

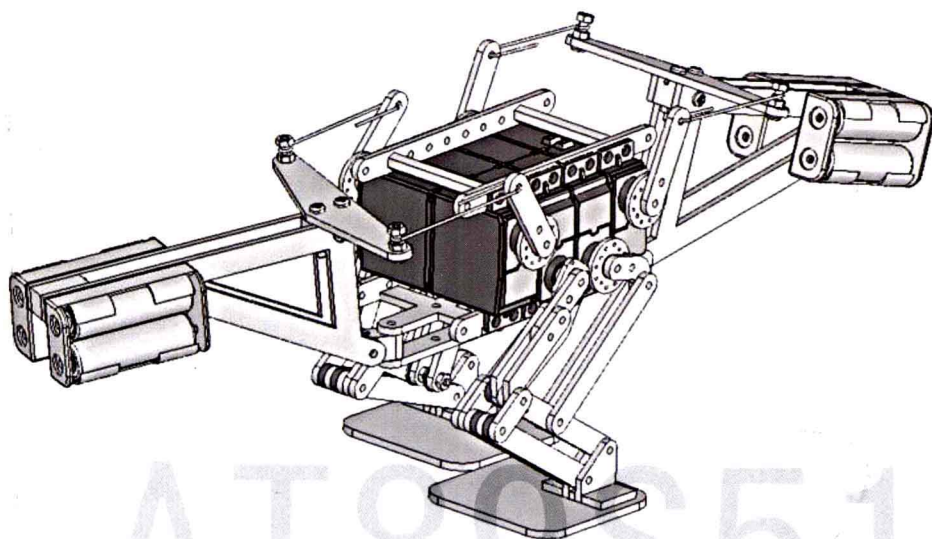
全華

内含PCB实验板



学用单片机 制作机器人

王允上 编著
丁慎源 审校



AT89S51

科学出版社

学用单片机制作机器人

王允上 编著

丁慎源 审校

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书旨在引导读者动手做,完成单片机程序编写、制作下载电路、控制伺服电机、制作恐龙机器人这一套完整的流程,以最小的代价拥有自己的机器人的同时,也达成学习目的,获得基本技能。

本书共 9 章,主要内容有机器人时代,认识单片机,AT89S51 单片机与自制烧写器,程序代码的编译、纠错及烧写,认识 R/C 伺服电机,单片机控制伺服电机,多个 R/C 伺服电机的控制,机器人的制作,机械手臂组装及控制,机械恐龙组装及控制,附录 MCS-51 系列指令集。

本书规避了那些深奥的理论,基本符合“工作过程导向”、“任务教学”需要,适合作为广大电子爱好者及无线电爱好者的单片机、机器人入门读物,也可作为工科院校的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

学用单片机制作机器人/王允上编著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-032819-9

I. 学… II. 王… III. 单片微型计算机-应用-机器人-制作 IV. TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 237543 号

责任编辑:喻永光 沈晓晶 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李广铎

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>

北京中科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张: 16 3/4

印数: 1—4 000 字数: 252 000

定 价: 39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言



单片机一直以来都是电机、电子专业的必修科目,但国内单片机的书籍大多偏重于基础应用,而用于电动机或机械方面的控制,又都会倾向使用 PLC 来控制气、油压阀带动机械结构。鉴于此,本书内容主要以 PWM 波控制伺服电机为主,且通过 1:1 的零件图,引导读者动手制作机器人。

另外,为了让非电机、电子专业的人员,也能尝试编写单片机程序,本书的程序范例也都以模块化为主,读者只要简单地更改几个参数,就能随心所欲控制你所制作的机器人或者更多实用的小型机构,以增加学习单片机的兴趣及动机。

本书的重点及特色如下。

(1) 介绍 ATMEL AT89S51 单片机特性以及其程序烧写的原理,并通过各种简易方法制作程序烧写接口,帮你省下购买昂贵烧写器的经费。

(2) AT89S51 程序的编写及烧写。书中的程序范例已模块化,读者只需更改几个参数,即可随心所欲地操控电机及相关机构。

(3) R/C 伺服电机的介绍及控制方式。

(4) 亚克力加工及裁剪的工具和方法。

(5) 机械手臂及机械恐龙的制作。

(6) 机械手臂及机械恐龙的动作原理及分析。

(7) 机械手臂及机械恐龙的程序控制。

(8) 书中附有机机械手臂及机械恐龙的 1:1 零件图,并引导各位一步一步地利用亚克力完成制作,制作机构不再需要大型的机床或是一大堆专业工具。

笔者将这几年来指导学生制作机器人的实际经验编著成本书,从程序的编写、下载电路的制作、伺服电机的控制到机器人的实际制作都有一套完整的流程,可以让读者花最少的金钱及设备,完成属于自己的机器人。另外,希望通过这样的一本书来鼓励大家养成自己动手做的习惯,这也是笔者多年来指导学生制作机器人的一贯原则。学生在动手制作机器人的过程中,学习到的不只是机器人结构本身,而是更多生活上的基本技能,所以也希望大家一起自己动手做。

王允上:机器人单晶片微电脑控制

ISBN 978-957-21-7356-5

 全华科技图书股份有限公司

原著于 2007 年 12 月出版发行

本书中文简体字版由台湾全华科技图书股份有限公司授权科学出版社独家出版,仅限于中国大陆地区出版发行,不含台湾、香港、澳门。

未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。本书封底贴有全华科技图书股份有限公司防伪标签,无标签者不得销售。



第 1 章 机器人时代

1.1 概 述	1
1.2 三叶虫吸尘器	2
1.3 Sony AIBO 爱宝	3
1.4 Robosapien	4
1.5 SONY QRIO	5
1.6 TOYOTA i-Foot 及 i-Unit	6
1.7 Honda ASIMO(Advanced Step Innovative Mobility)	7
1.8 i-SOBOT 机器人	8
1.9 PLEN 机器人	9

第 2 章 认识单片机

2.1 微电脑的基本结构	13
2.2 单片机的优点	17
2.3 单片机的种类	18
2.3.1 台湾地区的芯片厂	18
2.3.2 其他国家和地区的芯片厂	20
2.4 单片机的规格说明	20
2.4.1 复杂指令集与精简指令集	20
2.4.2 振荡电路	21
2.4.3 看门狗定时器	22
2.4.4 省电模式及唤醒功能	22

第 3 章 AT89S51 单片机与自制烧写器

3.1 AT89S51 的特性	24
-----------------------	----



3.2	AT89S51 的引脚	25
3.3	AT89S51 的内部结构及烧写方式	29
3.3.1	并行模式	31
3.3.2	串行模式	33
3.4	AT89S51 烧写电路制作	35
3.4.1	实验目的	35
3.4.2	电路原理	35
3.4.3	电路制作	39
3.4.4	与计算机联机	43

第 4 章 程序代码的编译、纠错及烧写

4.1	程序代码的编译及纠错	47
4.1.1	Keil Vision2 的安装	47
4.1.2	Keil Vision2 的执行及程序编译	52
4.1.3	使用 Keil Vision2 的 Debug 功能	60
4.2	烧写软件的安装及使用	62
4.2.1	安装步骤	62
4.2.2	AT89S51 的烧写	65

第 5 章 认识 R/C 伺服电机

5.1	R/C 伺服电机的结构	77
5.2	R/C 伺服电机驱动信号	78
5.3	R/C 伺服电机的引脚	79
5.4	利用 NE555 芯片产生 PWM 波	81
5.5	NE555 无稳多谐振荡器的制作	82
5.5.1	实验目的	82
5.5.2	相关知识	82
5.5.3	功能说明	83
5.5.4	电路图	83
5.5.5	实验步骤	83
5.5.6	R/C 伺服电机工作情形	83



第 6 章 单片机控制伺服电机

6.1 利用单片机产生 PWM 波	85
6.1.1 实验目的	85
6.1.2 动作情形	85
6.1.3 电路图	86
6.1.4 流程图	86
6.1.5 范例 SERVO1. ASM	87
6.1.6 实验步骤	88
6.2 利用单片机中断的方式控制 R/C 伺服电机	88
6.2.1 实验目的	88
6.2.2 相关知识	88
6.2.3 电路图	96
6.2.4 流程图	96
6.2.5 范例程序 SERVO2. ASM	97
6.2.6 程序说明	98
6.2.7 实验步骤	100
6.3 伺服电机的连续动作	100
6.3.1 实验目的	100
6.3.2 动作情形	100
6.3.3 电路图	101
6.3.4 流程图	101
6.3.5 程序范例 SERVO3. ASM	101
6.3.6 程序说明	103
6.3.7 实验步骤	103

第 7 章 多个 R/C 伺服电机的控制

7.1 2 个 R/C 伺服电机的控制	105
---------------------------	-----



7.1.1	实验目的	105
7.1.2	相关知识	105
7.1.3	电路图	105
7.1.4	流程图	106
7.1.5	范例程序 SERVO4. ASM	107
7.1.6	程序说明	109
7.1.7	实验步骤	110
7.2	3 个 R/C 伺服电机的控制	111
7.2.1	实验目的	111
7.2.2	相关知识	111
7.2.3	电路图	111
7.2.4	流程图	112
7.2.5	程序范例 SERVO5. ASM	112
7.2.6	程序说明	115
7.2.7	实验步骤	115

第 8 章 机器人的制作

8.1	使用材料	117
8.2	使用器具	122
8.3	亚克力的切割	126
8.4	如何根据本书制作机器人	130
8.5	特别叮咛	132

第 9 章 机械手臂组装及控制

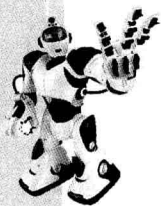
9.1	机械手臂零件制作	134
9.2	机械手臂的组装	147
9.2.1	手掌部分	147
9.2.2	前臂部分	150
9.2.3	底盘部分	151



9.2.4	手腕和前臂组装	154
9.2.5	前臂和后臂组装	155
9.2.6	后臂和底盘组装	156
9.2.7	机械手臂全图	157
9.2.8	机械手臂实体图	157
9.3	5 个 R/C 伺服电机的控制	158
9.3.1	实验目的	158
9.3.2	相关知识	158
9.3.3	电路图	159
9.3.4	流程图	162
9.3.5	程序范例 SERVO6.ASM	162
9.3.6	程序说明	166
9.3.7	实验步骤	166
9.4	机械手臂的精密控制	167
9.4.1	实验目的	167
9.4.2	相关知识	167
9.4.3	电路图	168
9.4.4	流程图	168
9.4.5	程序范例 SERVO_nhf.ASM	169
9.4.6	程序说明	173
9.4.7	实验步骤	174

第 10 章 机械恐龙组装及控制

10.1	零件制作	176
10.2	组 装	190
10.2.1	左脚部分	190
10.2.2	右脚部分	194
10.2.3	身体部分	198
10.2.4	头的部分	199
10.2.5	尾的部分	200

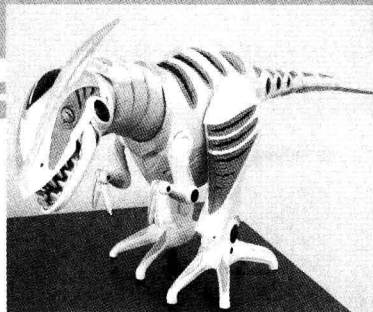


10.2.6	肚的部分	202
10.2.7	身体与左脚结合	203
10.2.8	身体与右脚结合	204
10.2.9	身体与底盘结合	205
10.2.10	身体与肩部结合	206
10.2.11	身体与头尾结合	206
10.2.12	肩与头尾传动回形针结合	207
10.2.13	加上电池	208
10.2.14	机械恐龙实体图	209
10.3	动作分析	210
10.3.1	蹲 下	210
10.3.2	站 立	210
10.3.3	取 食	211
10.3.4	观 测	211
10.3.5	恐龙行走方式分解	212
10.4	机械恐龙的控制	215
10.4.1	8个 R/C 伺服电机的控制	216
10.4.2	机械恐龙的行走控制	224

附录 MCS-51 系列指令集

数据传送指令	237
算术运算指令	240
逻辑运算指令	243
位处理指令	247
跳转指令	248
调用指令及循环指令	251
其他指令	252

参考文献



机器人时代

1.1 概述

随着科技的发展及电子电路制作技术的成熟,电子高科技产品也随之不断地推陈出新,电子芯片的功能也越来越强大,但体积却越来越小,而在电子产品中占最重要角色的电源部分,也研发出许多体积小、效率高的各种材质的电池,使得电子产品可以大大延长待机时间,效能也随之提高。基于这些条件,邻近国家——日本,这几年不断地发展出各式各样的机器人,不但成果丰硕,而且因为起步早,所制造出来的机器人不论是在功能上还是在稳定度方面都大幅领先许多先进国家,并且有的已经真正地应用在生活中了,或许再过几年,像《终结者》、《我,机器人》、《机器人历险记》或是《变形金刚》等电影中的机器人(图 1.1)就会活生生地出现在我们的生活中。



图 1.1 电影《变形金刚》中的主角

资料来源: <http://movie.transformersmovie.com/>

接下来,我们为各位介绍几款目前在市面上已经上市的机器人,不论其功能怎么样,都与我们日常生活息息相关,代表着机器人时代已经来临了。

1.2 三叶虫吸尘器

下了班,最大的愿望就是回到家后,跷着二郎腿,看着报纸,就有机器人帮你把地板打扫得干干净净,这就是以三叶虫命名的“Electrolux Trilobite”吸尘器机器人,如图 1.2 所示。你可别小看它!它利用超声波来侦测周遭的环境状态,就像夜里飞行的蝙蝠一样,不会撞到家里的东西,并且具有多种行走模式,可记忆行走过的路径,快没电时,会自动找到充电器的位置,自行走回充电,如图 1.3 所示,充电完毕后,再继续为你工作,而且最重要的是,不论你把地板弄得多糟,它都不会抱怨。



图 1.2 以三叶虫命名的吸尘器,长得也像三叶虫

因此,当你在厨房忙得不可开交时,它会将客厅的地板打扫得干干净净,当你吃完晚餐,看着精彩的球赛时,它就可以把刚刚弄脏的餐厅地板也打扫得干干净净,就像是你的私人管家一样。

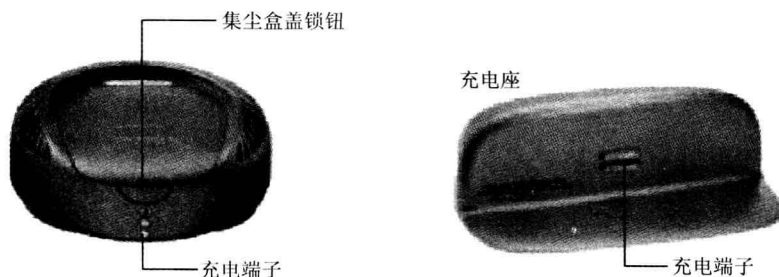


图 1.3 会自动找到充电座,工作到没电时,会自己去充电

资料来源: <http://trilobite.electrolux.co.uk>

1.3 Sony AIBO 爱宝

可别小看这只狗!这可是目前市面上最精密的机器人,AIBO是由日本Sony公司生产出来的娱乐型机器狗,主要目的是希望能和真正的小狗一样忠实地陪伴人类,而因为它拥有AI(人工智能)及EYE(眼睛),加上日语“拍档”的发音,所以就以AIBO命名,直接翻译为“爱宝”。

爱宝和以往的机器狗不一样的地方是它被设计成有感情、有成长及学习的本能。在感情的部分,它会表达自己的喜怒哀乐,所以它在和人类游戏及互动的过程中,会表现出开心、心情不好、生气、心情低落等各种反应、声音及动作,它也拥有爱情欲、探索欲、运动欲及食欲。它的食欲当然不是真正地吃东西,而是充电。在成长及学习的部分,因为其电路上设计有触觉、听觉、视觉及平衡感的电路,而这些感测到的数据都会记忆在自己身上的内存芯片中,达到自我成长及学习,其外形及功能介绍如图1.4所示。

它会接受外界的刺激,与人互动,进而学习、成长,并将这些信息不断地和遇到的各种状况比对,继而做出各种反应。所以它不只具有头脑、感觉器官等硬件,还具有感情、各项本能反应、学习及成长机能等软件,因此我们也将它称为“自律型”机器人。第三代爱宝还加入了可以播放MP3、WAV及WMA文件的功能,而且时间到了还能提醒你各种重要的事情,内建的影像硬件能录下影像并进行编辑,最重要的是你可以不用担心你的家里,被爱玩的它弄得一塌糊涂。

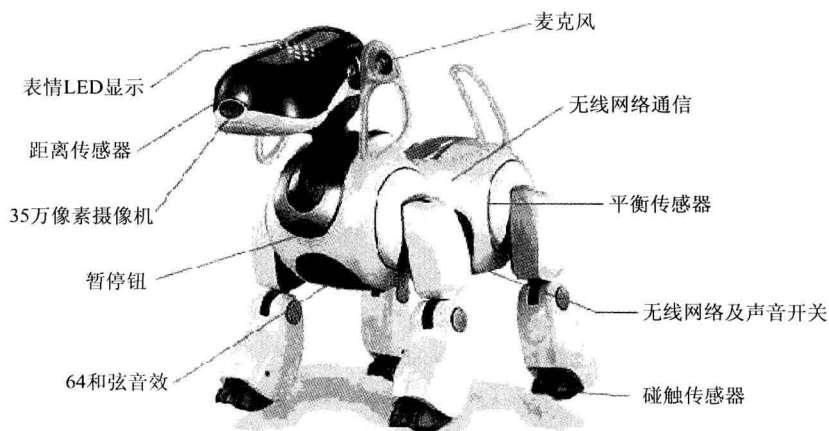
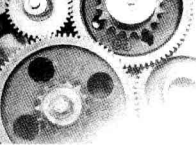


图 1.4 人类的忠实伙伴机器狗爱宝

资料来源: <http://www.sony.net/>

1.4 Robosapien

全球热卖的 Robosapien 如图 1.5(a)所示,身高约 36cm,它透过红外线遥控的方式行走、发出声音,内部有电机及传感器,可以让它完成 67 种各式各样的动作,甚至有人一口气买了 50 个 Robosapien,自己坐在滑板上让这 50 个机

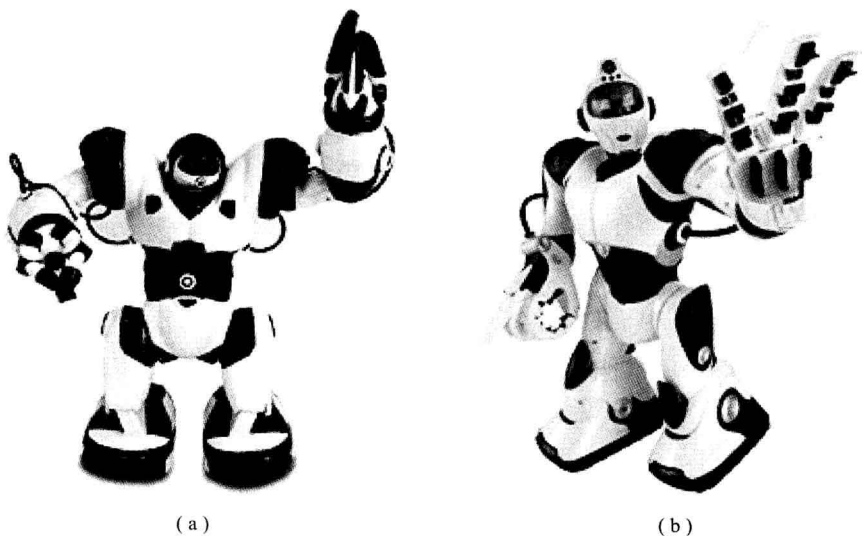


图 1.5 (a)第一代的 Robosapien;(b)第二代 V2 版本

资料来源: <http://www.wowwee.com/>



机器人拉着走,因为它的热卖,厂商又推出了 V2 版本,如图 1.5(b)所示,而 Robosapien V2 高约 55cm,和第一代相比,功能更强大,手和脚都加入了传感器,而头部加入了色彩及声音辨识电路,通过颜色的辨识,可以认出保龄球(绿色)或者是球瓶(红色),所以它会利用手抓取物体,并判别物体是保龄球还是球瓶,选择丢出保龄球,或者是将球瓶放到定点,它和人类互动的效果,比第一代要来得丰富及生动。

1.5 SONY QRIO

2005 年的春天,SONY QRIO 第一次来台湾地区公开露面就为人们带来了相当精彩的舞蹈。优美的舞姿及灵活的动作,给人留下了相当深刻的印象。除了会跳舞之外,QRIO 还能发出声音、具有语音及人脸辨识功能,内部的平衡系统使其行走时能保持良好的稳定度,所以不论是走在不平的地面上或是上下楼梯,都可以顺利地通过。此外,它还可以自己避开障碍物,最重要的是,它具有无线网络功能。在 2006 年 SONY 公司又为它配备了新的关节零件及广角摄影机,让它可以使双手捡起地上的大积木,并将积木放到指定的位置或者是堆起来。这么强的机器人如果你想拥有它,目前的市价为新台币 200 万元左右,还是比较贵的。现在的它已经发展到可以像人类一样跑步了,如图 1.6 和图 1.7 所示。

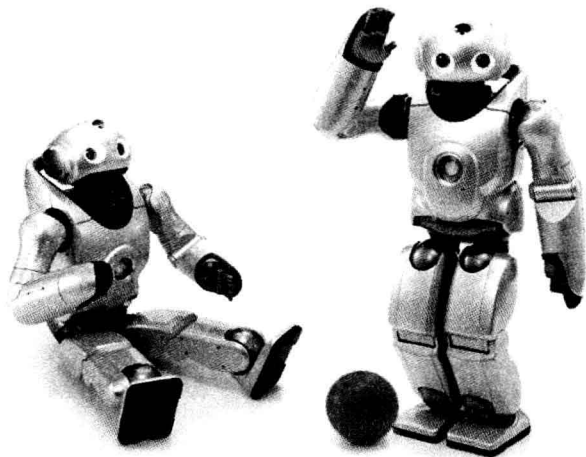


图 1.6 能坐能站,又具有各种拟人化系统的 QRIO

资料来源:<http://www.sony.net/>



图 1.7 上下楼梯、在不平的路上行走,都难不倒它

资料来源: <http://www.sony.net/>

1.6 TOYOTA i-Foot 及 i-Unit

在 2005 年的日本爱知县万国博览会中大出风头的 i-Foot 及 i-Unit 这两项“个人移动装置”是由 TOYOTA 公司生产的。而所谓的“个人移动装置”,就像各位在《星际争霸》或是《骇客任务》电影中所看到的以单人操纵,而且附带着操纵者的机器人,而 i-Foot 原本的设计就是供残障者使用的行走机器人,它以步行机器人为基础打造了一个可载人的机器,所以人坐在上面除了可以控制行走的方向之外,更可利用它上下楼梯,是机器人发展史上真正的第一个可以让人坐在上面的机器人,如图 1.8 所示。

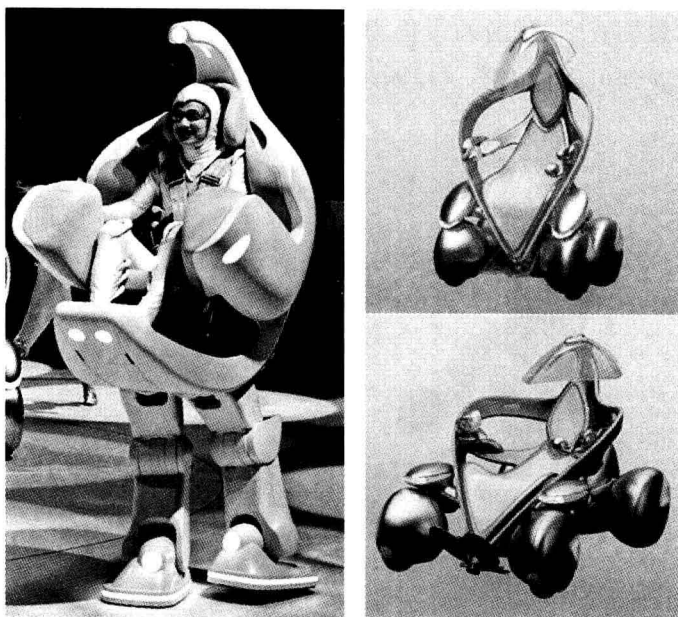


图 1.8 TOYOTA 公司所生产的 i-Foot 及 i-Unit

资料来源: <http://taiwan.cnet.com/news/hardware/0,2000064553,20097507-2,00.htm>