# D1 Tina Linux 系统裁剪
# 开发指南

**版本号: 1.0**
**发布日期: 2021.04.20**

# 版本历史

| 版本号 | 日期 | 制/修订人 | 内容描述 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.0 | 2021.04.20 | AWA0916 | first version |

# 目　录

# 1 概述

## 1.1 编写目的

嵌入式产品往往为了压缩成本而使用较小的 flash 存储器，因此可能需要对系统进行裁剪来减少对 flash 的占用。系统经过裁剪过后，通常也会提升启动速度以及减少内存占用。

本文介绍 TinaLinux 中系统裁剪的方法，为有裁剪需求的使用者提供参考。

## 1.2 适用范围

适用于硬件平台：全志 D1 芯片。

软件平台：Tina V3.5 及其后续版本。

## 1.3 相关人员

适用于 TinaLinux 平台的客户及相关技术人员。

# 2 Tina 系统裁剪简介

Tina 固件中通常包含 boot0、uboot、kernel、rootfs 等镜像。基于经验，各个镜像尺寸的量级如下表所示：

表 2-1: 各镜像尺寸的量级

| 镜像 | 大小 |
| --- | --- |
| boot0 | < 100K |
| uboot | < 1M |
| kernel | >= 3M，< 15M |
| rootfs | >= 4M |

可以看到 boot0、uboot、kernel、rootfs 的尺寸是依次增大的。对于大尺寸的裁剪效果往往比小尺寸的裁剪效果明显，比如 rootfs 裁剪 1M 可能很容易，对于 uboot 来说，则非常困难。

因此，后续主要介绍 kernel 以及 rootfs 的裁剪。

## 2.1 boot0 裁剪

由于 boot0 很小，因此略过。

## 2.2 uboot 裁剪

uboot 代码位于`tina/lichee/brandy*/u-boot*`目录下，主要有下面两种裁剪思路：

- 修改 uboot 配置文件，删减不需要的配置。uboot 配置文件通常位于源码下`include/configs/${CHIP}.h`或者`configs/${CHIP}_*_defconfig`。
- 删除不需要的 uboot 命令。

## 2.3 内核裁剪

通常关于 Linux 内核裁剪主要有如下方法：

- 删除不使用的功能。如符号表、打印、调试等功能。
- 删除不使用的驱动。
- 修改内核源代码。
- 内核压缩（D1 当前不支持内核压缩）。

### 2.3.1 删除不使用的功能

下表中列出了一些内核选项，包含选项的描述，默认值以及推荐值（减小内核镜像尺寸）。

表 2-2: 内核选项及描述

| CONFIG option | Description | Def | Small |
|---|---|---|---|
| CORE_SMALL | tune some kernel data sizes | N | Y |
| NET_SMALL | tune some net-related data sizes | N | Y |
| KMALLOC_ACCOUNTING | turn on kmalloc accounting | N | Y * |
| AUDIT_BOOTMEM | print out all bootmem allocations | N | Y * |
| DEPRECATE_INLINES | cause compiler to emit info about inlines | N | Y * |
| PRINTK | printk code and message data | Y | N |
| BUG | allow elimination of BUG code | Y | N |
| ELF_CORE | allow disabling of ELF core dumps | Y | N |
| PROC_KCORE | allow disabling of /proc/kcore | Y | N |
| AIO | allow disabling of async IO syscalls | Y | N |
| XATTR | allow disabling of xattr syscalls | Y | N |
| FILE_LOCKING | allow disabling of file locking syscalls | Y | N |
| DIRECTIO | allow disabling of direct IO support | Y | N |
| MAX_SWAPFILES_SHIFT | number of swapfiles | 5 | 0 |
| NR_LDISCS | number of tty line disciplines | 16 | 2 |
| MAX_USER_RT_PRIO | number of RT priority levels | 100 | 5 |
| KALLSYMS | load all symbols for debugging/kksymoops | Y | N |
| SHMEM | allow disabling of shmem filesystem | Y | N + |
| SWAP | support for a swap segment | Y | N |
| SYSV_IPC | support for System V IPC | Y | N + |
| POSIX_MQUEUE | POSIX message queue support | Y | N + |
| SYSCTL | allow disabling of sysctl support | Y | N + |
| LOG_BUF_SHIFT | control size of kernel printk buffer | 14 | 11 |
| CC_OPTIMIZE_FOR_SIZE | Use gcc -os to optimize for size | Y | Y |
| MODULES | allow support for kernel loadable modules | Y | N + |
| KMOD | automatic kernel module loading | Y | N |
| PCI | allow support for PCI bus and devices | Y | Y - |
| XIP_KERNEL | allow support for kernel Execute-in-Place | N | N |
| BLK_DEV_LOOP | support for loopback block device | Y | Y - |
| IOSCHED_AS | Include Anticipatory IO scheduler | Y | Y |

| CONFIG option | Description | Def | Small |
|---|---|---|---|
| IOSCHED_DEADLINE | Include Deadline IO scheduler | Y | N + |
| IOSCHED_CFQ | Include CFQ IO scheduler | Y | N + |
| IP_PNP | support for IP autoconfiguration | Y | N + |
| IP_PNP_DHCP | support for IP autoconfiguration via DHCP | Y | N + |
| IDE | support for IDE devices | Y | N + |
| SCSI | support for SCSI devices | Y | N + |

其中：

- `"Y *"` - 表示开发的时候设置成 Y，发布的时候可以设置成 N。
- `"N +"` - 表示基于应用需要来判断是否设置成 N。
- `"Y -"` - 表示可能需要，可以设置 N 尝试一下。

## 2.3.2 删除不使用的驱动

方案明确之后，所需的内核驱动也明确了。可以执行 make kernel_menuconfig，将没有用到的驱动关闭。

## 2.3.3 修改内核源代码

内核源码庞大，直接修改往往难度很大，可借助相关工具来评估模块以及符号的大小，然后进行针对性的裁剪。

### 2.3.3.1 size 工具

size 命令可查看内核镜像的 text、data、bss 等段的大小。如执行`"size vmlinux"`，将会得到：

```
text       data     bss     dec     hex filename
5818117 1378944  168972 7366033  706591 vmlinux
```

### 2.3.3.2 ksize.py 脚本

在 tina/lichee/linux-5.4/scripts 目录下有一个 ksize 脚本，可以对内核目录下的 built-in.o 进行解析，并将解析的内容按照尺寸进行排序，显示出来。执行结果如下所示：

```
xxx@xxx:~/tina/lichee/linux-5.4$ ./scripts/ksize
Linux Kernel (vmlinux)      total |       text       data        bss
-------------------------------------------------------------------
vmlinux                   9403884 |    6664284    2482236     257364
-------------------------------------------------------------------
drivers                   3592850 |    3079263     417716      95871
net                       1847651 |    1738679      68309      40663
fs                        1317643 |    1271078      24055      22510
kernel                     624683 |     509903      65823      48957
sound                      489421 |     453897      30259       5265
lib                        438875 |     430156       6418       2301
mm                         367697 |     339419      26018       2260
crypto                     201590 |     173607      18584       9399
block                      154302 |     145789       6069       2444
arch/riscv                  76482 |      25118      24524      26840
security                    39493 |      37513       1920         60
ipc                         33016 |      31226       1790          0
init                        20222 |      11922       8176        124
certs                        1202 |       1178         16          8
-------------------------------------------------------------------
sum                       9205127 |    8248748     699677     256702
delta                      198757 |   -1584464    1782559        662


drivers                     total |       text       data        bss
-------------------------------------------------------------------
drivers/built-in.a        3592850 |    3079263     417716      95871
-------------------------------------------------------------------
drivers/video              609591 |     443517     121892      44182
drivers/usb                536603 |     463662      51249      21692
drivers/media              328722 |     271446      54350       2926
drivers/tty                196446 |     165943      19922      10581
drivers/mtd                182383 |     171037       8226       3120
drivers/base               181696 |     169126      11447       1123
drivers/mmc                161588 |     156627       4745        216
drivers/scsi               116639 |     105241      10732        666
drivers/clk                116554 |      82738      33740         76
drivers/hid                104678 |      96134       8464         80
drivers/net                 86845 |      83547       3262         36
drivers/input               72865 |      69090       3548        227
drivers/pinctrl             71252 |      48352      22872         28
drivers/char                68430 |      61621       5657       1152
drivers/of                  61556 |      57273        619       3664
drivers/regulator           60033 |      55577       3896        560
drivers/spi                 58207 |      54422       3760         25
drivers/cpufreq             55287 |      51479       3720         88
drivers/i2c                 53655 |      51989       1630         36
drivers/iommu               43846 |      42510       1232        104
drivers/gpio                43045 |      42137        900          8
drivers/crypto              37724 |      21351      16365          8
drivers/leds                33385 |      32480        881         24
drivers/rtc                 24432 |      23430        928         74
drivers/pwm                 23234 |      21954       1064        216
drivers/dma                 22973 |      21507       1342        124
drivers/power               22262 |      14382       7176        704
drivers/bluetooth           22085 |      21186        498        401
drivers/ppp                 21708 |      21440        260          8
drivers/dma-buf             21474 |      20770        576        128
drivers/misc                19542 |      18270       1232         40
drivers/staging             17456 |      13695        801       2960
```

```
drivers/nvmem                13541 |       12429        1112           0
drivers/virtio               13495 |       12742         753           0
drivers/cpuidle              11847 |        9855        1932          60
drivers/watchdog             11217 |       10550         633          34
drivers/rpmsg                 9390 |        8414         972           4
drivers/reset                 8574 |        8058         516           0
drivers/bus                   8506 |        6758        1668          80
drivers/hwmon                 7114 |        6854         260           0
drivers/clocksource           6086 |        5154         904          28
drivers/mfd                   5454 |        5130         324           0
drivers/soc                   4523 |        4039         112         372
drivers/irqchip               3392 |        2884         492          16
drivers/pci                    131 |         131           0           0
--------------------------------------------------------------------------
sum                        3579466 |     3066931      416664       95871
delta                        13384 |       12332        1052           0


net                           total |        text        data         bss
--------------------------------------------------------------------------
net/built-in.a             1847651 |     1738679       68309       40663
--------------------------------------------------------------------------
net/ipv4                    434939 |      402244       20499       12196
net/core                    363444 |      341957       16210        5277
net/ipv6                    331413 |      306767       11586       13060
net/bluetooth               292219 |      289286        2712         221
net/wireless                202989 |      193930        6651        2408
net/netfilter                63608 |       57866        3176        2566
net/can                      33114 |       31431        1571         112
net/packet                   28414 |       27602         810           2
net/unix                     27370 |       22377         880        4113
net/netlink                  27065 |       25721        1316          28
net/*.o                      16859 |       15858         529         472
net/sched                    12285 |       11036        1249           0
net/rfkill                   10110 |        8874        1028         208
net/ethernet                  3822 |        3730          92           0
--------------------------------------------------------------------------
sum                        1847651 |     1738679       68309       40663
delta                            0 |           0           0           0


fs                            total |        text        data         bss
--------------------------------------------------------------------------
fs/built-in.a              1317643 |     1271078       24055       22510
--------------------------------------------------------------------------
fs/*.o                      392348 |      368941        6791       16616
fs/ext4                     303025 |      295047        7134         844
fs/ubifs                    221876 |      221016         740         120
fs/proc                      78413 |       77342         999          72
fs/overlayfs                 63880 |       62119        1744          17
fs/fat                       52900 |       52288         564          48
fs/jbd2                      50771 |       48650        2001         120
fs/debugfs                   26161 |       25913         228          20
fs/kernfs                    23485 |       18979         394        4112
fs/squashfs                  20737 |       20601         128           8
fs/configfs                  20502 |       19698         780          24
fs/notify                    16497 |       15144         868         485
fs/nls                       14585 |       14353         232           0
fs/iomap                     14526 |       14178         348           0
fs/sysfs                      9087 |        8779         292          16
```

```
fs/devpts                    3925 |       3249        668          8
fs/ramfs                     2643 |       2523        120          0
fs/exportfs                  2282 |       2258         24          0
------------------------------------------------------------------------
sum                       1317643 |    1271078      24055      22510
delta                           0 |          0          0          0


kernel                       total |       text       data        bss
------------------------------------------------------------------------
kernel/built-in.a           624683 |     509903      65823      48957
------------------------------------------------------------------------
kernel/*.o                  262962 |     224298      26543      12121
kernel/time                 100055 |      78975      15364       5716
kernel/printk                55146 |      18429       8649      28068
kernel/sched                 51083 |      43736       7147        200
kernel/rcu                   45836 |      42303       3400        133
kernel/irq                   40744 |      36488       2132       2124
kernel/locking               20821 |      20141        676          4
kernel/power                 19949 |      17860       1560        529
kernel/bpf                   16404 |      16228        140         36
kernel/dma                   11683 |      11445        212         26
------------------------------------------------------------------------
sum                         624683 |     509903      65823      48957
delta                           0 |          0          0          0


sound                        total |       text       data        bss
------------------------------------------------------------------------
sound/built-in.a            489421 |     453897      30259       5265
------------------------------------------------------------------------
sound/soc                   190667 |     179649      10174        844
sound/usb                   178075 |     159017      18153        905
sound/core                  120132 |     114716       1908       3508
sound/*.o                      547 |        515         24          8
------------------------------------------------------------------------
sum                         489421 |     453897      30259       5265
delta                           0 |          0          0          0


lib                          total |       text       data        bss
------------------------------------------------------------------------
lib/built-in.a              438875 |     430156       6418       2301
------------------------------------------------------------------------
lib/*.o                     250335 |     243133       7009        193
lib/zstd                    205846 |     205846          0          0
lib/crypto                   34095 |      33583        512          0
lib/zlib_deflate             16526 |      14130        108       2288
lib/zlib_inflate             11265 |      11265          0          0
lib/mpi                      11230 |      11206         24          0
lib/xz                       10117 |      10045         72          0
lib/lzo                       3951 |       3951          0          0
lib/math                      1646 |       1634         12          0
------------------------------------------------------------------------
sum                         545011 |     534793       7737       2481
delta                      -106136 |    -104637      -1319       -180


crypto                       total |       text       data        bss
------------------------------------------------------------------------
```

```
crypto/built-in.a          201590 |    173607      18584       9399
-------------------------------------------------------------------
crypto/*.o                 182630 |    155152      18104       9374
crypto/asymmetric_keys      18960 |     18455        480         25
-------------------------------------------------------------------
sum                        201590 |    173607      18584       9399
delta                           0 |         0          0          0


block                       total |       text       data        bss
-------------------------------------------------------------------
block/built-in.a           154302 |    145789       6069       2444
-------------------------------------------------------------------
block/*.o                  146013 |    137532       6041       2440
block/partitions             8289 |      8257         28          4
-------------------------------------------------------------------
sum                        154302 |    145789       6069       2444
delta                           0 |         0          0          0


arch/riscv                  total |       text       data        bss
-------------------------------------------------------------------
arch/riscv/built-in.a       76482 |     25118      24524      26840
-------------------------------------------------------------------
arch/riscv/mm               45772 |      8380      12680      24712
arch/riscv/kernel           30710 |     16738      11844       2128
-------------------------------------------------------------------
sum                         76482 |     25118      24524      26840
delta                           0 |         0          0          0


security                    total |       text       data        bss
-------------------------------------------------------------------
security/built-in.a         39493 |     37513       1920         60
-------------------------------------------------------------------
security/keys               34655 |     32751       1856         48
security/*.o                 4838 |      4762         64         12
-------------------------------------------------------------------
sum                         39493 |     37513       1920         60
delta                           0 |         0          0          0
```

可以对各个模块的代码段数据段的统计信息进行确认，对占用空间大的进行针对性优化。

### 2.3.3.3 nm 命令

nm 命令可查看内核模块中各个符号的尺寸。如执行"nm --size -r vmlinux | head -10"，可得到：

```
0000000000004000 b __log_buf
0000000000003d50 d LCM_LT080B21BA94_setting
0000000000003cc0 d lcm_initialization_setting
00000000000039c0 R v4l2_dv_timings_presets
00000000000039a2 T hidinput_connect
00000000000038d0 d lcm_initialization_setting
0000000000003888 d lcm_initialization_setting
0000000000003768 d lcm_initialization_setting
0000000000002fa8 t whitelist
```

```
0000000000002f78 d sunxi_ss_algs
```

说明，一共有三列数据，分别表示大小、符号类型、符号名。其中符号类型：

- b/B - 符号位于 bss 段。
- t/T - 符号位于 text 段。
- d/D - 符号位于 data 段。
- r/R - 符号位于 rodata 段。

如果某些函数或者全局变量占用较大，可以进行针对性的优化。

# 2.4 文件系统裁剪

对于文件系统裁剪来说，主要思路是删、换、压。

- 删。删除不需要的内容。如帮助文档、没用到的库、调试程序等。
- 换。使用小尺寸的实现替换大尺寸的实现。如使用 mbedtls 库替换 openssl 库等。
- 压。使用合适的压缩算法。

## 2.4.1 应用程序及冗余文件裁剪

在不影响整体功能的情况下，一些应用程序或冗余文件往往可以删除：

- 调试工具。比如 tcpdump、mpstat、strace 等等。
- 性能测试工具。比如 lmbench、sysstat、tiobench 等等。
- 冗余文件。帮助文档、辅助程序、配置文件和数据模块等，又比如很多应用有相同的共能，只留其一。
- 采用具有通用功能的替代软件包。Linux 上有许多具有相似功能的软件包，可以选择其中占存储空间较小的软件包并移植到嵌入式设备上。
- 资源文件。一些音视频以及 UI 资源往往占用很大空间，如果没有用到，也需要删除。

## 2.4.2 库的裁剪

关于库的裁剪主要有两个思路：

- 使用较小的 C 库。
- 删除没有用到的库。

#### 2.4.2.1 C 库的选择

下表列出了当前一些通用的 C 库及其特征。

表 2-3: 常用 C 库及其特征

| C 库 | 环境 | 大小 | 优点 | 缺点 |
|---|---|---|---|---|
| glibc | Distribution | 大 | 强大稳定，支持最多的 cpu 架构 | 占用空间大 |
| uclibc | Embedded | 小 | 为嵌入式设计，可配置性好 | 不支持 libdb 与 libnss |
| bionic | Android | 小 | 提供了 Android 特性的函数 | 不提供 libthread_db/libm |
| musl | Embedded | 小 | 更小，高效静态链接，稳定 | 支持较少的 cpu arch |

当前 Tina 环境 riscv 方案只支持 glibc 库，后续 Tina SDK 会加入其他 C 库供选择。

#### 2.4.2.2 删除没用到的库

嵌入式产品通常应用程序有限，因此可能存在很多库不会被用到，可以进行删除。

当前 Tina 环境提供了一种删除方法，执行 make menuconfig，打开如下选项：

```
Tina Configuration
  Target Images  --->
    [*] downsize the root filesystem or initramfs
```

打开之后，在生成 rootfs/initramfs 之前会对其中没有用到的库进行删除。

具体可参考 scripts/reduce-rootfs-size.sh 文件，其主要思路是：

- 分析 rootfs 下的应用程序所依赖的库。
- 分析 “应用程序依赖库” 所依赖的库，一直递归下去，直到完全找出所有依赖的库。
- 根据上述查找结果，删除没有被依赖的库。

说明

**此方法有一定的限制：**

- **当前只分析*/lib*，*/usr/lib* 下的库，其他目录不会处理。**
- **对于部分使用 *dlopen* 的应用程序，解析库可能会出现问题。**

### 2.4.3 应用程序与库 strip

strip 会去掉应用程序与库的符号信息和调试信息，大大减少空间占用。

当前 Tina 环境下默认开启了 strip 功能，如果没开启，请确保开启以减少空间占用。

```
Tina Configuration
 Global build settings  --->
    Binary stripping method (strip)  --->
```

## 2.4.4 文件系统压缩

有些文件系统支持压缩，有些不支持。下表列出了常见的文件系统类型：

表 2-4: 常用文件系统类型

| FS | 使用 | 压缩 | 读写 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| ext2 | block device | 无 | RW | 突然断电或当机时可能导致数据丢失 |
| ext3 | block device | 无 | RW | 向前兼容 ext3，日志式文件系统，非常成熟稳定 |
| ext4 | block device | 无 | RW | 向前兼容 ext2 和 ext3，扩展存储限制，提升性能 |
| btrfs | block device | 有 | RW | 着重于容错、修复及易管理 |
| FAT | block device | 无 | RW | Windows，长期使用速度变慢，不支持 >4G 文件 |
| NTFS | block device | 有 | RW | Windows，基于 FAT 做若干改进，日志文件系统 |
| Cramfs | NAND Flash | 无 | RO | 2013 停用，使用 Squashfs |
| Squashfs | Raw Flash | 有 | RO | 压缩度更高，没有大小限制 |
| UBIFS | Raw Flash | 有 | RW | 基于 JFFS2，Linux3.7 之后 |
| JFFS2 | Raw Flash | 有 | RW | mount 时间很慢，读写性能不好 |
| YAFFS2 | NAND Flash | 无 | RW | 没有透明压缩，不在 Linux 主线 |

当前 Tina 环境下比较常用的是 squahfs、ext4、jfss2 三种文件系统。具体可执行 make menuconfig 进行选择：

```
Tina Configuration
  Target Images  --->
    *** Root filesystem images ***
    [ ] ext4  ----
    [ ] jffs2
    [*] squashfs  --->
```

常见的压缩有 lzop，gzip，xz 等，压缩率最高的是 xz。但是 xz 压缩解压最慢，非常影响启动速度。实际在选择压缩方式时应综合考虑。

# 3 参考资料

[1] https://elinux.org/Kernel_Size_Tuning_Guide

[2] Karim Yaghmour. Building Embedded Linux Systems [M]

[3] Michael Opdenacker. Embedded Linux size reduction techniques

[4] https://tiny.wiki.kernel.org/

**著作权声明**



本文档及内容受著作权法保护，其著作权由珠海全志科技股份有限公司（“全志”）拥有并保留一切权利。

本文档是全志的原创作品和版权财产，未经全志书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制、修改、发表或传播本文档内容的部分或全部，且不得以任何形式传播。

**商标声明**


、 
、全志科技、  （不完全列举）均为珠海全志科技股份有限公司的商标或者注册商标。在本文档描述的产品中出现的其它商标，产品名称，和服务名称，均由其各自所有人拥有。

**免责声明**

您购买的产品、服务或特性应受您与珠海全志科技股份有限公司（“全志”）之间签署的商业合同和条款的约束。本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您所购买或使用的范围内。使用前请认真阅读合同条款和相关说明，并严格遵循本文档的使用说明。您将自行承担任何不当使用行为（包括但不限于如超压，超频，超温使用）造成的不利后果，全志概不负责。

本文档作为使用指导仅供参考。由于产品版本升级或其他原因，本文档内容有可能修改，如有变更，恕不另行通知。全志尽全力在本文档中提供准确的信息，但并不确保内容完全没有错误，因使用本文档而发生损害（包括但不限于间接的、偶然的、特殊的损失）或发生侵犯第三方权利事件，全志概不负责。本文档中的所有陈述、信息和建议并不构成任何明示或暗示的保证或承诺。

本文档未以明示或暗示或其他方式授予全志的任何专利或知识产权。在您实施方案或使用产品的过程中，可能需要获得第三方的权利许可。请您自行向第三方权利人获取相关的许可。全志不承担也不代为支付任何关于获取第三方许可的许可费或版税（专利税）。全志不对您所使用的第三方许可技术做出任何保证、赔偿或承担其他义务。