深入解析

Android虚拟机

张子言 编著

- 采用通俗、易懂的讲解方式
- 汇集实用、易学的操作案例
- 兼顾理论、案例的完美展现

清华大学出版社

深入理解 Android 虚拟机

张子言　编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书循序渐进地讲解了 Android 虚拟机技术的基本知识，内容新颖、知识全面、讲解详细。全书分为 13 个章节，分别讲解了 Android 系统的基础知识、Android 系统的结构和核心框架、Java 虚拟机和 Dalvik 虚拟机的知识、实现程序编译和调试、Dalvik 的运作流程、DEX 优化和安全管理、Android 虚拟机生命周期管理和内存分配策略、虚拟机垃圾收集和线程管理、JNI 的基本原理、JIT 编译的基本过程和具体方法，以及虚拟机中的异常管理机制方面的知识。

本书定位于 Android 的初、中级用户，既可以作为初学者的参考书，也可以作为有一定基础的读者的拔高书。

图书在版编目(CIP)数据

深入理解 Android 虚拟机/张子言编著. --北京：清华大学出版社，2014
ISBN 978-7-302-34408-7

Ⅰ. ①深…　Ⅱ. ①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(2013)第 262524 号

责任编辑：魏　莹
装帧设计：杨玉兰
责任校对：王　晖
责任印制：王静怡

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,010-62791865
印 刷 者：清华大学印刷厂
装 订 者：三河市溧源装订厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：190mm×260mm　　**印　　张**：27.5　　**字　　数**：666 千字
版　　次：2014 年 1 月第 1 版　　**印　　次**：2014 年 1 月第1 次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：49.50 元

产品编号：049308-01

前　言

进入21世纪以来，整个社会已经逐渐变得陌生了！生活和工作的快节奏令我们目不暇接，各种各样的信息充斥着我们的视野、撞击着我们的思维。追忆过去，Windows 操作系统的诞生成就了微软公司的霸主地位，也造就了PC时代的繁荣。然而，以Android和iPhone手机为代表的智能移动设备的发明却敲响了PC时代的丧钟！移动互联网时代已经来临，谁会成为这些移动设备上的主宰？毫无疑问，它就是Android——PC时代的Windows!

3G的璀璨绚丽

随着3G的到来，无线带宽越来越高，使更多内容丰富的应用程序布置在手机上成为可能，如视频通话、视频点播、移动互联网冲浪、在线看书/听歌、内容分享等。为了承载这些数据应用及快速部署，手机的功能将会越来越智能，越来越开放，为了实现这些需求，必须有一个良好的开发平台来支持，在此由Google公司发起的OHA联盟走在了业界的前列，2007年11月推出了开放的Android平台，任何公司及个人都可以免费获取到源代码及开发SDK。由于其开放性和优异性，Android平台得到了业界广泛的支持，其中包括各大手机厂商和著名的移动运营商等。继2008年9月第一款基于Android平台的手机G1发布后，预计三星、摩托罗拉、索爱、LG、华为等公司都将推出Gflg～Android平台的手机，中国移动也将联合各手机厂商共同推出基于Android平台的OPhone。按目前的发展态势，我们有理由相信，Android平台能够在短时间内跻身智能手机开发平台的前列。

自从公元2009年3G牌照在国内发放后，3G、Android、iPhone、Google、苹果、手机软件、移动开发等词越来越充斥于耳。随着3G网络的大规模建设和智能手机的迅速普及，移动互联网时代已经微笑着迎面而来。

作为以创新的搜索引擎技术而一跃成为互联网巨头的Google公司，无线搜索成为其进军移动互联网的一块基石。Android操作系统是Google公司最具杀伤力的武器之一。苹果公司以其天才的创新，使得iPhone在全球迅速拥有了数百万忠实“粉丝”，而Android作为第一个完整、开放、免费的手机平台，使开发者在为其开发程序时拥有更大的自由。与Windows Mobile、Symbian等厂商不同的是，Android操作系统免费向开发人员提供，这样可节省近三成成本，得到了众多厂商与开发者的拥护。自从进入2011年后，Android就一直是市场占有率最高的智能手机系统。并且Android的成功也造就了使用Android系统的手

机制造商，现在三星借助 Android 这个东风，已经成为世界上发货量最大的手机制造商。

巨大的优势

从技术角度而言，Android 与 iPhone 相似，采用 WebKit 浏览器引擎，具备触摸屏、高级图形显示和上网功能，用户能够在手机上查收电子邮件、搜索网址和观看视频节目等。Android 手机比 iPhone 等其他手机更强调搜索功能，界面更强大，可以说是一种融入了全部 Web 应用的开发平台。Android 的版本包括 Android 1.1、Android 1.5、Android 1.6、Android 2.0……当前的最新版本是 Android 4.2。随着版本的更新，从最初的触屏到现在的多点触摸，从普通的联系人到现在的数据同步，从简单的 GoogleMap 到现在的导航系统，从基本的网页浏览到现在的 HTML 5，这都说明 Android 已经逐渐稳定，而且功能越来越强大。此外，Android 平台不仅支持 Java、C、C++等主流的编程语言，还支持 Ruby、Python 等脚本语言，甚至 Google 公司专为 Android 的应用开发推出了 Simple 语言，这使得 Android 有着非常广泛的开发群体。

本书的内容

本书循序渐进地详细讲解了 Android 虚拟机技术的基本知识，内容新颖、知识全面、讲解详细，全书共分 13 章。Android 虚拟机技术博大精深，需要程序员具备极高的水准和开发经验。笔者从事 Android 开发也是短短数载，也不可能完全掌握 Android 优化技术。本书尽可能地将 Android 虚拟机技术的核心内容展现给读者，本书主要讲解了如下所示的核心内容。

- Android 系统框架结构。
- Java 虚拟机和 Dalvik 虚拟机原理。
- 程序编译和调试。
- Dalvik 的运作流程和核心机制。
- DEX 优化技术。
- 安全管理的基本知识。
- Android 虚拟机生命周期管理。
- 虚拟机内存分配策略。
- 虚拟机的垃圾收集机制。
- 线程管理机制和框架。
- JNI 层的原理和核心理念。
- JIT 编译的基本过程。

科学的学习方法

不要认为学习 Android 技术是一件很困难的事情，不断寻找规律，学习新知识和新技能，积累经验，这几乎是每一个电脑高手的成长之路。中国有句古话：“授人以鱼，不如授人以渔”，说的是传授给人既有知识，不如传授给人学习知识的方法。通过本书，我们将告诉读者学习的方法，并介绍一条比较清晰的学习之路。

(1) 积极的心态

无论是知识还是技能，智者之所以能够更好更快地掌握这些知识和技能，在很大程度

上得益于良好的学习方法。人们常说：兴趣是最好的老师，压力是前进的动力，要想获得一个积极的心态，最好能对学习对象保持浓厚的兴趣。如果暂时提不起兴趣，那么就重视来自工作或生活的压力，把它们转为化为学习的动力。

(2) 注重实践

读者在学习本书的过程中，建议学完理论后，进行实际操作。首先学习书中的理论，再动手调试本书中的实例，然后用模拟器运行书中的例子，只有这样才能做到印象深刻，才能真正理解 Android 网络的基本知识。这样当在实际应用中遇到其他类似问题时，才能做到熟能生巧、触类旁通。

(3) 善用资源，学以致用

对于计算机网络技术，除了少部分专业人士外，大部分人学习网络的目的是为了应用，通过网络解决工作中的问题并提高工作效率。“解决问题”常常是促使人学习的一大动机，带着问题学习，不但进步快，而且很容易对网络产生更大的兴趣，从而获得持续的进步。

本书特色

本书的内容相当丰富，内容覆盖全面，满足了 Android 虚拟机技术人员成长道路上的方方面面。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，以完善本人的知识和技能结构。在内容的编写上，本书具有以下特色。

(1) 结构合理

从用户的实际需要出发，科学安排知识结构，内容由浅入深，叙述清楚，并附有相应的总结和练习，具有很强的知识性和实用性，反映了当前 Android 虚拟机技术的发展和应用水平。同时全书精心筛选的最具代表性、读者最关心的知识点，几乎包括 Android 虚拟机技术的所有方面。

(2) 易学易懂

本书条理清晰、语言简洁，可帮助读者快速掌握每个知识点；每个部分既相互连贯又自成体系，使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有针对性的学习。

(3) 实用性强

本书彻底摒弃枯燥的理论和简单的操作，注重实用性和可操作性，本书将 Android 虚拟机技术的理论融合到实际的操作环境中，使用户掌握相关的操作技能的同时，还能学习到相应的开发知识。

本书的读者对象

本书在内容安排上由浅入深，在写作上运用剥洋葱式的分解，非常适合于入门 Android 开发技术的初学者，同时也适合于具有一定 Android 开发基础，想对 Android 开发技术进一步了解和掌握的中级学者。如果你是以下类型的学者，此书会带领你迅速进入 Android 的开发领域。

- 有一定 Android 开发经验的读者。
- 从事 Android 开发的研究人员和工作人员。
- 有一定 Android 开发基础，想快速学会 Android 高级技术的读者。
- 有一定 Android 开发开发基础，需要加深对 Android 技术核心进一步了解和掌握

的程序员。

- 高等院校相关专业的学生，或需要编写论文的学生。
- 企业和公司在职人员、需要提高学习或工作需要的程序员。
- 从事 Android 移动网络开发等相关工作的技术人员。

在本书的写作过程中得到了清华大学出版社工作人员的大力支持，在此特意感谢各位编辑老师们的指点和付出的汗水。另外，笔者毕竟水平有限，书中纰漏和不尽如人意之处在所难免，诚请读者提出意见或建议，以便修订并使之更臻完善。

编　者

目　录

第 1 章　Android 系统介绍

Android 是 2007 年才推出的一款智能手机平台，它是建立在 Linux 的开源基础之上，能够迅速建立手机软件的解决方案。虽然 Android 的外形比较简单，但是其功能十分强大，当前已经成了一个新兴的热点，并且成了市场占有率排名第一的智能手机操作系统。本章将简单介绍 Android 系统的相关知识，让读者了解 Android 的发展之路。

1.1　Android 是一款智能手机

其实在 Android 系统诞生之前，智能手机就已经大大丰富了人们的生活，受到了广大手机用户的追捧。各大手机厂商在利益的驱动之下，纷纷建立了自己的智能手机操作系统来抢夺市场份额。Android 系统就是在这个风起云涌的历史背景下诞生的。

1.1.1　什么是智能手机

智能手机是指具有像个人电脑那样强大的功能，拥有独立的操作系统，用户可以自行安装游戏等第三方服务商提供的程序，并且可以通过移动通信网络来接入无线网络。在 Android 系统诞生之前，市面上已经有了多款智能手机产品，例如，Symbian 和微软公司的 Windows Mobile 系列等。

一般来说，智能手机必须具备下面的功能标准。

(1) 操作系统必须支持新应用的安装。

(2) 高速处理芯片。

(3) 支持播放式的手机电视。

(4) 大存储芯片和存储扩展能力。

(5) 支持 GPS 导航。

根据上述标准，手机联盟公布了如下智能手机的主要特点。

(1) 具备普通手机的所有功能，例如，可以进行正常的通话和收发短信等基本的手机应用。

(2) 是一个开放性的操作系统，在系统上可以安装更多的应用程序，从而实现功能的无限

扩充。

(3) 具备上网功能。

(4) 具备 PDA 的功能，能够实现个人信息管理，日程记事，任务安排，多媒体应用，浏览网页。

(5) 可以根据个人需要扩展机器的功能。

(6) 扩展性能强，并且可以支持第三方软件。

1.1.2 当前主流的智能手机系统

在当今市面中最主流的智能手机系统当属微软、塞班、PDA、黑莓、苹果和本书的主角 Android。

1. 微软的 Windows Mobile

Windows Mobile 是微软公司的一款杰出产品，Windows Mobile 将用户熟悉的 Windows 桌面扩展到了个人设备中。使用 Windows Mobile 操作系统的设备主要有 PPC 手机、PDA、随身音乐播放器等。Windows Mobile 操作系统有三种，分别是 Windows Mobile Standard、Windows Mobile Professional、Windows Mobile Classic。

2. 塞班系统 Symbian

塞班系统是由诺基亚、索尼爱立信、摩托罗拉、西门子等几家大型移动通信设备商共同出资组建的一个合资公司。该公司专门研发手机操作系统，现已被诺基亚全额收购。Symbian 有着良好的界面，采用内核与界面分离技术，对硬件的要求比较低，支持 C++，Visual Basic 和 J2ME。目前根据人机界面的不同，Symbian 的 UI(User Interface 用户界面)平台分为 Series60、Series80、Series90、UIQ 等。其中 Series60 主要是用在数字键盘的手机，Series80 是为完整键盘设计的，Series90 则是为触控笔方式而设计的。

注意： (1) 2010 年 9 月，诺基亚公司宣布将从 2011 年 4 月起从 Symbian 基金会(Symbian Foundation)手中收回 Symbian 操作系统控制权。由此看来，诺基亚公司在 2008 年全资收购塞班公司之后希望继续扩大塞班影响力的愿望并没有实现。

(2) 在苹果和 Android 的强大市场攻势下，诺基亚公司在 2011 年 2 月 11 日宣布与微软公司达成广泛战略合作关系，并将 Windows Phone 作为其主要的智能手机操作系统。这家芬兰手机巨头试图通过结盟扭转颓势。截止本书成稿时，诺基亚和微软公司联合推出了最新版本 Windows Phone 8。

(3) 2011 年 8 月 15 日，谷歌和摩托罗拉移动公司共同宣布，谷歌公司将以每股 40.00 美元现金收购摩托罗拉移动公司，总额约 125 亿美元，相比摩托罗拉移动公司股份的收盘价溢价了 63%，双方董事会都已全票通过该交易。谷歌公司的 CEO 拉里·佩奇表示，摩托罗拉移动公司将完全专注于 Android 系统，收购摩托罗拉移动公司之后，将增强整个 Android 生态系统。佩奇同时表示，Android 将继续开源，收购的一个目的是为了获得专利。

3. Palm

Palm 是流行的个人数字助理(PDA，又称掌上电脑)的传统名字。从广义上讲，Palm 是 PDA 的一种，是 Palm 公司发明的。而从狭义上讲，Palm 是 Palm 公司生产的 PDA 产品，区别于 SONY 公司的 Clie 和 Handspring 公司的 Visor/Treo 等其他运行 Palm 操作系统的 PDA 产品。其显著特点之一是写入装置输入数据的方法，用户能够点击显示器上的图标选择输入的项目。2009 年 2 月 11 日，Palm 公司 CEO Ed Colligan 宣布以后将专注于 WebOS 和 Windows Mobile 的智能设备，而将不会再有基于“Palm OS”的智能设备推出，除了 Palm Centro 会在以后和其他运营商合作时继续推出。

4. 黑莓 BlackBerry

BlackBerry 是加拿大 RIM 公司推出的一种移动电子邮件系统终端，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，它的最大优势是收发邮件。正因为这一优势，所以特别收到了商务用户的青睐。

5. iOS

iOS 作为苹果移动设备 iPhone 和 iPad 的操作系统，在 App Store 的推动下，成为世界上引领潮流的操作系统之一。原本这个系统名为“iPhone OS”，直到 2010 年 6 月 7 日，在 WWDC 大会上宣布改名为“iOS”。iOS 的用户界面的概念基础上是能够使用多点触控直接操作。控制方法包括滑动、轻触开关及按键。与系统交互包括滑动(Swiping)、轻按(Tapping)、挤压(Pinching，通常用于缩小)及反向挤压(Reverse Pinching or unpinching 通常用于放大)。此外通过其自带的加速器，可以令其旋转设备改变其 y 轴以令屏幕改变方向，这样的设计令 iPhone 更便于使用。

从最初的 iPhone OS，演变至最新的 iOS 系统，iOS 成为苹果新的移动设备操作系统，横跨 iPod Touch、iPad、iPhone，成为苹果最强大的操作系统。甚至新一代的 Mac OS X Lion 也借鉴了 iOS 系统的一些设计，可以说 iOS 是苹果的又一个成功的操作系统，能给用户带来极佳的使用体验。

6. Android

Android 是我们本书的主角，是谷歌公司于 2007 年 11 月 5 日宣布的基于 Linux 平台的开源手机操作系统的名称。Android 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。

1.2　Android 的巨大优势

从 2007 年 11 月 5 日诞生起，到 2011 年 7 月，安卓系统在智能手机的占有率高达 43%，位居智能手机系统占有率排行榜的第一位。并且随着各大厂商新产品的推出，必然会继续巩固这一地位。为什么安卓能在这么多的智能系统中脱颖而出，成为市场占有率第一的手机系统呢？要想分析其原因，需要先了解它的巨大优势，分析究竟是哪些优点吸引了厂商和消费者的青睐。

(1)　第一个优势——系出名门

Android 是出身于 Linux 家族，是一款号称开源的手机操作系统。当 Android“一炮走红”之后，各大手机联盟纷纷加入，并且都推出了各自系列产品。这个联盟由包括中国移动、三星、

摩托罗拉、高通、宏达电和 T-Mobile 等在内的 30 多家技术和无线应用的领军企业组成。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次的合作伙伴关系，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。

(2) 第二个优势——开发团队的支持

Android 的研发队伍阵容豪华，包括摩托罗拉、Google、HTC(宏达电子)、PHILIPS、T-Mobile、高通、魅族、三星、LG 以及中国移动公司在内的 34 家企业，他们都将基于该平台开发手机的新型业务，应用之间的通用性和互联性将在最大程度上得到保持。

(3) 第三个优势——诱人的奖励机制

谷歌公司为了提高程序员的开发积极性，不但为他们提供了一流硬件的设置和一流的软件服务，而且还采取了振奋人心的奖励机制，定期召开比赛，创意和应用夺魁者将会得到重奖。

(4) 第四个优势——开源

开源意味着对开发人员和手机厂商来说，Android 是完全无偿免费使用的。因为源代码公开的原因，所以吸引了全世界各地无数程序员的热情。于是很多手机厂商都纷纷采用 Android 作为自己产品的系统，甚至包括很多山寨厂商。而对于开发人员来说，众多厂商的采用就意味着人才需求大，所以纷纷加入到 Android 的开发大军中来。

1.3 在电脑上启动 Android 虚拟机

要想在电脑中启动 Android 虚拟机，需要做很多事情。本节将详细介绍在 Windows 环境下搭建启动 Android 虚拟机的基本过程。

1.3.1 安装 Android SDK

在 Android 虚拟机前，一定需要先确定基于 Android 应用软件所需要的开发环境，具体要求如表 1-1 所示。

表 1-1 开发系统的需求参数

项 目	版本要求	说 明	备 注
操作系统	Windows XP/Windows7/ Windows 8	根据自己的电脑自行选择	选择自己最熟悉的操作系统
软件开发包	Android SDK	选择最新版本的 SDK	截至目前，最新手机版本是 4.5，最普及的版本是 2.3
IDE	Eclipse IDE+ADT	Eclipse 3.3 以上版本和 ADT(Android Development Tools) 开发插件	选择 for Java Developer
其他	JDK Apache Ant	Java SE Development Kit 5 或 6	不能选择单独的 JRE 进行安装，必须要有 JDK

Android 开发工具是由多个开发包组成的，其中最主要的开发包如下。

- JDK：可以到网址 http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html

下载。

- Eclipse：可以到网址 http://www.eclipse.org/downloads/ 下载 Eclipse IDE for Java Developers。
- Android SDK：可以到网址 http://developer.android.com 下载。
- 下载对应的开发插件。

1.3.2　安装 JDK、Eclipse、Android SDK

本书所介绍的 Android 的安装是以 Windows 7 为平台，安装的软件为 JDK 1.6 、Eclipse 3.3、ADT1.5、Android SDK 4.0。下面具体介绍各个软件的安装步骤，并且在配套的视频中有更详细的介绍。

1．安装 JDK

安装 Eclipse 的开发环境需要 JRE 的支持，在 Windows 上安装 JRE/JDK 非常简单。

(1) 在 Oracle 公司的官方网站下载，网址为 http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html，如图 1-1 所示。

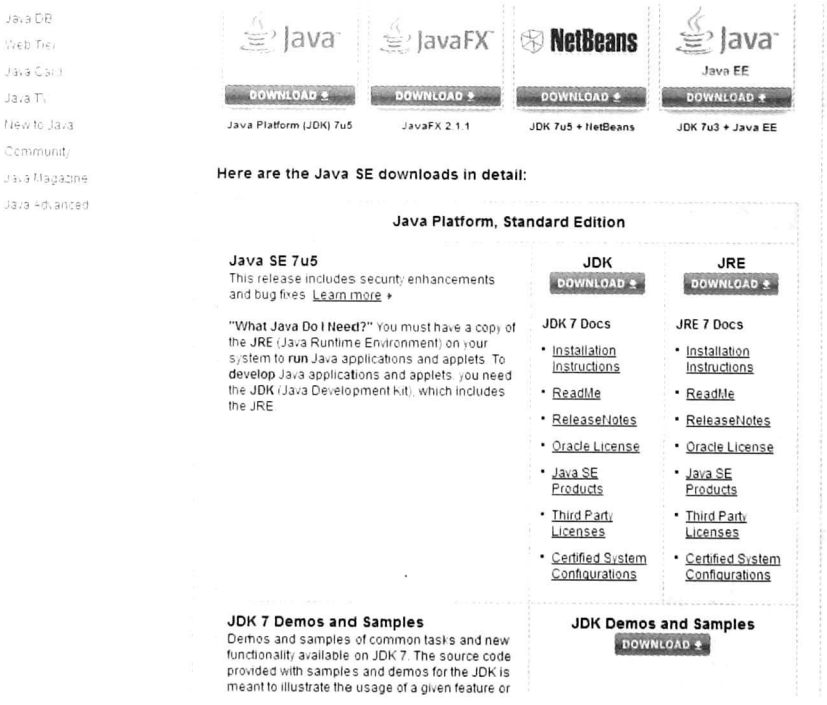

图 1-1　Oracle 官方下载页面

(2) 在图 1-1 中可以看到 JDK 有很多版本，运行 Eclipse 时虽然只需要 JRE 就可以了，但是在开发 Android 应用程序的时候，是需要完整的 JDK(JDK 已经包含了 JRE)，且要求其版本在 1.5 以上，这里选择 Java SE (JDK) 6，其下载页面如图 1-2 所示。

(3) 在图 1-2 中找到 JDK 6 Update 22，单击其右侧的 Download 按钮后弹出填写登录信息界面，在此输入你的账号信息，如果没有账号可以免费注册一个，然后单击 Continue 按钮，如图 1-3 所示。