

# 嵌入式Linux软件开发

版本：v0.7.0

Crifan Li

## 摘要

此文主要介绍的嵌入式Linux软件开发的观念。



### 本文提供多种格式供：

在线阅读	<a href="#">HTML</a> <sup>1</sup>	<a href="#">HTMLs</a> <sup>2</sup>	<a href="#">PDF</a> <sup>3</sup>	<a href="#">CHM</a> <sup>4</sup>	<a href="#">TXT</a> <sup>5</sup>	<a href="#">RTF</a> <sup>6</sup>	<a href="#">WEBHELP</a> <sup>7</sup>
下载（7zip压缩包）	<a href="#">HTML</a> <sup>8</sup>	<a href="#">HTMLs</a> <sup>9</sup>	<a href="#">PDF</a> <sup>10</sup>	<a href="#">CHM</a> <sup>11</sup>	<a href="#">TXT</a> <sup>12</sup>	<a href="#">RTF</a> <sup>13</sup>	<a href="#">WEBHELP</a> <sup>14</sup>

HTML版本的在线地址为：

[http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/html/embedded\\_linux\\_dev.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/html/embedded_linux_dev.html)

有任何意见，建议，提交bug等，都欢迎去讨论组发帖讨论：

[http://www.crifan.com/bbs/categories/embedded\\_linux\\_dev/](http://www.crifan.com/bbs/categories/embedded_linux_dev/)

## 修订历史

修订 0.7.0	2015-05-24	crli
1. 增加嵌入式Linux软件开发的基本组成		
2. 修正下载的连接		
3. 添加在线看Linux源码		
4. 添加嵌入式Linux基本简介		

<sup>1</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/html/embedded\\_linux\\_dev.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/html/embedded_linux_dev.html)

<sup>2</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/htmls/index.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/htmls/index.html)

<sup>3</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/pdf/embedded\\_linux\\_dev.pdf](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/pdf/embedded_linux_dev.pdf)

<sup>4</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/chm/embedded\\_linux\\_dev.chm](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/chm/embedded_linux_dev.chm)

<sup>5</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/txt/embedded\\_linux\\_dev.txt](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/txt/embedded_linux_dev.txt)

<sup>6</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/rtf/embedded\\_linux\\_dev.rtf](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/rtf/embedded_linux_dev.rtf)

<sup>7</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/webhelp/index.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/webhelp/index.html)

<sup>8</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/html/embedded\\_linux\\_dev.html.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/html/embedded_linux_dev.html.7z)

<sup>9</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/htmls/index.html.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/htmls/index.html.7z)

<sup>10</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/pdf/embedded\\_linux\\_dev.pdf.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/pdf/embedded_linux_dev.pdf.7z)

<sup>11</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/chm/embedded\\_linux\\_dev.chm.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/chm/embedded_linux_dev.chm.7z)

<sup>12</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/txt/embedded\\_linux\\_dev.txt.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/txt/embedded_linux_dev.txt.7z)

<sup>13</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/rtf/embedded\\_linux\\_dev.rtf.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/rtf/embedded_linux_dev.rtf.7z)

<sup>14</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_linux\\_dev/release/webhelp/embedded\\_linux\\_dev.webhelp.7z](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_linux_dev/release/webhelp/embedded_linux_dev.webhelp.7z)

---

# 嵌入式Linux软件开发:

Crifan Li

版本 : v0.7.0

出版日期 2015-05-24

版权 © 2015 Crifan, <http://crifan.com>

本文章遵从 : [署名-非商业性使用 2.5 中国大陆\(CC BY-NC 2.5\)](http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/)<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/soft\\_dev\\_basic/release/html/soft\\_dev\\_basic.html#cc\\_by\\_nc](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/soft_dev_basic/release/html/soft_dev_basic.html#cc_by_nc)

---

---

# 目录

正文之前 .....	iv
1. 此文目的 .....	iv
1. 嵌入式Linux开发构成之简介 .....	1
2. 嵌入式Linux开发构成之bootloader .....	3
2.1. Uboot版本演化历史 .....	3
2.2. Uboot的代码逻辑和框架 .....	3
2.3. Uboot基本的使用方式 .....	3
2.4. Uboot常见的命令 .....	3
2.5. Uboot的编译 .....	3
2.6. Uboot环境变量存储机制 .....	4
2.7. Uboot的移植 .....	4
3. 嵌入式Linux开发构成之kernel .....	5
3.1. 嵌入式Linux的基本编译的过程 .....	5
3.2. 生成的uImage和zImage等的区别 .....	5
3.3. 如何优化以减小kernel的size .....	5
4. 嵌入式Linux开发构成之rootfs .....	6
4.1. 什么是rootfs .....	6
4.2. 为何要rootfs .....	6
4.3. rootfs的类型 .....	6
4.4. 如何制作和生成rootfs .....	6
4.5. 如何修改和编辑rootfs .....	6
4.6. rootfs的加载方式 .....	6
5. 嵌入式Linux开发相关资源 .....	7
5.1. 嵌入式Linux开发网站 .....	7
5.1.1. Embedded Linux Wiki .....	7
5.2. Linux源代码在线查看 .....	7
参考书目 .....	8

---

# 正文之前

## 1. 此文目的

此文主要介绍的嵌入式Linux软件开发，搞懂基本的嵌入式Linux的组成，知道如何上手进入嵌入式Linux开发。

---

# 第 1 章 嵌入式Linux开发构成之简介

此处简单介绍一下嵌入式Linux开发的基本知识。

嵌入式Linux开发的基本流程，其实之前在：

[嵌入式Linux开发环境组成](#)<sup>1</sup>

有了一些简单的介绍了。此处更加详细的解释一下，关于嵌入式Linux开发的方方面面。

典型的嵌入式Linux的开发，其最基本的流程是：

1. 搭建嵌入式开发环境：制作和配置交叉编译器环境  
搭建环境，保证有交叉编译器可以使用，用于后续交叉编译。
2. 移植Bootloader：最典型的就是Uboot  
移植uboot  
  
修改更新uboot，在其中添加对应的功能支持，修复bug等等。  
  
比如，修改其中的cmd\_nand.c去添加新的其他nand flash方面的功能的支持等等。
3. 移植Linux的内核kernel  
移植，裁剪Linux kernel，之后再去交叉编译出所需要的uImage等系统镜像文件  
  
编译内核期间，最常用的命令就是：

```
make menuconfig  
make uImage
```

关于make menuconfig，不了解的可以参考：[【教程】什么是menuconfig和menuconfig的使用方法和技巧](#)<sup>2</sup>

4. 制作自己的根文件系统系统  
需要注意的是，此处所说的制作文件系统，分两大步骤：
  - 用工具制作出最基本的文件系统的文件内容  
比如用Buildroot<sup>3</sup>、Crosstool-NG<sup>4</sup>或者其他工具，制作出自己的基本的文件系统的文件内容
  - 用对应文件系统制作工具制作出文件系统镜像  
再用专门的文件系统制作工具，去基于之前的文件系统的所有的文件内容，制作成对应的镜像文件。  
  
比如用Yaffs2的工具制作出Yaffs2的文件系统镜像文件

---

<sup>1</sup>

[http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded\\_soft\\_dev/release/html/embedded\\_soft\\_dev.html#emb\\_linux\\_compostion](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/embedded_soft_dev/release/html/embedded_soft_dev.html#emb_linux_compostion)

<sup>2</sup> [http://www.crifan.com/tutorial\\_what\\_is\\_menuconfig\\_and\\_normal\\_usage/](http://www.crifan.com/tutorial_what_is_menuconfig_and_normal_usage/)

<sup>3</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/buildroot\\_intro/release/html/buildroot\\_intro.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/buildroot_intro/release/html/buildroot_intro.html)

<sup>4</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/crosstool\\_ng/release/html/crosstool\\_ng.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/crosstool_ng/release/html/crosstool_ng.html)

根据自己所选择的根文件系统的类型不同，选择对应的不同的工具去制作对应的根文件系统。

典型的嵌入式中，存储设备往往都是用的Nand Flash，所以对应的文件系统的类型也是MTD类型的某个日志型的文件系统，比如：

- Yaffs2  
用特定的工具去制作makeyaffs2image去制作yaffs2的文件系统镜像文件，其中内部制作过程涉及到，把Yaffs2的文件系统本身相关的一些数据，制作出来，放到一个page的oob的位置，  
待后续写入此文件系统镜像文件期间，oob数据写入到对应的物理上的page的oob的位置，这样Yaffs2文件系统运行起来之后，就可以在oob的位置读取到对应的信息，可以正确的管理此文件系统了。

制作出来的文件系统镜像文件的名称，一般都是类似于：

TODO：确认文件名是不是rootfs.arm.yaffs2 ???

TODO：把yaffs2\_makeyaffs2image\_support\_2k\_4k\_8k.7z上传到自己的网站后，把链接贴到此处

- Jffs
  
- UBIFS

TODO：抽空确认下面文件的名称是否正确！！

有了对应的这些文件：

- uboot文件：u-boot.bin
- kernel文件：uImage
- rootfs文件：rootfs.arm.yaffs2

然后再去用烧录工具去将这些文件，烧录到目标开发板中，

然后再去用串口工具连接开发板，进行调试

调试Uboot是否正常运行，调试Linux内核是否工作正常等等。

如此，才是一个基本的，完整的嵌入式Linux开发流程。

此外，对于烧录过程，可以参考：[【详解】嵌入式开发中固件的烧录方式](#)<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/firmware\\_download/release/html/firmware\\_download.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/firmware_download/release/html/firmware_download.html)

---

# 第 2 章 嵌入式Linux开发构成之 bootloader

之前有很多bootloader，不过现在用的最多的就是uboot。

主要介绍的内容有：

## 2.1. Uboot版本演化历史

目前最常用的哪几个版本：

- u-boot.1.1.6
- uboot 2012之类的

## 2.2. Uboot的代码逻辑和框架

- arch，支持的平台
- cpu类型
- 支持哪些外设，代码架构如何

## 2.3. Uboot基本的使用方式

- 烧录到目标开发板中后
- 启动系统之前按某个键，或任意键
- 然后输入命令，使用uboot

## 2.4. Uboot常见的命令

- nand write/read
- md
- setenv
- cp
- 等等

## 2.5. Uboot的编译

包括基本的编译命令：

```
make XXXX_config
```

另外，把之前自己对，uboot编译最后阶段的命令的详细解释，也（引用）过来：

[详细分析make uboot 最后的编译链接的具体执行过程](#)<sup>1</sup>

## 2.6. Uboot环境变量存储机制

- 环境变量env
- 存在多种可能的介质中：比如nand flash，nor flash等等

## 2.7. Uboot的移植

以及如果要移植，大概的逻辑，和参考资料。

找到值得参考的，关于uboot移植的资料

---

<sup>1</sup> [http://www.crifan.com/detailed\\_analysis\\_of\\_the\\_make\\_uboot\\_final\\_compile\\_and\\_link\\_the\\_implementation\\_process/](http://www.crifan.com/detailed_analysis_of_the_make_uboot_final_compile_and_link_the_implementation_process/)



---

# 第 3 章 嵌入式Linux开发构成之kernel

嵌入式系统，免费开源的，用的比较广泛的，就属linux

## 3.1. 嵌入式Linux的基本编译的过程

- 先配置好，比如设置ARCH=arm等环境变量
- make menuconfig
- make uImage

## 3.2. 生成的uImage和zImage等的区别

如何加参数配置，以生成uImage或zImage

## 3.3. 如何优化以减小kernel的size

去除不必要的模块等

---

# 第 4 章 嵌入式Linux开发构成之rootfs

## 4.1. 什么是rootfs

## 4.2. 为何要rootfs

## 4.3. rootfs的类型

常见的，针对于嵌入式系统中常见的存储设备Nand Flash的rootfs，有：

- cramfs
- JFFS2
- YAFFS2
- UBIFS

## 4.4. 如何制作和生成rootfs

支持yaff的4k和8k的那个脚本

## 4.5. 如何修改和编辑rootfs

嵌入式中如何增加启动项

## 4.6. rootfs的加载方式

- NFS挂在
- 直接挂载到块设备中，比如/mtd/block2之类的

然后就衍生出一个问题：如何在线升级rootfs，详见：

[在Linux运行期间升级Linux系统 \( Uboot+kernel+Rootfs \)](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/runtime_upgrade_linux/release/html/runtime_upgrade_linux.html) <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/runtime\\_upgrade\\_linux/release/html/runtime\\_upgrade\\_linux.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/runtime_upgrade_linux/release/html/runtime_upgrade_linux.html)

---

# 第 5 章 嵌入式Linux开发相关资源

## 5.1. 嵌入式Linux开发网站

### 5.1.1. Embedded Linux Wiki

[Embedded Linux Wiki](#)<sup>1</sup>这个网站，可以简单解释成为，嵌入式Linux开发的资源大全

其中包含了很多方面的内容，比如：

- Android  
[Android Tools - eLinux.org](#)<sup>2</sup>  
整理了Android开发所用到的工具。

## 5.2. Linux源代码在线查看

在折腾Linux开发期间，往往会涉及到查阅Linux源代码。

传统的方式是，使用好用的工具，比如Source Insight去查看Linux源代码。

如果没有Source Insight的话，且方便上网，则可以借用在线的Linux源代码查阅网站去看代码。

- [经典的LXR](#)<sup>3</sup>
- 这里的代码高亮效果也不错：[http://kernel.dox.com/kdox-linux/d5/d72/mtd\\_stresstest\\_8c\\_source.html](http://kernel.dox.com/kdox-linux/d5/d72/mtd_stresstest_8c_source.html)

---

<sup>1</sup> [http://elinux.org/Main\\_Page](http://elinux.org/Main_Page)

<sup>2</sup> [http://elinux.org/Android\\_Tools](http://elinux.org/Android_Tools)

<sup>3</sup> [http://lxr.free-electrons.com/source/drivers/mtd/tests/mtd\\_stresstest.c?v=3.7](http://lxr.free-electrons.com/source/drivers/mtd/tests/mtd_stresstest.c?v=3.7)

---

# 参考书目

- [1] [嵌入式开发之bootloader | 在路上](#)<sup>1</sup>
- [2] [嵌入式开发之kernel | 在路上](#)<sup>2</sup>
- [3] [嵌入式开发之rootfs | 在路上](#)<sup>3</sup>
- [4] [在Linux运行期间升级Linux系统 \( Uboot+kernel+Rootfs \)](#)<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> [http://www.crifan.com/embedded\\_development\\_bootloader/](http://www.crifan.com/embedded_development_bootloader/)

<sup>2</sup> [http://www.crifan.com/embedded\\_development\\_kernel/](http://www.crifan.com/embedded_development_kernel/)

<sup>3</sup> [http://www.crifan.com/embedded\\_development\\_rootfs/](http://www.crifan.com/embedded_development_rootfs/)

<sup>4</sup> [http://www.crifan.com/files/doc/docbook/runtime\\_upgrade\\_linux/release/html/runtime\\_upgrade\\_linux.html](http://www.crifan.com/files/doc/docbook/runtime_upgrade_linux/release/html/runtime_upgrade_linux.html)