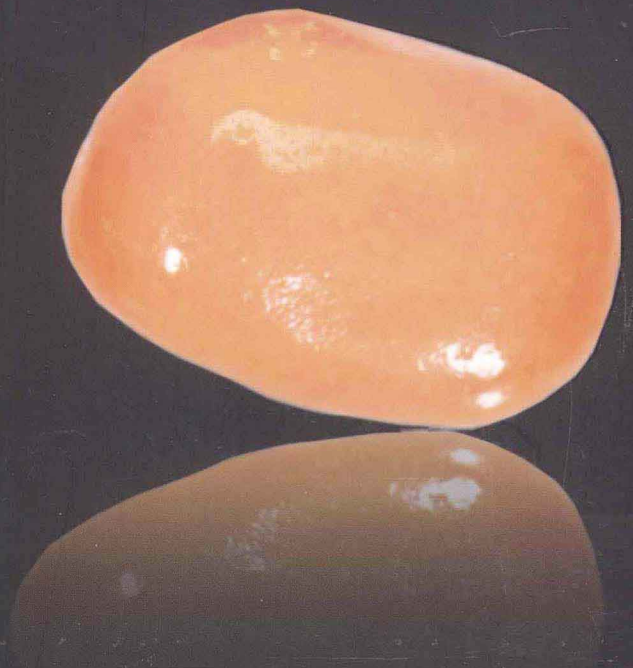
移动开发经典丛书

构建图形丰富与更佳性能的原生应用



Pro Android C++ with the NDK

Android C++ 高级编程——使用NDK

[美] Onur Cinar 著
于红 佘建伟 冯艳红 译

Apress®
清华大学出版社

移动开发经典丛书

Android C++高级编程
——使用 NDK

[美] Onur Cinar 著
于红 佘建伟 冯艳红 译

清华大学出版社
北 京

Onur Cinar
Pro Android C++ with the NDK
EISBN：978-1-4302-4827-9

北京市版权局著作权合同登记号　图字：01-2013-4603

图书在版编目(CIP)数据

Android C++高级编程——使用 NDK / (美) 辛纳 (Cinar,O.) 著；于红，佘建伟，冯艳红 译. —北京：清华大学出版社，2014
(移动开发经典丛书)
书名原文：Pro Android C++ with the NDK

ISBN 978-7-302-34301-1

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①辛… ②于… ③佘… ④冯… 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 251610 号

责任编辑：王　军　于　平
装帧设计：牛艳敏
责任校对：邱晓玉
责任印制：刘海龙

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：北京市密云县京文制本装订厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张**：22.5　　**字　　数**：548 千字
版　　次：2014 年 1 月第 1 版　　**印　　次**：2014 年 1 月第1 次印刷
印　　数：1～4000
定　　价：59.80 元

产品编号：053087-01

译 者 序

Android 是 Google 公司基于 Linux 平台开发的开源手机操作系统，自然要对 C、C++提供原生的支持。通过 Google 发布的 Android 手机 NDK(Native Development Kit)，应用程序可以非常方便地实现 Java 与 C/C++代码的相互沟通。合理地使用 NDK，可以提高应用程序的执行效率。所以，对于 Android 开发人员来说，NDK 是必须掌握的工具。

本书的作者 Onur Cinar 在美国宾州费城 Drexel 大学获得计算机科学理学学士学位。他有 17 年的移动通信领域大规模复杂软件项目的设计、开发和管理经验。自 Android 平台问世以来，Onur Cinar 一直积极从事 Android 开发工作，目前在微软 Skype 分部担任 Android 平台的 Skype 客户端高级产品工程经理。出版了多部 Android 开发应用方面的图书。

本书提供了 Android NDK 开发的全面信息，介绍了从 NDK 开发环境搭建的每一步细节，NDK 的基本概念和体系结构，具体的开发流程和方法。同时还比较详尽地介绍了 Android NDK 对 C、C++标准库的支持。是一本关于 Android NDK 开发的全新入门指南。

本书译者团队具有丰富的系统设计与开发经验。于红在计算机应用技术领域工作 20 余年，承担 Java 语言程序设计、Visual Basic 等程序设计、操作系统等课程的教学任务，熟悉程序设计类课程的教学规律，具有较强的语言组织和语言表达能力，在国内外期刊及知名国际会议上发表论文 40 余篇，其中被三大检索收录 22 篇，出版教材 3 部。佘建伟先后就职于腾讯(大连)无线研发中心和东软(大连)集团有限公司。主要从事移动互联网应用开发以及嵌入式产品的设计和开发。从 2010 年至今一直从事 Android 应用与游戏开发和 Framework 内核以及 Android 底层开发技术的研究，对 Android 内核有较为深刻的理解。此外对移动互联网产品交互设计和产品运营也有一定的研究。目前已出版一本译著《Android 4 高级编程(第 3 版)》。冯艳红从事计算机应用技术教学及研究工作 7 年多，主要承担 Java 语言程序设计、C 语言程序设计、C++面向对象的程序设计等课程的教学工作，参与了多个项目的开发，具有较强的理论基础和程序开发经验。

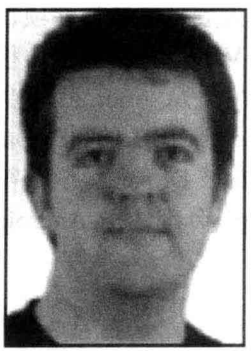
于红负责翻译第 3～10 章，佘建伟负责翻译第 11～14 章，冯艳红负责翻译第 1 章、第 2 章、前言、内封、封底等。参与翻译活动的还有孙庚、王芳、黄璐、史鹏辉、崔春雷、何南、孙京恩、王美妮；另外李青、孔亮亮、王宁三位同学协助完成本书部分内容的翻译，没有他们的帮助不可能完成本书的翻译工作，在此对他们表示衷心的感谢。由于时间仓促、译者的水平及精力有限，一定存在谬误，希望读者们多多批评指正。

译者

作 者 简 介

Onur Cinar 有超过 17 年的移动和通信领域大规模复杂软件项目的设计、开发和管理经验。他的专业技能包括 VoIP、视频通信、移动应用程序、网格计算和不同平台上的网络技术。从 Android 平台问世他就一直积极从事这方面的工作。他是 Apress 出版的 *Android Apps with Eclipse* 一书的作者。他在美国宾州费城 Drexel 大学获得计算机科学理学学士学位。现就职于微软 Skype 分部，任 Android 平台的 Skype 客户端高级产品工程经理。

技术审校者简介



Grant Allen 在 IT 领域工作了 20 年，主要职位是 CTO、企业架构师和数据库架构师。他曾经在全球各地的私企、学术界和政府部门工作过，专长是进行全球通用的系统设计、开发和性能优化。他经常在产业界和学术界的会议上发言，涉及的主题从数据挖掘到兼容性，以及诸如数据库(DB2、Oracle、SQL Server 以及 MySQL)，内容管理，协作，颠覆性的创新和像 Android 这样的移动生态系统之类的技术。

他的第一个 Android 应用程序是一个提醒他完成所有其他未完成的 Android 项目的任务列表。

Grant 在谷歌工作，利用空闲时间攻读博士学位，博士论文的研究题目是构建创新性的高技术环境。

他是 *Beginning DB2: From Novice to Professional* (Apress, 2008)的作者，*Oracle SQL Recipes: A Problem-Solution Approach* (Apress, 2010)和 *The Definitive Guide to SQLite, 2nd Edition* (Apress, 2010)的主编。

前　言

Android 是移动电话市场的主要角色而且其市场份额正在持续增长。它是第一个完整的、开放的、免费的移动平台，该平台给移动应用开发者提供了无限的机会。

虽然 Android 平台的官方程序语言是 Java，但应用开发者不限于仅使用 Java 技术。

Android 允许应用开发者通过 Android 原生开发包(NDK)使用诸如 C 和 C++之类的原生代码语言实现他们的部分应用。本书中我们将学习如何用 Android NDK 通过原生代码语言去实现自己的 Android 应用中对性能要求较高的部分。

本书介绍了原生应用开发、可用的原生 API 以及故障排除技术的详细叙述，包括用按步骤的指导和屏幕截图以帮助 Android 开发人员迅速达到开发原生应用的目的。

主要内容：

- 在主要的操作系统上安装 Android 原生开发环境。
- 使用 Eclipse 集成开发环境开发原生代码。
- 使用 Java 原生接口(JNI)将原生代码与 Java 代码连接。
- 用 SWIG 自动生成 JNI 代码。
- 用 POSIX 和 Java 线程开发多线程原生应用。
- 用 POSIX sockets 开发网络原生应用。
- 用 logging、GDB 和 Eclipse 调试器调试原生代码。
- 用 Valgrind 分析内存问题。
- 用 GProf 测试应用性能。
- 用 SIMD/NEON 优化原生代码。

下载代码

读者可以在 www.apress.com 上下载本书源代码。

联系作者

读者可以通过作者的 Android C++ with the NDK 网站 http://www.zdo.com/android-c++-with-the-ndk 联系作者。

目　录

第 1 章

Android 平台上的 C++入门

毋庸置疑，探索和实践是学习的最佳方法。本书一开始就为读者讲解功能完备的开发环境，使读者可以在以后各章的学习过程中用实例进行探索和实验。Android C++开发环境主要由以下几部分构成：

- Android 软件开发包(Software Development Kit，SDK)
- Android 原生开发包(Native Development Kit，NDK)
- Eclipse 上的 Android 开发工具(Android Development Tools，ADT)插件
- Java 开发包(Java Development Kit，JDK)
- Apache ANT 构建系统
- GNU Make 构建系统
- Eclipse IDE

本章循序渐进地讲解正确配置 Android C++开发环境的步骤，Android 开发工具可以在以下三种操作系统平台上运行：

- Microsoft Windows
- Apple Mac OS X
- Linux

由于不同操作系统的需求和安装步骤差异较大，因此下面将分别阐述不同操作系统上 Android C++开发环境的安装步骤，可以跳过你不使用的操作系统。

1.1 Microsoft Windows

Android 开发工具可以在 Windows XP(仅限于 32 位)、Vista 或 Windows 7 中运行。在本节中你需要下载并安装以下组件：

- Java JDK 6
- Apache ANT 构建系统
- Android SDK

- Cygwin
- Android NDK
- Eclipse IDE

1.1.1 在 Windows 平台上下载并安装 JDK 开发包

Android 开发工具要求必须安装 JDK(Java Development Kit)，不能只安装 JRE(Java Runtime Edition)，在安装 Android 开发工具之前需要先安装 Java JDK 6。

注意：

为遵守上述版本号，Android 开发工具只支持版本 5 或者 6 的 Java 编译器。用 JDK 6 更简单且不易出错。

Android 开发工具支持多种发行版本的 JDK，例如：IBM JDK、Open JDK 以及 Oracle JDK(即以前的 Sun JDK)。因为 Oracle JDK 支持的平台较多，本书使用 Oracle JDK 为例进行讲解。

请访问 www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html 网站，按照以下步骤下载 Oracle JDK：

(1) 如图 1-1 所示，单击 JDK 6 下载按钮开始下载，本书编写时最新版本的 Oracle JDK 6 是 Update 33。

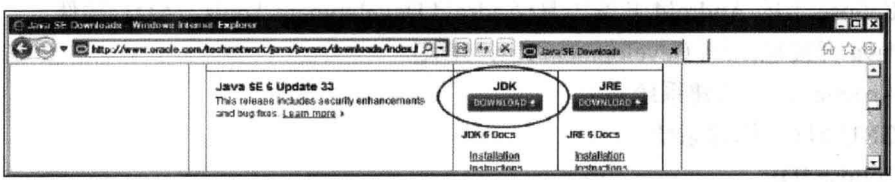


图 1-1 Oracle JDK 6 下载按钮

(2) 单击 Oracle JDK 6 Download 按钮之后进入支持平台的 Oracle JDK 6 安装包清单页面。

(3) 选中 Accept License Agreement 选项并下载 Windows x86 安装包，如图 1-2 所示。

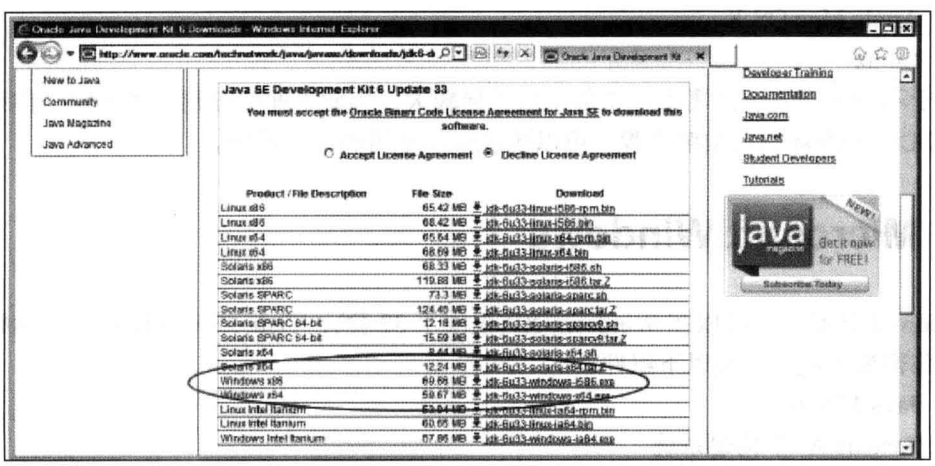


图 1-2 下载 Windows x86 下的 Oracle JDK 6

现在可以安装了。Windows 平台下的 Oracle JDK 6 安装包带有图形安装向导，它将指导你完成 JDK 的安装。安装向导首先安装 JDK，然后安装 JRE。在安装过程中，安装向导会让你指定安装目录以及要安装的组件，如图 1-3 所示。当然，此处可以使用默认值。此时，要记住 JDK 的安装目录以备环境变量设置时使用。

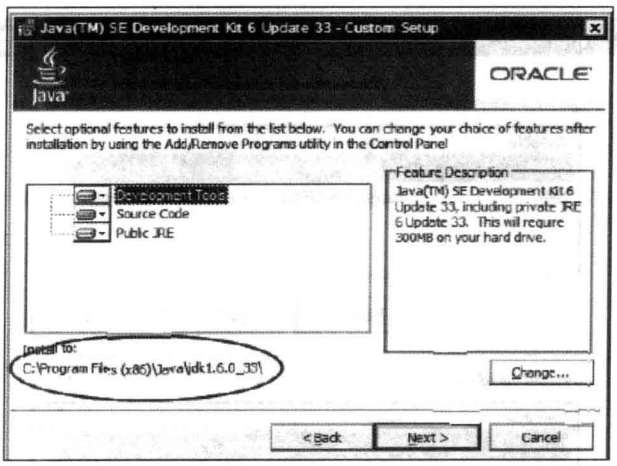


图 1-3　Oracle JDK 6 安装目录

安装完成时 JDK 准备就绪，安装向导不会自动将 Java 二进制目录加入系统可执行文件搜索路径，即 PATH 环境变量中，这一步要在 JDK 安装的最后一步手工完成：

(1) 在 Start 按钮菜单中选择 Control Panel。

(2) 单击 System 图标进入 System Properties 对话框。

(3) 单击 Advanced 选项卡，然后单击此选项卡中的 Environment Variables 按钮，如图 1-4 所示。

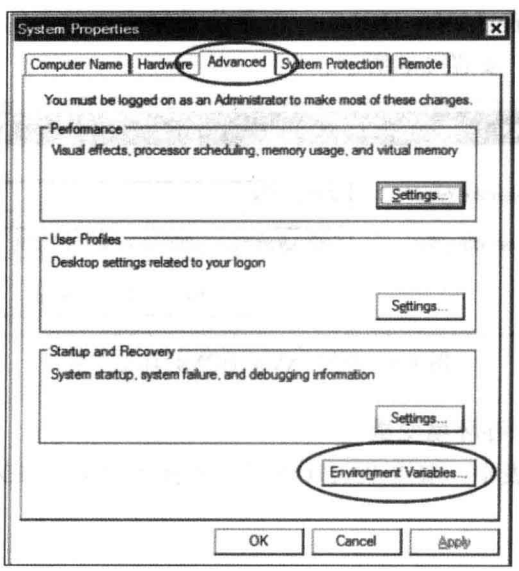


图 1-4　System Properties 对话框

(4) 单击 Environment Variables 按钮将启动 Environment Variables 对话框，该对话框由两部分构成：上面是 User Environment Variables(用户环境变量)，下面是 System Environment Variables(系统环境变量)。

(5) 在系统变量部分单击 New 按钮定义新的环境变量，如图 1-5 所示。

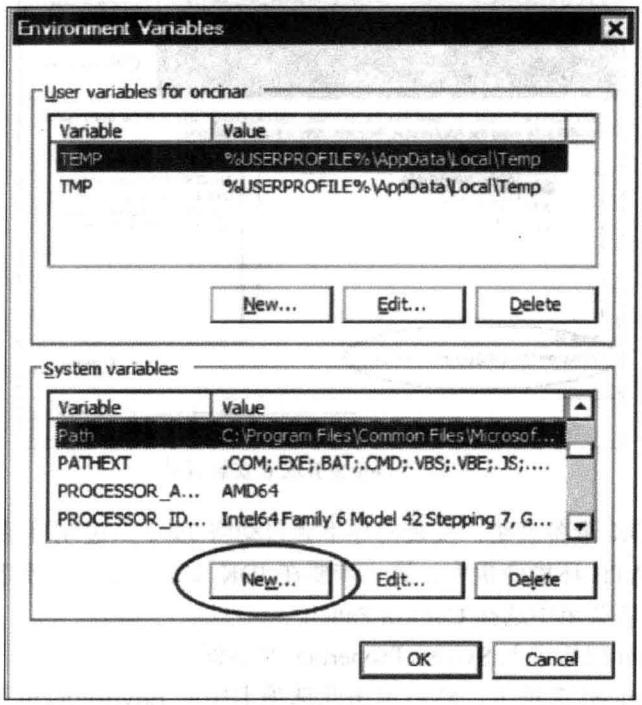


图 1-5　Environment Variables 对话框

(6) 将变量名设置成 JAVA_HOME，变量值设置成在前面的安装过程中记录下来的 Oracle JDK 的安装目录，如图 1-6 所示。

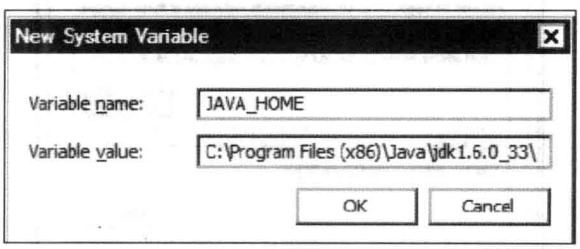


图 1-6　新的 JAVA_HOME 环境变量

(7) 单击 OK 按钮保存环境变量。

(8) 在系统变量列表中，双击 PATH 变量，并将;%JAVA_HOME%\bin 追加到变量值后面，如图 1-7 所示。

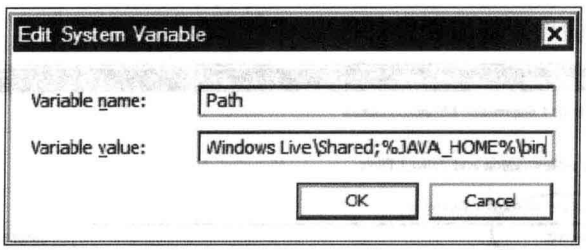


图 1-7　将 Oracle JDK 二进制路径追加到系统 PATH 变量中

现在 Oracle JDK 成为系统可执行文件搜索路径的一部分了，且该地址很容易找到。为了验证安装是否成功，选择 Start | Accessories | Command Prompt，打开一个命令提示窗口，在命令提示符下执行 javac –version。如果安装成功，就会看到 Oracle JDK 版本号，如图 1-8 所示。

图 1-8　Oracle JDK 安装的有效性验证

1.1.2　在 Windows 平台上下载并安装 Apache ANT

Apache ANT 是命令行构建工具，其任务是驱动根据目标和任务所描述的任何类型过程。Android 开发工具要求安装 Apache ANT 1.8 及以后版本，在本书编写时，最新版本是 Apache ANT 1.8.4。

请访问 http://ant.apache.org/bindownload.cgi 网站下载 Apache ANT，下载安装包为 ZIP 格式，如图 1-9 所示。安装步骤如下：

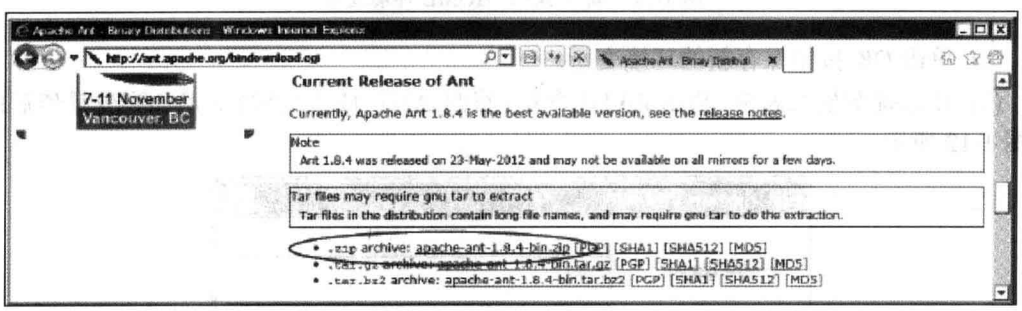


图 1-9　ZIP 格式的 Apache ANT 下载安装包

(1) Windows 操作系统支持 ZIP 文件，当下载完成时右击该 ZIP 文件。

(2) 在上下文菜单中选择 Extract All 打开 Extract Compressed Folder 向导。

(3) 单击 Browse 按钮，选择目标目录，如图 1-10 所示。因为 ZIP 文件已经包含一个名为 apache-ant-1.8.4 的目录用来保存 Apache ANT 文件，因此不需要建立专用的空白目标目录。本书中 C:\android 目录是用来保存 Android 开发工具及其相关工具的根目录，要记