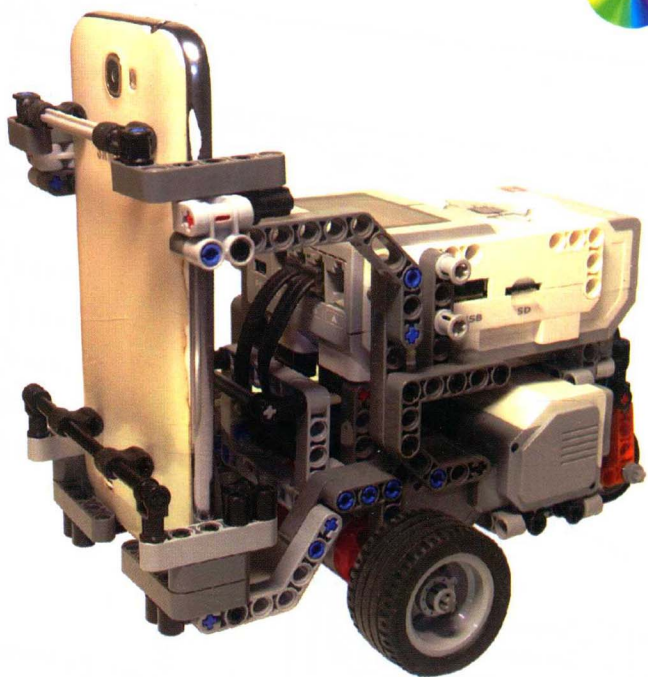


青少年科技创新丛书



当安卓遇上乐高

——用Android手机打造 智能乐高机器人

王元 著



清华大学出版社



青少年科技

当安卓遇上乐高

——用Android手机打造 智能乐高机器人

王 元 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书通过3个Android手机与乐高EV3机器人成功结合的实践项目,介绍了Android手机与乐高EV3机器人之间的通信方法、Android语音识别、利用Android手机摄像头进行图像采集和识别等多项Android手机编程及EV3编程知识。同时,书中也包含了一些基本的软件设计思想,并一步步引导读者学会如何从零开始构筑一个机器人。

由于本书涉及的知识内容较多,部分内容也有一定深度,为了让刚刚接触编程和乐高机器人的读者也能够阅读,书中对编程基础知识、Java、Android编程等做了入门级的介绍。

作为乐高机器人的提高篇书籍,本书较适合具有一定编程经验和乐高机器人知识的读者阅读。对于没有基础的读者,只要能够在阅读的同时补充有关的基础知识,也完全可以掌握书中内容。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

当安卓遇上乐高:用Android手机打造智能乐高机器人/王元著. —北京:清华大学出版社,2015
(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-302-40080-6

I. ①当… II. ①王… III. ①移动终端—应用程序—程序设计—青少年读物 ②智能机器人—青少年读物 IV. ①TN929.53-49 ②TP242.6-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第089618号

责任编辑:帅志清

封面设计:刘莹

责任校对:袁芳

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.25

字 数:379千字

(附光盘1张)

版 次:2015年6月第1版

印 次:2015年6月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:69.00元

产品编号:063939-01

《青少年科技创新丛书》

编 委 会

主 编：郑剑春

副主编：李甫成 李梦军

委 员：（按拼音排序）

曹 双	丁伟达	董英姿	高 山	何琪辰
景维华	李大维	梁志成	刘玉田	毛 勇
苏丛尧	王德庆	王建军	王君英	王文精
魏晓晖	吴俊杰	武 健	向 金	谢作如
修金鹏	叶 琛	于方军	于欣龙	张政桢
张 晟	赵 亮			



序 (1)

吹响信息科学技术基础教育的号角

(一)

信息科学技术是信息时代的标志性科学技术。信息科学技术在社会各个活动领域广泛而深入的应用,就是人们所熟知的信息化。信息化是 21 世纪最为重要的时代特征。作为信息时代的必然要求,它的经济、政治、文化、民生和安全都要接受信息化的洗礼。因此,生活在信息时代的人们应当具备信息科学的基本知识和应用信息技术的基础能力。

理论和实践表明,信息时代是一个优胜劣汰、激烈竞争的时代。谁先掌握了信息科学技术,谁就可能在激烈的竞争中赢得制胜的先机。因此,对于一个国家来说,信息科学技术教育的成败优劣,就成为关系国家兴衰和民族存亡的根本所在。

同其他学科的教育一样,信息科学技术的教育也包含基础教育和高等教育两个相互联系、相互作用、相辅相成的阶段。少年强则国强,少年智则国智。因此,信息科学技术的基础教育不仅具有基础性意义,而且具有全局性意义。

(二)

为了搞好信息科学技术的基础教育,首先需要明确:什么是信息科学技术?信息科学技术在整个科学技术体系中处于什么地位?在此基础上,明确:什么是基础教育阶段应当掌握的信息科学技术?

众所周知,人类一切活动的目的归根结底就是要通过认识世界和改造世界,不断地改善自身的生存环境和发展条件。为了认识世界,就必须获得世界(具体表现为外部世界存在的各种事物和问题)的信息,并把这些信息通过处理提炼成为相应的知识;为了改造世界(表现为变革各种具体的事物和解决各种具体的问题),就必须根据改善生存环境和发展条件的目的,利用所获得的信息和知识,制定能够解决问题的策略并把策略转换为可以实践的行为,通过行为解决问题、达到目的。

可见,在人类认识世界和改造世界的活动中,不断改善人类生存环境和发展条件这个目的是根本的出发点与归宿,获得信息是实现这个目的的基础和前提,处理信息、提炼知识和制定策略是实现目的的关键与核心,而把策略转换成行为则是解决问题、实现目的的最终手段。不难明白,认识世界所需要的知识、改造世界所需要的策略以及执行策略的行为是由信息加工分别提炼出来的产物。于是,确定目的、获得信息、处理信息、提炼知识、制定策略、执行策略、解决问题、实现目的,就自然地成为信息科学技术的基本任务。

这样,信息科学技术的基本内涵就应当包括:①信息的概念和理论;②信息的地位



和作用,包括信息资源与物质资源的关系以及信息资源与人类社会的关系;③信息运动的基本规律与原理,包括获得信息、传递信息、处理信息、提炼知识、制定策略、生成行为、解决问题、实现目的规律和原理;④利用上述规律构造认识世界和改造世界所需要的各种信息工具的原理和方法;⑤信息科学技术特有的方法论。

鉴于信息科学技术在人类认识世界和改造世界活动中所扮演的主导角色,同时鉴于信息资源在人类认识世界和改造世界活动中所处的基础地位,信息科学技术在整个科学技术体系中显然应当处于主导与基础双重地位。信息科学技术与物质科学技术的关系,可以表现为信息科学工具与物质科学工具之间的关系:一方面,信息科学工具与物质科学工具同样都是人类认识世界和改造世界的基本工具;另一方面,信息科学工具又驾驭物质科学工具。

参照信息科学技术的基本内涵,信息科学技术基础教育的内容可以归结为:①信息的基本概念;②信息的基本作用;③信息运动规律的基本概念和可能的实现方法;④构造各种简单信息工具的可能方法;⑤信息工具在日常活动中的典型应用。

(三)

与信息科学技术基础教育内容同样重要甚至更为重要的问题是要研究:怎样才能使中小學生真正喜爱并能够掌握基础信息科学技术?其实,这就是如何认识和实践信息科学技术基础教育的基本规律的问题。

信息科学技术基础教育的基本规律有很丰富的内容,其中有两个重要问题:一是如何理解中小學生的一般认知规律;二是如何理解信息科学技术知识特有的认知规律和相应能力的形成规律。

在人类(包括中小學生)一般的认知规律中,有两个普遍的共识:一是“兴趣决定取舍”;二是“方法决定成败”。前者表明,一个人如果对某种活动有了浓厚的兴趣和好奇心,就会主动、积极地探寻其奥秘;如果没有兴趣,就会放弃或者消极应付。后者表明,即使有了浓厚的兴趣,如果方法不恰当,最终也会导致失败。所以,为了成功地培育人才,激发浓厚的兴趣和启示良好的方法都非常重要。

小学教育处于由学前的非正规、非系统教育转为正规的系统教育的阶段,原则上属于启蒙教育。在这个阶段,调动兴趣和激发好奇心理更加重要。中学教育的基本要求同样是要不断调动学生的学习兴趣和激发他们的好奇心理,但是这一阶段越来越重要的任务是要培养他们的科学思维方法。

与物质科学技术学科相比,信息科学技术学科的特点是比较抽象、比较新颖。因此,信息科学技术的基础教育还要特别重视人类认识活动的另一个重要规律:人们的认识过程通常是由个别上升到一般,由直观上升到抽象,由简单上升到复杂。所以,从个别的、简单的、直观的学习内容开始,经过量变到质变的飞跃和升华,才能掌握一般的、抽象的、复杂的学习内容。其中,亲身实践是实现由直观到抽象过程的良好途径。

综合以上几方面的认知规律,小学的教育应当从个别的、简单的、直观的、实际的、有趣的学习内容开始,循序渐进,由此及彼,由表及里,由浅入深,边做边学,由低年级到高年级,由小学到中学,由初中到高中,逐步向一般的、抽象的、复杂的学习内容过渡。





(四)

我们欣喜地看到,在信息化需求的推动下,信息科学技术的基础教育已在我国众多的中小学校试行多年。感谢全国各中小学校的领导和教师的重视,特别感谢广大一线教师们坚持不懈的努力,克服了各种困难,展开了积极的探索,使我国信息科学技术的基础教育在摸索中不断前进,取得了不少可喜的成绩。

由于信息科学技术本身还在迅速发展,人们对它的认识还在不断深化。由于“重书本”、“重灌输”等传统教育思想和教学方法的影响,学生学习的主动性、积极性尚未得到充分发挥,加上部分学校的教学师资、教学设施和条件还不够充足,教学效果尚不能令人满意。总之,我国信息科学技术基础教育存在不少问题,亟须研究和解决。

针对这种情况,在教育部基础司的领导下,我国从事信息科学技术基础教育与研究的广大教育工作者正在积极探索解决这些问题的有效途径。与此同时,北京、上海、广东、浙江等省市的部分教师也在自下而上地联合起来,共同交流和梳理信息科学技术基础教育的知识体系与知识要点,编写新的教材。所有这些努力,都取得了积极的进展。

《青少年科技创新丛书》是这些努力的一个组成部分,也是这些努力的一个代表性成果。丛书的作者们是一批来自国内外大中学校的教师和教育产品创作者,他们怀着“让学生获得最好教育”的美好理想,本着“实践出兴趣,实践出真知,实践出才干”的清晰信念,利用国内外最新的信息科技资源和工具,精心编撰了这套重在培养学生动手能力与创新技能的丛书,希望为我国信息科学技术基础教育提供可资选用的教材和参考书,同时也为学生的科技活动提供可用的资源、工具和方法,以期激励学生学习信息科学技术的兴趣,启发他们创新的灵感。这套丛书突出体现了让学生动手和“做中学”的教学特点,而且大部分内容都是作者们所在学校开发的课程,经过了教学实践的检验,具有良好的效果。其中,也有引进的国外优秀课程,可以让学生直接接触世界先进的教育资源。

笔者看到,这套丛书给我国信息科学技术基础教育吹进了一股清风,开创了新的思路和风格。但愿这套丛书的出版成为一个号角,希望在它的鼓动下,有更多的志士仁人关注我国的信息科学技术基础教育的改革,提供更多优秀的作品和教学参考书,开创百花齐放、异彩纷呈的局面,为提高我国的信息科学技术基础教育水平作出更多、更好的贡献。

钟义信

2013年冬于北京





序 (2)

探索的动力来自对所学内容的兴趣,这是古今中外之共识。正如爱因斯坦所说:一个贪婪的狮子,如果被人们强迫不断进食,也会失去对食物贪婪的本性。学习本应源于天性,而不是强迫地灌输。但是,当我们环顾目前教育的现状,却深感沮丧与悲哀:学生太累,压力太大,以至于使他们失去了对周围探索的兴趣。在很多学生的眼中,已经看不到对学习的渴望,他们无法享受学习带来的乐趣。

在传统的教育方式下,通常由教师设计各种实验让学生进行验证,这种方式与科学发现的过程相违背。那种从概念、公式、定理以及脱离实际的抽象符号中学习的过程,极易导致学生机械地记忆科学知识,不利于培养学生的科学兴趣、科学精神、科学技能,以及运用科学知识解决实际问题的能力,不能满足学生自身发展的需要和社会发展对创新人才的需求。

美国教育家杜威指出:成年人的认识成果是儿童学习的终点。儿童学习的起点是经验,“学与做相结合的教育将会取代传授他人学问的被动的教育”。如何开发学生潜在的创造力,使他们对世界充满好奇心,充满探索的愿望,是每一位教师都应该思考的问题,也是教育可以获得成功的关键。令人感到欣慰的是,新技术的发展使这一切成为可能。如今,我们正处在科技日新月异的时代,新产品、新技术不仅改变我们的生活,而且让我们的视野与前人迥然不同。我们可以有更多的途径接触新的信息、新的材料,同时在工作中也易于获得新的工具和方法,这正是当今时代有别于其他时代的特征。

当今时代,学生获得新知识的来源已经不再局限于书本,他们每天面对大量的信息,这些信息可以来自网络,也可以来自生活的各个方面,如手机、iPad、智能玩具等。新材料、新工具和新技术已经渗透到学生的生活之中,这也为教育提供了新的机遇与挑战。

将新的材料、工具和方法介绍给学生,不仅可以改变传统的教育内容与教育方式,而且将为学生提供一个实现创新梦想的舞台,教师在教学中可以更好地观察和了解学生的爱好、个性特点,更好地引导他们,更深入地挖掘他们的潜力,使他们具有更为广阔的视野、能力和责任。

本套丛书的作者大多是来自著名大学、著名中学的教师和教育产品的科研人员,他们在多年的实践中积累了丰富的经验,并在教学中形成了相关的课程,共同的理想让我们走到了一起,“让学生获得最好的教育”是我们共同的愿望。



本套丛书可以作为各校选修课程或必修课程的教材,同时也希望借此为学生提供一些科技创新的材料、工具和方法,让学生通过本套丛书获得对科技的兴趣,产生创新与发明的动力。

丛书编委会

2013 年 10 月 8 日





前言

这是一本关于乐高的书，也是一本关于智能手机的书，还是一本讲述编程的书，抑或是一本有关网络的书……

这些说法都没有错，你可以用任何一种方式来描述本书。书中通过 3 个实际证实可行的项目向读者展示了如何通过智能手机让乐高机器人更加强大。

很多人觉得乐高就是玩具，是小孩子玩的东西，我却从不这么认为。乐高让拥有创造力的人们利用有限的零件实现了无限的可能。尤其在乐高推出了机器人模块之后，更是将范围从简单的搭建扩大到了软硬件结合的综合设计。然而，乐高机器人的传感器虽然种类繁多，却大多功能有限。

近些年，Google 公司推出的开放手机操作系统 Android 使智能手机迅速以不高的价格得以普及。时至今日，很多家庭都会拥有至少一部智能手机，我身边的同事甚至有人持有数部手机。Android 系统的开放性，让我们能够很方便地为其编写自己的程序（虽然苹果公司的 iPhone 也是一款具有革命性的伟大产品，然而在编程的便利性上却稍有欠缺）。智能手机上的重力传感器、高清摄像头、方便的网络连接等功能刚好可以弥补乐高机器人传感器的不足。

很多人都会和我一样想到让智能手机与乐高机器人结合在一起，创造出更加强大、更加智能的机器人。但并不是每个人都精通两种设备的编程方式，有时会需要一个引路人。我写这本书，就是希望能够成为这样一个带领人们进入崭新世界的向导。

我从大学毕业就一直在软件公司工作，到目前为止已在一家颇有历史的世界五百强公司工作了十多年。由于个人喜好，我在工作中始终坚持从事技术工作，虽然距离绝世高手还有着遥远的距离，但至少在众多技术领域都留下过足迹，也积累了一些实战经验。在业余时间，我也很喜欢学习一些新的技术知识或钻研一些技术问题。为了满足自己的需求，自学了 Android 编程，也写过几个 Android 应用程序供自己使用。

工作之外，我始终是一个童心未泯的“大孩子”。无论是变形金刚还是乐高机器人，都是我的最爱。因为喜欢变形金刚，我花了五年的时间，两次重写，完成了一部长篇小说；因为喜欢乐高，我曾为 leJOS NXT 写过一些工具和一个框架，其中一个工具现在已经被收录到 leJOS 的官方工具中。

或许是因为缘分，或许是命中注定，郑剑春老师的一双慧眼发现了我的作品，于是他邀请我来写这本书。而“出一本书”恰恰被我列为生命结束前要做的事情之一，虽然作为一个新手爸爸，我必须承担起照顾好刚刚出生儿子的责任，但我还是决定接下这个任务，为了带领大家走进一座新的殿堂，让更多的人了解乐高的魅力，也为了实现自己的一个梦想。



郑剑春老师说,我这本书将是一本高级乐高编程书,希望在里面放一些有点高度的项目,并且给我提供了 EV3 和相关的传感器。

由于我个人只拥有前一代机器人——NXT,以前的项目也都是在 NXT 下实现的,因此,我决定为了写这本书,针对 EV3 重新设计和实现全新的原创项目。最初设想的项目很多,后来由于篇幅和精力所限,做了一些精选。于是,诞生了本书中的 3 个项目。每个项目都不是很容易、很轻松就能完成的。在做的过程中,我遇到了各种各样的问题、挫折和失败,有些在书中也提到了,但我始终相信自己一定可以完成这些项目,于是不断查找资料、调试、寻找问题原因和解决方案,最终克服了所有困难,跟我最初一直坚信的一样,成功地完成了所有的项目,并写成了这本书。

本书中涉及的知识,有些是很基本的编程知识,也有些是具有一定高度和难度的知识,还有些甚至是别人的研究论文。古人云:人之为学有难易乎?学之,则难者亦易矣;不学,则易者亦难矣。只要肯动脑去学,肯动手去做,肯多方查找资料,本书中还没有包含无法被人学会的知识,也还远远没有触及目前科研前沿的那些知识。换句话说,本书中的知识都是很多人早已了然于胸的,也是普通人都可以学会的知识。

总之,希望各位读者在跟着本书完成自己的机器人时,如果遇到困难千万不要放弃。有句歌词写得好:不经历风雨怎么见彩虹。当我们历尽千辛万苦,最后看到机器人按照自己的意图动起来的时候,那一刻的喜悦是无法用言语来形容的。希望大家能够受到本书项目的启发,发挥自己的想象力和创造力,开发出更有趣、更强大的机器人。

为了方便读者学习,我尽可能地在本书涉及的程序中加入了注释。本书中提到的程序和随书光盘所带的程序都是经过多次测试证实可以顺利运行的。这些程序除了可以在随书光盘中找到,我还将它们分别放到了国内和国外两个版本管理库中,网址如下。

国内: OSChina, <https://git.oschina.net/programus/android-lego>

国外: GitHub, <https://github.com/programus/android-lego>

在这些版本管理库中,不仅可以看到最终成型的代码,也可以看到以前的版本历史。

不过,我想,很多读者可能还是会比较心急,比起慢慢读书钻研代码,估计更想立即看到能动起来的机器人。我也是一个心急的人,很能体会这些读者的心情。为了照顾这部分读者,我特意将每个项目的程序打好包,放到随书光盘的 programs 目录下。里面有可以直接安装到 Android 手机上的 apk 文件和安装好 leJOS 后上传到机器人上就可以运行的 jar 文件,心急的读者将这些文件安装妥当,就可以看到机器人运行的效果了。当然,为了知道每个机器人能干什么,还是要至少读一下每个项目的说明部分和构想部分。

本书从结构上分为两大部分。第一部分的实践篇介绍了 3 个项目,并讲解了其中的技术难题调研和软硬件设计,对于用到的知识则点到为止,没有做详细的展开说明。第二部分的知识篇则针对项目中用到的知识做了稍微详细些的入门介绍。由于本书的重点不是教授知识,所以只对一些最基础的和容易困惑的点做了较详细的说明,一些比较容易学、网上资料比较丰富的知识仅简单提及,还希望需要的读者能自主地寻找相关的资料和书籍进行补充学习。

另外,我要感谢我妻子的大力支持和我儿子的睡眠时间。本书的大多数写作时间都是在儿子睡着的时候进行的。虽然我儿子像个小神仙一样不怎么爱睡觉(据我妈说,我小





时候也一样),但毕竟是初生的婴儿,睡得还是比我多很多的,否则想要完成这本书恐怕还要更多的时日才行。而我的妻子为了能让我有更多的时间来完成这本书,承担了大部分的育儿任务和家务,相信每一位妈妈都会知道她的辛苦。因此,请允许我稍微占用这一点篇幅,对她表示由衷的感谢。

当然,还要再次感谢郑剑春老师给我这次宝贵机会,也感谢所有身边支持我、帮助我完成这部作品的同事和朋友们。谢谢大家!

如果读者对本书中的程序或者叙述有疑问,可以给我发邮件。我的邮箱是 programus@gmail.com。邮件主题中不要忘记加上书名,我会尽可能在有时间的时候解答疑问。如果我没有回复,请不要等待,自己多多思考、多多动手,或许很快就可以靠自己的力量解决问题了。

如果对我以前的 NXT 作品有兴趣,可以在网上搜索“程序猎人”或者“programus”和“乐高”。前面两个是我的网络昵称。

最后,感谢你选购了这本书,希望它能为你的生活添加新的乐趣!

编 者

2015 年 1 月





第一部分 实 践 篇

准备工作	3
项目 1 带距离预警的手机遥控车	8
项目 2 听话的机器宠物	71
项目 3 认识路标的自动小车	101

第二部分 知 识 篇

第 1 章 计算机编程基础知识	171
1.1 计算机编程概述	171
1.2 变量和数据类型	174
1.3 数字在计算机中的表述	176
1.3.1 标志位和位运算	178
1.3.2 逻辑运算和程序流控制	184
1.3.3 函数	185
1.3.4 特殊数据类型和内存分配	186
第 2 章 Java 基础知识	190
2.1 Java 简介	190
2.2 第一个 Java 程序	193
2.2.1 数据类型	196
2.2.2 运算和运算符	198
2.2.3 条件分支和循环	201
2.2.4 面向对象编程	203
2.2.5 Java 中的常用类	209
2.2.6 Java 中的异常处理	212



2.2.7 Java 中的多线程	214
第 3 章 Android 编程基础知识	218
3.1 Android 开发环境的构建	218
3.2 创建一个 Android 应用	221
3.3 Activity 的开发	225
第 4 章 leJOS 基础知识	228
4.1 安装 leJOS	228
4.2 安装和使用 Eclipse 插件	229
4.3 在 EV3 上运行程序	231
第 5 章 计算机网络基础知识	233
5.1 分层的网络	233
5.2 网络协议	235
5.3 Java 中的网络编程	236
附录	238
附录 A 随书光盘说明	238
附录 B 装配图的打开方法	240
附录 C 项目 3 中使用的路标图形	241
参考文献	250

第一部分 实 践 篇

这是一本关于机器人编程实践的书。首先带领读者进行实践项目。项目中用到的专业知识,将在第二部分集中讲解。在第一部分中,仅告诉大家相关知识会在第二部分的哪个章节讲解。

本部分以项目为单位进行组织。项目内容主要有以下几个部分。

- (1) 说明。它主要包括项目的目的,完成后会得到怎样的机器人等信息。
- (2) 构想。希望完成的机器人功能、形态。
- (3) 调研。对实现项目时可能出现的技术难点进行调研、可行性分析及方案选型。
- (4) 硬件。说明如何设计符合项目要求的机器人硬件。
- (5) 软件。带领读者一同设计机器人软件。
- (6) 测试。带领读者一同对完成的机器人进行测试。
- (7) 常见问题。列举完成项目时常会遇到的问题、错误,并说明如何解决。

准备工作

虽然人工智能机器人的种类千差万别,但其系统组成是一样的,通常都是由控制器、传感器、能源动力以及反馈系统等部分构成。通过传感器感知环境信息的变化,由中央处理器运算、处理,最后由输出装置完成特定的任务。本书仅以乐高机器人为例,说明各部分的功能。

说明

在本部分中,不会做出机器人,仅备齐后续项目所需的软硬件。

硬件和软件的选择

既然本书的主题是手机和乐高机器人的组合,一套乐高机器人和一部智能手机是必不可少的。

乐高机器人从很早的 RCX 到后来的 NXT,再到近期出现的 EV3,可以说每一次更新换代都是一次飞跃。尤其是 EV3,采用开放的 Linux 作为内置操作系统,还公开了源代码,吸引了很多极客对其进行改造、提高。到目前为止,除了 NXT 时代就已有的针对乐高机器人的编程环境 NXC、leJOS 等以外,还出现了支持 python 语言、JavaScript 语言的相关项目。

本书选择 EV3 智能单元 (EV3 Intelligent Brick) 作为乐高机器人的核心。EV3 智能单元外形如图 1-0-1 所示。

可以说, EV3 不仅在性能上较之 NXT 有了大幅度的提高,在编程灵活性以及选择面上也有了质的飞跃。

既然选择了 EV3,要构建一个机器人,自然少不了配套的传感器和电动机,常用的部分传感器和电动机如图 1-0-2 和图 1-0-3 所示。由于 EV3 也支持 NXT 的传感器和电动机,所以使用 NXT 系列的也可以,只

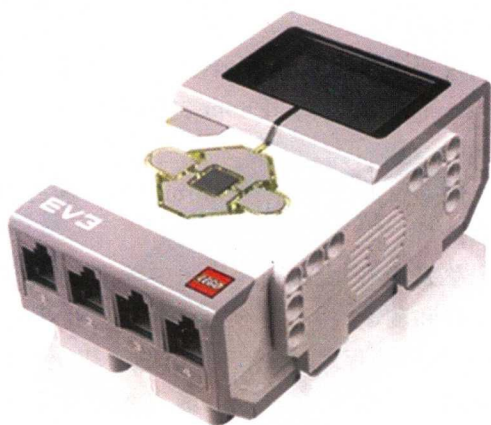


图 1-0-1 EV3 智能单元外形