

Rockchip_Driver_Guide_VI_CN

文件标识: RK-YH-GX-602

发布版本: V1.0.8

日期: 2021-8-24

文件密级: ☐绝密 ☐秘密 ☐内部资料 ☒公开

免责声明

本文档按“现状”提供, 瑞芯微电子股份有限公司(“本公司”, 下同)不对本文档的任何陈述、信息和内容的准确性、可靠性、完整性、适销性、特定目的性和非侵权性提供任何明示或暗示的声明或保证。本文档仅作为使用指导的参考。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档将可能在未经任何通知的情况下, 不定期进行更新或修改。

商标声明

“Rockchip”、“瑞芯微”、“瑞芯”均为本公司的注册商标, 归本公司所有。

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标, 由其各自拥有者所有。

版权所有 © 2020 瑞芯微电子股份有限公司

超越合理使用范畴, 非经本公司书面许可, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址: 福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址: www.rock-chips.com

客户服务电话: +86-4007-700-590

客户服务传真: +86-591-83951833

客户服务邮箱: fae@rock-chips.com

前言

概述

本文旨在描述RKISP (Rockchip Image Signal Processing) 模块的作用, 整体工作流程, 及相关的API接口。主要给驱动工程师调试Camera提供帮助。

读者对象

本文档(本指南)主要适用于以下工程师:

驱动开发工程师

系统集成软件开发工程师

适用平台及系统

| 芯片名称 | 软件系统 | 支持情况 |
|--------|--------------------|------|
| RV1126 | Linux(Kernel-4.19) | Y |
| RV1109 | Linux(Kernel-4.19) | Y |
| RK3566 | Linux(Kernel-4.19) | Y |
| RK3568 | Linux(Kernel-4.19) | Y |

修订记录

| 版本号 | 作者 | 修改日期 | 修改说明 |
|--------|-----|------------|-------------------------------------|
| v0.1.0 | 蔡艺伟 | 2020-06-11 | 初始版本 |
| v1.0.0 | 陈泽发 | 2020-10-30 | 新增focus、zoom、iris、ircut说明 |
| v1.0.1 | 陈泽发 | 2021-01-04 | 修改格式错误 |
| v1.0.2 | 蔡艺伟 | 2021-01-21 | rv1109/rv1126内存优化指南 |
| v1.0.3 | 黄江龙 | 2021-02-04 | 新增VICAP LVDS/DVP/MIPI等接口设备节点注册说明 |
| v1.0.4 | 蔡艺伟 | 2021-04-08 | 新增芯片版本差异说明和rk356x多sensor dts注册说明 |
| v1.0.5 | 陈泽发 | 2021-04-24 | 新增MS41908步进马达驱动说明 完善抓RAW/YUV命令说明 |
| v1.0.6 | 陈泽发 | 2021-07-21 | vicap节点描述回退到和驱动一致 |
| v1.0.7 | 蔡艺伟 | 2021-08-03 | rv1109/rv1126时延优化指南 |
| v1.0.8 | 陈泽发 | 2021-8-24 | 增加FAQ: 预览闪烁、光源紫色溢出问题 |

目录

Rockchip_Driver_Guide_VI_CN

芯片VI差异

Camera 软件驱动目录说明

ISP和VICAP的链接关系

RKISP 驱动

框架简要说明

ISP HDR 模式说明

RKVICAP 驱动

框架说明

CIS(cmos image sensor)驱动

CIS 设备注册(DTS)

MIPI接口

链接ISP

RV1126/RV1106

RK356X

链接VICAP

RV1126/RV1109

RK356X

LVDS接口

链接VICAP

RV1126/RV1109

DVP接口

链接VICAP

BT601

BT656/BT1120

多sensor 注册

RV1126/RV1109

RK3566/RK3568

CIS驱动说明

数据类型简要说明

struct i2c_driver
struct v4l2_subdev_ops
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_subdev_video_ops
struct v4l2_subdev_pad_ops
struct v4l2_ctrl_ops
struct xxxx_mode
struct v4l2_mbus_framefmt
struct rkmodule_base_inf
struct rkmodule_fac_inf
struct rkmodule_awb_inf
struct rkmodule_lsc_inf
struct rkmodule_af_inf
struct rkmodule_inf
struct rkmodule_awb_cfg
struct rkmodule_lsc_cfg
struct rkmodule_hdr_cfg
struct preisp_hdrae_exp_s

API简要说明

xxxx_set_fmt
xxxx_get_fmt
xxxx_enum_mbus_code
xxxx_enum_frame_sizes
xxxx_g_frame_interval
xxxx_s_stream
xxxx_runtime_resume
xxxx_runtime_suspend
xxxx_set_ctrl
xxx_enum_frame_interval
xxxx_g_mbus_config
xxxx_get_selection

驱动移植步骤

VCM驱动

VCM设备注册(DTS)

VCM驱动说明

数据类型简要说明

struct i2c_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_get_ctrl
xxxx_set_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

FlashLight驱动

FLASHLight设备注册(DTS)

FLASHLight驱动说明

数据类型简要说明

struct i2c_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_set_ctrl
xxxx_get_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

FOCUS ZOOM P-IRIS驱动

MP6507设备注册(DTS)

数据类型简要说明

struct platform_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_set_ctrl
xxxx_get_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

MS41908设备注册(DTS)

基础定义说明:

FOCUS相关定义说明:

ZOOM相关定义说明:

ZOOM1相关定义说明:

PIRIS相关定义说明:

DCIRIS相关定义说明:

数据类型简要说明

struct spi_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_set_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

DC-IRIS驱动

DC-IRIS设备注册(DTS)

数据类型简要说明

struct platform_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_set_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

RK-IRCUT驱动

RK-IRCUT设备注册(DTS)

数据类型简要说明

struct platform_driver
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops

API简要说明

xxxx_set_ctrl
xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

驱动移植步骤

media-ctl v4l2-ctl工具

内存优化指南

rv1109/rv1126

[时延优化指南](#)

[rv1109/rv1126](#)

[FAQ](#)

[如何获取驱动版本号](#)

[如何判断RKISP驱动加载状态](#)

[如何抓取CIS输出的RAW、YUV数据](#)

[设备支持情况列表](#)

[RV1109/RV1126](#)

[RK356X](#)

[Raw数据存储格式](#)

[非紧凑型存储格式RAW](#)

[紧凑型存储格式RAW](#)

参考用例：

[VICAP输出Raw](#)

[ISP maipath输出非紧凑Raw](#)

[VICAP输出YUV：](#)

[ISP输出YUV：](#)

[ISPP输出YUV：](#)

[如何切换CIS驱动输出分辨率](#)

[如何设置CIS的曝光参数](#)

[如何支持黑白摄像头](#)

[如何支持奇偶场合成](#)

[如何查看debug信息](#)

[如何排查预览闪烁问题](#)

[如何排查光源处紫色溢出的问题](#)

[Sensor Info 填写指南](#)

[附录A CIS驱动V4L2-controls列表](#)

[附录B MEDIA_BUS_FMT表](#)

[附录C CIS参考驱动列表](#)

[附录D VCM driver ic参考驱动列表](#)

[附录E Flash light driver ic参考驱动列表](#)

芯片VI差异

| SOC | VI IP | VI Interface | Bayer CIS max resolution | Feature |
|--------|--|---|--------------------------|-------------------|
| RV1109 | ISP20 (ISP + ISPP): 1 VICAP Full: 1 VICAP Lite: 1 | MIPI DPHY: 2 x 4Lanes 2.5Gbps/Lane LVDS: 2 x 4Lanes 1.0Gbps/Lane DVP: BT601 / BT656 / BT1120 pclk: 150MHz | 3072x2048 | Upto 3 frames HDR |
| RK3566 | ISP21 Lite: 1 VICAP Full: 1 | MIPI DPHY: 2 x 2Lanes or 1 x 4Lanes 2.5Gbps/Lane DVP: BT601 / BT656 / BT1120 pclk: 150MHz | 4096x2304 | No HDR |
| RK3568 | ISP21: 1 VICAP Full: 1 | MIPI DPHY: 2 x 2Lanes or 1 x 4Lanes 2.5Gbps/Lane DVP: BT601 / BT656 / BT1120 pclk: 150MHz | 4096x2304 | Upto 2 frames HDR |
| RV1126 | ISP20 (ISP + ISPP): 1 VICAP Full: 1 VICAP Lite: 1 | MIPI DPHY: 2 x 4Lanes 2.5Gbps/Lane LVDS: 2 x 4Lanes 1.0Gbps/Lane DVP: BT601 / BT656 / BT1120 pclk: 150MHz | 4416x3312 | Upto 3 frames HDR |

Camera 软件驱动目录说明

Linux Kernel-4.19

|-- arch/arm/boot/dts DTS配置文件

|-- drivers/phy/rockchip

|-- phy-rockchip-mipi-rx.c mipi dphy驱动

|-- phy-rockchip-csi2-dphy-common.h

|-- phy-rockchip-csi2-dphy-hw.c

|-- phy-rockchip-csi2-dphy.c

|-- drivers/media

|-- platform/rockchip/cif RKCIF驱动

|-- platform/rockchip/isp RKISP驱动

|-- dev 包含 probe、异步注册、clock、pipeline、iommu及media/v4l2 framework

|-- capture 包含 mp/sp/rawwr的配置及 vb2, 帧中断处理

|-- dmarx 包含 rawrd的配置及 vb2，帧中断处理

|-- isp_params 3A相关参数设置

|-- isp_stats 3A相关统计

|-- isp_mipi_luma mipi数据亮度统计

|-- regs 寄存器相关的读写操作

|-- rkisp isp subdev和entity注册

|-- csi csi subdev和mipi配置

|-- bridge bridge subdev，isp和ispp交互桥梁

|-- platform/rockchip/ispp rkispp驱动

|-- dev 包含 probe、异步注册、clock、pipeline、iommu及media/v4l2 framework

|-- stream 包含 4路video输出的配置及 vb2，帧中断处理

|-- rkispp ispp subdev和entity注册

|-- params TNR/NR/SHP/FEC/ORB参数设置

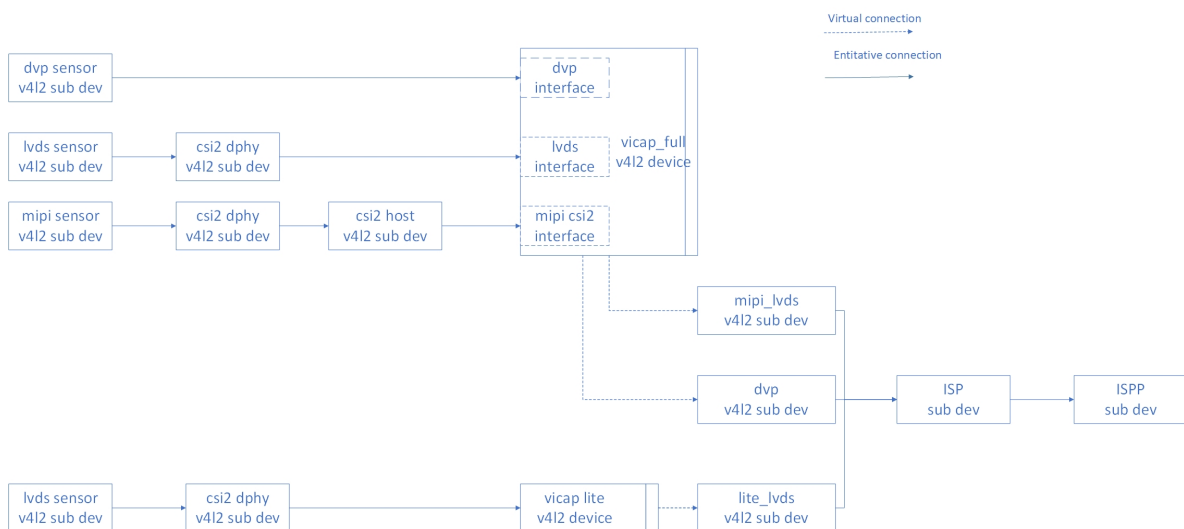
|-- stats ORB统计信息

|-- i2c

|-- os04a10.c CIS(cmos image sensor)驱动

ISP和VICAP的链接关系

对于RV1126/RV1109及RK356X平台而言，VICAP和ISP是独立的两个图像处理IP，VICAP所采集图像若要通过ISP处理，在驱动层面需要生成VICAP对应接口的v4l2 sub device链接到ISP对应的节点，以提供参数给ISP驱动使用。ISP 驱动说明参见[RKISP驱动](#)，VICAP驱动说明参见[RKVICAP驱动](#)。具体的VICAP各接口与ISP链接的整体框图如下所示：

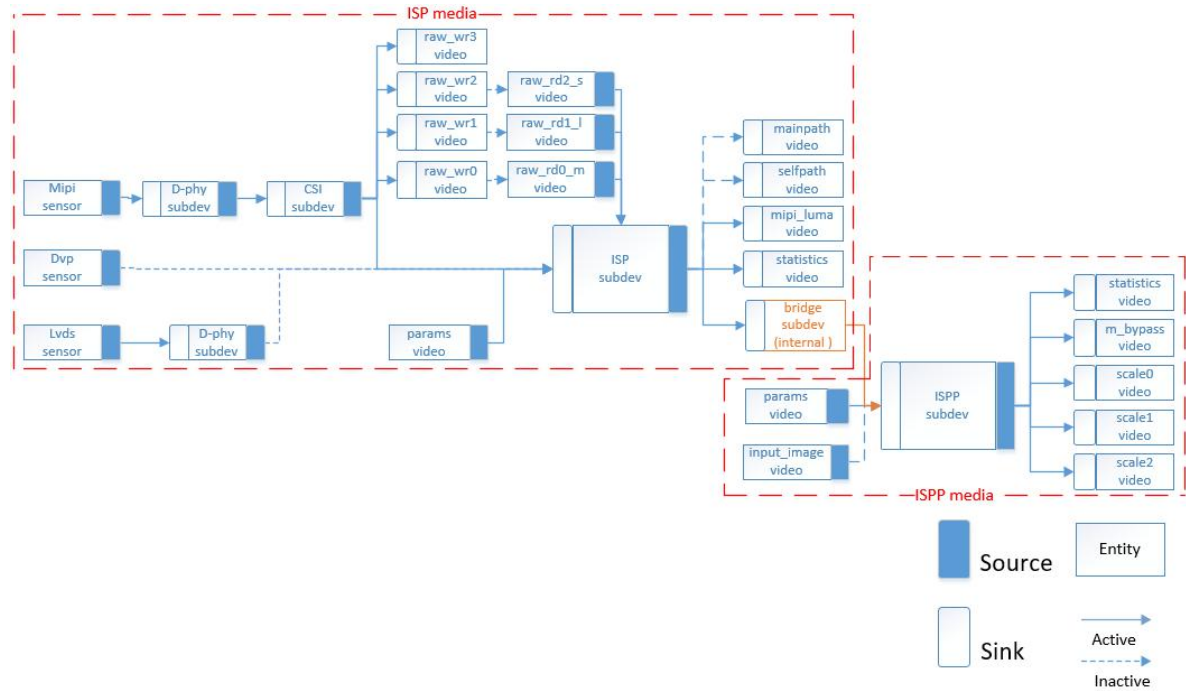


RKISP 驱动

框架简要说明

RKISP驱动主要是依据v4l2 / media framework实现硬件的配置、中断处理、控制 buffer轮转，以及控制subdevice(如 mipi dphy及sensor)的上下电等功能。

下面的框图描述了RKISP驱动的拓扑结构：

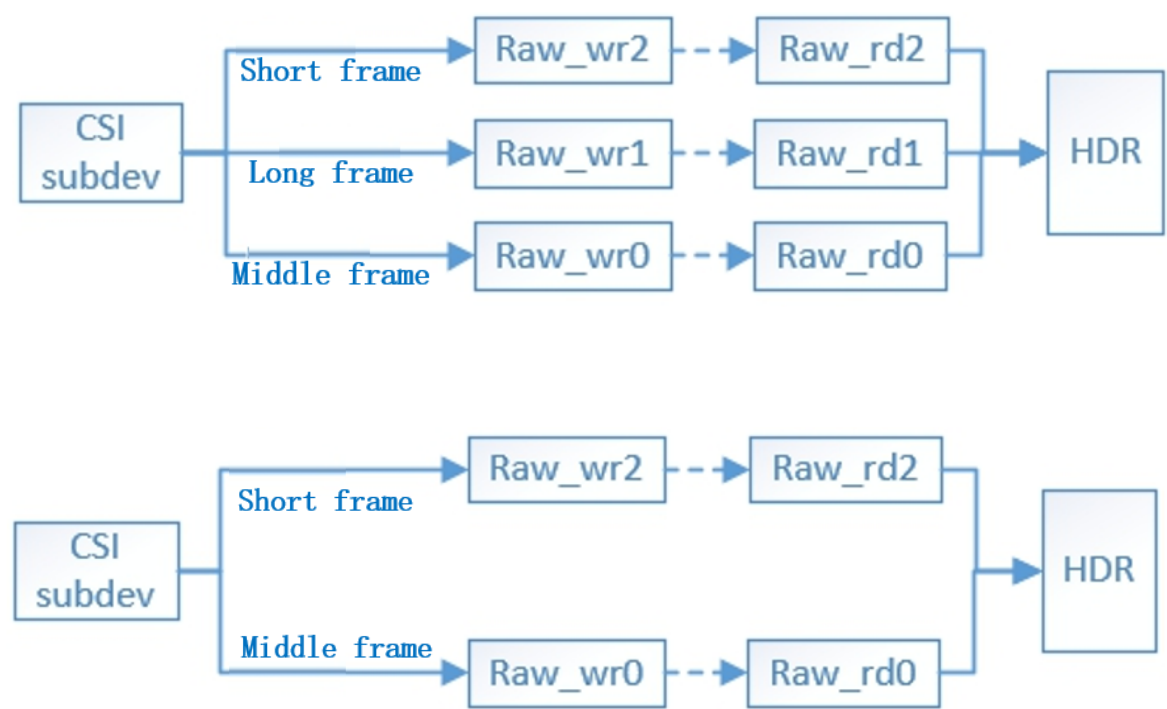


| 名称 | 类型 | 描述 |
|-----------------------|-------------------|---|
| rkisp_mainpath | v4l2_vdevcapture | Format: YUV, RAW Bayer; Support: Crop |
| rkisp_selfpath | v4l2_vdevcapture | Format: YUV, RGB; Support: Crop |
| rkisp-isp-subdev | v4l2_subdev | Internal isp blocks; Support: source/sink pad crop. The format on sink pad equal to sensor input format, the size equal to sensor input size. The format on source pad should be equal to vdev output format if output format is raw bayer, otherwise it should be YUYV2X8. The size should be equal/less than sink pad size. |
| rkisp-mipi-luma | v42_vdevcapture | Provide raw image luma |
| rkisp-statistics | v4l2_vdevcapture | Provide Image color Statistics information. |
| rkisp-input-params | v4l2_vdevoutput | Accept params for AWB, BLC..... Image enhancement blocks. |
| rkisp_rawrd0_m | v4l2_vdevoutput | Raw image read from ddr to isp,usually using for the hdr middle frame |
| rkisp_rawrd1_l | v4l2_vdevoutput | Raw image read from ddr to isp,usually using for the hdr long frame |
| rkisp_rawrd2_s | v4l2_vdevoutput | Raw image read from ddr to isp,usually using for the hdr short frame |
| rkisp-csi-subdev | v4l2_subdev | Mipi csi configure |
| rkisp_rawwr0 | v4l2_vdevcapture | Raw image write to ddr from sensor,usually using for the hdr middle frame |
| rkisp_rawwr1 | v4l2_vdevcapture | Raw image write to ddr from sensor,usually using for the hdr long frame |
| rkisp_rawwr2 | v4l2_vdevcapture | Raw image write to ddr from sensor,usually using for the hdr short frame |
| rkisp_rawwr3 | v4l2_vdevcapture | Raw image write to ddr from sensor |
| rockchip-mipi-dphy-rx | v4l2_subdev | MIPI-DPHY Configure. |
| rkisp-bridge-ispp | v4l2_subdev | Isp output yuv image to ispp |
| rkispp_input_image | v4l2_vdevoutput | Yuv image read from ddr to ispp |
| rkisp-isp-subdev | v4l2_subdev | The format and size on sink pad equal to isp outputThe support max size is 4416x3312, mix size is 66x258 |
| rkispp_m_bypass | v4l2_vdev capture | Full resolution and yuv format |

| 名称 | 类型 | 描述 |
|---------------|-------------------|--|
| rkispp_scale0 | v4l2_vdev capture | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[1 8] ratio, 3264 max width |
| rkispp_scale1 | v4l2_vdev capture | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[2 8] ratio, 1280 max width |
| rkispp_scale2 | v4l2_vdev capture | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[2 8] ratio, 1280 max width |

ISP HDR 模式说明

RKISP2支持接收mipi sensor输出hdr 3帧或2帧模式，硬件通过3路或2路dmatx采集数据到ddr，再通过3路或2路dmarx读到isp，isp做3帧或2帧合成，驱动链路如下所示：



csi subdev通过get_fmt获取sensor驱动多个pad格式的输出信息，对应csi的source pad。

Mipi sensor驱动具体配置请参考[驱动移植步骤](#)。

| 名称 | 名称 | 描述 |
|------------------|-------------|-----------------------------------|
| rkisp-isp-subdev | Sensor pad0 | Isp采集Sensor vc0(默认) 宽高格式输出，常用线性模式 |
| rkisp_rawwr0 | Sensor pad1 | Rawwr0采集sensor vcX宽高格式输出 |
| rkisp_rawwr1 | Sensor pad2 | Rawwr1采集sensor vcX宽高格式输出 |
| rkisp_rawwr2 | Sensor pad3 | Rawwr2采集sensor vcX宽高格式输出 |
| rkisp_rawwr3 | Sensor pad4 | Rawwr3采集sensor vcX宽高格式输出 |

RKVICAP 驱动

框架说明

RKVICAP驱动主要是基于v4l2 / media框架实现硬件的配置、中断处理、控制 buffer轮转，以及控制 subdevice(如 mipi dphy及sensor)的上下电等功能。

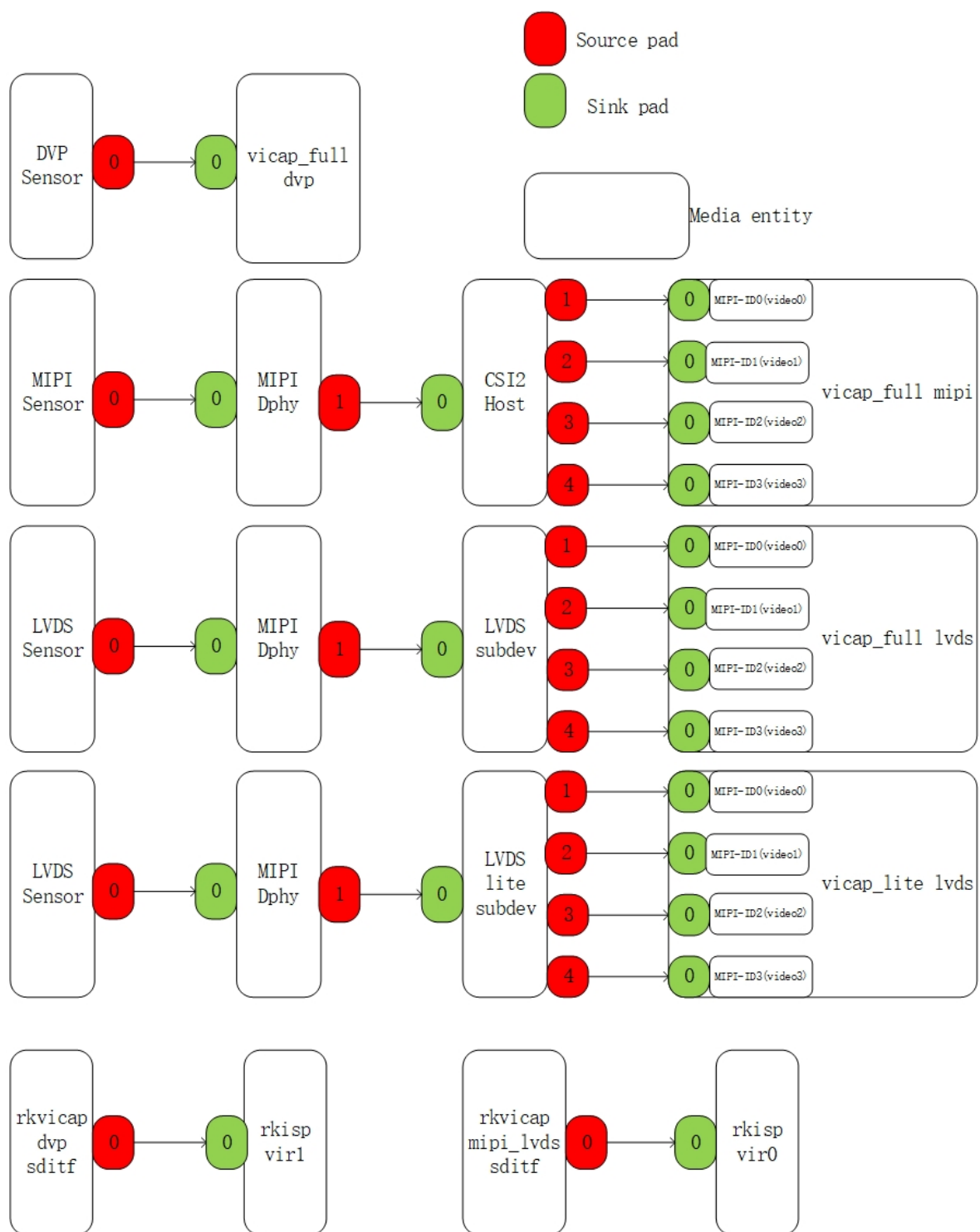
对于RV1126/RV1109而言，VICAP存在两个IP核，其中一个称之VICAP FULL,一个称之VICAP LITE。VICAP FULL拥有dvp/mipi/lvds三种接口，dvp可与mipi或者lvds接口同时工作，而mipi和lvds则不能同时工作，VICAP LITE 仅拥有lvds接口，可与VICAP FULL的接口同时工作；VICAP FULL dvb接口对应一个rkvicap_dvp节点，VICAP FULL mipi/lvds接口对应一个rkvicap_mipi_lvds节点，VICAP LITE 对应一个rkvicap_lite_mipi_lvds节点。各节点可独立采集。

对于RK356X芯片而言，VICAP只有单核，同时拥有dvp/mipi两种接口，dvp接口对应一个rkvicap_dvp节点，mipi接口对应一个rkvicap_mipi_lvds节点（与RV1126/RV1109的VICAP FULL同名），各节点可独立采集。

为了将VICAP采集数据信息同步给isp驱动，需要将VICAP驱动生成的逻辑sdtf节点链接到isp所生成的虚拟节点设备。DVP接口对应rkvicap_dvp_sdtf节点，VICAP FULL的mipi/lvds接口对应rkvicap_mipi_lvds_sdtf节点，VICAP LITE对应rkvicap_lite_sdtf。

具体各接口的dts链接方式参见[CIS 设备注册(DTS)][CIS 设备注册(DTS)]

下图描述了RKVICAP驱动的设备拓扑结构：



CIS(cmos image sensor)驱动

CIS 设备注册(DTS)

MIPI接口

对于RV1126和RV1106平台而言，存在两个独立而完备的标准物理mipi csi2 dphy，对应于dts上的csi_dphy0和csi_dphy1（参见rv1126.dtsi），特性如下：

- data lane最大4 lanes；
- 最大速率2.5Gbps/lane；

对于RK356X平台而言，仅有一个标准物理mipi csi2 dphy，可以工作在两个模式：full mode 和split mode，拆分为csi2_dphy0/csi2_dphy1/csi2_dphy2三个逻辑dphy（参见rk3568.dtsi），特性如下：

Full mode

- 仅使用csi2_dphy0，csi2_dphy0与csi2_dphy1/csi2_dphy2互斥，不可同时使用；
- data lane最大4 lanes；
- 最大速率2.5Gbps/lane；

Split mode

- 仅使用csi2_dphy1和csi2_dphy2，与csi2_dphy0互斥，不可同时使用；
- csi2_dphy1和csi2_dphy2可同时使用；
- csi2_dphy1和csi2_dphy2各自的data lane最大是2 lanes；
- csi2_dphy1对应物理dphy的lane0/lane1；
- csi2_dphy2对应物理dphy的lane2/lane3；
- 最大速率2.5Gbps/lane

具体dts用例，参见以下各示例。

链接ISP

RV1126/RV1106

下面以rv1126 isp和os04a10为例进行说明。

链接关系: sensor->csi_dphy->isp->ispp

arch/arm/boot/dts/rv1126-evb-v10.dtsi

配置要点

- data-lanes必须指明具体使用的lane数，否则无法识别为mipi 类型；

```
cam_ircut0: cam_ircut {
    status = "okay";
    compatible = "rockchip,ircut";
    ircut-open-gpios = <&gpio2 RK_PA7 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    ircut-close-gpios = <&gpio2 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    rockchip,camera-module-facing = "front";
};

os04a10: os04a10@36 {
    compatible = "ovti,os04a10"; // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    reg = <0x36>; // sensor I2C设备地址，7位
    clocks = <&cru CLK_MIPICSI_OUT>; // sensor clickin配置
    clock-names = "xvclk";
    power-domains = <&power RV1126_PD_VI>;
    pinctrl-names = "rockchip,camera_default";
    pinctrl-0 = <&mipi_csi_clk0>; // pinctrl设置
    //电源
    avdd-supply = <&vcc_avdd>;
    dovdd-supply = <&vcc_dovdd>;
    dvdd-supply = <&vcc_dvdd>;
    // power管脚分配及有效电平
    pwn-gpios = <&gpio1 RK_PD4 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    // 模组编号，该编号不要重复
```

```

rockchip,camera-module-index = <1>;
// 模组朝向, 有"back"和"front"
rockchip,camera-module-facing = "front";
// 模组名
rockchip,camera-module-name = "CMK-OT1607-FV1";
// lens名
rockchip,camera-module-lens-name = "M12-4IR-4MP-F16";
//ir cut设备
ir-cut = <&cam_ircut0>;
port {
    ucaml_out0: endpoint {
        // mipi dphy端的port名
        remote-endpoint = <&mipi_in_ucam0>;
        // mipi lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>
        data-lanes = <1 2 3 4>;
    };
};

};

&csi_dphy0 {
    status = "okay";
    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;
            mipi_in_ucam0: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // sensor端的 port名
                remote-endpoint = <&ucaml_out0>;
                // mipi lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>
                data-lanes = <1 2 3 4>;
            };
        };
        port@1 {
            reg = <1>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;
            csidphy0_out: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                // isp端的port名
                remote-endpoint = <&isp_in>;
            };
        };
    };
};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";
    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

```

```

    port@0 {
        reg = <0>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        isp_in: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            // mipi dphy端的 port名
            remote-endpoint = <&csidphy0_out>;
        };
    };
    port@1 {
        reg = <1>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        isp0_out: endpoint@1 {
            reg = <1>;
            // ispp 端port名, isp输出给ispp
            remote-endpoint = <&ispp0_in>;
        };
    };
};

&rkispp {
    status = "okay";
};

&rkispp_vir0 {
    status = "okay";
    port {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        Ispp0_in: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            // isp端port名, ispp输入
            remote-endpoint = <&isp0_out>;
        };
    };
};
};

```

RK356X

下面以rk3566 isp和gc8034 4lane为例进行说明:

链接关系: *sensor->csi2_dphy0->isp*

配置要点

- 需要配置data-lanes
- 需要使能csi2_dphy_hw节点

```

/* full mode: 1ane0-3 */
gc8034: gc8034@37 {
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "galaxycore,gc8034";
    status = "okay";
    // sensor I2C设备地址, 7位
    reg = <0x37>;

```

```

// sensor mclk源配置
clocks = <&cru CLK_CIF_OUT>;
clock-names = "xvclk";
//sensor 相关电源域使能
power-domains = <&power RK3568_PD_VI>;
//sensor mclk pinctl设置
pinctrl-names = "default";
pinctrl-0 = <&cif_clk>;
// reset管脚分配及有效电平
reset-gpios = <&gpio3 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_LOW>;
// powerdown管脚分配及有效电平
pwn-gpios = <&gpio4 RK_PB2 GPIO_ACTIVE_LOW>;
// 模组编号, 该编号不要重复
rockchip,camera-module-index = <0>;
// 模组朝向, 有"back"和"front"
rockchip,camera-module-facing = "back";
// 模组名
rockchip,camera-module-name = "RK-CMK-8M-2-v1";
// lens名
rockchip,camera-module-lens-name = "CK8401";
port {
    gc8034_out: endpoint {
        // csi2 dphy端的port名
        remote-endpoint = <&dphy0_in>;
        // csi2 dphy lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>
        data-lanes = <1 2 3 4>;
    };
};

&csi2_dphy_hw {
    status = "okay";
};

&csi2_dphy0 {
    //csi2_dphy0不与csi2_dphy1/csi2_dphy2同时使用, 互斥
    status = "okay";
    /*
     * dphy0 only used for full mode,
     * full mode and split mode are mutually exclusive
     */
    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            dphy0_in: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // sensor端的 port名
                remote-endpoint = <&gc8034_out>;
                // csi2 dphy lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor
                data-lanes = <1 2 3 4>;
            };
};

```

端一致


```

};

port@1 {
    reg = <1>;
    #address-cells = <1>;
    #size-cells = <0>;

    dphy0_out: endpoint@1 {
        reg = <1>;
        // isp端的port名
        remote-endpoint = <&isp0_in>;
    };
};

};

};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_mmu {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    port {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        isp0_in: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            // csi2 dphy端的 port名
            remote-endpoint = <&dphy0_out>;
        };
    };
};
};

```

链接VICAP

RV1126/RV1109

以mipi os04a10 4 lanes链接vicap为例:

链接关系: *sensor->csi dphy->mipi csi host->vicap*

配置要点:

- data-lanes必须指明具体使用的lane数，否则无法识别为mipi 类型;
- dphy需要链接到csi host节点。

```

os04a10: os04a10@36 {
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "ovti,os04a10";
    // sensor I2C设备地址，7位
    reg = <0x36>;
    // sensor mclk源配置

```

```

clocks = <&cru CLK_MIPICSI_OUT>;
clock-names = "xvclk";
//sensor 相关电源域使能
power-domains = <&power RV1126_PD_VI>;
avdd-supply = <&vcc_avdd>;
dovdd-supply = <&vcc_dovdd>;
dvdd-supply = <&vcc_dvdd>;
//sensor mclk pinctl设置
pinctrl-names = "rockchip,camera_default";
pinctrl-0 = <&mipicsi_clk0>;
// powerdown管脚分配及有效电平
pwn-gpios = <&gpio1 RK_PD4 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
// 模组编号, 该编号不要重复
rockchip,camera-module-index = <1>;
// 模组朝向, 有"back"和"front"
rockchip,camera-module-facing = "front";
// 模组名
rockchip,camera-module-name = "CMK-OT1607-FV1";
// lens名
rockchip,camera-module-lens-name = "M12-40IRC-4MP-F16";
// ircut名
ir-cut = <&cam_ircut0>;
port {
    ucam_out0: endpoint {
        // csi2 dphy端的port名
        remote-endpoint = <&mipi_in_ucam0>;
        // csi2 dphy lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>
        data-lanes = <1 2 3 4>;
    };
};
};

```

```

&csi_dphy0 {
    //csi2_dphy0不与csi2_dphy1/csi2_dphy2同时使用, 互斥
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            mipi_in_ucam0: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // sensor端的 port名
                remote-endpoint = <&ucam_out0>;
                // csi2 dphy lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端一
                data-lanes = <1 2 3 4>;
            };
        };
        port@1 {
            reg = <1>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

```

致

```

        csidphy0_out: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            // csi2 host端的port名
            remote-endpoint = <&mipi_csi2_input>;
        };
    };
};

&mipi_csi2 {
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            mipi_csi2_input: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // csi2 dphy 端的port名
                remote-endpoint = <&csidphy0_out>;
                // csi2 host lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端一
致
                data-lanes = <1 2 3 4>;
            };
        };

        port@1 {
            reg = <1>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            mipi_csi2_output: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                // vicap端的port名
                remote-endpoint = <&cif_mipi_in>;
                // csi2 host lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端一
致
                data-lanes = <1 2 3 4>;
            };
        };
    };
};

&rkcif_mipi_lvds {
    status = "okay";

    port {
        /* MIPI CSI-2 endpoint */
        cif_mipi_in: endpoint {
            // csi2 host端的port名
            remote-endpoint = <&mipi_csi2_output>;
            // vicap 端 lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端一致
            data-lanes = <1 2 3 4>;
        };
    };
};

```

```

    };
};

};

&rkCIF_mipi_lvds_sditf {
    status = "okay";

    port {
        /* sditf endpoint */
        mipi_lvds_sditf: endpoint {
            //isp 虚拟设备端port名
            remote-endpoint = <&isp_in>;
            //mipi csi2 dphy的lane数, 与sensor一致
            data-lanes = <1 2 3 4>;
        };
    };
};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                //vicap sditf的端点名
                remote-endpoint = <&mipi_lvds_sditf>;
            };
        };
    };
};
};

```

RK356X

以gc5025 2lane链接rk3566 evb2 mipi csi2 dphy的lane2/lane3为例:

链接关系: sensor->csi2 dphy->mipi csi host->vicap

配置要点

- data-lanes必须指明具体使用的lane数, 否则无法识别为mipi 类型;
- dphy需要链接到csi host节点;
- 需要使能csi2 dphy hw节点。

```

/* split mode: lane:2/3 */
gc5025: gc5025@37 {
    status = "okay";
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "galaxycore,gc5025";
    // sensor I2C设备地址, 7位

```

```

    reg = <0x37>;
    // sensor mclk源配置
    clocks = <&pmucru CLK_WIFI>;
    clock-names = "xvclk";
    //sensor mclk pinctl设置
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&refclk_pins>;
    // reset管脚分配及有效电平
    reset-gpios = <&gpio3 RK_PA5 GPIO_ACTIVE_LOW>;
    // powerdown管脚分配及有效电平
    pwn-gpios = <&gpio3 RK_PB0 GPIO_ACTIVE_LOW>;
    //sensor 相关电源域使能
    power-domains = <&power RK3568_PD_VI>;
    /*power-gpios = <&gpio0 RK_PC1 GPIO_ACTIVE_HIGH>;*/
    // 模组编号, 该编号不要重复
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    // 模组朝向, 有"back"和"front"
    rockchip,camera-module-facing = "front";
    // 模组名
    rockchip,camera-module-name = "TongJu";
    // lens名
    rockchip,camera-module-lens-name = "CHT842-MD";
    port {
        gc5025_out: endpoint {
            // csi2 dphy端的port名
            remote-endpoint = <&dphy2_in>;
            // csi2 dphy lane数, 2lane为 <1 2>, 4lane为 <1 2 3 4>
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&csi2_dphy_hw {
    status = "okay";
};

&csi2_dphy2 {
    //csi2_dphy2不与csi2_dphy0同时使用, 互斥;可与csi2_dphy1并行使用
    status = "okay";

    /*
     * dphy2 only used for split mode,
     * can be used concurrently with dphy1
     * full mode and split mode are mutually exclusive
     */
    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            dphy2_in: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // sensor端的 port名
                remote-endpoint = <&gc5025_out>;
            };
        };
    };
};

```

```

// csi2 dphy lane数, 2lane为 <1 2>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端
一致
    data-lanes = <1 2>;
};
};

port@1 {
    reg = <1>;
    #address-cells = <1>;
    #size-cells = <0>;

    dphy2_out: endpoint@1 {
        reg = <1>;
        // csi2 host端的port名
        remote-endpoint = <&mipi_csi2_input>;
    };
};

};

&mipi_csi2 {
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            mipi_csi2_input: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                // csi2 dphy 端的port名
                remote-endpoint = <&dphy2_out>;
                // csi2 host lane数, 2lane为 <1 2>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端
一致
                data-lanes = <1 2>;
            };
};

        port@1 {
            reg = <1>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            mipi_csi2_output: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                // vicap端的port名
                remote-endpoint = <&cif_mipi_in>;
                // csi2 host lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <1 2 3 4>,需与sensor端一
致
                data-lanes = <1 2>;
            };
};

};
};

```

```

&rkcif_mipi_lvds {
    status = "okay";

    port {
        cif_mipi_in: endpoint {
            // csi2 host端的port名
            remote-endpoint = <&mipi_csi2_output>;
            // vicap 端 lane数, 2lane为 <1 2>, 4lane为 <1 2 3 4>, 需与sensor端一致
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&rkcif_mipi_lvds_sditf {
    status = "okay";

    port {
        /* MIPI CSI-2 endpoint */
        mipi_lvds_sditf: endpoint {
            //isp 虚拟设备端port名
            remote-endpoint = <&isp_in>;
            //mipi csi2 dphy的lane数, 与sensor一致
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                //vicap mipi sditf的端点名
                remote-endpoint = <&mipi_lvds_sditf>;
            };
        };
    };
};

```

LVDS接口

链接VICAP

RV1126/RV1109

以imx327 4lane为例, 链接关系如下:

链接关系: sensor->csi dphy->vicap

配置要点

- dphy不需要链接csi host节点, 否则会导致收不到数据;
- data-lanes必须指明具体使用的lane数, 否则会导致收不到数据;
- bus-type 必须配置为 3, 否则无法识别为lvds接口, 导致链路建立失败;

```
imx327: imx327@1a {
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "sony,imx327";
    // sensor I2C设备地址, 7位
    reg = <0x1a>;
    // sensor mclk源配置
    clocks = <&cru CLK_MIPICSI_OUT>;
    clock-names = "xvclk";
    //sensor 相关电源域使能
    power-domains = <&power RV1126_PD_VI>;
    avdd-supply = <&vcc_avdd>;
    dovdd-supply = <&vcc_dovdd>;
    dvdd-supply = <&vcc_dvdd>;
    //sensor mclk pinctl设置
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&mipicsi_clk0>;
    // powerdown管脚分配及有效电平
    pwn-gpios = <&gpio3 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    // reset管脚分配及有效电平
    reset-gpios = <&gpio1 RK_PD5 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    // 模组编号, 该编号不要重复
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    // 模组朝向, 有"back"和"front"
    rockchip,camera-module-facing = "front";
    // 模组名
    rockchip,camera-module-name = "CMK-OT1607-FV1";
    // lens名
    rockchip,camera-module-lens-name = "M12-4IR-4MP-F16";
    // ircut名
    ir-cut = <&cam_ircut0>;
    port {
        ucam_out0: endpoint {
            // csi2 dphy端的port名
            remote-endpoint = <&mipi_in_ucam0>;
            //csi2 dphy lvds lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <4>, 必须指定
            data-lanes = <4>;
            //lvds接口的类型, 必须指定
            bus-type = <3>;
        };
    };
};

&csi_dphy0 {
    //csi2_dphy0不与csi2_dphy1/csi2_dphy2同时使用, 互斥
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        port@0 {
```



```

        reg = <0>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        mipi_in_ucam0: endpoint@1 {
            reg = <1>;
            // sensor端的 port名
            remote-endpoint = <&ucam_out0>;
            //csi2 dphy lvds lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <4>, 必须指定
            data-lanes = <4>;
            //lvds接口的类型, 必须指定
            bus-type = <3>;
        };
    };
    port@1 {
        reg = <1>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        csidphy0_out: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            // vicap lite端的port名
            remote-endpoint = <&cif_lite_lvds_in>;
            //csi2 dphy lvds lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <4>, 必须指定
            data-lanes = <4>;
            //lvds接口的类型, 必须指定
            bus-type = <3>;
        };
    };
};

&rkCIF_lite_mipi_lvds {
    status = "okay";

    port {
        /* lvds endpoint */
        cif_lite_lvds_in: endpoint {
            // csi2 dphy端的port名
            remote-endpoint = <&csidphy0_out>;
            //csi2 dphy lvds lane数, 1lane为 <1>, 4lane为 <4>, 必须指定
            data-lanes = <4>;
            //lvds接口的类型, 必须指定
            bus-type = <3>;
        };
    };
};

&rkCIF_lite_sditf {
    status = "okay";

    port {
        /* lvds endpoint */
        lite_sditf: endpoint {
            //isp 虚拟设备端port名
            remote-endpoint = <&isp_in>;
            //csi2 dphy的lane数, 与sensor一致
            data-lanes = <4>;
        };
    };
};

```

```

    };
};

};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                //lite vicap lvds sditf的端点名
                remote-endpoint = <&lite_sditf>;
            };
        };
    };
};
};

```

DVP接口

链接VICAP

在RV1126/RV1109/RK356X平台上，dvp各相关接口的dts配置是一样的。

BT601

以ar0230 bt601为例，链接关系如下：

链接关系：*sensor->vicap*

配置要点

- hsync-active/vsync-active必须配置，用于v4l2框架异步注册识别BT601接口,若不配置会识别为BT656接口；
- pclk-sample/bus-width可选；
- 必须在sensor驱动的g_mbus_config接口中，通过flag指明当前sensor的hsync-active/vsync-active/pclk-active的有效极性，否则会导致无法收到数据；
- pinctrl需要引用对，以对bt601相关gpio做相应iomux，否则会导致无法收到数据；

g_mbus_config接口示例代码如下：

```

static int ar0230_g_mbus_config(struct v4l2_subdev *sd,
                                struct v4l2_mbus_config *config)
{
    config->type = V4L2_MBUS_PARALLEL;
    config->flags = V4L2_MBUS_HSYNC_ACTIVE_HIGH |
                   V4L2_MBUS_VSYNC_ACTIVE_HIGH |
                   V4L2_MBUS_PCLK_SAMPLE_FALLING;
    return 0;
}

```

dts配置示例如下：

```
ar0230: ar0230@10 {
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "aptina,ar0230";
    // sensor I2C设备地址，7位
    reg = <0x10>;
    // sensor mclk源配置
    clocks = <&cru CLK_CIF_OUT>;
    clock-names = "xvclk";
    //sensor 相关电源域使能
    avdd-supply = <&vcc_avdd>;
    dovdd-supply = <&vcc_dovdd>;
    dvdd-supply = <&vcc_dvdd>;
    power-domains = <&power RV1126_PD_VI>;
    // powerdown管脚分配及有效电平
    pwn-gpios = <&gpio2 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    /*reset-gpios = <&gpio2 RK_PC5 GPIO_ACTIVE_HIGH>;*/
    //配置dvp相关数据管脚和时钟管脚
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&cifm0_dvp_ctl>;
    // 模组编号，该编号不要重复
    rockchip,camera-module-index = <0>;
    // 模组朝向，有"back"和"front"
    rockchip,camera-module-facing = "back";
    // 模组名
    rockchip,camera-module-name = "CMK-OT0836-PT2";
    // lens名
    rockchip,camera-module-lens-name = "YT-2929";
    port {
        cam_para_out1: endpoint {
            remote-endpoint = <&cif_para_in>;
        };
    };
};

&rkCIF_dvp {
    status = "okay";

    port {
        /* Parallel bus endpoint */
        cif_para_in: endpoint {
            //sensor端endpoint名
            remote-endpoint = <&cam_para_out1>;
            //sensor端相关配置参数
            bus-width = <12>;
            hsync-active = <1>;
            vsync-active = <1>;
            pclk-sample = <0>;
        };
    };
};

&rkCIF_dvp_sdtf {
    status = "okay";

    port {
```

```

        /* parallel endpoint */
        dvp_sditf: endpoint {
            //isp 虚拟设备端port名
            remote-endpoint = <&isp_in>;
            //sensor端相关配置参数
            bus-width = <12>;
            hsync-active = <1>;
            vsync-active = <1>;
            pclk-sample = <0>;
        };
    };

    &rkisp {
        status = "okay";
    };

    &rkisp_vir0 {
        status = "okay";

        ports {
            port@0 {
                reg = <0>;
                #address-cells = <1>;
                #size-cells = <0>;

                isp_in: endpoint@0 {
                    reg = <0>;
                    //dvp sditf的端点名
                    remote-endpoint = <&dvp_sditf>;
                };
            };
        };
    };
};

```

BT656/BT1120

BT656/BT1120的dts用法一致。

以ava fpga bt1120为例，链接关系如下：

链接关系： *sensor->vicap*

配置要点

- hsync-active/vsync-active不要配置，否则v4l2框架异步注册时会识别为BT601；
- pclk-sample/bus-width可选；
- 必须在sensor驱动的g_mbus_config接口中，通过flag变量指明当前sensor的pclk-active的有效极性，否则会导致无法收到数据；
- 必须实现v4l2_subdev_video_ops中的querystd接口，指明当前接口为ATSC接口,否则会导致无法收到数据；
- pinctrl需要引用对，以对bt656/bt1120相关gpio做相应iomux，否则会导致无法收到数据。

g_mbus_config接口示例代码如下：

```
static int avafpga_gmbus_config(struct v4l2_subdev *sd,
                               struct v4l2_gmbus_config *config)
{
    config->type = V4L2_GMBUS_BT656;
    config->flags = V4L2_GMBUS_PCLK_SAMPLE_RISING;

    return 0;
}
```

querystd接口示例如下:

```
static int avafpga_querystd(struct v4l2_subdev *sd, v4l2_std_id *std)
{
    *std = V4L2_STD_ATSC;

    return 0;
}
```

dts配置示例如下:

```
avafpga: avafpga@70 {
    // 需要与驱动中的匹配字符串一致
    compatible = "ava,fpga";
    // sensor I2C设备地址, 7位
    reg = <0x10>;
    // sensor mclk源配置
    clocks = <&cru CLK_CIF_OUT>;
    clock-names = "xvclk";
    //sensor 相关电源域使能
    avdd-supply = <&vcc_avdd>;
    dovdd-supply = <&vcc_dovdd>;
    dvdd-supply = <&vcc_dvdd>;
    // powerdown管脚分配及有效电平
    power-domains = <&power RV1126_PD_VI>;
    pwn-gpios = <&gpio2 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    /*reset-gpios = <&gpio2 RK_PC5 GPIO_ACTIVE_HIGH>;*/
    //配置dvp相关数据管脚和时钟管脚
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&cifm0_dvp_ctl>;
    // 模组编号, 该编号不要重复
    rockchip,camera-module-index = <0>;
    // 模组朝向, 有"back"和"front"
    rockchip,camera-module-facing = "back";
    // 模组名
    rockchip,camera-module-name = "CMK-OT0836-PT2";
    // lens名
    rockchip,camera-module-lens-name = "YT-2929";
    port {
        cam_para_out2: endpoint {
            remote-endpoint = <&cif_para_in>;
        };
    };
};

&rkcif_dvp {
    status = "okay";
}
```

```

port {
    /* Parallel bus endpoint */
    cif_para_in: endpoint {
        //sensor端endpoint名
        remote-endpoint = <&cam_para_out2>;
        //sensor端相关配置参数, 可选
        bus-width = <16>;
        pclk-sample = <1>;
    };
};

&rkCIF_dvp_sditf {
    status = "okay";

    port {
        /* parallel endpoint */
        dvp_sditf: endpoint {
            //isp 虚拟设备端port名
            remote-endpoint = <&isp_in>;
            bus-width = <16>;
            pclk-sample = <1>;
        };
    };
};

&rkisp {
    status = "okay";
};

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                //dvp sditf的端点名
                remote-endpoint = <&dvp_sditf>;
            };
        };
    };
};
};

```

多sensor 注册

单个硬件isp通过虚拟多个设备，分时复用处理多路raw sensor数据。

RV1126/RV1109

**链接关系，isp0->ispp0和isp1->ispp1是固定配置rv1126.dtsi
mipi进isp或cif进isp可选。**

例如:

sensor0->csi_dphy0->csi2->vicap->isp0->ispp0

sensor1->csi_dphy1->isp1->ispp1

实例参考arch/arm/boot/dts/rv1109-evb-ddr3-v12-facial-gate.dts

gc2053->csi_dphy0->csi2->vicap->isp1->ispp1

ov2718->csi_dphy1->isp0->ispp0

对于不同分辨率如下配置很重要

```
&rkispp {
    status = "okay";
    /* the max input w h and fps of mulit sensor */
    max-input = <2688 1520 30>;//取不同sensor的最大宽和高及帧率
};
```

RK3566/RK3568

例如:

ov5695->dphy1->isp_vir0

gc5025->dphy2->csi2->vicap->isp_vir1

```
ov5695: ov5695@36 {
    status = "okay";
    ...
    port {
        ov5695_out: endpoint {
            remote-endpoint = <&dphy1_in>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

gc5025: gc5025@37 {
    status = "okay";
    ...
    port {
        gc5025_out: endpoint {
            remote-endpoint = <&dphy2_in>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&csi2_dphy_hw {
    status = "okay";
};

&csi2_dphy1 {
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
```

```

        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        dphy1_in: endpoint@1 {
            reg = <1>;
            remote-endpoint = <&ov5695_out>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };

    port@1 {
        reg = <1>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        dphy1_out: endpoint@1 {
            reg = <1>;
            remote-endpoint = <&isp0_in>;
        };
    };
};

&csi2_dphy2 {
    status = "okay";

    ports {
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            dphy2_in: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                remote-endpoint = <&gc5025_out>;
                data-lanes = <1 2>;
            };
        };

        port@1 {
            reg = <1>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            dphy2_out: endpoint@1 {
                reg = <1>;
                remote-endpoint = <&mipi_csi2_input>;
            };
        };
    };
};

&mipi_csi2 {
    status = "okay";

```



```

ports {
    #address-cells = <1>;
    #size-cells = <0>;

    port@0 {
        reg = <0>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        mipi_csi2_input: endpoint@1 {
            reg = <1>;
            remote-endpoint = <&dphy2_out>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };

    port@1 {
        reg = <1>;
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;

        mipi_csi2_output: endpoint@0 {
            reg = <0>;
            remote-endpoint = <&cif_mipi_in>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&rkCIF_mipi_lvds {
    status = "okay";

    port {
        cif_mipi_in: endpoint {
            remote-endpoint = <&mipi_csi2_output>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&rkCIF_mipi_lvds_sditf {
    status = "okay";

    port {
        mipi_lvds_sditf: endpoint {
            remote-endpoint = <&isp1_in>;
            data-lanes = <1 2>;
        };
    };
};

&rkisp {
    status = "okay";
    /* the max input w h and fps of mulit sensor */
    max-input = <2592 1944 30>;
};

```

```

&rkisp_vir0 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp0_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                remote-endpoint = <&dphy1_out>;
            };
        };
    };
};

&rkisp_vir1 {
    status = "okay";

    ports {
        port@0 {
            reg = <0>;
            #address-cells = <1>;
            #size-cells = <0>;

            isp1_in: endpoint@0 {
                reg = <0>;
                remote-endpoint = <&mipi_lvds_sditf>;
            };
        };
    };
};

```

CIS驱动说明

Camera Sensor采用I2C与主控进行交互，目前sensor driver按照I2C设备驱动方式实现，sensor driver同时采用v4l2 subdev的方式实现与host driver之间的交互。

数据类型简要说明

struct i2c_driver

[说明]

定义i2c 设备驱动信息

[定义]

```

struct i2c_driver {
    .....
    /* standard driver model interfaces */
    int (*probe)(struct i2c_client *, const struct i2c_device_id *);
    int (*remove)(struct i2c_client *);
    .....
    struct device_driver driver;
    const struct i2c_device_id *id_table;
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|--|
| @driver | Device driver model driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | List of I2C devices supported by this driver如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```

#if IS_ENABLED(CONFIG_OF)
static const struct of_device_id os04a10_of_match[] = {
    { .compatible = "ovti,os04a10" },
    {},
};
MODULE_DEVICE_TABLE(of, os04a10_of_match);
#endif

static const struct i2c_device_id os04a10_match_id[] = {
    { "ovti,os04a10", 0 },
    { },
};

static struct i2c_driver os04a10_i2c_driver = {
    .driver = {
        .name = OS04A10_NAME,
        .pm = &os04a10_pm_ops,
        .of_match_table = of_match_ptr(os04a10_of_match),
    },
    .probe = &os04a10_probe,
    .remove = &os04a10_remove,
    .id_table = os04a10_match_id,
};

static int __init sensor_mod_init(void)
{
    return i2c_add_driver(&os04a10_i2c_driver);
}

```

```
static void __exit sensor_mod_exit(void)
{
    i2c_del_driver(&os04a10_i2c_driver);
}

device_initcall_sync(sensor_mod_init);
module_exit(sensor_mod_exit);
```

struct v4l2_subdev_ops

[说明]

Define ops callbacks for subdevs.

[定义]

```
struct v4l2_subdev_ops {
    const struct v4l2_subdev_core_ops    *core;
    .....
    const struct v4l2_subdev_video_ops   *video;
    .....
    const struct v4l2_subdev_pad_ops     *pad;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------|--|
| .core | Define core ops callbacks for subdevs |
| .video | Callbacks used when v4l device was opened in video mode. |
| .pad | v4l2-subdev pad level operations |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_ops os04a10_subdev_ops = {
    .core    = &os04a10_core_ops,
    .video   = &os04a10_video_ops,
    .pad     = &os04a10_pad_ops,
};
```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```

struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    int (*s_power)(struct v4l2_subdev *sd, int on);
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .s_power | puts subdevice in power saving mode (on == 0) or normal operation mode (on == 1). |
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```

static const struct v4l2_subdev_core_ops os04a10_core_ops = {
    .s_power = os04a10_s_power,
    .ioctl = os04a10_ioctl,
#ifdef CONFIG_COMPAT
    .compat_ioctl32 = os04a10_compat_ioctl32,
#endif
};

```

目前使用了如下的私有ioctl实现模组信息的查询和OTP信息的查询设置。

| 私有ioctl | 描述 |
|------------------------------|--|
| RKMODULE_GET_MODULE_INFO | 获取模组信息，详细参考 struct rkmodule_inf ; |
| RKMODULE_AWB_CFG | 开关sensor对awb的补偿功能;若模组没有烧录golden awb值，可以在此设置;详细参考 struct rkmodule_awb_cfg ; |
| RKMODULE_LSC_CFG | 开关sensor对lsc的补偿功能;详细参考 struct rkmodule_lsc_cfg ; |
| PREISP_CMD_SET_HDRAE_EXP | Hdr曝光设置详细参考 struct preisp_hdrae_exp_s |
| RKMODULE_SET_HDR_CFG | 设置Hdr模式，可实现normal和hdr模式切换，需要驱动适配normal和hdr 2组配置信息详细参考 struct rkmodule_hdr_cfg |
| RKMODULE_GET_HDR_CFG | 获取当前hdr模式详细参考 struct rkmodule_hdr_cfg |
| RKMODULE_SET_CONVERSION_GAIN | 设置线性模式的conversion gain，如imx347、os04a10 sensor带有conversion gain的功能，如sensor不支持conversion gain，可不实现 |

struct v4l2_subdev_video_ops

[说明]

Callbacks used when v4l device was opened in video mode.

[定义]

```

struct v4l2_subdev_video_ops {
    .....
    int (*s_stream)(struct v4l2_subdev *sd, int enable);
    .....
    int (*g_frame_interval)(struct v4l2_subdev *sd,
                           struct v4l2_subdev_frame_interval *interval);
    int (*g_mbus_config)(struct v4l2_subdev *sd,
                        struct v4l2_mbus_config *cfg);
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------|---|
| .g_frame_interval | callback for VIDIOC_SUBDEV_G_FRAME_INTERVAL ioctl handler code |
| .s_stream | used to notify the driver that a video stream will start or has stopped |
| .g_mbus_config | get supported mediabus configurations |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_video_ops os04a10_video_ops = {
    .s_stream = os04a10_s_stream,
    .g_frame_interval = os04a10_g_frame_interval,
    .g_mbus_config = os04a10_g_mbus_config,
};
```

struct v4l2_subdev_pad_ops

[说明]

v4l2-subdev pad level operations

[定义]

```
struct v4l2_subdev_pad_ops {
    .....
    int (*enum_mbus_code)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_mbus_code_enum *code);
    int (*enum_frame_size)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_frame_size_enum *fse);
    int (*get_fmt)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_format *format);
    int (*set_fmt)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_format *format);
    int (*enum_frame_interval)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_frame_interval_enum *fie);
    int (*get_selection)(struct v4l2_subdev *sd,
        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
        struct v4l2_subdev_selection *sel);
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|----------------------|--|
| . enum_mbus_code | callback for VIDIOC_SUBDEV_ENUM_MBUS_CODE ioctl handler code. |
| . enum_frame_size | callback for VIDIOC_SUBDEV_ENUM_FRAME_SIZE ioctl handler code. |
| .s_fmt | callback for VIDIOC_SUBDEV_S_FMT ioctl handler code. |
| .g_fmt | callback for VIDIOC_SUBDEV_G_FMT ioctl handler code |
| .enum_frame_interval | callback for VIDIOC_SUBDEV_ENUM_FRAME_INTERVAL() ioctl handler code. |
| .get_selection | callback for VIDIOC_SUBDEV_G_SELECTION() ioctl handler code. |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_pad_ops os04a10_pad_ops = {
    .enum_mbus_code = os04a10_enum_mbus_code,
    .enum_frame_size = os04a10_enum_frame_sizes,
    .enum_frame_interval = os04a10_enum_frame_interval,
    .get_fmt = os04a10_get_fmt,
    .set_fmt = os04a10_set_fmt,
};
```

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```
struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|---------|-------------------------------------|
| .s_ctrl | actually set the new control value. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops os04a10_ctrl_ops = {
    .s_ctrl = os04a10_set_ctrl,
};
```

RKISP驱动要求使用框架提供的user controls功能， cameras sensor驱动必须实现如下control功能，参考[CIS驱动V4L2-controls列表1](#)

struct xxxx_mode

[说明]

Sensor能支持各个模式的信息。

这个结构体在sensor驱动中常常可以见到，虽然它不是v4l2标准要求的。

[定义]


```

struct xxxx_mode {
    u32 bus_fmt;
    u32 width;
    u32 height;
    struct v4l2_fract max_fps;
    u32 hts_def;
    u32 vts_def;
    u32 exp_def;
    const struct regval *reg_list;
    u32 hdr_mode;
    u32 vc[PAD_MAX];
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------------|---|
| .bus_fmt | Sensor输出格式，参考 MEDIA BUS FMT 表 |
| .width | 有效图像宽度，需要和sensor当前配置的width输出一致 |
| .height | 有效图像高度，需要和sensor当前配置的height输出一致 |
| .max_fps | 图像FPS，denominator/numerator为fps |
| hts_def | 默认HTS，为有效图像宽度 + HBLANK |
| vts_def | 默认VTS，为有效图像高度 + VBLANK |
| exp_def | 默认曝光时间 |
| *reg_list | 寄存器列表 |
| .hdr_mode | Sensor工作模式，支持线性模式，两帧合成HDR,三帧合成HDR |
| .vc[PAD_MAX] | 配置MIPI VC通道 |

[示例]

```

enum os04a10_max_pad {
    PAD0, /* link to isp */
    PAD1, /* link to csi rawwr0 | hdr x2:L x3:M */
    PAD2, /* link to csi rawwr1 | hdr x3:L */
    PAD3, /* link to csi rawwr2 | hdr x2:M x3:S */
    PAD_MAX,
};

static const struct os04a10_mode supported_modes[] = {
    {
        .bus_fmt = MEDIA_BUS_FMT_SBGGR12_1X12,
        .width = 2688,
        .height = 1520,
        .max_fps = {
            .numerator = 10000,
            .denominator = 300372,
        },
        .exp_def = 0x0240,
    },
};

```

```

        .hts_def = 0x05c4 * 2,
        .vts_def = 0x0984,
        .reg_list = os04a10_linear12bit_2688x1520_regs,
        .hdr_mode = NO_HDR,
        .vc[PAD0] = V4L2_MBUS_CSI2_CHANNEL_0,
    }, {
        .bus_fmt = MEDIA_BUS_FMT_SBGGR12_1X12,
        .width = 2688,
        .height = 1520,
        .max_fps = {
            .numerator = 10000,
            .denominator = 225000,
        },
        .exp_def = 0x0240,
        .hts_def = 0x05c4 * 2,
        .vts_def = 0x0658,
        .reg_list = os04a10_hdr12bit_2688x1520_regs,
        .hdr_mode = HDR_X2,
        .vc[PAD0] = V4L2_MBUS_CSI2_CHANNEL_1,
        .vc[PAD1] = V4L2_MBUS_CSI2_CHANNEL_0, //L->csi wr0
        .vc[PAD2] = V4L2_MBUS_CSI2_CHANNEL_1,
        .vc[PAD3] = V4L2_MBUS_CSI2_CHANNEL_1, //M->csi wr2
    },
};

```

struct v4l2_mbus_framefmt

[说明]

frame format on the media bus

[定义]

```

struct v4l2_mbus_framefmt {
    __u32      width;
    __u32      height;
    __u32      code;
    __u32      field;
    __u32      colorspace;
    __u16      ycbcr_enc;
    __u16      quantization;
    __u16      xfer_func;
    __u16      reserved[11];
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------|--|
| width | Frame width |
| height | Frame height |
| code | 参考 MEDIA BUS FMT 表 |
| field | V4L2_FIELD_NONE: 帧输出方式V4L2_FIELD_INTERLACED: 场输出方式 |

[示例]

struct rkmodule_base_inf

[说明]

模组基本信息，上层用此信息和IQ进行匹配

[定义]

```
struct rkmodule_base_inf {
    char sensor[RKMODULE_NAME_LEN];
    char module[RKMODULE_NAME_LEN];
    char lens[RKMODULE_NAME_LEN];
} __attribute__((packed));
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------|-----------------------|
| sensor | sensor名，从sensor驱动中获取 |
| module | 模组名，从DTS配置中获取，以模组资料为准 |
| lens | 镜头名，从DTS配置中获取，以模组资料为准 |

[示例]

struct rkmodule_fac_inf

[说明]

模组OTP 工厂信息

[定义]

```
struct rkmodule_fac_inf {
    __u32 flag;
    char module[RKMODULE_NAME_LEN];
    char lens[RKMODULE_NAME_LEN];
    __u32 year;
    __u32 month;
    __u32 day;
} __attribute__((packed));
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------|------------------------|
| flag | 该组信息是否有效的标识 |
| module | 模组名，从OTP中获取编号，由编号得到模组名 |
| lens | 镜头名，从OTP中获取编号，由编号得到镜头名 |
| year | 生产年份,如12代表2012年 |
| month | 生产月份 |
| day | 生产日期 |

[示例]

struct rkmodule_awb_inf

[说明]

模组OTP awb测定信息

[定义]

```

struct rkmodule_awb_inf {
    __u32 flag;
    __u32 r_value;
    __u32 b_value;
    __u32 gr_value;
    __u32 gb_value;
    __u32 golden_r_value;
    __u32 golden_b_value;
    __u32 golden_gr_value;
    __u32 golden_gb_value;
} __attribute__((packed));

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---------------------------|
| flag | 该组信息是否有效的标识 |
| r_value | 当前模组的AWB R测定信息 |
| b_value | 当前模组的AWB B测定信息 |
| gr_value | 当前模组的AWB GR测定信息 |
| gb_value | 当前模组的AWB GB测定信息 |
| golden_r_value | 典型模组的AWB R测定信息，如没有烧录，设为0 |
| golden_b_value | 典型模组的AWB B测定信息，如没有烧录，设为0 |
| golden_gr_value | 典型模组的AWB GR测定信息，如没有烧录，设为0 |
| golden_gb_value | 典型模组的AWB GB测定信息，如没有烧录，设为0 |

[示例]

struct rkmodule_lsc_inf

[说明]

模组OTP lsc测定信息

[定义]

```
struct rkmodule_lsc_inf {
    __u32 flag;
    __u16 lsc_w;
    __u16 lsc_h;
    __u16 decimal_bits;
    __u16 lsc_r[RKMODULE_LSCDATA_LEN];
    __u16 lsc_b[RKMODULE_LSCDATA_LEN];
    __u16 lsc_gr[RKMODULE_LSCDATA_LEN];
    __u16 lsc_gb[RKMODULE_LSCDATA_LEN];
} __attribute__((packed));
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------------|-------------------------|
| flag | 该组信息是否有效的标识 |
| lsc_w | lsc表实际宽度 |
| lsc_h | lsc表实际高度 |
| decimal_bits | lsc 测定信息的小数位，无法获取的话，设为0 |
| lsc_r | lsc r测定信息 |
| lsc_b | lsc b测定信息 |
| lsc_gr | lsc gr测定信息 |
| lsc_gb | lsc gb测定信息 |

[示例]

struct rkmodule_af_inf

[说明]

模组OTP af测定信息

[定义]

```
struct rkmodule_af_inf {
    __u32 flag; // 该组信息是否有效的标识
    __u32 vcm_start; // vcm启动电流
    __u32 vcm_end; // vcm终止电流
    __u32 vcm_dir; // vcm测定方向
} __attribute__((packed));
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|-------------|
| flag | 该组信息是否有效的标识 |
| vcm_start | vcm启动电流 |
| vcm_end | vcm终止电流 |
| vcm_dir | vcm测定方向 |

[示例]

struct rkmodule_inf

[说明]

模组信息

[定义]

```
struct rkmodule_inf {
    struct rkmodule_base_inf base;
    struct rkmodule_fac_inf fac;
    struct rkmodule_awb_inf awb;
    struct rkmodule_lsc_inf lsc;
    struct rkmodule_af_inf af;
} __attribute__((packed));
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------|---------------|
| base | 模组基本信息 |
| fac | 模组OTP 工厂信息 |
| awb | 模组OTP awb测定信息 |
| lsc | 模组OTP lsc测定信息 |
| af | 模组OTP af测定信息 |

[示例]

struct rkmodule_awb_cfg

[说明]

模组OTP awb配置信息

[定义]

```

struct rkmodule_awb_cfg {
    __u32 enable;
    __u32 golden_r_value;
    __u32 golden_b_value;
    __u32 golden_gr_value;
    __u32 golden_gb_value;
} __attribute__((packed));

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|-----------------|
| enable | 标识awb校正是否启用 |
| golden_r_value | 典型模组的AWB R测定信息 |
| golden_b_value | 典型模组的AWB B测定信息 |
| golden_gr_value | 典型模组的AWB GR测定信息 |
| golden_gb_value | 典型模组的AWB GB测定信息 |

[示例]

struct rkmodule_lsc_cfg

[说明]

模组OTP lsc配置信息

[定义]

```

struct rkmodule_lsc_cfg {
    __u32 enable;
} __attribute__((packed));

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|--------|-------------|
| enable | 标识lsc校正是否启用 |

[示例]

struct rkmodule_hdr_cfg

[说明]

hdr配置信息

[定义]

```

struct rkmodule_hdr_cfg {
    __u32 hdr_mode;
    struct rkmodule_hdr_esp esp;
} __attribute__((packed));
struct rkmodule_hdr_esp {

```

```
enum hdr_esp_mode mode;
union {
    struct {
        __u32 padnum;
        __u32 padpix;
    } lcnt;
    struct {
        __u32 efpix;
        __u32 obpix;
    } idcd;
} val;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------------|--|
| hdr_mode | NO_HDR=0 //normal模式 HDR_X2=5 //hdr 2帧模式 HDR_X3=6 //hdr 3帧模式 |
| struct rkmodule_hdr_esp | hdr especial mode |
| enum hdr_esp_mode | HDR_NORMAL_VC=0 //Normal virtual channel mode HDR_LINE_CNT=1 //Line counter mode (AR0239) HDR_ID_CODE=2 //Identification code mode(IMX327) |

[示例]

struct preisp_hdrae_exp_s

[说明]

HDR曝光参数

[定义]

```
struct preisp_hdrae_exp_s {
    unsigned int long_exp_reg;
    unsigned int long_gain_reg;
    unsigned int middle_exp_reg;
    unsigned int middle_gain_reg;
    unsigned int short_exp_reg;
    unsigned int short_gain_reg;
    unsigned int long_exp_val;
    unsigned int long_gain_val;
    unsigned int middle_exp_val;
    unsigned int middle_gain_val;
    unsigned int short_exp_val;
    unsigned int short_gain_val;
    unsigned char long_cg_mode;
    unsigned char middle_cg_mode;
    unsigned char short_cg_mode;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------------------|---------------------------------|
| long_exp_reg | 长帧曝光寄存器值 |
| long_gain_reg | 长帧增益寄存器值 |
| middle_exp_reg | 中帧曝光寄存器值 |
| middle_gain_reg; | 中帧增益寄存器值 |
| short_exp_reg | 短帧曝光寄存器值 |
| short_gain_reg | 短帧增益寄存器值 |
| long_cg_mode | 长帧conversion gain, 0 LCG, 1 HCG |
| middle_cg_mode | 中帧conversion gain, 0 LCG, 1 HCG |
| short_cg_mode | 短帧conversion gain, 0 LCG, 1 HCG |

[说明]

preisp_hdrae_exp_s结构体内只需关注[关键成员]描述的几个参数，曝光、增益值转换成寄存器的公式在iq xml，具体如何转换请查阅iq xml格式说明，conversion gain需要Sensor本身支持这个功能，不支持的话，不需要关注conversion 参数，**HDR2X时，应将传下来的中帧、短帧参数设置进sensor的输出两帧对应的曝光参数寄存器。**

[示例]

API简要说明

xxxx_set_fmt

[描述]

设置sensor输出格式。

[语法]

```
static int xxxx_set_fmt(struct v4l2_subdev *sd,
                        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
                        struct v4l2_subdev_format *fmt)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|---------------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| *cfg | subdev pad information结构体指针 | 输入 |
| *fmt | Pad-level media bus format结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_get_fmt

[描述]

获取sensor输出格式。

[语法]

```
static int xxxx_get_fmt(struct v4l2_subdev *sd,
                        struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
                        struct v4l2_subdev_format *fmt)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|---------------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| *cfg | subdev pad information结构体指针 | 输入 |
| *fmt | Pad-level media bus format结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

参考[MEDIA BUS_FMT表](#)

xxxx_enum_mbus_code

[描述]

枚举sensor输出bus format。

[语法]

```
static int xxxx_enum_mbus_code(struct v4l2_subdev *sd,
                               struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
                               struct v4l2_subdev_mbus_code_enum *code)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-----------------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| *cfg | subdev pad information结构体指针 | 输入 |
| *code | media bus format enumeration结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

下表总结了各种图像类型对应的format，参考[MEDIA BUS FMT 表](#)

xxxx_enum_frame_sizes

[描述]

枚举sensor输出大小。

[语法]

```
static int xxxx_enum_frame_sizes(struct v4l2_subdev *sd,
                                struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
                                struct v4l2_subdev_frame_size_enum *fse)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|-----------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| *cfg | subdev pad information结构体指针 | 输入 |
| *fse | media bus frame size结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_g_frame_interval

[描述]

获取sensor输出fps。

[语法]

```
static int xxxx_g_frame_interval(struct v4l2_subdev *sd,
                                struct v4l2_subdev_frame_interval *fi)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|---------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| *fi | pad-level frame rate结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_s_stream

[描述]

设置stream输入输出。

[语法]

```
static int xxxx_s_stream(struct v4l2_subdev *sd, int on)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|------------------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| on | 1: 启动stream输出; 0: 停止stream输出 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_runtime_resume

[描述]

sensor上电时的回调函数。

[语法]

```
static int xxxx_runtime_resume(struct device *dev)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|-------------|------|
| *dev | device结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_runtime_suspend

[描述]

sensor下电时的回调函数。

[语法]

```
static int xxxx_runtime_suspend(struct device *dev)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|-------------|------|
| *dev | device结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_set_ctrl

[描述]

设置各个control的值。

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|----------------|------|
| *ctrl | v4l2_ctrl结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxx_enum_frame_interval

[描述]

枚举sensor支持的帧间隔参数。

[语法]

```
static int xxxx_enum_frame_interval(struct v4l2_subdev *sd,
    struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
    struct v4l2_subdev_frame_interval_enum *fie)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|---------|------|
| *sd | 子设备实例 | 输入 |
| *cfg | pad配置参数 | 输入 |
| *fie | 帧间隔参数 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_g_mbus_config

[描述]

获取支持的总线配置，比如使用mipi时，当Sensor支持多种MIPI传输模式时，可以根据Sensor当前使用的MIPI模式上传参数。

[语法]

```
static int xxxx_g_mbus_config(struct v4l2_subdev *sd,
    struct v4l2_mbus_config *config)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|---------|--------|------|
| *config | 总线配置参数 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_get_selection

[描述]

配置裁剪参数，isp输入的宽度要求16对齐，高度8对齐，对于sensor输出的分辨率不符合对齐或sensor输出分辨率不是标准分辨率，可实现这个函数对输入isp的分辨率做裁剪。

[语法]

```
static int xxxx_get_selection(struct v4l2_subdev *sd,
                             struct v4l2_subdev_pad_config *cfg,
                             struct v4l2_subdev_selection *sel)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|------|---------|------|
| *sd | 子设备实例 | 输入 |
| *cfg | pad配置参数 | 输入 |
| *sel | 裁剪参数 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

1.实现标准I2C子设备驱动部分.

1.1 根据**struct i2c_driver**说明实现以下成员:

struct driver.name

struct driver.pm

struct driver. of_match_table

probe函数

remove函数

1.2 probe函数实现细节描述:

1). CIS 设备资源的获取,主要是解析DTS文件中定义资源, 参考[Camera设备注册\(DTS\)](#);

1.1) RK私有资源定义,命名方式如下rockchip,camera-module-xxx, 该部分资源会由驱动上传给用户态的camera_engine来决定IQ效果参数的匹配;

1.2) CIS设备资源定义,RK相关参考驱动一般包含以下几项:

| 成员名称 | 描述 |
|-------------|--|
| CIS设备工作参考时钟 | 采用外部独立晶振方案无需获取,RK参考设计一般采用AP输出时钟, 该方案需要获取, 一般名称为xvclk |
| CIS设备控制GPIO | 例如: Resst引脚,Powerdown引脚 |
| CIS设备控制电源 | 根据实际硬件设计,获取匹配的软件电源控制资源,例如gpio,regulator |

1.3) CIS设备ID号检查, 通过以上步骤获取必要资源后,建议驱动读取设备ID号以便检查硬件的准确性,当然该步骤非必要步骤.

1.4) CIS v4l2设备以及media实体的初始化;

v4l2子设备: v4l2_i2c_subdev_init, RK CIS驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态rk_aiq访问, 通过该设备节点实现曝光控制;

media实体: media_entity_init

2. 参考**struct v4l2_subdev_ops**说明实现v4l2子设备驱动, 主要实现以下3个成员:

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_subdev_video_ops
struct v4l2_subdev_pad_ops
```

2.1 参考**struct v4l2_subdev_core_ops**说明实现其回调函数, 主要实现以下回调:

.s_power.ioctl

.compat_ioctl32

ioctl主要实现的RK私有控制命令, 涉及:

| 成员名称 | 描述 |
|------------------------------|---|
| RKMODULE_GET_MODULE_INFO | DTS文件定义的模组信息(模组名称等)，通过该命令上传camera_engine |
| RKMODULE_AWB_CFG | 模组OTP信息使能情况下，camera_engine通过该命令传递典型模组AWB标定值，CIS驱动负责与当前模组AWB标定值比较后，生成R/B Gain值设置到CIS MWB模块中； |
| RKMODULE_LSC_CFG | 模组OTP信息使能情况下，camera_engine通过该命令控制LSC标定值生效使能； |
| PREISP_CMD_SET_HDRAE_EXP | HDR曝光设置详细参考 struct preisp_hdrae_exp_s |
| RKMODULE_SET_HDR_CFG | 设置HDR模式，可实现normal和hdr切换，需要驱动适配hdr和normal 2组配置信息详细参考 struct rkmodule_hdr_cfg |
| RKMODULE_GET_HDR_CFG | 获取当前HDR模式详细参考 struct rkmodule_hdr_cfg |
| RKMODULE_SET_CONVERSION_GAIN | 设置线性模式的conversion gain，如imx347、os04a10 sensor带有conversion gain的功能，高转换的conversion gain可以在低照度下获得更好的信噪比，如sensor不支持conversion gain，可不实现 |

2.2 参考[struct v4l2_subdev_video_ops](#)说明实现其回调函数，主要实现以下回调函数：

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------|---|
| .s_stream | 开关数据流的函数，对于mipi clk是continuous的模式，必须在这个回调函数内开启数据流，若提前开数据流，会识别不到MIPI LP状态 |
| .g_frame_interval | 获取帧间隔参数（帧率） |
| .g_mbus_config | 获取总线配置，对于MIPI接口，sensor驱动内若支持不同lane数配置或者支持HDR,通过这个接口返回当前sensor工作模式下的MIPI配置 |

2.3 参考[struct v4l2_subdev_pad_ops](#)说明实现其回调函数，主要实现以下回调函数：

| 成员名称 | 描述 |
|----------------------|--|
| .enum_mbus_code | 枚举当前CIS驱动支持数据格式 |
| .enum_frame_size | 枚举当前CIS驱动支持分辨率 |
| .get_fmt | RKISP driver通过该回调获取CIS输出的数据格式，务必实现；针对Bayer raw sensor、SOC yuv sensor、BW raw sensor输出的数据类型定义参考 MEDIA BUS FMT 表 针对field 输出方式的支持，参考 struct v4l2_mbus_framefmt 定义； |
| .set_fmt | 设置CIS驱动输出数据格式以及分辨率，务必实现 |
| .enum_frame_interval | 枚举sensor支持的帧间隔，包含分辨率 |
| .get_selection | 配置裁剪参数，isp输入的宽度要求16对齐，高度8对齐 |

2.4 参考struct v4l2_ctrl_ops说明实现，主要实现以下回调

| 成员名称 | 描述 |
|---------|---|
| .s_ctrl | RKISP driver、camera_engine通过设置不同的命令来实现CIS 曝光控制； |

参考CIS驱动V4L2-controls列表1实现各控制ID，其中以下ID属于信息获取类，这部分实现按照standard integer menu controls方式实现；

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------|---|
| V4L2_CID_LINK_FREQ | 参考CIS驱动V4L2-controls列表1中标准定义，目前RKISP driver根据该命令获取MIPI总线频率； |
| V4L2_CID_PIXEL_RATE | 针对MIPI总线：pixel_rate = link_freq * 2 * nr_of_lanes / bits_per_sample |
| V4L2_CID_HBLANK | 参考CIS驱动V4L2-controls列表1中标准定义 |
| V4L2_CID_VBLANK | 参考CIS驱动V4L2-controls列表1中标准定义 |

RK camera_engine会通过以上命令获取必要信息来计算曝光，其中涉及的公式如下：

| 公式 |
|-----------------------------------|
| line_time = HTS / PIXEL_RATE; |
| PIXEL_RATE = HTS * VTS * FPS |
| HTS = sensor_width_out + HBLANK; |
| VTS = sensor_height_out + VBLANK; |

其中以下ID属于控制类，RK camera_engine通过该类命令控制CIS

| 成员名称 | 描述 |
|------------------------|--|
| V4L2_CID_VBLANK | 调整VBLANK，进而调整frame rate、Exposure time max； |
| V4L2_CID_EXPOSURE | 设置曝光时间，单位：曝光行数 |
| V4L2_CID_ANALOGUE_GAIN | 设置曝光增益，实际为total gain = analog gain*digital gain; 单位：增益寄存器值 |

3. CIS 驱动不涉及硬件数据接口信息定义, CIS设备与AP的接口连接关系由DTS设备节点的Port来体现其连接关系，参考 CIS 设备注册(DTS)中关于Port信息的描述。

4. CIS 参考驱动列表

VCM驱动

VCM设备注册(DTS)

RK VCM驱动私有参数说明:

| 名称 | 描述 |
|-----------|--|
| 启动电流 | VCM 刚好能够推动模组镜头从模组镜头可移动行程最近端(模组远焦)移动, 此时VCM driver ic的输出电流值定义为启动电流 |
| 额定电流 | VCM刚好推动模组镜头至模组镜头可移动行程的最远端(模组近焦), 此时VCM driver ic的输出电流值定义为额定电流 |
| VCM电流输出模式 | VCM移动过程中会产生振荡,VCM driver ic电流输出变化需要考虑vcm的振荡周期, 以便最大程度减小振荡, 输出模式决定了输出电流改变至目标值的时间; |

```
vm149c: vm149c@0c { // vcm驱动配置, 支持AF时需要有这个设置
    compatible = "silicon touch,vm149c";
    status = "okay";
    reg = <0x0c>;
    rockchip,vcm-start-current = <0>; // 马达的启动电流
    rockchip,vcm-rated-current = <100>; // 马达的额定电流
    rockchip,vcm-step-mode = <4>; // 马达驱动ic的电流输出模式
    rockchip,camera-module-index = <0>; // 模组编号
    rockchip,camera-module-facing = "back"; // 模组朝向, 有"back"和"front"
};

ov13850: ov13850@10 {
    .....
    lens-focus = <&vm149c>; // vcm驱动设置, 支持AF时需要有这个设置
    .....
};
```

VCM驱动说明

数据类型简要说明

struct i2c_driver

[说明]

定义i2c 设备驱动信息

[定义]

```
struct i2c_driver {
    .....
    /* Standard driver model interfaces */
    int (*probe)(struct i2c_client *, const struct i2c_device_id *);
    int (*remove)(struct i2c_client *);
    .....
    struct device_driver driver;
    const struct i2c_device_id *id_table;
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|--|
| @driver | Device driver model driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | List of I2C devices supported by this driver如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
static const struct i2c_device_id vm149c_id_table[] = {
    { VM149C_NAME, 0 },
    { { 0 } }
};
MODULE_DEVICE_TABLE(i2c, vm149c_id_table);
static const struct of_device_id vm149c_of_table[] = {
    { .compatible = "silicon touch,vm149c" },
    { { 0 } }
};
MODULE_DEVICE_TABLE(of, vm149c_of_table);
static const struct dev_pm_ops vm149c_pm_ops = {
    SET_SYSTEM_SLEEP_PM_OPS(vm149c_vcm_suspend, vm149c_vcm_resume)
    SET_RUNTIME_PM_OPS(vm149c_vcm_suspend, vm149c_vcm_resume, NULL)
};
static struct i2c_driver vm149c_i2c_driver = {
    .driver = {
        .name = VM149C_NAME,
        .pm = &vm149c_pm_ops,
        .of_match_table = vm149c_of_table,
    },
    .probe = &vm149c_probe,
    .remove = &vm149c_remove,
    .id_table = vm149c_id_table,
};
module_i2c_driver(vm149c_i2c_driver);
```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```

struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
                          unsigned long arg);
#endif
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```

static const struct v4l2_subdev_core_ops vm149c_core_ops = {
    .ioctl = vm149c_ioctl,
#ifdef CONFIG_COMPAT
    .compat_ioctl32 = vm149c_compat_ioctl32
#endif
};

```

目前使用了如下的私有ioctl实现马达移动时间信息的查询。

RK_VIDIOC_VCM_TIMEINFO

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```

struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*g_volatile_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
    int (*try_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------------------|--|
| .g_volatile_ctrl | Get a new value for this control. Generally only relevant for volatile (and usually read-only) controls such as a control that returns the current signal strength which changes continuously. |
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops vm149c_vcm_ctrl_ops = {
    .g_volatile_ctrl = vm149c_get_ctrl,
    .s_ctrl = vm149c_set_ctrl,
};
```

vm149c_get_ctrl和vm149c_set_ctrl对下面的control进行了支持

V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE

API简要说明

xxxx_get_ctrl

[描述]

获取马达的移动位置。

[语法]

```
static int xxxx_get_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_set_ctrl

[描述]

设置马达的移动位置。

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

自定义ioctl的实现函数，主要包含获取马达移动的时间信息，实现了自定义RK_VIDIOC_COMPAT_VCM_TIMEINFO。

[语法]

```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)
static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

1.实现标准的i2c子设备驱动部分.

1.1 根据**struct i2c_driver**描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name

struct driver.pm
struct driver. of_match_table
probe函数
remove函数

1.2 probe函数实现细节描述：

1) VCM设备资源获取，主要获取DTS资源，参考[VCM设备注册 \(DTS\)](#)

1.1) RK私有资源定义，命名方式如rockchip,camera-module-xxx，主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。

1.2) VCM参数定义，命名方式如rockchip,vcm-xxx，主要涉及硬件参数启动电流、额定电流、移动模式，参数跟马达移动的范围和速度相关。

2) VCM v4l2设备以及media实体的初始化。

v4l2子设备：v4l2_i2c_subdev_init，RK VCM驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态camera_engine访问，通过该设备节点实现调焦控制；

media实体：media_entity_init；

3) RK AF算法将模组镜头整个可移动行程的位置参数定义为[0,64]，模组镜头整个可移动行程在VCM驱动电流上对应的变化范围为[启动电流，额定电流]，该函数中建议实现这2者间的映射换算关系；

2.实现v4l2子设备驱动，主要实现以下2个成员：

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.ioctl.compat_ioctl32

该回调主要实现RK私有控制命令，涉及：

| 成员名称 | 描述 |
|------------------------|---|
| RK_VIDIOC_VCM_TIMEINFO | camera_engine通过该命令获取此次镜头移动所需时间，据此来判断镜头何时停止以及CIS帧曝光时间段是否与镜头移动时间段有重叠；镜头移动时间与镜头移动距离、VCM driver ic电流输出模式相关。 |

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.g_volatile_ctrl.s_ctrl

.g_volatile_ctrl和.s_ctrl以标准的v4l2 control实现了以下命令：

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------------|---|
| V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE | camera_engine通过该命令来设置和获取镜头的绝对位置，RK AF算法中将镜头整个可移动行程的位置参数定义为[0,64]。 |

FlashLight驱动

FLASHLight设备注册(DTS)

SGM378 DTS 参考:

```
&i2c1 {
    ...
    sgm3784: sgm3784@30 { //闪光灯设备
        #address-cells = <1>;
        #size-cells = <0>;
        compatible = "sgmicro,gsm3784";
        reg = <0x30>;
        rockchip,camera-module-index = <0>; //闪光灯对应camera模组编号
        rockchip,camera-module-facing = "back"; //闪光灯对应camera模组朝向
        enable-gpio = <&gpio2 RK_PB4 GPIO_ACTIVE_HIGH>; //enable gpio
        strobe-gpio = <&gpio1 RK_PA3 GPIO_ACTIVE_HIGH>; //flash触发gpio
        status = "okay";
        sgm3784_led0: led@0 { //led0设备信息
            reg = <0x0>; //index
            led-max-microamp = <299200>; //torch模式最大电流
            flash-max-microamp = <1122000>; //flash模式最大电流
            flash-max-timeout-us = <1600000>; //flash最大时间
        };
        sgm3784_led1: led@1 { //led1设备信息
            reg = <0x1>; //index
            led-max-microamp = <299200>; //torch模式最大电流
            flash-max-microamp = <1122000>; //flash模式最大电流
            flash-max-timeout-us = <1600000>; //flash最大时间
        };
    };
    ...
    ov13850: ov13850@10 {
        ...
        flash-leds = <&sgm3784_led0 &sgm3784_led1>; //闪光灯设备挂接到camera
        ...
    };
    ...
}
```

GPIO、PWM控制 dts 参考:

```
flash_ir: flash-ir {
    status = "okay";
    compatible = "led,rgb13h";
    label = "pwm-flash-ir";
    led-max-microamp = <20000>;
    flash-max-microamp = <20000>;
    flash-max-timeout-us = <1000000>;
    pwms=<&pwm3 0 25000 0>;
    //enable-gpio = <&gpio0 RK_PA1 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    rockchip,camera-module-facing = "front";
};
&i2c1 {
    imx415: imx415@1a {
        ...
        flash-leds = <&flash_ir>;
    };
}
```

```
    ...
}
}
```

注意点:

- 1、软件上需要根据补光灯类型区分处理流程，如果是红外补光灯，dts 补光灯节点 label需要有ir字样用来识别硬件类型，led补光灯把ir字段去掉即可。
- 2、对于这种单个引脚控制的硬件电路，有两种情况，一种是固定亮度，直接使用gpio控制。另外一种是亮度可控，使用pwm，通过调节占空比设置亮度，dts pwms 或 enable-gpio，二选一配置。

FLASHLight驱动说明

数据类型简要说明

struct i2c_driver

[说明]

定义i2c 设备驱动信息

[定义]

```
struct i2c_driver {
    .....
    /* Standard driver model interfaces */
    int (*probe)(struct i2c_client *, const struct i2c_device_id *);
    int (*remove)(struct i2c_client *);
    .....
    struct device_driver driver;
    const struct i2c_device_id *id_table;
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|--|
| @driver | Device driver model driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | List of I2C devices supported by this driver如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
static const struct i2c_device_id sgm3784_id_table[] = {
    { SGM3784_NAME, 0 },
    { { 0 } }
};
```

```
};
MODULE_DEVICE_TABLE(i2c, sgm3784_id_table);
static const struct of_device_id sgm3784_of_table[] = {
    { .compatible = "sgmicro,sgm3784" },
    { { 0 } }
};
MODULE_DEVICE_TABLE(of, sgm3784_of_table);
static const struct dev_pm_ops sgm3784_pm_ops = {
    SET_RUNTIME_PM_OPS(sgm3784_runtime_suspend, sgm3784_runtime_resume, NULL)
};
static struct i2c_driver sgm3784_i2c_driver = {
    .driver = {
        .name = sgm3784_NAME,
        .pm = &sgm3784_pm_ops,
        .of_match_table = sgm3784_of_table,
    },
    .probe = &sgm3784_probe,
    .remove = &sgm3784_remove,
    .id_table = sgm3784_id_table,
};
module_i2c_driver(vml49c_i2c_driver);
```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```
struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_core_ops sgm3784_core_ops = {
    .ioctl = sgm3784_ioctl,
#ifdef CONFIG_COMPAT
    .compat_ioctl32 = sgm3784_compat_ioctl32
#endif
};
```

目前使用了如下的私有ioctl实现闪光灯点亮时间信息的查询。

RK_VIDIOC_FLASH_TIMEINFO

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```
struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*g_volatile_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------------------|--|
| .g_volatile_ctrl | Get a new value for this control. Generally only relevant for volatile (and usually read-only) controls such as a control that returns the current signal strength which changes continuously. |
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops sgm3784_ctrl_ops[LED_MAX] = {
    [LED0] = {
        .g_volatile_ctrl = sgm3784_led0_get_ctrl,
        .s_ctrl = sgm3784_led0_set_ctrl,
    },
    [LED1] = {
        .g_volatile_ctrl = sgm3784_led1_get_ctrl,
        .s_ctrl = sgm3784_led1_set_ctrl,
    }
};
```

API简要说明

xxxx_set_ctrl

[描述]

设置闪光灯模式、电流和flash timeout时间。

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_get_ctrl

[描述]

获取闪光灯故障状态。

[语法]

```
static int xxxx_get_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

自定义ioctl的实现函数， 主要包含获取闪光灯亮的时间信息，
实现了自定义RK_VIDIOC_COMPAT_FLASH_TIMEINFO。

[语法]

```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)

static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

对于普通gpio直接控制led可参考使用kernel/drivers/leds/leds-rgb13h.c和
kernel/Documentation/devicetree/bindings/leds/leds-rgb13h.txt

对于flashlight driver IC可按如下步骤移植

1.实现标准的i2c子设备驱动部分.

1.1 根据**struct i2c_driver**描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name
struct driver.pm
struct driver. of_match_table
probe函数
remove函数

1.2 probe函数实现细节描述：

- 1) flashlight设备资源获取，主要获取DTS资源，参考[FLASHLIGHT设备注册\(DTS\)](#);
- 1.1) RK私有资源定义，命名方式如rockchip,camera-module-xxx，主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。
- 2)flash设备名:

对于双led闪光灯，使用led0、led1设备名进行区分。

```
/* NOTE: to distinguish between two led
 * name: led0 meet the main led
 * name: led1 meet the secondary led
 */
snprintf(sd->name, sizeof(sd->name),
          "m%02d_%s_%s_led%d %s",
          flash->module_index, facing,
          SGM3784_NAME, i, dev_name(sd->dev));
```

3)FLASH v4l2设备以及media实体的初始化.

v4l2子设备：v4l2_i2c_subdev_init，RK flashlight驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态camera_engine访问，通过该设备节点实现led控制；

media实体：media_entity_init；

2.实现v4l2子设备驱动，主要实现以下2个成员：

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.ioctl.compat_ioctl32

该回调主要实现RK私有控制命令，涉及：

| 成员名称 | 描述 |
|--------------------------|---|
| RK_VIDIOC_FLASH_TIMEINFO | camera_engine通过该命令获取此次led亮的时间，据此来判断CIS帧曝光时间是否在闪光灯亮之后。 |

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.g_volatile_ctrl.s_ctrl

.g_volatile_ctrl和.s_ctrl以标准的v4l2 control实现了以下命令：

| 成员名称 | 描述 |
|--------------------------------|---|
| V4L2_CID_FLASH_FAULT | 获取闪光灯故障信息 |
| V4L2_CID_FLASH_LED_MODE | 设置Led模式 V4L2_FLASH_LED_MODE_NONE V4L2_FLASH_LED_MODE_TORCH V4L2_FLASH_LED_MODE_FLASH |
| V4L2_CID_FLASH_STROBE | 控制闪光灯开 |
| V4L2_CID_FLASH_STROBE_STOP | 控制闪光灯关 |
| V4L2_CID_FLASH_TIMEOUT | 设置闪光灯模式最大持续亮时间 |
| V4L2_CID_FLASH_INTENSITY | 设置闪光灯模式电流 |
| V4L2_CID_FLASH_TORCH_INTENSITY | 设置火炬模式电流 |

FOCUS ZOOM P-IRIS驱动

这里驱动指的是由步进电机控制自动对焦(FOCUS)、变焦(ZOOM)、自动光圈(P-IRIS)。由于使用的步进电机控制方式一样及硬件设计的因素，将三个功能的驱动集成在一个驱动内。根据使用的驱动芯片，如SPI控制的芯片，可以将驱动封装成SPI框架子设备，本章节围绕MP6507、MS41908驱动芯片描述驱动需要实现的数据结构、框架及注意事项。

MP6507设备注册(DTS)

```
mp6507: mp6507 {
    status = "okay";
    compatible = "monolithicpower,mp6507";
    #pwm-cells = <3>;
    pwms = <&pwm6 0 25000 0>,
          <&pwm10 0 25000 0>,
          <&pwm9 0 25000 0>,
          <&pwm8 0 25000 0>;
    pwm-names = "ain1", "ain2", "bin1", "bin2";
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    rockchip,camera-module-facing = "front";
    iris_en-gpios = <&gpio0 RK_PC2 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    focus_en-gpios = <&gpio0 RK_PC3 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    zoom_en-gpios = <&gpio0 RK_PC0 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    iris-step-max = <80>;
    focus-step-max = <7500>;
    zoom-step-max = <7500>;
    iris-start-up-speed = <1200>;
    focus-start-up-speed = <1200>;
    focus-max-speed = <2500>;
    zoom-start-up-speed = <1200>;
    zoom-max-speed = <2500>;
    focus-first-speed-step = <8>;
    zoom-first-speed-step = <8>;
    focus-speed-up-table = < 1176 1181 1188 1196
                           1206 1217 1231 1246
                           1265 1286 1309 1336
                           1365 1396 1429 1464
                           1500 1535 1570 1603
                           1634 1663 1690 1713
                           1734 1753 1768 1782
                           1793 1803 1811 1818>;
    focus-speed-down-table = < 1796 1788 1779 1768
                             1756 1743 1728 1712
                             1694 1674 1653 1630
                             1605 1580 1554 1527
                             1500 1472 1445 1419
                             1394 1369 1346 1325
                             1305 1287 1271 1256
                             1243 1231 1220 1211
                             1203 1195 1189 1184
                             1179 1175>;
    zoom-speed-up-table = < 1198 1205 1212 1220
                           1228 1238 1249 1260
                           1272 1285 1299 1313
                           1328 1343 1359 1375
                           1390 1406 1421 1436
                           1450 1464 1477 1489
                           1500 1511 1521 1529
                           1537 1544 1551>;
    zoom-speed-down-table = < 1547 1540 1531 1522
                              1511 1499 1487 1473
                              1458 1443 1426 1409
                              1392 1375 1357 1340
                              1323 1306 1291 1276
```



```

1262 1250 1238 1227
1218 1209 1202 1195
1189 1184 1179 1175
1171 1168>;

};

&i2c1 {
    imx334: imx334@1a {
        ...
        lens-focus = <&mp6507>;
        ...
    }
}

&pwm6 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "active";
    pinctrl-0 = <&pwm6m1_pins_pull_up>;
};

&pwm8 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "active";
    pinctrl-0 = <&pwm8m1_pins_pull_down>;
    center-aligned;
};

&pwm9 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "active";
    pinctrl-0 = <&pwm9m1_pins_pull_down>;
    center-aligned;
};

&pwm10 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "active";
    pinctrl-0 = <&pwm10m1_pins_pull_down>;
};

```

RK私有定义说明:

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------------------|---|
| rockchip,camera-module-index | camera序号，和camera匹配的字段 |
| rockchip,camera-module-facing | camera朝向，和camera匹配的字段 |
| iris_en-gpios | IRIS使能GPIO |
| focus_en-gpios | focus使能GPIO |
| zoom_en-gpios | zoom使能GPIO |
| rockchip,iris-step-max | P-IRIS步进电机移动的最大步数 |
| rockchip,focus-step-max | 对焦步进电机移动的最大步数 |
| zoom-step-max | 变焦步进电机移动的最大步数 |
| iris-start-up-speed | IRIS使用的步进电机的启动速度 |
| focus-start-up-speed | focus使用的步进电机的启动速度 |
| focus-max-speed | focus使用的步进电机的最大运行速度 |
| zoom-start-up-speed | zoom使用的步进电机的启动速度 |
| zoom-max-speed | zoom使用的步进电机的最大运行速度 |
| focus-first-speed-step | focus启动速度运行的步数，后续加速区间等比例增加步数，使各个速度段运行的时间尽量接近一致 |
| zoom-first-speed-step | zoom启动速度运行的步数，后续加速区间等比例增加步数，使各个速度段运行的时间尽量接近一致 |
| focus-speed-up-table | focus加速曲线采用查表方式，调整参数生成加速曲线，将生成的梯形加速曲线或S型加速曲线的数据表配置进来，不配置或配置单个数据，则直接按启动速度匀速运行；加速曲线最小值不超过马达最大启动速度，最大值不超过步进马达最大运行速度。 |
| focus-speed-down-table | focus减速曲线，减速曲线最大值需小于加速曲线最大值；若加速曲线无效，则减速曲线一样无效，全程按启动速度匀速运行；若没有配置减速曲线，则减速曲线由加速曲线对称得到。 |
| zoom-speed-up-table | zoom加速曲线采用查表方式，调整参数生成加速曲线，将生成的梯形加速曲线或S型加速曲线的数据表配置进来，不配置或配置单个数据，则直接按启动速度匀速运行；加速曲线最小值不超过马达最大启动速度，最大值不超过步进马达最大运行速度。 |

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------------|--|
| zoom-speed-down-table | zoom减速曲线，减速曲线最大值需小于加速曲线最大值；若加速曲线无效，则减速曲线一样无效，全程按启动速度匀速运行；若没有配置减速曲线，则减速曲线由加速曲线对称得到。 |

数据类型简要说明

struct platform_driver

[说明]

定义平台设备驱动信息

[定义]

```
struct platform_driver {
    int (*probe)(struct platform_device *);
    int (*remove)(struct platform_device *);
    void (*shutdown)(struct platform_device *);
    int (*suspend)(struct platform_device *, pm_message_t state);
    int (*resume)(struct platform_device *);
    struct device_driver driver;
    const struct platform_device_id *id_table;
    bool prevent_deferred_probe;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|---|
| @driver | struct device_driver driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | 如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
#if defined(CONFIG_OF)
static const struct of_device_id motor_dev_of_match[] = {
    { .compatible = "monolithicpower,mp6507", },
    {},
};
#endif

static struct platform_driver motor_dev_driver = {
    .driver = {
        .name = DRIVER_NAME,
        .owner = THIS_MODULE,
```

```

        .of_match_table = of_match_ptr(motor_dev_of_match),
    },
    .probe = motor_dev_probe,
    .remove = motor_dev_remove,
};
module_platform_driver(motor_dev_driver);

```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```

struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```

static const struct v4l2_subdev_core_ops motor_core_ops = {
    .ioctl = motor_ioctl,
};
static const struct v4l2_subdev_ops motor_subdev_ops = {
    .core = &motor_core_ops,
};

```

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```
struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*g_volatile_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------------------|--|
| .g_volatile_ctrl | Get a new value for this control. Generally only relevant for volatile (and usually read-only) controls such as a control that returns the current signal strength which changes continuously. |
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops motor_ctrl_ops = {
    .s_ctrl = motor_s_ctrl,
};
```

API简要说明

xxxx_set_ctrl

[描述]

调用标准v4l2_control设置对焦、变焦、P光圈位置。

实现了以下v4l2标准命令：

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------------|------------------------|
| V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE | 控制对焦，0表示焦距最小，近处清晰 |
| V4L2_CID_ZOOM_ABSOLUTE | 控制变焦倍数，0表示放大倍数最小，视场角最大 |
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 控制P光圈开口的大小，0表示光圈关闭 |

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_get_ctrl

[描述]

调用标准v4l2_control获取对焦、变焦、P光圈当前的位置。

实现了以下v4l2标准命令：

| 成员名称 | 描述 |
|-------------------------|------------------------|
| V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE | 控制对焦，0表示焦距最小，近处清晰 |
| V4L2_CID_ZOOM_ABSOLUTE | 控制变焦倍数，0表示放大倍数最小，视场角最大 |
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 控制P光圈开口的大小，0表示光圈关闭 |

[语法]

```
static int xxxx_get_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2_control结构体指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

自定义ioctl的实现函数，主要包含获取对焦、变焦、P光圈的时间信息（开始移动及结束移动的时间戳），由于使用的镜头没有定位装置，在必要的时候，需要对镜头马达位置进行复位。

实现了自定义：

| 成员名称 | 描述 |
|----------------------------|-----------------------------|
| RK_VIDIOC_VCM_TIMEINFO | 对焦的时间信息，用来确认当前帧是否为对焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_ZOOM_TIMEINFO | 变焦的时间信息，用来确认当前帧是否为变焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_IRIS_TIMEINFO | 光圈的时间信息，用来确认当前帧是否为光圈调整后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_FOCUS_CORRECTION | 对焦位置校正（复位） |
| RK_VIDIOC_ZOOM_CORRECTION | 变焦位置校正（复位） |
| RK_VIDIOC_IRIS_CORRECTION | 光圈位置校正（复位） |

[语法]

```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)

static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

对于SPI控制的驱动芯片，可以使用SPI框架进行设备驱动移植，RK参考驱动使用MP6507，直接使用pwm输出控制波形，通过MP6507进行功率放大，所以直接platform框架移植。
驱动参考：/kernel/drivers/media/i2c/mp6507.c

移植步骤如下：

1.实现标准的platform子设备驱动部分.

1.1 根据struct platform_driver描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name

struct driver. of_match_table

probe函数

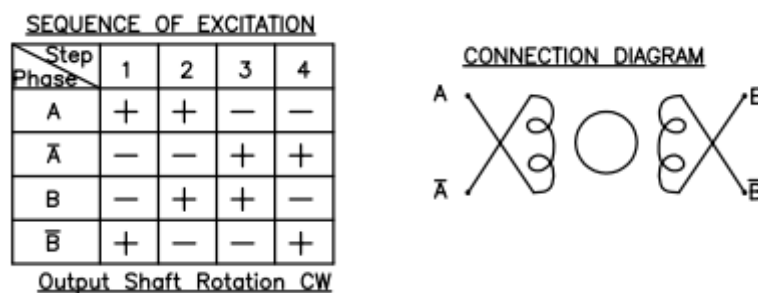
remove函数

1.2 probe函数实现细节描述:

1) 设备资源获取, 主要获取DTS资源, 参考[FOCUS ZOOM P-IRIS设备注册\(DTS\)](#);

1.1) RK私有资源定义, 命名方式如rockchip,camera-module-xxx, 主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。

1.2) 获取pwm配置, 根据马达的控制方式, AB相相差90度, 可通过将B相的PWM设置中心对齐实现, 在dts pwm节点配置center-aligned, 详情见[FOCUS ZOOM P-IRIS设备注册\(DTS\)](#);



1.3) 获取使能引脚, MP6507需要使用4个pwm产生步进电机控制波形, 由于硬件pwm有限, 而对焦、变焦、P光圈三个步进电机各使用一个MP6507驱动器驱动, 所以通过gpio来使能对应的MP6507驱动器, 从而实现pwm分时复用, 当然这也有个弊端, 同一时刻只能驱动一个步进电机, 其他两个步进电机需等待上一个操作结束才能继续操作;

1.4) 获取各个电机的最大步程、最大启动速度、最大运行速度、加速曲线数据等硬件相关限制条件及资源;

2) hrtimer_init, 定时器初始化, pwm使用的是continuous模式, 需要定时器定时, 达到指定输出pwm波形个数后, 进定时器中断关闭pwm, 加速过程也需要在运行到指定波形个数后进入定时器中断修改pwm频率, 从而实现步进电机的加速;

3) init_completion, 通过completion实现同步机制, 只有前面一个马达移动操作结束, 下一个马达操作才能进行;

4) v4l2设备以及media实体的初始化.

v4l2子设备: v4l2_i2c_subdev_init, 驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态rkaiq访问, 通过该设备节点实现对马达的控制;

media实体: media_entity_init;

5) 设备名:

```
snprintf(sd->name, sizeof(sd->name), "m%02d_%s_%s",
         motor->module_index, facing,
         DRIVER_NAME);
```

2.实现v4l2子设备驱动, 主要实现以下2个成员:

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数, 主要实现以下回调函数:


```
.ioctl  
.compat_ioctl32
```

该回调主要实现RK私有控制命令，涉及：

| 成员名称 | 描述 |
|----------------------------|-----------------------------|
| RK_VIDIOC_VCM_TIMEINFO | 对焦的时间信息，用来确认当前帧是否为对焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_ZOOM_TIMEINFO | 变焦的时间信息，用来确认当前帧是否为变焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_IRIS_TIMEINFO | 光圈的时间信息，用来确认当前帧是否为光圈调整后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_FOCUS_CORRECTION | 对焦位置校正（复位） |
| RK_VIDIOC_ZOOM_CORRECTION | 变焦位置校正（复位） |
| RK_VIDIOC_IRIS_CORRECTION | 光圈位置校正（复位） |

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.g_volatile_ctrl

.s_ctrl

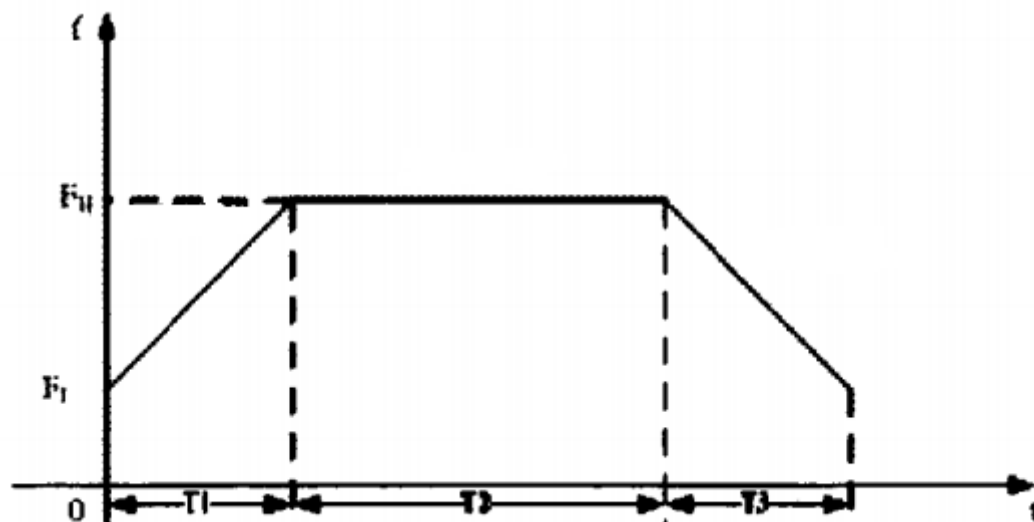
.g_volatile_ctrl和.s_ctrl以标准的v4l2 control实现了以下命令：

| 参数名称 | 描述 |
|-------------------------|------------------------|
| V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE | 控制对焦，0表示焦距最小，近处清晰 |
| V4L2_CID_ZOOM_ABSOLUTE | 控制变焦倍数，0表示放大倍数最小，视场角最大 |
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 控制P光圈开口的大小，0表示光圈关闭 |

3. 步进电机加速曲线参考：

3.1 梯形曲线

可以简单按图示等间隔等速度进行加速、减速操作。



3.2 S型曲线

梯形加速如果不理想，可以考虑S型加速，可参考如下公式：

$$\text{Speed} = V_{\min} + ((V_{\max} - V_{\min}) / (1 + \exp(-\text{fac} * (i - \text{Num}) / \text{Num})));$$

其中，

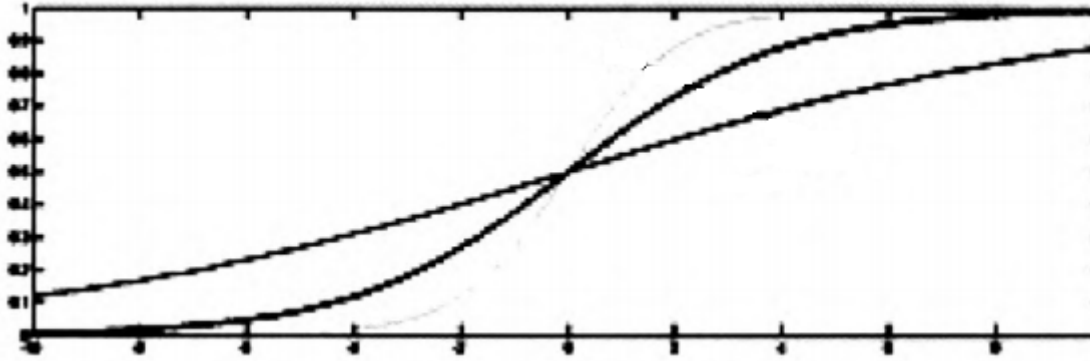
Vmin指马达启动速度

Vmax指马达目标速度

fac是曲线系数，一般范围在4~6，值越大曲线中间越陡

i是速度分段序号，如分成32段加速，取值0~31

Num是速度分段数的一半，如分成32段，则num为16



MS41908设备注册(DTS)

由于部分镜头支持PIRIS、FOCUS、ZOOM、ZOOM1或DC-IRIS、FOCUS、ZOOM的组合，所以MS41908做成PIRIS、FOCUS、ZOOM、ZOOM1、DC-IRIS功能可配置，可以多次加载驱动，实现多个驱动芯片组合使用，dts会比较复杂，请仔细阅读各个参数的说明。

```
&spi0 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "default";
    pinctrl-0 = <&spi0m0_clk &spi0m0_cs0n &spi0m0_miso &spi0m0_mosi>;
    //如果没有配置，要确认下默认的pinctrl是否为实际使用的pin组
    assigned-clocks = <&pmucru CLK_SPI0>;
    assigned-clock-rates = <100000000>;
    ms41908: ms41908@00 {
        status = "okay";
        compatible = "re1mon,ms41908";
        reg = <0>;
        pinctrl-names = "default";
        focus-start-up-speed = <800>;
        zoom-start-up-speed = <800>;
        focus-step-max = <3160>;
        zoom-step-max = <1520>;
        focus-backlash = <18>;
        vd_fz-period-us = <10000>;
        vd_fz-gpios = <&gpio3 RK_PC6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
        rockchip,camera-module-index = <1>;
        rockchip,camera-module-facing = "front";
        use-focus;
        use-zoom;
        focus-used-pin = "cd";
        zoom-used-pin = "ab";
    };
};
&i2c1 {
```

```
imx335: imx335@1a{
    ...
    lens-focus = <ms41908>;
    //多个设备注册, lens-focus = <ms41908_0 &ms41908_1>;
    ...
};
};
```

基础定义说明:

| 成员名称 | 描述 |
|---|--|
| pinctrl-0 | spl的pin定义, 按实际使用的pin脚配置, 引脚才能映射为spl功能 ag. pinctrl-0 = <spi0m0_clk &spi0m0_cs0n &spi0m0_miso &spi0m0_mosi>; |
| assigned-clocks assigned-clock- rates | spl的时钟配置, 建议按100MHz配置 |
| reg | reg = <0>;表示使用cs0 reg = <1>;表示使用cs1 |
| rockchip,camera- module-index | camera序号, 和camera匹配的字段 |
| rockchip,camera- module-facing | camera朝向, 和camera匹配的字段 |
| reset-gpios | ms41908的复位引脚, 硬件固定上拉的情况下, 可不配置 |
| vd_fz-period-us | 步进马达寄存器更新需要的脉冲信号周期, 两个步进马达的脉冲信号用同一个, 马达运行时间超过vd周期会导致失步, 驱动会保证马达单个运动周期时间在vd周期内 |

FOCUS相关定义说明:

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------------|---|
| use-focus | 是否使用focus的功能 |
| focus-used-pin | 每个ms41908芯片能驱动两个步进马达，对应的pin组称为“ab”、“cd”，根据实际硬件连接配置 |
| focus-backlash | 齿轮间隙产生的误差，马达方向变化时做补偿的步数，根据实际镜头测试得到数据 |
| focus-start-up-speed | 步进马达的启动速度，PPS为单位 |
| focus-step-max | 马达的有效运动范围，步数为单位 |
| focus-ppw | 设置ms41908输出pwm占空比，0-255，值越大驱动能力越强，根据电机负载调整 |
| focus-phmode | 设置ms41908输出pwm波形相位校正，一般不配置，视情况而定 |
| focus-micro | 设置微步数，分为64、128、256细分，默认256细分 |
| focus-reback-distance | focus对焦曲线需要往同一个方向走，位置才会准确。 举例，当前位置为100，想要回到90，需要先回到80，再走到90的位置，位置才是准确的，这边配置的参数就是多回调的步数 |
| focus-1-2phase-excitation | 马达激励方式默认是2-2相激励，使用1-2相激励的方式可以配置这个参数 ag. focus-1-2phase-excitation; |
| focus-dir-opposite | 当前马达的运动方向如果和实际的对焦曲线相反，可以配置这个参数实现马达运动方向的反转 ag. focus-dir-opposite; |

光耦相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------|--|
| focus-pic | 光耦的C引脚，用来检测电平变化，电平变化的交界点，就是光耦标记的原点 |
| focus-pia | 光耦的A引脚，驱动光电二极管，光耦校正时拉高，镜头正常工作时应拉低，不然光电二极管会影响成像 |
| focus-pie | 硬件设计的时候可直接接地，如果设计成gpio控制就需要配置引脚 |
| focus-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |
| focus-max-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |

注：未使用光耦定位的镜头无需配置光耦参数。

ZOOM相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|--------------------------|--|
| use-zoom | 是否使用zoom的功能 |
| zoom-used-pin | 每个ms41908芯片能驱动两个步进马达，对应的pin组称为“ab”、“cd”，根据实际硬件连接配置 |
| zoom-backlash | 齿轮间隙产生的误差，马达方向变化时做补偿的步数，根据实际镜头测试得到数据 |
| zoom-start-up-speed | 步进马达的启动速度，PPS为单位 |
| zoom-step-max | 马达的有效运动范围，步数为单位 |
| zoom-ppw | 设置ms41908输出pwm占空比，0-255，值越大驱动能力越强，根据电机负载调整 |
| zoom-phmode | 设置ms41908输出pwm波形相位校正，一般不配置，视情况而定 |
| zoom-micro | 设置微步数，分为64、128、256细分，默认256细分 |
| zoom-1-2phase-excitation | 马达激励方式默认是2-2相激励，使用1-2相激励的方式可以配置这个参数 ag. zoom-1-2phase-excitation; |
| zoom-dir-opposite | 当前马达的运动方向如果和实际的对焦曲线相反，可以配置这个参数实现马达运动方向的反转 ag. zoom-dir-opposite; |

光耦相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|--------------|---|
| zoom-pic | 光耦的C引脚，用来检测电平变化，电平变化的交界点，就是光耦标记的原点 需要注意当前的驱动zoom的光耦A/E脚和focus共用，如果使用的镜头zoom光耦脚是单独的，需新增A/E脚的控制。 |
| zoom-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |
| zoom-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |

注：未使用光耦定位的镜头无需配置光耦参数。

ZOOM1相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------------|---|
| use-zoom1 | 是否使用zoom1的功能，有些镜头支持控制2个zoom |
| zoom1-used-pin | 每个ms41908芯片能驱动两个步进马达，对应的pin组称为“ab”、“cd”，根据实际硬件连接配置 |
| zoom1-backlash | 齿轮间隙产生的误差，马达方向变化时做补偿的步数，根据实际镜头测试得到数据 |
| zoom1-start-up-speed | 步进马达的启动速度，PPS为单位 |
| zoom1-step-max | 马达的有效运动范围，步数为单位 |
| zoom1-ppw | 设置ms41908输出pwm占空比，0-255，值越大驱动能力越强，根据电机负载调整 |
| zoom1-phmode | 设置ms41908输出pwm波形相位校正，一般不配置，视情况而定 |
| zoom1-micro | 设置微步数，分为64、128、256细分，默认256细分 |
| zoom1-1-2phase-excitation | 马达激励方式默认是2-2相激励，使用1-2相激励的方式可以配置这个参数 ag. zoom1-1-2phase-excitation; |
| zoom1-dir-opposite | 当前马达的运动方向如果和实际的对焦曲线相反，可以配置这个参数实现马达运动方向的反转 ag. zoom1-dir-opposite; |

光耦相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------|--|
| zoom1-pic | 光耦的C引脚，用来检测电平变化，电平变化的交界点，就是光耦标记的原点 |
| zoom1-pia | 光耦的A引脚，驱动光电二极管，光耦校正时拉高，镜头正常工作时应拉低，不然光电二极管会影响成像 |
| zoom1-pie | 硬件设计的时候可直接接地，如果设计成gpio控制就需要配置引脚 |
| zoom1-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |
| zoom1-max-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |

注：未使用光耦定位的镜头无需配置光耦参数。

PIRIS相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------------|---|
| use-p-iris | 是否使用P-IRIS的功能 |
| piris-used-pin | 每个ms41908芯片能驱动两个步进马达，对应的pin组称为“ab”、“cd”，根据实际硬件连接配置 |
| piris-backlash | 齿轮间隙产生的误差，马达方向变化时做补偿的步数，根据实际镜头测试得到数据 |
| piris-start-up-speed | 步进马达的启动速度，PPS为单位 |
| piris-step-max | 马达的有效运动范围，步数为单位 |
| piris-ppw | 设置ms41908输出pwm占空比，0-255，值越大驱动能力越强，根据电机负载调整 |
| piris-phmode | 设置ms41908输出pwm波形相位校正，一般不配置，视情况而定 |
| piris-micro | 设置微步数，分为64、128、256细分，默认256细分 |
| piris-1-2phase-excitation | 马达激励方式默认是2-2相激励，使用1-2相激励的方式可以配置这个参数 ag. piris-1-2phase-excitation; |
| piris-dir-opposite | 当前马达的运动方向如果和实际的对焦曲线相反，可以配置这个参数实现马达运动方向的反转 ag. piris-dir-opposite; |

光耦相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------|--|
| piris-pic | 光耦的C引脚，用来检测电平变化，电平变化的交界点，就是光耦标记的原点 |
| piris-pia | 光耦的A引脚，驱动光电二极管，光耦校正时拉高，镜头正常工作时应拉低，不然光电二极管会影响成像 |
| piris-pie | 硬件设计的时候可直接接地，如果设计成gpio控制就需要配置引脚 |
| piris-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |
| piris-min-pos | 光耦校正时没有标定步数，所以光耦原点左侧和右侧的步数需要实测，然后填写到dts，可比实际适当大些 |

注：未使用光耦定位的镜头无需配置光耦参数。

DCIRIS相关定义说明：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------------|--|
| use-dc-iris | 是否使用DC-IRIS的功能 |
| vd_iris-gpios | DC光圈相关寄存器生效的同步脉冲引脚 |
| dc-iris-reserved-polarity | DC光圈极性设置，如果出现0为光圈全开的情况，可以设置这个属性反转 |
| dc-iris-max-log | DC光圈的目标值范围0~1023，实际使用的有效范围可能比较小，可以配置这个参数用来限制有效范围 |

数据类型简要说明

struct spi_driver

[说明]

定义平台设备驱动信息

[定义]

```
struct spi_driver {
    int (*probe)(struct spi_device *spi);
    int (*remove)(struct spi_device *spi);
    struct device_driver driver;
    const struct spi_device_id *id_table;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|---|
| @driver | struct device_driver driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | 如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
static const struct spi_device_id motor_match_id[] = {
    {"relmon,ms41908", 0 },
    { }
};

static struct spi_driver motor_dev_driver = {
    .driver = {
        .name = DRIVER_NAME,
        .of_match_table = of_match_ptr(motor_dev_of_match),
    },
};
```



```

    },
    .probe      = &motor_dev_probe,
    .remove     = &motor_dev_remove,
    .id_table   = motor_match_id,
};

```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```

struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```

static const struct v4l2_subdev_core_ops motor_core_ops = {
    .ioctl = motor_ioctl,
};
static const struct v4l2_subdev_ops motor_subdev_ops = {
    .core = &motor_core_ops,
};

```

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```

struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*g_volatile_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};

```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|------------------|---|
| .g_volatile_ctrl | Get a new value for this control. Generally only relevantfor volatile (and usually read-only) controls such as a control that returns the current signal strength which changes continuously. |
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops motor_ctrl_ops = {
    .s_ctrl = motor_s_ctrl,
};
```

API简要说明

xxxx_set_ctrl

[描述]

调用标准v4l2_control设置对焦、变焦、P光圈位置。

MS41908实现v4l2标准命令：

| 成员名称 | 描述 |
|--------------------------|----------------------------|
| V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE | 控制对焦，0表示焦距最小，近处清晰，不回调 |
| V4L2_CID_ZOOM_ABSOLUTE | 控制变焦倍数，0表示放大倍数最小，视场角最大，不回调 |
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 控制光圈开口的大小，0表示光圈关闭 |
| V4L2_CID_ZOOM_CONTINUOUS | 控制变焦倍数zoom1，多zoom组控制时使用 |

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

自定义ioctl的实现函数，主要包含获取对焦、变焦、P光圈的时间信息（开始移动及结束移动的时间戳），由于使用的镜头没有定位装置，在必要的时候，需要对镜头马达位置进行复位。

实现了自定义：

| 成员名称 | 描述 |
|------------------------------|--|
| RK_VIDIOC_VCM_TIMEINFO | 对焦的时间信息，用来确认当前帧是否为对焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_ZOOM_TIMEINFO | 变焦的时间信息，用来确认当前帧是否为变焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_IRIS_TIMEINFO | 光圈的时间信息，用来确认当前帧是否为光圈调整后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_ZOOM1_TIMEINFO | 多zoom组镜头时，zoom1的时间信息，用来确认当前帧是否为变焦完成后的生效帧 |
| RK_VIDIOC_IRIS_CORRECTION | 光圈位置复位，仅作用于P光圈 |
| RK_VIDIOC_FOCUS_CORRECTION | 对焦位置复位 |
| RK_VIDIOC_ZOOM_CORRECTION | 变焦位置复位 |
| RK_VIDIOC_ZOOM1_CORRECTION | 双变焦镜头，第二组变焦位置复位 |
| RK_VIDIOC_ZOOM_SET_POSITION | 设置跟焦参数，包含对焦、变焦参数，根据变焦曲线，实现多步变焦对焦联动 |
| RK_VIDIOC_FOCUS_SET_POSITION | 设置对焦位置 |

注：

- 1、为了解决齿轮间隙导致马达的绝对位置不准确的问题，通过固定一个方向为正方向，另一个方向为负方向，初始位置齿轮卡向正方向，当马达往负方向转动时，除了常规要转动的步数外，要多转动大于齿轮间隙步数n，再往正方向转动n步，这样齿轮可以保持往正方向卡，称之为回调。回调保证了绝对位置的准确性。但是回调的步数大于齿轮间隙，在手动对焦，或自动调焦过程，如果分多次往负方向运动，不断回调会导致画面抖动，所以不能每次往负方向转动都回调，故新增RK_VIDIOC_FOCUS_SET_POSITION、RK_VIDIOC_ZOOM_SET_POSITION接口，由af算法决定是否回调。标准v4l2命令V4L2_CID_FOCUS_ABSOLUTE、V4L2_CID_ZOOM_ABSOLUTE不做回调，仅用于手动模式。RK_VIDIOC_ZOOM_SET_POSITION包含对焦和变焦参数，变焦过程中同步调整对焦，使得画面过度较为自然。
- 2、早期为解决齿轮间隙，通过配置focus-backlash，当往负方向转动时多转齿轮间隙的步数，从而抵消掉齿轮间隙，但因镜头齿轮间隙存在个体差异，不标定有误差，标定工作量又大，所以废弃这个参数。驱动保留设计，若对马达位置准确度要求不高，仍可使用。

[语法]

```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)

static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

对于SPI控制的驱动芯片，可以使用SPI框架进行设备驱动移植，MS41908作为参考。
驱动参考：/kernel/drivers/media/spi/ms41908.c

移植步骤如下：

1.实现标准的spi子设备驱动部分.

1.1 根据**struct spi_driver**描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name

struct driver. of_match_table

probe函数

remove函数

1.2 probe函数实现细节描述：

1) 设备资源获取，主要获取DTS资源，参考[MS41908设备注册\(DTS\)](#);

1.1) RK私有资源定义，命名方式如rockchip,camera-module-xxx，主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。

1.2) 获取马达相关配置参数，具体根据芯片功能需求定义，尽量做到跟马达运动相关的参数可配置。

2) hrtimer_init，定时器初始化，ms41908是以vd信号作为触发信号，使用定时器来固定每次vd的周期，方便操作，寄存器是在vd信号后生效，每次需要修改寄存器值时，可在vd信号前，提前配置寄存器。需要注意的是寄存器配置的运动速度、运动步数，要在vd周期范围内，时间超过vd周期的步数会丢失。

3) init_completion，通过completion实现同步机制，对于同一个马达，只有前一次操作结束后，才能进行下一次操作。

4) v4l2设备以及media实体的初始化.

v4l2子设备：v4l2_i2c_subdev_init，驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态rkaiq访问，通过该设备节点实现对马达的控制；

media实体：media_entity_init；

5) 设备名：

```
snprintf(sd->name, sizeof(sd->name), "m%02d_%s_%s",
        motor->module_index, facing,
        DRIVER_NAME);
```

2.实现v4l2子设备驱动，主要实现以下2个成员：

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

```
.ioctl
.compat_ioctl32
```

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

```
.g_volatile_ctrl
.s_ctrl
```

DC-IRIS驱动

DC-IRIS相对于P-IRIS，无法准确知道光圈开口的大小，一般使用场景是默认全开，当曝光调节到最小时，图像还是过曝，则进入光圈调整，当曝光设置到最大，图像还是欠曝，进入光圈调整。DC-IRIS电机是直流电机，通过霍尔器件负反馈缓冲电机的调节速度。对于驱动而言，只要通过一个pwm控制电机转动，当pwm占空比小于20%，光圈会慢慢关闭，直到完全关闭，占空比越小，光圈关闭的速度越快；当占空比大于40%光圈会慢慢打开，占空比越大，打开速度越快；20%~40%区间光圈处于hold住的状态。这边的20%及40%不是定值，与pwm的频率及实际的硬件器件精度有关。

参考驱动： /kernel/drivers/media/i2c/hall-dc-motor.c

DC-IRIS设备注册(DTS)

```
hal_dc_motor: hal_dc_motor{
    status = "okay";
    compatible = "rockchip,hall-dc";
    pwms = <&pwm6 0 2500 0>;
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    rockchip,camera-module-facing = "front";
};
&pwm6 {
    status = "okay";
    pinctrl-names = "active";
    pinctrl-0 = <&pwm6m0_pins_pull_down>;
};
&i2c1 {
    imx334: imx334@1a {
        ...
        lens-focus = <&hal_dc_motor>;
        ...
    }
}
```

数据类型简要说明

struct platform_driver

[说明]

定义平台设备驱动信息

[定义]

```
struct platform_driver {
    int (*probe)(struct platform_device *);
    int (*remove)(struct platform_device *);
    void (*shutdown)(struct platform_device *);
    int (*suspend)(struct platform_device *, pm_message_t state);
    int (*resume)(struct platform_device *);
    struct device_driver driver;
    const struct platform_device_id *id_table;
    bool prevent_deferred_probe;
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|---|
| @driver | struct device_driver driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | 如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
#if defined(CONFIG_OF)
static const struct of_device_id motor_dev_of_match[] = {
    { .compatible = "rockchip,hall-dc", },
    {},
};
#endif

static struct platform_driver motor_dev_driver = {
    .driver = {
        .name = DRIVER_NAME,
        .owner = THIS_MODULE,
        .of_match_table = of_match_ptr(motor_dev_of_match),
    },
    .probe = motor_dev_probe,
    .remove = motor_dev_remove,
};
module_platform_driver(motor_dev_driver);
```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```
struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_core_ops motor_core_ops = {
    .ioctl = motor_ioctl,
};
static const struct v4l2_subdev_ops motor_subdev_ops = {
    .core = &motor_core_ops,
};
```

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```
struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|---------|--|
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops motor_ctrl_ops = {
    .s_ctrl = motor_s_ctrl,
};
```

API简要说明

xxxx_set_ctrl

[描述]

调用标准v4l2_control光圈位置，DC光圈实际上无法知道光圈的具体位置，这边设置的值是pwm的占空比。

实现了以下v4l2标准命令：

| 参数名称 | 描述 |
|------------------------|--------------------------|
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 设置控制光圈的pwm的占空比，范围（0~100） |

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

目前无私有定义需要实现，v4l2框架注册需要，实现空函数。

[语法]


```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)

static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

驱动参考：/kernel/drivers/media/i2c/hall-dc-motor.c

移植步骤如下：

1.实现标准的platform子设备驱动部分.

1.1 根据**struct platform_driver**描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name

struct driver. of_match_table

probe函数

remove函数

1.2 probe函数实现细节描述：

1) 设备资源获取，主要获取DTS资源，参考[DC-IRIS设备注册\(DTS\)](#);

1.1) RK私有资源定义，命名方式如rockchip,camera-module-xxx，主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。

1.2) 获取pwm资源，要注意pwm节点是否有使能。

2) v4l2设备以及media实体的初始化.

v4l2子设备：v4l2_i2c_subdev_init，驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态rkaiq访问，通过该设备节点实现对马达的控制；

media实体：media_entity_init;

3) flash设备名:

```
snprintf(sd->name, sizeof(sd->name), "m%02d_%s_%s",
        motor->module_index, facing,
        DRIVER_NAME);
```

2.实现v4l2子设备驱动，主要实现以下2个成员:

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数:

```
ioctl
.compat_ioctl32
```

该回调目前不需要实现具体命令，但是作为v4l2子设备必须实现该操作函数，所以这边实现了一个空函数。

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数:

.g_volatile_ctrl.s_ctrl

.g_volatile_ctrl和.s_ctrl以标准的v4l2 control实现了以下命令:

| 成员名称 | 描述 |
|------------------------|--------------------------|
| V4L2_CID_IRIS_ABSOLUTE | 设置控制光圈的pwm的占空比，范围（0~100） |

RK-IRCUT驱动

IRCUT由两根线控制，对这两根线施加3.5v~6v的电源，通过对IRCUT供电电源的正负极对调，且满足通电时间100ms±10%，能够实现IRCUT的切换。驱动通过两个gpio控制电机驱动器的电流输出方向，gpio命令为open（红线）、close（黑线）。电流由open流向close，为红外截止滤光片，白天工作状态；电流由close流向open，为白玻璃片，夜晚工作状态。

RK-IRCUT设备注册(DTS)

```
cam_ircut0: cam_ircut {
    status = "okay";
    compatible = "rockchip,ircut";
    ircut-open-gpios = <&gpio2 RK_PA7 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    ircut-close-gpios = <&gpio2 RK_PA6 GPIO_ACTIVE_HIGH>;
    rockchip,camera-module-index = <1>;
    rockchip,camera-module-facing = "front";
};

&i2c1 {
    imx334: imx334@1a {
        ...
        ir-cut = <&cam_ircut0>;
        ...
    }
}
```

```
}  
}
```

数据类型简要说明

struct platform_driver

[说明]

定义平台设备驱动信息

[定义]

```
struct platform_driver {  
    int (*probe)(struct platform_device *);  
    int (*remove)(struct platform_device *);  
    void (*shutdown)(struct platform_device *);  
    int (*suspend)(struct platform_device *, pm_message_t state);  
    int (*resume)(struct platform_device *);  
    struct device_driver driver;  
    const struct platform_device_id *id_table;  
    bool prevent_deferred_probe;  
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------|---|
| @driver | struct device_driver driver主要包含驱动名称和与DTS注册设备进行匹配的of_match_table。当of_match_table中的compatible域和dts文件的compatible域匹配时，.probe函数才会被调用 |
| @id_table | 如果kernel没有使用of_match_table和dts注册设备进行匹配，则kernel使用该table进行匹配 |
| @probe | Callback for device binding |
| @remove | Callback for device unbinding |

[示例]

```
#if defined(CONFIG_OF)  
static const struct of_device_id ircut_of_match[] = {  
    { .compatible = "rockchip,ircut", },  
    {},  
};  
#endif  
  
static struct platform_driver ircut_driver = {  
    .driver = {  
        .name = RK_IRCUT_NAME,  
        .of_match_table = of_match_ptr(ircut_of_match),  
    },  
    .probe = ircut_probe,  
    .remove = ircut_drv_remove,
```

```
};

module_platform_driver(ircut_driver);
```

struct v4l2_subdev_core_ops

[说明]

Define core ops callbacks for subdevs.

[定义]

```
struct v4l2_subdev_core_ops {
    .....
    long (*ioctl)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg);
#ifdef CONFIG_COMPAT
    long (*compat_ioctl32)(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
        unsigned long arg);
#endif
    .....
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|-----------------|---|
| .ioctl | called at the end of ioctl() syscall handler at the V4L2 core.used to provide support for private ioctls used on the driver. |
| .compat_ioctl32 | called when a 32 bits application uses a 64 bits Kernel, in order to fix data passed from/to userspace.in order to fix data passed from/to userspace. |

[示例]

```
static const struct v4l2_subdev_core_ops ircut_core_ops = {
    .ioctl = ircut_ioctl,
};

static const struct v4l2_subdev_ops ircut_subdev_ops = {
    .core = &ircut_core_ops,
};
```

struct v4l2_ctrl_ops

[说明]

The control operations that the driver has to provide.

[定义]

```
struct v4l2_ctrl_ops {
    int (*s_ctrl)(struct v4l2_ctrl *ctrl);
};
```

[关键成员]

| 成员名称 | 描述 |
|---------|--|
| .s_ctrl | Actually set the new control value. s_ctrl is compulsory. The ctrl->handler->lock is held when these ops are called, so no one else can access controls owned by that handler. |

[示例]

```
static const struct v4l2_ctrl_ops ircut_ctrl_ops = {
    .s_ctrl = ircut_s_ctrl,
};
```

API简要说明

xxxx_set_ctrl

[描述]

调用标准v4l2_control切换IRCUT。

实现了以下v4l2标准命令：

| 参数名称 | 描述 |
|---------------------------|--|
| V4L2_CID_BAND_STOP_FILTER | 0是CLOSE状态，红外光可进入； 3是OPEN状态，红外光不可进入； |

[语法]

```
static int xxxx_set_ctrl(struct v4l2_ctrl *ctrl)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|-------|-------------------|------|
| *ctrl | v4l2 control结构体指针 | 输入 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

xxxx_ioctl xxxx_compat_ioctl

[描述]

目前无私有定义需要实现，v4l2框架注册需要，实现空函数。

[语法]

```
static int xxxx_ioctl(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd, void *arg)

static long xxxx_compat_ioctl32(struct v4l2_subdev *sd, unsigned int cmd,
unsigned long arg)
```

[参数]

| 参数名称 | 描述 | 输入输出 |
|----------|------------------|------|
| *sd | v4l2 subdev结构体指针 | 输入 |
| cmd | ioctl命令 | 输入 |
| *arg/arg | 参数指针 | 输出 |

[返回值]

| 返回值 | 描述 |
|-----|----|
| 0 | 成功 |
| 非0 | 失败 |

驱动移植步骤

驱动参考：/kernel/drivers/media/i2c/rk_ircut.c

移植步骤如下：

1.实现标准的platform子设备驱动部分.

1.1 根据**struct platform_driver**描述，主要实现以下几部分：

struct driver.name

struct driver. of_match_table

probe函数

remove函数

1.2 probe函数实现细节描述：

1) 设备资源获取，主要获取DTS资源，参考[RK-IRCUT设备注册\(DTS\)](#);

1.1) RK私有资源定义，命名方式如rockchip,camera-module-xxx，主要是提供设备参数和Camera设备进行匹配。

1.2) 获取open、close gpio资源；

2) init_completion，通过completion实现同步机制，由于切换IRCUT需要约100ms，需要completion同步机制来确保上一次IRCUT切换已经完成，才能再次进行操作；

3) 创建工作队列，将切换操作放在work queue，避免长时间阻塞；

4) v4l2设备以及media实体的初始化.

v4l2子设备：v4l2_i2c_subdev_init，驱动要求subdev拥有自己的设备节点供用户态rkaiq访问，通过该设备节点实现对IRCUT的控制；

media实体：media_entity_init；

```
sd->entity.function = MEDIA_ENT_F_LENS;
sd->entity.flags = 1; //flag固定为1，用于区分其他MEDIA_ENT_F_LENS类型的子设备
```

5) 设备名:

```
snprintf(sd->name, sizeof(sd->name), "m%02d_%s_%s",
        ircut->module_index, facing,
        RK_IRCUT_NAME);
```

2.实现v4l2子设备驱动，主要实现以下2个成员：

```
struct v4l2_subdev_core_ops
struct v4l2_ctrl_ops
```

2.1 参考v4l2_subdev_core_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

```
.ioctl
.compat_ioctl32
```

该回调目前不需要实现私有命令，但是v4l2框架注册有要求，故实现空函数，后续可根据需求补充函数内容。

2.2 参考v4l2_ctrl_ops说明实现回调函数，主要实现以下回调函数：

.s_ctrl

.s_ctrl以标准的v4l2 control实现了以下命令：

| 成员名称 | 描述 |
|---------------------------|--|
| V4L2_CID_BAND_STOP_FILTER | 0是CLOSE状态，红外光可进入； 3是OPEN状态，红外光不可进入； |

media-ctl v4l2-ctl工具

media-ctl工具的操作是通过/dev/medio0等media 设备，它管理的是Media的拓扑结构中各个节点的format、大小、 链接。

v4l2-ctl工具则是针对/dev/video0， /dev/video1等 video设备，它在video设备上进行set_fmt、reqbuf、qbuf、dqbuf、stream_on、stream_off等一系列操作。

具体用法可以参考命令的帮助信息，下面是常见的几个使用。

1、打印拓扑结构

```
media-ctl -p -d /dev/media0
```

注: isp2的设备节点较多，可能存在media0/media1/media2节点，需要逐个枚举查看设备信息。

2、链接

```
media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp-bridge-isp":0[0]'
media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp_mainpath":0[1]'
```

注：把isp的通路断开，链接到main_path，从main_path抓取raw图，media-ctl 没加-d指定设备，默认是/dev/media0设备，需要确认rkisp-isp-subdev挂在在哪个设备节点上，一般是/dev/media1。

3、修改fmt/size

```
media-ctl -d /dev/media0 \
--set-v4l2 '"ov5695 7-0036":0[fmt:SBGGR10_1X10/640x480]'
```

注：需要确认camera设备节点（ov5695 7-0036）挂载在哪个media设备。

4、设置fmt并抓帧

```
v4l2-ctl -d /dev/video0 \
--set-fmt-video=width=720,height=480,pixelformat=NV12 \
--stream-mmap=3 \
--stream-skip=3 \
--stream-to=/tmp/cif.out \
--stream-count=1 \
--stream-poll
```

5、设置曝光、gain等control

```
v4l2-ctl -d /dev/video3 --set-ctrl 'exposure=1216,analogue_gain=10'
```

注：isp驱动会调用camera子设备的control命令，所以指定设备为video3（main_path or self_path）可以设置到曝光，vicap不会去调用camera子设备的control命令，对采集节点直接设置control命令会失败。正确做法是找到camera设备节点是/dev/v4l-subdevX，对终端节点直接配置。

内存优化指南

rv1109/rv1126

MIPI -> DDR_1 -> ISP -> DDR_2 -> ISPP(TNR) -> DDR_3 -> ISPP(NR&Sharp) -> DDR_4 -> ISPP(FEC) -> DDR_5

1、DDR_1: vicap raw数据写到ddr，或者isp mipi raw数据写到ddr，isp再从ddr读取raw数据处理

占用内存: $\text{buf_cnt} * \text{buf_size} * N$, ($N = 1$:线性模式, 2 :hdr2帧模式 3 : hdr3帧模式)。

buf_size: $\text{ALIGN}(\text{width} * \text{bpp} / 8, 256) * \text{height}$; //bpp为位宽, raw8 raw10或raw12

buf_cnt: 默认4个，定义aiq库代码hwi/isp20/CamHwlsp20.h，最小需要3个。

```
#define ISP_TX_BUF_NUM 4
```

```
#define VIPCAP_TX_BUF_NUM 4
```

2、DDR_2: isp fbc yuv420和gain数据写到ddr，isp再从ddr读取处理

占用内存: $\text{buf_size} * \text{buf_cnt}$

$\text{buf_size}: \text{ALIGN}(\text{width}, 64) * \text{ALIGN}(\text{height}, 128) / 16 + \text{ALIGN}(\text{width}, 16) * \text{ALIGN}(\text{height}, 16) * 1.5625$

buf_cnt: tnr 3to1模式4个buf, 2to1模式3个buf, 模式在iq xml中配置

3、DDR_3: ispp tnr fbc yuv420和gain数据写到的ddr, ispp NR&Sharp再从ddr读取处理

占用内存: $\text{buf_size} * \text{buf_cnt}$

$\text{buf_size}: \text{ALIGN}(\text{width}, 64) * \text{ALIGN}(\text{height}, 128) / 16 + \text{ALIGN}(\text{width}, 16) * \text{ALIGN}(\text{height}, 16) * 1.5625$

buf_cnt: 2个, 已最小

4、DDR_4: ispp NR&Sharp yuyv数据写到ddr, ispp fec再从ddr读取处理

占用内存: $\text{buf_size} * \text{buf_cnt}$ (fec功能不开不占用内存)

$\text{buf_size}: \text{width} * \text{height} * 2$

buf_cnt: 2个, 已最小

5、DDR_5: ispp 4路输出图像buffer, 根据用户设置分辨率、格式和**buf_cnt**计算buffer大小

上述**buf_cnt**为内存可优化配置的地方

isp cma memory reserved size, can configure more memory and get the actual size after camera app running.

```
isp_reserved: isp {
    compatible = "shared-dma-pool";
    inactive;
    reusable;
    size = <0x10000000>; //256M and need 4M align
};
```

```
enable cma debug
+++ b/arch/arm/configs/rv1126_defconfig
@@ -62,6 +62,8 @@ CONFIG_IOSCHED_BFQ=y
    CONFIG_KSM=y
    CONFIG_DEFAULT_MMAP_MIN_ADDR=32768
    CONFIG_CMA=y
    +CONFIG_CMA_DEBUG=y
    +CONFIG_CMA_DEBUGFS=y
```

one page is 4K, 26091 page is 104364K and need 4M align, so config 104M to isp_reserved

```
[root@RV1126_RV1109:/sys/kernel/debug/cma/cma-isp@0]# ls
alloc base_pfn bitmap count free maxchunk order_per_bit used
```

```
[root@RV1126_RV1109:/sys/kernel/debug/cma/cma-isp@0]# cat used
26091
```

时延优化指南

rv1109/rv1126

1、配置vicap提前输出

通过dts rkCIF_mipi_lvds节点配置wait-line，如图像高1520，配置wait-line=760，即图像采集一半后提前输出buffer给isp。根据isp读取buffer的速度调节wait-line。

```
&rkCIF_mipi_lvds {  
    wait-line = <760>;  
};
```

也可通过配置echo 1000 > /sys/devices/platform/rkCIF_mipi_lvds/wait_line调试，支持任意时刻配置。

注：wait-line配置太小，isp过早访问buffer内存，部分数据尚未采集，图像尾端会异常，可能表现为图像拼接，需要根据实际测试选择合适的wait-line。

2、配置isp提前输出

通过dts isp节点配置wait-line，如图像高1520，配置wait-line=760，即图像处理一半后提前输出buffer给后端。根据isp处理时间和ispp处理时间调节wait-line。

```
&rkisp_vir0 {  
    wait-line = <760>;  
};
```

也可通过配置/sys/module/video_rkisp/parameters/wait_line调试，启动isp（stream/aiq）前配置有效。

注：wait-line配置太小，且ispp处理速度比isp快，由于使用fbc压缩格式，会出现hold住情况。开动静判决和多sensor模式不支持。

3、配置ispp 4路提前输出

通过dts ispp节点配置wait-line，如图像高1520，配置wait-line=896，即图像处理896行后提前输出buffer给后端。根据ispp处理时间（nr或fec）和后端处理时间调节wait-line。

```
&rkispp_vir0 {  
    status = "okay";  
    wait-line = <896>;  
};
```

也可通过配置/sys/module/video_rkispp/parameters/wait_line调试，启动ispp（stream/aiq）前配置有效。

注：wait-line配置太小，且后端处理速度比ispp快，后端图像处理会异常。多sensor模式不支持。

4、提高硬件处理速度

1) 提高isp/ispp clk

drivers/media/platform/rockchip/isp/hw.c

```
static const struct isp_clk_info rv1126_isp_clk_rate[] = {
    {
        .clk_rate = 20,
        .refer_data = 0,
    }, {
        .clk_rate = 600,
        .refer_data = 1920, //width
    }, {
        .clk_rate = 600,
        .refer_data = 2688,
    }, {
        .clk_rate = 600,
        .refer_data = 3072,
    }, {
        .clk_rate = 600,
        .refer_data = 3840,
    }
};
```

drivers/media/platform/rockchip/ispp/hw.c

```
static const struct ispp_clk_info rv1126_ispp_clk_rate[] = {
    {
        .clk_rate = 150,
        .refer_data = 0,
    }, {
        .clk_rate = 500,
        .refer_data = 1920 //width
    }, {
        .clk_rate = 500,
        .refer_data = 2688,
    }, {
        .clk_rate = 500,
        .refer_data = 3072,
    }, {
        .clk_rate = 500,
        .refer_data = 3840,
    }
};
```

2) 关闭iommu使用预留内存，预留内存空间根据实际调整。

```
&rkisp_mmu {
    status = "disabled";
};

&rkisp {
    memory-region = <&isp_reserved>;
};

&rkispp_mmu {
    status = "disabled";
};
```

```
&rkispp {  
    memory-region = <&isp_reserved>;  
};
```

FAQ

如何获取驱动版本号

从kernel启动log中获取

```
rkisp ffb50000.rkisp: rkisp driver version: v00.01.00  
rkispp ffb60000.rkispp: rkispp driver version: v00.01.00
```

由以下命令获取

```
cat /sys/module/video_rkisp/parameters/version  
cat /sys/module/video_rkispp/parameters/version
```

如何判断RKISP驱动加载状态

RKISP驱动如果加载成功，会有video及media设备存在于/dev/目录下。系统中可能存在多个/dev/video设备，通过/sys可以查询到 RKISP注册的video节点。

```
localhost ~ # grep ' ' /sys/class/video4linux/video*/name
```

还可以通过 media-ctl命令，打印拓扑结构查看pipeline是否正常。

判断camera驱动是否加载成功，当所有的camera都注册完毕，kernel会打印出如下的log。

```
localhost ~ # dmesg | grep Async  
[ 0.682982] RKISP: Async subdev notifier completed
```

如发现kernel没有Async subdev notifier completed这行log，那么请首先查看sensor是否有相关的报错，I2C通讯是否成功。

如何抓取CIS输出的RAW、YUV数据

驱动开发完成后，可以通过标准的v4l2-ctl命令直接操作驱动来获取CIS的输出数据。v4l2-ctl使用帮助可以参考：<https://www.mankier.com/1/v4l2-ctl>

示例：

```
v4l2-ctl -d /dev/video0 --set-fmt-video=width=1920,height=1080,pixelformat=RG10  
--stream-mmap=4 --stream-count=1 --stream-to=/tmp/cap.raw --stream-skip=2
```

-d: 指定设备名称

--set-fmt-video: 设置分辨率，需和sensor输出分辨率一致，sensor当前分辨率可通过media-ctl -p -d /dev/mediaX查看。

pixelformat: 输出数据格式

- stream-mmap：mmap buffer数量。
- stream-count：抓取的帧数，多帧也是存在同一文件。
- stream-to：指定存储路径。
- stream-skip：跳掉的帧数。

设备支持情况列表

RV1109/RV1126

| 设备 | 输入接口 | 输入数据格式 | 设备节点名称 | 输出Raw | 输出YUV |
|-------|-------------------|--------|--|-------------------|--------------|
| VICAP | DVP | RAW | video0~video3 | 非紧凑型Raw | no |
| VICAP | MIPI/LVDS | RAW | video0~video3 | 非紧凑型Raw 紧凑型Raw | no |
| VICAP | DVP / MIPI / LVDS | YUV | video0~video3 | no | nv12 nv16 |
| ISP | DVP / MIPI / LVDS | RAW | rkisp_rawwr0 rkisp_rawwr1 rkisp_rawwr2 rkisp_rawwr3 | 非紧凑型Raw 紧凑型Raw | no |
| ISP | MIPI / LVDS | YUV | rkisp_mainpath | 非紧凑型Raw | nv12 nv16 |
| ISPP | Read ddr only | YUV | rkispp_m_bypass rkispp_scale0 rkispp_scale1 rkispp_scale2 | no | nv12 nv16 |

RK356X

| 设备 | 输入接口 | 输入数据格式 | 设备节点及名称 | 输出Raw | 输出YUV |
|-------|-------------------|--------|--|-------------------|--------------|
| VICAP | DVP | RAW | video0~video3 | 非紧凑型Raw | no |
| VICAP | MIPI/LVDS | RAW | video0~video3 | 非紧凑型Raw 紧凑型Raw | no |
| VICAP | DVP / MIPI / LVDS | YUV | video0~video3 | no | nv12 nv16 |
| ISP | DVP / MIPI / LVDS | RAW | rkisp_rawwr0 rkisp_rawwr1 rkisp_rawwr2 rkisp_rawwr3 | 非紧凑型Raw 紧凑型Raw | no |
| ISP | MIPI / LVDS | YUV | rkisp_mainpath | 非紧凑型Raw | nv12 nv16 |

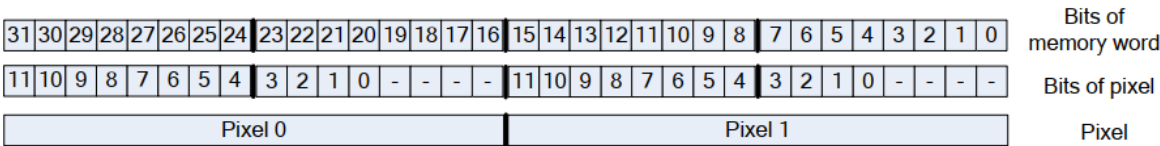
注:

1. 设备节点名称查询命令: media-ctl -p -d /dev/mediaX (其中X指0,1,2,3...)

Raw数据存储格式

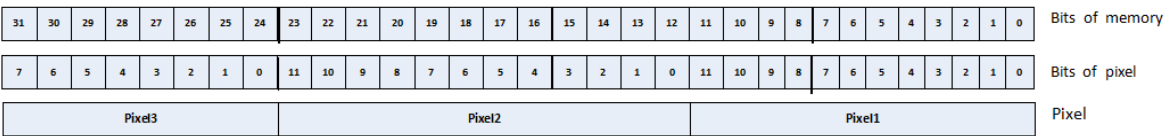
非紧凑型存储格式RAW

非紧凑型是指将sensor输出的raw10、raw12数据按16bit存储，高位对齐。对于raw12数据在内存中的存储排列方式，以4字节的内存片段为例，数据的存储方式如下所示：



紧凑型存储格式RAW

对于raw12数据在内存中的存储排列方式，以4字节的内存片段为例，数据的存储方式如下所示：



重要提醒：

ISP mainpath 设备，输入数据是Raw10、Raw12时，统一是输出Raw12的非紧凑型存储格式RAW

参考用例：

VICAP输出Raw

- 1、默认紧凑型，通过如下命令可以实现紧凑与非紧凑格式的切换：

```
echo 0 > /sys/devices/platform/rkcif_mipi_lvds/compact_test
```

其中，0表示非紧凑型，1表示紧凑型；对于同时使用多通道的设备或使用的通道不是vc0，命令可修改为

```
echo 0 0 0 0 > /sys/devices/platform/rkcif_mipi_lvds/compact_test
```

其中，echo后面的数字依次对应vc0、vc1、vc2、vc3通道的数据存储类型。

2、video0~3对应vc0~vc3。

3、执行v4l2-ctl

```
v4l2-ctl -d /dev/video0 --set-fmt-video=width=1920,height=1080,pixelformat=RG10  
--stream-mmap=4 --stream-count=1 --stream-to=/tmp/cap.raw --stream-skip=2
```

ISP maipath输出非紧凑Raw

1、需抓取mainpath的图像，isp默认输出链接是rkisp-bridge-isp，需按如下命令切到mainpath：

```
media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp-bridge-isp":0[0]'  
  
media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp_mainpath":0[1]'
```

注：没有使用-d表示默认使用media0节点，若rkisp-isp-subdev不在media0，需-d指定到所在media节点。

0表示pad0，sink，详细说明自行查阅v4l2相关文档。

2、isp output format默认是YUYV8_2X8，使用如下命令切换到bayer raw格式：

```
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"rkisp-isp-  
subdev":2[fmt:SBGGR12_1X12/2688x1520]'
```

注：rkisp-isp-subdev节点不一定在media0，-d指定设备，需要确认rkisp-isp-subdev在哪个media节点。

2表示pad2，source，详细说明自行查阅v4l2相关文档。

修改后必须media-ctl -p -d /dev/mediaX查看是否修改生效，生效后抓取的raw才是原始的raw数据。

3、执行v4l2-ctl

```
v4l2-ctl -d /dev/video0 --set-fmt-video=width=1920,height=1080,pixelformat=RG12  
--stream-mmap=4 --stream-count=1 --stream-to=/tmp/cap.raw --stream-skip=2
```

VICAP输出YUV：

只支持输入端数据为YUV格式，若输入端为RAW格式，vicap无法输出YUV格式。

```
v4l2-ctl -d /dev/video0 --set-fmt-video=width=1920,height=1080,pixelformat=NV12  
--stream-mmap=4 --stream-count=1 --stream-to=/tmp/cap.raw --stream-skip=2
```

ISP输出YUV:

```
v4l2-ctl -d /dev/video5 --set-fmt-video=width=1920,height=1080,pixelformat=NV12
--stream-mmap=4 --stream-count=1 --stream-to=/tmp/cap.raw --stream-skip=2
```

注:

1. 对于isp, 可抓取mainpath或selfpath, video5只是举例, 请按实际参数设置。
2. ISP 输入数据是Raw情况下, ISP能够将Raw数据转换成YUV数据, 同时包含了各项图像处理操作, 此类图像处理操作需要RK AIQ来控制ISP的各项图像处理模块, 当前命令只是数据流部分, 图像处理模块参数采用驱动默认值, 图像效果一般处于一个异常状态。

ISPP输出YUV:

ispp输入数据来源rkisp_mainpath、rkisp_selfpath和rkispp_input_image link关闭, rkisp-bridge-ispp link开启, rkisp-isp-subdev pad2: Source 格式必须是fmt:YUYV8_2X8, 默认状态不需要配置link, 参考命令如下,

```
media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp_mainpath":0[0]'

media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp_selfpath":0[0]'

media-ctl -l '"rkisp-isp-subdev":2->"rkisp-bridge-ispp":0[1]'

media-ctl -d /dev/media1 -l '"rkispp_input_image":0->"rkispp-subdev":0[1]'

v4l2-ctl -d /dev/video13 \

--set-fmt-video=width=2688,height=1520,pixelformat=NV12 \

--stream-mmap=3 --stream-to=/tmp/nv12.out --stream-count=20 --stream-poll
```

注: -d 设备名称可根据抓图需求, 选择以下几个节点, 对应的节点名称通过media-ctl -p -d /dev/mediaX查看。

| rkispp_m_bypass | Full resolution and yuv format |
|-----------------|--|
| rkispp_scale0 | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[1 8] ratio, 3264 max width |
| rkispp_scale1 | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[2 8] ratio, 1280 max width |
| rkispp_scale2 | Full or scale resolution and yuv formatScale range:[2 8] ratio, 1280 max width |

如何切换CIS驱动输出分辨率

1、对于sensor驱动支持多个分辨率的驱动, 需要抓取另外一个分辨率的raw数据时, 可通过如下命令切换sensor当前使用的分辨率:


```
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"m01_f_os04a10 1-0036-1":0[fmt:SBGGR12_1X12/2688x1520]'
```

注：m01_f_os04a10 1-0036-1是sensor节点的名称，后面跟需要的format，前提是sensor驱动内支持这个format配置。

2、对于vicap，只要设置sensor节点，对于isp还需要设置isp的输入输出格式，参考命令如下：

```
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"rkisp-isp-subdev":0[fmt:SBGGR12_1X12/2688x1520]'  
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"rkisp-isp-subdev":0[crop:(0,0)/2688x1520]'  
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"rkisp-isp-subdev":2[fmt:SBGGR12_1X12/2688x1520]'  
media-ctl -d /dev/media0 --set-v4l2 '"rkisp-isp-subdev":2[crop:(0,0)/2688x1520]'
```

如何设置CIS的曝光参数

1、通过media-ctl -p -d /dev/mediaX找到sensor节点名称，节点名称格式为/dev/v4l-subdevX，参考命令如下：

```
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev4 --set-ctrl 'exposure=1216,analogue_gain=10'
```

也可分开设置：

```
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev4 --set-ctrl exposure=1216  
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev4 --set-ctrl analogue_gain=10
```

2、exposure最大值被sensor vts限制住，最大限制条件可能是vts-4或vts-10，不同sensor根据sensor手册的说明做限制。假设当前帧率为30fps，最大曝光时间为33.3ms，要设置40ms的曝光，就得加大vts才能设置40ms的曝光，可以等比例换算， $vts_{30fps} * 30fps = vts_{25fps} * 25fps$ ，从而换算出25fps对应的vts， $(vts - height)$ 为vblank，将换算后vblank设置到sensor驱动即可设置更大的曝光，命令参考如下：

```
v4l2-ctl -d /dev/v4l-subdev4 --set-ctrl vertical_blanking=200
```

如何支持黑白摄像头

CIS驱动需要将黑白sensor的输出format改为如下三种format之一，

```
MEDIA_BUS_FMT_Y8_1X8 (sensor 8bit输出)  
  
MEDIA_BUS_FMT_Y10_1X10 (sensor 10bit输出)  
  
MEDIA_BUS_FMT_Y12_1X12 (sensor 12bit输出)
```

即在函数xxxx_get_fmt和xxxx_enum_mbus_code返回上述format。

RKISP驱动会对这三种format进行特别设置，以支持获取黑白图像。

另外，如应用层需要获取Y8格式的图像，则只能使用SP Path，因为只有SP Path可以支持Y8格式输出。

如何支持奇偶场合成

RKISP 驱动支持奇偶场合成功能，限制要求：

1. MIPI接口：支持输出frame count number (from frame start and frame end short packets)，RKISP驱动以此来判断当前场的奇偶；
2. BT656接口：支持输出标准SAV/EAV，即bit6为有奇场偶场标记信息，RKISP驱动以此来判断当前场的奇偶；
3. RKISP驱动中RKISP1_selfpath video设备节点具备该功能，其他video设备节点不具备该功能，app层误调用其他设备节点的话，驱动提示以下错误信息：

“only selfpath support interlaced”

RKISP_selfpath信息可以media-ctl -p查看：

```
entity 3: rkisp_selfpath (1 pad, 1 link)
    type Node subtype V4L flags 0
    device node name /dev/video1
    pad0: sink
    <- "rkisp-isp-subdev":2 [ENABLED]
```

设备驱动实现方式如下：

设备驱动format.field需要设置为V4L2_FIELD_INTERLACED，表示此当前设备输出格式为奇偶场，即在函数xxxx_get_fmt返回format.field格式。可参考driver/media/i2c/tc35874x.c驱动；

如何查看debug信息

- 1、查看media pipeline信息，此对应dts camera配置

```
media-ctl -p -d /dev/mediaX (X = 0, 1, 2 ..)
```

- 2、查看proc信息，此为isp/ispp单前状态和帧输入输出信息，可以多cat几次

```
cat /proc/rkisp*
```

- 3、查看驱动debug信息，设置debug level到isp和ispp节点，level数值越大信息越多

```
echo n > /sys/module/video_rkisp/parameters/debug (n = 0, 1, 2, 3; 0为关)
echo n > /sys/module/video_rkispp/parameters/debug
```

- 4、查看寄存器信息，把isp.reg和ispp.reg pull出来

RV1109/RV1126

```
io -4 -l 0x10000 0xffb50000 > /tmp/isp.reg
io -4 -l 0x1000 0xffb60000 > /tmp/ispp.reg
```

RK3566/RK3568

```
io -4 -l 0x10000 0xfdff0000 > /tmp/isp.reg
```

5、提供debug信息步骤

1) 有问题现场 1->2->4->3

2) 复现问题 3->启动->复现->1->2->4

6、isp/ispp/vicap proc信息说明

```
[root@RV1126_RV1109:/]# cat /proc/rkisp0
rkisp0      version:v00.01.07
Input       rkcif_mipi_lvds Format:SGBRG10_1x10 Size:3840x2160@20fps Offset(0,0)
| RDBK_X2(frame:1378 rate:49ms)
Output      rkispp0 Format:FBC420 Size:3840x2160 (frame:1377 rate:51ms)
Interrupt   Cnt:6550 ErrCnt:0
clk_isp     594000000
acclk_isp   500000000
hclk_isp    250000000
DPCC0       ON(0x40000005)
DPCC1       ON(0x40000005)
DPCC2       ON(0x40000005)
BLS         ON(0x40000001)
SDG         OFF(0x80446197)
LSC         ON(0x1)
AWBGAIN     ON(0x80446197) (gain: 0x010d010d, 0x01f20218)
DEBAYER     ON(0xf000111)
CCM         ON(0xc0000001)
GAMMA_OUT   ON(0xc0000001)
CPROC       ON(0xf)
IE          OFF(0x0) (effect: BLACKWHITE)
WDR         OFF(0x30cf0)
HDRTMO      ON(0xc7705a23)
HDRMGE      ON(0xc0000005)
RAWNR       ON(0xc0100001)
GIC         OFF(0x0)
DHAZ        ON(0xc0101019)
3DLUT       OFF(0x2)
GAIN        ON(0xc0010111)
LDCH        OFF(0x0)
CSM         FULL(0x80446197)
SIAF        OFF(0x0)
SIAWB       OFF(0x0)
YUVAE       ON(0x400100f3)
SIHST       ON(0x38000107)
RAWAF       ON(0x7)
RAWAWB      ON(0x4037e887)
RAWAE0      ON(0x40000003)
RAWAE1      ON(0x400000f5)
RAWAE2      ON(0x400000f5)
RAWAE3      ON(0x400000f5)
RAWHIST0    ON(0x40000501)
RAWHIST1    ON(0x60000501)
RAWHIST2    ON(0x60000501)
RAWHIST3    ON(0x60000501)
```

Input: 输入源、输入格式、分辨率、DDR回读次数、当前帧号、实际帧间隔

Output: 输出对象、输出格式、分辨率、当前帧号、实际帧间隔

Interrupt: 包含mipi中断、isp内各模块的中断，数据有递增，说明有数据进isp，ErrCnt错误中断统计信息

clk_isp: isp 时钟频率

其他: isp各个模块的开关状态

```
[root@RV1126_RV1109:/]# cat /proc/rkispp0
rkispp0    Version:v00.01.07
Input      rkispp0 Format:FBC420 Size:3840x2160 (frame:1656 rate:51ms delay:85ms)
Output     rkispp_scale0 Format:NV12 Size:1920x1080 (frame:1655 rate:51ms
delay:108ms)
TNR        ON(0xd00000d) (mode: 2to1) (global gain: disable) (frame:1656
time:13ms) CNT:0x0 STATE:0x1e000000
NR         ON(0x47) (external gain: enable) (frame:1656 time:9ms) 0x5f0:0x0
0x5f4:0x0
SHARP      ON(0x1d) (YNR input filter: ON) (local ratio: OFF) 0x630:0x0
FEC        OFF(0x2) (frame:0 time:0ms) 0xc90:0x0
ORB        OFF(0x0)
Interrupt  Cnt:5300 ErrCnt:0
clk_ispp   500000000
aclk_ispp  500000000
hclk_ispp  250000000
```

Input: 输入源、输入格式、分辨率、当前帧号、实际帧间隔

Output: 输出对象、输出格式、分辨率、当前帧号、实际帧间隔

Interrupt: ispp内的处理中断，数据递增说明有数据进ispp，ErrCnt错误中断统计信息

clk_ispp: ispp 时钟频率

其他: ispp各个模块的开关状态

```
[root@RV1126_RV1109:/]# cat /proc/rkcif_mipi_lvds
Driver Version:v00.01.0a
Work Mode:ping pong
Monitor Mode:idle
aclk_cif:500000000
hclk_cif:250000000
dclk_cif:297000000
Input Info:
    src subdev:m01_f_os04a10 1-0036-1
    interface:mipi csi2
    lanes:4
    vc channel: 0 1
    hdr mode: hdr_x2
    format:SBGGR10_1x10/2688x1520@30
    crop.bounds:(0, 0)/2688x1520
Output Info:
    format:BG10/2688x1520(0,0)
    compact:enable
    frame amount:264
    early:10 ms
    single readout:30 ms
```

```
total readout:30 ms
rate:33 ms
fps:30
irq statistics:
    total:515
    csi over flow:0
    csi bandwidth lack:0
    all err count:0
    frame dma end:515
```

Work Mode: rv1109之后默认使用ping pong，建议使用ping pong模式。

Monitor Mode: 监控模式，开启监控模式后，在mipi检查到异常的情况下，对vicap进行复位。

Input Info: 输入端信息汇总

src subdev:输入端设备，一般指sensor设备，包含摄像头朝向，索引号，设备名称，i2c总线，7bit slave地址等信息

interface:数据物理接口，mipi、lvds、dvp等。

vc channel: 实际使用的vc通道，指mipi协议上的多通道传输的虚拟通道。

hdr mode: sensor的工作模式，分为normal、hdr_x2、hdr_x3。

format: 输入数据类型

crop.bounds: 裁剪参数，可在sensor驱动配置.get_selection，从而对输入源的数据适当裁剪。

Output Info: 输出端信息汇总

format:输出数据类型

compact: 默认紧凑型输出，相关定义查阅以下章节：[如何抓取CIS输出的RAW、YUV数据](#)

frame amount:

early: wake up模式下，在采集到wait_line行数据后，提前将buffer送isp处理，默认模式是在采集到完整帧后送isp处理，这边显示的是相对采集到完整帧，buffer提前送isp的优化时间。wake up模式配置说明在：[时延优化指南](#)

single readout: hdr模式下，单帧传输时间，也就是长帧的传输时间。

total readout: hdr模式下，长帧开始传输和短帧传输结束的时间差，也就是一帧合成帧的原始传输时间。

rate: 帧间隔时间。

fps: 帧率。

irq statistics:中断信息

total: frame end + err 总的中断数

csi over flow: overflow异常的中断数

csi bandwidth lack: bandwidth lack 异常的中断数

frame dma end: frame end的中断数，这个中断数等于从stream start开始，sensor输出的帧数。

如何排查预览闪烁问题

排查闪烁的原因，首先确认闪烁来源，可以从AE log上分析。

AE log打印开启方式如下：

- 1、终端（串口或adb shell）执行export persist_camera_engine_log=0x1ff3
- 2、在步骤1的同一个终端运行librkaiq.so，可以通过rkisp_demo、RkLunch.sh等程序。
- 3、在1、2步骤的基础上，还是无法打印出AE log，可能默认的编译方式没有将log编译进去，可参考如下修改：

```
czf@ISP:~/rk356x_sdk/external/camera_engine_rkaiq$ git diff
diff --git a/CMakeLists.txt b/CMakeLists.txt
index 46fba20..f5ea67f 100755
--- a/CMakeLists.txt
+++ b/CMakeLists.txt
@ -6,9 +6,9 @ if(NOT CMAKE_BUILD_TYPE)
FORCE()
endif()

-if(NOT CMAKE_BUILD_TYPE STREQUAL "Release")
#if(NOT CMAKE_BUILD_TYPE STREQUAL "Release")
add_definitions(-DBUILD_TYPE_DEBUG)
-endif()
#endif()
```

AE log 包含统计值MeanLuma、TMO后的统计值TmoMeanLuma，曝光参数等信息，通过这些参数信息可以初步分析闪烁的原因。

```
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:7028: ===== HDR-AE (enter) =====
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:7049: AecRun: SMeanLuma=0.280734, MMeanLuma=4.005174, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=6.188991, Isconverged=0, Longfrm=0
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:7058: >>> Framenum=5 Cur Piris=128, Sgain=1.000000, Stime=0.000505, mgain=1.000000, mtime=0.003005, lgain=1.000000, ltime=0.003000
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:3887: S-HighLightLuma=16.500000, S-Target=110.000000, S-GlobalLuma=0.280734, S-Target=16.652778
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:4264: L-LowLightLuma=3.848166, L-Target=50.000000, L-GlobalLuma=4.005174, L-Target=75.000000
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:5725: AecHdcImExecute: sgain=1.000000, stime=0.002510, mgain=2.148907, mtime=0.020000, lgain=0.000000, ltime=0.000000
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:7162: calc result: piris=128, sgain=1.000000, stime=0.002514, mgain=2.137962, mtime=0.020000, lgain=0.000000, ltime=0.000000
[AEC]:XCAM: DEBUG rk_aiq_ae_algo.cpp:7166: ===== (exit) =====
```

闪烁原因：

1、TMO合成导致的闪烁，如下图，log经过过滤，可以清楚看到短帧、中帧的统计值一直很稳定，但是TMO后的统计值却出现跳变，说明TMO的相关参数在某些场景下不适用，分析到这一步，可以参考tunning guide文档调整参数，仍无法解决请联系RK的IQ工程师协助处理。

```
AecRun: SMeanLuma=3.642202, MMeanLuma=59.557796, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.662384, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.638532, MMeanLuma=59.590824, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.708256, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.644037, MMeanLuma=59.631191, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.691742, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.642202, MMeanLuma=59.647705, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.713760, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.638532, MMeanLuma=59.598164, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=64.000000, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.640367, MMeanLuma=59.543118, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.702751, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.644037, MMeanLuma=59.620182, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.719265, Isconverged=1, Longfrm=0
AecRun: SMeanLuma=3.631193, MMeanLuma=59.620182, LMeanLuma=0.000000, TmoMeanLuma=46.746788, Isconverged=1, Longfrm=0
```

2、raw上的统计值很稳定，TMO后的统计值也很稳定，但是画面上仍能看到闪烁，说明isp后续模块中存在导致闪烁的问题，排查到这一步请联系RK工程师进一步分析。

3、闪烁出现在time、gain同时变化时，说明time gain的生效时刻配置可能存在问题，一般sensor的time是n+2生效，gain n+2 n+1都比较常出现，如果明确知道time、gain的生效帧，可以将参数填写到iq文件测试，以下是xml版本的iq文件说明，值2表示n+2生效，n表示第n帧的帧头将曝光参数设置下去。json版本参数类似请自行查阅文档配置。

```
<EXP_DELAY index="1" type="struct" size="[1 1]">
  <Normal index="1" type="struct" size="[1 1]">
    <time_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
      [2 ]
    </time_delay>
    <gain_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
```

```

        [2 ]
    </gain_delay>
    <dcg_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
        [1 ]
    </dcg_delay>
</Normal>
<Hdr index="1" type="struct" size="[1 1]">
    <time_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
        [2]
    </time_delay>
    <gain_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
        [2]
    </gain_delay>
    <dcg_delay index="1" type="double" size="[1 1]">
        [1]
    </dcg_delay>
</Hdr>
</EXP_DELAY>

```

如果无法确定生效帧，iq文件中AE模块中有AecSyncTest节点用来测试，这个模块的原理是两组曝光参数，间隔一定的帧数，来回切换。可以将两组参数的time设置成一样的值，gain设置成不一样的值，然后去分析AE log的MeanLuma统计值、及对应的time gain参数值。

4、如果闪烁的时候time是稳定的，gain值来回调，有可能gain的转换公式存在问题，也有可能sensor本身的线性度比较差。

4.1 转换公式和sensor的转换说明和驱动的写法相关，详细说明可以看下[Sensor Info 填写指南](#)。可以计算下AE log上的time gain转换到寄存器的值，和驱动打印出来的time gain寄存器值做比较，看自行计算的寄存器值和程序计算出来的值是否一致，不一致则需要确认转换公式和驱动的写法，看是否存在问题。

4.2 线性度问题，可以通过抓raw图，用看图工具获取图像统计值确认线性度。

4.2.1 time 线性度测试：

a. 盖上毛玻璃（可用薄纸巾替代，作用是让整副图像入光均匀，处于线性区），固定gain值为1，分别抓取10ms 20ms 30ms的raw图，获取统计值（一般软件的统计值为8bit，范围0~255），记录表格

b. 镜头完全遮黑，抓取一张raw图，这张图的统计值为黑电平。（由于精度要求不高，这边的time gain值不做要求，不要太夸张即可，比如测试的gain都是按1x设置，抓黑电平的raw图用1000x，这样对统计值的影响就比较大，不可取）

c. 在表格中，将步骤a记录的统计值分别减掉步骤b的黑电平，将减掉黑电平的统计值和曝光时间做折线图，如为直线或接近直线，可认为线性度良好。

注：

1、驱动中有supported_modes配置表里有vts_def（默认配置下的帧长，包含场消隐）、帧率，通过两个参数可以简单换算曝光时间，假设帧率是30fps，vts_def是1200，帧间隔为1s/30fps=33.333ms 则10ms对应的曝光行为 $10/33.333 \times 1200 = 360$ 行，曝光参数设置参考[如何设置 CIS的曝光参数](#)

2、步骤a抓取的raw图统计值要大于黑电平，小于180

4.2.2 gain值 线性度

- a. 盖上毛玻璃，固定time值为10ms，分别抓取1x 2x 4x 8x等gain值的raw图，获取统计值（一般软件的统计值为8bit，范围0~255），记录表格，若有些gain值下的统计值不在180以下的情况，可调整time值，分段测试。
- b. 镜头完全遮黑，抓取一张raw图，这张图的统计值为黑电平值。
- c. 在表格中，将步骤a记录的统计值分别减掉步骤b的黑电平，将减掉黑电平的统计值和gain做折线图，如为直线或接近直线，可认为线性度良好。

注：

- 1、步骤a抓取的raw图统计值要大于黑电平，小于180
 - 2、如怀疑某段gain值下线性度有问题，可单独测试该段的线性度，不需要完整gain区间做线性度测试。
- 5、高亮环境下，如室外阳光比较强的情况下，出现闪烁，有可能是曝光值与寄存器转换存在问题，比如应用层认为的5行，通过寄存器转换，实际生效的可能是4行，这样就存在一行的亮度偏差，一行的亮度偏差在室外强光环境下就很容易导致闪烁，需要对比sensor手册关于曝光计算的描述，仔细检查驱动的实现是否正确。

如何排查光源处紫色溢出的问题

1. 线性模式

线性模式下，光源处发紫，有可能是sensor的gain值设置到非法值，导致图像异常，需要检查驱动换算的gain值寄存器是否符合sensor手册描述的限制条件。

2. HDR 模式

HDR 模式下，主要有以下两个原因：

2.1 短帧图像偏移导致，HDR合成错位。这种情况可以看下内核log是否有mipi相关报错。若没有mipi报错，进一步确认设置给sensor的曝光参数是否有问题，HDR sensor通常对长短帧曝光有较多限制，这些限制条件可以参考[Sensor Info 填写指南](#)。将驱动写入sensor的寄存器值打印出来，和sensor手册描述的限制条件做比较，看是否有设置不符合要求的寄存器值。

2.2 长短帧的曝光参数ratio和实际图像生效的ratio不匹配，这种情况下同样是参考2.1确认曝光参数的转换是否有问题。比较常见的问题是大部分sensor对短帧的曝光最大值有限制，假设某sensor短帧曝光最大值是2ms，而iq文件里面sensor info、AEC参数相关配置没有配置短帧最大值，或者短帧最大值限制条件设置得比驱动限制要大，比如说AEC有可能分解出短帧曝光3ms，设置到驱动，实际最大只能设置到2ms，但是驱动并没有直接返回错误给AEC，这样AEC认为3ms设置成功，并将曝光参数传递给TMO模块，导致合成的图像ratio不对，亮度不对。而短帧合进去的地方通常是过曝区域，通常表现在光源处，也就是常见光源处发紫。所以图像光源处发紫，重点在于排查AEC分解出来的曝光参数，和实际设置到sensor内的曝光参数是否存在差异。

Sensor Info 填写指南

以imx290为例：

[imx290]

CISAgainRange=1 31.6

CISDgainRange=1 125.89

单使用analog gain (again) 亮度不足的时候，通常使用digital gain (dgain) 来补偿，rk一般做法是将dgain混合到again下发，由驱动分解出again、dgain，分别设置到对应的sensor寄存器；

Imx290手册描述gain值分布如下：

0dB to 30 dB: Analog Gain 30 dB (step pitch 0.3dB)

30.3 dB to 72 dB: Analog Gain 30dB + Digital Gain 0.3 to 42dB (step pitch 0.3dB)

也就是again 30dB , dgain 42dB

通过公式:

$$db = 20 * \log_{10}(\text{gain倍数})$$

$$\text{reg_gain} = 20 * \log_{10}(\text{gain倍数}) * 10 / 3$$

$$\text{算出倍数单位的again} = 10^{(30db/20)} = 31.6x$$

$$\text{Dgain} = 10^{(42db/20)} = 125.89x$$

CISExtraAgainRange=2 63.2

CISExtraAgainRange是again * dcg ratio的范围值, 部分sensor支持HCG/LCG, HCG能够在暗环境获得更好的信噪比, 若驱动实现相关功能, 这边需要填写对应的转换gain值。Imx290手册描述 Conversion efficiency ratio典型值为2, 也就是当设置2x的again, 且为HCG mode, 实际生效的gain值为4x, 所以CISExtraAgainRange=2*[1 31.6], 如果驱动没实现HCG/LCG, 默认填[1 1]

CISlspDgainRange=1 1

lsp dgain, 目前没有使用, 按默认值即可

CISMinFps=10

允许的最小帧率, 假设需要降帧的5fps, 且sensor支持降帧到5fps的话, 这边也要同步修改为5, 才能通过iq配置或api降帧。

CISTimeRegMin=1

线性模式下, 曝光行最小单位

CISLinTimeRegMaxFac=1.00 2.00

线性模式下最大曝光行

CISTimeRegOdevity=1 0

线性模式的曝光行奇偶性, 从手册描述shs1可以逐1递增, 曝光行对应也能逐1递增。

Imx290手册有如下描述Integration time = 1 frame period - (SHS1 + 1) X(1H period)

Rk框架目前从aiq下发给驱动的曝光单位都是以行时间为单位, 如果部分sensor是半行单位, 需要转化成行单位, 从imx290的曝光公式可以看出是行单位, 上述公式重新描述下为

$$\text{曝光行time} = \text{vts} - \text{shs1} - 1$$

而从sensor 手册关于shs1的描述, 限制范围为1~(Number of lines per frame - 2),也就是1~ (vts-2)

$$\text{所以CISTimeRegMin} = \text{vts} - \text{shs1} - 1 = \text{vts} - (\text{vts}-2) - 1 = 1$$

$$\text{CISLinTimeRegMaxFac} = \text{vts} - \text{shs1} - 1 = \text{vts} - 1 - 1 = \text{vts} - 2$$

vts是一帧的总行数，包含场消隐，不同手册描述稍微有点差异，1 frame period、Number of lines per frame描述的都是vts。

CISHdrTimeRegMin=1

Hdr最小曝光行

CISHdrTimeRegMax=8 0 0

Hdr最大曝光行，增加这变量是因为有些sensor短帧最大曝光行有限制，并不能随着长帧曝光的降低而增加，也不能随着帧率的降低而增加，imx290就是这样的—个sensor，按照sony标准配置，短帧曝光行最大为8行，imx307 DOL文档有描述decreasing exposure ratio mode，按照里面的配置可以使短帧曝光行最大为222行，imx290 DOL文档未见描述，具体咨询sony是否支持。

CISHdrTimeRegOdevity=1.00 0.00

CISHdrTimeRegSumFac=1.00 6.00

Sony DOL 文档有如下描述：

List of DOL 2 frame Settings

| Items | Symbol | Setting Register | Setting value / Condition |
|------------------------|--------|------------------|--|
| Frame Set Count | FSC | VMAX | VMAX × 2 |
| Shutter timing of SEF1 | SHS1 | SHS1 | 2 or more and RHS1 - 2 or less |
| Readout timing of SEF1 | RHS1 | RHS1 | 2n+5 (n = 0, 1, 2 ...) and RHS1 ≤ FSC - BRL × 2 - 21 |
| Shutter timing of LEF | SHS2 | SHS2 | RHS1 + 2 or more and FSC - 2 or less |

| Items | symbol | Formulas | Unit | Remarks |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------------|------|-------------------|
| Exposure time of LEF | t _{LEF} | FSC - (SHS2 + 1) | H | - |
| Exposure time of SEF1 | t _{SEF1} | RHS1 - (SHS1 + 1) | | - |
| Exposure ratio | - | t _{LEF} / t _{SEF1} | - | Combining 2 frame |

CISHdrTimeRegMin：

通过表格可以计算长帧最小曝光值=FSC-SHS2-1=FSC-(FSC-2)-1=1

短帧最小曝光值=RHS1-SHS1-1=RHS1-(SHS1-2)-1=1

所以hdr下最小曝光行为1

CISHdrTimeRegOdevity：从表格上看，shs1和shs2没有类似2n或2n+1的限制，所以对应的曝光行可以逐1递增

CISHdrTimeRegSumFac：

长短帧曝光和=（FSC-SHS2-1）+（RHS1-SHS1-1）

SHS2、SHS1同时取最小值，使得长帧和短帧的曝光都最大

长短帧曝光和=（FSC-（RHS1+2）-1）+（RHS1-2-1）=FSC-6

对于2帧DOL hdr，FSC=2vts，故长短帧曝光和最大值为=2vts-6

也就是CISHdrTimeRegSumFac=[2 6],但是为了计算方便，sony的DOL hdr驱动会将FSC作为vts上传的aec，也就是上传的vts实际上是已经乘2倍了，所以CISHdrTimeRegSumFac=[1 6]

CISTimeRegUnequalEn=0

长短帧的time是否可以相等，由于imx290短帧限制，无法在任何情况下都能相等

CISHdrGainIndSetEn=1

长短帧的gain是否需要设置成一样，1表示可以设置成不一样的值，0表示长短帧gain要一样，具体看sensor描述，有些sensor长短帧共用一组寄存器，有些sensor虽然长短帧gain有分别的寄存器，但是设计原因需要两组寄存器设置成一样的值，为了曝光分解的正确性，需要准确填写这个参数。

注：imx290需要注意FPGC PFGC_1值的设置,DOL文档有具体描述。

FullResolution=1920x1080

GainRange=1 2 20 20 1 0 20 2 4 10 0 1 20 40 4 8 5 -20 1 40 60 8 16 2.5 -40 1 60 80 16 32 1.25 -60 1 80 100 32 64 0.625 -80 1 100 120 64 128 0.3125 -100 1 120 140 128 256 0.15625 -120 1 140 160 256 512 0.078125 -140 1 160 180 512 1024 0.0390625 -160 1 180 200

IsLinear=0

Rk平台支持倍数为单位的gain值设置和sony db方式的gain值设置，0表示使用db，对应imx290可以直接使用db方式，也可以使用上述的GainRange分解公式，GainRange分解公式会稍微有误差，毕竟非线性的曲线分解成多段线性曲线了。

NonLinear=DB_MODE

PatternMode=RGGB

TimeFactor=0 0 1 0.5

Time分解公式，建议保持这个公式，计算不符合公式的情况下，sensor驱动内做转换。

hdr_dcg_ratio=2

normal_dcg_ratio=2

Dcg ratio前面已经描述

SensorFlip=0

默认的mirror flip状态，bit0 mirror，bit1 flip

附录A CIS驱动V4L2-controls列表

| CID | 描述 |
|------------------------|--|
| V4L2_CID_VBLANK | Vertical blanking. The idle period after every frame during which no image data is produced. The unit of vertical blanking is a line. Every line has length of the image width plus horizontal blanking at the pixel rate defined by V4L2_CID_PIXEL_RATE control in the same sub-device. |
| V4L2_CID_HBLANK | Horizontal blanking. The idle period after every line of image data during which no image data is produced. The unit of horizontal blanking is pixels. |
| V4L2_CID_EXPOSURE | Determines the exposure time of the camera sensor. The exposure time is limited by the frame interval. |
| V4L2_CID_ANALOGUE_GAIN | Analogue gain is gain affecting all colour components in the pixel matrix. The gain operation is performed in the analogue domain before A/D conversion. |
| V4L2_CID_PIXEL_RATE | Pixel rate in the source pads of the subdev. This control is read-only and its unit is pixels / second. Ex mipi bus: $\text{pixel_rate} = \text{link_freq} * 2 * \text{nr_of_lanes} / \text{bits_per_sample}$ |
| V4L2_CID_LINK_FREQ | Data bus frequency. Together with the media bus pixel code, bus type (clock cycles per sample), the data bus frequency defines the pixel rate (V4L2_CID_PIXEL_RATE) in the pixel array (or possibly elsewhere, if the device is not an image sensor). The frame rate can be calculated from the pixel clock, image width and height and horizontal and vertical blanking. While the pixel rate control may be defined elsewhere than in the subdev containing the pixel array, the frame rate cannot be obtained from that information. This is because only on the pixel array it can be assumed that the vertical and horizontal blanking information is exact: no other blanking is allowed in the pixel array. The selection of frame rate is performed by selecting the desired horizontal and vertical blanking. The unit of this control is Hz. |

附录B MEDIA_BUS_FMT表

| CIS sensor类型 | Sensor输出format |
|--------------------------|--|
| Bayer RAW | MEDIA_BUS_FMT_SBGGR10_1X10 MEDIA_BUS_FMT_SRGGB10_1X10 MEDIA_BUS_FMT_SGBRG10_1X10 MEDIA_BUS_FMT_SGRBG10_1X10 MEDIA_BUS_FMT_SRGGB12_1X12 MEDIA_BUS_FMT_SBGGR12_1X12 MEDIA_BUS_FMT_SGBRG12_1X12 MEDIA_BUS_FMT_SGRBG12_1X12 MEDIA_BUS_FMT_SRGGB8_1X8 MEDIA_BUS_FMT_SBGGR8_1X8 MEDIA_BUS_FMT_SGBRG8_1X8 MEDIA_BUS_FMT_SGRBG8_1X8 |
| YUV | MEDIA_BUS_FMT_YUYV8_2X8 MEDIA_BUS_FMT_YVYU8_2X8 MEDIA_BUS_FMT_UYVY8_2X8 MEDIA_BUS_FMT_VYUY8_2X8 MEDIA_BUS_FMT_YUYV10_2X10 MEDIA_BUS_FMT_YVYU10_2X10 MEDIA_BUS_FMT_UYVY10_2X10 MEDIA_BUS_FMT_VYUY10_2X10 MEDIA_BUS_FMT_YUYV12_2X12 MEDIA_BUS_FMT_YVYU12_2X12 MEDIA_BUS_FMT_UYVY12_2X12 MEDIA_BUS_FMT_VYUY12_2X12 |
| Only Y(黑白)即raw bw sensor | MEDIA_BUS_FMT_Y8_1X8 MEDIA_BUS_FMT_Y10_1X10 MEDIA_BUS_FMT_Y12_1X12 |

附录C CIS参考驱动列表

| CIS 数据接口 | CIS 输出数据类型 | Frame/Field | 参考驱动 |
|----------|------------|-------------|--|
| MIPI | Bayer RAW | frame | 0.3M ov7750.c gc0403.c |
| | | | 1.2M ov9750.c jx-h65.c |
| | | | 2M ov2685.c ov2680.c ov2735.c gc2385.c gc2355.c gc2053.c sc2239.c sc210iot.c |
| | | | 4M gc4c33.c |
| | | | 5M ov5695.c ov5648.c ov5670.c gc5024.c gc5025.c gc5035.c |
| | | | 8M ov8858.c imx378.c imx317.c imx219.c gc8034.c |
| | | | 13M ov13850.c imx258.c |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| CIS 数据接口 | CIS 输出数据类型 | Frame/Field | 参考驱动 |
|-----------|---------------|-------------|---|
| MIPI | Bayer raw hdr | frame | 2M imx307.c imx327.c gc2093.c ov02k10 ov2718.c sc200ai.c sc2310.c jx-f37.c 4M ov4689.c os04a10.c imx347.c sc4238.c 5M imx335.c 8M imx334.c imx415.c |
| MIPI | YUV | frame | 2M gc2145.c |
| MIPI | RAW BW | frame | 0.3M ov7251.c 1M ov9281.c 1.3M sc132gs.c |
| MIPI | YUV | field | tc35874x.c |
| ITU.BT601 | Bayer RAW | | 2M imx323.c ar0230.c |

| CIS 数据接口 | CIS 输出数据类型 | Frame/Field | 参考驱动 |
|-----------|------------|-------------|--|
| ITU.BT601 | YUV | | 0.3M gc0329.c gc0312.c gc032a.c 2M gc2145.c gc2155.c gc2035.c bf3925.c |
| ITU.BT601 | RAW BW | | |
| ITU.BT656 | Bayer RAW | | 2M imx323(可支持) |

附录D VCM driver ic参考驱动列表

| 参考驱动 |
|----------|
| vm149c.c |
| dw9714.c |
| fp5510.c |

附录E Flash light driver ic参考驱动列表

| 参考驱动 |
|-----------------------|
| sgm3784.c |
| leds-rgb13h.c(GPIO控制) |