



普通高等教育“十三五”规划教材



Android 移动开发详解

——从基础入门到乐享开发



张传雷 主编

陈亚瑞 于洋 孙迪 潘刚 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材

Android移动开发详解

——从基础入门到乐享开发

张传雷 主编

陈亚瑞 于洋 孙迪 潘刚 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本基于 Android 的移动应用开发教科书，旨在帮助读者快速学习 Android 的基本概念，掌握 Android 的开发技能。

本书分为 3 篇：Android 移动开发概述、Android 基础编程和 Android 高级编程。Android 移动开发概述包括第 1 章~第 3 章，介绍 Android 历史、Android 体系结构及特点、其他主要智能手机开发平台、IDE Eclipse、Android Studio、Kotlin 及搭建 Android 开发环境等。Android 基础编程包括第 4 章~第 7 章，介绍 Android 应用中的基本概念、Android 工程结构、用户界面介绍、Android 颜色的基本用法和介绍、基本组件介绍和应用、获取屏幕属性、Android 图形开发框架、Graphics 类、动画设计、Android 中的文件操作、SharedPreferences、SQLite 数据库数据存储。Android 高级编程包括第 8 章~第 12 章，介绍 Android 多媒体编程、Android 网络与通信编程、Android-OpenGL 应用开发、Android 传感器开发及 Android NDK 开发技术等。本书采用代码驱动式叙述方式，注重代码的讲解。

本书既可作为高等学校计算机、物联网类专业的移动开发技术课程的教材，也可作为各类职业培训机构的 Android 培训教材，还适合作为广大 Android 初学者的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Android 移动开发详解：从基础入门到乐享开发/张传雷主编. —北京：电子工业出版社，2018.8

ISBN 978-7-121-33892-2

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 (2018) 第 055843 号

策划编辑：戴晨辰

责任编辑：谭丽莎

印 刷：北京虎彩文化传播有限公司

装 订：北京虎彩文化传播有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：14.5 字数：335 千字

版 次：2018 年 8 月第 1 版

印 次：2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价：39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：dcc@phei.com.cn。

前言

自 2011 年第一季度以来, Google 的移动操作系统 Android 在全球智能手机操作系统市场的份额稳步增加。截至 2016 年第四季度, Android 以 81.7% 的市场份额领跑全球市场, 苹果的 iOS 操作系统则位居第二。同时, Android 也是全球平板电脑最常用的操作系统, 2016 年其全球市场份额为 66%。Android 成功的原因之一是其多种版本的不断改进, 每个新版本都提供了更先进的功能、更快的访问互联网的速度或越来越优质的视频和音频。Android 受欢迎的另一个原因是它与移动设备制造商进行强大合作, 截至 2017 年, 有 85% 的新智能手机使用了 Android 操作系统的设备。

Android 市场份额的扩大也带动了基于 Android 的移动软件的发展, 越来越多的开发者开始学习 Android 开发, 涌入 Android 开发的各个领域。其中, 有一些是有软件开发经验的开发者, 也有一些是初学者或在校学生。然而, 现在市场上的 Android 书籍多以讲解 Android 知识点为主, 或者是附上大量的源代码加以介绍。本书的几位作者中, 有的具有 Android 开发的实际经验, 有的具有丰富的课堂教学经验。因此, 本书最大的特点就是在讲解 Android 应用开发各知识点的同时, 还分享了很多实际开发经验, 这些经验一般都无法系统地从现有的书籍或网络上获得。这些都是作者在开发和教学过程中思考的成果, 是作者多年从事软件开发和教学工作的技术沉淀。

总之, 本书是一本基于 Android 的移动应用开发教科书, 旨在帮助读者快速学习 Android 的基本概念, 掌握 Android 的开发技能。本书分为 3 篇: Android 移动开发概述、Android 基础编程和 Android 高级编程, 主要采用代码驱动式叙述方式, 注重代码的讲解。Java、XML、Linux 等基本知识作为本书的先导性知识, 读者应熟悉。

本书包含配套教学资源, 读者可登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 注册后免费下载。

总体来说, 对于计算机或物联网工程专业的在校学生, 开发一个简单的 Android 应用并不难, 但能够深刻了解 Android 开发的基本概念, 用最合理的技术开发出一个优秀的 Android 应用并不容易, 需要开发者具有丰富的 Android 知识和开发经验。本书既可作为高等学校计算机、物联网类专业的移动开发技术课程的教材, 也可作为各类职业培训机构的 Android 培训教材, 同时适合作为广大 Android 初学者的参考书。

由于本书涉及知识较多, 特别是 Android 每年都有技术的更新和升级, 而作者水平有限, 很难全部精通, 难免有疏漏之处, 敬请广大读者批评指正。

最后, 感谢为本书提供资料整理和例程测试的同学们, 感谢出版社的各位编辑, 也感谢家人的理解和支持。

目录

第 1 篇 Android 移动开发概述

第 1 章	Android 简介	3
1.1	Android 历史	3
1.1.1	Android 简要介绍	3
1.1.2	Android 发展历史	3
1.1.3	Android 版本升级	4
1.2	Android 体系结构及特点	7
1.2.1	应用程序	9
1.2.2	中间件	9
1.2.3	硬件抽象层	10
1.2.4	操作系统	10
1.3	其他主要智能手机开发平台	10
1.3.1	iOS 简介	10
1.3.2	Windows CE 简介	11
1.3.3	Symbian 简介	11
1.3.4	Palm OS 简介	12
第 2 章	Android 开发基础	13
2.1	面向对象编程介绍	13
2.2	Android Java 基础	14
2.3	XML 基础	15
2.4	IDE Eclipse 介绍	16
2.5	Android Studio 介绍	16
2.6	Kotlin 介绍	17
第 3 章	搭建 Android 开发环境	19
3.1	Android SDK 介绍	19
3.1.1	Android SDK 目录结构	19
3.1.2	android.jar 内部结构	20
3.1.3	android.bat 批处理常用命令	21

3.1.4	模拟 SD 卡	22
3.1.5	Traceview 工具	22
3.1.6	ADB 工具	23
3.2	搭建开发环境	24
3.2.1	安装 JDK	24
3.2.2	安装 Android Studio	24
3.2.3	创建 Android 虚拟设备	25
3.3	DDMS 工具	26
3.3.1	DDMS 详细功能	27
3.3.2	DDMS 工作原理	27
3.4	第一个 Android App	28
3.4.1	创建 Hello World App	28
3.4.2	Android 工程目录结构	31
3.4.3	Android 程序部署与启动	32
3.4.4	Android 程序打包安装过程	32
3.5	NDK 开发工具	33
3.5.1	NDK 下载	34
3.5.2	NDK 开发	34

第 2 篇 Android 基础编程

第 4 章	Android App 基本概念	37
4.1	Android 应用中的基本概念	37
4.1.1	Activity	37
4.1.2	Intent	41
4.1.3	Service	41
4.1.4	Broadcast	42
4.1.5	Binder	42
4.1.6	Permission	42
4.1.7	Manifest	43
4.2	Android 工程结构	44
第 5 章	Android 应用用户界面设计	46
5.1	用户界面介绍	46
5.1.1	Android 基本布局知识	46
5.1.2	View 视图组件	46

5.1.3	ViewGroup 视图容器组件	47
5.1.4	Layout 布局组件及其参数	47
5.1.5	界面布局	48
5.1.6	事件处理的简单介绍	59
5.2	Android 颜色的基本用法和介绍	59
5.3	基本组件介绍和应用	64
5.3.1	Widget 组件	64
5.3.2	ListView 列表	82
5.3.3	Notification 状态栏提示	85
5.3.4	Toast 临时提示框	88
5.3.5	Dialog 对话框	89
5.4	获取屏幕属性	92
第 6 章	Android 图形编程	94
6.1	Android 图形开发框架	94
6.1.1	View 类开发框架	94
6.1.2	SurfaceView 类开发框架	95
6.2	Graphics 类	97
6.2.1	android.graphics.Color 类	97
6.2.2	android.graphics.Paint 类	97
6.2.3	绘制几何图形	98
6.2.4	android.graphics.Canvas 类	98
6.2.5	绘制字符串	103
6.2.6	android.graphics.Bitmap 类	105
6.2.7	Shade 类	115
6.3	动画设计	117
6.3.1	Tween 动画	117
6.3.2	Frame 动画	121
第 7 章	Android 数据存储编程	122
7.1	Android 中的文件操作	122
7.1.1	File 类及常用方法	122
7.1.2	文件 I/O	124
7.2	SharedPreferences	127
7.2.1	获取 SharedPreferences 的句柄	127
7.2.2	写入共享文件	128

7.2.3 读取共享文件	128
7.3 SQLite 数据库数据存储	131

第 3 篇 Android 高级编程

第 8 章 Android 多媒体编程	137
8.1 OpenCore 多媒体架构	137
8.2 MediaPlayer 编程	139
8.2.1 MediaPlayer 主要接口定义	141
8.2.2 播放音乐实现	143
8.2.3 播放视频实现	149
8.3 MediaRecorder 编程	150
8.4 Camera 编程	155
第 9 章 Android 网络与通信编程	160
9.1 HTTP 协议原理	160
9.1.1 HTTP 简介	160
9.1.2 HTTP 的请求报文	161
9.1.3 HTTP 的响应报文	162
9.1.4 HTTP 的消息报头	163
9.2 Android 网络编程基础	164
9.3 HTTP 通信	165
9.3.1 HttpURLConnection 接口	166
9.3.2 HttpClient 接口	172
9.3.3 实时更新	175
9.4 Socket 通信	178
9.4.1 Socket 传输模式	178
9.4.2 Android Socket 编程步骤	180
9.5 Socket 应用	182
9.6 WebKit 应用	183
9.7 WiFi 编程	184
9.8 蓝牙编程	185
第 10 章 AndroidOpenGL 应用开发	187
10.1 AndroidOpenGL ES	187
10.1.1 构建 OpenGL 基本框架	187

10.1.2 OpenGL 视图显示	188
10.2 OpenGL 的三维坐标基础	189
10.3 多边形的绘制及其颜色渲染	189
10.4 图像旋转	193
10.5 3D 三维实体空间	194
10.6 映射纹理	197
10.7 光照与单击事件	201
第 11 章 Android 传感器开发	208
11.1 传感器种类	208
11.1.1 GPS	208
11.1.2 动作传感器	208
11.1.3 位置传感器	209
11.1.4 环境传感器	209
11.2 GPS 应用	209
11.2.1 我的位置	209
11.2.2 更新位置	210
11.2.3 地图功能	212
11.3 Acceleration 传感器	213
11.4 Gyroscope 传感器	214
11.5 Proximity 传感器	214
第 12 章 Android NDK 开发技术	216
12.1 NDK 环境的搭建	216
12.2 新建 NDK 工程	216
参考文献	219

Part 1

第 1 篇

Android 移动开发概述

第 1 章 Android 简介

第 2 章 Android 开发基础

第 3 章 搭建 Android 开发环境

Android 简介

1.1 Android 历史

随着移动多媒体时代的到来，作为人们必备的移动通信工具，手机开始从通话工具的角色逐渐转向智能化发展。手机凭借其操作系统的开源化和应用软件的多能化，逐渐成为一台迷你型计算机，而作为其核心的手机操作系统也成为人们讨论和研究的焦点。

1.1.1 Android 简要介绍

Android 本义指“机器人”，是基于 Linux 内核的手机软件平台和操作系统，是 Google 于 2007 年 11 月 5 日公布的手​​机系统平台，Android 早期由 Google 开发，后由开放手机联盟（Open Handset Alliance）开发，官方中文名为安卓。它采用了软件堆层（Software Stack，又称软件叠层）的架构；底层以 Linux 内核工作为基础，只提供基本功能，其他的应用软件则由各公司以 Java 语言作为编写程序的一部分自行开发。另外，为了推广此技术，Google 和其他几十个手机公司建立了开放手机联盟。Android 在未公开之前常被传闻为 Google 电话或 gPhone，大多数传闻认为 Google 开发的是自己的手机电话产品，而不是一套软件平台。到 2010 年 1 月，Google 才发行自家的品牌手机电话 Nexus One。由于 Android 系统的开源特性，很多制造商都在生产使用 Android 系统的设备，如三星、摩托罗拉、HTC、索爱、LG、小米、华为、魅族等。Android 系统除了运行在智能手机上之外，还可以用在平板电脑、电视、汽车、手表、眼镜等很多设备上。^[1]

1.1.2 Android 发展历史

Google 于 2005 年并购了成立仅 22 个月的高科技企业 Android，展开了短信、手机检索、定位等业务，与此同时，基于 Linux 的通用平台也进入了开发阶段。2007 年 11 月，Google 与 84 家硬件制造商、软件开发商及电信营运商组建开放手机联盟共同研发改良 Android 系统。随后 Google 以 Apache 开源许可证的授权方式，发布了 Android 的源代码。

2008年，Patrick Brady 于 Google I/O 大会上演讲“Anatomy & Physiology of an Android”，并提出了 Android HAL 架构图。HAL 以 .so 文件的形式存在，可以把 Android framework 与 Linux kernel 分隔开。2011 年第一季度，Android 系统在全球的市场份额首次超过塞班系统，跃居全球第一^[2]。目前，在微软 Windows Phone 还未成熟，苹果 iOS 平台不对外开放的情况下，Android 系统具有一定的发展优势和良好的发展前景。

1.1.3 Android 版本升级

Android 最早的一个版本 Android 1.0 Beta 发布于 2007 年 11 月 5 日，至今已经发布了多个更新。这些更新版本都在前一个版本的基础上修复了 bug 并且添加了前一个版本所没有的新功能。Android 系统通常都以食物命名，如 1.5 版叫作 Cupcake（纸杯蛋糕），1.6 版叫作 Donut（甜甜圈），Donut 把社交网络功能作为升级重点，在“手机的各种体验中”增加了社交网络元素。

2008 年 9 月 23 日，Android 系统中的第一个正式版本发布：Android 1.0（Astro，“铁臂阿童木”）。全球第一台 Android 设备 HTC Dream（G1）就搭载了 Android 1.0 系统。以下是 Android 1.0 系统所拥有的功能。

- Android Market: 可以通过 Android Market 下载应用程序和获得程序更新。
- 网页浏览器: 可以完全还原并显示 HTML 和 XHTML 的网页，并且可以通过多点触控对网页进行放大、缩小。
- 照相机: 支持照相机和摄像头，但是这个版本没有选项用来改变照相机的分辨率、白平衡、质量等。
- 允许将应用程序图标放置到文件夹中，并且可以在主界面显示插件等东西。
- 支持 E-mail 传输: 支持 POP3、IMAP4 及 SMTP。
- Gmail: 通过内置的 Gmail 应用程序进行 Gmail 同步。
- Google 联系人: 通过 People 应用程序同步联系人。
- Google 日历: 通过日历程序同步日历和日程。
- Google 地图、Google 纵横及 Google 街景: 帮助用户查看地图和地理信息，并且可以通过 GPS 服务定位地理位置。
- Google 同步: 一个管理 Android 设备中 Google 服务的应用功能。
- Google 搜索: 允许用户在手机和网络上进行一致统一的搜索，包括联系人、电话、日历和信息等。
- Google Talk: 一个聊天工具。
- 实时消息、语音信息和短信。
- 多媒体播放器: 负责管理、导入、复制和播放多媒体文件，但是不支持蓝牙耳机。
- 通知的信息可以在任务栏显示，并且可以对提示的方式进行设置，包括振动、声音、LED 或警告等。

- 声音识别器可以允许用户通过说话来输入文本、拨打电话，能更好地帮助残疾人士。
- 壁纸功能允许用户设置自己的照片和其他网络图片作为自己的手机主界面的背景。
- YouTube: 内置 YouTube 在线应用程序。
- 其他应用程序: 闹钟、计算器、电话、主界面、图库及设置。
- 支持 WiFi 和蓝牙。

2009 年 4 月 17 日, Google 正式推出 Android 1.5 (Cupcake, “纸杯蛋糕”)。Android 1.5 最突出的功能非虚拟键盘莫属。当时, 智能手机还主要依赖物理键盘进行输入, 而这一点在 Android 1.5 中得到了改变。具体更新如下:

- 拍摄/播放视频, 并支持上传到 Youtube;
- 支持立体声蓝牙耳机, 同时改善自动配对性能;
- 采用 WebKit 技术的浏览器, 支持复制/粘贴和页面中搜索;
- GPS 性能大大提高;
- 提供屏幕虚拟键盘;
- 主屏幕增加音乐播放器和相框 widgets;
- 应用程序自动随着手机旋转;
- 短信、Gmail、日历、浏览器的用户界面大幅改进, 如 Gmail 可以批量删除邮件;
- 照相机启动速度加快, 拍摄图片可以直接上传到 Picasa;
- 来电照片显示。

2009 年 9 月 15 日, Android 1.6 (Donut, “甜甜圈”) SDK 发布, 该版本基于 Linux 2.6.29 内核。其主要的更新如下:

- 重新设计的 Android Market;
- 手势支持;
- 支持 CDMA 网络;
- 文本转语音系统 (Text-to-Speech);
- 快速搜索框;
- 全新的拍照界面;
- 查看应用程序耗电;
- 支持虚拟私人网络 (VPN);
- 支持更多的屏幕分辨率;
- 支持 OpenCore2 媒体引擎;
- 新增面向视觉或听觉困难人群的易用性插件。

Android 的 6.0 版本, 即 Android Marshmallow (简称 Android M) 已经在 Google 2015 年的 I/O 大会上被正式发布。Android M 为工作升级而生 (Android for Work Update) 成为当时在业内被热议的话题。有业内人士解释道: “Android M 将把 Android 的强大功能拓展至任何你所能看到的工作领域。” 其主要新功能如下:

- 应用权限管理;
- SD 卡可以和内置存储“合并”;
- Android Pay;
- 原生指纹识别认证;
- 自动应用数据备份;
- App Links (尽量减少诸如“你想要使用什么来打开这个?”的提醒);
- 打盹和应用待机功能;
- 可定制的 Quick Toggles 和其他 UI 调整;
- 可视化的语音邮件支持;
- 重新设计的时钟插件和音乐识别插件;
- 在设置中新出现的全新“Memory”选项条目(早期版本中出现过,不过后来被隐藏);
- 完成截图之后可以通过通知中心直接删除截图;
- Google Now Launcher 支持横屏模式;
- 带水平滚动条和垂直滚动条支持的全新应用和窗口小部件抽屉;
- 内置的文件管理器能够获得功能方面的明显升级;
- 支持原生点击唤醒功能;
- 可以选择“heads up”或“peeking”通知;
- 原生 4K 输出支持;
- 严格的 APK 安装文件验证;
- 支持 MIDI;
- USB Type-C 端口支持;
- 全新的启动动画;
- 引入“语音交互”API 在应用中提供更好的语音支持;
- 可通过语音命令切换到省电模式;
- 可以通过蓝牙键盘快捷方式来撤销和重做文本;
- 在联系人应用中能够对已经添加的联系人进行合并、删除或分享;
- 会有针对文本选择的浮动工具栏出现,以便于更快地选择文本;
- 默认应用的 UI;
- 允许通过分享菜单直接分享给联系人好友;
- 更细化的应用程序信息;
- 原生蓝牙手写笔支持;
- 分屏键盘;
- 移动的收音机;
- Mobile Radio Active 服务电池续航 bug 将会被修复;
- 除重复来电之外优化勿扰模式;

- 蓝牙扫描可用来改善定位精准度;
- 原生 Flashlight API;
- 更容易进行多种声音的设置 (铃声、多媒体和闹钟);
- 更平滑的声音滑块。

Android 7.0 初次公开亮相于 2016 年 5 月 18 日的 Google I/O 大会。其主要新功能如下:

- 分屏多任务;
- 全新下拉快捷开关页;
- 通知消息快捷回复;
- 通知消息归拢;
- 夜间模式;
- 流量保护模式;
- 全新设置样式;
- 改进的 Doze 休眠机制;
- 系统级电话黑名单功能;
- 菜单键快速应用切换。^[3]

2017 年, Google 发布了 Android 8.0 Oreo, 包括了许多功能特性, 如它设置了一个持续运行并消耗内存后台的服务。其新功能特性包括:

- 后台限制 (Background Limit);
- 通知频道 (Notification Channel);
- 自动填充 API (Auto-fill API);
- 画中画 (Picture-in-picture);
- 自适应图标 (Adaptive icons);
- 字体 (Fonts) 和可下载字体 (Downloadable Fonts);
- 自动调整大小的 TextView (Auto-sizing TextView)。

1.2 Android 体系结构及特点

Android 平台采用了整合的策略思想, 包括底层的 Linux 操作系统、中间层的中间件和上层的 Java 应用程序, Android 系统的体系结构如图 1-1 所示。Android 系统的特性及其体系结构总结如下。

(1) 应用程序框架支持组件的重用与替换。便于用户把系统中不需要的应用程序删除, 安装自己喜欢的应用程序。

(2) Dalvik 虚拟机专门为移动设备进行了优化。Android 应用程序将由 Java 编写、编译的类文件通过 DX 工具转换成一种后缀名为 .dex 的文件来执行。Dalvik 虚拟机基于寄存

器，相对于 Java 虚拟机速度要快很多。

(3) 内部集成浏览器基于开源的 WebKit 引擎。有了内置的浏览器，意味着 WAP 应用的年代即将结束，真正的移动互联网时代已经来临，手机就是一台“小电脑”，可以在网上随意遨游。

(4) 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。强大的图形库为游戏开发带来了福音。

(5) SQLite 用于结构化的数据存储。

(6) 多媒体支持包括常见的音频、视频和静态映像文件格式，如 MPEG4、H.264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG、GIF。

(7) GSM 电话（依赖于硬件）。

(8) 蓝牙（Bluetooth）、EDGE、3G、WiFi（依赖于硬件）。

(9) 照相机、GPS、指南针和加速度计（依赖于硬件）。

(10) 丰富的开发环境，包括设备模拟器、调试工具、内存及性能分析图表和 Eclipse 集成的开发环境插件。

Google 提供了 Android 开发包 SDK，其中包含大量的类库和开发工具，并且针对 Eclipse 的可视化开发了插件 ADT。

图 1-1 展示了 Android 系统的体系结构。由图可见，Android 系统的体系结构可分为 4 层，由上到下依次是应用程序、应用程序框架、核心类库和 Linux 内核，其中第三层还包括 Android 运行时的环境。

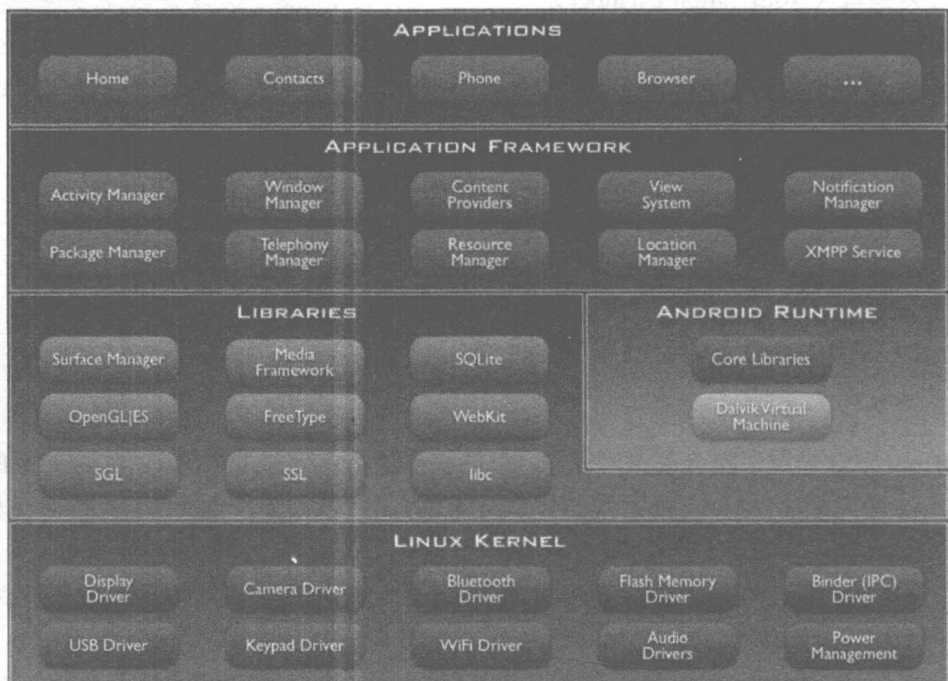


图 1-1 Android 系统的体系结构