

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



Android系统结构 及应用编程

余堃 段弘 唐雪飞 编著

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

Android系统结构 及应用编程

余堃 段弘 唐雪飞 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要介绍了目前最流行的移动操作系统 Android 系统结构和编程基础,内容涵盖了大部分最常用和最实用的开发常识和技巧。全书以对 Android 的背景常识、发展历史的介绍作为入口点,进一步介绍了 Android 系统结构、编程结构以及应用编程基础,简单介绍了用户界面(UI)开发、数据存储与共享,深入探讨了多进程与多线程开发、多媒体编程、网络开发、Android WebKit 开发、NDK 入门、游戏案例以及 Chrome 扩展等。

本书编写的原则是叙述方式通俗易懂,但在内容上又不失水准;特点是覆盖全面、详尽,搭配完整的源代码及注释,再加上图文结合的形式可以使读者在学习的过程中更加得心应手。本书可作为 Android 中高级开发人员的开发手册,是帮助 Android 初级开发人员的进一步进阶。

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

Android 系统结构及应用编程/余堃,段弘,唐雪飞编著. —北京:清华大学出版社,2013.1

(21 世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-30208-7

I. ①A… II. ①余… ②段… ③唐… III. ①移动终端—应用程序—程序设计—教材
IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 228442 号

责任编辑:魏江江 李 晔

封面设计:傅瑞学

责任校对:白 蕾

责任印制:宋 林

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>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23.75 字 数:577 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版 印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授
阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京交通大学

孟庆昌 教授
杨炳儒 教授
陈 明 教授

北京信息工程学院

艾德才 教授
吴立德 教授
吴百锋 教授

北京科技大学

杨卫东 副教授
苗夺谦 教授
徐 安 教授

石油大学

邵志清 教授
杨宗源 教授
应吉康 教授

天津大学

乐嘉锦 教授
孙 莉 副教授

复旦大学

同济大学

华东理工大学

华东师范大学

东华大学

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
厦门大学	冯少荣	教授
厦门大学嘉庚学院	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	曾华桑	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

移动互联网作为目前备受瞩目的领域,已经成为各大企业争相发展的对象,可谓是企业必争之地。所谓移动互联网,实际上是移动网络和互联网融合的产物,它继承了移动网络随时随地随身和互联网分享、开放、互动的优势,是整合二者优势的“升级版”,即运营商提供无线接入服务,互联网企业提供各种成熟的应用服务,可以这样说,移动互联网就是下一代互联网——Web 3.0。

互联网的发展经历了几个阶段:萌芽期、Web 1.0 时代、Web 2.0 时代。在互联网出现前,PC 面临的最大问题是“孤芳自赏”,无法实现信息的共享,因此互联网应运而生。但是在萌芽期,人们慢慢发现,互联网只是局限在少数人,而它的潜力却不仅仅在此,因此,互联网开始出现在普通人的视线中,互联网进入 Web 1.0 时代。

在 Web 1.0 时代,最突出的问题是内容稀缺,因此,门户网站成为互联网的主流,如新浪、搜狐等网站开始崭露头角。接下来是被称为“信息爆炸”的阶段,互联网企业几乎把所有的报纸、杂志和一切可以搬上互联网的信息都搬上了互联网,这一时期互联网的最大问题不是信息过少,而是过多,造成信息的堆砌——用户需要的信息被大量杂乱的“垃圾”信息所淹没,在这样的形势下,信息的筛选和搜索成为核心要务。在这一时期,Google、百度等搜索引擎公司大行其道,成为互联网企业中的新宠。

随着互联网的进一步发展,人们渐渐发现,与以往任何媒体不同的是,互联网是一个极大的舞台,是一个人人都可以参与的舞台,而在这当中,“群众的力量”还远远未被挖掘出来。至此,Web 2.0 悄然而至,社区、博客、C2C 电子商务大行其道,它们共同的特点是:搭建一个平台,方便用户的参与——用户参与创建内容、提供信息、进行交易、进行传播。

从互联网的发展历程来看,互联网就是这样不断地“进化”的,而在进化的过程中,是围绕一个“中心”一个“特征”展开的——一个“中心”就是“以用户的需求”为中心,一个“特征”就是互联网特征:开放、平等、分享、互动、创新。互联网从萌芽期到 Web 2.0 时代,越来越开放,越来越平等,越来越强化用户的互动、分享和创新——说得大一点,互联网的发展过程就是人类解放的过程,人们通过互联网不断提高沟通效率,不断释放生产力。

我们有理由相信,互联网已开始和正在变革的阶段“移动互联网”——互联网与移动终端完美的融合,将互联网延伸至随时随地(Anytime, Anywhere)。互联网将不再局限于办公室或者家里的 PC,而将延伸至 PC 和任何可移动终端,手机、PDA、MP3、手持游戏终端等——真正实现人类沟通和数字化生产的大解放。在这样的大背景下,多种移动计算平台蓬勃发展,经过最近四五年的竞争,Android 平台逐渐成为该领域的佼佼者。处于这样一个阶段,我们更有理由去选择学习像 Android 这样优秀的移动计算平台,抓住移动互联网发展的机遇。

本书的目标是成为 Android 开发人员的“工具箱”,方便初步入门的读者进一步深化学习。全书对 Android 的一些基础知识仅进行粗略的介绍,而从一个较高的架构层次来介绍

Android 应用开发,并介绍了在开发过程中可能会常用到的一些较为高级功能。全书本着易学易用、“行重于知”原则进行编写,为此,书中使用了大量的精心编写的实例代码,这些代码注释详细,语句易懂,通过正文描述一步一步地引导读者掌握 Android 应用程序开发的方法和技巧。在使用本书的过程中,建议通过边学边实践的方式,一定要动手操作。书中所用的所有示例都是通过测试可以运行的,读者可从清华大学出版社网站下载。

全书共分为 12 章,各章内容要点如下:

第 1 章为 Android 简介,主要是介绍 Android 相关的一些背景常识,Android 的发展历史以及与其他移动操作系统的比较等,详细地列出了 Android 各个版本之间的异同,描绘出一幅 Android 发展的路线图。

第 2 章为 Android 系统结构,该部分讲解 Android 应用开发的体系结构,带领读者从根本上认识 Android 系统的本质,进一步介绍了 Android 核心 Linux 内核相关内容。

第 3 章为 Android 应用编程基础,考虑到面向的读者群应该已经具备了一些基础,该部分不包含相关开发环境的配置过程,而是进一步详细地讲解进行 Android 应用开发所需要掌握的基础知识,同时对相关所需的技能进行了说明。

第 4 章为用户界面开发,该部分内容对 Android 界面设计和实现进行了概括性的介绍。

第 5 章为数据与存储共享,该部分主要介绍如何在 Android 应用中保存和操作数据,重点在于如何操作 SQLite 关系数据库,难点是 ContentProvider 的理解和使用。

第 6 章为多进程与多线程,多线程多进程是一个相对较难的部分,重点介绍了 Android 的消息机制和进程间通信。

第 7 章为多媒体编程,内容包括音视频的播放与录制,动画效果的实现,双缓冲技术以及 2D 图形的绘制方法。

第 8 章为网络开发,该部分内容相对比较重要,主要包括了 Http 通信、Socket 通信、Web 服务的使用、WebView、Wi-Fi、蓝牙和 NFC 的内容,其中需要重点掌握的是 Http 通信、Socket 通信和 Web 服务。

第 9 章为 Android WebKit,该部分主要目的是让读者了解 WebKit 相关的内容。该章节的难点在于 WebKit 的结构比较复杂,要充分理解并不容易,因此请感兴趣的读者在学习时多花些时间。

第 10 章为 NDK 入门,NDK 在 Android 应用开发中属于比较少使用到的技能,但是在某些时候又十分必要,该部分主要内容是介绍如何正确地搭建好 NDK 的开发环境,之后再通过示例来验证开发环境。

第 11 章为游戏开发入门,实现了一个简单的俄罗斯方块游戏。

第 12 章为 Chrome 扩展,考虑到 Chrome 和 Android 之间的联系,该部分讲解了 Chrome 浏览器相关的知识,主要以理论讲解为主,并伴有相关的演示。

本书的完成体现了多人多年工作的积累。余堃对全书内容进行了统稿、修改、整理和定稿。其中第 1 章~第 8 章、第 10 章、第 11 章由段弘编写;第 9 章由史仁仁编写;第 12 章由柏露、张晏编写。唐雪飞负责全书的文字校对、源代码审查与整理工作。

本书在编写的过程中参考了相关文献,在此向这些文献的作者深表感谢。由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请专家和广大读者批评指正。在成书的过程中,感谢清华大学出版社在本书的技术准确性、编辑组织、文字润色等方面给予的帮助。

Android 应用开发是一门实践性很强的课程,相关的技能需要在 Android 应用开发的实践中去逐步掌握。由于 Android 应用程序开发所涉及的内容十分丰富,笔者很难也不可能在这本书中穷尽所有的细节。不过笔者相信,当读者研读完本书之后,结合各自的实践经验,一定也会有很多的想法和感受,欢迎提出宝贵意见。

编 者

2012 年 10 月

目 录

第 1 章 Android 简介	1
1.1 Android 简介	1
1.1.1 什么是 Android	1
1.1.2 其他常见的移动操作系统	2
1.1.3 Android 系统的优势	4
1.2 Android 发展历程	5
1.2.1 Android 发展简史	5
1.2.2 Android SDK 版本发展及各版本新特性	6
1.2.3 Android 前景展望	10
参考文献	10
第 2 章 Android 系统结构	11
2.1 Android 体系结构	11
2.1.1 内核层(Linux Kernel)	12
2.1.2 Android 运行时环境(Android Runtime)	13
2.1.3 函数库层(Libraries)	14
2.1.4 应用程序框架层(Application Framework)	15
2.1.5 应用程序层(Applications)	16
2.2 Linux 内核简介	16
2.2.1 Linux 内核简介	16
2.2.2 Linux 进程管理	18
2.2.3 Linux 文件系统	23
2.2.4 Linux 线程管理	23
2.2.5 Linux 内存管理	24
参考文献	25
第 3 章 Android 应用编程基础	26
3.1 Android SDK	26
3.2 Android NDK	27
3.3 Android 应用执行环境的特点	27
3.3.1 有限的资源	27

3.3.2	应用程序之间的复用	28
3.3.3	可互换的应用程序	28
3.4	应用程序结构	29
3.4.1	Activity	29
3.4.2	Service	32
3.4.3	Content Provider	33
3.4.4	Intent	34
3.4.5	BroadcastReceiver	36
3.4.6	应用程序资源	37
3.4.7	安全与权限机制	39
3.4.8	AndroidManifest.xml	40
3.5	前置技能	42
	参考文献	43
第4章	用户界面	44
4.1	布局类型	45
4.2	控件类型	47
4.2.1	用户操作的捕获与处理	48
4.2.2	常用的一些控件	49
4.3	通知消息	51
4.3.1	浮出消息(Toast)	51
4.3.2	顶部状态通知栏(Status Bar Notification)	53
4.3.3	对话框(Dialog)	56
4.4	菜单(Menu)	61
4.4.1	选项菜单	61
4.4.2	上下文菜单	62
4.4.3	多级菜单	64
4.5	App Widget(桌面小插件)	65
4.5.1	App Widget 简介	65
4.5.2	App Widget 示例	65
	参考文献	72
第5章	数据存储与共享	73
5.1	两种基本的数据存储方式	73
5.1.1	SharedPreferences	73
5.1.2	文件存储: File	77
5.2	使用 SQLite 数据库存取数据	82

5.2.1 SQLite 简介	82
5.2.2 实现 SQLite 数据库访问器	83
5.2.3 SQLite 示例	87
5.3 Content Provider	91
5.3.1 Content Provider 简介	91
5.3.2 通过 Content Provider 查询数据	93
5.3.3 通过 Content Provider 修改数据	95
5.3.4 创建 Content Provider	97
5.3.5 使用 NotePadProvider	102
参考文献	104
第 6 章 多进程与多线程	105
6.1 进程与线程概念	105
6.1.1 什么是进程	105
6.1.2 进程的特征	105
6.1.3 进程的状态及状态切换	106
6.1.4 什么是线程	106
6.1.5 线程的状态及状态切换	107
6.1.6 进程与线程的关系	107
6.1.7 多线程简介	108
6.1.8 多进程简介	108
6.1.9 同步和互斥问题	109
6.2 Android 进程与线程	109
6.2.1 Android 进程模型	109
6.2.2 Android 线程	113
6.2.3 Android 的单线程模型	114
6.2.4 Android 多线程	114
6.3 消息机制	118
6.3.1 消息机制的引入	118
6.3.2 Android 消息机制的构成	118
6.3.3 消息机制示例	120
6.4 进程间通信	125
6.4.1 Intent	125
6.4.2 Intent Filter	127
6.4.3 Android IPC	129
6.4.4 AIDL	130
6.5 生产者/消费者模型	134

6.5.1 生产者/消费者模型简介	134
6.5.2 Java 下解决互斥问题	134
6.5.3 Android 下的示例 Project	136
参考文献	141
第 7 章 多媒体编程	142
7.1 音视频支持	142
7.1.1 播放音频	142
7.1.2 录制音频	146
7.1.3 播放视频	147
7.1.4 录制视频	147
7.2 动画效果	150
7.2.1 帧动画(Frame Animation)	150
7.2.2 补间动画(Tween Animation)	152
7.2.3 属性动画系统(Property Animation System)	157
7.3 双缓冲技术	164
7.3.1 双缓冲技术简介	164
7.3.2 Android 中的双缓冲技术	164
7.4 使用 Path 类绘制 2D 图形	169
7.4.1 Path 类介绍	169
7.4.2 触摸画点	170
7.4.3 画线段	172
7.4.4 画其他几何图形	173
参考文献	174
第 8 章 网络开发	175
8.1 网络通信支持	175
8.1.1 GSM	176
8.1.2 3G	178
8.1.3 Wi-Fi	179
8.1.4 蓝牙	182
8.1.5 NFC	187
8.1.6 小结	188
8.2 Http 通信	189
8.2.1 Http 简介	189
8.2.2 使用 HttpClient 接口	190
8.2.3 使用 HttpURLConnection 接口	193

8.3	Socket 通信	196
8.3.1	Socket 简介	196
8.3.2	Socket 类型	197
8.3.3	Socket 连接过程	197
8.3.4	Socket 通信示例	198
8.4	Web 服务	205
8.4.1	Web 服务简介	205
8.4.2	Web 服务的使用方式	207
8.4.3	Android 使用 Web 服务	208
8.5	WebView	219
8.5.1	WebView 简介	219
8.5.2	使用 WebView 显示远程网页	220
8.5.3	为 WebView 添加功能	222
8.6	Wi-Fi 的管理与使用	224
8.6.1	Wi-Fi 简介	224
8.6.2	Wi-Fi API	224
8.7	Bluetooth 的管理与使用	226
8.7.1	Bluetooth 简介	226
8.7.2	Bluetooth API	227
8.7.3	Bluetooth 示例	228
8.8	NFC	236
8.8.1	NFC 简介	236
8.8.2	NFC API	237
8.8.3	NFC 示例	238
	参考文献	244
第 9 章	Android WebKit	245
9.1	Web 2.0/3.0 技术及应用简介	245
9.1.1	Web 2.0	245
9.1.2	Web 3.0	247
9.2	WebKit 引擎	247
9.2.1	WebKit 简介	247
9.2.2	Android 中的 WebKit 目录和框架	248
9.3	Android 上的 WebKit 开发	250
9.3.1	基本开发	250
9.3.2	高级开发	257
	参考文献	270

第 10 章 NDK 入门	271
10.1 NDK 简介	271
10.1.1 Android NDK 组成	271
10.1.2 NDK API 的性质	271
10.1.3 NDK 的作用	272
10.1.4 使用 NDK 的注意事项	272
10.2 Windows 下 NDK 开发环境的搭建	272
10.2.1 开发环境组成	272
10.2.2 安装 Android NDK	273
10.2.3 安装 Cygwin	273
10.2.4 安装 Eclipse 下 C/C++ 开发工具	277
10.2.5 安装 Eclipse 下 Sequoyah 插件	280
10.2.6 验证开发环境: NDK 入门示例	281
10.3 Windows 下 NDK 开发示例	288
10.3.1 JNI 简介	288
10.3.2 NDK 示例	292
参考文献	296
第 11 章 游戏开发入门	297
11.1 游戏简介	297
11.1.1 游戏的定义	297
11.1.2 电子游戏	297
11.2 Android 游戏开发入门	301
11.2.1 Android 自带示例 Snake 简析	301
11.2.2 俄罗斯方块的实现	307
参考文献	334
第 12 章 Chrome 扩展	335
12.1 Chrome 简介	335
12.1.1 Chrome 的产生	335
12.1.2 Chrome 的优势	336
12.1.3 扩展的概念	336
12.2 Chrome 与 Firefox 的比较	337
12.2.1 Chrome 与 Firefox 的内核比较	337
12.2.2 页面加载过程对比	338
12.2.3 扩展性对比	338

12.2.4	对浏览器的性能影响	338
12.2.5	扩展数比较	338
12.2.6	内存消耗	339
12.3	Chrome 扩展组件介绍	339
12.3.1	Chrome 扩展插件入门	339
12.3.2	Manifest 文件介绍	341
12.3.3	Browser action 介绍	344
12.3.4	page action 介绍	346
12.3.5	content script 介绍	349
12.3.6	Theme(主题)	355
12.3.7	权限	356
12.3.8	消息传递	357
12.3.9	安全策略	360
12.3.10	APP 打包	360
	参考文献	361