

## 第一章

# 开源世界的入口： 如何通过软件认识开源？

爱丽丝的好奇心被点燃了，她跟在兔子后面跑过草地，而且运气不错，刚好来得及看见兔子跳进树篱底下一个巨大的兔子洞。

爱丽丝立刻也跟着跳了进去，完全没考虑待会儿要怎么出来。

兔子洞像条隧道般直直前行了一段距离之后，突然间急转直下。爱丽丝根本来不及刹住脚步，就整个人掉进了一口很深的井里面。

——刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll）《爱丽丝漫游奇境》



## 01

## 无处不在的开放源代码软件

爱丽丝在一个休闲的午后，被一只奇怪的兔子绅士所吸引，怀着好奇心闯入了另外一个世界。尽管这个故事是一位小说家的奇幻想象力的产物，但是在我们生活的真实世界中，人们也正在利用技术构筑着其他的空间。这也是人类独有的能力。现在的你，或者是走在城市街头，或者是在自己的书房，又或者是躺在舒服的床上，环顾一下四周，你是否看到了开源的入口呢？

是的，没错，它无处不在，但是您需要具备一些特别的能力来发现它。

因为是和现代信息有关，所以开源世界的入口一定藏在能够运行代码的计算机中，那么我们的目光可以聚焦在有芯片运行的地方：交通信号灯、巨大的电子 LED 广告牌、车载导航仪、手机、笔记本电脑、路由器……

犹如电影《头号玩家》里现实世界的人们需要借助虚拟现实（VR）设备才能接入虚拟世界中一样，想要走进开源世界，也需要一个工具，不过这个工具有些特殊，它是一种知识，一种关于事物的抽象描述，一种人人可以习得的知识。

在此前提下，我们可以说“开源的入口，它无处不在”。但是，还需要说明一下，这个入口是经过改造和修饰的，需要特别的视角和技能方能一眼识别，这些视角和技能是需要深度练习才能具备的，当然读者你那么聪明又幸运，将会很快拥有它们（需要做的就是读下去）。

接下来，就让我们从日常生活开始，留意一下哪里有运行着开放源



代码的软件。

## 现代人的软件生活

软件深课地融入了我们的生活，你的每次网上购物经历、日常的出行、天气预报的获得、旅行安排、办公、预约看病、信息查阅等活动都与软件息息相关。

软件承载了现代人的生活，而且我们可以毫不夸张地说：开源参与了上述绝大多数事件。

在计算机发展的早期阶段，软件的使用是一件需要门槛和技能的事情。随着技术的不断发展，软件已经“润物无声”般侵入我们的日常生活。正如《大转换：重连世界，从爱迪生到 Google》一书的作者所说：“我们不再依赖电脑中的数据 and 软件，而是更多地利用公共互联网传来的数据和软件。我们的个人电脑正在变成这样一种终端，其力量和作用不是主要来自电脑里的内容，而是主要来自电脑连上的互联网。”也就是说，我们对软件和数据的操控逐渐变得不可感知了。再也难有像王小波那样的作家，因为对排版人员工作的不满，在短短的一两年时间独自编写了一套软件程序。然而，开源所驱动的，恰恰就是我们作为用户只享受其结果的过程。举例而言，Google 这样的搜索引擎，是我们现在日常生活和工作中无法离开的工具。我们使用浏览器，输入关键字，发送给 Google，Google 数据中心的集群会在存储网页的数据库中查询，然后按相关程度对网页进行排序，再通过互联网将网页返回到我们的浏览器进行显示。上述所有的过程都会使用到开源软件：从浏览器到域名解析，从网络包传输到 Google 集群，还有数据库和相关的处理程序。

在进一步了解更多关于开源技术的细节之前，我们需要耐心地观察软件的外观。开源软件究竟有何特点？



### 提示

我们在第二章 01 节进行了专门的讲解，如果你是一名对计算机相关技术非常了解的读者，可以跳过本章，直接从第二章 01 节开始你的旅程。

## 日常的手机软件（App）

我们身处智能移动设备的时代，从这里开始我们的旅程是个非常不错的主意。不过很不幸，光从计算机运行起来的表现来看，任何人都无法分辨出该软件是否是开源的，尤其是在采用图形用户界面（Graphical User Interface，GUI）的系统中。

### 小提示

为什么会这样详细解释，可以跳至第 2 章 02 节了解原因。

所幸的是，我们还可以从法律协议的角度来判断某软件是否为开源软件。

### ◎ 社交类

我们身处移动互联的时代，使用微信恐怕是每个中国人难以逃避的现实，那我们就来看看微信的客户端使用开源的情况。请打开你手机上的微信客户端（8.0.6 版本）：“我的”→“设置”→“关于微信”→“微信软件许可及服务协议”→“开源软件”，会看到微信 Android 客户端中的开源软件页面，如图 1.1 所示。

名称	版本号	许可证	是否经过修改	源代码地址
FFmpeg	2.2.2	GNU LGPLv2.1	否	<a href="#">下载</a>
FFmpeg	2.6	GNU LGPLv2.1	否	<a href="#">下载</a>
lame	3.99.5	GNU LGPLv2.1	否	<a href="#">下载</a>
J2VB	4.8.0-SNAPSHOT	Eclipse Public License - v 1.0	是	<a href="#">下载</a>

图 1.1 微信 Android 客户端中的开源软件页面



## ◎ 支付类

对于很多人来说，支付宝（或扫码支付）可谓是日常生活中难以离开的 App，这个被称之为中国“新四大发明”之一的 App，是绝大多数人生活的助手，同样它的客户端（10.2.23 版本）也集成了大量的开源项目：打开“我的”→“设置”（右上角的齿轮状按钮）→“关于”→“版权信息”，会看到支付宝 Android 客户端中的版权信息（部分），如图 1.2 所示。

版权信息		
名称	许可证	是否经过修改
FFmpeg	GNU LGPL v2.1	否
ProtocolBuffers	Apache v2.0	否
SPDY	Apache v2.0	否
GTM/AllSecXCryptoG TMDefines.h	Apache v2.0	否
gumbo-parser	Apache v2.0	否
OpencoreAmr	Apache v2.0	否

图 1.2 支付宝 Android 客户端中的版权信息（部分）

## ◎ 视频类

这里以深受广大年轻人喜欢的文化社区和视频平台哔哩哔哩（6.26.2 版本）为例，其 App 也有开源项目集成，可以在“我的”→“设置”→“关于哔哩哔哩”→“开放源代码许可”中看到哔哩哔哩 Android 客户端中的开源代码（即开放源代码）许可（部分），如图 1.3 所示。

← 开放源代码许可

```

ijkplayer
https://github.com/Bilibili/ijkplayer
Copyright (C) 2013-2015 Zhang Rui <bbycalen@gmail.com>
Licensed under LGPLv2.1 or later

libyuv
https://code.google.com/p/libyuv/
https://github.com/Bilibili/libyuv (fork)
Copyright (C) 2011 LibYuv Project Authors
libyuv is Licensed under a BSD Style License;
libyuv/source/s86inc.asm is Licensed under ISC license;

Android Open Source Project
see source code for referenced code and text resources
Copyright 2009-2012 The Android Open Source Project
Android is Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0
    
```

图 1.3 哔哩哔哩 Android 客户端中的开放源代码许可（部分）

## 移动设备

### ◎ Android 操作系统

Android 是目前世界上最为流行的智能手机操作系统，或许你听说过非常多的手机制造商的品牌名，如小米、华为、OPPO、三星等，这



些手机运行的操作系统均基于 Android 操作系统。Android 本身是一个开源项目，虽然其大部分是由 Google 和开放手机联盟所开发的，而且最为重要的是其内核是基于 Linux 操作系统修改而成的。

其中，Android 开放源代码项目（Android Open Source Project，AOSP）的代码可从 <https://source.android.google.cn/> 下载、查看、修改和重新分发，其基于 Apache 许可协议发布。

### ◎ Apple 手机的操作系统

在业界，Apple 封闭的一体化形象深入人心，但是即使这样，Apple 的操作系统也大量采用开源项目，如 FreeBSD、WebKit 等。如果你想直观地感受一下，可以拿起自己的 Apple 手机，在“设置”→“通用”→“法律声明”中能看到非常多的开源组件。图 1.4 所示是 Apple 手机操作系统的法律声明页面（部分）。



◀ 法律与监管 法律声明

Free Software Foundation, Inc. ( libgcc, libstdc++ )

Copyright © 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005 Free Software Foundation, Inc.

Parts of this software include the libgcc and libstdc++ libraries owned by the FSF. You may obtain a complete machine-readable copy of the source code for the FSF software under the terms of GNU General Public License (GPL) with libgcc exception and GPL plus libstdc++ exception, without charge except for the cost of media, shipping, and handling, upon written request to Apple. The FSF software is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GPL for more details; a copy of the GPL is included below.

图 1.4 Apple 手机操作系统的法律声明页面（部分）

## 浏览器

除移动设备之外，访问和浏览互联网的工具——浏览器，恐怕是所有人最常用的工具之一了。微软的 Windows 操作系统默认自带的 IE 浏览器，曾经占据了人们桌面很长一段时间，但终究封闭无法匹敌开放，在 2018 年微软放弃了 IE 浏览器，转而拥抱了开源的 Chromium，并将其作为自己新一代浏览器 Microsoft Edge 的核心。

而 Chromium 和 Firefox 均是开源项目的产品，读者可以自行在产品的“设置”→“关于”页面中找到关于开源许可协议和声明的信息。

## 桌面操作系统

所谓桌面操作系统，也就是安装在家庭或办公室计算机中的供人使用的最大软件，它也是安装其他应用程序的载体，如媒体播放软件、互联网软件、办公软件等。

据统计，2020 年各桌面操作系统的全球市场份额占比如图 1.5 所示。

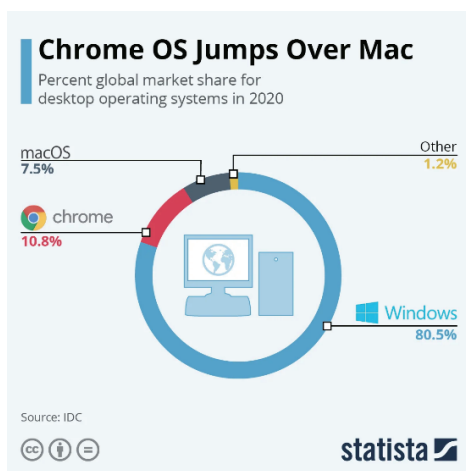


图 1.5 2020 年各桌面操作系统的全球市场份额占比

可以看出，采用闭源的源代码模式的 Windows 作为全球最为流行的桌面操作系统之一占据着绝对的主流地位。但是，这并不能说明开源没有出现在这个占据绝对垄断地位的系统。笔者在此也不会刻意去为读者呈现占绝对主流的地方，说明这里开源的存在，而是在这种主流系统中寻找开源的应用（即入口处）。

### ◎ 在 Windows 10 上安装开源软件

关于微软爱开源的新闻，可以说是非常多了。能够在封闭性系统 Windows 10 上运行 Linux 子系统才是和开源的真正融合，也是让普通用户接触开源的最佳方式。读者可以参考 <https://docs.microsoft.com/>



en-us/windows/wsl/install-win10 的文档，在 Windows 10 环境下安装得到一个完整的 Linux 环境，即开源操作系统，如 Ubuntu。

想获得更多的开源软件，也可以到 Windows 应用商店搜索关键字“open source”，搜索结果几乎可以涵盖所有种类。

## ◎ macOS

macOS 是三足鼎立（需求、开发和测试）的软件开发模式的代表之一：Apple 的操作系统，其内核是基于 UNIX 衍生系列的 Darwin，所以我们看到 Apple 系列的各种设备都是基于这个开源的核心。作为普通用户，我们可以使用如下方式查看 macOS 的许可协议声明，在 macOS 的“关于”菜单中：打开“Mac”→“Support”→“重要信息”→“软件许可协议”，然后搜索“Open Source”关键字，会得到图 1.6 所示的搜索界面，可以看出开源在 macOS 中占据着多么重要的地位。

M. **Open Source**. Certain components of the Apple Software, and third party **open source** programs included with the Apple Software, have been or may be made available by Apple on its **Open Source** web site (<https://www.opensource.apple.com/>) (collectively the "**Open-Sourced** Components"). You may modify or replace only these **Open-Sourced** Components; provided that: (i) the resultant modified Apple Software is used, in place of the unmodified Apple Software, on Apple-branded computers you own or control, as long as each such Apple computer has a properly licensed copy of the Apple Software on it; and (ii) you otherwise comply with the terms of this License and any applicable licensing terms governing use of the **Open-Sourced** Components. Apple is not obligated to provide any updates, maintenance, warranty, technical or other support, or services for the resultant modified Apple Software. You expressly acknowledge that if failure or damage to Apple hardware results from modification of the **Open-Sourced** Components of the Apple Software, such failure or damage is excluded from the terms of the Apple hardware warranty.

图 1.6 搜索界面（部分）

## 其他设备

我们再来看看和我们日常生活密切相关的其他设备：家里上网用的路由器、智能语音助手、电视机 / 投影仪、汽车、可穿戴设备……在这些设备中统统都可以找到操作系统内核 Linux 的身影。换句话说，环顾四周，我们生活中接触的事物，很多都是开源项目所驱动的。

下面请允许向导为你虚构一位现代人的日常生活和工作，以此观察其在使用信息产品和服务的时候会使用到的开源软件。





## 一位当代上班族的日常

想象这么一个场景：你走到了星巴克，掏出 HUAWEI Mate30 智能手机，打开星巴克 App，让店员扫描你的会员码，然后你买了一杯咖啡，并使用支付宝/微信进行了支付，最后找了一个靠窗户的位置坐下来：

- 打开 Google 日历，看了一下下午和明天的行程；
- 订了第二天一早的机票，计划赶到下一个城市，并预约了当地的出租车；
- 浏览了一下朋友圈，看到有人推荐图书，于是直接从亚马逊 Kindle 商店下单；
- 叫了滴滴出行，40 分钟之后来接你；
- 用在线 Microsoft 365 查阅并修改了一个编程中的小错误（typo）；
- 在 GitHub 上看了一下最近的项目活跃状态；
- ... ..

上述每一个行为都使用到了开源软件项目：Android、Linux、FFmpeg、Java、Git ... ..

软件不仅改变了人类的生活，也改变了服务于人类的生产模式。硅谷著名投资人马克·安德森（Marc Andreessen）写过一篇广为传播的文章《为什么软件正在吞噬世界》Why Software Is Eating the World。这一现象现在仍然在持续并演化着，人们日常生活和工作使用的 App 中均采用了大量的开源项目，我们也可以这么说：开源正在驱动软件产业。

开放源代码软件已经融入我们的生活，与我们的世界共存，甚至可以说人类已经严重依赖开放源代码软件。正如《制造开源软件》（Producing Open Source Software）一书的作者卡尔·福格尔（Karl Fogel）所比喻的那样，我们所有人都在呼吸，但是只有少数人会去思考氧气从哪里来。

开源在计算产业中，犹如我们人类需要氧气——不可或缺！



## 02

## 人为规定的软件属性：关于许可协议的常识

### 软件的固有特性

看到这里，你是否感到有点惊讶，或者是有点无聊？明明是和我讲开源世界的入口，怎么需要涉及一大堆软件的法律许可声明？请君莫急，正如我们所介绍的，普通人看到的是软件的实际作用，即结果。对于代码来说，它可以人为地被掩藏或者保持开放。但是代码变成软件之后，任何人都无法分辨出代码是否是向世人开放的、可见的。也就是说，软件的具体运行和代码是分离的、割裂的。二者之间可以一一对应，但是这需要提供方非常诚实地提供。

### 软件使用的法律条款：作为商品合法地存在

软件想要融入人类社会，想要符合人类社会既有的规则，想要在市场上流通，既需要法律的保护，也需要法律的许可。当然，它的价格也要符合市场的规律，不可以漫天要价。

幸亏这个世界不是只有开发者，还有律师。犹如加工食品的外包装上写着的食物成分和添加剂一样，用户在使用软件时，尤其是在安装软件时，会看到一个许可声明。也就是说，如果此软件是开放源代码的，遵循哪款开源许可协议会做出声明，也就是读者您在上一节看到的内容。换句话说，作为软件的用户，在没有进一步掌握技能时，其分辨软件是否为开放源代码的方式就是阅读其许可声明。

### 开源软件的许可声明

现在请读者打开本书的扉页，您会看到类似图 1.7 所示的图书版权页。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

龙芯WPS Office使用解析 / 郝金亭主编；王凤娇，张丽芳编著. — 北京：人民邮电出版社，2020.12  
(中国自主产权芯片技术与应用丛书)  
ISBN 978-7-115-55985-2

I. ①龙… II. ①郝… ②王… ③张… III. ①办公自动化—应用软件 IV. ①TP317.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第025671号

#### 内 容 提 要

本书是WPS Office的入门书籍，图文结合，详细地介绍了WPS Office各组件，包括WPS文字、WPS表格和WPS演示的基础知识和使用方法。全书分为3个部分：第一部分（第01~05章）介绍WPS文字的基础操作、各元素的插入与编辑方法、排版等基础知识；第二部分（第06~11章）详细介绍工作簿与工作表本书既适合WPS Office初学者阅读，也可以作为大中专院校或者企业的培训教材，尤其适合使用龙芯计算机的用户阅读学习。

- ◆ 主 编 郝金亭
  - 编 著 王凤娇 张丽芳
  - 责任编辑 赵祥妮
  - 责任印制 王 郁 陈 鑫
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <https://www.ptpress.com.cn>  
三河市中原雅泰印务有限公司印刷
  - ◆ 开本：787×1092 1/16  
印张：19.75 2020年12月第1版  
字数：461千字 2020年12月河北第1次印刷
- 定价：69.90元
- 读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316  
反盗版热线：(010)81055315  
广告经营许可证：京东市监广登字 20170147号

图 1.7 图书版权页

也就是说，作为读者您，之所以能够阅读本书，是您和出版机构达成了某种协商，您可能是花费了一定的金钱购买了本书，然后获得了阅读本书的许可，但是出版社禁止您复制本书并继续分发。

同理，软件会有许可声明，专有软件有，开放源代码软件也有。

#### ■ 注意事项

在安装一款软件时（无论是通过系统的软件市场（例如 Apple App Store、Google Play）还是自己手动安装），都要了解一下该软件的授权信息，尽管这有时候会花点时间，但是维护自己的权益绝对百利而无一害。



## 开源许可协议：眼花缭乱的声明

软件的作者，即撰写源代码的专业开发者，和作家、音乐家或者相应的公司一样，有权决定自己的作品以何种方式让人们使用，开源的作者同样拥有这样的权利。但是计算机代码和具有法律效力的文件说明还是有一定差距的，大概率的开发者对于撰写法律条款是无能为力的，需要律师的帮忙，就可以制定出专业的许可协议来，即使这样，也不能阻止开发者声明自己所写的软件的权力，所以我们会看到各式各样的开源许可协议。为了帮助读者梳理，本文仅几个常见的许可，作一些说明。

主流的开源许可协议大体上有以下几种：

- GPL；
- BSD；
- MIT；
- MPL；
- Apache 许可 v2；
- LGPL。

更多关于开源许可协议的内容，请查阅开放源代码促进会（Open Source Initiative, OSI）认证的协议。

开源许可协议的主要内容是阐述该软件项目的复制、修改、再分发等权益，也对诸如商标、专利、著作权等内容进行进一步的描述。二进制的开源软件，在安装的时候会向用户提示使用的许可，但不会像大部分商业软件、专有软件一样让用户选择是否接受许可。为了郑重提示开发者，绝大多数项目也会将许可声明放在每一个源代码的开头，以注释的形式给出，如以下 Kubernetes（简称 K8s）项目的源代码许可声明：

```
# Copyright 2014 The Kubernetes Authors.  
#  
# Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
```



```
# you may not use this file except in compliance with the License.  
# You may obtain a copy of the License at  
#  
#   http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0  
#  
# Unless required by applicable law or agreed to in writing, software  
# distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,  
# WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express  
# or implied.  
# See the License for the specific language governing permissions and  
# limitations under the License.
```

开源是建立在人类的知识产权之上的，这一点和人类的所有知识一样。我们可以毫不夸张地说，没有知识产权，开源是无法存在的。只有建立在法律的许可之下，开源才能有其独特的概念和定义。

## 开放源代码软件的定义

不是所有的软件都提供源代码，这是我们现在所处世界的一个现状。尽管开放源代码无处不在，但运行在计算机中的软件只能采用二进制，所以提供源代码逐渐成了一个附加动作。恰恰是因为这样，笔者只能“授之以渔”，因为我不可能做一个完整的列表出来供读者直接使用。聪明的读者，如果你已经掌握了上述方法，那么只需再学习一个定义，就可以自行识别软件是否为开放源代码软件。这样的话，在未来独自闯荡令人眼花缭乱的江湖时，就会毫无压力。

导游在这里再次特别提醒读者，软件生来开源，但是出于某些原因，人们将软件的源代码封闭起来，并进行了法律上的定义，而对于开放源代码，也不得不出于为世人所识别的目的，使用文本的方式对其进行了定义。我们这里摘录了 OSI 对开源软件的十大特征的描述：

1. 可自由地再发布
2. 源代码公开



3. 允许派生作品
4. 作者源代码的完整性
5. 不能歧视任何个人和团体
6. 不能歧视任何领域
7. 许可协议的发布
8. 许可协议不能针对某个产品
9. 许可协议不能约束其他软件
10. 许可协议必须独立于技术

通过开源软件的十大特征,我们可以清楚地看到 OSI 所坚持的原则:

- 坚持开放,鼓励最大化地参与和协作;
- 尊重作者权利,同时保证程序的完整性;
- 尊重独立和中立,避免任何可能影响这种独立和中立性的事物。

请将上述 10 条特征牢记在心,它们是贯穿本次发现开源之旅的核心要素。每当一款软件诞生时,你就可以使用这 10 条特征来进行比对。

## 第二章

# 何谓源代码？ 它是如何工作的？

在真正意义上的开源下，人们有权掌控自己的命运。

——莱纳斯·托瓦尔兹（Linus Torvalds）



## 01

## 体验一次非凡的开源技术之旅

在电影《无敌破坏王 2：大闹互联网》中有不少使用动画表现手法生动诠释互联网服务工作原理的片段，比如搜索引擎是如何工作的，又如 eBay 的拍卖和付款流程等。

那么我们现在也虚构一个场景，假设有一位对计算机和互联网有着强烈兴趣的朋友，对于前面所讲述的整个互联网的技术和计算机架构都是建立在开放源代码之上的产生了浓厚的兴趣，并开始摩拳擦掌，恨不得立即找到所有的入口，研究其运行的过程。接下来我们就以这位朋友的视角，从一个简易的互联网的原初形态入手，全部使用开源软件来完成所有过程，即一次完整的开源技术之旅。

此技术之旅的目的是让读者能够将软件和源代码项目一一对应起来。这是一个非常困难的过程，需要多年的训练才能做到，这里旨在表达原理和过程。

### 虚构的简单场景

这位朋友用的是一款装载 Android 操作系统的智能手机，并安装了 Chrome 浏览器，然后使用 Chrome 访问“开源之道”网站，当网站返回数据时他开始阅读。

#### ◎ 第一站：终端智能手机

众所周知，软件是硬件的灵魂，当一款智能手机从工厂出货时，它必须搭配相应的操作系统才能有和用户交互的界面，硬件的效能才可以被发挥。截至笔者撰写本书的 2020 年底，这个世界上有 72.93% 的智





能手机安装的是 Android 操作系统，换句话说，接近 3/4 的用户使用的是这款开源的智能操作系统。

Android 是基于 Linux Kernel 和其他开源软件开发的一款针对触摸屏的智能手机和平板电脑的移动操作系统，其本身也是开源项目，也就是我们通常所说的 Android 开放源代码项目，基于商业友好的 Apache 许可协议。Android 可以帮助用户管理硬件，即手机的芯片、存储卡、电池、触摸屏、耳机、显示卡、电话 SIM 卡等；它还为用户提供了一个可操作和交互的可视化界面，人们通常使用手指即可打开和使用上面的 App。

### ◎ 第二站：连接互联网的入口——浏览器

万维网（World Wide Web，WWW）形成了一个去中心化的、从接入的任何地方都可以访问的全球网络，这让人类的信息共享成为现实。访问这些信息的入口就是 Web 浏览器，Web 浏览器的历史几乎和互联网存在的时间一样长，但是商业化、闭源软件的竞争从来都没有停止过。

不过如今占据 85% 以上市场的都是开源产品，如 Chrome、Edge、Firefox。Web 浏览器被安装在用户的计算机操作系统中，或者是以 App 的方式安装在用户的智能手机、平板电脑等中，通过键入域名，帮助用户从对应的服务器上浏览文字、图片、视频，或者进行购物、付款、聊天等交互。Web 浏览器最重要的一个功能，就是可以从一个站点跳到另外一个站点，以无限的方式浏览整个互联网上的信息。

在互联网上，当一台主机要访问另外一台主机时，必须首先获知其地址。在 TCP/IP 中，计算机只能识别诸如 10.0.0.2、192.168.2.25 等这样的数字，但是人类非常难以记忆这样的数字，人类有自身的语言，如开源之道站点的域名是 opensourceway.community，其对应的 IP



地址是 185.199.108.153。为了方便我们记忆，互联网采用了域名系统 (Domain Name System, DNS) 来管理域名和 IP 地址的对应关系。这一技术就是目前互联网上使用最多的开源项目：BIND。

BIND 的全称是 Berkeley Internet Name Domain，是当前全球互联网的主要域名解析软件，当然所谓根服务器均是该软件在服务。BIND 现在由互联网系统协会 (Internet Systems Consortium, ISC) 负责开发与维护，保持着非常活跃的开发状态。

DNS 解析的全过程图示如图 2.1 所示。

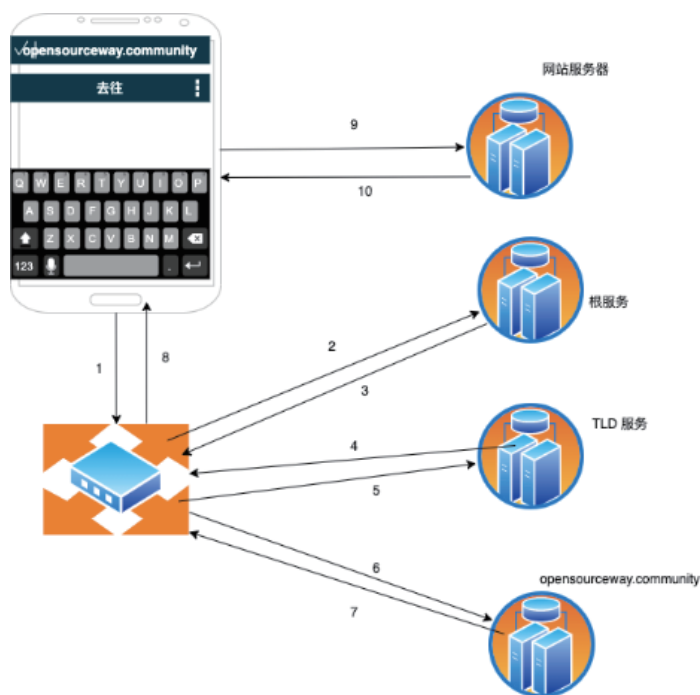


图 2.1 DNS 解析全过程图示

由图 2.1 可见，当我们在浏览器中敲入域名 (opensourceway.community) 后，浏览器首先会寻找主机 (步骤 1)，然后主机会在本



地（/etc/hosts 文件）匹配；如果没有匹配到，就会去远端的根服务器查找（步骤 2），根服务器会将最后的域名（.community）返回给主机（步骤 3）；然后主机向顶级域名（Top Level Domain, TLD）服务器请求域名服务（步骤 4），并返回信息（步骤 5）；主机查询域名的查询解析结果（步骤 6），域名所在的服务器返回给主机 IP 地址（步骤 7）；主机告诉浏览器服务器的 IP 地址（步骤 8）；浏览器就使用 IP 地址访问网站服务器（步骤 9），网站服务器返回 HTML 页面（步骤 10）。

### ◎ 第三站：GNU/Linux 服务器操作系统

网页所呈现的内容是需要具体的承载的，也就是说，我们访问的域名，会指向一台实体计算机。这台计算机的操作系统就是 GNU/Linux，核系统在互联网服务中占据了超过 96% 的份额。这是一个超级巨大的开源项目集合，包含有诸如世界上最大的开源项目之一 Linux Kernel，GNU 旗下的项目 GCC、Glibc、Bash 等不同的自由 / 开源软件，这个集合我们通常称之为发行版。据统计，目前世界上有 300 多种 GNU/Linux 发行版及其变种。

笔者这里使用的是没有商业支持的共同体项目社区企业操作系统（Community Enterprise Operating System, CentOS），它主要是依靠 Apache HTTP 服务器为自己提供支撑。

### ◎ 第四站：Apache HTTP 服务器

到达这里，就算是这趟旅程的终点了，这步完成了之后，就要原路返回了。

Apache HTTP 服务器是可以将 HTML 文件发布，并供浏览器以 HTTP 的方式访问的 Web 服务器软件。它是 Apache 软件基金会（Apache Software Foundation, ASF）建立之前的第一个项目，对于 ASF 有着非常特殊的意义。它可以运行在多个操作系统下，上述



的 GUN/Linux 操作系统就是最为常见的搭载对象。

## 小结

至此，你手机上的 Chrome 已经显示出开源之道的内容了。实际上这个过程可能用不了 1 秒钟。但是这趟旅程如果是以现实的里程来算的话，需要绕上地球好几圈。这还是最为简单的模式，如果是一次购物，或者是和朋友分享照片，将会比这个复杂得多，还涉及大量的数据和运算，后台的服务器也是大规模的集群，而不是一台简单的服务器。

开源之旅不会结束，它会持续进行，读者的脑海中要形成所谓数据流。开放源代码时时刻刻都在发挥着作用，帮助你更好地工作和生活。你需要做的就是将之视为一趟美妙的旅程。

## 02

## 掌握技能：从表象到源代码

看完让人头大的法律声明文本和迷幻多彩的软件之后，该是接触软件的“原材料”的时候了。计算机所展示的功能是我们看到的表象，正如上一章所展示的社交聊天、支付理财、浏览信息、播放电影等 App，是符合人们的日常诉求的，而这些 App 之所以能够运行，是因为运行的是经过编译的程序。当然，计算机只能识别二进制的内容，是类似如下这样的：

```
00101010010101001010101010101010101010101001010101  
010100101010101
```

这样的代码，大部分人类一程序员是读不懂的，也没有人能够通过撰写这样的二进制符号而实现上述的各类功能。

人类只能读懂人类自身的语言，或者是接近于自然语言的语言——计算机编程语言。大部分的软件开发者是可以通过阅读代码就预判出执行结果的，诠释这一点最为形象的莫过于电影《黑客帝国》中描述的场景：川流不息的源代码在某个高手的眼中不再是代码，而是可以不经大脑翻译的、由代码模拟出的整个城市。

### “普通人”看源代码之捷径

出于各种各样的考虑，可能主要是商业的因素，也可能是为了降低用户操作的复杂程度，源代码被隐藏起来。我们先来找一下万维网中的源代码观看入口。

浏览器是进入万维网空间的入口，几乎每台计算机设备都会安装这



款软件，它们常见的有 Chrome、Firefox 等。下面以 Chrome 为例，输入网址：

```
http://jiansheng.works/helloworld.html
```

你看到的将是“你好，开源之谜”“你好，开源世界！”这样几个大字。

在页面的空白处，你可以单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“查看页面源代码”。这里页面显示如下：

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Hello, World.</title>
</head>
<body>

<h1> 你好，开源之谜 </h1>
<p> 你好，开源世界！ </p>

</body>
</html>
```

浏览器本身会对 HTML、JavaScript 等进行解析并呈现。

到这里，你已经开始拥有进入开源世界的技能了，接下来就需要不断地进行练习，学习更多种计算机编程语言，即按照正向的方式来理解软件，而不是像我们现在正在进行逆向介绍——通过表象往后挖掘。



## 03

## 正向理解：从源代码到运行结果

### 从一段“Hello, World!”程序说起

说起“Hello, World!”，所有人都会记得由布莱恩·克尼汉（又译为布赖恩·克尼汉，Brian Kernighan）和丹尼斯·里奇（Dennis Ritchie）二人撰写的经典书籍《C 程序设计语言》。图 2.2 所示是布莱恩当年手写的 C 语言版“hello, world”程序语句<sup>[1]</sup>。自从他们发明了“Hello, World!”实例之后，几十年来，所有的语言介绍开篇都要以这个例子为起点，如我们上面介绍网页浏览器的时候就是执行的这个惯例。

首先介绍的就是如何运行一个“Hello, World!”程序。

源代码如下：

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    printf("Hello,World!\n");
    return 0;
}
```

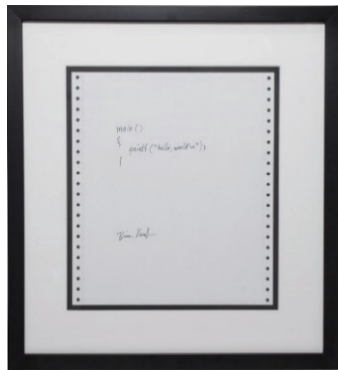


图 2.2 布莱恩手写的 C 语言版“hello, world”程序语句

[1] 手写版中，“hello”和“world”首字母均为小写，不同于如今我们常见的“Hello, World”打砸形式。



这种代码是受过训练的人类——程序员可以读懂的，接近于人类的自然语言。但是想要计算机执行这段程序，代码必须通过如下语句被编译为二进制可执行程序：

```
$gcc hello.c -o hello
```

在终端下我们可以看到有了一个可以执行的程序：

```
$ ls -l
total 32
-rwxr-xr-x  1 lee  staff  8432 Aug  7 23:37 hello
-rw-r--r--  1 lee  staff   79 Aug  7 23:34 hello.c
```

但是这个叫作 hello 的二进制可执行文件是人类无法读懂的，而机器可以执行它：

```
$ file hello
hello: Mach-O 64-bit executable x86_64
```

我们知道 C 语言是一门高级语言。在计算机编程语言的发展历史上，还经历过汇编时代、十六进制时代。为了向大家进一步说明问题，我们将这段程序的汇编语言代码和十六进制代码分别列出，供有兴趣者参考。

```
/* 汇编语言代码
$gcc -S hello.c > hello.s
$ cat hello.s

.section    __TEXT,__text,regular,pure_instructions
.build_version macos, 10, 14      sdk_version 10, 14
.globl     _main                  ## -- Begin function main
.p2align   4, 0x90

_main:                                         ## @main
.cfi_startproc
## %bb.0:
    pushq   %rbp
    .cfi_def_cfa_offset 16
```





```
.cfi_offset %rbp, -16
movq    %rsp, %rbp
.cfi_def_cfa_register %rbp
subq    $16, %rsp
movl    $0, -4(%rbp)
leaq    L_.str(%rip), %rdi
movb    $0, %al
callq   __printf
xorl    %ecx, %ecx
movl    %eax, -8(%rbp)    ## 4-byte Spill
movl    %ecx, %eax
addq    $16, %rsp
popq    %rbp
retq
.cfi_endproc

                                ## -- End function

.section    __TEXT,__cstring,cstring_literals
L_.str:
                                ## @.str
.asciz    "Hello,World!\n"

.subsections_via_symbols
```

汇编语言代码是不是已经非常难以看懂了？但这仍然是供人类阅读的，我们再来看看十六进制代码编写的程序：

```
/* 十六进制，不进行链接
$gcc -c hello.s -o hello.o
$ file hello.o
hello.o: Mach-O 64-bit object x86_64
$ od -h hello.o

00000000      facf  feed  0007  0100  0003  0000  0001  0000
00000020      0004  0000  0208  0000  2000  0000  0000  0000
00000040      0019  0000  0188  0000  0000  0000  0000  0000
00000060      0000  0000  0000  0000  0000  0000  0000  0000
```



0000100	0098	0000	0000	0000	0228	0000	0000	0000
0000120	0098	0000	0000	0000	0007	0000	0007	0000
0000140	0004	0000	0000	0000	5f5f	6574	7478	0000
0000160	0000	0000	0000	0000	5f5f	4554	5458	0000
0000200	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0000220	002a	0000	0000	0000	0228	0000	0004	0000
0000240	02c0	0000	0002	0000	0400	8000	0000	0000
0000260	0000	0000	0000	0000	5f5f	7363	7274	6e69
0000300	0067	0000	0000	0000	5f5f	4554	5458	0000
0000320	0000	0000	0000	0000	002a	0000	0000	0000
0000340	000e	0000	0000	0000	0252	0000	0000	0000
0000360	0000	0000	0000	0000	0002	0000	0000	0000
0000400	0000	0000	0000	0000	5f5f	6f63	706d	6361
0000420	5f74	6e75	6977	646e	5f5f	444c	0000	0000
0000440	0000	0000	0000	0000	0038	0000	0000	0000
0000460	0020	0000	0000	0000	0260	0000	0003	0000
0000500	02d0	0000	0001	0000	0000	0200	0000	0000
0000520	0000	0000	0000	0000	5f5f	6865	665f	6172
0000540	656d	0000	0000	0000	5f5f	4554	5458	0000
0000560	0000	0000	0000	0000	0058	0000	0000	0000
0000600	0040	0000	0000	0000	0280	0000	0003	0000
0000620	0000	0000	0000	0000	000b	6800	0000	0000
0000640	0000	0000	0000	0000	0032	0000	0018	0000
0000660	0001	0000	0e00	000a	0e00	000a	0000	0000
0000700	0002	0000	0018	0000	02d8	0000	0002	0000
0000720	02f8	0000	0010	0000	000b	0000	0050	0000
0000740	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001	0000
0000760	0001	0000	0001	0000	0000	0000	0000	0000
0001000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
*								
0001040	0000	0000	0000	0000	4855	e589	8348	10ec
0001060	45c7	00fc	0000	4800	3d8d	0014	0000	00b0



0001100	00e8	0000	3100	89c9	f845	c889	8348	10c4
0001120	c35d	6548	6c6c	2c6f	6f57	6c72	2164	000a
0001140	0000	0000	0000	0000	002a	0000	0000	0100
0001160	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
0001200	0014	0000	0000	0000	7a01	0052	7801	0110
0001220	0c10	0807	0190	0000	0024	0000	001c	0000
0001240	ff88	ffff	ffff	ffff	002a	0000	0000	0000
0001260	4100	100e	0286	0d43	0006	0000	0000	0000
0001300	0019	0000	0001	2d00	0012	0000	0002	1500
0001320	0000	0000	0001	0600	0001	0000	010f	0000
0001340	0000	0000	0000	0000	0007	0000	0001	0000
0001360	0000	0000	0000	0000	5f00	616d	6e69	5f00
0001400	7270	6e69	6674	0000				
0001410								

这就是只有机器可以读懂的内容，不在人类的理解范围之内了。

## 继续正向理解：超级复杂的程序 / 软件

如果仅仅是对“Hello, World!”的显示的话，编程时人类本身的帮助是不大的，它需要将代码进行组合，让其执行更加复杂的功能，如前文描述的社交聊天、支付理财、浏览信息、播放电影等。限于本书所承载的内容，向导仅列举了一个人们使用较广泛的软件——Web 浏览器，它也是我们在前文中访问开源之道网站的工具。

### ■ ■ 注意事项

如果大家对其他开源软件感兴趣，比如 FFmpeg，可以仿照下面提到的方式进行类似的体验之旅。

无论是浏览器，还是网站，如今都成了大家日常使用和访问的内容。下面我们就分别来看看目前世界上比较流行的两款开放源代码软件：Chromium 和 Apache httpd。



## 安装 Chromium 的两种方法

想要正确安装和使用 Chromium 软件，通常有两个选择。

(1) 直接下载其已经编译的最新的二进制代码程序，直接运行即可。

(2) 按照其指示（通常是必须的），克隆源代码到对应的平台（操作系统、CPU），自行编译、消除故障。

第一种比较简单，现在大家计算机上的 Chromium 软件可能是从官方网站上下载的，也可能是操作系统发行版自带的，又或者是由第三方的分发渠道获得的。总而言之，你看到的 Chromium 是一个较大的软件。关于具体的 Chromium 的信息，可以在其输入框中输入以下内容获取：

```
chrome://about
```

或者是：

```
chrome://version
```

接下来，笔者重点为大家描述一下获取源代码并对其进行编译的过程。

## 系统需求

- 基于 Intel 架构的 64 位 CPU，最小 8GB 内存。
- 硬盘至少有 100GB 的空闲空间。
- 最好是已经安装了 Git 与 Python 2 这样的版本控制系统和软件环境。

## 安装 Google 提供的工具 depot\_tools

在任意的 Linux 或 macOS 操作系统中，打开终端输入以下命令：

```
https://github.com/rust-skia/depot_tools
$ export PATH="$PATH:/path/to/depot_tools"
$ export PATH="$PATH:${HOME}/depot_tools"
```



## 获取代码

在任意的 Linux 或 macOS 操作系统中，打开终端输入以下命令：

```
$ mkdir ~/chromium && cd ~/chromium
$ fetch --nohooks chromium
$ cd src
```

接下来要安装一些编译构建 Chromium 之前的相关依赖：

```
$ ./build/install-build-deps.sh
$ gclient runhooks
```

然后是编译构建前的基本设置：

```
$ gn gen out/Default
```

一些额外的设置，例如是否使用 Intel C++ 编译器（Intel C++ Compiler，ICC）并行编译、是否采用临时文件系统（tmpfs）等，都可以由用户自行决定。

接下来开始编译构建：

```
$ autoninja -C out/Default chrome
$ gn ls out/Default
```

最后输入如下代码开始运行：

```
$ out/Default/chrome
```

## 保持和上游代码同步

```
$ git rebase-update
$ gclient sync
```

最后一步非常关键，我们称之为开源开发的精髓所在。上游优先（upstream first）作为参与开源的重要原则，笔者会在《开源之道》中进行详述。而作为开发者，或者是对源代码充满兴趣的工作者，要时



刻漫游在上游，因为上游是事情真正发生的地方，更何况除了代码，这里还有更为重要的内容。

以上便是通过源代码构建 Chromium 的主要步骤。要完成这个构建过程，需要操作者具备非常多的计算机相关知识，同时也是一个漫长而枯燥的过程。但是，这个过程非常详细地“讲述”了一款软件从源代码到可执行软件的完整实现步骤，胜过任何的自然语言描述。当然，为了呼应本节的题目，这个思考过程还是应该反过来：软件是由源代码所构建出来的。

## Apache httpd 从源代码到 Web 服务器

完整的万维网不仅需要客户端，还必须有服务器端。httpd 使用 C 语言编写，从源代码到可执行文件，即整个构建过程，需执行如下代码：

```
$ wget https://dlcdn.apache.org/httpd/httpd-2.4.51.tar.bz2 // 下载
$ gzip -d httpd-NN.tar.gz
$ tar xvf httpd-NN.tar
$ CC="gcc" CFLAGS="-O2" ./configure --prefix=/sw/pkg/apache --enable-
  ldap=shared --enable-lua=shared
$ make
$ make install
$ PREFIX/bin/apachectl -k start // 启动
```

在上段代码中，apachectl 运行的程序就是你所访问的网站内容的服务提供者：Web 服务器。apachectl 会每周  $7 \times 24$  小时一直运行，等待来自客户端的访问，一般对它的专业称呼是：“守护进程”，或“服务进程”。