

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、JGP、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

1.2.1 应用程序

Java 为编程语言，使得 Android 从接口到功能都有层出不穷的变化。其中 Activity 等同 J2ME 的 MIDlet，一个 Activity 类 (Class) 负责建立视窗 (Window)，Activity 通常在前台 (Foreground) 工作，而在后台 (Background) 运行的程序被称为 Service。Activity 和 Service 之间通过 ServiceConnection 和 AIDL 链接，达到复数程序同时运行的效果。如果运行中 Activity 的全部画面被其他 Activity 取代，则该 Activity 便被停止，甚至被系统清除 (Kill)。

View 基本上等同于 J2ME 中的 Displayable，程序人员可以通过 View 类与“XML layout”文件来设置用户界面。从 Android 1.5 版本开始，可以利用 View 生成 Widget，Widget 是 View 的一种特例，因此可以使用 XML 文件来设计和配置 Widget 的 layout。例如，HTC 制造的 Android Hero 手机含有大量的 Widget。ViewGroup 则是各种 layout 的基础抽象类，ViewGroup 之内还可以嵌入 ViewGroup。通常，View 的构造函数不需要在 Activity 中调用 (注意，在 Displayable 中是必需的)。在 Activity 中，一般要通过 findViewById() 来从 XML 中获取。Android 系统中，View 与事件 (Event) 息息相关，两者之间通过 Listener 结合在一起，每一个 View 都可以注册一个 Event Listener。例如，当 View 要处理用户触碰 (Touch) 的事件时，就要向 Android 框架注册 View.OnClickListener。

1.2.2 中间件

操作系统与应用程序的沟通桥梁分为两层：函数层 (Library) 和虚拟机 (Virtual Machine)。

函数层中的 Bionic 是 Android 改良 Libc 的版本。Android 同时包含了 Webkit，所谓的 Webkit 就是 Apple Safari 浏览器背后的引擎。Surface flinger 用于将 2D 或 3D 的内容显示到屏幕上。Android 使用的工具链 (Toolchain) 为 Google 自己研发的 Bionic Libc。

Android 采用 OpenCORE 作为基础多媒体框架。OpenCORE 可分为 7 大块：PVPlayer、PVAuthor、Codec、PacketVideo Multimedia Framework (PVMF)、Operating System Compatibility Library (OSCL)、Common、OpenMAX。

Android 使用 Skia 为内核图形引擎，搭配 OpenGL/ES。Skia 与 Linux Cairo 功能相当。2005 年，Skia 公司被 Google 收购；2007 年年初，Skia GL 源代码被公开，目前 Skia 也是 Google Chrome 的图形引擎。

Android 的多媒体数据库采用 SQLite3 数据库系统。数据库又分为共用数据库与私用数据库。用户可通过 ContentResolver 类 (Column) 获得共用数据库。

Android 的中间层多以 Java 实现，并且采用特殊的 Dalvik 虚拟机 (Dalvik Virtual Machine) 运行。Dalvik 虚拟机是一种“寄存器形态” (Register Based) 的 Java 虚拟机，变量皆存放于寄存器中，虚拟机的指令相对减少。

Dalvik 虚拟机可以有多个 Instance, 每个 Android 应用程序都由一个相对独立的 Dalvik 虚拟机来运行, 可让系统在运行程序时达到优化。Dalvik 虚拟机并非运行 Java Bytecode, 而是运行一种称为 .dex 格式的文件。

1.2.3 硬件抽象层

Android 硬件抽象层 HAL(Hardware Abstract Layer)用于将 Android Framework 与 Linux Kernel 分隔开, 降低对 Linux Kernel 的依赖, 以实现 Kernel Independent。它目前以 HAL Stub 的形式存在, 本身是 .so 档, 属于 proxy 的概念。Android Runtime 向 HAL 取得 Stub 的 Operations, 再以 Callback 的方式操作函数。

1.2.4 操作系统

Android 运行于 Linux Kernel 之上, 但并不是 GNU Linux。原因是 GNU Linux 里的功能 Android 大都没有支持, 如 Cairo、X11、Alsa、FFmpeg、GTK、Pango、Glibc 等都被移除了。Android 又以 Bionic 取代了 Glibc, 以 Skia 取代了 Cairo, 再以 Opencore 取代了 FFmpeg 等。为了达到商业应用, Android 必须移除关于 GNU Copyleft 的限制, 如 Android 将驱动程序移到 Userspace, 使得 Linux Driver 与 Linux Kernel 彻底分开。

目前 Android 的 Linux Kernel 控制包括安全 (Security)、存储器管理 (Memory Management)、程序管理 (Process Management)、网络堆栈 (Network Stack)、驱动程序模型 (Driver Model) 等。^[4]

10

1.3 其他主要智能手机开发平台

目前流行的智能手机开发平台有 iOS、Windows CE、Symbian OS、Palm 等。按照源代码、内核和应用环境等的开放程度划分, 智能手机开发平台可分为开放型平台(基于 Linux 内核)和封闭型平台(基于 Windows 内核)两大类。

1.3.1 iOS 简介

iOS 是由苹果公司开发的移动操作系统, 属于类 UNIX 的商业操作系统。iOSX 是有限的 SDK (软件开发工具包), 保证程序员可以利用全功能 OS, 而不必深入核心, 也就是说, 核心是不完全开放的。原本这个系统名为 iPhone OS, 因为 iPad、iPhone、iPod touch 都使用 iPhone OS, 所以 2010 年的 WWDC 大会上宣布将其改名为 iOS。苹果公司于 2014 年 WWDC (苹果开发者大会) 发布的新开发语言 Swift, 可与 Objective-C 共同运行于 Mac OS 和 iOS 平台, 用于搭建基于苹果公司平台的应用程序。其语法内容混合了 OC、JS、Python,

语法简单，使用方便。^[5]

1.3.2 Windows CE 简介

Windows CE 虽然不是一个严格意义上的实时内核，却是专门为嵌入式系统设计的。它支持嵌套中断，允许更高优先级别的中断首先得到响应，而不需要等待低级别的 ISR (Interruption Service Routine, 中断服务程序) 完成。这使得该操作系统具有嵌入式操作系统所要求的实时性，同时有更好的线程响应能力。Windows CE 对高级别 IST (中断服务线程) 的响应时间上限的要求更加严格，在线程响应能力方面进行了改进，可帮助开发人员掌握线程转换的具体时间，并通过增强的监控能力和对硬件的控制能力帮助他们创建新的嵌入式应用程序。另外，Windows CE 有 256 个优先级别，这样使得开发人员在控制嵌入式系统的时序安排方面有更大的灵活性。

Windows CE 是封闭的操作系统，其软件 Windows 是商业软件，它的源代码是企业的最高机密，因此不可能开放。使用类似于 Visual C++ 的软件，第三方可以开发应用 Windows CE。Windows CE 也利用了类似于视窗的 .NET 框架，但所有的使用和服务都是收费的。

从硬件支持能力上看，Windows CE 支持 Arm、MIPS、X86 和 SuperH。

Windows CE 也已经发现了一些病毒感染的案例，病毒作者对微软平台的热衷在手机系统上得到了延续。Windows CE 很早就被发现存在安全漏洞，典型的漏洞是允许攻击者向使用该系统的手机发送恶意代码，这一点与基于 Windows 的 PC 系统非常相似。^[5]

1.3.3 Symbian 简介

Symbian 9.0 及以后的版本使用了 EKA2 核心。EKA2 全面改进了原有的任务调度算法，完全支持实时性，支持某些高带宽、高优先级的任务对系统的基本实时性要求。这些任务包括 VoIP 网络电话、高速率的视频在线点播。EKA2 的改进有：内核实时 (real-time) 增强，多线程处理能力更好，API 调用更高效快速，使得 EKA2 成为一个真正意义上的 32 位操作系统。

Symbian 系统本身存在一些安全漏洞，因此其目前受病毒影响最深。已经发现的针对 Symbian 的病毒超过了 50 种，这些病毒通常感染 Symbian 6.0 系统，而 UIQ 平台极少发生感染。最为人所知的 Cabir 病毒是通过运用蓝牙连接对 Symbian 手机进行 DoS 攻击的。由于越来越多的个人信息（如电话簿、商业机密文档）会被保存在智能手机中，为了防止恶意软件或病毒窃取这些信息或耗费用户的通信费用，Symbian 9.0 及以后的版本引入了新的系统安全模型。Symbian 9.0 以前的系统中安装的某个软件的所有文件都会存储在 \system\apps\xxx 目录下，Symbian 9.0 及以后的系统中安装的某个软件中的不同文件会存放在不同的目录下。例如，可执行文件 (.exe, 以前是 .app) 放在 \sys\bin 下，资源文件放在 \resource 下，每个软件的所有私有数据被放在 \private\ 下，其他目录是供所有软件共享的目录。其中 \sys\bin 和 \resource 用户不能更改，可执行文件只能由安装程序复制进去，\private\ 只能由软

件安全包所对应的软件访问。可执行文件引入了能力模型，取得某些能力如访问用户的电话簿、发送短信、修改手机设置等，需要让可执行文件获得 Symbian 公司或诺基亚公司的数字签名。该系统还具备可执行文件防篡改功能，安装经过修改的软件包，或者用读卡器修改存储卡的 \sys\bin 目录，会被 Symbian 系统发现。引入这些特性，使得系统的安全性大大提高，各种私人数据可以放心地保存在手机中。但是安全模型的引入，却导致 Symbian 系统出现了兼容性问题。

Symbian 系统可以支持从 ARM9 系列到 ARM11 系列的所有 ARM 处理器。Symbian OS v9.5 是业界首款可支持 ARM Cortex-A8 处理器的智能手机操作系统。^[5]

1.3.4 Palm OS 简介

Palm OS 是一套专门为掌上电脑开发的 OS。在编写程序时，Palm OS 充分考虑了掌上电脑内存相对较小的特性，因此它只占用非常小的内存。因为基于 Palm OS 编写的应用程序占用的空间也非常小（通常只有几十 KB），所以基于 Palm OS 的掌上电脑尽管只有几 MB 的 RAM，却可以运行众多应用程序，并且有较好的实时性能。同时，Palm OS 有着合理的内存管理，其存储器全部是可读写的快速 RAM。RAM 分为两种：动态 RAM 和静态 RAM。动态 RAM 类似于 PC 上的 RAM，它为全局变量和其他不需要永久保存的数据提供临时的存储空间；静态 RAM 类似于 PC 上的硬盘，可以永久保存应用程序和数据。

Palm OS 是一套具有极强开放性的系统。开发者免费向用户提供 Palm OS 的开发工具，允许用户利用该工具在 Palm OS 的基础上方便地编写、修改相关软件。^[6]

Palm OS 支持的处理器有 Motorola DragonBall、Xscale 等。