Broadview®
www.broadview.com.cn

基于 *2.3 Gingerbread* 版本，
深入剖析Android内核

Android 内核剖析

◎柯元旦 著◎

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

Android 内核剖析

◎柯元旦 著◎

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京•BEIJING

内 容 简 介

本书详细分析了 Android 内核的内部机制，包括窗口管理系统、Activity 管理系统、输入法框架、编译系统等，为 Android 内核定制及高级应用程序开发提供技术参考。

书中提及“附图”请到 http://www.broadview.com.cn/14398 下载。

本书适合于所有 Android 相关的工程师及产品经理，还可作为相关培训机构的教材。

图书在版编目（CIP）数据

Android 内核剖析/柯元旦著. —北京：电子工业出版社，2011.9
ISBN 978-7-121-14398-4

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①柯… 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（2011）第 168438 号

策划编辑：符隆美
责任编辑：高洪霞
特约编辑：赵树刚
印　　刷：北京天宇星印刷厂
装　　订：三河市皇庄路通装订厂
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：860×1092　1/16　印张：38.5　字数：1109 千字
印　　次：2011 年 12 月第 2 次印刷
印　　数：5001~9000 册　定价：79.90 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。

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。

服务热线：（010）88258888。

FOREWORD

前　言

“内核剖析”乍一听起来挺吓唬人的，但这个词语存在两个问题，第一个是什么才能称为内核？另一个是“谁”才有能力或者有机会写一本“内核剖析”的书？

本书之所以在前言中提出这个问题，就是为了不吓唬大家，并给大家一种信心，相信自己有能力理解本书的内容。

首先来回答第一个问题，什么才能称为内核？大家都知道，Linux 内核的本质包含了线程调度、内存管理及输入/输出管理，那么请问 Windows 操作系统的内核是什么呢？我们常说，苹果的操作系统 Mac OS X 的内核是基于 UNIX 的，那么可以说 Mac OS 的内核是 UNIX 吗？

如果仅从线程调度、内存管理，以及输入/输出的角度来区分 Windows 和 Mac OS 系统的话，能很明显地感觉到缺少点什么，那就是图形用户接口（GUI），Android、Windows、Mac OS 三者的操作方式完全不同，因此，对于图形操作系统而言，本人倾向于将 GUI 也划归到内核的范畴，这也就是为什么本书使用“内核”作为标题的原因。本书所谓的“内核剖析”的核心也正在于 Android 所设计的 GUI 框架的内部原理。Android 操作系统是基于 Linux 实现的，本书并不是去剖析 Linux。

下面再来回答第二个问题，即“谁”才有能力或者有机会写一本“内核剖析”的书？如果有人告诉你，一个非微软公司的技术人员写了一本 Windows 操作系统内核剖析的书，你信吗？反正我不信，原因是，没有阅读过 Windows 内核源码的人是不可能写出这样的书的，幸运的是 Android 的源码是开放的。可是源码开放就一定能写这样一本书吗？

在本书截稿时，我未曾见过一本真正分析 Android 内核的书，大多数书籍都是关于 Android SDK 应用开发的。在过去的工作经历中，常常遇到一些同事，由于对 Android 内核不了解，导致在应用程序开发时遇到一些无法解决的问题。遗憾的是，IT 类优秀书籍本来就很少，中文原创的更少，Android 领域的几乎没有，本人之前也写过一本《Android 程序设计》，坦白地讲，当我对 Android 内核彻底剖析后，觉得那本书有“误人子弟”的成分。因此，我才决定要将自己对 Android 的理解分享给更多的读者。

那么，我有可能写出一本真正的“内核剖析”的书吗？

我 2003 年毕业于西安电子科技大学通信工程学院，毕业后与两名同学一起创业，当时我们的目标是做一个“心情播放器”，其本质是一个彩屏多媒体掌上设备，当初想把它做成一个能够根据人的心情自动播放音乐的设备，不谈产品，仅从技术的角度来讲，我们基于美国德州仪器（TI）公司的一款 DSP 处理器完成了“心情播放器”的设计，包括软件和硬件，该软件系统包括支持最多 16 个线程的多线程管理、内存管理、FAT16 文件系统、GUI 子系统，以及一套标准应用程序开发框

架、桌面程序等，在这里要再次感谢同宿舍的陈静军同学，他是我到目前为止见过的写代码最优秀的人，在这个项目中，静军设计了这个操作系统的内核及 GUI 子系统，而我设计了硬件主板、驱动、系统开发框架等，说到这里，如果静军来写一本内核剖析的书，肯定会比我写得更好，在当初设计操作系统前，由于静军还没有加入到我们团队，我才花时间研究了嵌入式操作系统，并设计了一些简单的接口，而当静军加入后，这些工作就由他完成了，因此，从严格意义上讲，我并没有实际编写过操作系统内核代码，只不过从硬件、驱动、系统等不同层面设计了一个系统框架而已。

在这个项目中，一切只是从一颗处理器入手，没有基于任何代码，所有底层代码都是我们编写的，包括汇编和 C 语言程序设计，因此，在这个过程中，我彻底了解了 C 语言如何被编译成汇编代码，以及特定处理器如何影响上层的 C 程序。

当然，这个故事是以失败而告终的，后来我继续从事嵌入式产品设计，包括使用 TI 高性能 DSP 处理器、x86 处理器，ARM 处理器等，不过，仅过了两年时间，又去从事互联网产品的设计，并开始使用 Java、C++、PHP、JavaScript、Erlang 等不同语言进行软件开发，在使用各种语言时，我常常思考这些语言与底层系统的关系，并从编译原理的角度来理解每一种语言，从而能够理解不同语言的运行环境和操作系统的关系。

直到 Android 的诞生，我当时对 Android 的描述是，这是一个把嵌入式系统和互联网应用集合在一起的一个技术。幸运的是这些我都还算熟悉，因此就开始了 Android 的开发，最开始的时候仅仅是应用程序的开发，虽然也常常考虑 Android 底层的问题，但由于没有源码，所以也就没有仔细研究，后来发现，这也是一件好事，因为如果不熟悉上层的开发接口，则很难理解内核的一些概念。

后来，应用层积累得差不多了，源码也开放了，于是我就迫不及待地开始了内核之旅，所有的分析都是基于源码的阅读和测试，中间的过程的确是辛苦的，包括在 Ubuntu 及 Mac OS 上建立编译环境、思考 Android 中的异步调度架构、平衡工作和学习的时间等，早上坐地铁也常常看 Google groups 中关于 Android 的各种问答。不过，每当你明白一个大的架构的关键之处时，也是一件很开心的事情。

谈及以上履历的目的在于启发正在读大学的朋友，一名电子工程师一定要理论、硬件、软件及梦想同时具备，不要把自己区分为“硬件工程师”、“软件工程师”，我们可以称自己为电子工程师或者“梦想家”。另外，学习一定要循序渐进，如果你还不了解微机原理，那么就不要学习 C 语言，如果你还不了解数字电路，那么就不要学习微机原理，上层的软件开发需要对底层基础知识的理解，只有这样才能成为一名创造者，并设计出卓越的产品。

多么希望我们中国的大学生在不久的将来也能创造出像 Google、Microsoft、Facebook 这样著名的企业。

内容介绍

本书内容分为五大部分，分别如下：

第 1 部分，基础篇。因为 Android 内核研究必须基于 Unix-Like 的主机系统上，常见的有 Ubuntu

和 Mac OS X，因此，该部分介绍 Linux 的一些基础知识，以及在 Linux 上管理源码的工具 git。

第 2 部分，内核篇。Android 内核的核心就是一套 GUI 系统。该部分主要包含视图的内部工作机制及视图管理器（Window Manager Service）和 Activity 管理器（Activity Manager Service）的内部工作机制。

第 3 部分，系统篇。内核不等于操作系统，Android 是一个操作系统，因此，除了内核之外，还必须定义一套系统架构，比如应用程序的格式定义，以及应用程序如何被安装和卸载、输入法框架等，有时候这部分内容也叫做外壳（Shell）。

第 4 部分，编译篇。Android 相关的源码据说超过 1000 万行，这套源码由众多的子项目组成，因此，联合编译这些子项目就是一个复杂的问题。Android 源码中定义了一套编译框架，该框架可以方便地编译不同类型的子项目，比如一个动态链接库项目、Jar 包项目等。了解该套编译架构后，就可以自由地在源码中添加需要的子项目，并控制系统中已有子项目的编译过程。

第 5 部分，硬件驱动篇。Android 目前最成功的产品当然就是智能手机，但同时由于 Android 开源的特点，也就可以应用于其他一些特定的产品，比如玩具、学习机、税控机、门禁系统等，因此，该部分介绍了一款硬件开源的 Android 开发板卡。本来，该部分内容还包括 OpenGL 框架、多媒体框架及 Android 硬件抽象层（HAL）三方面内容，但由于出版时间原因，暂未包含，本书下一版将包含这些内容。

读者对象

本书适合于五类读者。

第一类，开发过 Android 应用程序的工程师。如果你刚开始接触 Android，那么这本书可能会很难理解，建议去 Android 官方网站用两周的时间学习基本的 Android 应用程序开发，或者去看本人早期创作的《Android 程序设计》一书，但要带着怀疑的态度去读。

第二类，Android 技术相关的产品经理。对于产品经理而言，了解项目的技术难度及技术可行性，将有助于制定产品开发时间表。虽然产品经理不需要详细了解技术如何实现，但起码应该知道产品技术的复杂度。

第三类，有扎实的开发经验，却未曾接触过 Android 的开发人员。系统框架的表面尽管各有千秋，但其内涵却不会差别太大，对于有扎实开发经验的朋友而言，只需要重新了解一下 Android 中的新概念，就能快速地将这些新概念与已有的知识融合起来，这样，便可以节省大量的时间。

第四类，正在基于 iOS 开发的工程师。本人最近正在研究 iOS 的开发，令人惊讶的是 iOS 和 Android 开发框架是如此相似。Object-C 语言和 Java 语言的语法虽然差别较大，但其思想却很相似，包括单继承、动态性、内存回收机制等。iOS 和 Android 的 Framework 也惊人相似，比如都使用 sqlite 进行数据存储，也使用 Preference 进行参数存储；视图系统的 API 接口也类似的地方，都可以使用 OpengGL 进行界面绘制。当然，iOS 和 Android 视图系统还是有一定的差别，比如 iOS 中每一个 View 对象都有两个 Layer，从而可以方便地使用 OpenGL 绘制任何一个 View 对象，而 Android 却只有一

个，所以 Android 的动画效果没有 iOS 那样灵活。遗憾的是 iOS 不是开源的，因此，我们没有机会去了解 iOS 内部的详细机制，不过既然 iOS 和 Android 有这么多相似的地方，那么就可以通过了解 Android 的内核机制去思考 iOS 的一些特性。

第五类，想要编写一个 GUI 子系统的学生。Android 虽然更多地用于手机产品，但其内部的 GUI 子系统的实现却是一种通用的思路，因此，可以完全抛开 Android 的系统特性，而仅仅去研究其 GUI 子系统的实现思路，有了这种思路就可以使用各种语言设计自己想要的 GUI 子系统。

欢迎朋友们与我进一步交流，邮件请发至 keyuandan@googlegroups.com。

作　者

CONTENTS

目　录

第 1 部分　基础篇

第 2 部分　内核篇

第 3 部分 系统篇

第 4 部分 编译篇