密级状态：绝密(　　)　　秘密(　　)　　内部(　)　　公开(√)

Camera_Hal3_User_Manual

（ISP 部）

文件状态： [√] 正在修改 [ ] 正式发布	当前版本：	V1.0
	作　　者：	付祥
	完成日期：	2018-11-12
	审　　核：	
	完成日期：	

福州瑞芯微电子有限公司

Fuzhou Rockchips Semiconductor Co., Ltd

版 本 历 史

版本号	作者	修改日期	修改说明	审核	备注
V1.0	付祥	2018-11-12	发布初版		
V1.0.1	付祥	2018-11-13			
V2.0	付祥	2018-11-16	增加初版 hal3 框架说明		

目录

Rockchip CameraHal3 框架与新增 camera 配置及调试说明

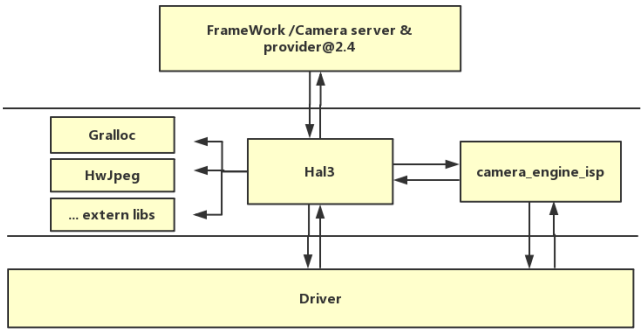
Hal3 基于新框架的 rkisp1 及 cif 驱动，新框架驱动介绍可参考文档《Rockchip Linux Camera 开发指南.pdf》。(Hal3 代码目录位于 <工程根目录>/hardware/rockchip/camera，以下使用<hal3_camera>来代替)

文档适用平台

芯片平台	驱动	操作系统	支持情况
RV3326	Linux(Kernel-4.4):rkisp1 driver	Android9.0	Y

1. Camera Hal3 框架

1.1 Camera Hal3 基本框架：



Camera hal3 在 android 框架中所处的位置如上图， 对上，主要实现 Framework 一整套 API 接口，响应其控制命令，返回数据与控制参数结果。 对下， 主要是通 V4l2 框架实现与 kernel 的交互。3a 控制则是通 control loop 接口与 camera_engine_isp 交互。 另外，其中一些组件或功能的实现也会调用到其他一些第三方库， 如 cameraBuffer 相关，会调用到 Galloc 相关库， jpeg 编码则会调用到 Hwjpeg 相关库。

驱动框架文档参考： 《RKISP_Driver_User_Manual_v1.0》

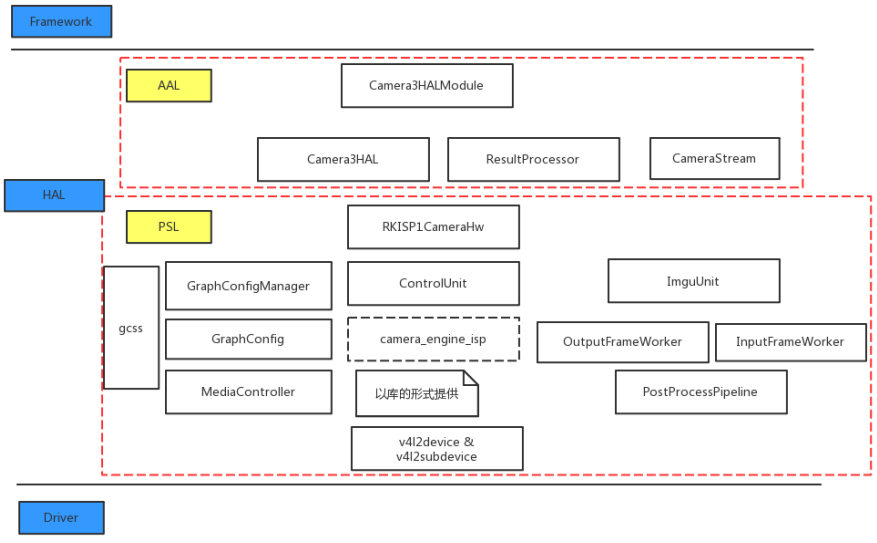
Camera_engine_isp 参考： 《Camera_Engine_Rkisp_User_Manual》

1.2 代码目录简要说明

hal3_camera :

├── AAL	Android Abstraction Layer，负责与 framework 交互
├── common	公用文件，如线程，消息处理，Log 打印等实现
│ ├── gcss	xml 解析相关
│ ├── imageProcess	图像处理相关，如 scale
│ ├── jpeg	jpeg 编码相关
│ ├── mediacontroller	media pipeline 相关
│ ├── platformdata	hal3 能力支持的属性，主要是管理从 xml 获取到的属性
│ ├── utils	目前只有一个 Error.h，定义了一些返回值
│ └── v4l2dev	封装了一些与 v4l2 驱动交互的具体 io
├── etc	配置文件目录
├── include	Control loop 的头文件，buffer_manager 相关头文件
├── lib	3a engine 相关库
├── psl	Physical Layer，物理实现层，所有的实现逻辑基本都在这里
│ └── rkisp1	目前只有 Rkisp1 一套实现方案
│ ├── tasks	基本只用到了里面的几个 Notify 的接口类和 JpegEncodeTask
│ └── workers	数据的获取处理都在这里
└── tools	包含了一个自动生成 graph setting xml 的 Python 脚本

1.3 Camera Hal3 基本组件：

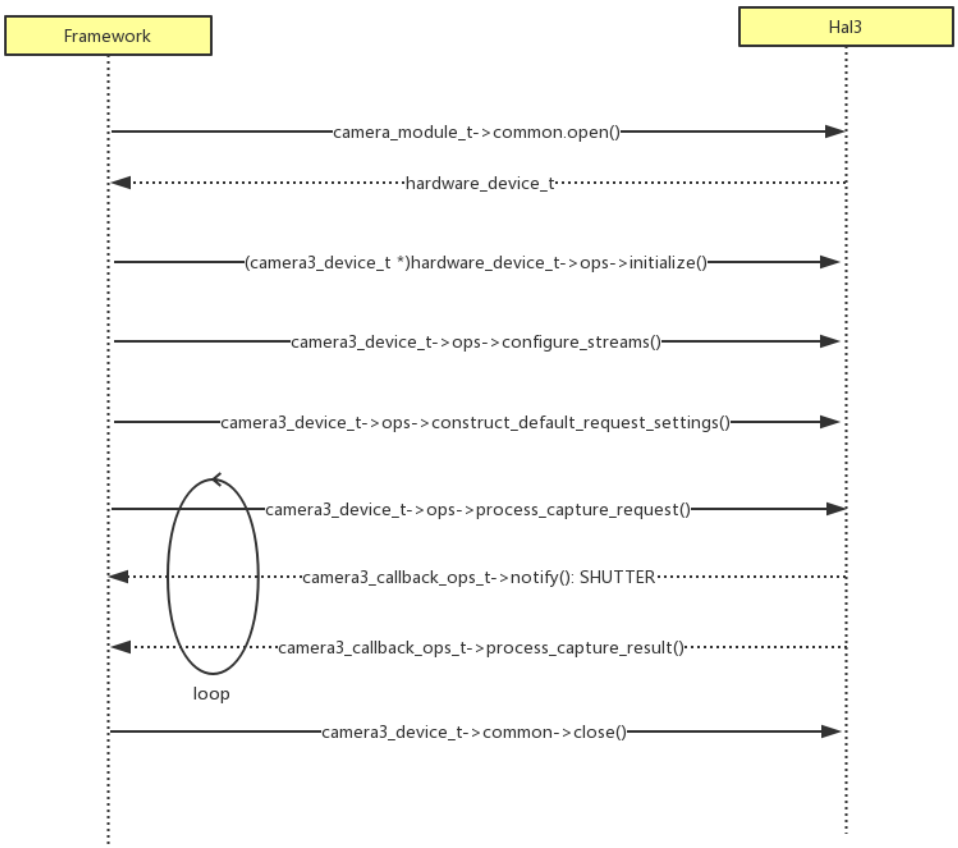


Camera hal3 中的模块主要包括 AAL 与 PSL。

AAL：主要负责与 framework 交互，camera_module 与 API 接口实例 camera3_device_ops 在此模块定义。该模块对此 API 加以封装，并将请求发往 PSL， 并等待接收 PSL 返回相应数据流与控制参数。

PSL：则是物理层的具体实现，基中 gcss、GraphConifg、MediaController 主要负责配置文件 xml 的解析，底层 pipeline 的配置， ControlUnit 主要负责与 camera_engine_isp 的交互，以实现 3a 的控制， 并中转一些请求以及 Metadata 的处理收集上报。, ImgUnit、OutputFrameWork、postProcessPipeline 则主要负责获取数据帧并做相应处理以及上报。 V4l2device、V4l2Subdevice 则是负责与 v4l2 驱动交互，实现具体的 io 操作。

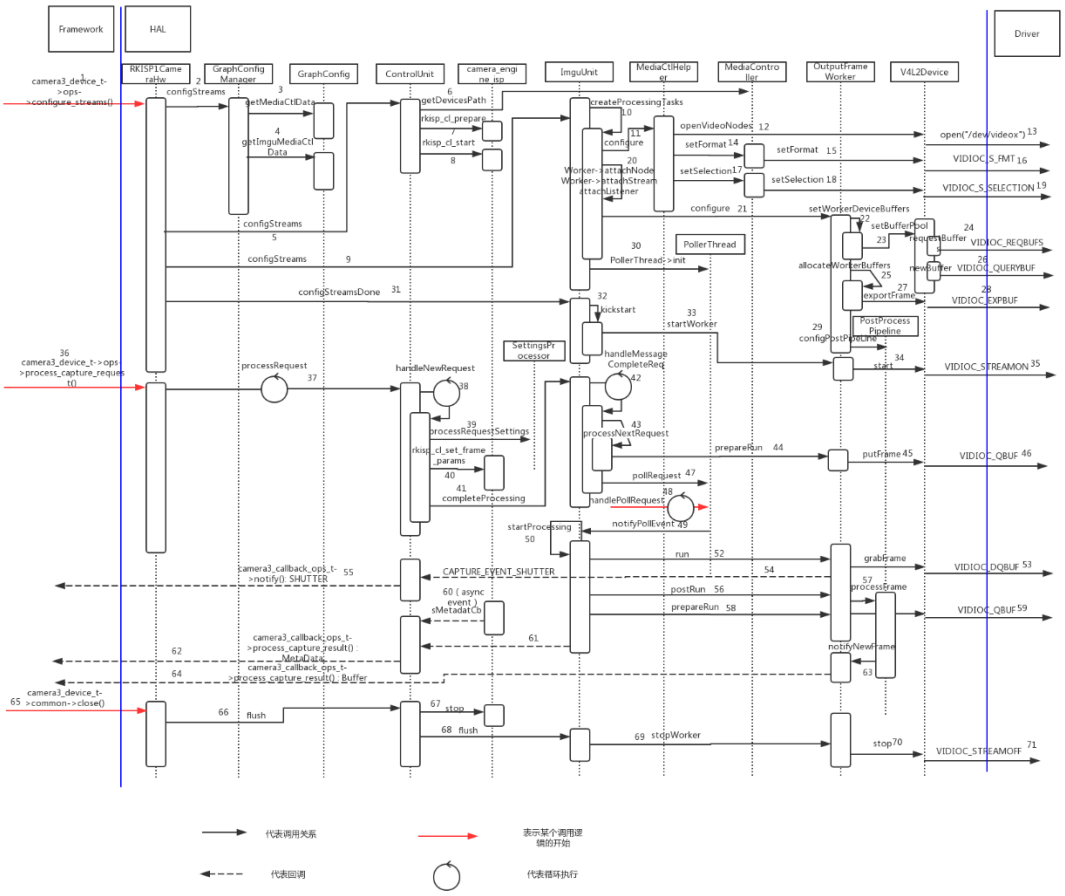
1.4 Camera hal3 与 Frame work 交互时序：



关于 framework 与 hal 交互的 API 详细说明文档可以参考：

<android_root>/hardware/libhardware/include/hardware/camera3.h

1.5 Camera Hal3 实现详细时序：



此图主要描绘了 configure_streams 流程，process_capture_request 流程在 Hal3 中的具体实现逻辑，时序图以该两个 API 接口为起始点，直到 hal3 下发 v4l2 相关 ioctl 并返回相关数据结果为止。该流程图基本涵盖了 Hal3 中的主要模块

上图中 ◯ 符号代表循环执行，也即表示此处有线程正在等待事件的到来。 Hal 层的运行也正是由这些事件驱动（即上面的红色键头）。

1.6 Graph 与 mediactl pipeline:

TODO

1.7 Camera buffer 与 MetaData 管理：

TODO

2. Sensor 适配简要步骤说明：

在 sensor 驱动已经调通的基础上，HAL 中添加新 sensor 支持需要配置如下文件：(Hal3 代码目录位于 <工程根目录>/hardware/rockchip/camera，以下使用<hal3_camera>来代替)

1) 生成与 sensor 相匹配的 graph setting 文件：graph_settings_<sensor name>.xml
2) 获取 tuning 文件， SOC sensor 可略过此步骤
3) 配置 camera3_profiles.xml
4) 将配置文件 push 到板子， 并重新启动 camera 进程

以下章节是各个步骤详细说明。

2.1 生成 graph_settings_<sensor name>.xml

graph_settings_<sensor name>.xml 主要 hal3 用来是配置 pipeline 各级输出格式的。可以使用 <hal3_camera>/tools/gen_sensor_graph_setting.py 脚本自动生成。

2.1.1 脚本使用：

RAW sensor 以 ov5695 为例：(SOC sensor 配置方法一样, sensor_fmt 不同而已)

$ ./gen_sensor_graph_setting.py --name=ov5695 --sensor_fmt=BG10 --width=2592 --height=1944 --binner_width=1296 --binner_height=972

执行该脚本后，会生成 graph_setting_ov5695.xml 文件，需要将之拷贝至<hal3_camera>/etc/camera 目录

$ cp graph_setting_ov5695.xml <hal3_camera>/etc/camera/

SOC sensor 以 gc0132 为例：

$ ./gen_sensor_graph_setting.py --name=gc0132 --sensor_fmt=YUYV --width=640 --height=480

如果客户暂不清楚各项参数如何配置， 可先只配置 name 、 width 、 height, 即如下：

$ ./gen_sensor_graph_setting.py --name=ov5695 width=2592 --height=1944

2.1.2 脚本参数说明如下：

--name: sensor 名称, 一般与 sensor 驱动文件名相同, 具体可用

$ adb shell cat /sys/class/video4linux/v4l-subdev/name* 列出所有的 subdev name, 然后找到对应的 sensor subdev 的 name。

-- sensor_fmt: sensor_fmt 可查询 sensor 驱动, 或者使用*$ adb shell media-ctl -p (需先执行 adb root，后续该命令不做说明)*列出 media 设备的 pipeline 信息，然后找到对应 sensor 的 entity 部分，entity 信息里有包含 sensor_fmt 信息。（该项设置错误将会导致预览颜色显示不对）

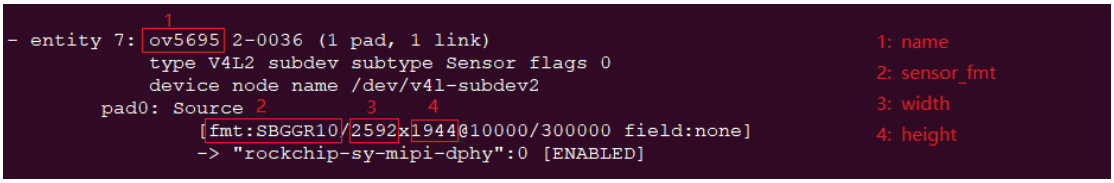
--bayer_order: 与 senor_fmt 中的的信息相对应。目前暂时未用到，可不配。

--width: sensor 输出 full width，参见下图

--height: sensor 输出 full height ，参见下图

-- binner_width: sensor 输出 binner width，此项需要驱动支持输出 binner 尺寸，如不支持，可不配

-- binner_height: sensor 输出 binner height，此项需要驱动支持输出 binner 尺寸，如不支持，可不配



上图是从 $ adb shell media-ctl -p 列出的信息中截取的 sensor entity 信息

其中 fmt 为 fmt:SBGGR10 ， 则设置项对应为 --sensor_fmt=BG10，对应关系可以参见 videodev2.h（下图截取该文件中一小段）

```
/* WARNING: DO NOT EDIT, AUTO-GENERATED CODE - SEE TOP FOR INSTRUCTIONS */
#define V4L2_PIX_FMT_SGRBG8 v4l2_fourcc('G', 'R', 'B', 'G')
#define V4L2_PIX_FMT_SRGGB8 v4l2_fourcc('R', 'G', 'G', 'B')
#define V4L2_PIX_FMT_SBGGR10 v4l2_fourcc('B', 'G', '1', '0')
#define V4L2_PIX_FMT_SGBRG10 v4l2_fourcc('G', 'B', '1', '0')
/* WARNING: DO NOT EDIT, AUTO-GENERATED CODE - SEE TOP FOR INSTRUCTIONS */
#define V4L2_PIX_FMT_SGRBG10 v4l2_fourcc('B', 'A', '1', '0')
#define V4L2_PIX_FMT_SRGGB10 v4l2_fourcc('R', 'G', '1', '0')
#define V4L2_PIX_FMT_SBGGR10P v4l2_fourcc('p', 'B', 'A', 'A')
#define V4L2_PIX_FMT_SGBRG10P v4l2_fourcc('p', 'G', 'A', 'A')
```

2.2 获取 tunning xml

tunning 文件是效果参数文件,只有 Raw sensor 才需该此文件。该文件如何获取可以联系 FAE。一般以如下方式命名 senso_name+module_name+lens_name，然后将该文件放入 <hal3_camera>/etc/camera/rkisp/ 目录下，并参照下一章节 iqTuningFile 配置，配置该文件路径即可。

另外，调试 Raw sensor 数据通路时，也可先 bypass isp。只需要将 sensor 类型设置为 SOC 即可（参见 3.2 节中 sensor 类型的设置。）， 此时， tuning 文件可暂不配置。

2.3 配置 camera3_profiles.xml

2.3.1 camera3_profiles.xml 说明：

在<hal3_camera>/etc/camera 目录下有多个 camera3_profiles_<platform>.xml， 最终会有一个文件 push 到 /vendor/etc/camera/camera3_profiles.xml. 选择一个适用的 camera3_profiles_<platform>.xml 文件，参照前面 sensor 的配置添加新 sensor。

camera3_profiles.xml 中包含了多个 Profiles 节点，Profiles 节点包含一个 camera 完整属性列表。 开发

板上接了几个 sensor，即需要配置几个 Profiles 节点。

Profiles 节点下又包含了如下五个子节点。

```
<Profiles cameraId="0" name="ov5695">
    <Supported_hardware>
    </Supported_hardware>

    <Android_metadata>
    </Android_metadata>

<!-- ***** PSL specific section start *****-->
    <Hal_tuning_RKISP1>
    </Hal_tuning_RKISP1>

    <Sensor_info_RKISP1>
    </Sensor_info_RKISP1>

    <MediaCtl_elements_RKISP1>
    </MediaCtl_elements_RKISP1>
<!-- ***** PSL specific section end ******-->
</Profiles>
```

<Android_metadata> 节点包含的信息主要是 camera 的能力支持，该字段的信息上层将通过 camera_module 的 API：get_camera_info() 获取到。Camera 运行时也可以通过如下命令获取到相关的信息。

```
$ adb shell dumpsys media.camera
```

该节点中详细字段的定义可以参见 android 开发者网站：（CTS 中的一些问题需要详细查看该网站中字段的定义）

https://developer.android.com/reference/android/hardware/camera2/CameraCharacteristics

其他的几个子节点 主要是平台实现所需要的一些信息， 这些对上层是透明的。

2.3.2 客户所需修改：

如下属性需要客户修改以适应不同 sensor：

<Android_metadata>

- cameraId="0" // cameraId 后置为 0，前置为 1， 只有一个 camera 时， 为 0

- name="ov5695" // sensor 的名字,参见第一步所述方法获取
- control.aeAvailableTargetFpsRanges // 该设置项有多个限制需要注意
  1) 录像必需要有一组恒定帧率，假如帧率为 x，那就要包含(x,x)
  2) 录像帧率必需至少要一组大于 24 帧
  3) 第一组的 Min <= 15. 所以第一组一般为 （15，x）
  如不确定，先设置为 control.aeAvailableTargetFpsRanges value="15,30,30,30"

```
<control.aeAvailableTargetFpsRanges value="15,30,30,30"/>
```

- scaler.availableStreamConfigurations // hal 层支持的分辨率列表， 需要按照 sensor 的最大输出尺寸依次降序排列。 Sensor 尺寸下面列出的都是一些通用尺寸，如 1080P，720P，VGA 等。
  如不确定，可从前面前面例子中 copy 一组， 然后修改最大分辨率

```
<scaler.availableStreamConfigurations value="BLOB,1600x1200,OUTPUT,
    BLOB,1280x720,OUTPUT,
    BLOB,800x600,OUTPUT,
    BLOB,640x480,OUTPUT,
    BLOB,320x240,OUTPUT,
    BLOB,176x144,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,1600x1200,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,1280x720,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,800x600,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,640x480,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,320x240,OUTPUT,
    YCbCr_420_888,176x144,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1600x1200,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1280x720,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,800x600,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,640x480,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,320x240,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,176x144,OUTPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1600x1200,INPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1280x720,INPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,800x600,INPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,640x480,INPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,320x240,INPUT,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,176x144,INPUT,
    YCbCr_420_888,1600x1200,INPUT,
    YCbCr_420_888,1280x720,INPUT,
    YCbCr_420_888,800x600,INPUT,
    YCbCr_420_888,640x480,INPUT,
    YCbCr_420_888,320x240,INPUT,
    YCbCr_420_888,176x144,INPUT" />
```

如不确定，可先将最大分辨率修改为sensor输出尺寸，其他不做修改

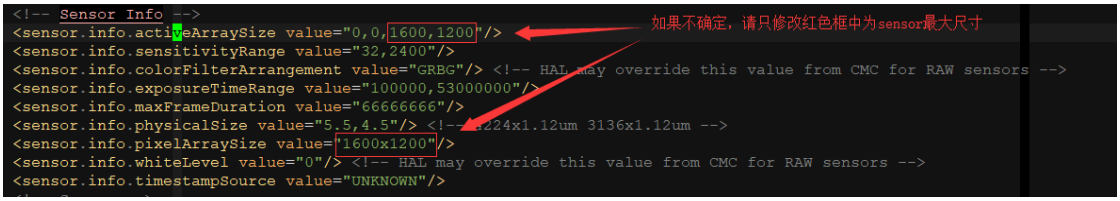
- scaler.availableMinFrameDurations // 各分辨率下最小时延，需要按照 sensor 的最大输出尺寸依次降序排列。
  如不确定，可先将各个分辨率的的最小延时设置为 33333333

```
<scaler.availableMinFrameDurations value="BLOB,1600x1200,50125313,
    BLOB,1280x720,50125313,
    BLOB,800x600,33333333,
    BLOB,640x480,33333333,
    BLOB,320x240,33333333,
    BLOB,176x144,33333333,
    YCbCr_420_888,1600x1200,50125313,
    YCbCr_420_888,1280x720,50125313,
    YCbCr_420_888,800x600,33333333,
    YCbCr_420_888,640x480,33333333,
    YCbCr_420_888,320x240,33333333,
    YCbCr_420_888,176x144,33333333,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1600x1200,50125313,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,1280x720,50125313,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,800x600,33333333,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,640x480,33333333,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,320x240,33333333,
    IMPLEMENTATION_DEFINED,176x144,33333333" />
```

如果不确定，先设置成33333333

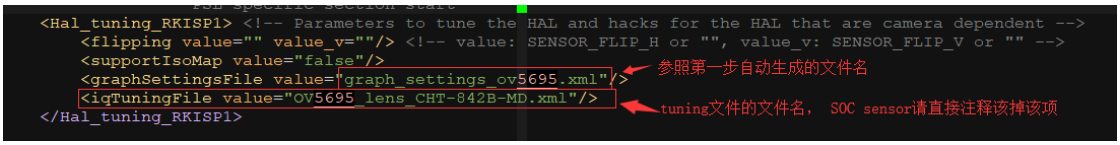
- scaler.availableStallDurations // 各分辨率下拍照最小时延，需要按照 sensor 的最大输出尺寸依次降序排列。
  如不确定， 请参照 scaler.availableMinFrameDurations

- sensor.info // sensor 相关属性的配置



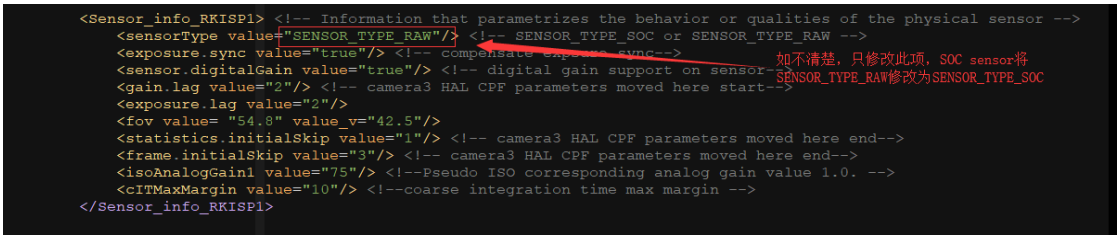
<Hal_tuning_RKISP1>

- graphSettingsFile　　// 配置文件的名称，本目录下 graph_settings_xx.xml
- iqTuningFile　　//tuning file 的文件路径，tuning file 存放在 rkisp 目录下， SOC sensor 无需配置



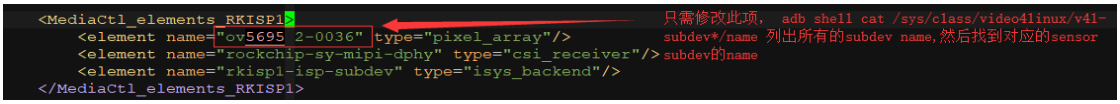
<Sensor_info_RKISP1>

- sensorType 修改成对应 sensor 的类型，（RAW or SOC）



<MediaCtl_elements_RKISP1>

- 修改 type="pixel_array" 中的 element name，　// 该 name 为 sensor 在 driver 中的设备名称，可以通过如下命令获取 adb shell cat /sys/class/video4linux/v4l-subdev*/name 查看



2.3.3 xml 运行生效：

参照下一章节

3. 编译运行调试：

3.1 编译：

1) 确认 <android_root>/device/rockchip/common/BoardConfig.mk 文件中， 是否有定义宏 BOARD_DEFAULT_CAMERA_HAL_VERSION，如无定义，请在文件末添加如下：
BOARD_DEFAULT_CAMERA_HAL_VERSION := 3.3
(Sdk 发部应该带有 hal1 和 hal3 两套源码，该两套源码编译目标是相同的，所以同时编译会产生冲突，

因此在编译时加一个宏来判断编译哪一套 hal 源码，如下: ifeq (1,$(strip $(shell expr $(BOARD_DEFAULT_CAMERA_HAL_VERSION) \>= 3.0))) ，只有当该宏 >=3.0 时才会编译 hal3.)

2) 在<android_root> 目录

$ source build/envsetup.sh && lunch

3) 进入 hal3 源码目录

$ mma –j8

3.2 生成库：

1) Hal3 库： /vendor/lib<64>/hw/camera.rk30board.so
2) librkisp : /vendor/lib<64>/librkisp.so
3) 3a lib ： /vendor/lib<64>/rkisp/<ae/awb/af>/
4) 配置文件： /vendor/etc/camera/

上述 librkisp、3a lib、配置文件都是通过预编译将<hal3>/lib 、 <hal3>/etc/camera 中的文件 copy 到 android out 目录。 每一项都可以单独更新。 当修改源码编译后， 只需 push camera.rk30board.so 即可， 如修改配置文件， 也只需要 push 相应配置文件。

3.3 运行：

1．将需要更新的库或者 xm 配置文件 push 到板子相应的目录。

$ adb root && adb remount

$ adb push <hal3_camera>/etc/camera /vendor/etc/ (android version >= 8.0)

$ adb push <hal3_camera>/etc/camera /system/etc/ (android version < 8.0)

2．重新启动 camera 服务进程

$ adb shell pkill camera && adb shell pkilll provider

3．通过如下命令查看 camera 是否加载成功。

$ adb shell dumpsys media.camera

4．如果没有打印出 camera 相关信息(camera 正常信息有好几百行)，则加载失败。

此时：

5．再次确认配置文件是否有 Push 到板子（普遍是这个问题，请再三确认）：

$ adb shell

$ cat /vendor/camera/camera3_profiles.xml //查看该文件是否是修改过后的文件，

$ adb logcat|grep "E RkCamera" 查看是否是致命错误，定位分析。

6． 如果前三步都没有问题，底层驱动正常，可用 v4l2-ctl 抓到数据，此时 camera 应该可以打开了。

Camera 如果打不开， 可以打开相关 camera log 的开关来定位问题。

```
$ adb shell setprop persist.vendor.camera.hal.debug 5
```

4. Dump 说明

为了方便调试， hal3 增加了几个属性值，可以将预览，录像，拍照等数据流直接 dump 到文件。 以下是详细说明：

4.1 属性说明：

```
persist.vendor.camera.dump：   表示相关数据的 dump 开关, 属性值对应不同数据流
例：
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 1  #dump preview
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 2  # dump video
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 4  # dump zsl
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 8  # dump jpeg
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 16  # dump raw
// 上述 raw 并非从 sensor 直接出来的数据 ，而是从 isp 拿到的数据，还未在 Hal 层处理过
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 11 # dump preview + video + jpeg
```

persist.vendor.camera.dump.skip 属性表示跳过前面 n 帧

例： $ adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.skip 10

表示前面 10 帧不 dump

persist.vendor.camera.dump.interval 属性是表示 dump 帧的间隔

例： $ adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.interval 0

表示隔 10 帧 dump 一帧

persist.vendor.camera.dump.count 属性表示 dump 帧的总帧数

例： $ adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.count 100

表示总共只 dump 100 帧

persist.vendor.camera.dump.path 属性表示 dump 帧的路径

例： $ adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.path /data/dump/

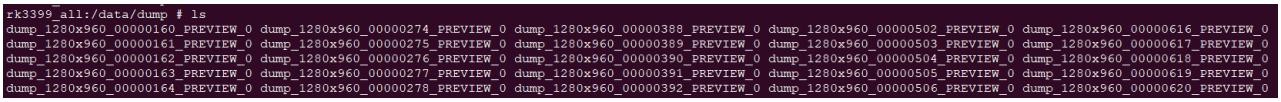
表示 dump 的路径为 /data/dump/ （最后的”/” 不能省）

以下是一个完整例子，表示 dump 预览帧， 前面 10 帧不 dump，每隔 10 帧 dump 一次，总共 dump 100 帧，路径为/data/dump/

```
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump 1
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.skip 10
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.interval 10
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.count 100
adb shell setprop persist.vendor.camera.dump.path /data/dump/
```

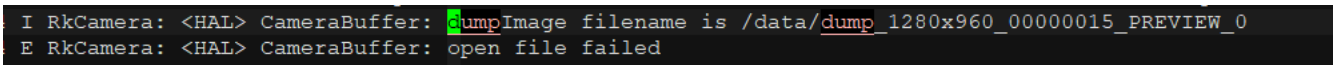
4.2 未生成 dump 文件问题：

Dump 属性设置完成，打开相机，预览后， 板子 /data/dump/目录下应该会有如下 dump 文件生成。



如果未生成 dump 文件，请参照前面调试说明章节，打开 log 开关。并查看 log 是否有以下错误

$ adb logcat |grep "open file failed"



该错误是由于 dump 路径无权限访问，或者不存在导致的。可以尝试以下步骤解决。

确认 dump 路径是否存在， 不存在请更改目录，或创建目录

目录存在但依然无权限访问， 可以使用如下命令暂时关闭 selinux

$ adb root && adb shell setenforce 0

5.版本说明：

5.1 Hal3 版本获取：

1. 通过读取属性值获取

$ adb shell getprop |grep cam.hal3.ver

2 也可以通过查看 logcat 获取

$ adb logcat |grep "Hal3 Release version"