



SWC 虚拟项目 开发指南

版本号: 0.1
发布日期: 2020-09-16

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
0.1	2020.9.15	汤健雄	建立文档



目 录

1	前言	1
1.1	文档简介	1
1.2	目标读者	1
1.3	适用范围	1
2	模块介绍	2
2.1	模块功能介绍	2
2.1.1	编解码模块	2
2.1.2	hash 模块	2
2.1.3	封装模块	2
2.1.4	netlink 模块	3
2.1.5	连接控制模块	3
2.1.6	服务端模块 A	3
2.1.7	内核模块 K	4
2.1.8	客户端模块 BC	4
2.2	相关术语介绍	5
2.2.1	netlink	5
2.2.2	HASH 校验	5
2.2.3	客户端和服务端	5
2.2.4	内核模块和应用程序	5
3	模块配置介绍	6
3.1	开发环境配置	6
3.1.1	Linux 服务器环境搭建	6
3.1.2	windows PC 开发环境搭建	7
3.1.3	开发板介绍	8
3.2	kernel menuconfig 配置说明	9
3.3	源码结构介绍	9
3.4	编译方式	10
3.4.1	整体编译	10
3.4.2	单独编译应用程序	11
3.4.3	单独编译内核模块	11
3.4.4	openssl 交叉编译	11
4	模块接口说明	12
4.1	编解码模块	12
4.1.1	[msg_encode]	12
4.1.2	[msg_decode]	12
4.2	连接控制模块	13
4.2.1	[passwd_verify]	13
4.3	封装模块	13
4.3.1	[pack]	13

4.3.2 [unpack]	14
4.4 hash 模块	14
4.4.1 [hash_str]	14
4.4.2 [hash_file]	15
4.5 netlink 模块	15
4.5.1 [netlink_init]	15
4.5.2 [netlink_send_message]	16
4.5.3 [netlink_send_message]	16
5 FAQ	18
5.1 调试方法	18
5.1.1 各模块 netlink 初始化	18
5.1.2 消息通信 debug	20
5.2 调试工具	22
5.2.1 adb 调试	22
5.2.2 GDB 调试工具	23
5.3 调试节点	24
5.4 常见问题	24

插图

3-1 开发环境搭建	6
3-2 串口驱动	7
3-3 开发板详情	8
3-4 串口连接	9
5-1 netlink 初始化 debug 流程	19
5-2 消息通信 debug 流程	21



1 前言

1.1 文档简介

本文档为 P166 项目 Demo 软件的用户开发指南。

1.2 目标读者

在 P166 项目软件 Demo 上进行二次开发的开发者和使用者。

1.3 适用范围

适用范围为全志 T507 平台。

2 模块介绍

2.1 模块功能介绍

2.1.1 编解码模块

编解码模块的功能包括：数据编码和数据解码。

- 数据编码
对发送的字符串编码
- 数据解码
对编码字符串进行解码还原

2.1.2 hash 模块

hash 模块的功能包括：字符串 hash 值计算、文件 hash 值计算和 hash 值校验。

- 字符串 hash 值计算
计算字符串的 hash 值
- 文件 hash 值计算
计算文件的 hash 值
- hash 值校验
将原始文件的 hash 值字符串和收到的 hash 值字符串进行比较以确认文件的一致性

2.1.3 封装模块

封装模块的功能包括：数据封装和数据解封。

- 数据封装
将待发送的数据、发送者、接受者和消息类型等信息一起封装起来。
- 数据解封
对封装数据进行解封、获取发送者、接受者、消息类型和数据内容等信息。

2.1.4 netlink 模块

netlink 模块的功能包括：netlink 初始化、netlink 套接字创建、netlink 地址绑定、消息发送和消息接收。

- netlink 初始化
完成客户端和服务端的 netlink 套接字创建地址初始化与绑定
- netlink 套接字创建
创建用户态 netlink 地址套接字
- netlink 地址绑定
将 netlink 套接字与相关的地址进行绑定
- 消息发送
完成用户态 netlink 消息发送
- 消息接收
完成用户态 netlink 消息接收

2.1.5 连接控制模块

连接控制模块的功能包括：连接确认和 ID 获取。

- 连接确认
根据客户端的连接请求确定是否进行连接
- ID 获取
获取客户端的 prot ID 号

2.1.6 服务端模块 A

后台服务应用 A，包括三个子功能，分别是连接控制、发送数据、接收数据、HASH 校验模块和文件传输。

- 连接控制
服务端根据客户端的连接请求消息控制连接是否建立
- 发送数据
服务端可主动向客户端发送消息
- 接收数据：
接收来自内核模块 K 转发的数据

- HASH 校验
根据 HASH 值完成 HASH 校验，如果成功则完成通信，失败则抛出异常码 ERN120 或 ERN110
- 文件传输
服务端作为被动的文件中转站，客户端可下载服务端的文件，也可以向服务端上传文件

2.1.7 内核模块 K

内核模块 K 的功能包括：接收数据、数据转发和状态监测

- 接收数据
接收来自应用程序的数据，识别出数据的来源和去向
- 数据转发
如果通信合法，将收到到的数据转发给接收者
如果通信非法，将数据丢弃并返回非法信息
- 状态监测
定期对应用程序进程的运行状态进行检测，通过 dmesg 打印出来
- 调试节点内核模块创建了 debugfs 调试节点，可动态观测通信次数

2.1.8 客户端模块 BC

客户端的功能包括连接请求、发送数据、接收数据、hash 校验、文件下载和文件上传

- 连接请求
客户端在与服务端通信之前要发送连接请求进行连接，连接成功方可通信
- 发送数据
客户端可主动给服务端发送数据
- 接收数据
接收来自内核转发的数据
- hash 校验
对文件或消息的 hash 值进行校验确保发送接收无误
- 文件上传
向服务端上传文件
- 文件下载
从服务端目录下载文件

2.2 相关术语介绍

2.2.1 netlink

netlink 是用以实现用户进程和内核进程的一种特殊通信机制，也是网络应用程序与内核通信的最常用的接口。

Netlink 是一种特殊的 socket，它是 Linux 所特有的，类似于 BSD 中的 AF_ROUTE 但又远比它的功能强大，目前在 Linux 中常用在内核空间与用户空间的通信。

2.2.2 HASH 校验

散列函数（或散列算法，又称哈希函数，英语：Hash Function）是一种从任何一种数据中创建小的数字“指纹”的方法。散列函数把消息或数据压缩成摘要，使得数据量变小，将数据的格式固定下来。该函数将数据打乱混合，重新创建一个叫做散列值（hash values, hash codes, hash sums, 或 hashes）的指纹。散列值通常用来代表一个短的随机字母和数字组成的字符串。

hash 校验即通过比较两个文件或字符串的散列值去判断两者是否相等。

2.2.3 客户端和服务端

客户端一般指应用程序 B 和应用程序 C，服务端一般指服务程序 A。

2.2.4 内核模块和应用程序

内核模块一般指内核模块 k，应用程序指用户态程序 A、B 和 C。

3 模块配置介绍

3.1 开发环境配置

本章主要介绍了如何在本地搭建编译环境来编译 Longan SDK 源代码。目前本 Demo 只支持在 linux 环境下编译 Ubuntu 14.04(64 bit)。一个典嵌入式开发环境通常包括 linux 服务器、Windows PC 和目标硬件板。linux 服务器上建立交叉编译开发环境，为软件开发提供代码更新下载，代码交叉编译服务。

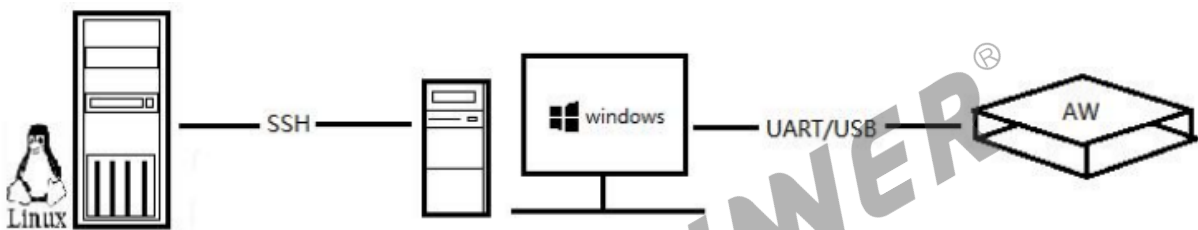


图 3-1: 开发环境搭建

Windows PC 和 Linux 服务器共享程序，Windows PC 并安装 SecureCRT 或 puTTY，通过网络远程登录到 Linux 服务器，在 linux 服务器上进行交叉编译和代码的开发调试。Windows PC 通过串口和 USB 与目标开发板连接，可将编译后的镜像文件烧写到目标开发板，并调试系统或应用程序。

3.1.1 Linux 服务器环境搭建

- 硬件配置

推荐 64 位系统，硬盘空间大于 30G。如果您需要进行多个构建，请预留更大的硬盘空间。

- 系统版本

```
Linux SzExdroid20 3.19.0-80-generic #88~14.04.1-Ubuntu SMP Fri Jan 13 14:54:07 UTC 2017
x86_64 GNU/Linux
```

- 网络环境

安装 nfs、samba、ssh 等网络组件，并自行配置网络。

- 软件包

配置好网络环境之后，则可以通过如下命令安装编译需要的软件包。

```
sudo apt-get install git
sudo apt-get install gcc
sudo apt-get install wget
sudo apt-get install bison
sudo apt-get install ncurses
sudo apt-get install build-essential
sudo apt-get install zip
```

3.1.2 windows PC 开发环境搭建

- 开发工具

代码编辑：SourceInsight、Notepad++ 等

串口工具：puTTY、Xshell、mobaxterm 等

- 开发板驱动安装

一般在 Windows7 的环境下，当目标板设备上电并插上 USB 线之后，会自动安装 USB 设备驱动程序。如果安装成功，则会在 Windows 管理器中出现下图中红色椭圆形标识的设备 Android Phone。

在 windows10 环境下需要自行安装驱动，驱动目录位于

```
tools/windows 7_10_ _32_64 USB-to-Serial Comm Port/windows 7_ 10
```



图 3-2: 串口驱动

:::note 有些电脑在设备上电并插上 USB 线之后，自动安装 USB 设备驱动程序会失败。推荐使用驱动人生等软件，自动检索安装驱动程序。:::

3.1.3 开发板介绍

本 Demo 目前暂时在 T5 平台上运行测试，AW T5 的公版如下

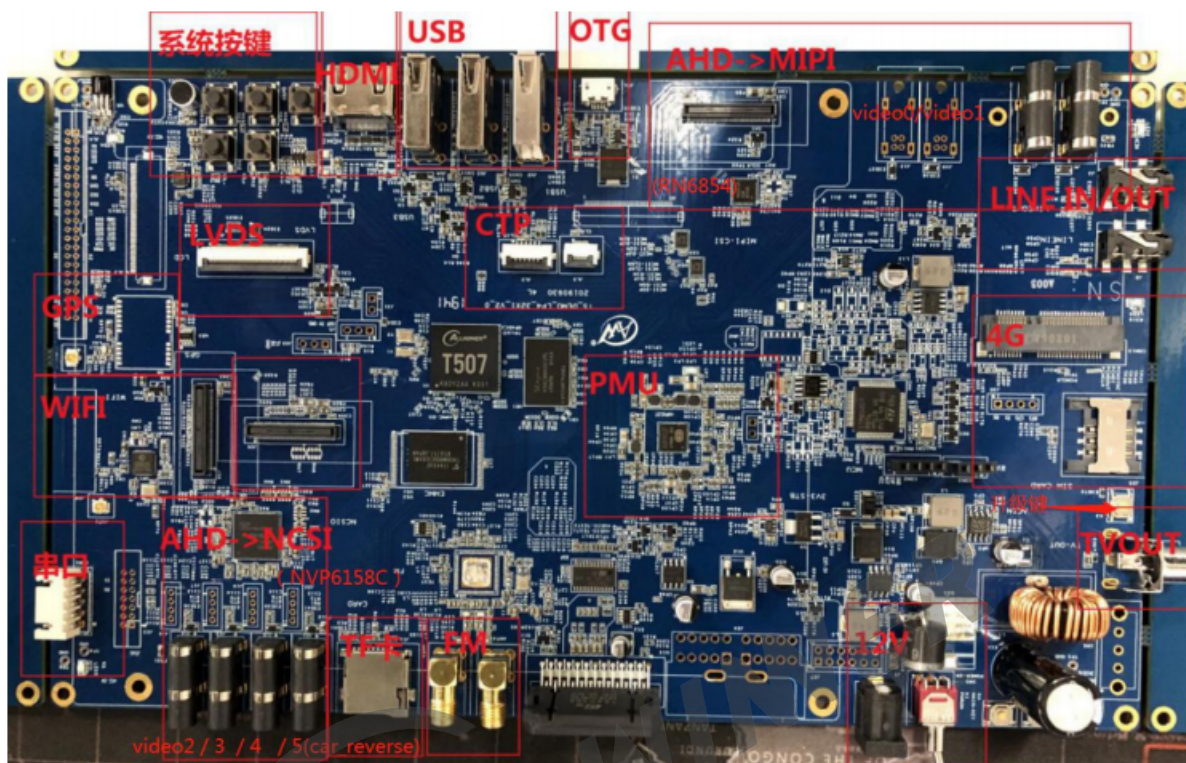


图 3-3: 开发板详情

:::note 本软件 demo 的开发主要关注 DCIN12V(连接 12V 直流电源)，CPU 调试串口，USB-OTG micro 端口 (用于烧录和 ADB 调试)。:::

- 使用准备
请检查串口硬件工具以及串口连接线、12V 直流电源、以及 miniUSB 线等是否就绪。
- 开发板供电
请使用 12V 直流电源为开发板供电，供电电流推荐 2A 左右。
- 串口连接
默认的调试串口用的是 uart0，电压为 3.3v，连接如下图。

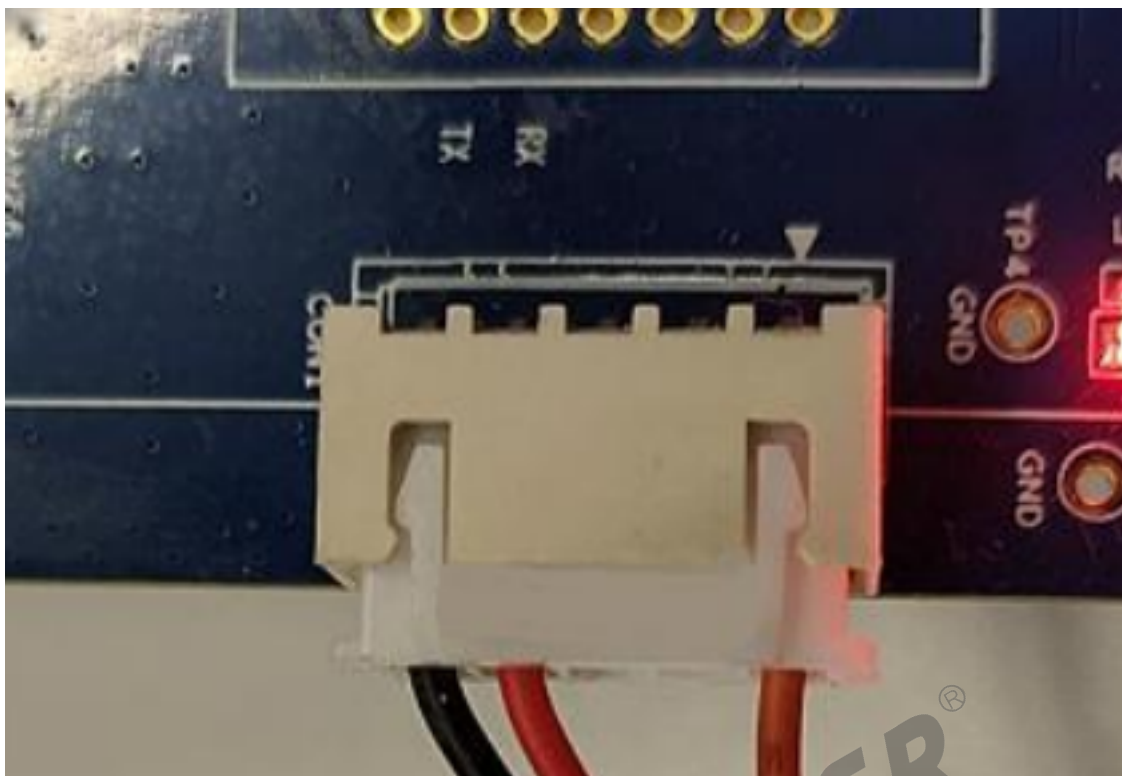


图 3-4: 串口连接

- usb 调试连接

请使用 USB Micro 数据线，连接开发板和 windows PC 和 usb 端口。

3.2 kernel menuconfig 配置说明

```
CONFIG_netlink_k=y
```

3.3 源码结构介绍

docs	项目相关文档目录
hdr	头文件目录
codec.h	编解码头文件
connect.h	连接控制模块头文件
encapsulation.h	封装模块头文件
hash.h	hash模块头文件
netlink.h	netlink模块头文件

└─ protocol.h	协议相关头文件
└─ kernelspace	内核源码目录
└─ kernel_k.c	内核模块k源码
└─ Kconfig	编译相关配置文件
└─ Makefile	编译相关配置文件
└─ lib	依赖的外部库
└─ include	
└─ lib	
└─ out	编译产物目录
└─ client_b	
└─ client_c	
└─ kernel_k.ko	
└─ server_a	
└─ README.md	
└─ script	脚本文件目录
└─ build.sh	
└─ src	源文件目录
└─ client_b.c	客户端b源码
└─ client_c.c	客户端c源码
└─ codec.c	编解码模块源码
└─ connect.c	连接控制模块源码
└─ encapsulation.c	封装模块源码
└─ hash.c	hash模块源码
└─ Makefile	编译Makefile
└─ netlink.c	netlink模块源码
└─ server_a.c	服务端a源码
└─ tools	相关工具
└─ test	测试文件目录
└─ codec_test	
└─ file_test	
└─ hash_test	
└─ netlink_file	
└─ pack_test	
└─ socket_file	

3.4 编译方式

3.4.1 整体编译

进入 demo 顶级目录，配置好编译工具的环境变量，然后执行编译脚本即可。

```
#export PATH=$PATH:tools/gcc-linaro-7.4.1-2019.02-x86_64_aarch64-linux-gnu/bin/
#./script/build.sh
```

编译后的四个产物会出现在 out 目录下，通过 adb 工具推到开发板上即可进行运行调试。

3.4.2 单独编译应用程序

进入 src/目录, 执行 make 命令。

3.4.3 单独编译内核模块

进入 kernelspace 目录, 执行 make 命令。

3.4.4 openssl 交叉编译

本软件 demo 中调用了 openssl 中的相关库函数, 某些开发板中可能没有相应的环境, 需要自行交叉编译配置。

- 设置环境变量

```
#export ARCH=arm64
#export CROSS_COMPILE=aarch64-linux-gnu-
#export PATH=$PATH:tools/gcc-linaro-7.4.1-2019.02-x86_64_aarch64-linux-gnu/bin/
```

- 获取 openssl

```
wget https://www.openssl.org/source/openssl-1.1.1g.tar.gz
tar -xvf openssl-1.1.1g.tar.gz
```

::: warning 新建安装目录 out, 不要命名为 install, windows 无法访问。:::

- 配置、编译、安装

```
./Configure linux-aarch64 --prefix=/home/xixinle/bootcamp2020/src/lib/openssl-1.1.1g/out/
make
make install
```

编译完成之后生成的 include 和 lib 目录可被用于交叉编译链接, 详情参见各目录下 Makefile。

4 模块接口说明

4.1 编解码模块

4.1.1 [msg_encode]

```
int msg_encode(const unsigned char *in, unsigned int inlen, char *out);
```

- 作用：数据编码
- 参数：
 - 参数 1: 待编码数据指针
 - 参数 2: 待编码数据长度
- 参数 3: 接收编码后数据的变量
- 返回：
 - 非负整型：编码后数据长度
- 负数：失败错误码

4.1.2 [msg_decode]

```
int msg_decode(const unsigned char *in, unsigned int inlen, char *out);
```

- 作用：数据解码
- 参数：
 - 参数 1: 待解码数据指针
 - 参数 2: 待解码数据长度
- 参数 3: 接收解码后数据的变量

- 返回：
 - 非负整型：解码后数据长度
- 负数：失败错误码

4.2 连接控制模块

4.2.1 [passwd_verify]

```
int passwd_verify(char *passwd, char name);
```

- 作用：确认连接口令是否有效
- 参数：
 - 参数 1: 连接口令
 - 参数 2: 连接客户端名称
- 返回：
 - 1: 连接成功
- -1: 连接失败

4.3 封装模块

4.3.1 [pack]

```
int pack(const unsigned char *in, unsigned int inlen, char recv, char send, char msgtype, char *out);
```

- 作用：数据封装，加入消息头
- 参数：
 - 参数 1: 待封装消息
 - 参数 2: 待封装消息长度

- 参数 3: 接收者名称
- 参数 4: 发送者名称
- 参数 5: 消息类型
- 参数 6: 接收封装后数据的变量
- 返回：
 - 非负整型：封装后数据长度
- 负数：失败错误码

4.3.2 [unpack]

```
int unpack(const unsigned char *in, unsigned int inlen, char *send, char *msgtype, char *out);
```

- 作用：数据解封，解析消息字符串、长度、发送者、消息类型
- 参数：
 - 参数 1: 待解封消息
 - 参数 2: 待解封消息长度
 - 参数 3: 接收发送者变量
 - 参数 4: 接收消息类型变量
- 参数 5: 接收解封后数据的变量
- 返回：
 - 非负整型：解封后数据长度
- 负数：失败错误码

4.4 hash 模块

4.4.1 [hash_str]

```
int hash_str(const char *str, int len, char *output);
```

- 作用：计算字符串的 hash 值
- 参数：
 - 参数 1: 待计算的字符串
 - 参数 2: 字符串长度
 - 参数 3: 接收计算的 hash 值
- 返回：
 - 1: 计算成功
- 负数：失败错误码

4.4.2 [hash_file]

```
int hash_file(const char *str, int len, char *output);
```

- 作用：计算文件的 hash 值
- 参数：
 - 参数 1: 待计算文件的文件名
 - 参数 2: 文件名长度
 - 参数 3: 接收计算的 hash 值
- 返回：
 - 1: 计算成功
- 负数：失败错误码

4.5 netlink 模块

4.5.1 [netlink_init]

```
int netlink_init(int id);
```

- 作用：netlink 初始化，完成套接字创建和地址绑定
- 参数：
 - 参数 1: 端口号
- 返回：
 - 正整数：成功，返回 socket 描述符
- 负数：失败错误码

4.5.2 [netlink_send_message]

```
int netlink_send_message(int sock_fd, const unsigned char *message, int len, unsigned int send_pid, unsigned int recv_pid, unsigned int group);
```

- 作用：通过 netlink 向内核发送消息
- 参数：
 - 参数 1: socket 描述符
 - 参数 2: 待发送消息
 - 参数 3: 消息长度
 - 参数 4: 发送者端口号
 - 参数 5: 接收者端口号
- 参数 6: 接收者所在组
- 返回：
 - 0: 成功
- 负数：失败错误码

:::note 参数 5 和参数 6 在向内核发送消息的时候一般是 0，内核默认的端口号和组 id 为 0。:::

4.5.3 [netlink_recv_message]

```
int netlink_recv_message(int sock_fd, unsigned char *message, int *len);
```

- 作用：通过 netlink 接收来自内核的消息
- 参数：
 - 参数 1: socket 描述符
 - 参数 2: 接收消息变量
 - 参数 3: 消息长度
- 返回：
 - 0: 成功
- 负数：失败错误码



5 FAQ

本章介绍软件 demo 在开发运行的过程中调试方法、调试工具和常见问题。

5.1 调试方法

5.1.1 各模块 netlink 初始化

当 netlink 初始化失败时，会有失败错误打印，根据打印可定位原因。主要分为两类：netlink 套接字创建失败、地址绑定失败。

debug 流程如下图：



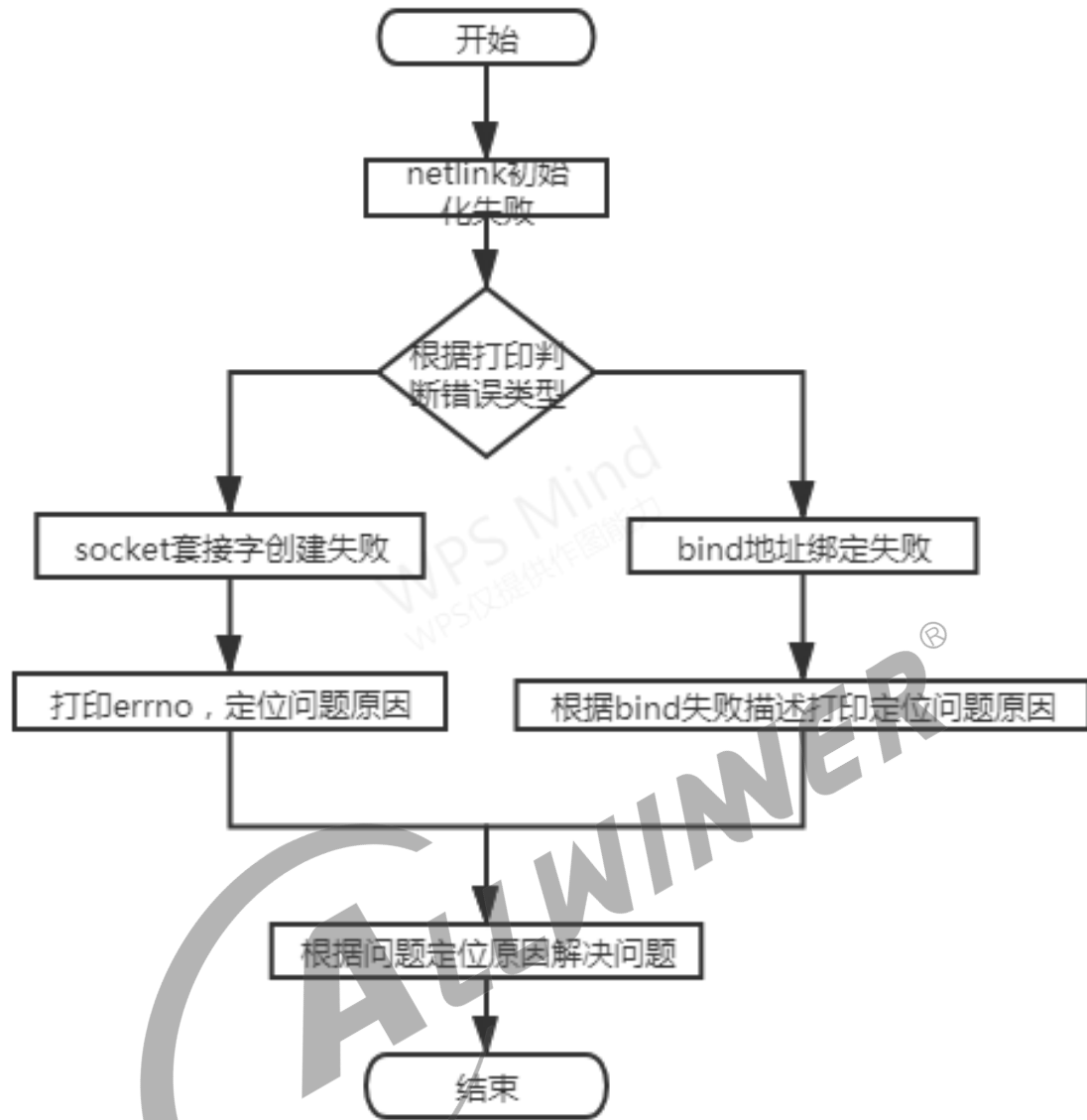


图 5-1: netlink 初始化 debug 流程

- 套接字创建失败

```
create socket error!  
[errno]93
```

当套接字创建失败时，会返回相应的错误码，根据错误码可定位创建套接字失败的原因。如上所示，可以通过 errno 值 93 知道，此错误码的原因为 Protocol not supported，根据原因即可定位问题。* bind 地址绑定失败


```
sh-4.4# ./client_b -f  
bind: Address already in use
```

当地址绑定失败时，会返回相应的错误码，根据错误码可定位地址绑定失败的原因。如上所示，根据错误打印可知当前地址已经与一个 socket 描述符绑定，不可重复绑定。

5.1.2 消息通信 debug

消息通信出问题时，首先需要根据问题场景定位问题所在环节。一般可分为：公共模块问题和客户端与内核模块通信问题。一般 debug 流程如下图。



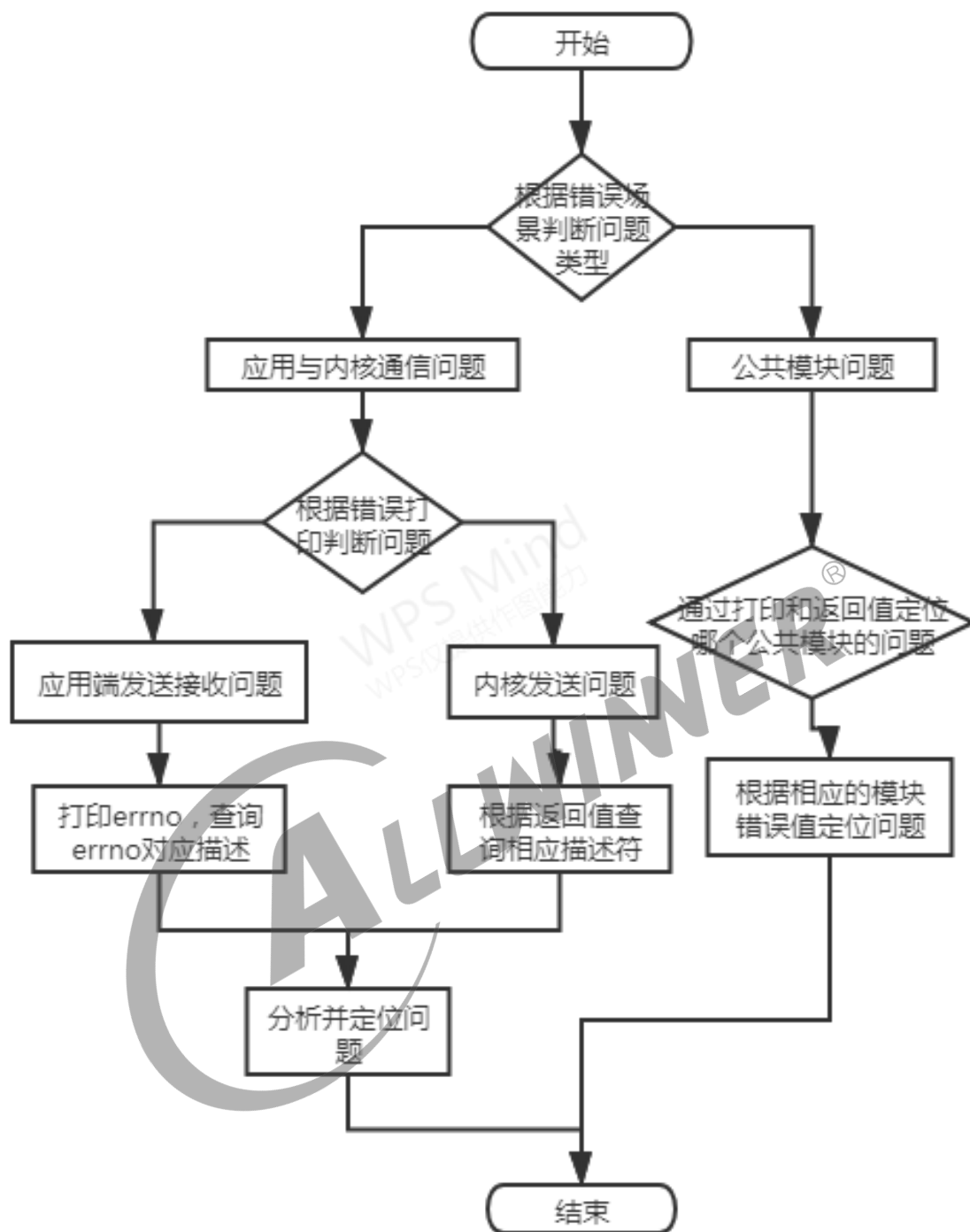


图 5-2: 消息通信 debug 流程

- 公共模块问题公共模块的问题可通过将每一次调用公共模块时的结果和返回值打印出来判断调用情况定位问题。
- 编码和解码功能
编解码失败时，可以根据编解码函数的返回负值定位失败原因。

- 数据封装与解封
编解码失败时，可以根据编解码函数的返回负值定位失败原因。
- hash 计算
hash 计算错误时，可根据 hash 计算函数的返回负值定位失败原因。
- 应用层与内核模块通信问题应用层与内核模块的通信问题主要包括 3 种情况：应用层发送失败、应用层接收失败、内核模块发送失败。根据出错时的打印可判断是内核发送问题还是应用层发送和接收的问题。
- 应用层发送失败应用层发送失败之后，可打印 errno，可根据错误码描述快速定位问题。
- 应用层接收失败应用层接收失败之后，可打印 errno，可根据错误码描述快速定位问题。如下所示，当接收消息失败时，打印对应的 errno，查询得知对应的 errno 描述为 Bad file descriptor，查询资料可定位问题原因 socet 描述符是无效的，根据问题定位可解决问题。

```
[recvmsg error!]  
[errno]9
```

- 内核发送失败内核的 netlink 发送函数会直接返回错误码的值，可根据错误码负值，查询源码中对应的原因定位问题。常见的发送失败错误码和原因如下：
errno -11 内核发送 socket 队列已满，前面的消息应用层还未来得及接收，出现-11 的错误码就是内核发送的太快，应用端接收的太慢，想办法加快接收速度或者减慢发送速度即可解决。
errno -111 #define ECONNREFUSED 111 /* Connection refused */
errno -512 ERESTARTSYS 一般是内核发送函数为阻塞式的，当队列满了之后，接收端接收停止，内核模块会一直阻塞在发送消息的命令处，直至应用端被结束，此时就会出现-111 和-512 的错误。解决办法可以给发送消息进行超时处理。

5.2 调试工具

5.2.1 adb 调试

- adb 简介
adb 全称为 Android Debug Bridge，是 Android SDK 里的一个工具，用于操作管理 Android 模拟器或真实的 Android 设备。其主要功能有：运行设备的 shell（命令行）；管理模拟器或设备的端口映射；在计算机和设备之间上传/下载文件。
- 运行 adb Windows PC 端的 adb 使用方法和 adb 应用程序，请自行从网络搜索。
- adb 常用命令
- pc 端查看当前连接的设备

```
adb devices
```

- PC 端进入设备 shell 命令行模式

```
adb shell
```

- 将电脑上的文件上传至设备

```
adb push <local path> <remote path>
```

- 下载设备里的文件到电脑

```
adb pull <remote path> <local path>
```

5.2.2 GDB 调试工具

开发板中有标准 gdb 工具可以在开发板上进行本地调试。在终端可以直接运行 gdb 来调试程序

```
root@kunos:/# gdb
GNU gdb (GDB) 8.1.1
Copyright (C) 2018 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law. Type "show copying"
and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "aarch64-buildroot-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
Find the GDB manual and other documentation resources online at:
<http://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>.
For help, type "help".
```

```
Type "apropos word" to search for commands related to "word".  
(gdb)  
(gdb)
```

5.3 调试节点

本 demo 的内核模块创建了 debugfs 调试节点，可通过调试节点查看通信次数、应用运行状态等信息。挂载 debugfs，进入创建的节点即可进行调试。

```
root@kunos:/root# mkdir debugfs  
root@kunos:/root# mount -t debugfs none ./debugfs  
root@kunos:/root# cd debugfs/communiation_debugfs/
```

5.4 常见问题



著作权声明

版权所有 © 2020 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。