剖析各类驱动的实现过程，分享移动开发的移植技巧

高金昌　张明星◎编著

Android
底层驱动分析和移植

- 贯通底层驱动、中间层JNI制作、上层UI 接口设计。
- 面向实战，深入剖析各驱动系统的完整实现流程。
- 源码分析+全真示例+图片解析=更易于理解的思维路径。
- 教授精髓，精讲精炼。赠送源码，拿来就用。

清华大学出版社

Android 底层驱动分析和移植

高金昌　张明星　编著

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

Android 系统从诞生到现在，在短短的几年时间里，便凭借其操作易用性和开发的简洁性，赢得了广大用户和开发者的支持。本书内容分为 3 篇，共 22 章，循序渐进地讲解了 Android 底层系统中的典型驱动方面的知识。本书从获取源码和源码结构分析讲起，依次讲解了基础知识篇、Android 专有驱动篇和典型驱动移植篇 3 部分的基本知识。在讲解每一个驱动时，从 Android 系统的架构开始讲起，从内核分析到具体的驱动实现，再从 JNI 层架构分析到 Java 应用层的接口运用，最后到典型驱动系统移植和开发，彻底剖析了每一个典型驱动系统的完整实现流程。本书几乎涵盖了所有 Android 底层驱动的内容，讲解方法通俗易懂，内容翔实，不但适合应用高手的学习，也特别有利于初学者学习和消化。

本书适合作为 Android 驱动开发者、Linux 开发人员、Android 底层学习人员、Android 爱好者、Android 源码分析人员、Android 应用开发人员的学习用书，也可以作为相关培训学校和大专院校相关专业的教学用书。

图书在版编目（CIP）数据

Android 底层驱动分析和移植/高金昌，张明星编著. —北京：清华大学出版社，2015
ISBN 978-7-302-39745-8

I. ①A…　II. ①高…　②张…　III. ①移动终端-应用程序-程序设计　IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 071318 号

责任编辑：朱英彪
封面设计：刘　超
版式设计：魏　远
责任校对：王　云
责任印制：杨　艳

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 刷 者：清华大学印刷厂
装 订 者：三河市少明印务有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：203mm×260mm　　印　　张：50.75　　字　　数：1530 千字
版　　次：2015 年 7 月第 1 版　　印　　次：2015 年 7 月第1 次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：96.00 元

产品编号：061538-01

前　言

2007 年 11 月 5 日，Google 公司宣布的基于 Linux 平台的开源手机操作系统 Android 诞生，该平台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。本书将引领广大读者一起探讨这款系统的神奇之处。

市场占有率高居第一

截至 2014 年 1 月，Android 在手机市场上的占有率从 2013 年的 68.8%上升到 78.9%。而 iOS 则从 2013 年的 19.4%下降到 15.5%，WP 系统从原来的 2.7%小幅上升到 3.6%。

从数据上来看，Android 平台占据了市场的主导地位，继续称当老大的角色。Android 市场的占有率增加幅度较大，WP 市场小幅增长，但 iOS 却有所下降。就目前来看，智能手机的市场已经饱和，大多数人都在各个平台中转换。而就在这样的市场背景下，Android 还增长了 10%左右的占有率，确实不易。

为开发人员提供了滋长的“沃土”

（1）保证开发人员可以迅速转型为 Android 应用开发

Android 应用程序是通过 Java 语言开发的，只要具备 Java 开发基础，就能很快地上手并掌握。作为单独的 Android 应用开发，对 Java 编程门槛的要求并不高，即使是没有编程经验的门外汉，也可以在突击学习 Java 之后学习 Android。另外，Android 完全支持 2D、3D 和数据库，并且和浏览器实现了集成。所以通过 Android 平台，程序员可以迅速、高效地开发出绚丽多彩的应用，例如常见的工具、管理、互联网和游戏等。

（2）定期召开奖金丰厚的 Android 大赛

为了吸引更多的用户使用 Android 开发，Google 公司已经成功举办了奖金为数千万美元的开发者竞赛，鼓励开发人员创建出创意十足、十分有用的软件。这种大赛对于开发人员来说，不但能练习自己的开发水平，并且高额的奖金也是学员们学习的动力。

（3）开发人员可以利用自己的作品赚钱

为了能让 Android 平台吸引更多的关注，Google 公司提供了一个专门下载 Android 应用的门店：Android Market，地址是 https://play.google.com/store。这个门店允许开发人员发布应用程序，也允许 Android 用户下载获取自己喜欢的程序。作为开发者，需要申请开发者账号，申请后才能将自己的程序上传到 Android Market，并且可以对自己的软件进行定价。只要你的软件程序足够吸引人，你就可以获得很好的金钱回报，这样实现了程序员学习和赚钱两不误，因此吸引了更多的开发人员加入 Android 大军中来。

本书的内容

本书内容分为 3 篇，共 22 章，循序渐进地讲解了 Android 底层系统中的典型驱动方面的知识。本书从

获取源码和源码结构分析讲起，依次讲解了基础知识篇、Android 专有驱动篇和典型驱动移植篇 3 部分的基本知识。在讲解每一个驱动时，从 Android 系统的架构开始讲起，从内核分析到具体的驱动实现，再从 JNI 层架构分析到 Java 应用层的接口运用，最后到典型驱动系统移植和开发，彻底剖析了每一个典型驱动系统的完整实现流程。本书几乎涵盖了所有 Android 底层驱动的内容，讲解方法通俗易懂，内容翔实，不但适合应用高手们的学习，也特别有利于初学者学习和消化。

本书的版本

Android 系统自 2008 年 9 月发布第一个版本 1.1 以来，截至 2014 年 10 月发布最新版本 5.0，一共存在十多个版本。由此可见，Android 系统升级频率较快，一年之中最少有两个新版本诞生。如果过于追求新版本，会造成力不从心的结果。所以在此建议广大读者不必追求最新的版本，只需关注最流行的版本即可。据官方统计，截至 2014 年 10 月 25 日，占据前 3 位的版本分别是 Android 4.4、Android 4.3 和 Android 4.2。其中从 Android 4.4 开始，Android L 和 Android 5.0 的底层架构知识基本类似。其实这 3 个版本的区别并不是很大，只是在顶层 API 应用层的细节上进行了更新。为了及时学习 Android 系统的最新功能，本书中使用的版本是目前（本书成稿时）最新的 Android 5.0。

本书特色

本书内容十分丰富，分析细致、精准、全面。我们的目标是通过一本图书，提供多本图书的价值，读者可以根据自己的需要有选择地阅读。在内容的编写上，本书具有以下特色。

1．内容全面，讲解细致

本书几乎涵盖了 Android 系统中所有的独有驱动和设备驱动，详细讲解了每一个典型驱动的实现过程和具体移植方法。每一个知识点都力求用通俗易懂的语言详尽展现在读者面前。

2．遵循合理的主线进行讲解

为了使广大读者彻底了解 Android 平台中的各个驱动系统，在讲解每一个驱动系统时，从 Linux 内核开始讲起，依次剖析了驱动层实现、JNI 层分析、Java 应用和系统移植改造等内容，遵循了从底层到顶层，实现了驱动系统大揭秘的目标。

3．章节独立，自由阅读

本书中的每一章内容都可以独自成书，读者既可以按照本书编排的章节顺序进行学习，也可以根据自己的需求对某一章节进行针对性的学习。与传统的计算机书籍相比，阅读本书会更轻松。

4．驱动典型，实用性强

本书讲解了现实中最典型驱动系统的实现和移植知识，这些驱动都是在商业项目中最需要的部分，读者可以直接将本书中的知识应用到自己的项目中，实现无缝对接。

读者对象

本书适合作为 Android 驱动开发者、Linux 开发人员、Android 底层学习人员、Android 爱好者、Android 源码分析人员、Android 应用开发人员的学习用书，也可以作为相关培训学校和大专院校相关专业的教学用书。

参与本书编写的人员还有周秀、付松柏、邓才兵、钟世礼、谭贞军、张加春、王教明、万春潮、郭慧玲、侯恩静、程娟、王文忠、陈强、何子夜、李天祥、周锐、朱桂英、张元亮、张韶青、秦丹枫。本团队在编写过程中，得到了清华大学出版社工作人员的大力支持，正是各位编辑的求实、耐心和效率，才使得本书在这么短的时间内出版。此外也十分感谢我们的家人，在写作时给予了巨大的支持。另外告知各位读者，因编者水平有限，如有纰漏和不尽如人意之处，恳请读者提出意见或建议，以便修订并使之更臻完善。另外我们提供了售后支持网站：http://www.chubanbook.com/和 QQ 群 192153124，读者朋友如有疑问可以在此提出，一定会得到满意的答复。

编　者

目　录

第 1 篇　基础知识篇

第 2 篇 Android 专有驱动篇

第 3 篇　典型驱动移植篇

第 1 篇

基础知识篇

- 第 1 章　Android 底层开发基础
- 第 2 章　Android 驱动开发基础
- 第 3 章　主流内核系统解析

第 1 章　Android 底层开发基础

2007 年，Google 公司推出了一款无与伦比的移动智能设备系统——Android，这是一种建立在 Linux 基础之上为手机、平板等移动设备提供的软件解决方案。截至 2014 年 9 月，根据知名 IDC 公司的统计，Android 系统在世界智能手机发货量中占据 82%的份额，已经成为了当今最受欢迎的智能设备系统之一。本章将引领读者一起来了解 Android 系统基本知识，并详细讲解 Android 底层开发所必须具备的基础知识。

1.1　Android 系统介绍

Android 一词最早出现于法国作家利尔亚当在 1886 年发表的科幻小说《未来夏娃》中，他将外表像人的机器起名为 Android，如图 1-1 所示。

从 2008 年 HTC 和 Google 联手推出第一台 Android 手机 G1 开始，在 2011 年第一季度，Android 在全球的市场份额首次超过塞班系统，跃居全球第一。2011 年 11 月数据显示，Android 占据全球智能手机操作系统市场 52.5%的份额，中国市场占有率为 58%。如今 Android 已经成为了现在市面上主流的智能手机操作系统，随处都可以见到这个绿色机器人的身影。

图 1-1　Android 机器人

Android 机型数量庞大，简单易用，相当自由的系统能让厂商和客户轻松地定制各样的 ROM、各种桌面部件和主题风格。其简单而华丽的界面得到了广大客户的认可，对手机进行刷机也是不少 Android 用户所津津乐道的事情。

Android 版本数量较多，市面上同时存在着 1.6、2.0、2.1、2.2、2.3、4.4.2、5.0 等各种版本的 Android 系统手机，应用软件对各版本系统的兼容性对程序开发人员是一个不小的挑战。同时由于开发门槛低，导致应用数量虽然很多但是应用质量参差不齐，甚至出现不少恶意软件，使一些用户受到损失。同时 Android 没有对各厂商在硬件上进行限制，导致一些用户在低端机型上体验不佳。另一方面，因为 Android 的应用主要使用 Java 语言开发，其运行效率和硬件消耗一直是其他手机用户所非议的地方。

1.2　Android 系统架构介绍

Android 系统是一个移动设备的开发平台，其软件层次结构包括操作系统（OS）、中间件（MiddleWare）和应用程序（Application）。根据 Android 的软件框图，其软件层次结构自下而上分为以下 4 层。

（1）操作系统层（OS）。

（2）各种库（Libraries）和 Android 运行环境（RunTime）。

（3）应用程序框架（Application Framework）。

（4）应用程序（Application）。

上述各个层的具体结构如图 1-2 所示。

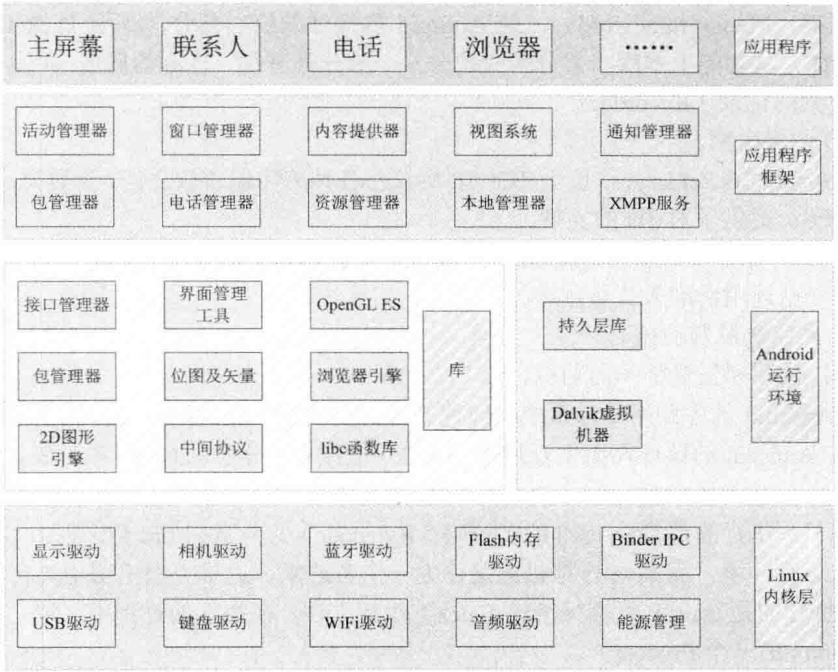

图 1-2　Android 操作系统的组件结构图

本节将详细介绍 Android 操作系统的基本组件结构方面的知识。

1.2.1　底层操作系统层（OS）

因为 Android 源于 Linux，使用了 Linux 内核，所以 Android 使用 Linux 2.6 作为操作系统。Linux 2.6 是一种标准的技术，Linux 也是一个开放的操作系统。Android 对操作系统的使用包括核心和驱动程序两部分，Android 的 Linux 核心为标准的 Linux 2.6 内核，其更需要一些与移动设备相关的驱动程序，主要的驱动如下。

- ☑ 显示驱动（Display Driver）：是常用的基于 Linux 的帧缓冲（Frame Buffer）驱动。
- ☑ Flash 内存驱动（Flash Memory Driver）：是基于 MTD 的 Flash 驱动程序。
- ☑ 照相机驱动（Camera Driver）：常用基于 Linux 的 V4L（Video for Linux）驱动。
- ☑ 音频驱动（Audio Driver）：常用基于 ALSA（Advanced Linux Sound Architecture、高级 Linux 声音体系）驱动。
- ☑ WiFi 驱动（Camera Driver）：基于 IEEE 802.11 标准的驱动程序。
- ☑ 键盘驱动（KeyBoard Driver）：作为输入设备的键盘驱动。
- ☑ 蓝牙驱动（Bluetooth Driver）：基于 IEEE 802.15.1 标准的无线传输技术。
- ☑ Binder IPC 驱动：Android 一个特殊的驱动程序，具有单独的设备节点，提供进程间通信的功能。
- ☑ Power Management（能源管理）：用于管理电池电量等信息。

1.2.2　各种库（Libraries）和 Android 运行环境（RunTime）

本层次对应一般嵌入式系统，相当于中间件层次。Android 的本层次分成两个部分：一个是各种库，另一个是 Android 运行环境。本层的内容大多是使用 C 和 C++实现的，其中包含了如下各种库。

- ☑ C 库：C 语言的标准库，也是系统中一个最为底层的库，C 库通过 Linux 的系统调用来实现；

- ☑ 多媒体框架（MediaFrameword）：是 Android 多媒体的核心部分，基于 PacketVideo（即 PV）的 OpenCORE，从功能上本库一共分为两部分，一部分是音频、视频的回放（PlayBack），另一部分则是音视频的记录（Recorder）。
- ☑ SGL：2D 图像引擎。
- ☑ SSL：即 Secure Socket Layer，位于 TCP/IP 协议与各种应用层协议之间，为数据通信提供安全支持。
- ☑ OpenGL ES：提供了对 3D 的支持。
- ☑ 界面管理工具（Surface Management）：提供了对管理显示子系统等功能。
- ☑ SQLite：一个通用的嵌入式数据库。
- ☑ WebKit：网络浏览器的核心。
- ☑ FreeType：位图和矢量字体的功能。

一般情况下，Android 的各种库是以系统中间件的形式提供的，它们的显著特点是与移动设备平台的应用密切相关。另外，Android 的运行环境主要是指 Dalvik（虚拟机）技术。Dalvik 和一般的 Java 虚拟机（Java VM）有如下区别。

- ☑ Java 虚拟机：执行的是 Java 标准的字节码（Bytecode）。从 Android 5.0 开始，ART 将作为应用程序的默认运行环境。而 Java 虚拟机只是作为一个备选项，迟早会退出历史舞台。
- ☑ Dalvik：执行的是 Dalvik 可执行格式（.dex）执行文件。在执行的过程中，每一个应用程序即一个进程（Linux 的一个 Process）。

二者最大的区别在于 Java VM 是基于栈的虚拟机（Stack-based），而 Dalvik 是基于寄存器的虚拟机（Register-based）。显然，后者最大的好处在于可以根据硬件实现更大的优化，更适合移动设备的特点。

1.2.3 应用程序框架（Application Framework）

在整个 Android 系统中，和应用开发最相关的是 Application Framework，在这一层，Android 为应用程序层的开发者提供了各种功能强大的 APIs，这实际上是一个应用程序的框架。由于上层的应用程序是以 Java 构建的，在本层提供了程序中所需要的各种控件，例如 Views（视图组件）、List（列表）、Grid（栅格）、Text Box（文本框）、Button（按钮），甚至还有一个嵌入式的 Web 浏览器。

一个基本的 Andoid 应用程序可以利用应用程序框架中的以下 5 个部分。

- ☑ Activity：活动。
- ☑ Broadcast Intent Receiver：广播意图接收者。
- ☑ Service：服务。
- ☑ Content Provider：内容提供者。
- ☑ Intent and Intent Filter：意图和意图过滤器。

1.2.4 顶层应用程序（Application）

Android 的应用程序主要是用户界面（User Interface）方面的，本层通常使用 Java 语言编写，其中还可以包含各种被放置在 res 目录中的资源文件。Java 程序和相关资源在经过编译后，会生成一个 APK 包。Android 本身提供了主屏幕（Home）、联系人（Contact）、电话（Phone）、浏览器（Browers）等众多的核心应用，同时应用程序的开发者还可以使用应用程序框架层的 API 实现自己的程序，这也是 Android 开源的巨大潜力体现。