止下来。伺服内部有电机减速用的齿轮、测定位置的传感器及电子线路。本来是用于无线电控制的，由于相关信息已在互联网上公开了，所以个人也可以把伺服用于机器人的关节。用于机器人的关节时所受到的力要比无线电控制时大得多，因此伺服会损坏。

本书使用的RC伺服是浅草技研销售的，价格相对便宜。³⁾

■ RC伺服用电池

本书在RC伺服上使用了4个1.2V的镍氢蓄电池，串联后电压为4.8V。镍氢蓄电池可用专用充电器充电。便利店里的锰电池和碱电池，电流不大，不能驱动2个以上的RC伺服。⁴⁾

RC伺服是用4.8~6V来驱动的，此电压的蓄电池可以在无线电控制专卖店里买到。

■ 铝 板

自制机器人时，大多用易加工的铝板制作构架。

铝板的种类很多，电子零件店和DIY店里销售的是“纯铝”，柔软易加工，但强度较低。自制机器人时经常使用的是“A5052”铝板，强度比纯铝大，也可弯曲，“A5052”在机器人专卖店里有销售。

有各种厚度的铝板，加工时用手能弯曲的为1.5mm以内的厚度。本书使用了1.2mm的“A5052”，如果买不到的话，可用1.5mm厚的纯铝。

■ 开 关

机器人的开关使用频繁，因而是非常重要的零件。如果开关用于电子电路上，则要使用能焊接在电路板上带有小端子的。伺服用的电池的开关因要流过大电流，因此要选用较大的端子。

详细解说

1) IC: Integrated Circuit, 集成电路的略称。在电子零件店里贩卖的IC, 两只脚间距离为2.54mm宽, 通常称为DIP, 比较容易焊接。由于IC

是在美国制作的，基本上都使用英寸，比PC内使用的DIP较薄较小，又称为平板型。如果焊接熟练的话，也可自行焊接。

- 2) 操作机构：制作机器人时，必须要有使机器人动作的装置，通常把此装置称为“操作机构”。有用电驱动的电机，也有用气压及油压驱动的汽缸。本书中使用了价格便宜又易买到的RC伺服。
- 3) RC伺服在大的方面可分为“模拟伺服”和“数字伺服”两种。“模拟伺服”价格便宜，“数字伺服”能停在准确的位置且停止力较大。“模拟伺服”和“数字伺服”的脉冲稍有不同，本书中使用的是“模拟伺服”，和其他场合的“模拟伺服”的动作基本相同，但大小及安装位置可能略有不同。
- 4) RC伺服里的每一个电机使用500mA~1A的电流，普通的干电池里只能流出500mA~1A的电流，超过此电流时干电池的电压就会下降。由于RC伺服中有电子电路，电压下降时就会产生误动作。

0.3●零件一览表

表0.1是笔者购买零件的地点(秋叶原)及当时的价格。

也可在就近的电子零件店里准备材料。

另外，表0.2里的商店写有网址可在网上购物(电阻及电容等小零件也可在网上购买)。

表0.1 零件一览表

材 料	单价(日元)	数 量	小计(日元)	购买地点
RC伺服(SO3T/2BB)	1600	4	6400	浅草技研
微机板(BTC067)	2900	1	2900	浅草技研
PC电缆线(BTC067用电缆线)	1000	1	1000	浅草技研
5V稳压器IC(LM2940CT-5)	150	1	150	千石
电解电容器(47 μ F)	10	2	20	千石
电容器(0.1 μ F)	10	2	20	千石
二极管(1A左右)	10	1	10	千石
PCB插口(2列 \times 10)	30	4	120	千石
基板(相当于ICB-88)	100	1	100	千石
配线(AWG24或28)	100	1	100	千石

续表0.1

材 料	单价(日元)	数 量	小计(日元)	购买地点
电阻(1k Ω)	5	4	20	千石
头针1 \times 40	80	2	160	千石
田宫螺丝固定剂	250	1	250	千石
006P干电池	180	1	180	千石
3号Ni-H(镍氢)电池(GP2300)	230	4	920	千石
蓄电池充电器	1000	1	1000	千石
9V纽扣电池	50	1	50	千石
6V电池盒	90	1	90	千石
开关(小)	100	1	100	千石
开关(中)	50	1	50	千石
铝板A5052-1.2mm	450	1	450	TSUKUMO
塑料板(3mm厚)	200	1	200	东急HANDS
M3L4螺丝(一套27个)	147	1	147	TSUKUMO
带座M1.7L4螺丝(M2L5可)	10	16	160	特别订购
M3L4螺丝	13	24	312	WiLCO
M2L5螺丝	13	2	26	WiLCO
M3L6螺丝	13	2	26	WiLCO
M3螺母	13	2	26	WiLCO
特氟隆套筒(T3040-8115)	20	2	40	WiLCO
合 计			15027	

表0.2 各公司的网址

浅草技研	http://www.robotsfx.com
TSUKUMO	http://www.rakuten.co.jp/tsukumo/
千石	http://www.sengoku.co.jp/
东急HANDS	http://www.tokyu-hands.co.jp/index.htm
WiLCO	http://www.WiLCO.jp/
浅井制作所(特别订购)	http://www.nejikouba.com/kouri.htm

关于配件的购入信息将在浅草技研的本书读者专用网页上介绍。另外，对于难以买全本书零件的读者，可以购买本书中制作机器人的成套元件，详细方法请参考本书读者的专用网页。

本书读者专用网页。

<http://www.robotsfx.com/robot/book3.html>

表0.3是制作时使用的工具，价格为作者购买时的价格。

表0.3 工具一览表

工 具	单价 (日元)	数 量	小计 (日元)
手 钻	1600	1	1600
手铰刀	580	1	580
HSS钻套件	500	1	500
丝锥套件	1700	1	1700
M1.7丝锥	683	1	683
中心打孔机	170	1	170
锤 子	1000	1	1000
剪 钳	500	1	500
无线电钳子	500	1	500
虎 钳	2500	1	2500
方 材	200	1	200
精密螺丝刀套件	200	1	200
手动剪切机	1380	1	1380
塑料切断刀	530	1	530
焊 锡	100	1	100
电烙铁	1000	1	1000
烙铁台	1000	1	1000
第三只手	620	1	620
游标卡尺	930	1	930
万用表	3000	1	3000
合 计			18693

