

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Android 开发 与应用

Development and Application of
Android

张荣 主编

宋辉 曹小鹏 副主编

抽取 Android 开发的“精华”和“要点”

开发实例简单实用、针对性强

注重实用性和可操作性



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

014013180

TN929.53-43

29

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Android 开发与应用

Development and Application of
Android

■ 张荣 主编

■ 宋辉 曹小鹏 副主编



北航

C1700431

人民邮电出版社

北京

TN929.53-43
29

081810110

图书在版编目 (CIP) 数据

Android开发与应用 / 张荣主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 2
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-33809-9

I. ①A… II. ①张… III. ①移动终端—应用程序—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第308140号

内 容 提 要

本书系统讲解 Android 开发的基础知识, 全书共有 9 章内容和 8 个实验。内容部分详细地介绍了 Android 的起源和体系特征、Android 开发环境的安装配置、Android 应用程序框架、视图组件的使用、视图界面布局的设计、数据存储与共享、多线程及消息处理、网络通信和多媒体应用等知识点。最后安排的实验部分提供了 8 个典型应用, 编者已完成部分功能, 另需读者补充完善, 达到实验要求提出的效果, 并需读者完成遗留的提高部分来增强实践能力。为了让读者能够及时地检查自己的学习效果, 把握自己的学习进度, 每章后面都附有丰富的习题。

本书既可以作为高等院校各专业 Android 开发课程的教材, 也可以作为计算机相关培训或技术人员自学的参考资料。

-
- ◆ 主 编 张 荣
 - 副 主 编 宋 辉 曹小鹏
 - 责任编辑 张孟玮
 - 责任印制 彭志环 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京中新伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.75 2014 年 2 月第 1 版
字数: 465 千字 2014 年 2 月北京第 1 次印刷
-

定价 45.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

前言

Android 是谷歌公司推出的新一代移动设备平台，从诞生之日起就受到了广大程序开发人员的欢迎。然而 Android 系统过于庞大，知识点众多，学习的技术门槛和时间成本都很高，不太适合高校本专科教学。本书抽取出 Android 开发的“精华”和“要点”，剥离了大量琐碎的底层实现细节，进行了高度的概括和总结，将 Android 开发中最基本，应用最广泛的内容进行介绍。

本书以 Android 应用开发能力培养为导向，采用知识讲解和实验训练相结合的方式组织内容。全书共分为 9 章内容和 8 个实验安排。第 1 章主要介绍 Android 的起源和体系特征；第 2 章介绍 Android 开发环境的安装配置，以及 SDK 中的常用命令；第 3 章介绍 Android 应用程序框架，包含 Android 项目结构、权限和生命周期等；第 4 章介绍视图组件的使用，包含基本视图组件、高级组件和提示框与对话框的用法；第 5 章介绍视图界面布局的设计，主要包含 4 种常见布局管理器的使用和多界面的使用；第 6 章介绍数据存储与共享的 4 种方式；第 7 章介绍多线程及消息处理的用法；第 8 章介绍 HTTP 访问方法、Socket 编程、对 JSON 及 XML 数据的解析和 Web Service 的访问方法；第 9 章介绍音视频的播放和摄像头的使用；最后实验部分安排了 8 个典型应用，来增强读者的实践应用能力。为了让读者能够及时地检查自己的学习效果，把握自己的学习进度，每章后面都附有丰富的习题。

本书条理清楚、语言简练，可帮助读者快速掌握每个知识点。每个部分相互连贯又自成一体，使读者既可以按照本书编排的章节顺序学习，也可以根据实际需要对其一章进行针对性学习。书中不过多地介绍枯燥的理论，注重实用性和可操作性，使用户在掌握相关操作技能的同时，还能学到相应的基础知识。另外开发实例简单实用、针对性强，涵盖了 Android 开发所触及的各个知识点。由于 Android 版本变化很快，本书的实例均适于 API 从 2.2 到 4.2，适用范围广。

本书的参考学时为 48~64 学时，建议采用理论实践一体化教学模式，各章的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

章 节	课 程 内 容	学 时
第 1 章	Android 简介	2~3
第 2 章	Android 开发环境配置和 SDK 命令用法	4~5
第 3 章	APK 文件结构、程序权限、生命周期、Intent 简介	6~8
第 4 章	视图组件的使用模式、视图组件用法、提示框与对话框	6~8
第 5 章	布局管理器的用法、多界面使用	6~8
第 6 章	数据存储的 4 种方式	6~8
第 7 章	多线程及消息处理	6~8
第 8 章	HTTP、Socket 编程、数据解析和 Web Service 的访问方法	6~8
第 9 章	音视频的播放、摄像头的使用	6~8
课时总计		48~64

本书由张荣任主编，宋辉、曹小鹏任副主编。张荣编写了第2章、第4章、第5章、第9章和最后的实验部分；宋辉编写了第3章、第6章、第7章、第8章；曹小鹏编写了第1章。这里非常感谢西安邮电大学计算机学院院长王忠民教授、副院长王曙燕教授、Linux 专家陈莉君教授等提出的宝贵修改意见，同时也非常感谢其他参与编写的人员，如孙家泽、孟伟君、刘永平、王博、王文浪等。由于编者水平和经验有限，书中如有纰漏和不尽如人意之处，恳请读者提出宝贵意见，以便修订时使之更加完善。

编者

2013年12月

目 录

第 1 章 Android 简介..... 1

1.1 手机操作系统	1
1.2 Android 起源	3
1.3 Android 特征	4
1.4 Android 体系结构	5
1.4.1 应用层	6
1.4.2 应用框架层	6
1.4.3 系统库层	7
1.4.4 内核层	9
1.5 小结	9
练习	9

第 2 章 Android 开发环境 10

2.1 Java 开发环境安装	10
2.1.1 安装 JDK	10
2.1.2 安装 Eclipse	14
2.1.3 Eclipse 中文包的安装	15
2.2 Android SDK	18
2.2.1 安装 ADT	19
2.2.2 安装 Android SDK	20
2.3 Android 模拟器	24
2.3.1 创建 AVD	24
2.3.2 开发环境测试	27
2.3.3 模拟器的使用	29
2.4 SDK 中的常用命令	32
2.4.1 adb 命令	32
2.4.2 Android 命令	33
2.5 小结	34
练习	35

第 3 章 Android 应用程序框架 36

3.1 第一个 Android 应用程序	36
3.2 Android 项目结构	38

3.3 APK 文件结构	41
3.4 Android 应用程序权限	42
3.5 Activity 及其生命周期	45
3.5.1 什么是 Activity	45
3.5.2 Activity 生命周期	47
3.6 Intent 简介	54
3.6.1 Intent 属性与过滤器	54
3.6.2 Intent 启动系统 Activity	56
3.7 小结	58
练习	58

第 4 章 视图组件 60

4.1 视图组件的使用模式	60
4.1.1 视图组件的定义	60
4.1.2 资源的访问	62
4.1.3 生成视图组件资源标识	64
4.1.4 视图组件的引用	65
4.1.5 视图组件的事件响应	65
4.1.6 组件的常用属性	68
4.2 常用组件	68
4.2.1 文本框	69
4.2.2 编辑框	72
4.2.3 图片按钮	74
4.2.4 图片视图	75
4.2.5 单选按钮	76
4.2.6 复选按钮	78
4.2.7 下拉列表	80
4.2.8 自动完成文本框	83
4.2.9 日期、时间选择器	84
4.3 高级组件	86
4.3.1 进度条	86
4.3.2 拖动条	88
4.3.3 评分条	90
4.3.4 选项卡	92

4.4 提示框与警告对话框	96
4.4.1 消息提示框	96
4.4.2 警告对话框	100
4.5 小结	106
练习	106
第 5 章 视图界面布局	107
5.1 界面布局设计	107
5.1.1 线性布局	108
5.1.2 表格布局	110
5.1.3 帧布局	114
5.1.4 相对布局	116
5.1.5 绝对布局	120
5.1.6 复用 XML 布局文件	120
5.2 控制视图界面的其他方法	126
5.2.1 代码控制视图界面	126
5.2.2 代码和 XML 联合控制视图界面	128
5.3 多界面的使用	131
5.3.1 使用 Intent 封装数据	132
5.3.2 使用 Bundle 封装数据	135
5.3.3 获取另一个界面返回结果	136
5.4 小结	139
练习	140
第 6 章 Android 数据存储与共享 ..	141
6.1 数据存储与共享方式概述	141
6.2 首选项信息	141
6.2.1 私有数据存储	142
6.2.2 公有数据存储与共享	146
6.3 数据文件	147
6.3.1 内存数据文件	147
6.3.2 SD 卡数据文件	150
6.4 SQLite 数据库	151
6.4.1 SQLite 基本操作	152
6.4.2 SQLiteOpenHelper	156
6.5 Content Provider	159
6.5.1 使用 Content Provider 发布数据	160
6.5.2 使用 Content Resolver 获取数据	162
6.6 小结	163
练习	164

第 7 章 多线程及消息处理 165

7.1 Android 多线程概述	165
7.1.1 创建线程	165
7.1.2 操作线程	166
7.2 UI 线程与非 UI 线程	167
7.3 多线程中的常用类	169
7.3.1 Handler 类	169
7.3.2 AsyncTask 类	173
7.3.3 Timer 定时器	177
7.4 Android 多线程通信机制	180
7.5 小结	182
练习	182

第 8 章 网络通信 183

8.1 通过 HTTP 访问网络	183
8.1.1 测试用 Web 服务器	183
8.1.2 WebView 组件	185
8.1.3 HttpURLConnection	187
8.2 Socket 编程	189
8.3 数据的解析	194
8.3.1 JSON 数据解析	194
8.3.2 XML 数据解析	196
8.4 Web Service 访问	201
8.5 小结	206
练习	206

第 9 章 多媒体应用 208

9.1 音频与视频的播放	208
9.1.1 MediaPlayer	208
9.1.2 SoundPool	216
9.1.3 VideoView	220
9.1.4 SurfaceView	221
9.2 摄像头的使用	225
9.2.1 摄像头意图 Intent	225
9.2.2 Camera 类	228
9.3 小结	234
练习	235

实验一	Android 开发环境搭建	236	实验六	基于 SQLite 的通信录	260
实验二	界面设计：基本组件	242	实验七	天气预报应用	265
实验三	界面设计：布局管理器	247	实验八	音乐播放器及相机拍摄	271
实验四	多线程应用	251	参考文献		275
实验五	基于文件的日程安排	255			

第 1 章

Android 简介

伴随着信息技术的发展,手机已经从仅具有简单通信功能的设备逐渐发展成为具有强大计算能力的小型计算机系统。近年来手机处理器核心不断增多(目前已经有八核产品上市),其运算速度越来越快,存储设备也在不断扩展,已经接近了几年前微机的水平。在硬件水平不断提高的过程中,基于手机的软件也在迅速发展,逐渐成熟。随着移动互联网和信息技术的发展,手机等手持式设备逐渐取代传统计算机的部分功能已成为现实。在 3G、4G 网络的支持下,尤其是具有小巧、随时随地能够上网、便于携带等特性的手持式设备,对于日常应用如上网浏览网页、购物、收发邮件、观看视频、阅读电子出版物以及游戏娱乐等活动,替代 PC 机已经逐渐成为主流。

1.1 手机操作系统

丰富的手机应用都是需要操作系统的支持,而目前主流的智能手机操作系统有苹果的 iOS、谷歌的 Android 和微软的 Windows Phone 等。这些智能机的操作系统都具有系统平台的功能扩展性,提供良好的开发环境,丰富的硬件驱动,以及多任务支持等特点。

下面对市场上几种主流的智能手机操作系统予以简单的介绍。

1. Symbian

Symbian (塞班)操作系统的前身是英国 Psion 公司推出的 EPOC 操作系统。EPOC 操作系统即 Electronic Piece of Cheese,是专门针对移动信息设备开发的操作系统,坚持“简单”的设计理念。1998 年 6 月,诺基亚、摩托罗拉、爱立信、三菱和 Psion 在英国伦敦共同投资成立 Symbian 公司,将能够运行开放操作系统的移动通信终端产品投入大众消费领域。

Symbian 系统是一个实时性、多任务的 32 位操作系统,具有功耗低、内存占用少等特点,非常适合手机等移动设备使用。经过不断发展完善,Symbian 系统可以支持 GPRS、蓝牙、SyncML 以及 3G 等技术,最重要的是,它是一个标准化的开放式平台,支持任何人为 Symbian 设备开发软件。同时,Symbian 将操作系统的内核与图形用户界面分开,能很好地适应不同方式输入的平台,也可以使各厂商能够为自己的产品制作更加友好的操作界面,符合个性化的潮流。

由于 Symbian 系统的推出主要侧重于电话等通信功能,因此在通话质量上优秀,但对触摸屏、多媒体、新操作界面的支持不足,所支持的各平台之间第三方软件不兼容,同时系统版本之间的兼容性也较差。另外,Symbian 系统结构陈旧、过于复杂,也严重限制了用户开发相关应用。因此,Symbian 系统的没落已经不可避免。

2. iOS

iOS 即 iPhone Operation System, 是由苹果公司为 iPhone 开发的操作系统。它主要是给 iPhone、iPod touch 以及 iPad 使用。原本这个系统名为 iPhone OS, 直到 2010 年 6 月 7 日 WWDC 大会上宣布改名为 iOS。

iOS 的系统架构分为 4 个层次: 核心操作系统层、核心服务层、媒体层和可轻触层。在该系统构架的支持下, iOS 系统提供了华丽的界面, 从外观到易用性都拥有直观的用户体验; 在与系统互动方面, iOS 中提供了极具创新的多点触控 (Multi-Touch) 的方式, 通过滑动、轻按、挤压及旋转, 为用户提供了异常流畅的操作体验; iOS 操作系统还拥有良好的数据安全性, 可防止恶意软件和病毒的侵害, 也可阻止用户访问敏感信息, iOS 专门设计了针对数据安全的底层硬件和固件功能以及高层的 OS 功能, 比如通过获得用户的许可、设置密码锁、对存储的数据加密、支持加密网络通信等方法, 避免用户信息的泄漏; 另外, iOS 操作系统提供了丰富内置的应用, 如使用 Siri 语音和应用进行交互, 利用 Facetime 进行视频通话, 使用 iMessage 完成短信、照片、视频等的交流, 通过 Game Center 进行社交游戏, 使用 iCloud 存放 app、照片、通讯录、电子邮件、文档和日历等内容, 并可进行信息推送, 最后 iOS 平台还拥有世界级庞大的 APP 集合。软硬件的完美搭配使得 iOS 成为优化程度最好、最受欢迎的移动操作系统之一。

3. Windows Phone

2010 年 10 月 11 日, 微软公司正式发布了智能手机操作系统 Windows Phone 7, 使用 Windows Phone 代替以前的 Windows Mobile。

2012 年 6 月 21 日, 微软正式发布全新移动操作系统 Windows Phone 8 (以下简称 WP8)。WP8 采用与 Windows 8 相同的内核, 意味着可以兼容 Windows 8 应用, 让微软的 Windows 系统打通了 PC、平板和手机三大平台。由于内核相同, 开发者仅需少量修改就能让应用同时在 WP8 手机和 Windows 8 电脑上运行, 除此之外 WP8 还具有以下几个显著的特点: 支持 Office 中心和 OneNote 笔记移动版, 在 Office Hub 中优化了文件检索机制, 用户可以更加快速地找到相关 Office 文档, 支持通过 OneNote 分享图片, 提供语音笔记以及笔记搜索等功能, 提供了广受好评的诺基亚地图服务, 支持用于备份和推送的云计算及 OTA 技术, 自定义 Live Tile 风格, 对系统应用加锁的儿童乐园功能, 提供了更便捷的人脉管理功能, 整合 Xbox 用户体验, 作为便携游戏主机解决方案, 支持利用 SmartGlass 应用控制 Xbox 360 主机, 提供钱包中心, 支持用户可以通过手机绑定功能实现一键支付, 用户可以在操作系统中快速地使用 Skype 收发信息, 同时 Skype 联系人也被整合至人脉当中等。

WP8 围绕“以人为本”的主题对社交网络大力整合, 给用户带来一种与“以应用为核心”的完全相反的用户体验, 这对于消费者而言可以说是一个极具吸引力的卖点。

4. Android

Android 是谷歌与开放手机联盟合作开发的基于 Linux 平台的开源手机操作系统。谷歌通过与运营商、设备制造商、开发商和其他有关各方结成深层的合作伙伴关系, 希望借助建立标准化、开放式的移动电话软件平台, 在移动产业内形成一个开放式的生态系统。

Android 作为谷歌企业战略的重要组成部分, 将进一步推进“随时随地为每个人提供信息”这一企业目标的实现。谷歌的目标是让移动通信不依赖于设备甚至平台, 其奉行的移动发展战略是通过与全球各地的手机制造商和移动运营商结成合作伙伴, 开发既有用又有吸引力的移动服务, 并推广这些产品。

Android 平台包括操作系统、用户界面和应用程序。Android 系统框架中支持组件的重用与替换, 提供的 Dalvik 虚拟机专门为移动设备做了优化。内部集成的浏览器基于开源的 WebKit 引擎,

并提供了优化的图形库,包括 2D 和 3D 图形库,其中 3D 图形库基于 OpenGL ES 1.0 (硬件加速可选),以及支持 SQLite 数据库。在多媒体支持方面,支持包括常见的音频、视频文件格式(如 MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG、GIF)等。不仅对蓝牙、EDGE、3G 和 WiFi 提供了良好的支持,而且对硬件如照相机、GPS、指南针和加速度计等均提供了支持。此外,在开发环境方面提供了包括设备模拟器、调试工具、内存及性能分析图表和 Eclipse 集成开发环境插件等工具,方便用户开发高效的应用程序。

最重要的是 Android 系统继承了 Linux 系统兼容性强的特点,支持包括 ARM、Intel、AMD 等在内的多种处理器。而且不同于 iOS 的封闭生态,Android 的另一优势在于其开放性和免费的服务。Android 是一个对第三方软件完全开放的平台,开发者在为其开发程序时拥有更大的自由度,所以获得了更多产商的支持。

5. BlackBerry

BlackBerry 即黑莓,是指由加拿大 Reserach In Motion (简称 RIM) 公司推出的一种无线手持邮件解决终端设备,其特色是支持推动式电子邮件、手提电话、文字短信、互联网传真、网页浏览及其他无线资讯服务。因其使用了标准的 QWERTY 英文键盘,看起来像是草莓表面的一粒粒种子,所以得名“黑莓”。

RIM 推出的黑莓企业解决方案是针对高级白领和企业人士提供的企业移动办公的一体化解决方案。企业有大量的信息需要即时处理,出差在外时,也需要一个无线的可移动的办公设备。企业只要装一个移动网关,一个软件系统,用手机的平台实现无缝链接,无论何时何地,员工都可以用手机进行办公。它最大方便之处是提供了邮件的推送功能:即由邮件服务器主动将收到的邮件推送到用户的手持设备上,而不需要用户频繁地连接网络查看是否有新邮件。黑莓手机往往在对移动办公和安全性要求较高的政府部门和大型企业应用最为广泛。

其他手机操作系统还包括 Palm OS、HP WebOS、MeeGo、BADA 等,由于用户量较少,这里不做过多的介绍。

1.2 Android 起源

Android 是一家成立于 2003 年的美国公司,主要业务是手机软件和手机操作系统,后来被谷歌公司收购。Android 开发者之一安迪·鲁宾 (Andy Rubin) 在一次会议上表示,他们最初的目标是利用 Android 创建一个能够与 PC 联网的“智能相机”世界,由于智能手机市场开始爆炸性增长,Android 被改造为一款面向手机的操作系统。该操作系统是基于 Linux 核心的开源手机软件平台,该平台由操作系统、中间件、用户界面和应用软件组成,号称是首个为移动终端打造的真正开放和完整的移动软件。

下面简单介绍一下 Android 的起源和发展过程。

谈到 Android 的起源,首先需要了解“开放手机联盟”这个组织。其英文名称为 Open Handset Alliance,是美国谷歌公司于 2007 年 11 月 5 日宣布组建的一个全球性的联盟组织,该联盟共同开发名为 Android 的开放源代码的移动系统,是第一个完整的、开放的、免费的智能移动开发平台。目的是加速智能移动设备的发展,提供用户更多更好更便宜的服务。开放手机联盟包括手机制造商、手机芯片厂商和移动运营商几类,创始成员有 Aplxix、Ascender、Audience、Broadcom、中国移动、eBay、Esmertec、谷歌、宏达电、英特尔、KDDI、Living Image、LG、Marvell、摩托罗拉、

NMS、NTT DoCoMo、Nuance、Nvidia、PacketVideo、高通、三星、SiRF、SkyPop、Sonic Network、Sprint Nextel、Synaptics、TAT、意大利电信、西班牙电信、德州仪器、T-Mobile 和 Wind River 等，目前，联盟成员数量已经达到了 43 家。

开放手机联盟建立后，Android 的发展也加快了速度，下面介绍一下 Android 历程中一些非常重要的时期，如表 1.1 所示。

表 1.1 Android SDK 发展过程

版 本	代 号	发布时间	API 级别	备 注
4.3	Jelly Bean	2013.07	18	通知栏更加开放、支持蓝牙 4.0 LE 模式、提升硬件加速等
4.2		2012.10	17	全景拍照、无线显示共享、语音输出和手势模式导航功能、恶意软件扫描功能等
4.1		2012.06	16	发扬 Holo 风格的设计理念
4.0.3	Ice Cream Sandwich	2011.12	15	全新的 UI、自带照片应用、人脸识别功能、语音功能、全新的 3D 驱动、更多的感应器支持
4.0		2011.10	14	
3.2	Honeycomb	2011.07	13	针对平板优化、全新设计的 UI 增强网页浏览功能、支持 Google TV 等
3.1		2011.05	12	
3.0		2011.02	11	
2.3.4	Gingerbread	2011.05	10	提升游戏体验、提升多媒体能力、
2.3.3		2011.02	10	增加官方进程管理、改善电源管理、支持 NFC
2.3		2010.12	9	近场通信等
2.2.x	Froyo	2010.05	8	提供对 Flash 10.1 的完整支持等
2.1.x	Eclair	2010.01	7	提升硬件速度，更多屏幕以及分辨率选择，大幅度的用户界面改良等
2.0.1		2009.12	6	
2.0		2009.10	5	
1.6	Donut	2009.09	4	集成语音搜索应用，对非标准分辨率有了更好的支持等
1.5	Cupcake	2009.04	3	第一个主要版本，用户界面得到了极大的改良
1.1	Base	2009.02	2	
1.0		2008.09	1	
0.9	m5-0.9	2008.08		
	m5-rc15	2008.03		
	Android	2007.11		项目启动

1.3 Android 特征

相对于其他智能操作系统，Android 系统具有以下几点显著的优势。

1. 开放性

Android 平台最大的优势就是其开放性，该平台允许任何移动终端厂商加入到 Android 联盟中来，从底层操作系统到上层的用户界面和应用程序都不存在任何阻碍产业创新的专有权障碍。

开放性对于 Android 的发展而言，会拥有更多的开发者队伍。而对于消费者来讲，可以享受

日益丰富的软件资源。开放的平台也会带来更大竞争，如此一来，消费者将会有更多的选择。

2. 不受任何限制的开发商

由于 Android 的开放性，所以不同的厂商可以根据自身的需要对 Android 平台进行定制与扩展。这样对于用户来说，选择一款 Android 的手机将会有更大的抉择空间，更能展现自身的个性化。

3. 应用程序间的无界限

Android 打破了应用程序间的界限，用户可以将开发的程序与本地的联系人、日历、位置信息等应用很好地进行整合，使应用更加便利。此外，Android 中也允许系统程序可以被其他应用程序所替代，更具有多样化。

4. 丰富的硬件选择

由于 Android 的开放性，允许众多的厂商推出功能特色多种多样的各色产品。功能上的差异和特色，却不会影响到数据同步，甚至软件的兼容。

5. 紧密结合 Google 应用

全球最大的在线搜索服务商谷歌在过去的 10 年中，已经逐渐渗透进人们的日常生活中。谷歌提供的服务如地图、邮件、搜索和在线翻译等已经成为连接用户和互联网的重要纽带，人们不再仅仅满足于使用电脑终端享受这些服务，PC 到移动终端的延伸成了一种必然的趋势。而 Android 与谷歌服务的无缝集成，则可以很便利地满足人们的需求。

1.4 Android 体系结构

Android 的系统架构和其操作系统一样，采用了分层的架构。从架构图来看，Android 分为四个层，从高层到底层分别是应用程序层、应用程序框架层、系统运行库层和 Linux 核心层，其系统架构图如图 1.1 所示。

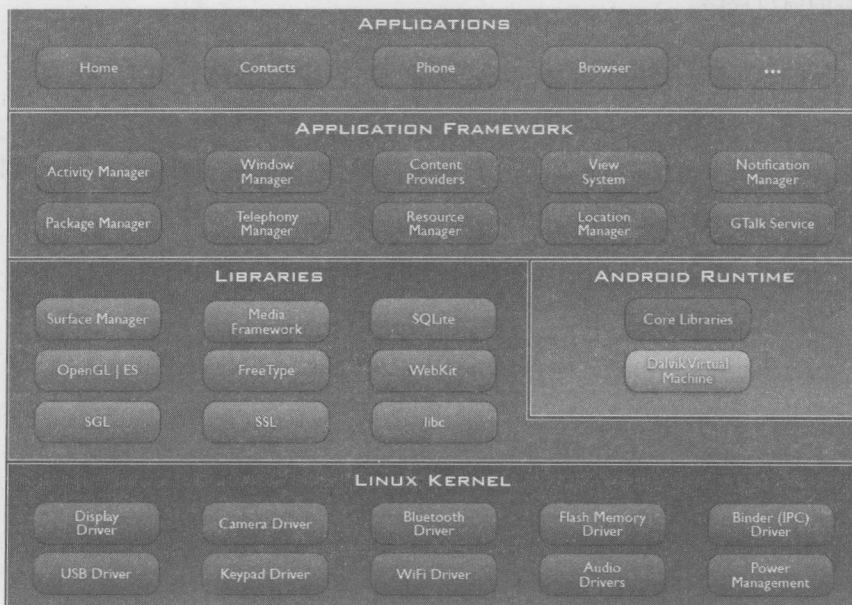


图 1.1 Android 系统架构图

下面对各层分别予以简单的介绍。

1.4.1 应用层

系统架构图的最上层是应用层 (Applications), 应用层包含的应用是用 Java 语言编写的运行在虚拟机上的程序。比如 SMS 短信客户端程序、电话拨号程序、图片浏览器、Web 浏览器等。Android 支持这些应用程序可以被用户开发的其他应用程序所替换, 这点不同于其他手机操作系统固化在系统内部的系统软件, 更加灵活和个性化。

系统支持的应用一般都是使用 Java 语言并基于 Android 的 SDK 进行开发的, 但在很多应用中, 尤其是游戏, 需要进行大规模的运算和图形处理, 以及使用 C、C++ 类库。这样通过 Java 来实现的话, 会存在执行效率过低等问题, 因此, Android 开发中, 开发者可以使用 C、C++ 来实现底层模块, 并使用 JNI 接口与上层 Java 实现进行交互, 然后利用交叉编译工具生成类库添加到应用中。但整个应用例如界面绘制、进程调度等核心机制都是部署在框架层并通过 Java 来实现的, 所以 C、C++ 程序仅能当作类库来使用。

1.4.2 应用框架层

应用框架层 (Applications Framework) 是用户进行 Android 开发的基础, 是谷歌发布核心应用时所使用的 API 框架。应用框架层的架构设计简化了组件的重用, 任何一个应用程序都可以发布它的功能块, 并且其他的应用程序都可以在遵循框架的安全性限制下, 使用其所发布的功能块。同样, 应用框架层的重用机制也使用户可以方便的替换程序组件。

应用框架层包含了一系列的服务和系统, 其中包括:

- Activity Manager (活动管理器)

管理各个应用程序生命周期以及通常的导航回退功能。

- Window Manager (窗口管理器)

管理所有的窗口程序。

- Content Provider (内容提供者)

使得不同应用程序之间可以存取或者分享数据。

- View System (视图系统)

构建应用程序的基本组件, 如列表、网格、文本框、按钮, 甚至可嵌入的 Web 浏览器等。

- Notification Manager (通知管理器)

应用程序可以在状态栏中显示自定义的提示信息。

- Package Manager (包管理器)

Android 系统内的程序管理。

- Telephony Manager (电话管理器)

管理所有的移动设备功能。

- Resource Manager (资源管理器)

提供应用程序使用的各种非代码资源, 如本地化字符串、图片、布局文件、颜色文件等。

- Location Manager (位置管理器)

提供位置服务。

- XMPP Service (XMPP 服务)

提供 Google Talk 服务。

1.4.3 系统库层

系统库 (Libraries) 由一系列二进制动态库共同构成, 通常使用 C、C++ 开发。与框架层的系统服务相比, 系统库不能独立运行于线程中, 需要被系统服务加载到其进程空间里, 通过类库提供的 JNI 接口进行调用。系统库分为两部分, 分别是函数库和 Android 运行时。

1. 系统库

系统库是应用程序框架的支撑, 是连接应用程序框架层与 Linux 内核层的重要纽带。包含一些 C、C++ 库, 这些库能被 Android 系统中不同的组件使用, 组件通过 Android 应用程序框架为开发者提供服务。其主要分为以下几个部分:

- Surface Manager

执行多个应用程序时, 负责管理显示与存取操作间的互动, 另外也负责 2D 绘图与 3D 绘图进行显示合成。

- Media Framework

多媒体库, 基于 PacketVideo OpenCore。支持多种常用的音频、视频格式录制和回放, 编码格式包括 MPEG4、MP3、H.264、AAC、ARM。

- SQLite

小型的关系型数据库引擎。

- OpenGL|ES

根据 OpenGL ES 1.0 API 标准实现的 3D 绘图函数库, 该库可以使用硬件 3D 加速或者使用高度优化的 3D 软加速。

- FreeType

提供位图和矢量字体的描绘与显示。

- LibWebCore

最新的 Web 浏览器引擎, 支持 Android 浏览器和可嵌入的 Web 视图。

- SGL

底层的 2D 图形渲染引擎。

- SSL

在 Andorid 上的通信过程中实现握手。

- Libc

从 BSD 继承来的标准 C 系统函数库, 专门为基于 embedded Linux 的设备定制。

2. Android 运行时

Android 应用程序是采用 Java 语言编写, 程序在 Android 运行时中执行, 其运行时分为核心库和 Dalvik 虚拟机两部分。

(1) 核心库。

核心库提供了 Java 语言 API 中的大多数功能, 同时也包含了 Android 的一些核心 API。常用库包含:

- android.app

提供高层的程序模型和基本的运行环境。

- android.content

包括各种设备上的数据进行访问和发布。

- android.database

通过内容提供者浏览和操作数据库。

- android.graphics

底层的图形库，包括画布、颜色过滤、点、矩阵，可以将其绘制到屏幕上。

- android.location

定位和相关服务的类。

- android.media

提供管理多种音频、视频的媒体接口。

- android.net

提供网络访问的类。

- android.os

提供了系统服务、消息传输和 IPC 机制。

- android.opengl

提供 OpenGL 的工具。

- android.provider

提供访问 Android 内容提供者的类。

- android.telephony

提供与拨打电话相关的 API 交互。

- android.view

提供基础的用户界面接口框架。

- android.util

设计工具性的方法，例如时间日期的操作。

- android.webkit

默认浏览器操作接口。

- android.widget

包含各种 UI 元素，在应用程序的布局中使用。

(2) Dalvik 虚拟机。

Android 程序不同于 J2ME 程序，每个 Android 应用程序都是一个独立的进程，并且并非多个程序运行在同一个虚拟机中，而是每个应用程序都运行在一个 Dalvik 虚拟机的实例中。Dalvik 虚拟机是一种基于寄存器的 Java 虚拟机，而不是传统的基于栈的虚拟机，并进行了内存资源使用的优化，以及支持多个虚拟机的特点。同时，Dalvik 虚拟机依赖于 Linux 内核的一些功能，例如线程机制和底层内存管理机制。需要注意的是，应用程序在虚拟机中执行的并非编译后的字节码，而是通过转换工具 dx 将 Java 字节码 class 文件转成 dex 格式的中间代码，其过程如图 1.2 所示。

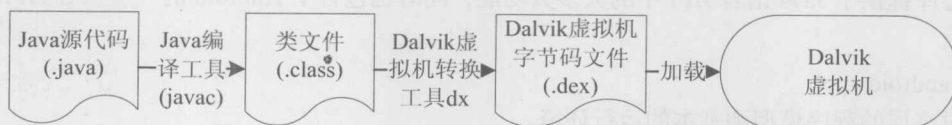


图 1.2 源文件编译运行示意图

1.4.4 内核层

Android 的核心系统服务基于 Linux 2.6 内核,如安全性、内存管理、进程管理、网络协议栈和驱动模型等,例如 Binder IPC 驱动。Linux 内核也同时作为硬件和软件栈之间的抽象层。

1.5 小 结

本章首先对目前主流的手机系统做了简单的介绍,其中苹果推出的 iOS 系统、微软的 Windows Phone 和谷歌的 Android 是市场占有率最高的三款系统,虽然仍不断地有新系统的推出,但市场用户极少。

随后介绍了 Android 系统的起源,以及各版本间较大的改进和新功能的引入。可以看出从 2007 年开始到现在,短短的 6 年时间,Android 手机用户已经突破了 10 亿,发展确实极为迅猛。

然后简单地介绍了 Android 系统的特点,正是基于开放性的原则,Android 获得了运营商的大力支持,产业链条的热捧,使得手机厂商、开发人员、终端用户量实现了跨越式发展。

最后讲解了 Android 系统的体系结构。

练 习

1. 简述 Android 平台的特征。
2. 描述 Android 平台体系结构的层次划分,并说明各个层次的作用。