

青少年科技创新丛书



乐高——实战EV3

郑剑春 赵 亮 著



清华大学出版社

青少年科技创新丛书

乐高

——实战EV3

郑剑春 赵 亮 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

EV3 的问世,让机器人教育进入令人激动的时代。作为一个开放的教育产品,乐高 EV3 与众多教育产品具有兼容性,可以通过这一产品了解世界上先进的编程软件,以及机器人技术的发展。本书在总结多年中学机器人教学经验的基础上,向读者展示乐高机器人 EV3 的神奇魅力。本书内容涉及机器人的结构、搭建机器人所需的机械知识及程序设计,并结合 EV3 提供的实验技术,向中学生展示机器人在科学实验中的应用。本书将工程、技术的概念引入教育中,让学生在动手实践中启发灵感,实现创新。

本书可作为高中生、大学生机器人以及科技创新活动的参考用书,也可供教师开设相关课程作为教材使用。

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

乐高:实战 EV3/郑剑春,赵亮著. —北京:清华大学出版社,2011 (2014.3 重印)

(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-302-34679-1

I. ①乐… II. ①郑… ②赵… III. ①智能机器人—青年读物 ②智能机器人—少年读物
IV. ①TP242.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 291117 号

责任编辑:帅志清

封面设计:郑剑春

责任校对:袁芳

责任印制:何 莘

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

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:14

字 数:317千字

版 次:2014年1月第1版

印 次:2014年3月第2次印刷

印 数:2501~4000

定 价:68.00 元

产品编号:057089-01

《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	张政楨
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,它是 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都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。

理论和实践都表明,信息时代是一个优胜劣汰、激烈竞争的时代。谁最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,就成为关系到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这样两个相互联系、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和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,就自然地成为了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,其中的两个重要问题:一是如何理解中小學生的一般认知规律,一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”,一是“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,他就会主动、积极地去探寻奥秘;如果没有兴趣,他就会放弃或者消极应付。后者表明,即使有了浓厚的兴趣,但是如果方法不恰当,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,原则上属于启蒙的教育。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识规律,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,加上部分学校的教师师资、教学设施和条件也还不够充足,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做出更多、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:手机、iPad、智能玩具等。新材料、新工具和新技术已经渗透于学生的生活之中,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



有些教师、家长常会问我：“在中学时期学习机器人有什么用？”、“如果没有了中国式比赛所带来的一些功利性的内容，机器人能带给我们哪些收获呢？”

回忆 20 年前，我们对计算机刚刚出现时的困惑，就可以理解家长和教师的想法。可以将计算机与机器人作一个比较，因为机器人是计算机的延续。如果注意到计算机在人们生活中的作用，就知道机器人将会是未来生活中不可或缺的，甚至在不久的将来，它会替代家用计算机的大部分功能。

机器人是一个工具，与计算机是一样的。当计算机刚出现时，我们认为它只是专家才会使用的工具；现在，它已经进入千家万户，大多数人现在离不开计算机，借助它上网聊天、浏览新闻、办公或展示创意作品。

机器人是计算机的扩展和延续，它会替代家用计算机的大部分功能，如网络功能、通信功能、多媒体功能等；同时，它具有更多的输入、输出方式，不仅可以接收键盘的指令，而且会听、会看、有触觉，可以感受温度的变化和周围的物体，可以记录环境的变化，与计算机相比，其交互性能大大提高。因此对于机器人，我们可以按照个人的要求来设置，这样更有利于进一步的开发，我们在计算机上完成的任务可以让机器人更方便地执行。

在教学中，我曾开设“ROBOTC 与机器人程序设计”、“LabVIEW 与机器人科技创新活动”、“JAVA 和乐高机器人”等选修课程，让学生借助机器人学习程序设计。通过机器人，让学生见到自己编写的程序的运行结果。以往学习程序设计是很枯燥的过程，现在通过机器人项目，使这一过程变得很有趣味。在玩的过程中，学生掌握了编程的方法，通过自学就可以完成大部分课程，无须他人监督与考核。

机器人实验室是开放型的，我们可以设计各种实验来验证各学科的知识，使学生在动手活动中开展学习，增强知识的直观性和学生的感性认识。以往的实验都是由教师设计，学生效仿，这只能验证原理的正确性；而为什么这样做，学生无法体会。如果将工程、技术的概念引入教学，学生将明白：“要实现某一任务，应该如何设计？”、“应该考虑哪些因素的影响？”使他们的视野更全面，学会决策与选择。

正如计算机教学并不一定要培养学生学习这一专业，在中学开设机器人课程也不是专业教育，不是精英教育，而是要将这一优质教学资源分享给广大的学生；它不是以培养专业为目的，而是面向未来的教育。这是每一个学生玩过之后都会对科学产生兴趣的过程。

即使有人不喜欢计算机，但在工作、生活中离不开计算机。在未来，机器人会同样存在于我们的生活中。机器人活动让学生们更好地交流，开阔了视野，特别是一些国际性比



赛项目的引进,让中国学生更多地了解到合作、交流、分享、创新的理念。

每年的科技创新作品很多都与机器人相关。离开了机器人(自动控制)技术,就很难有新的产品。

机器人活动是让学生站在了巨人的肩上,如果不将机器人活动局限于比赛,我们会更多地了解机器人,发掘学生潜力。从小学到大学,在不同阶段,都可以使用乐高机器人进行比赛、学习和研究。使用这一工具,学生可以避开一些专业上的困难,体验到成功的快乐。因为简单,学生不会操作失误,不会损坏设备,而且安全、可靠,其教学内容的拓展性极为广泛,对学生的潜能可以有深度地开发,适合各年龄段学生使用。

EV3 的出现让设计更为简洁。它有大量搭建与程序的参考案例,适合学生自学;其简洁的模块设置,可以准确地对机器人进行控制;它提供了项目文档的功能,让教师与学生更好地分享教学中的经验。这一切让学生更容易掌握这一平台,并在此基础上启发灵感,实现创新。

编者

2013 年 10 月





第1章 乐高机器人的结构	1
1.1 控制器	1
1.2 电源部分	2
1.3 乐高机器人常用传感器	2
1.3.1 光电传感器	3
1.3.2 力传感器	3
1.3.3 声音传感器	4
1.3.4 超声波传感器	4
1.3.5 红外传感器	4
1.3.6 位置和姿态传感器	6
1.3.7 陀螺仪	6
1.3.8 温度传感器	6
1.3.9 EV3 按钮	7
1.4 乐高机器人输出设备	7
1.4.1 驱动器	7
1.4.2 LCD 显示屏	8
1.4.3 蜂鸣器	8
1.4.4 灯光	8
1.4.5 蓝牙输出	8
1.5 实践与思考	9
第2章 乐高的基本组件	10
2.1 乐高组件的基本尺寸	10
2.2 组件和种类	11
2.3 乐高积木中的几何关系	16
2.4 实践与思考	18
第3章 机械传动方式	20
3.1 齿轮传动	20



3.2	链传动	22
3.3	滑轮和皮带	23
3.4	蜗轮、蜗杆	24
3.5	平面连杆传动	25
3.6	差动机构	26
3.7	实践与思考	27
第4章	机器人的行走方式	28
4.1	四轮驱动装置	29
4.2	万向轮	29
4.3	机器人转向方式	30
4.4	用腿行走	32
4.5	实践与思考	32
第5章	机器人的稳定性	34
5.1	结构	34
5.2	重心	35
5.3	支撑多边形	36
5.4	稳定性	36
5.5	实践与思考	37
第6章	机器人的几种结构设计	38
6.1	平行四边形结构	38
6.2	滑轨	39
6.3	平行四边形交叉升降	40
6.4	触角和传感器的安装	41
6.4.1	简单的触角	41
6.4.2	杠杆型触角	42
6.4.3	夹子和爪	43
6.5	实践与思考	44
第7章	初识 EV3	45
7.1	安装 EV3 及编程环境介绍	45
7.1.1	安装 EV3	45
7.1.2	编程环境介绍	48
7.1.3	项目属性窗口	52
7.2	EV3 连接方式	52
7.2.1	USB 连接	52





7.2.2	蓝牙连接	53
7.2.3	Wi-Fi 连接	53
7.3	EV3 控制器	56
7.3.1	最近使用程序	56
7.3.2	文件导航	56
7.3.3	EV3 应用程序	56
7.4	设置	60
7.5	将两台 EV3 通过蓝牙连接	61
7.6	EV3 输出的应用	63
7.6.1	“Welcome EV3”	64
7.6.2	开口说话	66
7.6.3	行动起来	67
7.7	文档的建立与使用	68
7.8	实践与思考	74
第 8 章	程序结构	75
8.1	等待模块的使用	75
8.2	获得传感器检测值的方法	77
8.3	循环结构	78
8.4	分支模块	84
8.5	多线程结构	92
8.6	终止结构	94
8.7	自定义模块	97
8.8	实践与思考	100
第 9 章	传感器模块的应用	101
9.1	EV3 控制器按钮	101
9.2	颜色传感器模块	103
9.3	陀螺仪传感器	106
9.4	红外传感器	108
9.5	角度传感器	111
9.6	温度传感器	114
9.7	触碰传感器	115
9.8	时钟传感器	115
9.9	超声波传感器	118
9.10	声音传感器	119
9.11	传感器与程序结构	120
9.12	实践与思考	123



第 10 章 变量与函数运算	124
10.1 变量	124
10.1.1 新建一个变量	125
10.1.2 常量的应用	127
10.2 数据连线	128
10.3 运算模块	131
10.4 随机模块	144
10.5 数组模块	146
10.6 逻辑模块	148
10.7 近似模块	151
10.8 比较模块	152
10.9 范围模块	153
10.10 文本模块	154
10.11 实践与思考	159
第 11 章 EV3 高级应用	160
11.1 文件模块	160
11.2 测量模块	163
11.3 信息模块	166
11.4 蓝牙模块	167
11.5 唤醒模块	168
11.6 传感器原值模块	168
11.7 未校准电机模块	171
11.8 反向电机模块	171
11.9 程序结束模块	171
11.10 实践与思考	172
第 12 章 EV3 实验与测量	173
12.1 EV3 级连方式	173
12.2 模块动态连接方式	174
12.3 新建一个实验	176
12.4 实验记录	179
12.5 分析工具	181
12.6 预测工具	182
12.7 数据表格	183
12.8 数据运算	185





12.9 图表程序.....	187
12.10 实验设计与开发	189
12.11 实践与思考	192
附录 搭建一个机器人.....	193
参考文献.....	203



第1章 乐高机器人的结构

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。

1.1 控制器

控制器是机器人的核心部分,它通过连接各种传感器获得信息,然后分析、处理,再发出指令,控制机器人的各种运动行为。新一代的乐高机器人控制器——EV3的按钮可以发光,根据光的颜色可判断EV3的状态;它有更高分辨率的黑白显示器,内置扬声器、USB端口;还有一个迷你SD读卡器、四个输入端口和四个输出端口。它支持USB 2.0,有蓝牙和Wi-Fi与计算机通信;还有一个编程接口,用于编程和数据日志上传、下载。它兼容移动设备。乐高EV3机器人控制器及其内部结构如图1-1和图1-2所示。



图 1-1 乐高 EV3 机器人控制器