



D1-H 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
1.1 编写目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 相关人员	1
2 Tina 系统裁剪简介	2
2.1 boot0 裁剪	2
2.2 uboot 裁剪	2
2.3 内核裁剪	2
2.3.1 删除不使用的功能	3
2.3.2 删除不使用的驱动	4
2.3.3 修改内核源代码	4
2.3.3.1 size 工具	4
2.3.3.2 ksize.py 脚本	4
2.3.3.3 nm 命令	8
2.4 文件系统裁剪	9
2.4.1 应用程序及冗余文件裁剪	9
2.4.2 库的裁剪	9
2.4.2.1 C 库的选择	10
2.4.2.2 删除没用到的库	10
2.4.3 应用程序与库 strip	10
2.4.4 文件系统压缩	11
3 参考资料	12

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-H 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	$\geq 3\text{M}$, < 15M
rootfs	$\geq 4\text{M}$

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-H 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/opp                21708 |     21440       260          8
drivers/dma-buf            21474 |     20770       576        128
drivers/misc               19542 |     18270      1232         40
drivers/staging            17456 |     13695       801       2960

```

drivers/nvmmem	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：

```
000000000004000 b __log_buf
000000000003d50 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題。

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 ext2，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 squashfs、ext4、jffs2 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

版权所有 © 2022 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

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。