



Tina Linux 系统调试 开发指南

版本号: 0.5
发布日期: 2021.04.17

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
0.1	2019.01.22	AWA1225	初始版本
0.2	2019.03.25	AWA1051	添加 pstore 内容
0.3	2020.04.15	AWA1051	更新 pstore 的配置方法
0.4	2020.06.05	AWA1051	基于社区最新实现，更新 pstore 的配置方法
0.5	2021.04.17	AWA0985	完善部分章节说明



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 应用开发调试工具	2
2.1 GDB	2
2.1.1 介绍	2
2.1.2 配置	2
2.1.3 使用	2
2.1.4 更多用法	2
2.1.5 注意事项	3
2.2 gdbserver	3
2.2.1 介绍	3
2.2.2 配置	3
2.2.3 使用	3
2.3 coredump	4
2.3.1 介绍	4
2.3.2 配置	4
2.3.3 使用	4
2.4 perf	5
2.4.1 介绍	5
2.4.2 配置	5
2.4.3 使用	5
2.5 strace	6
2.5.1 介绍	6
2.5.2 配置	6
2.5.3 使用	6
2.6 valgrind	6
2.6.1 介绍	6
2.6.2 配置	7
2.6.3 使用	7
2.7 轻量级日志永久转存	7
2.7.1 使能日志转存	8
2.7.1.1 使能内核功能模块	8
2.7.1.2 指定分区	9
2.7.2 获取奔溃日志	11
2.7.2.1 挂载文件系统	11
2.7.2.2 读取文件	11
2.7.2.3 删除文件	12
2.7.3 高级功能配置	12

2.7.3.1 分区的空间分布	12
2.7.3.2 高级功能	12



1 概述

1.1 编写目的

本文主要服务于使用 Tina 软件平台的广大客户，帮助开发人员方便快速了解 Tina 平台系统调试工具。

1.2 适用范围

本文适用于 Tina3.5 版本以上软件平台；对硬件环境没有要求，所有 Allwinner 硬件平台都适用。

其中，注意 linux-5.4 内核上暂未支持 pstore 功能。

1.3 相关人员

适用 Tina 平台的广大客户与开发人员。

2 应用开发调试工具

2.1 GDB

2.1.1 介绍

GDB(GNU symbolic debugger) 是 GNU 开源组织发布的一款调试工具，用于调试由 GCC 编译的代码。它的功能非常强大，使用命令行的调试方式，允许调试复杂的应用程序，给程序开发提供了极大的便利。

2.1.2 配置

Tina SDK 中 GDB 源码包位于 dl 目录下，默认不配置 GDB 软件包，使用时需要先选上 GDB。配置方法如下。

```
make menuconfig -->
  Development -->
    <*> gdb----- GNU Debugger
```

2.1.3 使用

1. 按照上述方法配置好 GDB 后，重新编译并烧写系统，在设备端口运行 gdb 即可调试应用程序。

```
gdb <process_name>
```

2.1.4 更多用法

gdb 调试命令很多，如何使用可以参考：<https://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>

2.1.5 注意事项

- 调试信息

gdb 主要用来调试 C/C++ 的程序。在编译源码时必须要把调试信息加到可执行文件中。即编译参数带上-g 参数。如果没有-g，将看不见程序的函数名和变量名，代替它们的全是运行时的内存地址。

- 多线程调试

参考：<https://sourceware.org/gdb/onlinedocs/gdb/Forks.html>

- 已运行进程调试

gdb attach -p <pid>，其中 pid 为需要调试的进程名字。

2.2 gdbserver

2.2.1 介绍

gdbserver 是可以对目标设备上的程序进行远程调试的软件。

2.2.2 配置

```
make menuconfig -->
  Development -->
    <*> gdbserver..... Remote server for GNU Debugger
```

2.2.3 使用

1. 先确定本地回环接口是否打开，如未打开需要先进行网络配置，在小机端执行以下命令。

```
ip addr add dev lo 127.0.0.1/32 //设置本地回环地址为127.0.0.1
ifconfig lo up //使能端口
```

2. 在小机端运行 gdbserver 程序

```
gdbserver 127.0.0.1:3456 process //3456为目标板端口号，用户自己定义，process为应用程序名字
```

3. 在主机端做 adb 端口映射

```
adb forward tcp:3456 tcp:3456 //第一个3456为主机端口，第二个3456为目标板端口
```

4. 在主机使用 gdb

```
${PC端编译工具链路径}/arm-openwrt-linux-gnueabi-gdb process
```

5. 主机端进行进入 gdb 界面，执行

```
target remote :3456
```

6. 连接正确可开始调试程序，最开始会从 _start 函数开始，所以可以先执行下边调试指令，进入应用程序的 main 函数进行调试。

```
b main  
c
```

2.3 coredump

2.3.1 介绍

程序运行过程中异常终止或崩溃，操作系统会将程序当时的内存状态记录下来，保存在一个文件中，这种行为就叫做 CoreDump。

可以认为 CoreDump 是内存快照，但实际上，除了内存信息之外，还有些关键的程序运行状态也会同时记录下来，例如寄存器信息（包括程序指针、栈指针等）、内存管理信息、其他处理器和操作系统状态和信息。

CoreDump 对于调试程序是非常有帮助的，因为对于有些程序错误是很难重现的，例如指针异常，而 CoreDump 文件可以再现程序出错时的情景。

2.3.2 配置

```
tina根目录下, make kernel_menuconfig, 选中以下配置。  
Userspace binary formats -->  
[*] Enable core dump support
```

2.3.3 使用


```
(1) ulimit -c unlimited;  
(2) echo 'core.%e.%p' > /proc/sys/kernel/core_pattern;
```

💡 技巧

- (1) 表示在异常时产生 *core dump* 文件，不对 *core dump* 文件的大小进行限制。
- (2) 表示产生的 *core* 文件中将带有崩溃的程序名、以及它的进程 ID

2.4 perf

2.4.1 介绍

Perf 是从 Linux 2.6 开始引入的一个 profiling 工具，通过访问包括 pmu 在内的软硬件性能计数器来分析性能，支持多架构，是目前 Kernel 的主要性能检测手段，和 Kernel 代码一起发布，所以兼容性良好。

性能瓶颈如果要分类的话，大致可以分为几个大类：**cpu/gpu/mem/storage**，其中 gpu 用 Perf 没法直接探测（这个目前比较好用的工具就只有 DS5），storage 一般用 tracepoint 来统计。总的说来，Perf 还是侧重于分析 cpu 的性能，其他功能都不是很好用。常用的功能有以下几个。

- record: 收集 profile 数据
- report: 根据 profile 数据生成统计报告
- stat: 打印性能计数统计值
- top: cpu 占有率实时统计

2.4.2 配置

```
tina根目录下，make menuconfig，选中以下配置：  
Development --->  
  <*> perf..... Linux performance monitoring tool
```

2.4.3 使用

```
root@TinaLinux:~# perf stat /bin/perftest  
Starting convolution! thread = 4 ,count = 2  
Finished convolution! Time consumed 20 seconds.  
Performance counter stats for '/bin/perftest':  
  
20236.937258 task-clock # 0.994 CPUs utilized  
2404 context-switches # 0.119 K/sec  
0 CPU-migrations # 0.000 K/sec  
1572 page-faults # 0.078 K/sec  
24241775385 cycles # 1.198 GHz
```

```
<not supported> stalled-cycles-frontend
<not supported> stalled-cycles-backend
7514299585 instructions # 0.31 insns per cycle
621110448 branches # 30.692 M/sec
1134868 branch-misses # 0.18% of all branches
20.352726051 seconds time elapsed
```

2.5 strace

2.5.1 介绍

Strace 通过 ptrace 系统调用来跟踪进程调用 syscall 的情况。

2.5.2 配置

```
tina根目录下, 运行make menuconfig, 选择
Utilities --->
<*> strace..... System call tracer
```

2.5.3 使用

- strace 启动程序的同时用 strace 跟踪。
- strace -p pid 对于已经启动的程序通过 -p 参数 attach 上去。

2.6 valgrind

2.6.1 介绍

Valgrind 是一套 Linux 下, 开放源代码 (GPLv2) 的仿真调试工具的集合。由内核 (core) 以及基于内核的其他调试工具组成。内核类似于一个框架 (framework), 它模拟了一个 CPU 环境, 并提供服务给其他工具; 而其他工具则类似于插件 (plug-in), 利用内核提供的服务完成各种特定的内存调试任务。Valgrind 包括以下工具, Tina 平台使用较多的工具是 memcheck, 用来检查应用程序内存泄漏情况。

- Memcheck: 内存使用情况检查。
- Callgrind: 收集程序运行时的一些数据, 函数调用关系等信息。

- Cachegrind：模拟 CPU 中的一级缓存 I1,D1 和 L2 二级缓存，能够精确地指出程序中 cache 的丢失和命中。
- Helgrind：用来检查多线程程序中出现的竞争问题。
- Massif：堆栈分析器，它能测量程序在堆栈中使用了多少内存，告诉我们堆块，堆管理块和栈的大小。

2.6.2 配置

```
tina根目录下，运行make menuconfig，选择
Development -->
<*> valgrind .....debugging and profiling tools for linux
```

2.6.3 使用

```
valgrind --tool=memcheck --leak-check=full {program}
```

2.7 轻量级日志永久转存

全志轻量级日志永久转存方案依赖于内核原生的 pstore 文件系统，设计了 pstore/blk 模块，配合全志的 Flash 驱动，实现在内核奔溃时，自动把日志转存到 Flash 中，并在开机后以文件形式呈现到用户空间。

此方案在全志释放的 Linux-4.9 及之后的内核版本中支持，暂时不兼容 Linux-3.4/3.10/4.4 等旧内核版本。

pstore/blk 模块及其衍生的 **pstore/zone**，**mtdpstore** 模块已合并进 Linux 社区。详细的使用文档可参考社区内核文档。

```
Documentation/admin-guide/pstore-blk.rst
```

全志的实现支持社区的所有 Frontend 功能，包括：

1. kmsg - 内核 Panic/Oops/emerg/restart/halt/poweroff 时的日志信息。
2. pmsg - 用户空间的信息转存（Android 用于存储系统日志）。
3. ftrace - ftrace 信息。
4. console - 串口终端信息。

在 pstore 中，kmsg 前端基于 kmsg_dump 的机制，在最新的版本中支持所有的 kmsg_dump_reason。kmsg_dump 机制可以在特定时机出发回调，把内核的日志缓存 log_buf 导出。

在 pstore 中，pmsg 是 pstore 提供的用户空间转存信息的方法。用户空间程序把需要记录的信息写入到 /dev/pmsg0 的设备节点，在重启时，即可在 pstore 的挂载目录中获取写入的信息。在 Android 平台把 pmsg 用于存储系统日志。

当前不同存储介质对 Frontend 的支持情况如下表。

表 2-1: pstore 支持的 Frontend

介质	panic	oops	pmsg	ftrace	console
nor	N	Y	N	N	N
(ubi) spinand	N	Y	N	N	N
(nftl) spinand	Y	Y	Y	Y	Y
mmc	Y	Y	Y	Y	Y
rawnand	Y	Y	Y	Y	Y

⚠ 警告

并不是所有的 rawnand/(nftl) spinand 都支持所有的 Frontend 功能，以实际驱动为准。

2.7.1 使能日志转存

日志永久转存的方案，除了内核使能 pstore/blk 之外，还需要为其提供一个专用分区。因此使能日志转存有两个步骤。

1. 使能内核功能模块
2. 指定分区

2.7.1.1 使能内核功能模块

进入内核的 `menuconfig`，在 Tina 平台可以在任意目录执行：`m kernel_menuconfig`

```
[kernel menuconfig]
  |-> File systems
    |-> Miscellaneous filesystems
      |-> [*] Persistent store support
        |-> Log panic/oops to a block device
          |-> block device identifier
            |-> Size in Kbytes of kmsg dump log to store
              |-> Maximum kmsg dump reason to store
                |-> Size in Kbytes of pmsg to store
                  |-> Size in Kbytes of console to store
```

上述的属性配置，例如 **block device identifier** 可以通过 `h` 按键获取详细的说明。这些属性配置同时支持 Kconfig 和 Module Parameters 的两种配置方式，且 *Module Parameters* 具

有更高的优先级。

- block device identifier
指定使用的块设备
- Size in Kbytes of kmsg dump log to store
为 kmsg 前端分配的空间大小
- Maximum kmsg dump reason to store
kmsg dumper 支持的 reason 最大值（见 enum kmsg_dump_reason）
- Size in Kbytes of pmsg to store
为 pmsg 前端分配的空间大小
- Size in Kbytes of console to store
为 console 前端分配的空间大小

💡 技巧

block device identifier 见[指定分区](#) 章节，其他属性使用默认配置即可。

2.7.1.2 指定分区

为内核 pstore/blk 模块指定使用的块设备分区，首先我们创建一个容量大小建议 **[256K-1M]**，参考下表。

表 2-2: pstore 分区大小建议

Flash 容量	建议大小
容量 ≤ 128M	256K
128M < 容量 ≤ 1G	512K
容量 > 1G	1M

在 `sys_partition.fex` 中添加 pstore 分区，例如：

```
[partition]
name      = pstore
size      = 512
user_type = 0x8000
```

在创建了分区后，需要“告知”内核模块使用哪个分区。如上文所述，目前为止 pstore/blk 支持 Kconfig 和 Module Parameters 两种配置方式。Kconfig 比较简单，因此下文主要是讲解 Module Parameters 的配置方式。

Module Parameter 要不在手动加载模块时指定：

```
# insmod pstore_blk.ko blkdev=XXXX
```

如果是编译进内核，需要在内核 **cmdline** 中添加内核模块参数。

在全志平台，需要修改 **env-XXX.cfg**。在对应存储介质的 **setargs_XXX** 中添加如下内容。

```
pstore_blk.blkdev=<分区路径>
```

例如：

```
setargs_mmc=... pstore_blk.blkdev=/dev/mmcblk0p10 ...
```

除了路径之外，还可以使用如下的形式。

```
pstore_blk.blkdev=<主设备号:次设备号>
```

其中**主设备号**表示的存储介质，**次设备号**代指哪个分区。

我们可以在进入到命令行后，通过 `ll` 命令获取主次设备号，例如：

```
$ ll /dev/mmcblk0*
brw----- 1 root  root    179,  0 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0
brw----- 1 root  root    179, 16 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0boot0
brw----- 1 root  root    179, 32 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0boot1
brw----- 1 root  root    179,  1 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0p1
brw----- 1 root  root    179,  2 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0p2
brw----- 1 root  root    179,  3 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0p3
brw----- 1 root  root    179,  5 Jan  2 04:20 /dev/mmcblk0p5
```

以 **/dev/mmcblk0p5** 为例，**主设备号**是 **179**，**从设备号**是 **5**，因此 **cmdline** 可以写为 `blkloops .blkdev=179:5`

下面进一步说明 **pstore 分区**的对应关系：

在 Tina 个别平台做了进一步封装，只需要在 **env-XXXX.cfg** 中添加 `blkloops_partition=<分区名>` 和 `blkloops_blkdev=<分区路径|设备号>`，例如：

```
...
blkloops_partition=pstore #分区名对应sys_partition.fex
blkloops_blkdev=93:7 #可先任意写一个
setargs_nand=... pstore_blk.blkdev=${blkloops_blkdev} ...
...
```

uboot 则会根据 `blkloops_partition` 的分区名，自动匹配和修改 `blkloops_blkdev`。

对于不支持进一步封装的方案，可在启动后查询 **cmdline** 的 `partitions` 参数，例如：

```
$ cat /proc/cmdline
.... partitions=boot-res@mmcblk0p2:env@mmcblk0p5:boot@mmcblk0p6....
```

OK，到此日志永久转存的功能已经使能。

2.7.2 获取奔溃日志

2.7.2.1 挂载文件系统

全志轻量级日志转存的方案基于的是 pstore 文件系统，因此需要挂载文件系统后才能使用。

在 Tina 平台中，pstore 文件系统已经实现默认开机自动挂载，可以通过 `mount` 命令确认，例如：

```
# mount
...
pstore on /sys/fs/pstore type pstore (rw,relatime)
...
```

Android 平台，需要自行实现挂载，挂载命令可参考：

```
mount -t pstore pstore /sys/fs/pstore
```

挂载后，在触发日志转存重启后，可以在挂载点 `/sys/fs/pstore` 中可获取奔溃日志文件，例如：

```
root@TinaLinux:/sys/fs/pstore# ll
drwxr-x---  2 root    root          0 Jan  1  1970 .
drwxr-xr-x  5 root    root          0 Jan  1  1970 ..
-r--r--r--  1 root    root    15504 Mar 19 19:39 dmesg-pstore-blk-0
-r--r--r--  1 root    root    15881 Mar 19 19:39 dmesg-pstore-blk-1
-r--r--r--  1 root    root         2 Jan  1  1970 pmsg-pstore-blk-0
root@TinaLinux:/sys/fs/pstore#
```

可以通过命令 `echo c > /proc/sysrq-trigger` 主动触发内核奔溃以验证功能。

2.7.2.2 读取文件

奔溃日志会以文件形式呈现到挂载点，一次奔溃一份日志，文件名格式如下。

```
<日志类型>-pstore-blk-<编号>
```

我们可通过标准的 IO 接口访问导出的日志文件。

我们可以通过名字区分 dmesg 日志记录和 psmg 日志记录，但 dmesg 日志记录如何细分 panic/oops/oom 呢？

在 dmesg 日志记录的第一行可以进一步细分日志类型和触发次数累计，例如：

```
root@TinaLinux:/sys/fs/pstore# head -n 3 dmesg-pstore-blk-1
OOM: Total 8 times
OOM#8 Part1
<4>[ 95.111229] [<c0018e48>] (do_page_fault) from [<c0009344>] (do_PrefetchAbort+0x38/0x9c)
```

除此之外，文件时间表示的是奔溃触发时间

2.7.2.3 删除文件

可以直接删除生成的日志文件

```
rm /sys/fs/pstore/*
```

对使用 mtdpstore 模块的 spinor/(ubi) spinand 存储方案，考虑到存储物料的擦除特性，当同时存在多个连续文件，且刚好这些文件数据存储在同一物理块内时，要把同一个块内的文件全部删除后才会真正删除文件。

2.7.3 高级功能配置

2.7.3.1 分区空间分布

默认情况下，pstore/blk 的每一份记录为 64K。意味着如果分区大小为 256K，则一共能同时存在 4 份记录。假设只使能 kmsg 和 pmsg 的记录，此时分区的划分情况大致如下表：

表 2-3: pstore 分区分布

0 - 64K	64k - 128K	128K - 192K	192K - 256 K
pmsg	dmesg.0	dmesg.1	dmesg.2

显而易见，在划分了 pmsg 的空间后，剩余的空间全部分配给 dmesg。

2.7.3.2 高级功能

内核模块通过 cmdline 中传递模块参数，可设置高级功能。日志永久转存模块支持以下模块参数。推荐使用默认配置

表 2-4: pstore 支持参数

模块名	功能	示例	默认值
pstore_blk.blkdev	供 blkoops 使用的分区	pstore_blk.blkdev=179:10	NULL
pstore_blk.oops_size	dmesg 记录大小	pstore_blk.oops_size=64	64KB
pstore_blk.pmsg_size	pmsg 记录大小	pstore_blk.pmsg_size=64	64KB
pstore_blk.console_size	console 记录大小	pstore_blk.console_size=64	64KB
pstore_blk.fttrace_size	fttrace 记录大小	pstore_blk.fttrace_size=64	64KB

模块名	功能	示例	默认值
pstore_blk.dump_oops	是否记录 Oops 日志	pstore_blk.dump_oops=1	True
pstore.update_ms	定时刷新日志信息	pstore.update_ms=1000	-1

💡 技巧

默认情况下，只有重启后才会刷新 *pstore* 的记录，除非使能了 *pstore.update_ms*。






著作权声明

版权所有 © 2021 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

本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。