

Rockchip Tunning Guide ISP2x

文件标识：RK-SM-YF-601

发布版本：V1.4.0

日期：2020-11-10

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

本文旨在指导用户进行图像调优的文档。

产品版本

芯片名称	ISP版本
RV1109/RV1126	ISP2.0

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

ISP图像效果调试工程师

修订记录

版本号	修改记录	修改日期	作者
v1.0.0	初始版本	2020-09-03	杨培彬、欧阳亚凤、朱林靖、李仁奎、邓达龙
v1.1.0	1. NR模块增加调试步骤说明以及框图 2. 更新Merge/TMO模块说明	2020-10-10	欧阳亚凤、李仁奎
v1.2.0	AE模块：更新部分参数说明、添加框图、 添加调试步骤说明	2020-10-21	朱林靖
v1.3.0	1. 增加DPCC、Gamma、Dehaze & Enhance、LDCH/FEC模块说明 2. AE模块：添加增益转寄存器值的举例说明 3. 增加Debayer模块参数说明	2020-10-27	李仁奎、徐鸿飞、朱林靖、张云龙
v1.4.0	1. 添加CPSL参数说明 2. 更新Debayer参数说明	2020-11-10	钟以崇、张云龙

目录

Rockchip Tuning Guide ISP2x

1 IQ调试文档关系说明

2 ISP系统概述

- 2.1 功能简介
- 2.2 ISP功能框图
- 2.3 各模块简介

3 图像质量调优总体概述

- 3.1 IPC应用图像调优概述
 - 3.1.1 线性模式图像质量调优
 - 3.1.2 HDR 模式图像质量调优

4 模块介绍

- 4.1 AEC
 - 4.1.1 功能描述
 - 4.1.2 关键参数
 - 4.1.2.1 AEC模块公共功能控制参数
 - Enable
 - AecRunInterval
 - AecOpType
 - HistStatsMode
 - RawStatsMode
 - YrangeMode
 - AecSpeed
 - AecFrameRateMode
 - AecAntiFlicker
 - AecInitValue

AecGridWeight

AecRoute

AecManualCtrl

AecIrisCtrl

AecDNSwitch

4.1.2.2 AEC模块线性曝光调试参数

RawStatsEn

SetPoint

NightSetPoint

EvBias

ToleranceIn/Out

StrategyMode

DySetPointEn

DynamicSetpoint

BackLightCtrl

OverExpCtrl

4.1.2.3 AEC模块HDR曝光调试参数

ToleranceIn/Out

StrategyMode

EvBias

ExpRatioCtrl

LongFrmMode

LframeCtrl

MframeCtrl

SframeCtrl

4.1.2.4 SensorInfo参数

GainRange

TimeFactor

CISLinTimeRegMaxFac

CISHdrTimeRegSumFac

CISTimeRegOdevity

CISTimeRegUnEqualEn

CISTimeRegMin

CISMinFps

CISAgainRange

CISExtraAgainRange

CISDgainRange

CISlspDgainRange

4.1.2.5 System参数

HDR

DCG_SETTING

EXP_DELAY

4.1.3 调试步骤

步骤1.Sensor曝光参数及系统参数设置

步骤2.设置AE权重参数

步骤3.设置AE曝光分解参数

步骤4.设置AE目标亮度值

步骤5.设置AE收敛及响应速度

4.2 NR & SHARP

4.2.1 BayerNR

4.2.1.1 功能描述

4.2.1.2 关键参数

Enable:

Mode

Setting

SNR_Mode

ISO

标定数据

luLevel/ luLevelVal
luRatio
高斯导向参数
gauss_en
去噪力度参数
filtPara
随机噪声回填参数
Lamda
fixW

4.2.1.3 调试步骤

4.2.2 MFNR

4.2.2.1 功能描述

4.2.2.2 关键参数

Enable:
mode_3to1
local_gain_en
Mode
Setting
 SNR_Mode
 MFNR_ISO
 MFNR_ISO / Iso
 MFNR_ISO /weight_limit_y
 MFNR_ISO / weight_limit_uv
 MFNR_ISO / ratio_frq
 MFNR_ISO / luma_w_in_chroma

Y标定数据
 MFNR_ISO / noise_curve
 MFNR_ISO / noise_curve_x00
 MFNR_ISO / y_lo_noiseprofile
 MFNR_ISO / y_hi_noiseprofile

Y低频去噪调节参数
 MFNR_ISO / y_lo_bfscale
 MFNR_ISO / y_lumanrpoint
 MFNR_ISO / y_lumanrcurve
 MFNR_ISO / y_denoisestrength
 MFNR_ISO / y_lo_lvl0_gfdelta
 MFNR_ISO / y_lo_lvl1_gfdelta
 MFNR_ISO / y_lo_lvl2_gfdelta
 MFNR_ISO / y_lo_lvl3_gfdelta

Y高频去噪调节参数
 MFNR_ISO / y_hi_bfscale
 MFNR_ISO / y_hi_lvl0_gfdelta
 MFNR_ISO / y_hi_lvl1_gfdelta
 MFNR_ISO / y_hi_lvl2_gfdelta
 MFNR_ISO / y_hi_lvl3_gfdelta

UV标定参数
 MFNR_ISO / uv_lo_noiseprofile
 MFNR_ISO / uv_hi_noiseprofile

UV低频去噪参数
 MFNR_ISO / uv_lo_bfscale
 MFNR_ISO / uv_lumanrpoint
 MFNR_ISO / uv_lumanrcurve
 MFNR_ISO / uv_denoisestrength
 MFNR_ISO / uv_lo_lvl0_gfdelta
 MFNR_ISO / uv_lo_lvl1_gfdelta
 MFNR_ISO / uv_lo_lvl2_gfdelta

UV高频去噪参数
 MFNR_ISO / uv_hi_bfscale

MFNR_ISO / uv_hi_lvl0_gfdelta

MFNR_ISO / uv_hi_lvl1_gfdelta

MFNR_ISO / uv_hi_lvl2_gfdelta

高斯滤波算子参数

MFNR_ISO / lvl0_gfsigma

MFNR_ISO / lvl1_gfsigma

MFNR_ISO / lvl2_gfsigma

MFNR_ISO / Lvl3_gfsigma

4.2.2.3 调试步骤

4.2.3 YNR

4.2.3.1 功能描述

4.2.3.2 关键参数

Enable:

Mode

Setting

SNR_Mode

YNR_ISO

YNR_ISO / Iso

标定数据

YNR_ISO / sigma_curve

YNR_ISO / ynr_lci , ynr_lhci , ynr_hlci , ynr_hhci

低频层去噪调节参数。

YNR_ISO / lo_lumaPoint

YNR_ISO / lo_lumaRatio

YNR_ISO / lo_directionStrength

YNR_ISO / lo_bfScale

YNR_ISO / imerge_ratio

YNR_ISO / imerge_bound

YNR_ISO / denoise_weight

高频层去噪调节参数。

YNR_ISO / hi_lumaPoint

YNR_ISO / hi_lumaRatio

YNR_ISO / hi_bfScale

YNR_ISO / hwith_d

YNR_ISO / hi_denoiseStrength

YNR_ISO / hi_detailMinAdjDnW

YNR_ISO / hi_denoiseWeight

YNR_ISO / y_luma_point

YNR_ISO / hgrad_y_level1~4

YNR_ISO / hi_soft_thresh_scale

4.2.3.3 调试步骤

4.2.4 UVNR

4.2.4.1 功能描述

4.2.4.2 关键参数

Enable:

Mode

Setting

SNR_Mode

UVNR_ISO

UVNR_ISO / Iso

UVNR_ISO / step0_uvgrad_ratio

UVNR_ISO / step0_uvgrad_offset

尺度1上去噪调节参数

UVNR_ISO / step1_median_ratio

UVNR_ISO / step1_bf_sigmaR

UVNR_ISO / step1_bf_uvgain

UVNR_ISO / step1_bf_ratio

尺度2上去噪调节参数

UVNR_ISO / Step2_median_ratio

UVNR_ISO / step2_bf_sigmaR

UVNR_ISO / step2_bf_uvgain

UVNR_ISO / step2_bf_ratio

尺度3上去噪调节参数

UVNR_ISO / Step3_bf_sigmaR

UVNR_ISO / Step3_bf_uvgain

UVNR_ISO / Step3_bf_ratio

双边距离权重可调节参数

UVNR_ISO / kernel_3x3

UVNR_ISO / kernel_5x5

UVNR_ISO / kernel_9x9

UVNR_ISO / kernel_9x9_num

4.2.4.3 调试步骤

4.2.5 SHARP

4.2.5.1 功能描述

4.2.5.2 关键参数

Enable:

Mode

Setting

SNR_Mode

SHARP_ISO

SHARP_ISO / Iso

range clip 限制相关调节参数

SHARP_ISO / Lratio

SHARP_ISO / Hratio

预滤波相关调节参数

SHARP_ISO / luma_sigmat

SHARP_ISO / pbf_gain

SHARP_ISO / pbf_ratio

SHARP_ISO / pbf_add

中频锐化相关调节参数

SHARP_ISO / mf_sharp_ratio

SHARP_ISO / mf_clip_pos

SHARP_ISO / mf_clip_neg

SHARP_ISO / mbf_gain

SHARP_ISO / mbf_add

高频锐化相关调节参数

SHARP_ISO / hf_sharp_ratio

SHARP_ISO / hf_clip

SHARP_ISO / hbf_gain

SHARP_ISO / hbf_ratio

SHARP_ISO / hbf_add

SHARP_ISO / local_sharp_strength

4.2.5.3 调试步骤

4.2.6 Edgefilter

4.2.6.1 功能描述

4.2.6.2 关键参数

Enable:

Mode

Setting

SNR_Mode

EDGEFILTER_ISO

EDGEFILTER_ISO / Iso

边缘滤波相关调节参数

EDGEFILTER_ISO / direct_filter_coeff

EDGEFILTER_ISO / edge_thed

EDGEFILTER_ISO / src_wgt

EDGEFILTER_ISO / alpha_adp_en
EDGEFILTER_ISO / local_alpha
EDGEFILTER_ISO / global_alpha
EDGEFILTER_ISO / noise_clip

DOG相关调节参数

EDGEFILTER_ISO / dog_clip_pos
EDGEFILTER_ISO / dog_clip_neg
EDGEFILTER_ISO / dog_alpha
EDGEFILTER_ISO / dog_kernel_row0~4

4.2.6.3 调试步骤

4.2.7 NR & Sharp调试步骤

4.2.7.1 尺度概念理解

4.2.7.2 模块关联调试

4.2.7.2.1 低频信号的调试:

4.2.7.2.2 高频信号的调试:

4.2.7.2.3 噪声形态的调试:

4.3 MERGE

4.3.1 功能描述

4.3.2 关键参数

4.3.2.1 EnvLv
4.3.2.2 OECurve_smooth
4.3.2.3 OECurve_offset
4.3.2.4 MoveCoef
4.3.2.5 MDCurveLM_smooth
4.3.2.6 MDCurveLM_offset
4.3.2.7 MDCurveMS_smooth
4.3.2.8 MDCurveMS_offset
4.3.2.9 OECurve_damp
4.3.2.10 MDCurveLM_damp
4.3.2.11 MDCurveMS_damp

4.3.3 调试步骤

4.4 TMO

4.4.1 功能描述

4.4.2 关键参数

4.4.2.1 LinearTmoEn
4.4.2.2 GlobalLuma
4.4.2.3 DetailsHighLight
4.4.2.4 DetailsLowLight
4.4.2.5 GlobalTMO
4.4.2.6 LocalTMO
4.4.2.7 Damp

4.4.3 调试步骤

4.5 FEC

4.5.1 功能描述

4.5.2 关键参数

4.5.2.1 enable
4.5.2.2 correct_level
4.5.2.3 light_center
4.5.2.4 distortion_coeff

4.6 LDCH

4.6.1 功能描述

4.6.2 关键参数

4.6.2.1 enable
4.6.2.2 correct_level
4.6.2.3 correct_level_max
4.6.2.4 light_center
4.6.2.5 distortion_coeff

4.7 Dehaze & Enhance

4.7.1 功能描述

4.7.2 关键参数

4.7.2.1 Enable

4.7.2.2 cfg_alpha_normal

4.7.2.3 cfg_alpha_HDR

4.7.2.4 cfg_alpha_night

4.7.2.5 Dehaze_Setting

4.7.2.6 Enhance_Setting

4.7.2.7 Hist_Setting

4.7.3 调试步骤

4.8 DPCC

4.8.1 功能描述

4.8.2 关键参数

4.8.2.1 Enable

4.8.2.2 Fast_mode

4.8.2.3 Expert_mode

4.8.2.3.1 set_cell

4.8.2.4 sensor_dpcc

4.8.3 调试步骤

4.9 Gamma

4.9.1 功能描述

4.9.2 关键参数

4.9.2.1 gamma_en

4.9.2.2 gamma_out_segnun

4.9.2.3 gamma_out_offset

4.9.2.4 curve_normal

4.9.2.5 curve_hdr

4.9.2.6 curve_night

4.9.3 调试步骤

4.10 Debayer

4.10.1 功能描述

4.10.2 关键参数

Enable:

debayer_filter1

debayer_filter2

debayer_gain_offset

ISO

sharp_strength

debayer_hf_offset

debayer_offset

debayer_clip_en

debayer_filter_g_en

debayer_filter_c_en

debayer_thed0

debayer_thed1

debayer_dist_scale

debayer_cnr_strength

debayer_shift_num

4.11 CPSL

4.11.1 功能描述

4.11.2 关键参数

enable

mode

force_gray

light_src

auto_adjust_sens

auto_on2off_t

auto_off2on_th

auto_sw_interval
manual_on
manual_strength

1 IQ调试文档关系说明

本篇文档的使用过程中与以下文档有相关性，特此概要如下：

- 《Rockchip_Development_Guide_ISP2x_》：对用户接口及其结构体进行相应说明
- 《Rockchip_IQ_Tools_Guide_ISP2x_》：RK IQ Tools详细使用说明
- 《Rockchip_Color_Optimization_Guide_ISP2x》：对颜色调优的详细说明

本文档的第一章主要讲解了ISP调优过程中涉及的文档关系说明，第二章对ISP进行了系统概述，包括ISP的功能框图及各模块简介；第三章主要介绍了整个图像调优过程的操作步骤及注意事项；第四章之后开始分模块介绍各子模块的调试方法。

2 ISP系统概述

2.1 功能简介

ISP模块支持标准的Sensor图像数据处理，包括自动白平衡，自动曝光，Demosaic,坏点矫正及镜头阴影矫正等基本功能，也支持HDR、去雾、降噪等高级处理功能。具体如下：

- 支持黑电平矫正
- 支持静态以及动态坏点矫正，坏点簇矫正
- 支持bayer 降噪
- 支持固定噪声消除
- 支持Demosaic 处理
- 支持gamma矫正
- 支持最大3合一宽动态功能
- 支持Sensor 内部合成宽动态功能 (HDR)
- 支持自动白平衡
- 支持自动曝光
- 支持自动对焦
- 支持3A相关统计信息输出
- 支持镜头阴影矫正
- 支持图像锐化
- 支持自动去雾处理
- 支持局部对比度增强
- 支持2D 亮度、色彩降噪
- 支持3D降噪
- 支持畸变校正处理
- 支持3D lut 处理
- 支持1维小角度畸变矫正
- 支持特征点检测

2.2 ISP功能框图

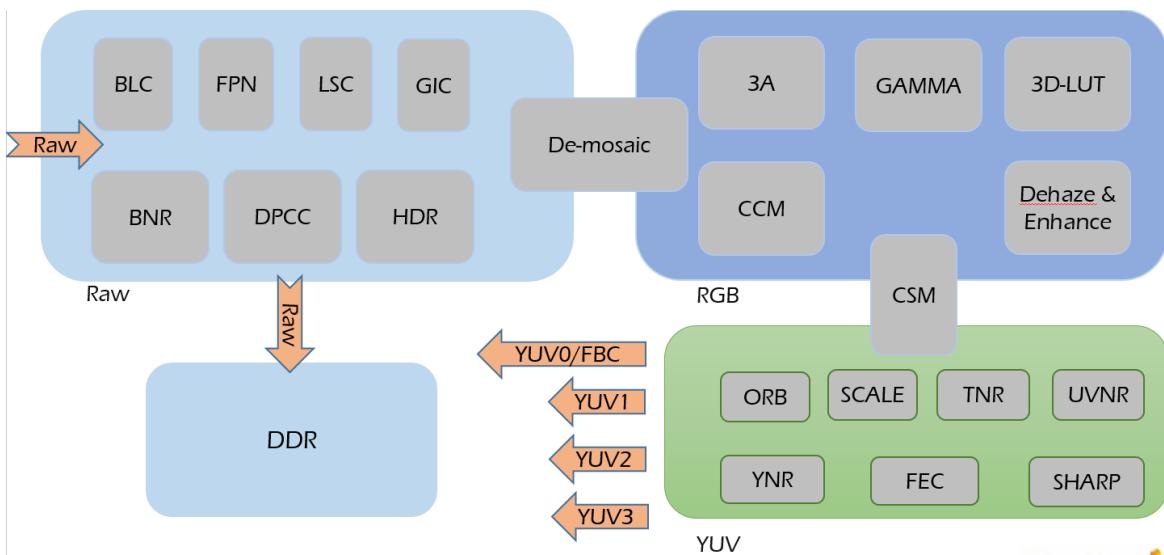


图2-1 ISP20功能框图

2.3 各模块简介

模块名称	描述
FPN	通过表型的黑帧或者黑行对Sensor输入的图像进行矫正，达到去除Sensor FPN的目的。
BLC	提供Sensor相关的黑电平矫正。
DPCC	提供对静态坏点和动态坏点的检测和校正功能。
GIC	矫正Gr与Gb两个通道的失衡，提高部分场景的图像质量。
BNR	提供在Bayer domain中实现对图像的去噪功能。
LSC	用于镜头的阴影矫正。
AE	该模块输出自动曝光的统计信息，软件根据统计信息调节Sensor可实现自动曝光的功能。
Alris	控制可变光圈，支持P-iris和DC-iris的控制
AF	支持图像清晰度评价信息统计，用于完成支持自动对焦功能。
AWB	该模块输出全局统计信息和区域统计信息，软件基于统计信息完成自动白平衡功能。
Demosaic	将Bayer格式的Raw图像转换到RGB图像。
CCM	通过标准的3X3的矩阵和矢量偏移量可完成颜色空间的线性矫正。
Gamma	该模块根据伽马曲线分R\G\B三个通道调整亮度。
Dehaze & Enhance	提供强大的去雾能力以改善雾霾场景下的视频对比度和清晰度。
CSC	通过标准的3X3的矩阵和矢量偏移量将输入 (R,G,B) 转换为 (Y,U,V)
Sharp	实现图像锐度，提高图像清晰度。
3D-LUT	9x9x9大小的3Dlut 实现复杂的颜色调整操作，比如亮度的调整，饱和度的调整。
HDR MERGE	2帧或者3帧的宽动态合成。
HDR TMO	利用log域下的LUT曲线实现复杂亮度的调整操作。
YNR	YUV区域针对亮度的小波去噪。
UVNR	单独的彩色噪点去除。
TNR or MFNR	时域多帧去噪，在保证清晰度的前提下去除噪声。

3 图像质量调优总体概述

当前RK1109/RV1126主要面向两大应用场景，即IPC安防应用场景和消费类应用场景，其中IPC安防应用场景包括线性模式和HDR模式；消费类应用场景主要包括运动DV、行车记录仪以及抓拍等产品形态。IPC安防应用场景由于具有监控行业特殊需求，对图像质量的关注点与消费类应用场景会不同。

3.1 IPC应用图像调优概述

针对IPC应用场景主要包括线性模式和HDR模式两种典型应用。线性模式的图像质量关注维度主要包括图像亮度合理性，色彩还原准确性，图像整体清晰度，图像整体锐利度以及通透度等；HDR模式的图像质量关注维度主要包括图像整体的动态范围合理（亮区不过曝，暗区细节能够看得见），色彩还原尽量准确，图像整体清晰度，锐利度，以及通透度等。以下针对两种模式的图像质量调优分别介绍调试步骤以及ISP单点算法调试的注意事项。

3.1.1 线性模式图像质量调优

IPC应用场景线性模式图像调优的整个框架图如下（图3-1）所示：

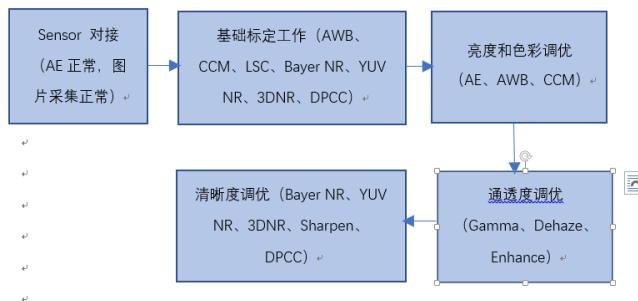


图3-1 IPC应用场景线性模式图像调优流程图

在进行图像质量调优前需要开展的工作主要如下：

1. sensor 对接：根据产品的定义，对sensor的CSI进行设置，其中包括帧率，分辨率，HDR模式，AE模式，同时根据厂商提供的sensor datasheet或者FAE挖掘出各个模式下的初始化寄存器序列，将初始化序列适配对应RK平台的MIPI配置。

完成标准：对接模式通路正常，AE基本功能正常，可以正常拍RAW.详细请参考《Rockchip_Driver_Guide_ISP2x》

2. 模组标定工作：标定工作主要涉及黑电平标定、RawNR/YUV NR/3DNR标定、静态坏点标定、镜头shading 标定、AWB标定、CCM标定、镜头畸变参数标定等。该标定步骤需要严格按照图3-2 所示的流程进行：



图 3-2 模组标定流程图

各个模块的标定细节请参考第四章模块介绍的详细内容，AWB和CCM请参考《Rockchip_Color_Optimization_Guide_ISP2x》

3) ISP 各个模块联合调优：在完成sensor对接和sensor镜头标定的工作之后，就可以进入ISP各个模块联合调优阶段，线性图像质量调优包括多组ISO照度下图像质量的优化，星光级sensor一般需要到最高ISO 204800，跟ISO联动的的BayerNR、Demosaic、sharpen、YUVNR、3DNR、Dehaze、enhance、等算法模块除了开放出来的Mipi接口参数会跟ISO联动外，内部都还有默认的参数也会根据ISO联动变化。

线性模式调试的场景主要包括实验室静态场景和室外实际场景，一般利用实验室静态场景模拟各个ISO的场景，然后将各个照度下的亮度、色彩、通透性、清晰度、和噪声等调试合理。然后在这基础上，需要在实际场景中根据IPC的不同应用场景进行微调，需要覆盖交通路口的白天和夜晚场景、室外夜晚低照度场景、室外白天纹理细节丰富场景包括晴天与阴天天气，室外傍晚夕阳细节纹理丰富场景等。线性模式具体的调优场景顺序如图3-3所示。



图 3-3 线性模式图像调优场景图

线性模式ISP图像质量关注维度调试的基本流程如图 3-4所示。



图3-4 图像质量关注维度调试流程图

亮度维度：

亮度维度的主要调试模块为AE,主要包括AE的目标值的调优，AE Route的调优、AE的权重表调优、AE的收敛速度和平滑性的调优等。调整AE前需要准备的环境：黑电平标定正确、Shading标定完成、AWB和CCM标定正确、不同模式预设一组Gamma参数等。

步骤1：AE调节的第一步就是确定AE的权重表。AE的权重表决定AE曝光的兴趣区域，不同的应用需求，AE的权重表也会有差异，一般针对IPC应用场景，场景关注的主体为画面的中间部分，建议将画面中间部分的ae权重表设置高于周边部分。图3-5为AE权重表的示例：

AecGridWeight				
GridWeightMode: NightGridWeight				
0	2	5	2	0
2	7	10	7	2
3	10	14	10	3
2	7	10	7	2
0	5	8	5	0

图3-5 AE权重表

步骤2：在确定AE权重表的基础上，接下来需要确定AE的Route,该route主要决定曝光量的分配方式即曝光时间和增益的分配。不同场景需要设置不同的AE route,如需要关注快速运动物体，需要优先使用增益和限制曝光时间，如白天场景抓拍车牌，一般需要将曝光时间限制为2~4ms,此时曝光量优先分配在增益上面，如夜晚低照度场景，此时需要为了平衡画面的噪声表现，需要将曝光量适当优先分配在曝光

时间上面。

步骤3：在确定AE权重和AE Route基础上，接下来就是根据不同的曝光量下调节AE的目标值，针对实验室静态场景，AE目标值的调试标准是画面中心最高量区域无明显过曝，如图3-6 静态场景示意图，中间的纹理卡，陶瓷咖啡杯不能过曝，边角枯叶图和玫瑰花亮度合理。AE目标值主要涉及到SetPoint，DynamicSetpoint调节以及AE背光模式的选择。



图3-6 静态场景示意图

步骤4：最后需要调节AE的收敛速度和AE平滑性，AE收敛速度和AE平滑性是一对平衡点。在防止AE出现震荡的前提下，可以适当提高AE的收敛速度，尤其针对行车记录仪和运动DV应用场景，需要适当提高AE收敛速度来适应场景的剧烈变化。AE的收敛速度和收敛稳定性一般可以通过实验室静物场景开关灯进行测试。

AE模块的具体参数调节可以参考本文档AE模块介绍中关于AE的描述章节。需要注意的是LSC模块也会影响图像的亮度，所以LSC建议根据ISO进行联动衰减，避免在照度稍低的情况下会带来图像暗角的噪声变大。

----结束

色彩维度：

在AE调节合理的基础上面，接下来主要调节色彩相关的参数，主要涉及的模块有AWB和CCM。颜色前需要准备的环境：黑电平校正准确、LSC标定完成、AE模块参数调试合理。

步骤1：需要在实验室灯箱场景抓取七组不同色温 (D75、D65、D50、TL84、CWF、A、HZ) 下24色卡的raw标定获取AWB静态白平衡系数，生成白平衡白点条件框。具体详情可以参考《Rockchip_IQ_Tools_Guide_ISP2x v1.1》第四章第四小节。

步骤2：利用AWB标定用的RAW图，用工具生成对应光源对应饱和度下的CCM矩阵。

在此之前需要确认使用的gamma曲线，一般默认gamma2.2，如果对gamma有特殊需求需要先填好gamma曲线。操作界面参考如下：

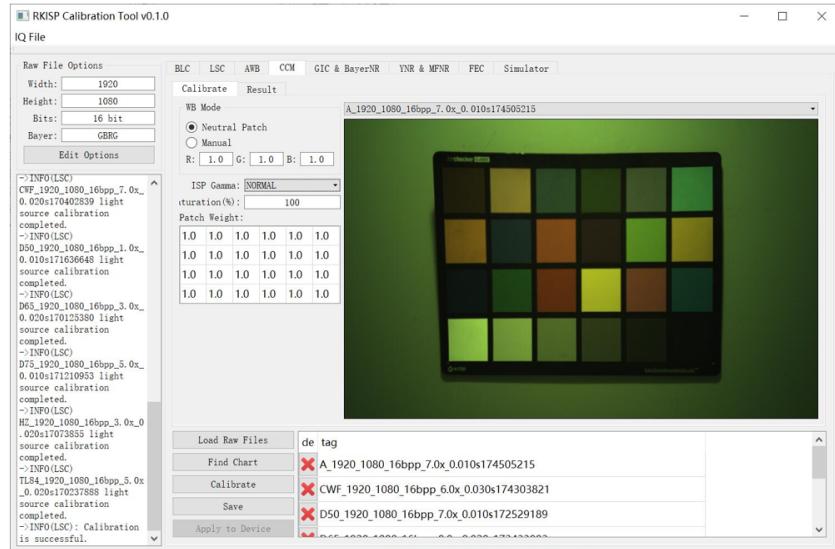


图3-7 CCM标定界面

步骤3：做完步骤1、2后我们便可以在标准灯箱里面拍摄各个光源的24色卡图片，用imatest软件测试24色卡的颜色指标。如果指标满足需求，可以初步确定标定得到的AWB参数和CCM矩阵满足需求。

步骤4：AWB和CCM模块的参数合理性，还需要大量的实际应用场景的测试和调试。通常实际应用场景包括典型室外场景，包括顺光，背光，阴天，夕阳，夜晚，以及混合光源等场景。如果场景中有灰色块且还原不准确，需要调整AWB参数，场景中出现个别颜色偏色，过饱和或者偏淡，建议优先调试CCM的参数。针对混合光源应用场景，需要调节AWB中的场景检测参数，针对实际场景中人物肤色还原不准确，需要调整CCM参数或者3DLut参数。

AWB和CCM模块的具体调优需要参考《Rockchip_Color_Optimization_Guide_ISP2xV1.0》

---- 结束

对比度维度

在亮度维度和颜色维度合理的基础上，接下来主要优化对比度维度。影响对比度的模块主要包括Gamma、Dehaze、Enhance等，一般重点还是在不同场景下的Gamma参数调节，Dehaze和Enhance为辅助模块。

调整对比度前准备环境：黑电平校正正确、LSC标定完成、AE曝光调整合理、AWB和CCM参数标定合理。

步骤1：调整gamma参数，该参数是影像图像对比度的基本模块，以静态实景为例，通过调整Gamma参数达到画面中间亮区肤色卡和边缘立体植物亮暗纹理都不发生损失，且画面的对比度视觉感受上比较好。具体如下图所示。



图3-8 静态场景Gamma曲线影响的区域示例

步骤2：在调整好Gamma参数的基础上，如果对图像的对比度有更高的要求，可以调节Dehaze或者Enhance来提升对比度。对于Dehaze和Enhance的调节说明请参考4.21 “Dehaze”和4.22 “Enhance”章节。

步骤3：在优化完对比度相关参数的基础上，需要对整体对比度效果进行客观测试，在D65光源环境下测试灰阶卡，观察灰阶数是否能达到18阶以上，同时用imatest测试是否能达到14steps。

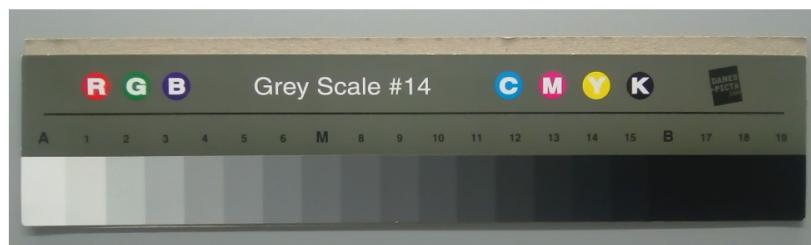


图 3-9 实验室灯箱D65光源环境下的灰阶卡示例图以及imatest分析结果

步骤4：在实际静态场景中，需要根据不同应用场合以及不同照度分别去调整Gamma, Dehaze, Enhance等参数，以达到各个场景下的对比度均衡。当然正常照度和低照度下，对比度调试风格会有一定的差异，比如夜间模式下，Gamma会适当的压低暗区来减轻暗区噪声的负担。

清晰度和噪声维度

清晰度和噪点是一对平衡点，由于照度不同，图像的噪声表现也不一样，正常低照度下，画面的噪点会比较严重，非常影响视觉感受，因此我们会适当牺牲清晰度的要求，因此清晰度和噪声的参数需要根据不同ISO的场景进行联动控制。

清晰度和噪声维度的调试，建议先以清晰度优先，在降噪前将该锐化的细节表现出来，如果在实际点播环境下调试，需要把编码的码率设置高且3DNR的等级降到最低，观察静止画面的细节有没有锐化出来。在清晰度满足要求的前提下，再去调试降噪模块，最终达到清晰度和噪声的平衡。

调整清晰度和噪声前准备环境：黑电平校正正确、LSC标定完成、AE曝光调整合理、AWB和CCM参数标定合理、Gamma/Dehaze/Enhance 等调整合理。

影响清晰度和噪声的模块主要包括Bayer NR、Demosaic、DPCC、YNR、UVNR、3DNR、sharpen、Edgefilter等。

步骤1：图像的基本纹理细节的第一道关口就是Demosaic。在调试该模块前，我们需要确认：黑电平标定准确、RawNR标定合理、AWB/CCM等标定合理。

首先我们需要在实验室灯箱环境D65光源下ISO50下对着解析度卡调试Demosaic参数，使得解析度卡的解析力满足客观指标要求，同时需要在ISO50环境下查看静态场景中星图的高频纹理是否能插值出来，以此进行来回迭代。接着需要对其他ISO进行相同的调试，以此来平衡高频噪声和插值出来的噪声以及清晰度是否合适。图3-10所示为D50光源环境下的解析度卡的示意图。其中红框为4:3视场用，蓝框为中心关注区域。Demosaic的具体调试方法请参考4.4 “Demosaic”章节。

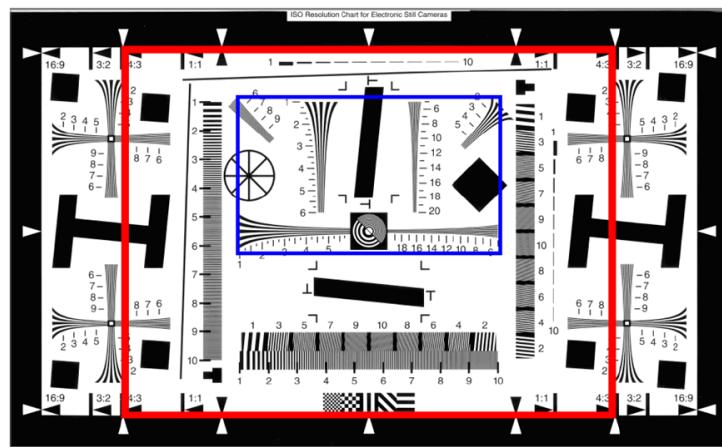


图 3-10 实验室灯箱D65光源环境下清晰度卡示意图

步骤2：在Demosaic的参数调试合理之后，接下来重点联调BayerNR, YNR, UVNR, 3DNRI以及Sharpen 和DPCC模块。

在调试Bayer NR 模块前确认：黑电平标定准确、RawNR标定合理、AWB/CCM等标定合理。

Bayer NR 作为最前级的噪声处理模块，不宜将强度开的过大，否则会损失画面的清晰度。Bayer NR的具体调优方法请参考4.5 “Bayer NR”章节。

步骤3：YNR和UVNR是需要重点调试的降噪模块，对于画面的高频，低频，中频噪声，YNR都可以独立控制力度大小，而UVNR则用来去除彩色噪点，其力度大小并不会影响清晰度，但是力度过大导致色彩失真。YNR与UVNR的具体调优方法请参考4.6 “YNR与UVNR”章节。

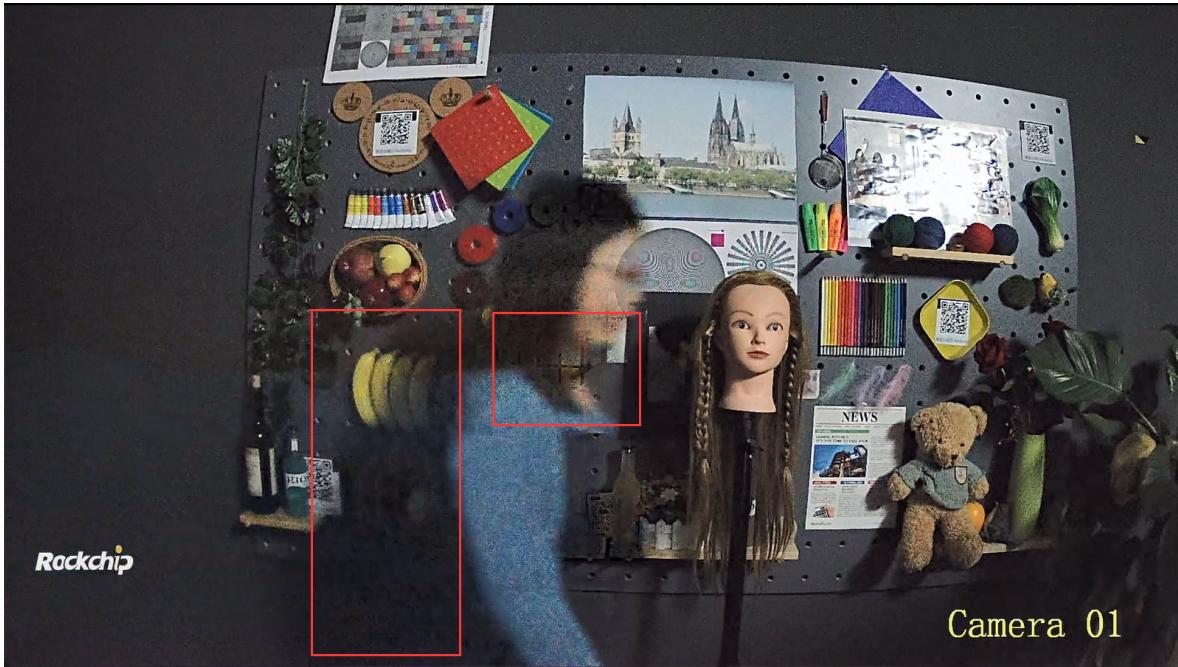
步骤4：sharpen与Edgefilter 的调试准则主要将图像的纹理细节和边缘锐度调到合适，以实验室静态场景为例，sharpen与Edgefilter这两个模块需要将图像在经过3DNR之前将静止物场景的绿藤、绿藻、小熊、麻绳等细节锐化出来，同时还要把中心的圆圈星图等强边缘锐化出来。具体如下图所示。sharpen与Edgefilter的具体调优方法请参考4.7 “sharpen与Edgefilter” 章节。



图 3-11 静态场景ISO50 需要关注锐化纹理示意图

步骤5：DPCC去动态坏点强度只需要在照度稍微低的场景确认清楚即可。照度好的场景建议DPCC的等级开弱点。DPCC的具体调试方法请参考4.8 “DPCC”章节。

步骤6：3DNR 是整个噪点与清晰度平衡的关键点，主要包括 DEC,REC还有NR调节。该模块把噪声分解成不同频段然后分别去除后再融合。在优化3DNR的时候我们要关注运动物体的边缘，运动物体的拖影程度，以及整体噪声的可接受程度。如下图的红框所示，人物的运动模糊状态和整体噪声需要做一个平衡。3DNR的具体调试方法请参考4.9 “3DNR”章节。



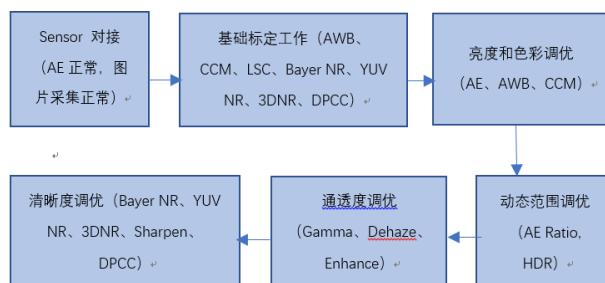
3-12 3DNR测试点示意图

步骤7：以上各个步骤完成之后，需要在各个ISO下综合测试最后的效果，必要时候需要做微调，以达到整体的清晰度和噪声的平衡。

----结束

3.1.2 HDR 模式图像质量调优

针对HDR模式，图像质量主要关注以下维度：动态范围、亮度、清晰度和噪声、通透性、色彩还原以及运动拖尾的表现等方面，其中亮度涉及的模块主要有AE、LSC；动态范围主要取决于曝光比控制，清晰度和噪声主要涉及到的模块有Bayer NR、Demosaic、DPCC、YNR、UVNR、3DNR、sharpen、Edgefilter等；通透性主要影响模块有Gamma、Dehaze、Enhance等；色彩还原涉及到模块有AWB、CCM、3DLUT；运动拖尾的严重程度取决与HDR参数的控制和曝光比。HDR典型的应用场景大部分都是包含背光下的人脸获取或者强光下的车牌获取。HDR模式图像调优的整个架构图如图3-13所示。



3-13 HDR模式图像调优架构图

HDR 模式图像质量调优前，需要进行Sensor的对接和镜头模组的标定，其中关于sensor对接步骤可以参考3.1.1小结中关于Sensor对接的阐述。镜头模组的标定中AWB、Shading、Bayer NR等模块可以参考线性模式的参数标定，如果sensor的HDR模式是HCG/LCG模式，则需要跟进不同的模式分别标定Bayer NR、YUV NR、3DNR等模块。由于CCM是在HDR TMO之后，TMO模块破坏了数据的线性关系，所以HDR模式下的CCM，需要做适当的调整：

- 1) 饱和度标定值在80%~90%左右即可；
- 2) 如果出现个别颜色表现突兀，可以通过3D lut进行微调。
- 3) 适当减小TMO模块对于亮度的大幅度提升，降低对色彩还原的影响。亮度不足时可以考虑采用Gamma模块与HDR TMO联调。

在完成Sensor对接和Sensor镜头标定之后，接下来主要针对HDR模式图像质量关注的维度进行图像调优。

HDR 背光场景提升人脸亮度应用场景调试指南

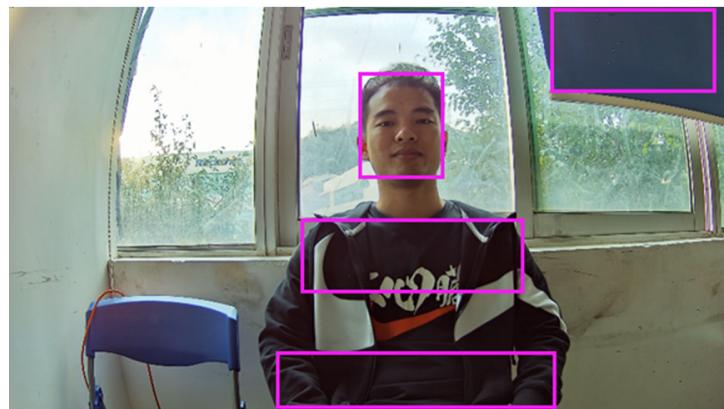
亮度维度：

HDR的亮度维度，这里主要是指AE曝光的合理性，主要还是通过调试AE模块，AE模块具备HDR AE与线性AE两个子控制模块。HDR AE与线性AE的差异部分在于主要在于调整AE的曝光比来决定长帧和短帧的曝光时间。这里重点介绍HDR AE曝光比的调试，AE其他参数包括AE的权重表、AE Route、AE目标值以及AE的收敛速度和平滑性具体可以参考3.1.1“线性模式图像质量调优”的亮度维度小节。

HDR AE的曝光比决定HDR模式图像的动态范围，因此不同的场景动态范围使用HDR模式，HDR AE的曝光比需要自适应调节。HDR AE曝光比的模式支持自动曝光比模式，所谓的自动曝光比，就是HDR AE会根据场景的直方图自动计算场景的动态范围而得到一个合理的曝光比，曝光比的合理性体现在亮区细节不过曝且长帧亮度合理。HDR AE以长帧曝光为基准，通过曝光比来决定短帧曝光。

HDR模式下，场景的亮区优先采用短帧图像，暗区使用长帧图像。背光场景下，人脸处于场景的暗区，提升人脸亮度的步骤建议如下：

1. 通过调整AE参数包括权重表、AE Route、AE长帧目标值等来提升长帧图像的亮度。
2. 通过调整HDR TMO模块参数包括DetailsLowLight来针对暗区亮度进行提升。
3. 通过限制最大曝光比来控制图像动态范围，一定程度上也会轻微提升暗区亮度。

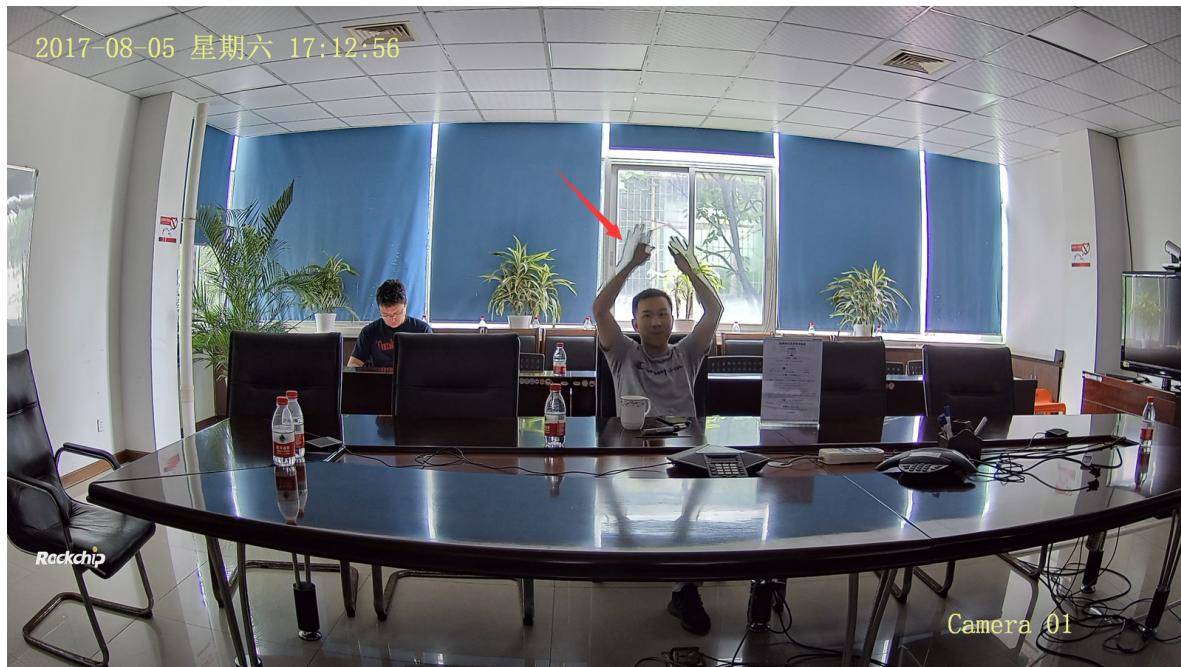


3-14 长帧暗区示意图

合成区域的运动拖尾维度：

HDR模式影响合成区域的图像分别来自长帧与短帧。运动拖尾原理上是因为长帧与短帧曝光时刻存在时间差，图像内容出现运动导致的。针对该维度的调节主要HDR模块以及HDR AE的曝光比，曝光比越大，合成区域出现运动拖尾的概率越大。

1. 兼顾场景动态范围与运动拖尾，调试合理的HDR AE曝光比。
2. 同样曝光比条件下，通过调整短帧的曝光时间来减小长短帧时间的曝光时延，进而减小拖尾程度。
3. 通过调整HDR MERGE模块包括OECurve_XXX, MDCurve_XXX参数，降低合成区域因为运动误用短帧的概率，进而减轻运动拖尾的情况。



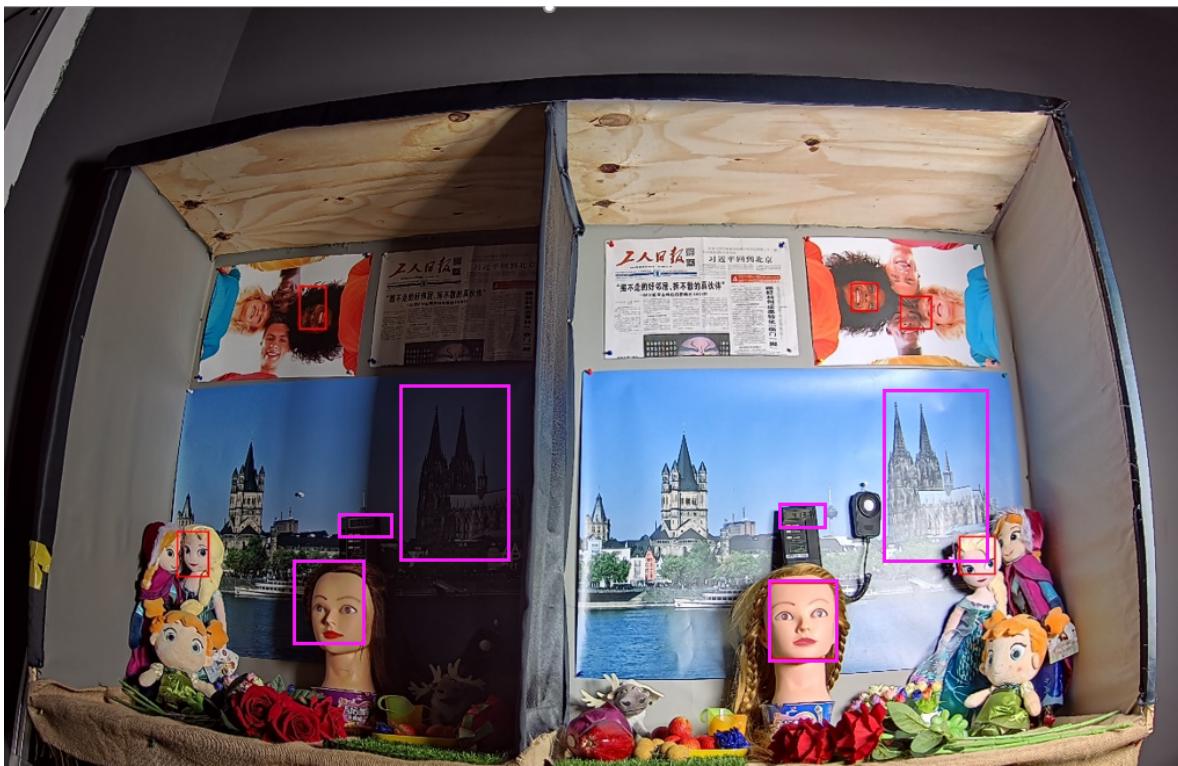
3-15 HDR合成区域运动拖尾示意图

场景动态范围维度：

HDR模式影响图像动态范围包括：AE的曝光比、HDR TMO模块以及Gamma模块。调试TMO模块的入口条件：黑电平标定正确、Shadimng标定完成、AE模块调试合理、AWB和CCM标定完成、预设一组Gamma参数。

- HDR TMO模块支持Global TMO、Local TMO。Local TMO动态范围整体更优，但是由于滤波窗口偏小，图像中亮暗交界区域对比度拉伸形成边线。调整TMO模块包括TmoContrast参数来调整二者效果的混合叠加，平衡最终的效果。推荐值在0.3左右。

如图3-14所示，在隔开的箱子里布置类似的场景，放入照度计，在箱子两边45度放置可调光LED补光灯，这样便可以模拟不同动态范围的场景。



3-14 动态范围调优场景示意

色彩维度：

请参考线性模式下的色彩调试方法；注意，HDR模式下由于有Tonemap，所以颜色的表现跟线性有略微差别，建议标定完后，根据情况适当降低饱和度。

对比度维度：

请参考线性模式下的对比度调试方法；

清晰度和噪声维度：

请参考线性模式下的清晰度和噪声调试方法；

4 模块介绍

该章节主要介绍各个模块的功能以及参数说明，其中参数以XML文件的方式存储在firmware中，部分参数可以采用调试工具进行调试。该章节中针对参数说明格式简要描述如下：

“ ”：代表参数为字符串形式

xxx/yyy： 代表yyy元素实体在xml文件中是xxx子元素实体

IPC产品应用多场景运行模式

IPC产品应用需要多种场景运行模式，例如：白天彩色、夜视黑白、高动态范围(HDR)。针对不同的场景的运行模式，各个图像处理模块的效果调试侧重点不同，支持场景运行模式下的参数独立配置的模块如：

- BNR

- YNR
- UVNR
- MFNR
- Edgefilter
- Gamma
- Dehaze & Enhance

4.1 AEC

4.1.1 功能描述

AE模块主要由测光统计模块和AE控制算法模块两部分构成。测光统计模块为AE控制算法模块输入亮度统计信息，亮度统计信息包括直方图统计信息和分块平均亮度统计信息。统计信息主要包含以下几个部分：基于raw图的256段带权重直方图统计信息、基于raw图的分块R/G/B/Y 均值统计信息；基于gamma前RGB图的32段带权重直方图统计信息、基于gamma前RGB图的分块R/G/B/Y 均值统计信息。

AE控制算法模块根据输入的亮度统计信息值，与目标亮度进行比较，计算新曝光量，最后自动分配sensor曝光时间、曝光增益及镜头光圈值，以获得合适亮度的图像。

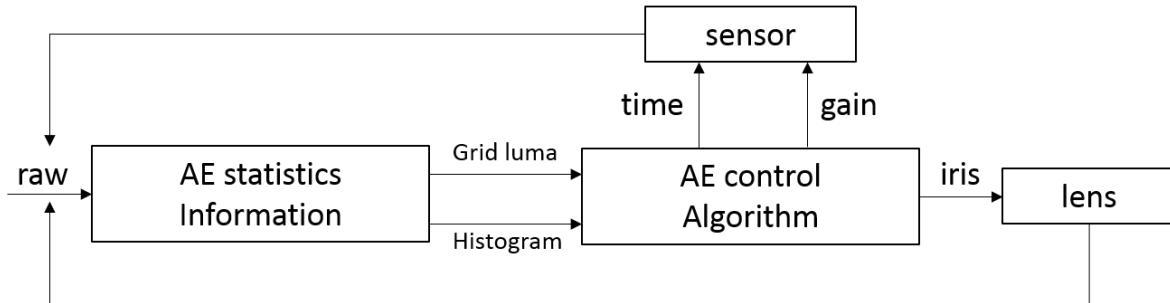


图4-1 AEC模块原理图

4.1.2 关键参数

AEC模块的参数根据功能，大致分为公共功能控制参数、线性曝光调试参数模块、HDR曝光调试参数模块。此外本章节还将介绍与曝光相关的系统参数SensorInfo参数、System参数，其具体功能详见模块说明。

4.1.2.1 AEC模块公共功能控制参数

Enable

【描述】

AEC模块开关功能。0：打开；1：关闭

【注意事项】

- 不建议关闭AEC模块，由于ISP中众多模块需要用到AEC模块的结果值，可能导致出错。

AecRunInterval

【描述】

Ae算法运行间隔，取值范围[0,255]，默认值为0。取值为0时，每帧运行AE；取值为1时，每隔1帧运行AE；以此类推。

建议该值不宜过大，否则可能导致AE响应速度慢，不平滑

AecOpType

【描述】

曝光模式，分为自动曝光(AUTO)模式/手动(MANUAL)曝光模式。

手动曝光模式需要与AecManualCtrl一起配合，进行手动曝光值的设置。

HistStatsMode

【描述】

Aec模块直方图统计模式。共五种模式分别为：Y/R/G/B/RGB，默认为Y模式。

RawStatsMode

【描述】

Aec模块亮度统计模式。共四种模式分别为：Y/R/G/B，默认为Y模式。

YrangeMode

【描述】

Aec模块Y通道Range模式。共两种模式分别为FULL/LIMITED，默认为FULL模式。

AecSpeed

【描述】

自动曝光调节速度属性。

【成员】

成员名称	描述
DampOver	环境亮度稳定，图像亮度高于目标值时对应的曝光调节速度，取值范围[0,1]
DampUnder	环境亮度稳定，图像亮度低于目标值时对应的曝光调节速度，取值范围[0,1]
DampDark2Bright	环境亮度突变，从暗到亮时对应的曝光调节速度，取值范围[0,1]
DampBright2Dark	环境亮度突变，从亮到暗时对应的曝光调节速度，取值范围[0,1]

【注意事项】

- 自动曝光调节阻尼系数，通过调整当前曝光值与当前曝光值的权重，实现曝光速度的调节。最终曝光值 = 当前曝光值 \times DampCoef + 新曝光值 \times (1 - DampCoef)
- 自动曝光调节阻尼系数越大，曝光调节速度越慢，反之越快。为了保证调节过程的平滑，建议调节速度设置在[0.4,0.7]范围内。
- 当环境亮度产生突变时（暗变亮/亮变暗）使用DampDark2Bright/ DampBright2Dark作为速度调节阻尼系数；当环境亮度稳定，AE收敛过程中使用DampOver/DampUnder作为速度调节阻尼系数。建议DampDark2Bright/ DampBright2Dark值小于DampOver/DampUnder，DampDark2Bright值小于DampBright2Dark，DampOver值小于DampUnder。

AecDelayFrmNum

【描述】

自动曝光触发延时属性

【成员】

成员名称	描述
BlackDelay	自动曝光触发延时属性，图像亮度低于目标值超过BlackDelay帧时，Ae开始调节
WhiteDelay	自动曝光触发延时属性，图像亮度高于目标值超过WhiteDelay帧时，Ae开始调节

【注意事项】

- BlackDelay/ WhiteDelay 不宜过大，否则将导致AE触发响应过慢。

AecFrameRateMode

【描述】

自动曝光帧率模式，可分为固定帧率模式与自动降帧模式

【成员】

成员名称	描述
isFpsFix	固定帧率模式的使能，默认值为0，即采用自动降帧模式；值为1时，表示为固定帧率模式。
FpsValue	仅在固定帧率模式下有效，默认值为0时，使用驱动默认帧率；值不为0时，使用设定的帧率值。

【注意事项】

- 固定帧率模式：要求使能isFpsFix。FpsValue为0时，固定使用驱动内的默认帧率；值不为0时，使用设定的帧率值。固定帧率模式下，最大的曝光时间将由帧率和AecRoute中设置的最大曝光时间共同决定。当AecRoute中设置的最大曝光时间超过当前固定帧率的限制，算法内部则会对最大曝光时间进行校正。
- 自动降帧模式：要求isFpsFix置0，此时FpsValue值无效。自动降帧模式的最小帧率由AecRoute中的最大曝光时间和SensorInfo中的CISMinFps共同决定。AecRoute中的最大曝光时间超过CISMinFps所允许的最大曝光时间时，算法内部将对该值进行校正。当前曝光分解后，若曝光时间大于驱动默认帧率所允许的曝光时间，则会通过修改vblank值，实现降低帧率提高曝光时间；若曝光时间小于等于驱动默认帧率所允许的曝光时间，则当前帧率设置为驱动的默认帧率。

AecAntiFlicker

【描述】

自动曝光抗工频闪烁属性

【成员】

成员名称	描述
enable	抗工频闪烁功能使能，该值为1时，开启抗工频闪烁功能，反之则关闭。
Frequency	设置工频，共两种：FLICKER_50HZ和FLICKER_60HZ
Mode	抗工频闪烁功能共两种模式：NORMAL模式，AUTO模式

【注意事项】

- Normal抗闪模式：最小曝光时间以及曝光时间调整步进固定为1/120 s (60Hz) 或1/100 s (50Hz)。因此在高亮度环境下，可能会发生过曝。有灯光的环境，曝光时间可以与光源频率相匹配，可以防止图像闪烁
- Auto抗闪模式：曝光时间根据亮度进行调节，最小曝光时间可以到达sensor最小曝光时间，与normal抗闪模式的区别在于高亮度环境，能够抑制过曝，但抗闪失效。

AecInitValue

【描述】

曝光初始值设置，根据曝光类型分为LinearAE 和 Hdr AE 两套参数。

【成员】

成员名称	描述
LinearAE	线性模式自动曝光初始值属性
InitTimeValue	初始曝光时间值
InitGainValue	初始sensor增益值
InitIspDGainValue	初始ISP数字增益值
InitPIrisGainValue	初始P光圈等效增益值
InitDCIrisDutyValue	初始DC光圈占空比值
HdrAE	Hdr模式自动曝光初始值属性
InitTimeValue	初始曝光时间值
InitGainValue	初始sensor增益值
InitIspDGainValue	初始ISP数字增益值
InitPIrisGainValue	初始P光圈等效增益值
InitDCIrisDutyValue	初始DC光圈占空比值

【注意事项】

- 自动曝光初始值未设置时，采用系统默认值。
- 自动曝光初始值的大小，受自动曝光分解曲线的最大/小值限制。当自动曝光初始值的大小超出或低于自动曝光分解曲线的最大/小值，则用自动曝光分解曲线的最大/小值代替。
- 自动曝光P光圈等效增益初始值，仅在光圈类型为P光圈时有效，默认初始值为P光圈所支持的最大光圈对应的等效增益值。等效增益的含义说明详见AeclirisCtrl模块。
- 自动曝光DC光圈占空比初始值，仅在光圈类型为DC光圈时有效，默认初始值为DC光圈的MaxPwmValue值，此时DC-iris将以最大速度打开光圈。占空比及MaxPwmValue的含义说明详见AeclirisCtrl模块。
- RV1109/RV1126目前不支持ISP数字增益，故InitIspDGainValue无效。

AecGridWeight

【描述】

统计主窗口各个子窗口权重

【成员】

成员名称	描述
DayGridWeights	day模式下窗口（直方图）权重，包含5*5个数组元素
NightGridWeights	night模式下窗口（直方图）权重，包含5*5个数组元素

【注意事项】

- DayGridWeights表示day模式的窗口权重，即未开启夜间模式或无IR功能的模式下使用的窗口权重；NightGridWeights 表示夜间模式或IR开启模式下的窗口权重。夜间模式与IR模式不可同时开启，IR模式的开启需要硬件上的支持。
- RV1109/1126目前硬件可支持5X5和15X15两种规格的权重设置，如果当前权重规格为15x15，则算法内部会进行5X5到15X15的权重扩充。

AecRoute

【描述】

自动曝光分解策略属性。用于设定AE曝光分解路线，AE算法计算得到的曝光量将按照设定的路线进行分配，用户可以根据具体应用的需求，将路线设定为曝光时间优先（快门优先）、增益优先、光圈优先。

【成员】

- LinearAE

成员名称	描述
name	模式名称，分为day模式和night模式
TimeDot	曝光时间节点，单位为s
GainDot	sensor增益节点
IspgainDot	Isp数字增益节点
PIrisDot	光圈等效增益节点

- HdrAE

成员名称	描述
name	模式名称，分为day模式和night模式
L/M/STimeDot	曝光时间节点，单位为s。Hdr 2帧模式时，仅M/STimeDot有效；Hdr 3帧模式时，L/M/STimeDot皆有效。
L/M/SGainDot	sensor增益节点。Hdr 2帧模式时，仅M/ SGainDot有效；Hdr 3帧模式时，L/M/ SGainDot皆有效。
L/M/SIspDGainDot	Isp数字增益节点。Hdr 2帧模式时，仅M/ SIspDGainDot有效；Hdr 3帧模式时，L/M/ SIspDGainDot皆有效。
PIrisDot	光圈等效增益节点

【注意事项】

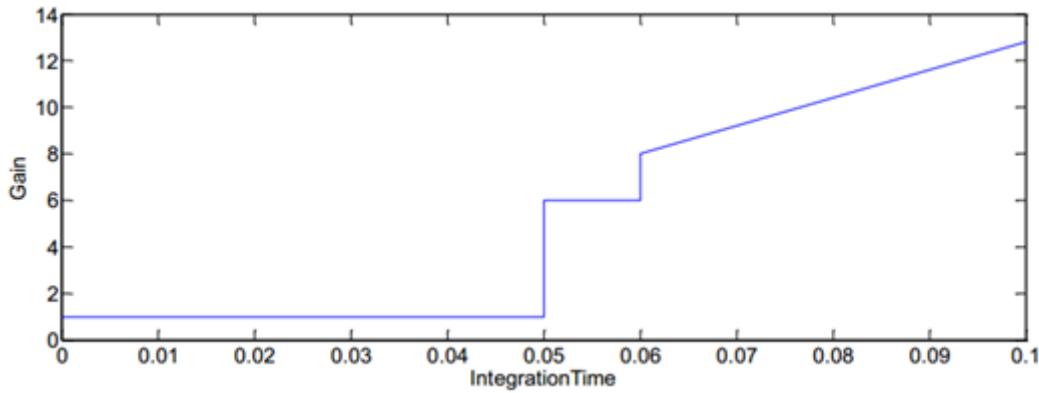


图4-2 曝光分解示意图

- 曝光分解曲线节点个数至多10个，建议至少设置6个节点
- 需要注意的是：HDR 2帧模式下，仅需设置M/STimeDot、M/SGainDot、M/SIspDGainDot，分别对应实际的长短帧；HDR 3帧模式下，需设置L/M/STimeDot、L/M/SGainDot、L/M/SIspDGainDot，分别对应长、中、短帧。设置HDR模式下各帧的sensor曝光时间时，需要合理分配曝光时间，各帧曝光时间的总和不能超过帧率所允许的最大曝光时间！
- 节点的曝光量是曝光时间、sensor增益、ISP数字增益、光圈等效增益等各分量的乘积。节点曝光量必须单调递增，即后一个节点的曝光量必须大于前一个节点的曝光量。第一个节点的曝光量最小，第二个节点的曝光量最大。
- 节点中曝光时间分量的单位为秒，最小值允许为0，实际最小曝光时间代码内部会根据sensor限制进行校正。
- 光圈分量仅支持P-Iris，不支持DC-Iris。P-Iris等效增益分量仅在Airis自动光圈功能使能时有效，否则默认光圈固定为初始值大小。P-Iris等效增益的计算详见AecIrisCtrl模块。
- 设置的曝光分解路线节点不是最终生效的曝光分解路线。系统最终各曝光分量的实际最大/小值由曝光分解节点和手动配置的曝光分量最大/小值共同决定。先对曝光分解路线节点最大/小值做第一次校正，当节点最大/小值不超过sensor或isp的限制时，节点最大/小值不变；当节点最大/小值超过sensor或isp的限制时，节点最大/小值以sensor或isp的限制为准。当手动配置的曝光分量最大/小值为0时，最终生效的曝光分解路线以第一次校正的分解路线为准；当手动配置的曝光分量最大/小值不为0时，且设置的最大/小值不超过sensor或isp的限制时，对曝光分解路线做第二次校正，节点最大/小值以手动设置的范围为准；若设置曝光分量的最大/小值超过sensor或isp的限制时，曝光分解路线曝光分量的节点最大/小值以第一次校正结果为准。
- 如果相邻节点的曝光量增加，则应该只有一个曝光分量增加，其他曝光分量固定。增加的分量决定该段路线的分配策略。例如增益分量增加，其他分量固定，那么该段路线的分配策略是增益优先。
- RV1109/RV1126目前不支持ISP数字增益，故IspgainDot、L/M/SIspDGainDot皆无效。

AecManualCtrl

【描述】

手动曝光参数设置，根据曝光模式分为LinearAE和HdrAE两套参数。

【成员】

成员名称	描述
ManualTimeEn	手动曝光时间使能， 默认值为1
ManualGainEn	手动sensor增益使能， 默认值为1
ManuallspDgainEn	手动ISP数字增益使能， 默认值为1
ManuallIrisEn	手动光圈使能， 默认值为1
TimeValue	手动曝光时间值， 以s为单位， 参数值受sensor限制
GainValue	手动sensor增益值， 参数值受sensor限制
IspDGainValue	手动ISP数字增益值， 参数值受ISP限制
PirisGainValue	手动P光圈等效增益值， 参数值受P光圈设备限制， 取值范围为[1, 1024]
DCIrisValue	DC光圈HoldValue值， 参数值与DC光圈设备有关， 取值范围为[0, 100]

【注意事项】

- 该模块仅在AeOptype = MANUAL时有效。ManualTimeEn, ManualGainEn, ManuallspDgainEn, ManualPirisEn 皆为1时，为手动模式；以上四者中只要任意一项不使能，则为半自动模式；以上四者皆为0，则等同自动模式，系统会报错提醒。
- 手动/半手动模式下，手动曝光时间和增益会受自动模式下的最大/最小曝光时间和增益限制。超出自动曝光限制的范围之后，将使用自动模式下最大/最小值替代。
- ManualIrisEn，手动光圈使能。当光圈类型为P光圈时，仅PirisGainValue有效；当光圈类型为DC光圈时，仅DCIrisValue有效。
- DCIrisValue，手动模式下直接设置电机的PWM占空比值，取值范围[0, 100]。手动模式下若设置为HoldValue值（即AeIrisCtrl中ClosePwmDuty到OpenPwmDuty区间内的值），则DC光圈孔径维持在当前大小；若设置的值大于OpenPwmDuty，则光圈处于打开状态，该值越大打开的速度越大；若设置的值小于ClosePwmDuty，则光圈处于关闭状态，该值越小关闭的速度越大。
- RV1109/RV1126目前不支持ISP数字增益，故ManuallspDgainEn、IspDGainValue皆无效。

AecIrisCtrl

【描述】

光圈控制参数

【成员】

成员名称	描述
Enable	自动光圈功能的使能
IrisType	光圈类型， P (即P-iris光圈) 或DC (即DC-iris光圈)

- PirisAttr

成员名称	描述
TotalStep	P-iris步进电机总步数，具体大小与P-iris镜头有关。
EffcStep	P-iris步进电机的可用步数，具体大小与P-iris镜头有关。
ZerolsMax	P-iris步进电机step0是否对应最大光圈位置，具体取值与P-iris镜头有关。该值为0，代表步进电机位置为step0时，光圈开到最小；该值为1，代表步进电机位置为step0时，光圈开到最大。
StepTable	P-iris步进电机位置与光圈等效增益的映射表，具体数值与P-iris镜头有关。

- DCIrisAttr

成员名称	描述
Kp	比例系数，用于限制光圈剧烈变化时光圈的开关速度，该值越大，光线剧烈变化时光圈打开和关闭的速度越慢。该值过大，调节过程制动就会超前，致使调节时间过长；该值过小，调节过程制动就会落后，从而导致超调增加。该值的合理设置与DC-iris镜头及电路特性有关。建议值为0.5。 取值范围[0, 1]。
Ki	积分系数，用于调节光圈的开关速度，该值越大光圈打开和关闭的速度越大。该值过大，容易出现超调导致振荡；该值过小，光圈调节速度较慢、环境亮度变化较剧烈时容易发生振荡。建议值为0.2。 取值范围[0, 1]。
Kd	微分系数，用于调节光圈的开关速度，该值越大光圈打开和关闭的速度越大。建议值为0.3。 取值范围[0, 1]。
MinPwmDuty	最小PWM占空比，具体大小与DC-iris镜头、电路特性有关，单位为%。该值越小，所支持的光圈关闭速度越快，但容易导致光圈振荡。取值范围[0,100]，默认值为0。
MaxPwmDuty	最大PWM占空比，具体大小与DC-iris镜头、电路特性有关，单位为%。该值越大，所支持的光圈打开速度越快，该值过小，可能导致光圈尚未达到最大时就退出光圈控制。取值范围[0,100]，默认值为100。
OpenPwmDuty	光圈打开时的PWM占空比阈值，当光圈PWM占空比高于（不含）OpenPwmDuty时，光圈处于打开状态。具体大小与DC-iris镜头有关，单位为%。
ClosePwmDuty	光圈关闭时的PWM占空比阈值，当光圈PWM占空比小于（不含）ClosePwmDuty时，光圈处于关闭状态。具体大小与DC-iris镜头有关，单位为%。

【注意事项】

- 自动光圈功能关闭时，对于DC-iris光圈，默认会打开到最大；对于P-iris光圈，默认会打开到最大光圈所对应的步进电机位置。如想改变上述光圈位置，可至AecInitValue模块中修改InitPIrisGainValue、InitDCIrisDutyValue。
- 自动光圈Airis算法的基本控制流程如下：
针对DC-iris镜头，Airis根据当前亮度与目标亮度的偏差值，控制DC-iris镜头的光圈大小。当曝光达到最小值时，且当前亮度超出目标亮度容忍度范围，将退出AE控制，曝光时间及曝光增益固定不变，进入Airis控制范围。若当前画面亮度稳定且DC-iris的PWM占空值大于OpenPwmDuty时，认为当前光圈达到最大，退出Airis光圈控制，控制权交由AE。

针对P-iris镜头，光圈控制通过AecRoute模块进行。P-iris镜头的光圈大小换算为等效增益，参与曝光分解计算。

- P-iris的步进电机位置与光圈等效增益映射表StepTable一般根据镜头厂家提供的步进电机位置与光圈孔径对应关系制作。P-iris的控制是通过AE的AecRoute模块来控制的，该模块将光圈孔径大小换算成等效增益，因此要求P-iris的光圈控制需要具有较好的线性度。等效增益的取值范围为[1,1024]，用等效增益1024表示F1.0,等效增益512表示F1.4，以此类推，等效增益1表示F32.0。制作表时，需要将步进电机位置对应的光圈孔径换算为等效增益，填入StepTable中，并固定按照步进电机位置递增（即step0、step1.....stepN）的顺序填入。
- TotalStep表示P-iris步进电机总步数，具体大小与P-iris镜头有关。EffcStep表示P-iris步进电机的可用步数，一般要求小于TotalStep。因为靠近光圈关闭端的位置，其对应等效增益的值误差较大，光圈调节过程中容易出现振荡，所以通常不会使用光圈关闭端附近的步进位置。
- 表4-1为P-iris步进电机位置与光圈孔径和等效增益的对应表，以此表为例来说明StepTable该如何设置。表4-1中第1-2、4-5列的步进电机位置step和光圈孔径面积的对应关系为某镜头原厂提供。该款P-iris镜头的步进电机调节总步数为81，step0时对应的光圈孔径最大，标称最大光圈数为1.4。光圈数为1.4时对应的等效增益为512，故step0处对应的等效增益为512。其他孔径面积对应的等效增益，此处以step3为例，计算方式如下：step3的孔径面积为195.869，对应等效增益= $512 * (195.869 / 201.062) = 499$ （四舍五入）。以此类推，其他步进电机位置对应的等效增益值也可据此算出。从表1-1中可知，步进电机位置靠近关闭端时，对应的孔径面积很小，与最大的孔径面积相差可达几千倍，对应的等效增益值误差较大，因此建议靠近光圈关闭端的步进电机位置不要使用，以免因为误差导致曝光振荡。将表中各步进电机位置对应的等效增益按照步进电机位置递增（即step0、step1.....stepN）的顺序填入StepTable。
- DC-iris的OpenPwmDuty与ClosePwmDuty取值需要进行实测，其具体值与DC-iris镜头相关。对于部分镜头，存在当PWM占空比大于OpenPwmDuty时，光圈执行打开操作；当PWM占空比小于OpenPwmDuty时，光圈执行关闭操作；当PWM占空比大于等于ClosePwmDuty且小于等于OpenPwmDuty时，光圈稳定在当前位置，该区间内的值皆为HoldValue。另存在某些镜头，只存在一个光圈开关的阈值，即当PWM占空比大于该阈值时，光圈执行打开操作；当PWM占空比小于该阈值时，光圈执行关闭操作；当PWM占空比等于该阈值时，光圈稳定在当前位置，该阈值即为HoldValue。此时可令ClosePwmDuty = OpenPwmDuty = HoldValue。
- 光圈的手动模式参数设置与曝光的手动模式一致。需要使用手动光圈功能时，需将AecOpType设置为手动模式，并使能AecManualCtrl模块中的ManuallRisEn参数。当IrisType为P-iris时，仅PirisGainValue有效；当IrisType为DC-iris时时，仅DCIrisValue有效。

表4-1 P-iris步进电机位置与光圈孔径和等效增益的对应表

Step	孔径面积(mm ²)	等效增益	Step	孔径面积(mm ²)	等效增益
0	201.062	512	41	56.653	144
1	200.759	511	42	53.438	136
2	198.583	506	43	50.282	128
3	195.869	499	44	47.188	120
4	192.879	491	45	44.159	112
5	189.677	483	46	41.197	105
6	186.293	474	47	38.307	98
7	182.744	465	48	35.49	90
8	179.035	456	49	32.751	83
9	175.271	446	50	30.093	77
10	171.484	437	51	27.519	70
11	167.681	427	52	25.034	64
12	163.865	417	53	22.642	58
13	160.036	408	54	20.347	52
14	156.198	398	55	18.154	46
15	152.351	388	56	16.068	41
16	148.499	378	57	14.096	36
17	144.642	368	58	12.245	31
18	140.783	359	59	10.522	27
19	136.925	349	60	8.935	23
20	133.069	339	61	7.484	19
21	129.217	329	62	6.169	16
22	125.371	319	63	4.987	13
23	121.535	309	64	3.936	10
24	117.709	300	65	3.014	8
25	113.897	290	66	2.22	6
26	110.1	280	67	1.55	4
27	106.321	271	68	1.003	3
28	102.562	261	69	0.577	1
29	98.826	252	70	0.268	1

Step	孔径面积(mm ²)	等效增益	Step	孔径面积(mm ²)	等效增益
30	95.115	242	71	0.075	0
31	91.431	233	72	close	0
32	87.777	224	73	close	0
33	84.156	214	74	close	0
34	80.569	205	75	close	0
35	77.02	196	76	close	0
36	73.51	187	77	close	0
37	70.043	178	78	close	0
38	66.621	170	79	close	0
39	63.247	161	80	close	0
40	59.923	153			

AecDNSwitch

AEC调试参数随白天、夜晚模式进行切换的功能配置。

【成员】

DNTrigger：参数切换使能。

0：AEC参数不随白天、夜晚模式进行切换，默认固定使用白天参数；

1：AEC参数随白天、夜晚模式进行切换。

【注意事项】

- AecDNSwitch模块并非判断白天夜晚模式的模块，目前白天夜晚场景的判断由CPSL模块负责，具体可详见CPSL模块参数说明。
- AecDNSwitch模块目前仅DNTrigger成员有效，表示AEC参数切换的使能。
- 目前AEC模块中仅权重参数和曝光分解参数支持随白天/夜晚模式切换。

4.1.2.2 AEC模块线性曝光调试参数

RawStatsEn

【描述】

线性曝光支持使用Raw域统计亮度或RGB域统计亮度来计算曝光，根据具体应用需求可以切换。默认使用raw图统计值，即该位置1.

- RawStatsEn = 0，表示使用RGB图（gamma前）的统计值计算曝光
- RawStatsEn = 1，表示使用raw图（已减黑电平，并乘上白平衡gain值）的统计值计算曝光

SetPoint

【描述】

day模式下，自动曝光调节时的目标亮度值，取值范围[0,255]

NightSetPoint

【描述】

night模式下，自动曝光调节时的目标亮度值，取值范围[0,255]

EvBias

【描述】

自动曝光调节时，曝光量的偏差百分比，单位为%，取值范围为[-200,+200]

用于特殊场景下对（固定/动态）目标亮度值（SetPoint/NightSetPoint）进行调整。真实生效目标亮度为（SetPoint/ NightSetPoint）*（1+EvBias/100）

ToleranceIn/Out

【描述】

自动曝光调节时，画面亮度的容忍度。单位为%，取值范围为[0,100]

当自动曝光收敛时画面亮度值B应在 [真实生效目标亮度 X (1-容忍度/100) , 真实生效目标亮度 X (1+容忍度/100)] 范围内。

ToleranceIn代表曝光未收敛时的容忍度，ToleranceOut代表曝光收敛时的容忍度。建议ToleranceIn < ToleranceOut，可避免曝光变动过于灵敏，用于稳定曝光。

StrategyMode

【描述】

自动曝光策略模式，高光优先或低光优先

【注意事项】

- 该参数暂无效

DySetPointEn

【描述】

动态目标亮度值使能开关。值为1时，采用动态目标亮度值，值为0时，使用固定目标亮度值，动态目标亮度值失效。

DynamicSetpoint

【描述】

动态目标亮度值设置。DySetPointEn = 1 时有效。

【成员】

成员名称	描述
name	模式名称，分为day模式和night模式
ExpLevel	动态曝光量节点属性，节点值为当前曝光量与最大曝光量的比值，取值范围为[0,1]，至多可设置10个节点。
DySetpoint	动态目标亮度值节点属性，节点值随曝光量动态变化，曝光量节点值越大，目标亮度节点值越小，并与曝光量节点一一对应，至多可设置10个节点。

【注意事项】

BackLightCtrl

【描述】

背光补偿功能，即背光场景下，支持背光暗区的亮度抬亮，重现暗区细节。

【成员】

成员名称	描述
Enable	模块使能位，1：使能，0：关闭
MeasArea	暗区检测区域，共包含6种模式：AUTO, UP, BOTTOM, LEFT, RIGHT, CENTER
LumaDistTh	区域增长容忍度。
OEROILowTh	过曝区域亮度最低值,用于区分过曝区域与非过曝区域
LvHighTh	环境亮度高阈值
LvLowTh	环境亮度低阈值
ExpLevel	动态最大曝光值百分比，最大支持6个节点。ExpLevel =Exp/MaxExp
NonOEPdfHighTh	非过曝区域占比阈值（0~1），最大支持6个节点。与ExpLevel一一对应。
LowLightPdfTh	暗区占比阈值（0~1），最大支持6个节点。与ExpLevel一一对应，随着ExpLevel增大而增大。
TargetLLLuma	动态暗区亮度目标值，与ExpLevel一一对应,随着ExpLevel增大而减小。

【注意事项】

- 背光补偿功能中重要的一步是需要确定处于背光的暗区位置（感兴趣区域），继而通过提升曝光抬亮暗区亮度。背光暗区的检测分为自动模式和手动模式，在MeasArea中进行配置，共包含6种模式：AUTO, UP, BOTTOM, LEFT, RIGHT, CENTER。当MeasArea配置为AUTO时，即代表背光暗区采用自动检测模式。当MeasArea配置为UP, BOTTOM, LEFT, RIGHT或CENTER时，代表手动模式，暗区位置以手动设定为准。
- 当MeasArea配置为AUTO时，会根据子窗口的亮度分布和当前场景背光概率，寻找暗区。当前场景的背光概率，主要由3个因子组成：环境亮度因子（Lv_fac）、暗区占比因子（DarkPdf_fac）、对比度因子（Contrast_fac）。与3个因子相关的参数说明见后文。
- 环境亮度Lv=meanluma/exp/1000 (exp=gain*time,unit: s)
LvHighTh: 环境亮度高阈值，该值越大，则越不容易触发背光补偿，反之，则容易触发背光补偿。等价于区分室内室外的环境亮度阈值，建议LvHighTh=setpoint/(室外曝光)。当MeasArea配置为AUTO时，该参数有效。
LvLowTh: 环境亮度低阈值，该值越大，则越不容易触发背光补偿，反之，则容易触发背光补偿。等价于区分室内亮暗环境的环境亮度阈值，建议LvHighTh=setpoint/(室内暗环境曝光)。当MeasArea配置为AUTO时，该参数有效。
以上环境亮度的高低阈值用于计算环境亮度因子。
- LowLightPdfTh 暗区占比阈值，影响暗区占比因子计算。暗区占比之不宜过大，否则容易触发背光补偿，导致室内环境出现亮度过量情况。建议亮环境暗区占比阈值控制在20%以内，随着环境亮度降低，暗区占比阈值增大。当MeasArea配置为AUTO时，该参数有效。

- 当MeasArea配置为UP, BOTTOM, LEFT, RIGHT或CENTER时，代表手动模式，暗区位置以手动设定为准。当指定区域亮度低于暗区目标亮度值时，加大曝光提升指定区域亮度；当指定区域亮度高于暗区目标亮度值时，说明此时指定区域不是暗区，或者当前场景不是背光场景，那么曝光的增减改由全局亮度决定。即该模式下背光补偿仅在指定区域的亮度低于暗区目标亮度值时开启。
- TargetLLuma暗区亮度目标值。暗区亮度目标值不要超过全局亮度目标值的**50%**，建议控制在全局目标亮度的**40%~50%**，否则可能出现背光场景下亮度过亮的现象。MeasArea配置为任意值，该参数皆有效。

OverExpCtrl

【描述】

强光抑制模块，降低曝光减轻画面过曝程度。

【成员】

成员名称	描述
Enable	模块使能位，1：使能，0：关闭
HighLightTh	高亮区域的亮度阈值，取值范围[0,255]
LowLightTh	低亮区域的亮度阈值，取值范围[0,255]
MaxWeight	最大权重值
OEPdf	过曝区域占比，共设置有6个节点，占比值从小到大变化，取值范围[0,1]
HighLightWeight	高亮区域权重，共设置有6个几点，与过曝区域占比节点相对应，最大值受MaxWeight限制。
LowLightWeight	低亮区域权重，共设置有6个几点，与过曝区域占比节点相对应，最大值受MaxWeight限制。

【注意事项】

- HighLightTh表示高亮区域的亮度阈值，亮度高于该阈值的区域皆视为高亮区域，对应权重为HighLightWeight。LowLightTh 表示低亮区域的亮度阈值，亮度低于该阈值的区域皆视为低亮区域，对应权重为LowLightWeight。亮度位于LowLightTh与HighLightTh之间的区域，其权重值为LowLightWeight与HighLightWeight的插值。
- HighLightWeight越大，强光抑制的力度越大，反之则越小。LowLightWeight越大，强光抑制的力度越小，反之则越大。建议HighLightWeight控制在1~4范围内，LowLightWeight控制在0.7~1范围内。
- 强光抑制模块，如对任何存在过曝区域的场景都进行强光抑制，则许多场景将出现画面整体过暗的现象。因此HighLightWeight不宜过大，建议随着过曝区域占比的增大，HighLightWeight减小，用以避免强光抑制力度过大，导致画面整体亮度过暗。
- 强光抑制模块开启时，建议同时开启线性TMO功能，防止强光抑制过程中，暗区过暗的问题。

4.1.2.3 AEC模块HDR曝光调试参数

ToleranceIn/Out

【描述】

画面亮度的容忍度。单位为%，取值范围为[0,100]

当自动曝光收敛时画面亮度值B应在 [真实生效目标亮度 X (1-容忍度/100) , 真实生效目标亮度 X (1+容忍度/100)] 范围内。

ToleranceIn代表曝光未收敛时的容忍度，ToleranceOut代表曝光收敛时的容忍度。建议ToleranceIn < ToleranceOut，可避免曝光变动过于灵敏，用于稳定曝光。

StrategyMode

【描述】

自动曝光策略模式，高光优先或低光优先。

【成员】

高光优先：HIGHLIGHT_PRIOR

低光优先：LOWLIGHT_PRIOR

【注意事项】

- 此参数在不同曝光比模式下，表现不同，详见ExpRatioCtrl参数。

EvBias

【描述】

自动曝光调节时，曝光量的偏差百分比，单位为%，取值范围为[-200,+200]。用于特殊场景下对目标亮度值进行调整。真实生效目标亮度为目标值 $X \times (1 + EvBias/100)$ 。

ExpRatioCtrl

【描述】

HdrAE曝光比控制模块。

【成员】

成员名称	描述
ExpRatioType	曝光比模式，仅在Hdr模式多帧合成下有效 AUTO：根据场景，自动计算长短帧的曝光比 FIX：长短帧采用固定曝光比
RatioExpDot	表示曝光量节点，根据曝光量，动态设置曝光比固定值或曝光比最大值，二者一一对应。节点个数最大值为10。
M2SRatioFix	节点个数最大值为10。 ExpRatioType = AUTO时，无效。 ExpRatioType = FIX时，表示中帧与短帧的曝光比，与曝光量节点RatioExpDot一一对应。。
L2MRatioFix	节点个数最大值为10。 ExpRatioType = AUTO时，无效。 ExpRatioType = FIX时，表示长帧与中帧的曝光比,与曝光量节点RatioExpDot一一对应。 Hdr为2帧合成时无效，3帧合成时有效。
M2SRatioMax	节点个数最大值为10。 ExpRatioType = AUTO时，表示中帧与短帧的曝光比动态最大值，与曝光量节点RatioExpDot一一对应。 ExpRatioType = FIX时，无效
L2MRatioMax	节点个数最大值为10。 ExpRatioType = AUTO时，表示长帧与中帧的曝光比动态最大值,与曝光量节点RatioExpDot一一对应。 Hdr为2帧合成时无效，3帧合成时有效。 ExpRatioType = FIX时，无效。

【注意事项】

- ExpRatioType为AUTO，采用自动曝光比模式。2帧模式下，长短帧的最大曝光比受M2SratioMax限制；3帧模式下，中短帧的最大曝光比受M2SratioMax限制，长中帧的最大曝光比受

L2MratioMax限制。最小曝光比无限制，不得低于1。ExpRatioType为FIX，采用固定曝光比模式。2帧模式下，长短帧的曝光比为M2SRatioFix；3帧模式下，中短帧的曝光比为M2SRatioFix，长中帧的曝光比为L2MratioFix。

- 自动曝光比模式，2帧HDR模式下，当AEC控制算法模块求得的长短帧曝光比超过最大曝光比M2SratioMax限制时，根据StrategyMode选择需要优先保证曝光的帧。StrategyMode = HIGHLIGHT_PRIOR，优先保证短曝帧的曝光，长曝帧曝光=短曝帧曝光*M2SratioMax；StrategyMode = LOWLIGHT_PRIOR，优先保证长曝帧的曝光，短曝帧曝光=长曝帧曝光/M2SratioMax。以此类推，3帧HDR模式下，当StrategyMode = HIGHLIGHT_PRIOR，优先保证曝光较短帧的曝光；StrategyMode = LOWLIGHT_PRIOR，优先保证曝光较长帧的曝光。
- 固定曝光比模式，2帧HDR模式下，StrategyMode = HIGHLIGHT_PRIOR，以短曝帧的曝光为准，计算长曝帧曝光，等于短曝帧曝光* M2SRatioFix；StrategyMode = LOWLIGHT_PRIOR，以长曝帧的曝光为准，计算短曝帧曝光，等于长曝帧曝光/ M2SRatioFix。3帧HDR模式时，以此类推。

LongFrmMode

【描述】

HdrAE长帧模式功能控制模块

【成员】

成员名称	描述
Mode	长帧模式，包括：NORMAL/AUTO_LONGFRAME/LONGFRAME NORMAL: 正常Hdr模式。Ae和Hdr合成模块按照手动/自动曝光比进行工作。 AUTO_LONGFRAME: 自动长帧模式。在曝光超过设定的阈值时，长帧曝光时间接近1帧所允许的最大值，合成模块只输出长帧。LONGFRAME: 长帧模式。AE将短帧曝光时间设为最小值，长帧曝光时间接近1帧所允许的最大值，合成模块只输出长帧。
SfrmMinLine	长帧模式/自动长帧模式下，短帧最小曝光行。由于sensor的一些限制，长帧模式下，短帧的最小曝光行可能无法达到sensor允许的最小曝光行，因此需要另行设置。
LfrmModeExpTh	自动长帧模式下，当长帧曝光超过LfrmModeExpTh，切换为长帧模式

LframeCtrl

【描述】

长帧调试参数。HdrAE策略中，2帧模式下，长帧需要兼容一般动态范围场景和背光场景，因此具有两个亮度约束条件：全局目标亮度和暗区目标亮度。在保证长帧全局亮度位于全局目标亮度的容忍区间内同时，要求暗区亮度大于等于暗区目标亮度。

【成员】

成员名称	描述
OEROILowTh	过曝区域亮度最低值,用于区分过曝区域与非过曝区域
LvHighTh	环境亮度高阈值
LvLowTh	环境亮度低阈值
LExpLevel	动态长帧最大曝光值百分比, 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。 ExpLevel =Exp/MaxExp
LSetPoint	动态长帧全局目标亮度值, 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。与 ExpLevel一一对应。
NonOEPdfHighTh	非过曝区域占比阈值 (0~1) , 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。 与ExpLevel一一对应。
LowLightPdfTh	暗区占比阈值 (0~1) , 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。与 ExpLevel一一对应, 随着ExpLevel增大而增大。
TargetLLLuma	动态长帧暗区亮度目标值, 与ExpLevel一一对应, 最大支持10个节点, 建议 不少于6个节点, 随着ExpLevel增大而减小。

【注意事项】

- 环境亮度Lv=meanluma/exp/1000 (exp=gain*time,unit:s)

LvHighTh: 环境亮度高阈值, 该值越大, 则越不容易触发背光补偿, 反之, 则容易触发背光补偿。
等价于区分室内室外的环境亮度阈值, 建议LvHighTh=setpoint/(室外曝光)。

LvLowTh: 环境亮度低阈值, 该值越大, 则越不容易触发背光补偿, 反之, 则容易触发背光补偿。
等价于区分室内亮暗环境的环境亮度阈值, 建议LvHighTh=setpoint/(室内暗环境曝光)。

以上环境亮度的高低阈值用于计算环境亮度因子。

- LowLightPdfTh 暗区占比阈值, 影响暗区占比因子计算。暗区占比之不宜过大, 否则容易触发背光补偿, 导致室内环境出现亮度过量情况。建议亮环境暗区占比阈值控制在20%以内, 随着环境亮度降低, 暗区占比阈值增大。
- 建议暗区目标值不要超过全局目标值的50%, 控制在全局目标亮度的40%~50%, 否则可能出现背光场景下亮度过亮的现象。

MframeCtrl

【描述】

中帧调试参数 (仅Hdr 3帧时有效)

【成员】

成员名称	描述
MExpLevel	动态中帧最大曝光值百分比, 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。ExpLevel =Exp/MaxExp
MSetPoint	动态中帧全局目标亮度值, 最大支持10个节点, 建议不少于6个节点。与ExpLevel一一对应。随曝光增长, 目标值降低。

SframeCtrl

【描述】

短帧调试参数

【成员】

成员名称	描述
SExpLevel	动态短帧最大曝光值百分比，最大支持10个节点 SExpLevel=SExposure/SmaxExposre
SSetPoint	动态短帧全局平均亮度目标值,与SExpLevel一一对应,最大支持10个节点。 同区间内的亮区亮度目标值要求高于对应全局亮度目标值。
TargetHLLuma	动态短帧高亮区均值目标值,与SExpLevel一一对应,最大支持10个节点。
HLLumaTolerance	设置短帧高亮区目标容忍百分比, 单位为%
HLROIExpandEn	短帧高亮区扩展使能。=1, 忽略占比较小的高亮区, 减小高亮区灵敏度; =0, 对所有高亮区进行亮度抑制, 增大高亮区灵敏度

4.1.2.4 SensorInfo参数

Sensor级曝光参数模块, 由驱动人员或tuning人员填写, 用以告知和曝光相关的CIS参数信息, 便于debug。要求tuning之前需要确认该模块的参数是否与sensor datasheet一致, 否则可能导致曝光闪烁、HDR效果出错等问题。

GainRange

【描述】

sensor增益值转化为寄存器值的转换公式配置。由于不同sensor厂家的增益转换公式不同, 大致可分为线性(包括分段线性、反比例)和非线性两种。非线性主要针对索尼等sensor原厂, 目前仅支持dB模式的增益转换公式。

【成员】

成员名称	描述
IsLinear	增益转换公式是否为线性, = 0 非线性模式有效, 线性模式有效; =1 线性模式有效, 非线性模式无效
Linear	线性增益转换公式, 支持分段线性。最多支持10段
NonLinear	非线性增益转换公式, 目前仅支持dB模式

【注意事项】

- sensor增益转寄存器值公式中的sensor增益指sensor的total gain = again*dgain。若again与dgain的转换公式不同, 支持分段设置, 如上图所示, size需要做适应性修改。
- 线性sensor增益转寄存器值公式, 由3个系数构成(M0、C0、C1), 系数说明如下:

转换公式为: set to driver reg = (gain^M0) *C1 - C0+ 0.5

xml参数对应:

第一列: gain 区间起始值, 第二列 gain 区间结束值, 第三列: C1, 第四列: C0,

第五列: M0, 第六列: gain 起始值对应 reg, 第七列: gain 结束值对应 reg

- 非线性sensor增益转换公式，目前仅支持dB模式。dB模式对应的转换公式为： $reg = 20\log_{10}(gain)10/3$
- 针对DCG模式，此处的sensor增益转化公式为LCG的增益转换公式。

【举例】

- s5kgm1sp

该sensor的模拟增益和数字增益转换公式不同，如图4-3、4-4所示，模拟增益寄存器值为模拟增益的32倍，数字增益寄存器值为数字增益的256倍。

Analog gain can be calculated by the following equation:

$$gain = \frac{x}{0x20}$$

NOTE: In S5KGM1ST03, Analog gain is global; there is no per-channel gain. $gain = \frac{x}{32}$. Gain is supported up to X16.

图4-3 模拟增益转寄存器值示例

- SMIA gain registers interface, which is coarse and supports fractional gain of 1/256 scale.
Digital gain of the four Bayer channels is controlled separately using the four parameters shown in the following table. When digital gain is applied, the LSB(s) resulting data shall be padded with zeros.

Table 15 Digital Gain Examples

Gain Value	api_rw_digital_gain_code_XXX Register Value
X1	0x0100
X2	0x0200
X3	0x0300
X8	0x0800
X16	0x1000

图4-4 数字增益转寄存器值示例

已知s5kgm1sp的模拟增益最大值为16X，数字增益最大值为16X，且Total gain = again*dgain。当Total gain <=16X时，again有效，dgain=1X；当Total gain > 16X时，again = 16X, dgain有效。因此填写转换公式时，[1,16]倍Total gain与[16,256]倍Total gain需要分开配置，具体配置如下：

```
[1.0000 16.0000 32.0000 0.0000 1.0000 32.0000 512.0000
16.0000 256.0000 16.0000 -512.0000 1.0000 768.0000 4608.0000 ]
```

[16,256]倍Total gain区间，模拟增益固定为16X (a_reg=16x16=512)，数字增益d_reg = dgain x 512，其对应的配置公式所得寄存器值 $reg=a_reg+d_reg = 512 + Total\ gain / 16 \times 256 = 512 + Total\ gain \times 16$ ，即M0=1, C0=-512,C1=16。驱动中获取到应用下发的total gain寄存器值(以下用reg表示)需要做如下适应性修改：

```
if(reg <= 0x200){
    a_reg = reg;
    d_reg = 0x0100;
} else{
    a_reg = 0x200;
    d_reg = reg-0x200;
}
```

TimeFactor

【描述】

sensor曝光时间转寄存器曝光行数的转换公式，由四个系数 (C0、C1、C2、C3) 组成。

转换公式: $line(\text{曝光行}) = C0 * VTS + C1 + C2 * (\text{time} * \text{pclk} / HTS + C3)$

xml 对应参数:

第一个: C0 , 第二个: C1, 第三个 C2, 第四个 C3

根据公式, 反过来计算曝光时间为:

$\text{Time} = ((line - C0 * vts - C1) / C2 - C3) * hts / \text{pclk}$

【注意事项】

- 默认4个系数分别为0、0、1、0.5, 求得的曝光行数以1行为步进。一般该值无需修改。

CISLinTimeRegMaxFac

【描述】

非HDR模式下, 最大曝光时间行与VTS的关系, 由两个系数 (C0,C1) 组成

$\text{MaxTimeLine} = C0 * vts - C1$

系数的具体值详见sensor原厂给出的datasheet

CISHdrTimeRegSumFac

【描述】

HDR模式下, 多帧曝光时间行的总和限制, 由两个系数 (C0,C1) 组成

$\text{TotalMaxTimeLine} = C0 * vts - C1$

系数的具体值详见sensor原厂给出的datasheet

CISTimeRegOdevity

【描述】

sensor曝光时间行奇偶性, 由两个系数 (C0,C1) 组成

$\text{Line} = C0 * x + C1$

- 无奇偶限制: C0=1 C1=0
- 固定奇数行: C0=2 C1=1
- 固定偶数行: C0=2 C1=0 (如imx347 imx307等sensor)
- 固定为N的整数倍行: C0=N C1=0

CISTimeRegUnEqualEn

【描述】

Sensor Hdr模式对各帧 (S/M/L) 曝光时间行不相等限制

- En=0 sensor Hdr模式允许各帧曝光时间行相等;
- En=1 sensor Hdr模式不允许各帧曝光时间行相等。

CISTimeRegMin

【描述】

sensor曝光 (寄存器) 时间行允许的最小值, 为整型。

CISMinFps

【描述】

允许最小帧率, 用于自动降帧模式, 限制最小帧率, 以防低照环境下, 帧率过低导致拖影严重影响效果。

CISAgainRange

【描述】

sensor模拟增益/LCG 支持的range，分别为最小值和最大值，其中最小值不得低于1。

- 当sensor支持dual conversion gain时，此项可表示sensor支持的LCG range。
- 如遇到数字增益用于补足精度时，此项可表示sensor的total gain range。

CISExtraAgainRange

【描述】

sensor模拟增益(HCG) range，分别为最小值和最大值，其中最小值不得低于1。

- 当sensor支持dual conversion gain时，此项表示sensor支持的HCG range。
Range范围一般= CISAgainRange * dcg_ratio，但也有例外，如ov2718。具体以sensor原厂所给的datasheet为准。
- 当sensor不支持dual conversion gain时，此项无效，建议最大最小值皆填1，方便debug查阅。

CISDgainRange

【描述】

Sensor支持的数字增益range，最小值不得低于1。

- 如遇到数字增益用于补足精度时，此项的最大最小值皆填1。

CISIspDgainRange

【描述】

Isp数字增益range，最小值不得低于1

【注意事项】

- RV1109/RV1126目前暂不支持ISP数字增益，该项最大最小值分别填1。

4.1.2.5 System参数

系统相关参数

HDR

【描述】

HDR模式的相关设置参数

【成员】

成员名称	描述
Enable	Hdr模式使能，= 0 不支持Hdr模式；=1 支持Hdr模式使能。
Support_mode	Hdr采用的帧模式，共支持4种类型。分别为MODE_2_LINE/MODE_3_LINE, MODE_2_FRAME/MODE_3_FRAME
Line_mode	Hdr采用的Line_mode，目前仅支持DCG和STAGGER两种模式。注：DOL等同STAGGER，统一写为STAGGER模式

DCG_SETTING

【描述】

Dual conversion gain功能设置参数模块，包含线性和HDR模式。该模块用于控制DCG的切换，要求sensor支持DCG模式切换的配置。如sensor的DCG功能为内部自动切换时，该模块需要关闭。

【成员】

成员名称	描述
Support_en	是否支持Dual conversion gain功能，=1时该模块参数有效，=0表示不支持Dual conversion gain功能。
dcg_optype	Dual conversion gain功能切换模式，分为AUTO和MANUAL。 AUTO: 根据阈值进行LCG/HCG的切换 MANUAL: 不进行自动切换，采用固定值，以dcgmode_init为准。
dcgmode_init	各帧Dual conversion gain模式的初始值。
dcg_ratio	conversion gain值
sync_switch	同步切换开关（仅HDR模式下有效）。=1，各帧同步切换Dual conversion gain模式，以长帧为准；=0，各帧不同步切换Dual conversion gain
gain_ctrl	以曝光增益为准，切换Dual conversion gain。 lcg2hcg_th: LCG转HCG阈值 hcg2lcg_th: HCG转LCG阈值

【注意事项】

- 该模块用于控制DCG的切换，要求sensor支持DCG模式切换的配置。如sensor的DCG功能为内部自动切换时，该模块需要关闭。
- Sensor采用HDR-DCG模式时，短曝帧固定为LCG，长曝帧固定为HCG。因此需要将dcg_optype 置为MANUAL，2帧时dcgmode_init = [0 1 0]，3帧时dcgmode_init=[0 0 1]。
- 若sensor不支持Dual conversion gain功能时，dcg_ratio需要置为1。

EXP_DELAY

【描述】

曝光生效模块参数，该模块参数一般从sensor的datasheet获知。鉴于部分sensor在normal模式和Hdr模式下曝光的生效帧数不同，该模块需要按照模式分开填写。

【成员】

成员名称	描述
time_delay	sensor曝光时间生效帧数
gain_delay	sensor曝光增益生效帧数
dcg_delay	Dual conversion gain模式生效帧数

【注意事项】

- 该模块的值需要以sensor原厂所给的datasheet为准，不可随意设置。如该模块值出错，可能导致曝光调节过程中出现闪烁。
- 一般sensor的datasheet会描述曝光时间和增益的生效帧数。如曝光时间和增益在第n帧写入，n+2帧生效，则time_delay = 2, gain_delay =2, 以此类推。

- 部分sensor的曝光时间和增益生效帧数不同，如该模块参数出错，则有可能在曝光调节的过程中出现曝光时间和增益生效不同步，导致闪烁现象。

4.1.3 调试步骤

AEC模块的调试主要包括AE的目标值调试、AE的曝光量分解路径调试、AE的权重调试、AE收敛速度调试等。在进行ISP调试前，需要确认sensor驱动是否正常工作，与CIS相关的曝光参数是否设置正确，避免曝光设置错误。

调试AEC之前还需要确保如下模块标定已完成且功能正确：BLC、AWB、LSC、CCM，gamma模块可使用默认gamma曲线。

步骤1.Sensor曝光参数及系统参数设置

如4.1.2章节的参数介绍，在进行正式调试前，需要确保SensorInfo和System模块参数的正确性，避免曝光设置错误或出现闪烁等问题。这两个模块的参数来源于sensor原厂的datasheet，需要调试人员和负责驱动编写人员密切注意。完成模块参数的填写后，可以开启调试IQ xml文件中的AecSyncTest功能进行测试。AecSyncTest功能通过循环设置N组不同曝光值，可测试sensor的曝光时间和曝光增益、及DCG切换生效帧数是否正确，还可用于测试曝光的线性度，从而确认曝光时间和曝光增益的寄存器值转换公式及相关参数是否正确。

如标定前参数已经确认完毕，该步骤可以跳过。

附：AecSyncTest功能参数介绍如下：

【描述】

曝光与统计的同步测试功能，支持按照给定间隔帧数，循环设置N组不同的曝光值，用于debug及验证曝光分量（曝光时间、曝光增益）的生效帧数及sensor曝光参数设置是否正确。

【成员】

成员名称	描述
Enable	曝光与统计同步测试功能的使能
IntervalFrm	曝光切换间隔帧数
AlterExp	曝光切换参数

- AlterExp

根据模式的不同，分为LinearAE和HdrAE两套参数。

成员名称	描述
TimeValue	曝光时间值
GainValue	曝光增益值
IspDgainValue	Isp数字增益值
DcgMode	Dcg模式值
PirisGainValue	P-iris等效增益值

开启AecSyncTest功能后，打开AEC模块的LOG（1ff3等级），查看各组曝光与对应亮度的匹配情况。

步骤2.设置AE权重参数

AEC的测光统计模块可统计直方图信息以及分块亮度信息。通过将画面等间隔的分割成NXN个块，每个块赋予对应的权重。针对感兴趣的区域可以加大权重，因此不同的应用需求，权重也会有差异。一般针对IPC使用场景，感兴趣的主体一般位于场景的中心，建议将中心区域的权重调高，周边区域的权重调低，突出中心区域；针对CVR使用场景，感兴趣的主体一般位于场景的中下区域（道路区域），建议将中下区域的权重调高，上部区域的权重降低（天空区域）。图4-5为AEC权重参数的实例，如4.1.2章节的参数介绍，AEC模块的权重参数可分为白天、黑夜两套参数，参数的切换开关由AecDNSwitch控制。需注意，部分型号芯片硬件支持更多分块亮度统计。为了方便调试，调试文件中统一设置5X5的权重，由算法内部根据块数进行权重的扩充。

```
<AecGridWeight index="1" type="struct" size="[1 1]">
  <DayGridWeights index="1" type="double" size="[5 5]">
    [3 3 5 3 3
     4 8 10 8 4
     5 12 12 12 5
     4 10 10 10 4
     3 3 6 3 3]
  </DayGridWeights>
  <NightGridWeights index="1" type="double" size="[5 5]">
    [0 2 4 2 0
     2 5 5 5 2
     3 10 12 10 3
     6 8 18 12 6
     3 8 18 8 3]
  </NightGridWeights>
</AecGridWeight>
```

图4-5 AEC权重参数

步骤3.设置AE曝光分解参数

AE控制算法模块计算出的曝光量需要分解为sensor曝光时间分量、sensor曝光增益分量、ISP数字增益分量及光圈分量，各分量分别设置给相应模块，共同实现曝光设置，以获得期望亮度的图像。分解操作由AecRoute模块参数完成，参数说明详见4.1.2章节。不同的应用场景需要设置不同的AecRoute：针对白天场景，一般要求限制曝光时间、优先调节增益，防止曝光时间过大造成的运动拖影；针对夜间场景，一般要求优先调节曝光时间，再调节曝光增益，以求提高画面信噪比，提升夜间亮度。

步骤4.设置AE目标亮度值

线性曝光模式建议开启动态目标亮度功能，以满足不同亮度场景的需求。线性模式的目标亮度设置涉及到DynamicSetpoint、ToleranceIn/ToleranceOut、BackLightCtrl、OverExpCtrl参数等，各参数说明详见4.1.2章节。要求针对室内静态场景，亮度合适，不出现大面积过曝。环境从亮到暗，亮度能过平滑过渡。

HDR曝光模式，根据曝光比的模式及StrategyMode的不同，目标亮度值的调试步骤也有所区别。根据曝光比模式及StrategyMode，至相应帧的调试参数模块调节目标亮度参数。长帧目标亮度参数涉及到LSetPoint、TargetLLLuma，分别表示全局目标亮度及暗区目标亮度；中帧目标亮度参数涉及到MSetPoint，表示中帧的全局目标亮度；短帧目标亮度涉及到SSetPoint、TargetHLLuma，分别表示短帧的全局目标亮度和高光区域目标亮度。各参数说明详见4.1.2章节。

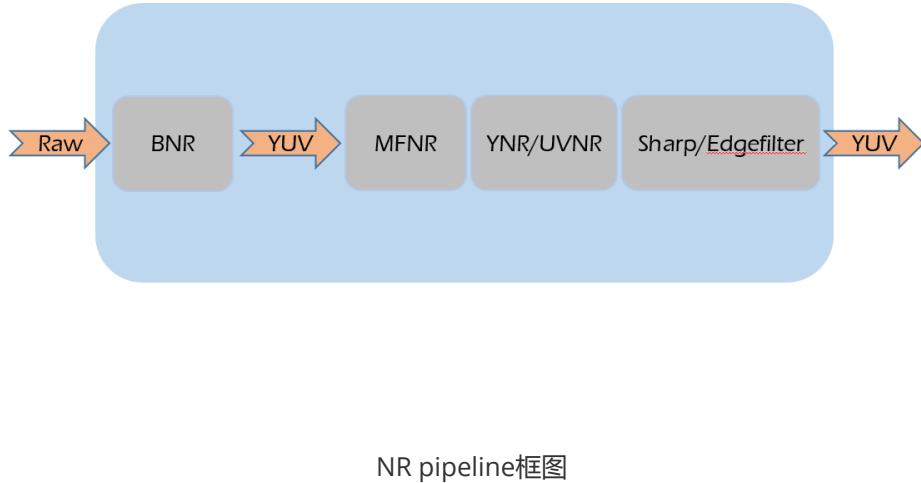
步骤5.设置AE收敛及响应速度

AE收敛及响应速度的调节影响到曝光响应速度、收敛速度及调节过程的平滑性。该步骤涉及到的参数包括AecRunInterval、AecSpeed、AecDelayFrmNum，各参数说明详见4.1.2章节。可以在室内静态场景，开关灯来检测光线剧烈变化时的收敛速度。收敛速度加快可能造成亮度缓慢变化时过渡不平滑或者过冲，因此需要进行权衡。

4.2 NR & SHARP

isp去噪模块包含 bayernr, mfnr, uvnr和ynr4个模块。

isp锐化模块包含sharp和edgefilter两个模块。



NR pipeline框图

建议按照pipeline上的先后顺序进行噪声调试，每个模块调试时候都需要考虑模块前后级的效果相互影响以及综合的效果。

在噪声调试过程中，需要按照顺序将各个步骤的效果对应输出查看，好明确每个步骤对去噪的影响。

如查看bayernr效果，需对比未去噪原始图，和仅打开bayernr效果图。

如查看mfnr效果，需要对比bayernr输出效果图，和仅经过mfnr但是uvnr,ynr,sharp.edgefilter关闭的图像对比。

以此类推。

4.2.1 BayerNR

4.2.1.1 功能描述

该模块在Raw域上对图像进行空域去噪处理。该去噪模块基于噪声标定结果，建立更符合噪声特性的去噪模型。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声标定以及噪声参数，例如：支持双转换增益模式（Dual conversion gain DCG）的CIS，高转换增益(HCG)对应高信噪比模式，低转换增益(LCG)对应低信噪比模式。

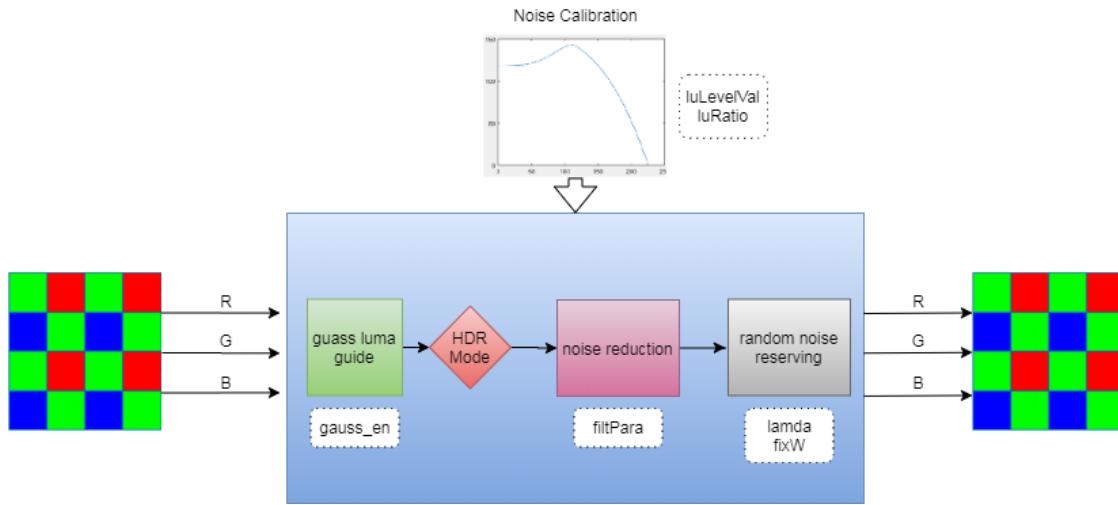


图4-2-1-1 BayerNR 功能框图

4.2.1.2 关键参数

Enable:

【描述】

bayernr模块使能位，0：关闭，1：打开。

Mode

【描述】

BNR 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 “normal”：线性、彩色模式下应用的BNR参数。例如：IPC 白天彩色 “hdr”：hdr模式下应用的BNR参数。 “gray”：黑白模式下应用的BNR参数
cell/Setting	具体BNR参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

“HSNR”：标识HSNR模式下采用的BNR参数

“LSNR”：标识LSNR模式下采用的BNR参数

ISO

【描述】

目前支持13档iso配置参数。

iso最大支持到2048。

档与档之间iso参数，通过参数插值得到。

标定数据

luLevel/ luLevelVal

【描述】

根据像素亮度调整降噪强度，0-255划分出8个点，

每个点代表x轴像素亮度。

luRatio

【描述】

根据像素亮度调整降噪强度，与上面luLevel 对应，x轴像素亮度对应的y轴降噪强度。

此参数是由bayernr 模块的noise calibration标定出来的数据。取值范围[0, 15.9]。

高斯导向参数

gauss_en

【描述】

高斯导向滤波 3x3 使能位. 0: 关闭， 1: 打开。

去噪力度参数

filtPara

【描述】

单帧降噪力度，取值范围[0, 15.9]。此值越大，降噪力度越大。

此参数一般设置一般不超过0.2，容易对清晰度细节有影响。

如果是hdr模式的话，软件会自动在内部根据filtPara的单帧力度换算成hdr对应长中短3帧对应去噪力度。

随机噪声回填参数

Lamda

【描述】

分段噪声阈值，lamda 越大，调节范围越大。取值范围[0 16383]。

fixW

【描述】

分段噪声的4个等级的权重。取值范围[0 7.9]。

原图噪声和去噪后图像的差值按 1λ , 2λ , 3λ 分4个区间,

每个区间权重由 $\text{fixw}_0, \text{fixw}_1, \text{fixw}_2, \text{fixw}_3$ 决定噪声回填力度。

fixw 值越大, 原图噪声权重越大。

4.2.1.3 调试步骤

`Byaernr`抑制高频率噪或ISO较大的时候抑制高频噪声, 但是力度太大容易引起高频细节丢失。

一般在低iso下, `bayernr`不需要开太大, 但是在高iso下可适当增加点力度, 抑制亮色度的高频噪声。

如下图为`bayernr`力度大和力度小的差别, 对细节影响较大。

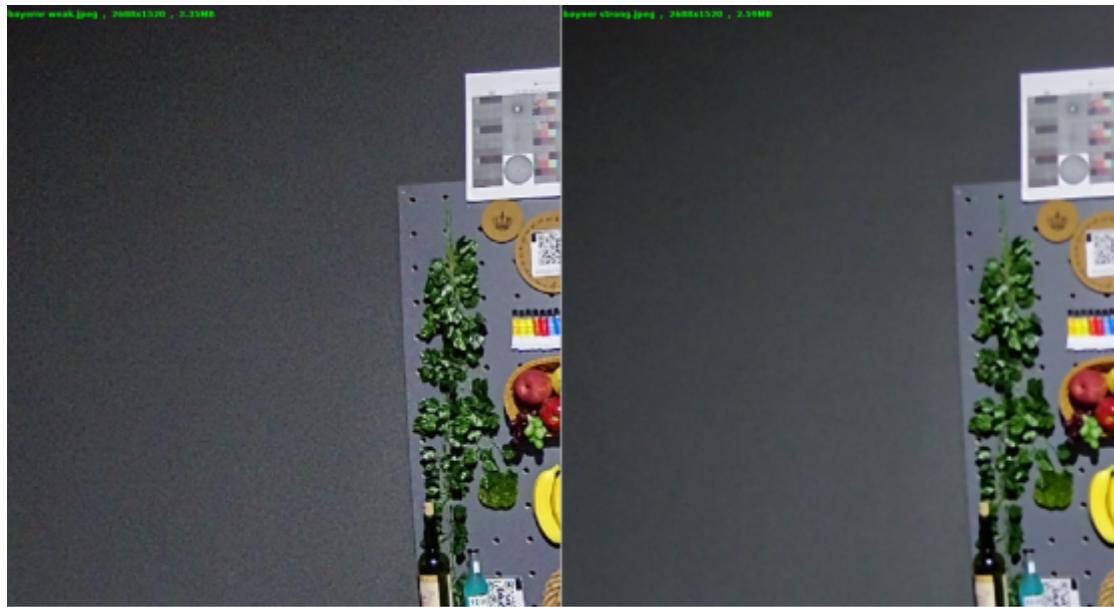


图4-2-1-3 bayernr去噪示例图

4.2.2 MFNR

4.2.2.1 功能描述

该模块在YUV域上对图像信号进行时域去噪处理。

该去噪模块基于噪声标定结果, 建立更符合噪声特性的去噪模型。

首先, 该模块对y和uv数据分开单独处理。

y数据分成4个尺度、高低频率进行处理。

uv数据分成3个尺度、高低频率进行处理。

根据帧间的相似度和差异值, 进行运动判断, 纹理检测最终计算去相应权重, 进行多帧叠加去噪。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声标定以及噪声参数, 例如: 支持双转换增益模式 (Dual conversion gain DCG) 的CIS, 高转换增益(HCG)对应高信噪比模式, 低转换增益(LCG)对应低信噪比模式。
- MFNR支持2合1(2to1)或3合1(3to1)模式, 3to1模式相对去噪效果更好, 但是整体系统带宽更高。

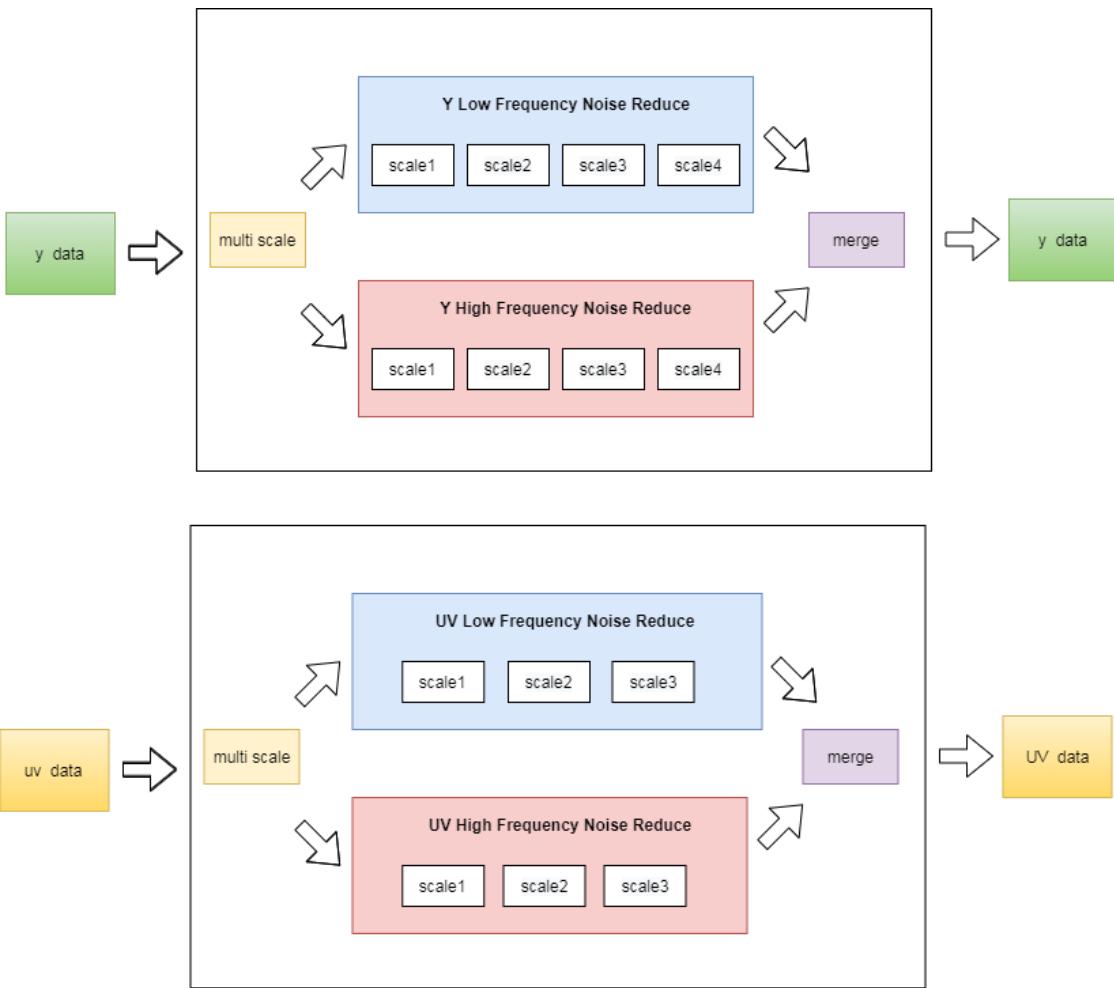


图4-2-2-1-1 MFNR功能框图

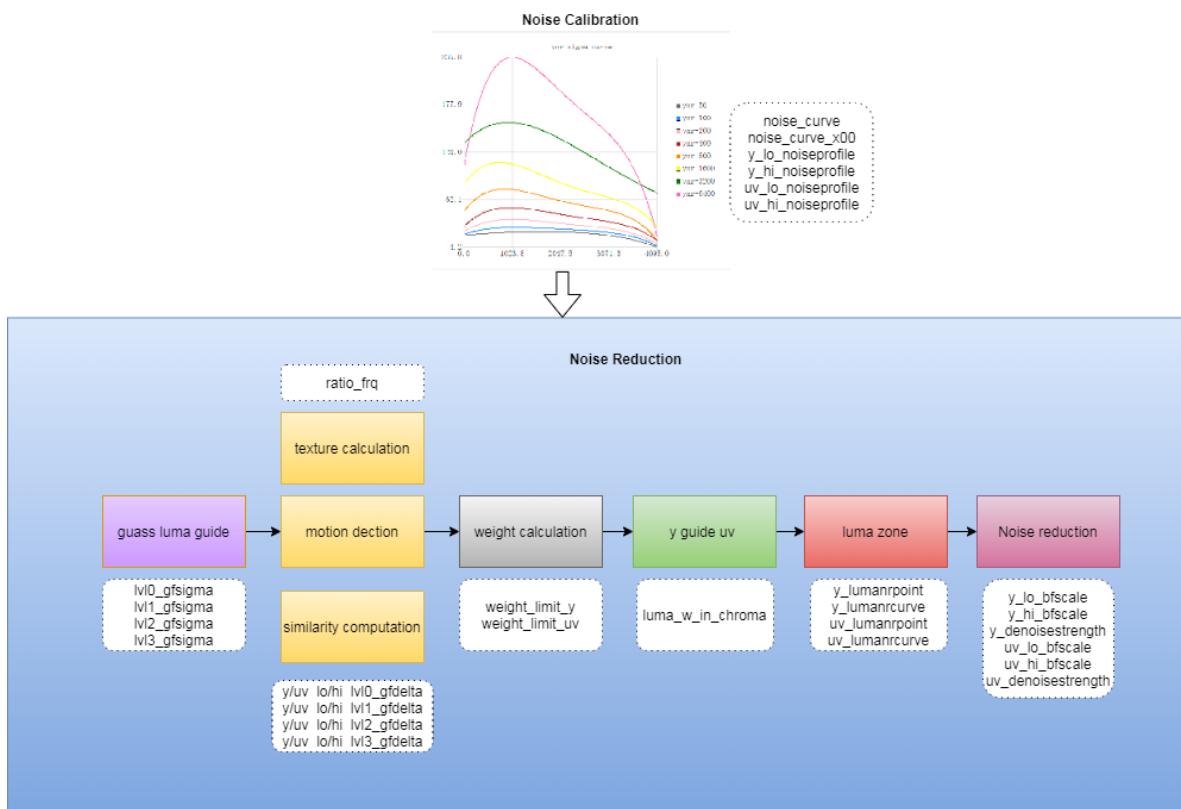


图4-2-2-1-2 MFNR子功能框图

4.2.2.2 关键参数

Enable:

【描述】

MFNR模块使能位，0：关闭，1：打开。

mode_3to1

MFNR 2to1模式和3to1模式选择。

0: 2to1模式

1: 3to1 模式

local_gain_en

【描述】

MFNR模块处于ISP图像处理的后级，经过前级模块处理的数据在某些模块上会被叠加局部增益，包括：LSC / HDR MERGE / HDR TMO / Dehaze & Enhance。MFNR的噪声模型分析需要考虑数据的叠加增益。该模块支持采用前级的局部增益模式，或是手动配置全局估算增益模式。

- 1：使用local gain模式。
- 0：使用global gain模式。

【注意事项】

建议采用local gain 模式。

Mode

【描述】

MFNR 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 “normal”：线性、彩色模式下应用的MFNR参数。例如：IPC 白天彩色 “hdr”：hdr模式下应用的MFNR参数。 “gray”：黑白模式下应用的MFNR参数
cell/Setting	具体MFNR参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

“HSNR”：标识HSNR模式下采用的MFNR参数

"LSNR": 标识LSNR模式下采用的MFNR参数

MFNR_ISO

【描述】

各个ISO下MFNR参数。

MFNR_ISO / Iso

【描述】

当前档对应iso值

MFNR_ISO /weight_limit_y

【描述】

亮度第0层前向权重值的最小值。

亮度第1-3层前向权重值的最小值。

取值范围[1 256]。

值越大，权重越小。 大约权重 $256/\text{weight_limit_y}[i]$ 。

用来计算当前帧前向去噪的权重值。

MFNR_ISO / weight_limit_uv

【描述】

色度第0层前向权重值的最小值。

色度第1-2层前向权重值的最小值。

取值范围[1 256]。

值越大，权重越小。 大约 $256/\text{weight_limit_uv}[i]$ 。

用来计算当前帧前向去噪的权重值。

MFNR_ISO / ratio_fraq

【描述】

亮度低频第0层纹理值判断时的低位边界。

亮度低频第0层纹理值判断时的高位边界。

色度低频第0层纹理值判断时的低位边界。

色度低频第0层纹理值判断时的高位边界。

该值越大，去噪力度越小。 一般设置0.5和2即可。 取值范围[0 8]。

MFNR_ISO / luma_w_in_chroma

【描述】

色度第0层相似度判断中亮度指导色度去噪的权重值。

值越大，y分量影响越大，uv分量影响越小。

取值范围[0, 1]。

Y标定数据

MFNR_ISO / noise_curve

【描述】

y分量噪声sigma曲线，y值。工具标定出来的值。

MFNR_ISO / noise_curve_x00

【描述】

y分量噪声sigma曲线，x值。

MFNR_ISO / y_lo_noiseprofile

【描述】

Y分量低频4层噪声曲线修正参数。工具标定出来的值。

值越小，去噪力度越大。

MFNR_ISO / y_hi_noiseprofile

【描述】

Y分量高频4层噪声曲线修正参数。工具标定出来的值。

值越小，去噪力度越大。

Y低频去噪调节参数

MFNR_ISO / y_lo_bfscale

【描述】

Y分量低频4层噪声曲线影响因子。值越小，去噪力度越大。取值范围[0, 8]。

MFNR_ISO / y_lumanrpoint

【描述】

Y分量低频噪声曲线，根据pixel亮度，修正噪声曲线形状的影响因子。

此参数对应pixel亮度分区。取值范围[0, 255]。

MFNR_ISO / y_lumanrcurve

【描述】

Y分量低频噪声曲线，根据pixel亮度，修正噪声曲线形状的影响因子。

此参数对应影响因子。取值范围[0, 4)。

MFNR_ISO / y_denoisestrength

【描述】

Y分量去噪强度因子。值越大，去噪力度越强。取值范围[0, 4]。

MFNR_ISO / y_lo_lvl0_gdelta

【描述】

Y分量低频第0层相似度5x5高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} + \text{coef34} + \text{coef48} + \text{coef5*4} = 1$

MFNR_ISO / y_lo_lvl1_gdelta

【描述】

Y分量低频第1层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / y_lo_lvl2_gdelta

【描述】

Y分量低频第2层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / y_lo_lvl3_gdelta

【描述】

Y分量低频第3层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

Y高频去噪调节参数

MFNR_ISO / y_hi_bfscale

【描述】

Y分量高频4层噪声曲线影响因子。值越小，去噪力度越大。取值范围[0, 8]。

MFNR_ISO / y_hi_lvl0_gfdelta

【描述】

Y分量高频第0层相似度5x5高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} + \text{coef34} + \text{coef48} + \text{coef5}^*4 = 1$

MFNR_ISO / y_hi_lvl1_gfdelta

【描述】

Y分量高频第1层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / y_hi_lvl2_gfdelta

【描述】

Y分量高频第2层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / y_hi_lvl3_gfdelta

【描述】

Y分量高频第3层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

UV标定参数

MFNR_ISO / uv_lo_noiseprofile

【描述】

UV分量低频3层噪声曲线修正参数。工具标定出来的值。

值越小，去噪力度越大。

MFNR_ISO / uv_hi_noiseprofile

【描述】

UV分量高频3层噪声曲线修正参数。工具标定出来的值。

值越小，去噪力度越大。

UV低频去噪参数

MFNR_ISO / uv_lo_bfscale

【描述】

UV分量低频3层噪声曲线影响因子。值越小，去噪力度越大。取值范围[0, 16]。

MFNR_ISO / uv_lumanrpoint

【描述】

UV分量低频噪声曲线，根据pixel亮度，修正噪声曲线形状的影响因子。

此参数对应pixel亮度分区。取值范围[0, 255]。

MFNR_ISO / uv_lumanrcurve

【描述】

UV分量低频噪声曲线，根据pixel亮度，修正噪声曲线形状的影响因子。

此参数对应影响因子。取值范围[0,4)。

MFNR_ISO / uv_denoisestrength

【描述】

UV分量去噪强度因子。值越大，去噪力度越强。取值范围[0, 4]。

MFNR_ISO / uv_lo_lvl0_gfdelta

【描述】

UV分量低频第0层相似度5x5高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef1}4 + \text{coef2}4 + \text{coef3}4 + \text{coef4}8 + \text{coef5} * 4 = 1$

MFNR_ISO / uv_lo_lvl1_gfdelta

【描述】

UV分量低频第1层3相似度x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef1}4 + \text{coef2}4 = 256$

MFNR_ISO / uv_lo_lvl2_gfdelta

【描述】

UV分量低频第2层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef1}4 + \text{coef2}4 = 256$

UV高频去噪参数

MFNR_ISO / uv_hi_bfscale

【描述】

UV分量高频3层噪声曲线影响因子。值越小，去噪力度越大。取值范围[0, 16]。

MFNR_ISO / uv_hi_lvl0_gfdelta

【描述】

UV分量高频第0层相似度5x5高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} + \text{coef34} + \text{coef48} + \text{coef5*4} = 1$

MFNR_ISO / uv_hi_lvl1_gfdelta

【描述】

UV分量高频第1层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / uv_hi_lvl2_gfdelta

【描述】

UV分量高频第2层相似度3x3高斯算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

高斯滤波算子参数

MFNR_ISO / lvl0_gfsigma

【描述】

待去噪图像计算噪声期望时，会先进行高斯滤波，再来索引噪声期望值。

此参数为上面所说的第0层5x5高斯滤波的算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} + \text{coef34} + \text{coef48} + \text{coef5*4} = 1$

MFNR_ISO / lvl1_gfsigma

【描述】

待去噪图像计算噪声期望时，会先进行高斯滤波，再来索引噪声期望值。

此参数为上面所说的第1层3x3高斯滤波的算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / lvl2_gfsigma

【描述】

待去噪图像计算噪声期望时，会先进行高斯滤波，再来索引噪声期望值。

此参数为上面所说的第2层3x3高斯滤波的算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

MFNR_ISO / Lvl3_gfsigma

【描述】

待去噪图像计算噪声期望时，会先进行高斯滤波，再来索引噪声期望值。

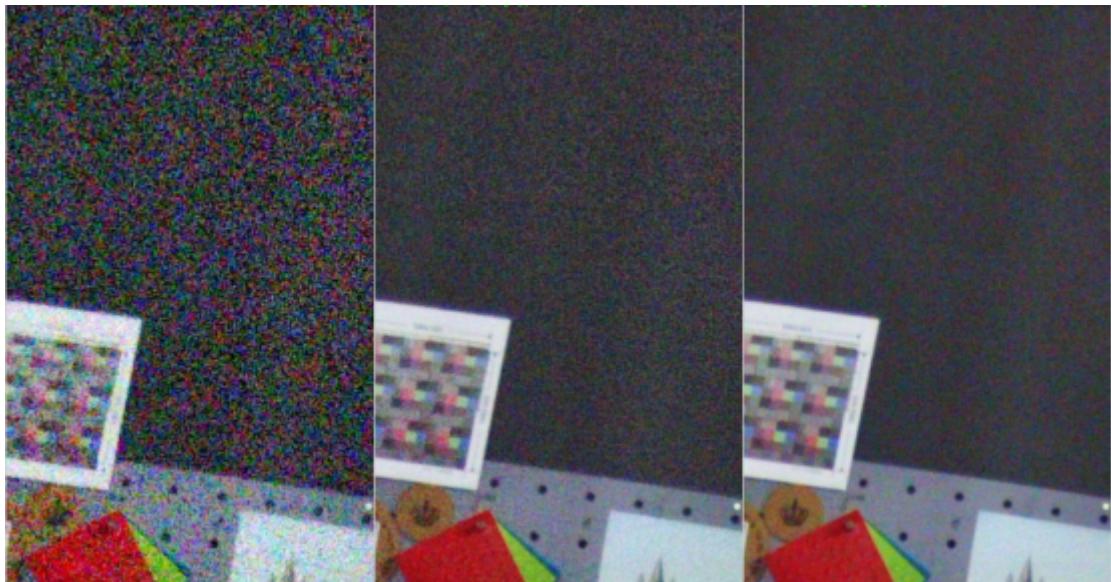
此参数为上面所说的第3层3x3高斯滤波的算子。

$\text{coef0} + \text{coef14} + \text{coef24} = 256$

4.2.2.3 调试步骤

Mfnr——首先关闭bayernr,gic,ynr,uvnr,sharp,edgefilter，调节mfnr的scale值，在拖影和去噪间选择一个平衡值。一般来说等效于6帧的叠加效果为佳，因为mfnr去噪力度增大的同时收益会减小，但拖影等瑕疵却增加。

如下图从左到右分别对应关闭mfnr，mfnr大约叠加6帧左右，mfnr极强效果，



4.2.3 YNR

4.2.3.1 功能描述

该模块在YUV域上对图像亮度信号进行小波去噪处理。

该去噪模块基于噪声标定结果，建立更符合噪声特性的去噪模型。

算法主要是分层4个尺度，并且每个尺度分高低频分别对亮度信号进行去噪。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声标定以及噪声参数，例如：支持双转换增益模式（Dual conversion gain DCG）的CIS，高转换增益(HCG)对应高信噪比模式，低转换增益(HCG)对应低信噪比模式。

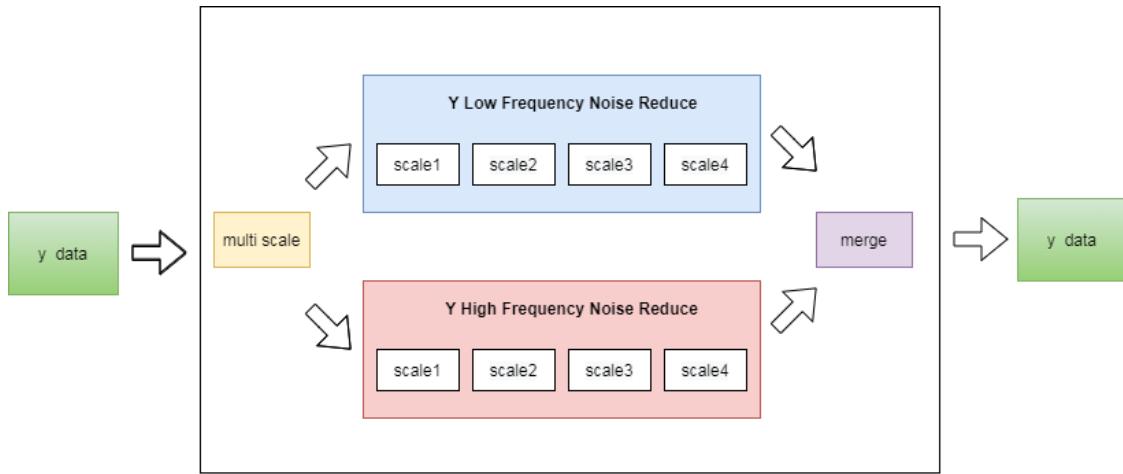


图4-2-3-1 YNR功能框图

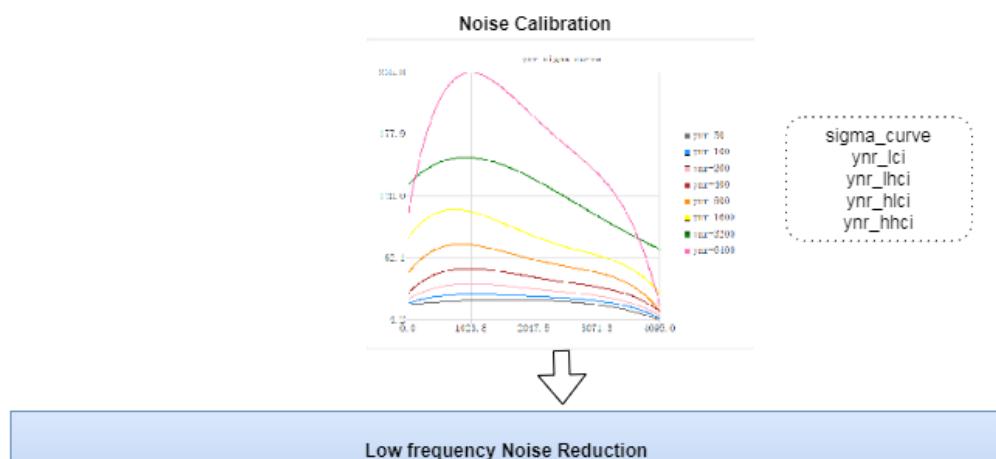


图4-2-3-2 YNR子功能框图

4.2.3.2 关键参数

Enable:

【描述】

ynr模块使能位，0：关闭，1：打开。

Mode

【描述】

YNR 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 “normal”: 线性、彩色模式下应用的YNR参数。例如：IPC 白天彩色 “hdr”: hdr模式下应用的YNR参数。 “gray”: 黑白模式下应用的YNR参数
cell/Setting	具体YNR参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

"HSNR": 标识HSNR模式下采用的YNR参数

"LSNR": 标识LSNR模式下采用的YNR参数

YNR_ISO

【描述】

各个ISO下YNR参数。

YNR_ISO / Iso

【描述】

当前档对应iso值，取值范围[50 2048]。

标定数据

YNR_ISO / sigma_curve

【描述】

噪声sigma曲线。ynr模块标定工具标定的噪声曲线值。

YNR_ISO / ynr_lci , ynr_lhci , ynr_hlci , ynr_hhci

【描述】

标定工具标定出来值。影响噪声sigma值。这个值负数肯定是有问题。

ynr_lci: 低频频 LL 噪声曲线的比例,1~4 分别对应四层.

ynr_lhci: 高频 LH 噪声曲线的比例,1~4 分别对应四层.

ynr_hlc: 高频 HL 噪声曲线的比例,1~4 分别对应四层.

ynr_hhci: 高频 HH 噪声曲线的比例,1~4 分别对应四层.

低频层去噪调节参数。

YNR_ISO / lo_lumaPoint

【描述】

在pixel亮度域上，增加低频sigma调节因子。对应pixel的亮度。取值范围[0 255].

YNR_ISO / lo_lumaRatio

【描述】

在pixel亮度域上，增加低频sigma调节因子。对应调节因子。取值范围[0 2].

YNR_ISO / lo_directionStrength

【描述】

低频sigma 调整因子最大值。取值范围[0 16].

算法会在低频检测纹理来判断边缘区和平坦区，

根据中心点权重，对权重判断，计算sigma影响因子，

YNR_ISO / lo_bfScale

【描述】

低频sigma调整因子最小值。分1-4层。取值范围[0-16].

值越大，去噪越大。

YNR_ISO / imerge_ratio

【描述】

算法会在低频检测纹理值，边缘使用双边滤波结果，平坦区使用高斯滤波结果。

处在这个两个纹理阈值中间的，使用双边和高斯插值的结果。个参数就是加权比例参数。

值越大，高斯滤波权重越大。值越小，双边滤波权重越大。

取值范围[0 16].

YNR_ISO / imerge_bound

【描述】

上面说的纹理阈值相关。纹理阈值为[imerge_bound, 2*imerge_bound]。

取值范围[1 16]的整数。

YNR_ISO / denoise_weight

【描述】

1-4层低频调整降噪的力度, 取值范围[0 1]。

它是根据去噪权重比例对滤波的结果和原值加权来实现的。

值大, 滤波占比大, 去噪效果好一些。

值小, 原值占比大, 噪声会多一些。

高频层去噪调节参数。

YNR_ISO / hi_lumaPoint

【描述】

在pixel亮度域上, 增加高频sigma调节因子。对应pixel的亮度。取值范围[0 255].

YNR_ISO / hi_lumaRatio

【描述】

在pixel亮度域上, 增加高频sigma调节因子。对应调节因子。取值范围[0 2).

值越大, 降噪强度越大。

YNR_ISO / hi_bfScale

【描述】

高频双边滤波sigma影响因子, 值越大, 降噪强度越大。取值范围[0-16).

YNR_ISO / hwidth_d

【描述】

高频1-4层的双边滤波的空间权重。

高频的双边滤波的权重 d0~d4, 后面的 1~4 表示四层.

YNR_ISO / hi_denoiseStrength

【描述】

高频去噪的强度调节. 值越大, 降噪强度越大。取值范围[0 16].

YNR_ISO / hi_detailMinAdjDnW

【描述】

高频限制阈值调整的范围. 取值范围[0~2)。

YNR_ISO / hi_denoiseWeight

【描述】

1-4层低频调整降噪的力度,取值范围[0-64)。

它是根据去噪权重比例对滤波的结果和原值加权来实现的。

值越小,降噪强度越大.

YNR_ISO / y_luma_point

【描述】

梯度分区。梯度计算阈值调节参数

YNR_ISO / hgrad_y_level1~4

【描述】

梯度阈值调节因子。高频1-4层, 梯度调节因子对应曲线y轴。取值范围[0-4)。

先计算当前位置的梯度,然后根据梯度去查表和插值得到参数调节因子。

值越大, 使用滤波结果越多。值越小, 使用滤波越少。

梯度小, 此参数值会设置比较大。梯度大, 此参数值会设置比较小。单调递减。

YNR_ISO / hi_soft_thresh_scale

【描述】

软阈值调节因子。对应高频1-4层整体调节因子。取值范围[0-1)。

值越大, 去噪力度越大。

4.2.3.3 调试步骤

Ynr——关闭sharp,edgefilter, 调节ynr的scale,weight,strength等相关参数, 在去噪和瑕疵间取得一个平衡。strength*scale是最终的缩放倍数, 用于调节滤波的sigma值, 控制去噪的力度。weight控制去除噪声的比例, weight不应超过70%, 在固定weight后通过调节scale去选择一个平坦区域刚好能去除噪声值, 然后在根据去噪和瑕疵的平衡确定最终的weight。

如下图从左到右分别对应weight为1.0, 0.8, ynr off的结果:

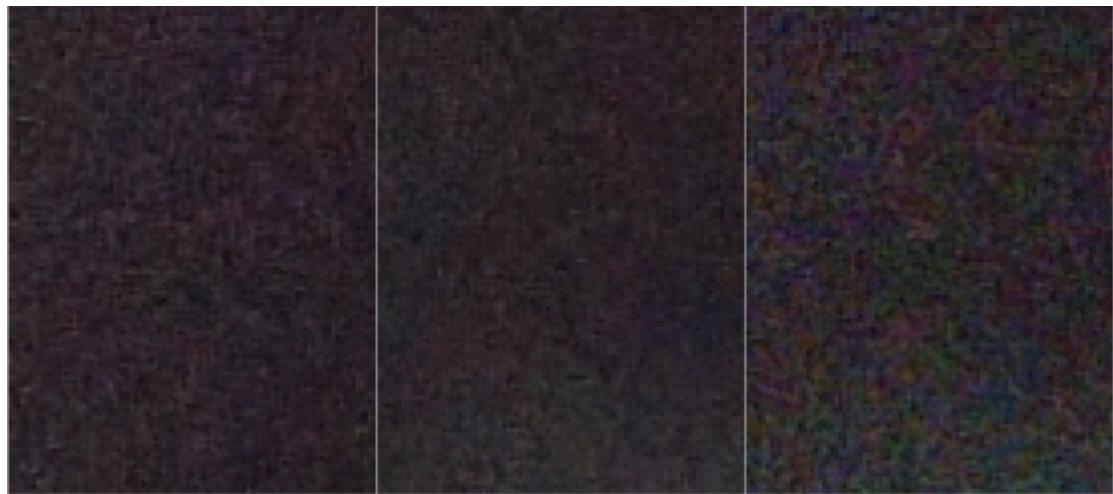


图4-2-3-3-1 YNR weight示例图

可以看出0.8相对0有一个明显去噪的结果，且噪声瑕疵达到一个较好的平衡，而1.0出现了更明显的瑕疵，甚至超过了噪声的水平。

如图下图从左到右分别对应ynr off, scale high, scale low的示意图：

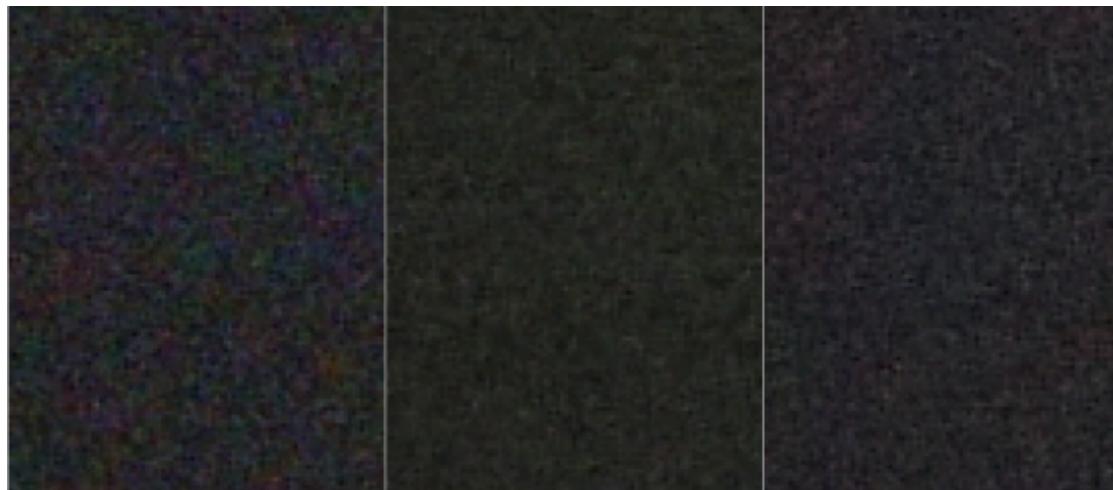


图4-2-3-3-2YNR scale示例图

可以看出中间的scale high对应scale较大，滤波器可以将平坦区域的噪声去除，而右边的scale low对应的scale偏小，则不能完全做到这点。

4.2.4 UVNR

4.2.4.1 功能描述

该模块在YUV域上对图像色度信号（即uv数据）进行空域去噪处理。

uv数据会先分成3种不同的尺度，对不同尺度上的彩色噪声进行去除，再进行多尺度融合回原图像尺寸。

每个尺度上的去噪流程类似，有中值滤波，y指导uv去噪力度，以及uv数据去噪和噪声回填等部分。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声标定以及噪声参数，例如：支持双转换增益模式（Dual conversion gain DCG）的CIS，高转换增益(HCG)对应高信噪比模式，低转换增益(LCG)对应低信噪比模式。

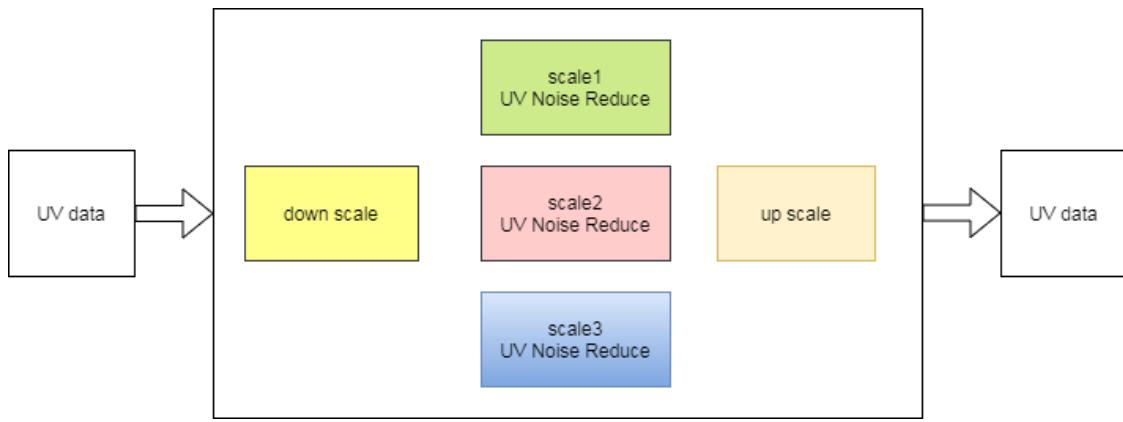


图4-2-4-1 UVNR功能框图

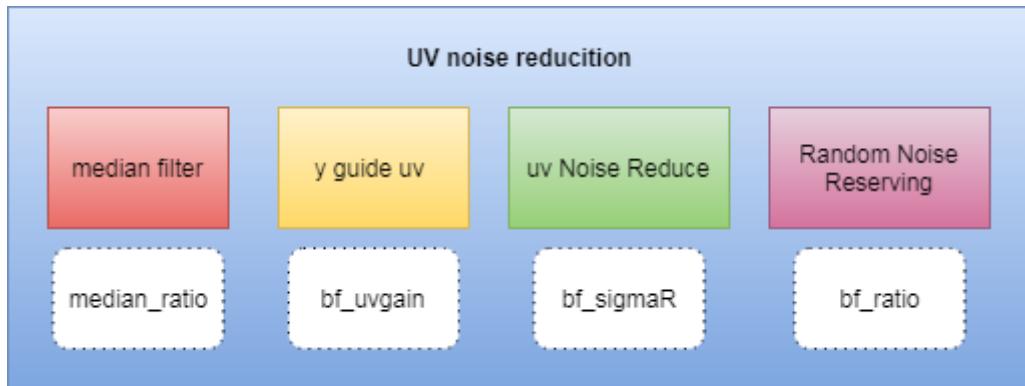


图4-2-4-2 UVNR子功能框图

4.2.4.2 关键参数

Enable:

【描述】

UVNR模块使能位，0：关闭，1：打开。

Mode

【描述】

UVNR 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 “normal”：线性、彩色模式下应用的UVNR参数。例如：IPC 白天彩色 “hdr”：hdr模式下应用的UVNR参数。 “gray”：黑白模式下应用的UVNR参数
cell/Setting	具体UVNR参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

"HSNR": 标识HSNR模式下采用的UVNR参数

"LSNR": 标识LSNR模式下采用的UVNR参数

UVNR_ISO

【描述】

各个ISO下UVNR参数。

UVNR_ISO / Iso

【描述】

当前档对应iso值，取值范围[50 2048]。

UVNR_ISO / step0_uvgrad_ratio

【描述】

梯度比例因子，值越小，梯度大地方颜色损失越多。取值范围[1 63]。

UVNR_ISO / step0_uvgrad_offset

【描述】

梯度加权因子，值越大，图像颜色损失越多。取值范围[0, 1]。

尺度1上去噪调节参数

UVNR_ISO / step1_median_ratio

【描述】

4x4下采样后滤波中值后图像和未去噪图像加权因子，取值范围[0, 1]。

值越大，中值滤波图像权重越大，噪声越小。

UVNR_ISO / step1_bf_sigmaR

【描述】

双边1滤波sigma比例因子，值越大，去噪越大。

取值范围[1.68, 13824]，建议[5, 64]。

UVNR_ISO / step1_bf_uvgain

【描述】

双边1的uv比例因子，即y通道指导uv通道去噪权重，取值范围[0, 7.9]。

值越小，y指导uv去噪权重越小，uv通道去噪权重越大，去噪越大。

UVNR_ISO / step1_bf_ratio

【描述】

双边1去噪后图像和未去噪图像进行加权的权重，取值范围[0, 1]。

值越小，双边去噪图像权重更大，未去噪图像权重更小，整体去噪去噪越大。

尺度2上去噪调节参数

UVNR_ISO / Step2_median_ratio

【描述】

32x32下采样后滤波中值后图像和未去噪图像加权因子，取值范围[0, 1]。

UVNR_ISO / step2_bf_sigmaR

【描述】

双边2滤波sigma比例因子，值越大，去噪越大。

取值范围[1.68, 13824]，建议[5, 32]。

UVNR_ISO / step2_bf_uvgain

【描述】

双边2的uv比例因子，即y通道指导uv通道去噪权重，取值范围[0, 7.9]。

值越小，y指导uv去噪权重越小，uv通道去噪权重越大，去噪越大。

UVNR_ISO / step2_bf_ratio

【描述】

双边2去噪后图像和未去噪图像进行加权的权重，取值范围[0, 1]。

值越小，双边去噪图像权重更大，未去噪图像权重更小，整体去噪去噪越大。

尺度3上去噪调节参数

UVNR_ISO / Step3_bf_sigmaR

【描述】

双边3滤波sigma比例因子，值越大，去噪越大。

取值范围[1.68, 13824]，建议[3, 12]。

此值太大，可能会导致uv色彩边缘锯齿。

此值太的，极低光照下，也可能导致uv色彩跳动变化很剧烈。

UVNR_ISO / Step3_bf_uvgain

【描述】

双边2的uv比例因子，即y通道指导uv通道去噪权重，取值范围[0, 7.9]。

值越小，y指导uv去噪权重越小，uv通道去噪权重越大，去噪越大。

UVNR_ISO / Step3_bf_ratio

【描述】

双边3去噪后图像和未去噪图像进行加权的权重，取值范围[0, 1]。

值越小，双边去噪图像权重更大，未去噪图像权重更小，整体去噪去噪越大。

双边距离权重可调节参数

UVNR_ISO / kernel_3x3

【描述】

双边3的，距离权重配置。

UVNR_ISO / kernel_5x5

【描述】

双边2的，距离权重配置。

UVNR_ISO / kernel_9x9

【描述】

双边1的，距离权重配置。

UVNR_ISO / kernel_9x9_num

【描述】

双边1的，双边使用点模式，共4种。取值范围[0-3]

4.2.4.3 调试步骤

Uvnr调试时，需关闭sharp,edgefilter，分别调节step1_bf_sigmaR,step1_bf_uvgain控和step3_bf_sigmaR,step3_bf_uvgain控制高频和低频色噪的去除，同时权衡高频和低频色度侵染或饱和度降低等瑕疵的平衡，领注意低频色噪去除的力度，力度过大会出现帧间闪烁。

下图从左到右分别对应去低频色噪，去高频频色噪，uvnr关闭；

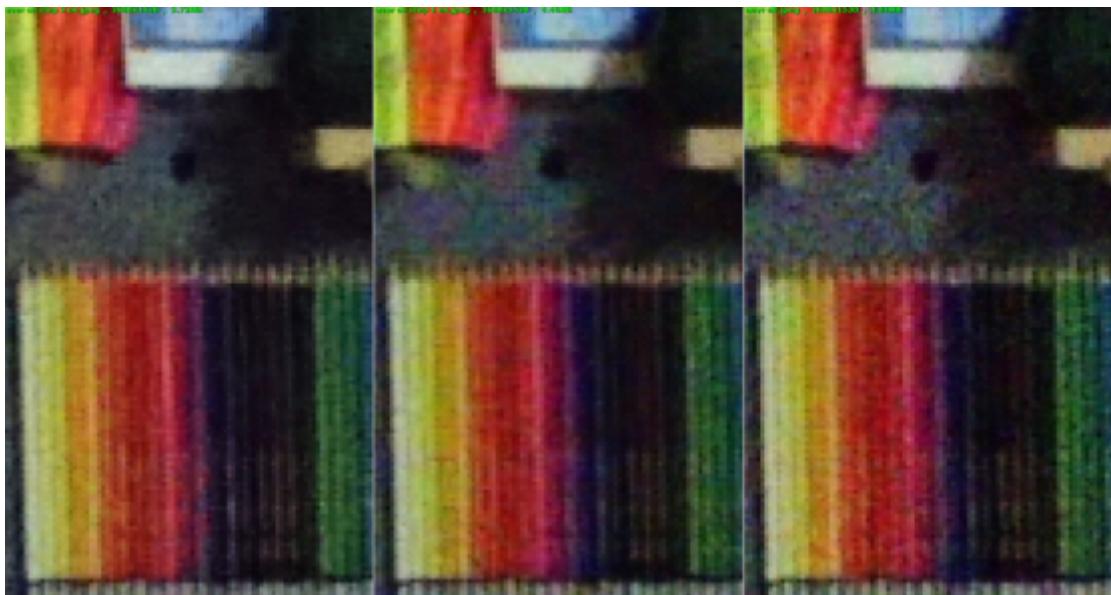


图4-2-4-3-1 UVNR高低频去色噪示例图

下图从左到右分别对应uvnr step 1力度最大，uvnr step 1力度适中，uvnr off；

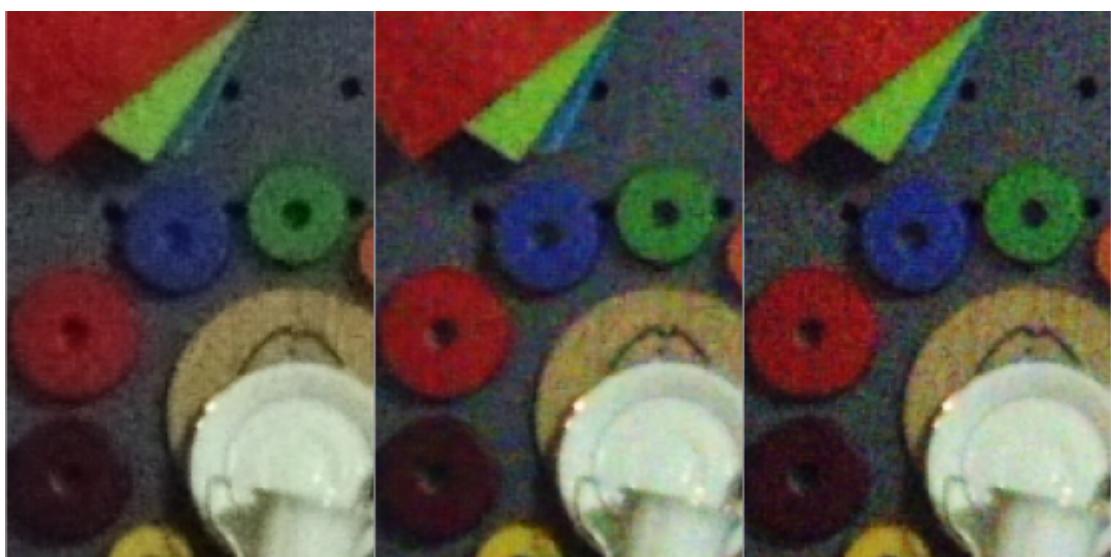


图4-2-4-3-2 UVNR step1 不同力度示例图

下图从左到右分uvnr step 3力度最大，uvnr step 3力度适中，uvnr off。

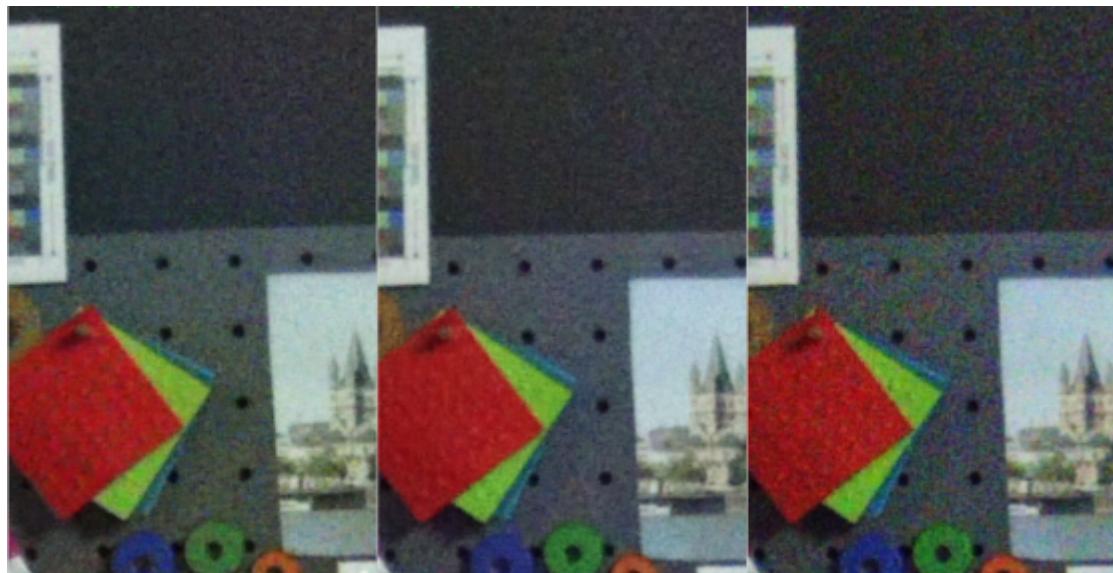


图4-2-4-3-3 UVNR step3 不同力度示例图

4.2.5 SHARP

4.2.5.1 功能描述

Sharpen模块用于增强图像的清晰度，可以实现对图像的带方向的边缘和无方向的细节纹理的单独锐化增强，而且，通过调节所要增强的频段，可以实现多种清晰度风格的增强效果。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声模式下锐化参数设置，例如：支持双转换增益模式（Dual conversion gain DCG）的CIS，高转换增益(HCG)对应高信噪比模式，低转换增益(LCG)对应低信噪比模式。

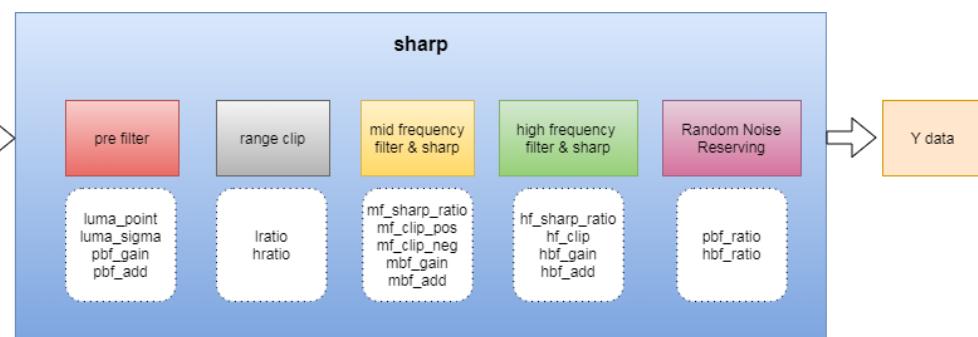


图4-2-5-1 SHARP功能框图

4.2.5.2 关键参数

Enable:

【描述】

Sharp模块使能位，0：关闭，1：打开。

Mode

【描述】

UVNR 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 "normal": 线性、彩色模式下应用的Sharp参数。例如：IPC 白天彩色 "hdr": hdr模式下应用的Sharp参数。 "gray": 黑白模式下应用的Sharp参数
cell/Setting	具体Sharp参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

"HSNR": 标识HSNR模式下采用的Sharp参数

"LSNR": 标识LSNR模式下采用的Sharp参数

SHARP_ISO

【描述】

各个ISO下MFNR参数。

SHARP_ISO / Iso

【描述】

当前档对应iso值。

ISO最大支持到2048。

range clip 限制相关调节参数

SHARP_ISO / Lratio

【描述】

range filter clip 的下限 ratio, 0~1, 值越小, range filter clip 的范围越大。

SHARP_ISO / Hratio

【描述】

range filter clip 的上限 ratio, 1~2, 值越大, range filter clip 的范围越大。

预滤波相关调节参数

SHARP_ISO / luma_sigmat

【描述】

预滤波 sigma 曲线 y 轴，0~255。

SHARP_ISO / pbf_gain

【描述】

预滤波 sigma 乘以的比例，0~2，值越大，预滤波 sigma 越大。

SHARP_ISO / pbf_ratio

【描述】

预滤波融合权重，0~1，值越大，预滤波强度越大

SHARP_ISO / pbf_add

【描述】

预滤波 sigma 叠加的偏移，0~255，值越大，预滤波 sigma 越大。

中频锐化相关调节参数

SHARP_ISO / mf_sharp_ratio

【描述】

中频锐化强度，0~8，值越大，中频锐化强度越大。

SHARP_ISO / mf_clip_pos

【描述】

range filter 计算中频时 clip 的最大值，0~255，

值越大，range filter 计算中频时 clip 的范围越大。

SHARP_ISO / mf_clip_neg

【描述】

range filter 计算中频时 clip 的最小值的比例，0~2，

值越小，range filter 计算中频时 clip 的范围越大。

SHARP_ISO / mbf_gain

【描述】

中频双边滤波 sigma 乘以的比例，0~2，值越大，中频滤波 sigma 越大。

SHARP_ISO / mbf_add

【描述】

中频双边滤波 sigma 叠加的偏移，0~255，值越大，中频滤波 sigma 越大。

高频锐化相关调节参数

SHARP_ISO / hf_sharp_ratio

【描述】

高频锐化强度，0~8，值越大，高频锐化强度越大。

SHARP_ISO / hf_clip

【描述】

range filter 计算高频时 clip 的范围，0~255，

值越大，range filter 计算高频时 clip 的范围越大。

SHARP_ISO / hbf_gain

【描述】

高频双边滤波 sigma 乘以的比例，0~2，值越大，中频滤波 sigma 越大。

SHARP_ISO / hbf_ratio

【描述】

高频双边滤波融合权重，0~1，值越大，高频双边滤波融合权重越大。

双边滤波值和原值通过比例权重融合。

SHARP_ISO / hbf_add

【描述】

高频双边滤波 sigma 叠加的偏移，0~255，值越大，中频滤波 sigma 越大。

SHARP_ISO / local_sharp_strength

【描述】

计算高频叠加权重的比例，0~255，值越大，高频叠加权重的比例越大。

4.2.5.3 调试步骤

Sharp——所有模块全部打开通过调节hf_sharp_ratio控制高频边缘增强的力度，mf_sharp_ratio控制中频对比度增强的效果。pbf_ratio,pbf_gain,pbf_add, hbf_ratio,hbf_gain,hbf_add用于高频增强的倍数、噪声抑制与细节增强的平衡、以及噪声形态保留，mbf_gain,mbf_add用于中频增强与噪声抑制的平衡。

如下图从右到左分别是中频增强，中高频均无增强，以及高频增强：



图4-2-5-3 SHARP中高频增强示意图

可以看出前者对比度得到了增强，后者高频细节得到增强。

4.2.6 Edgefilter

4.2.6.1 功能描述

本模块主要是对边缘进行检测和滤波，使得边缘增强更加干净。

另外本模块还支持高频噪声叠加（DOG模块），使得细节更加丰富细腻。

- 支持分别针对高信噪比与低信噪比2种噪声模式下Edgefilter参数设置，例如：支持双转换增益模式（Dual conversion gain DCG）的CIS，高转换增益(HCG)对应高信噪比模式，低转换增益(LCG)对应低信噪比模式。

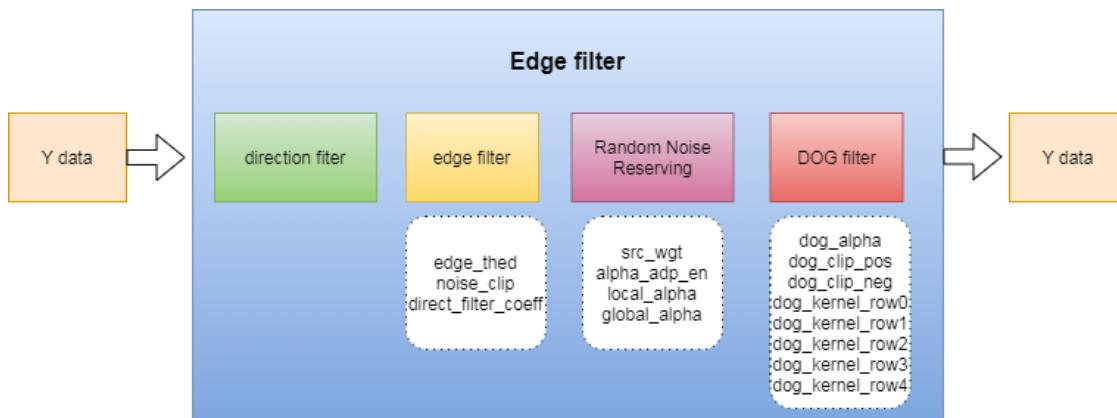


图4-2-6-1 EdgefilterNR功能框图

4.2.6.2 关键参数

Enable:

【描述】

Edgefilter模块使能位，0：关闭，1：打开。

Mode

【描述】

Edgefilter 3种场景运行模式下的参数配置

【成员】

成员名称	描述
cell/Name	标识场景运行模式名称。 “normal”: 线性、彩色模式下应用的Edgefilter参数。例如：IPC 白天彩色 “hdr”: hdr模式下应用的Edgefilter参数。 “gray”: 黑白模式下应用的Edgefilter参数
cell/Setting	具体Edgefilter参数设置。详见后面Setting/xxx 成员参数说明

Setting

SNR_Mode

【描述】

"HSNR": 标识HSNR模式下采用的Edgefilter参数

"LSNR": 标识LSNR模式下采用的Edgefilter参数

EDGEFILTER_ISO

【描述】

各个ISO下MFNR参数。

EDGEFILTER_ISO / Iso

【描述】

当前档对应iso值。

ISO最大支持到2048。

边缘滤波相关调节参数

EDGEFILTER_ISO / direct_filter_coeff

【描述】

边缘滤波水平方向系数。

EDGEFILTER_ISO / edge_thed

【描述】

梯度 clip 的最小值， 1 ~255， 值越大， 边缘滤波效果越弱。

EDGEFILTER_ISO / src_wgt

【描述】

融合时叠加原图像的权重， 0~1，

值越大， 融合时叠加原图像的权重越大， 边缘滤波效果越弱。

EDGEFILTER_ISO / alpha_adp_en

【描述】

自适应融合开关。0：关闭， 1：开启。

EDGEFILTER_ISO / local_alpha

【描述】

自适应融合关闭时， 全局融合的权重， 0~1，

值越大， 全局融合时原图像的权重越小， 边缘滤波效果越强。

EDGEFILTER_ISO / global_alpha

【描述】

边缘滤波前后图像融合权重， 0~1，

值越大， 最终融合时原图像的权重越小， 边缘滤波效果越强。

EDGEFILTER_ISO / noise_clip

【描述】

边缘滤波 clip 曲线， 0 ~255，

值越大， 边缘滤波高频 clip 的范围越大， 滤波强度越大。

DOG相关调节参数

EDGEFILTER_ISO / dog_clip_pos

【描述】

dog clip 最大值， 0 ~255，

值越大， dog clip 的范围越大， 叠加高频越多。

EDGEFILTER_ISO / dog_clip_neg

【描述】

dog clip 最大值， 0 ~255，

值越大， dog clip 的范围越大， 叠加高频越多。

EDGEFILTER_ISO / dog_alpha

【描述】

dog 融合权重， 0 ~3， 值越大， 叠加高频越多。

EDGEFILTER_ISO / dog_kernel_row0~4

【描述】

Dog滤波算子

4.2.6.3 调试步骤

Edgefilter——分为2个部分，边缘增强和dog细节还原。前者由edge_thed, alpha_adp_en ,local_alpha,global_alpha等控制。

edge_thed用于判断边缘有效性的阈值，该值越大则越少的边缘被增强。

alpha_adp_en为1则，则参数无法控制边缘增强的比例，local_aplha为0-1表示边缘增强的比例。

alpha_adp_en为0时，global_alpha可以设置为0，由local_alpha来控制增强和噪声抑制的平衡。

Dog细节还原则是根据dog_alpha来控制还原的倍数，dog_kernel则用于计算需要还原的信息，不同高斯算子可以确定不同的dog_kernel。

4.2.7 NR & Sharp调试步骤

ISP的调试主要分为低频、高频和噪声形态，主要考虑单帧内噪声的大小和形态。和编码器级联的结果，则另需考虑帧间噪声的大小和形态。

4.2.7.1 尺度概念理解

在数字图像中，采样频率越高则频率越高，隔1个像素采样为最高频，隔2个像素采样则为次高频，间隔像素越多，则频率越低，我们也可以根据细节或噪声在图像中的尺寸(也可以看作下采样的尺度)来划分，尺寸越大，则频率越低，反之亦然。在mfnr和ynr去噪中，将图像分为不同频率进行去噪，用于划分高低频的是lvl，mfnr中0-2是高频，3是中低频；ynr中0-1是高频，2-3是中低频，这里划分高低频的分水岭大约在1/8下采样的尺度上，而事实上高低频没有绝对的分水岭，因此调试时参数需要过渡平滑。

4.2.7.2 模块关联调试

以下是低频噪声和对比度调试、高频调试和噪声形态调试所关联的模块的整体介绍。

4.2.7.2.1 低频信号的调试：

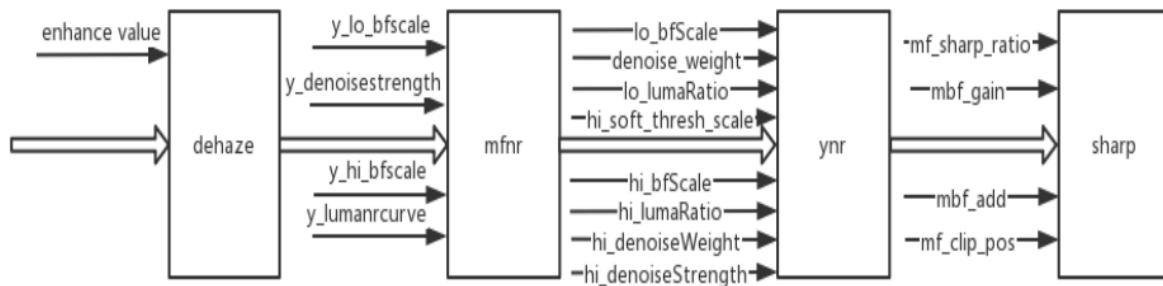


图4-2-7-2-1 低频和对比度调试主要关联模块

Dehaze通过enhance_value调节对比度提升的程度，同时的低频噪声也会被等比例抬高。

Mfnr通过调节y_hi_bfscale和y_lo_bfscale lwl2-3抑制低频噪声，在拖影和去噪水平间选择一个平衡。

Ynr通过调节2-3层参数的力度抑制低频噪音设概念，如果去噪力度过大，会改变噪声形态和图像内容，引入瑕疵，因此需要控制在一定范围内，如denoise_weight最好在0.5以下，hi_soft_thresh_scale也不宜过大。

Sharp中的mbf参数可以控制中频细节的提升以及中频噪声的提升和抑制，mf_sharp_ratio控制提升的倍数，mbf_add和mbf_gain控制中频噪声的大小，但无论怎么控制，噪声都会被提升一些，因此调节倍数的时候需要注意。

4.2.7.2.2 高频信号的调试：

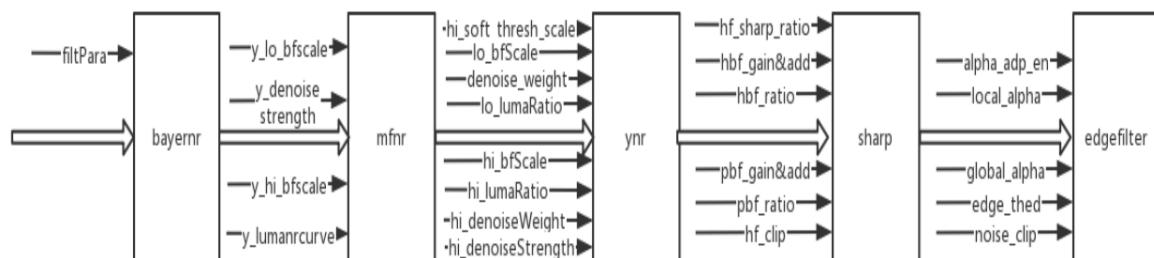


图4-2-7-2-2 高频调试主要关联模块

Bayernr抑制图像的高频噪声，通过filtPara调整，但是会影响图像细节和噪声形态。

Dehaze通过enhance_value调节对比度提升的程度，同时的高频噪声也会被等比例抬高。

Mfnr通过调节y_hi_bfscale和y_lo_bfscale lwl0-2抑制高频噪声，在拖影和去噪水平间选择一个平衡。

Ynr通过调节0-2层参数的力度抑制高频噪音设概念，如果去噪力度过大，会改变噪声形态和图像内容，引入瑕疵，因此需要控制在一定范围内，如denoise_weight最好在0.7以下，hi_soft_thresh_scale也不宜过大。

Sharp中的hbf和pbf相关参数控制高频细节的提升和噪声的抑制，也在抑制噪声的同时也会抑制一些较弱的中高频细节。这里引入高频噪声，需要分别通过mbf, hbf,pbf的gain,add,ratio进行调节，但无论怎么控制，噪声都会被提升一些，因此调节倍数的时候需要注意。

Edgefilter对高频边缘进行加强、高频噪声进行抑制，也影响到高频细节，同时控制高频噪声形态。前者是通过边缘滤波实现，即local_alpha,edge_thed,alpha_adp_end等参数；后者通过dog_alpha和dog_kernel。

4.7.2.2.3 噪声形态的调试:

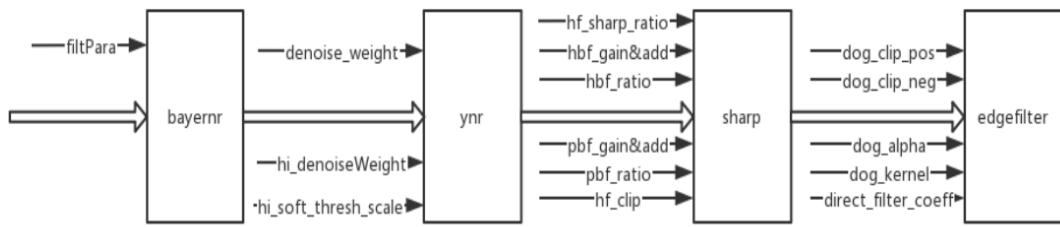


图4-2-7-2-3 噪声形态调试主要关联模块

Bayernr力度变大会使得图像噪声 颗粒变大，图像高频细节便少。

Ynr力度如果去噪力度过大，会改变噪声形态和图像内容，引入瑕疵，因此需要控制在一定范围内，如denoise_weight最好在0.7以下，hi_soft_thresh_scale也不宜过大。

Sharp中pbf和hbf都会影响高频的噪声形态和大小。一般来说gain和add是控制去噪的力度，ratio则决定最后减去的噪声比例，比例越大去除噪声越多，理论上说如果力度不合适会导致噪声的不均匀，这时有的噪声被抑制，有的则被放大。

Edgefilter中的边缘滤波会影响高频噪声的形态，会导致高频噪声的颗粒变大变低频一些。

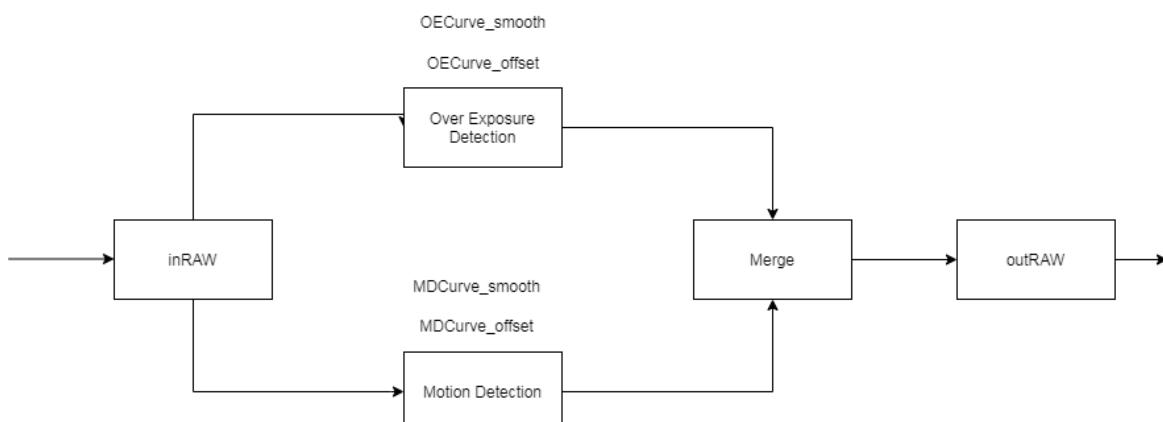
4.3 MERGE

4.3.1 功能描述

通过该模块，可以调整在合成过程中，使用长（中）短帧的比例。使用某帧的比例是该帧过曝权重和运动权重共同决定的，两者是乘积关系，其中过曝权重是由过曝曲线决定，运动权重是由运动曲线决定。

过曝曲线由OECurve_smooth和OECurve_offset两个参数确定，在两帧模式下，是否过曝在长帧和短帧之间判断，三帧模式下，是否过曝在长帧和中帧之间判断。

运动曲线包含长帧与中帧运动曲线（MDCurveLM_smooth和MDCurveLM_offset两参数决定）和中帧与短帧运动曲线（MDCurveMS_smooth和MDCurveMS_offset两参数决定），在两帧模式下，只有中帧短帧运动曲线生效。



Merge框图

4.3.2 关键参数

4.3.2.1 EnvLv

【描述】

环境亮度，取值范围[0,1]，其中0代表环境全黑，1代表环境最亮。通过EnvLv来控制OECurve_smooth和OECurve_offset。

【成员】

【注意事项】

当前环境环境亮度，可由工具在线调试模块得到。

4.3.2.2 OECurve_smooth

【描述】

表示过曝曲线的斜率，取值范围[0,1]，默认值为0.4。从图像上看，该值表示长短帧过度区域的平滑情况：该值越小，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越平滑，同时过渡区域越大，反之，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越突兀，但是过渡区域越小。

【成员】

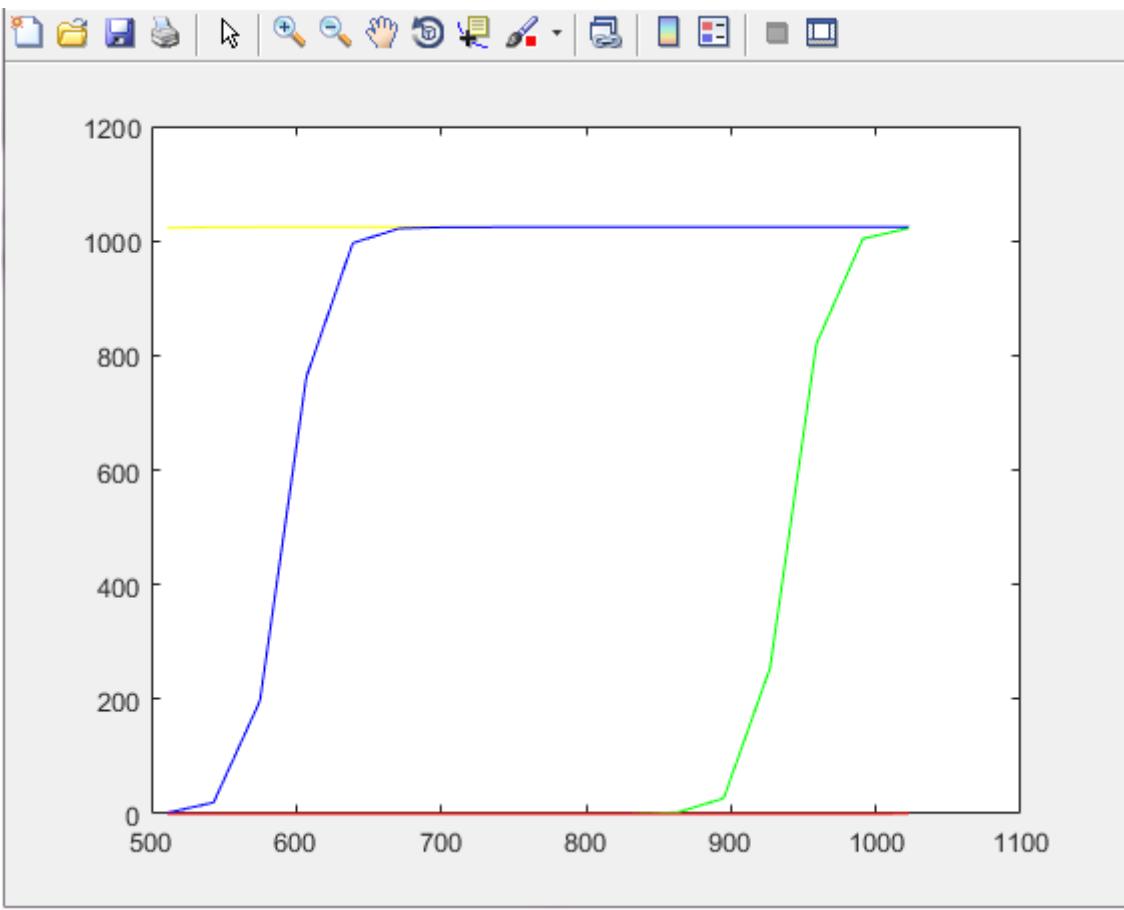
【注意事项】

4.3.2.3 OECurve_offset

【描述】

表示过曝曲线的偏移值，取值范围[108,280]，默认值为210。从图像上看，该值代表了过曝处使用短帧的初始值。该值越小，使用中帧（或者短帧）的权重最大。

几个较为特殊的点：其中108代表，设置下去的过曝曲线值全为1023，此时中帧（或者短帧）使用的权重最大，如下图中黄色曲线所示；128是值代表从亮度为128开始时，中帧（或者短帧）就可能使用，如下图中蓝色曲线所示；215是代表，215是值代表从亮度为215开始时，中帧（或者短帧）就可能使用，同时正好到到达256时，中帧（或者短帧）的权重刚好为1023，如下图中绿色曲线所示；280是到代表过曝曲线值全为0，此时merge不会使用中帧（或者短帧），如下图中红色曲线所示：



【成员】

【注意事项】

4.3.2.4 MoveCoef

【描述】

表示画面运动程度，取值范围[0,1]，其中0代表完全静止，1代表完全运动。通过MoveCoef来控制MDCurveLM_smooth、MDCurveLM_offset、MDCurveMS_smooth和MDCurveMS_offset。（由于当前场景检测未做，不能得到运动量，实际使用均为MoveCoef等于1）。

【成员】

【注意事项】

4.3.2.5 MDCurveLM_smooth

【描述】

表示长帧和中帧之间运动曲线斜率，取值范围为[0,1]，默认值为0.4。该值表示长中帧过渡区域的平滑情况：该值越小，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越平滑，同时过渡区域越大，反之，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越突兀，但是过渡区域越小。（在两帧模式下，该值无效）

【成员】

【注意事项】

4.3.2.6 MDCurveLM_offset

【描述】

表示长帧和中帧之间运动曲线偏移值，取值范围为[0.26,1]，默认值为0.38。从图像上看，该值代表了过曝处使用中帧的初始值。该值越小，使用中帧（或者短帧）的权重最大。（在两帧模式下，该值无效）

【成员】

【注意事项】

4.3.2.7 MDCurveMS_smooth

【描述】

表示中帧和短帧之间运动曲线斜率，取值范围为[0,1]，默认值为0.4。该值表示中短帧过渡区域的平滑情况：该值越小，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越平滑，同时过渡区域越大，反之，过曝区域与非过曝区域之间的过渡越突兀，但是过渡区域越小。

【成员】

【注意事项】

4.3.2.8 MDCurveMS_offset

【描述】

表示中帧和短帧之间运动曲线偏移值，取值范围为[0.26,1]，默认值为0.38。从图像上看，该值代表了过曝处使用短帧的初始值。该值越小，使用中帧（或者短帧）的权重最大。

【成员】

【注意事项】

4.3.2.9 OECurve_damp

【描述】

表示过曝曲线变化的平滑系数，为当前帧参数的占比，取值范围为[0,1]，默认值为0.3。

【成员】

【注意事项】

4.3.2.10 MDCurveLM_damp

【描述】

表示长帧中帧间运动曲线变化的平滑系数，为当前帧参数的占比，取值范围为[0,1]，默认值为0.3。在两帧模式下，该值无效）

【成员】

【注意事项】

4.3.2.11 MDCurveMS_damp

【描述】

表示中帧短帧间运动曲线变化的平滑系数，为当前帧参数的占比，取值范围为[0,1],默认值为0.3。

【成员】

【注意事项】

4.3.3 调试步骤

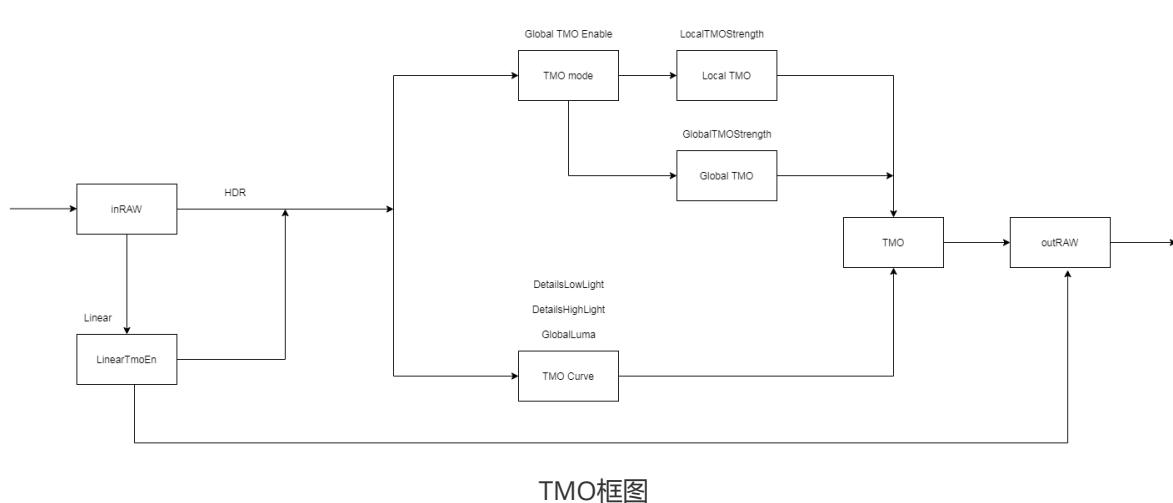
4.4 TMO

4.4.1 功能描述

SDR（标准动态范围）显示器通常只能显示 8bit 的数据，如果直接将捕捉到的高动态场景的图像在 SDR 显示器上显示，会损失掉很多细节，因此在显示前需要做动态范围的压缩。

TMO 的作用是将高动态场景的内容进行压缩，同时尽可能的保留原始的对比度和细节，在显示器上显示的效果要跟人眼直接观察到的接近。通过本模块可以对TMO后图像进行调整。

TMO模块的算法框架以及关键参数如图所示。



TMO框图

4.4.2 关键参数

4.4.2.1 LinearTmoEn

【描述】

线性TMO开关功能

0: 打开

1: 关闭

【成员】

【注意事项】

4.4.2.2 GlobalLuma

【描述】

通过该部分参数可以控制TMO之后图像的整体亮度。

【成员】

成员名称	描述
GlobalLumaMode	GlobelLuma控制量的选择, 0: EnvLv, 1: ISO
EnvLv	环境亮度, 取值范围[0,1], 0: 全黑, 1: 最亮。
ISO	环境ISO
Tolerance	表示EnvLv或者ISO的容忍值。
GlobalLuma	表示图像经过TMO之后的整体亮度, 由EnvLv或者ISO控制, 取值范围为[0,1], 默认值为0.25。

【注意事项】

Tolerance是为了防止DetailsHighlight变化过于频繁从而导致画面出现震荡与闪烁。当前帧的EnvLv或者ISO与前一帧的变化小于Tolerance时, GlobalLuma的值不变。若为IPC等画面变化较小的机器, Tolerance可以为0。

从图像上看, GlobalLuma值越大, TMO之后图像整体亮度越大, 反之, TMO之后图像整体亮度越小。GlobalLuma在夜晚的情况下, 可以适量降低大小。

4.4.2.3 DetailsHighLight

【描述】

通过该部分参数可以控制高亮部分的细节（亮度）多少。

【成员】

成员名称	描述
DetailsHighLightMode	DetailsHighLight控制量的选择, 0: OEPdf, 1: EnvLv
OEPdf	表示当前帧中过曝区域的占比, 该参数通过AE获取。取值范围为[0,1]。判断判断是否为过曝区域请参考AE参数中的OEROILowTh。
EnvLv	环境亮度, 取值范围[0,1], 0: 全黑, 1: 最亮
Tolerance	表示OEPdf或者EnvLv的容忍值。
DetailsHighLight	表示图片经过TMO之后高亮部分的细节多少, 取值范围为[0,1], 默认值为0.5。

【注意事项】

Tolerance是为了防止DetailsHighlight变化过于频繁从而导致画面出现震荡与闪烁。当前帧的OEPdf或者EnvLv与前一帧的变化小于Tolerance时, DetailsHighlight的值不变。若为IPC等画面变化较小的机器, Tolerance可以为0。

从图像上看，当DetailsHighLight值越小时，高光部分细节越多，反之，高光部分细节越少。

4.4.2.4 DetailsLowLight

【描述】

该参数控制暗区部分的细节（亮度）。

【成员】

成员名称	描述
DetailsLowLightMode	DetailsLowLight控制量的选择，0: FocusLuma, 1: DarkPpdf, 2: ISO
FocusLuma	表示对焦处的亮度（8bit），取值范围为[1,100]。
DarkPpdf	表示当前帧中过曝区域的占比，取值范围为[0,1]。
ISO	表示环境ISO
Tolerance	表示FocusLuma、DarkPpdf或者ISO的容忍值。
DetailsLowLight	表示图片经过TMO之后低光部分的细节多少，取值范围为[1,4],默认值为1。

【注意事项】

使用FocusLuma时需要AF正常，若AF未正常工作，同时DetailsHighLightMode为0，此时DetailsHighLight的值固定为DetailsHighLight[0]。

DarkPpdf在2x hdr模式下使用长帧进行判定，在3x hdr模式下使用中帧进行判定，该值由AE获取。

Tolerance是为了防止DetailsLowlight变化过于频繁从而导致画面出现震荡与闪烁。当前帧的FocusLuma、DarkPpdf或者ISO与前一帧的变化小于Tolerance时，DetailsLowlight的值不变。若为IPC等画面变化较小的机器，Tolerance可以为0。

从图像上看，当DetailsLowLight值越大时，低光部分细节越多，反之，低光部分细节越少。当亮度提升较多时，可能出现对比度降低的情况。取值对应的含义是将暗区的亮度提升1x~4x。

4.4.2.5 GlobalTMO

【描述】

由于Local TMO会加大TMO闪烁的机率，在某些大分辨率、高帧率的项目中，请使用GlobalTMO。

【成员】

成员名称	描述
Enable	功能开关, 0: 关闭, 1: 开启
IIR	IIR滤波器帧数, 取值范围为[1,1000], 默认值为64
Mode	GlobalTMOStrength控制量的选择, 0: DynamicRange, 1: EnvLv
DynamicRange	表示当画面的动态范围,取值范围为[1,84]
EnvLv	环境亮度, 取值范围[0,1], 0: 全黑, 1: 最亮
Tolerance	表示DynamicRange或者EnvLv的容忍值
GlobalTMOStrength	该参数调整在global TMO模式下, 对整体亮度进行调整, 取值范围为[0,1],默认值为0.5

【注意事项】

Enable开启时, TMO使用GlobalTMO参数, LocalTMO中所有参数均失效。Enable关闭时, GlobalTMO和LocalTMO的参数均生效。

IIR值越大, 帧间亮度过渡更平滑, 当IIR为1000时, TMO中相关参数被固定, 可能导致画面出现过量或者过暗情况, 正常情况下IIR取值区间建议为[16,128]。

Tolerance是为了防止GlobalTMOStrength变化过于频繁从而导致画面出现震荡与闪烁。当前帧的DynamicRange或者EnvLv与前一帧的变化小于Tolerance时, GlobalTMOStrength的值不变。若为IPC等画面变化较小的机器, Tolerance可以为0。

若是在global TMO和local TMO混合模式下, GlobalTMOStrength只会对global部分做修正, 从图像上看, GlobalTMOStrength值为0.5代表不对亮度做调整; 低于0.5, 图像整体亮度降低; 高于0.5, 图像整体亮度上升。

该模块开启时, TMO的种类被更改为Global TMO (TmoContrast中的参数失效)。

4.4.2.6 LocalTMO

【描述】

通过该部分参数来控制Local TMO所占比重。

【成员】

成员名称	描述
LocalTMOMode	LocalTMOStrength控制量的选择, 0: DynamicRange, 1: EnvLv
DynamicRange	表示当画面的动态范围,取值范围为[1,84]。
EnvLv	环境亮度, 取值范围[0,1], 0: 全黑, 1: 最亮。
Tolerance	表示DynamicRange或者EnvLv的容忍值。
LocalTMOStrength	该值表示在TMO中, local TMO占比, 取值范围为[0,1],默认值为0.3。

【注意事项】

Tolerance是为了防止LocalTMOStrength变化过于频繁从而导致画面出现震荡与闪烁。当前帧的DynamicRange或者EnvLv与前一帧的变化小于Tolerance时，LocalTMOStrength的值不变。若为IPC等画面变化较小的机器，Tolerance可以为0。

当LocalTMOStrength取值为0时，TMO为Global TMO；当取值为255时，TMO为local TMO；当取值为0到1之间时，为Global TMO和Local TMO的混合。

LocalTMOStrength值设置的越大（Local TMO使用的越多）时，画面的对比度越高、高光区域与低光区域细节更多，同时画面也更容易出现瑕疵，例如在画面高对比度区域出现较为明显的黑边、曝光变化时画面更容易出现闪烁等问题，在实际使用中取值需要折中选择。

4.4.2.7 Damp

【描述】

表示GlobalLuma、DetailsHighLight、DetailsLowLight、GlobalTMOStrength以及LocalTMOStrength参数变化的平滑系数，为当前帧参数的占比，取值范围为[0,1]，默认值为0.3。

【成员】

【注意事项】

4.4.3 调试步骤

4.5 FEC

4.5.1 功能描述

光学系统、电子扫描系统失真而引起的斜视畸变、枕形、桶形畸变等，都可能使图像产生几何特性失真。图像的畸变矫正是以某种变换方式将畸变图像转换为理想图像的过程。

该模块对x和y方向的图像畸变进行校正。

4.5.2 关键参数

4.5.2.1 enable

【描述】

开关功能

1：打开

0：关闭

【成员】

【注意事项】

4.5.2.2 correct_level

【描述】

畸变校正畸变：0~255

【成员】

【注意事项】

用户可以通过uapi修改这个级别

4.5.2.3 light_center

【描述】

镜头中心（光心）参数，标定生成

【成员】

【注意事项】

4.5.2.4 distortion_coeff

【描述】

镜头畸变相关参数，标定生成

【成员】

【注意事项】

4.6 LDCH

4.6.1 功能描述

光学系统、电子扫描系统失真而引起的斜视畸变、枕形、桶形畸变等，都可能使图像产生几何特性失真。图像的畸变矫正是以某种变换方式将畸变图像转换为理想图像的过程。

该模块只对x方向的图像畸变进行校正。

4.6.2 关键参数

4.6.2.1 enable

【描述】

开关功能

1：打开

0：关闭

【成员】

【注意事项】

4.6.2.2 correct_level

【描述】

畸变校正畸变： 0~255

【成员】

【注意事项】

用户可以通过uapi修改这个级别

4.6.2.3 correct_level_max

【描述】

畸变校正最大级别： 0~255， 标定生成

【成员】

【注意事项】

ldch可校正范围有限制，超出范围可能会导致isp处理异常。

4.6.2.4 light_center

【描述】

镜头中心（光心）参数，标定生成

【成员】

【注意事项】

4.6.2.5 distortion_coeff

【描述】

镜头畸变相关参数，标定生成

【成员】

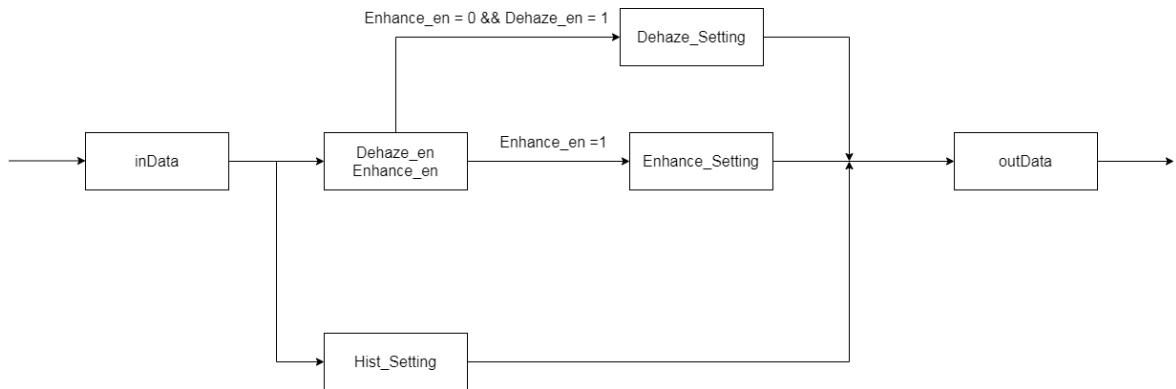
【注意事项】

4.7 Dehaze & Enhance

4.7.1 功能描述

在雾、霾之类的恶劣天气下，采集的图像质量会由于大气散射而严重降低，使图像颜色偏灰白色，对比度降低，物体特征难以辨认。所以需要图像去雾技术来增强或修复，以改善视觉效果。

本模块包含三个模块，分别为Dehaze、Enhance和Hist。Dehaze主要在画面中雾、霾较大时使用，Enhance和Hist多用于增强画面对比度。其中Dehaze和Enhance两个模块只能同时开启一个，若两个同时开启，只有Enhance模块生效，Hist可与其他模块一起开启。



4.7.2 关键参数

4.7.2.1 Enable

【描述】

Dehaze&Enhance开关功能

0: 关闭

1: 打开

【成员】

【注意事项】

4.7.2.2 cfg_alpha_normal

【描述】

normal模式下，软件配置占比，取值范围[0,1]

0: 全使用自适应参数

1: 全使用软件配置参数，可控制自适应参数和软件配置参数按照比例混合

【成员】

【注意事项】

当值为0时，Dehaze中的cfg_wt、cfg_air、cfg_tmax以及Hist中的cfg_gratio不生效；反之，当值为1时，Dehaze参数完全由cfg_wt、cfg_air和cfg_tmax决定，Hist参数完全由cfg_gratio决定。

4.7.2.3 cfg_alpha_HDR

【描述】

HDR模式下，软件配置占比，取值范围[0,1]

0: 全使用自适应参数

1: 全使用软件配置参数，可控制自适应参数和软件配置参数按照比例混合

【成员】

【注意事项】

当值为0时，Dehaze中的cfg_wt、cfg_air、cfg_tmax以及Hist中的cfg_gratio不生效；反之，当值为1时，Dehaze参数完全由cfg_wt、cfg_air和cfg_tmax决定，Hist参数完全由cfg_gratio决定。

4.7.2.4 cfg_alpha_night

【描述】

night模式下，软件配置占比，取值范围[0,1]

0：全使用自适应参数

1：全使用软件配置参数，可控制自适应参数和软件配置参数按照比例混合

【成员】

【注意事项】

当值为0时，Dehaze中的cfg_wt、cfg_air、cfg_tmax以及Hist中的cfg_gratio不生效；反之，当值为1时，Dehaze参数完全由cfg_wt、cfg_air和cfg_tmax决定，Hist参数完全由cfg_gratio决定。

4.7.2.5 Dehaze_Setting

【描述】

通过该模块对去雾参数进行调整。

【成员】

成员名称	描述
Name	模式名称
Dehaze_en	Dehaze模块开关功能, 0: 关闭, 1: 打开
ISO	环境ISO
dc_min_th	wt自适应的统计范围, 取值范围[16, 120], 默认值64
dc_max_th	wt自适应高曝区统计范围, 取值范围[170, 255], 默认值192
yhist_th	y分量高曝区统计范围, 取值范围[170, 255], 默认值249
yblk_th	y分量块数目比例阈值, 取值范围[0.002, 0.01], 默认值0.002
dark_th	wt自适应y分量块最小值阈值, 取值范围[230, 250], 默认值250
bright_min	air自适应阈值的最小值, 取值范围[160, 200], 默认值180
bright_max	air自适应阈值的最大值, 取值范围[210, 250], 默认值240
wt_max	wt自适应的最大值限制, 取值范围[0.75, 0.9], 默认值0.9
air_min	air自适应的最小值限制, 取值范围[200, 220], 默认值200
air_max	air自适应的最大值限制, 取值范围[230, 250], 默认值250
tmax_base	tmax自适应基础值, 默认125, 对应配置如下, 200(131), 210(125), 220(119), 230(114), 240(109), 250(105), 推荐131-105
tmax_off	tmax自适应的固定值, 取值范围[0.1, 0.5], 默认值0.1
tmax_max	tmax自适应的最大值, 取值范围[0.1, 0.5], 默认值0.5
cfg_wt	软件配置wt, 图像去雾力度, 取值范围[0, 1]
cfg_air	软件配置air, 大气光系数, 取值范围[0, 255]
cfg_tmax	软件配置tmax, 去雾的最大值, 取值范围[0, 1]
dc_thed	dark channel部分的双边sigma, 取值范围[0, 255], 默认值32
dc_weitcur	dark channel部分的双边权重, 默认值1
air_thed	airlight部分的双边sigma, 取值范围[0, 255], 默认值32
air_weitcur	airlight部分的双边权重, 默认值0.14
stab_fnum	帧稳定的最大值, 取值范围[1,31], 默认值10
sigma	iir控制的sigma, 默认6, 最大255
wt_sigma	帧间wt滤波系数, 取值范围[0,256)
air_sigma	帧间air滤波系数, 取值范围[0,255]
tmax_sigma	帧间tmax滤波系数, 取值范围[0,2]

【注意事项】

cfg_wt: 值越大去雾力度越大, 需要注意的是wt最好不要超过0.9, 在大多数情况下wt超过0.9都会显得处理效果不自然, 除非场景中的雾非常大。 (如下图, 从左到右依次为Dehaze_en= 0, Dehaze_en= 1且cfg_wt= 0.4, Dehaze_en= 1且cfg_wt= 0.8)



cfg_air: 也可以控制去雾力度, 同时会影响图像过曝区域的去雾效果, 与sw_dhaz_cfg_wt配合使用。

如下图可见, 对下面这幅输入图像来说, cfg_air越大天空交界处的去雾效果越自然, cfg_air为250的时候不会出现中间的分层问题, air的调试主要考虑图像中是否存在天空和过曝区, 如果存在则需要调大air, 避免出现分层或者是细节丢失的问题。 (如下图, 从左到右依次为Dehaze_en= 0, Dehaze_en= 1且cfg_air= 200, Dehaze_en= 1且cfg_air= 250)



cfg_tmax: 值越小, 景深方向的去雾力度越大, 值越大, 景深方向的去雾力度越小。

如下图可见, cfg_tmax是0.1的时候景深方向的雾去除的比较干净, 一些细节已经可以看见了, cfg_tmax为0.5的时候就弱很多, 景深方向的雾不是去除的越多越好, 去除太多会破坏图像的层次感, 通常0.2是一个比较合适的值。 (如下图, 从左到右依次为Dehaze_en= 0 , Dehaze_en= 1且cfg_tmax= 0.1, Dehaze_en= 1且cfg_tmax= 0.5)



stab_fnum: dehaze的参数是从0开始逐渐到达一个稳定值, sw_dhaze_stab_fnum就是软件指定的达到稳定的帧数, 一般10帧是比较合适的, 该参数最大值可配到31, 最多1s的时间就要进入稳定状态;

4.7.2.6 Enhance_Setting

【描述】

通过该模块对图像对比度进行调整。

【成员】

成员名称	描述
Name	模式名称
Enhance_en	Enhance模块开关功能, 0: 关闭, 1: 打开
ISO	表示环境ISO
enhance_value	对比度系数, 取值范围[0, 16], 推荐范围[1, 2]

【注意事项】

enhance_value: 越大对比度越强

4.7.2.7 Hist_Setting

【描述】

通过该模块对图像对比度进行调整, 通常用于去雾后对比度不够的情况。

【成员】

成员名称	描述
Name	模式名称
Hist_en	Hist模块开关功能, 0: 关闭, 1: 打开
ISO	表示环境ISO
hist_channel	直方图均衡三通道分离开关功能, 1: 直方图三通道合一; 0: 直方图三通道分离, 默认为 0
hist_para_en	直方图拉伸控制参数, 取值为0、1
hist_gratio	直方图拉伸倍数, 直方图均衡控制系数, 取值范围[0, 32]
hist_th_off	直方图统计阈值, 取值范围[0, 255], 默认值64
hist_k	直方图自适应阈值放大倍数, 取值范围[0, 7), 默认值2
hist_scale	直方图均衡控制系数, 取值范围[0, 32]
hist_min	直方图统计阈值的最小值, 取值范围[0, 2), 默认值0.016
cfg_gratio	软件配置直方图拉伸倍数, 直方图均衡控制系数, 取值范围[0, 32)

【注意事项】

hist_channel: 直方图均衡三通道分离的时候可以一定程度上的矫正色偏, 但是在有些场景, 三通道分离会出现颜色分层。 (如下图, 从左到右依次为 Hist_en = 0, Hist_en = 1且hist_channel= 0, Hist_en = 1且hist_channel= 1)



hist_para_en: 当取值为1时, hist_scale生效, hist_gratio不生效; 反之, 当取值为0时, hist_scale不生效, hist_gratio生效。

hist_gratio: 值越大, 直方图拉伸力度越大, 图像整体亮度也越高。

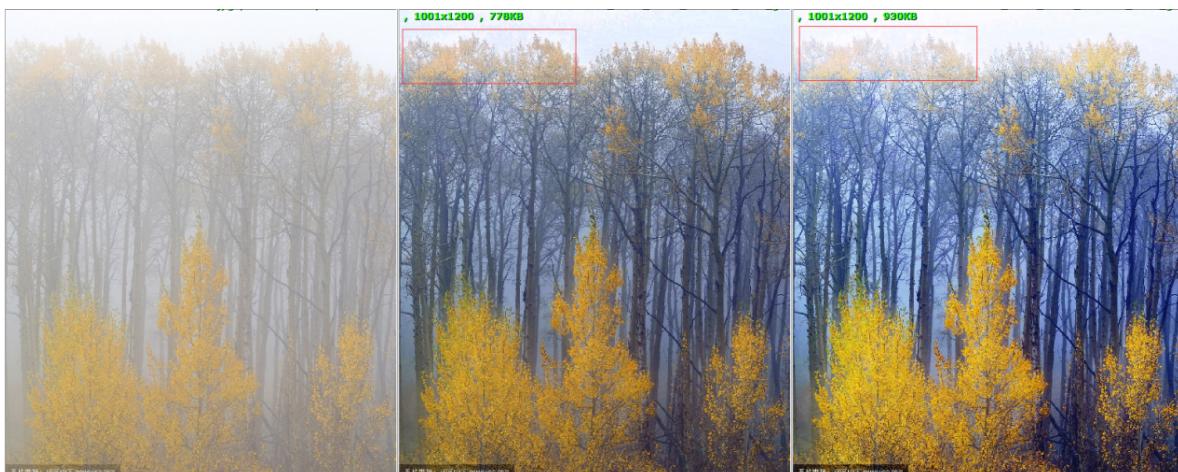
hist_th_off: 该值越大, 直方图的统计值越大, 图像整体亮度也越高。

hist_k: 该值越大, 直方图的统计值越大, 图像整体亮度也越高。

hist_min: 该值越大, 直方图的统计值越大, 图像整体亮度也越高。

cfg_gratio: 与wt有关, wt越大gratio需适当调大, wt越小gratio越小。参数过大会让效果看起来不自然, 整体颜色偏蓝, 另外一些细节也会再次丢失掉, gratio是直方图拉伸的一个系数, 其大小与wt有关, wt越大gratio需适当调大, wt越小gratio越小, 要避免wt比较小却配置了一个比较大的gratio。

(如下图, 从左到右依次为 Hist_en = 0, Hist_en = 1且cfg_gratio= 0.768, Hist_en = 1且cfg_gratio= 2)



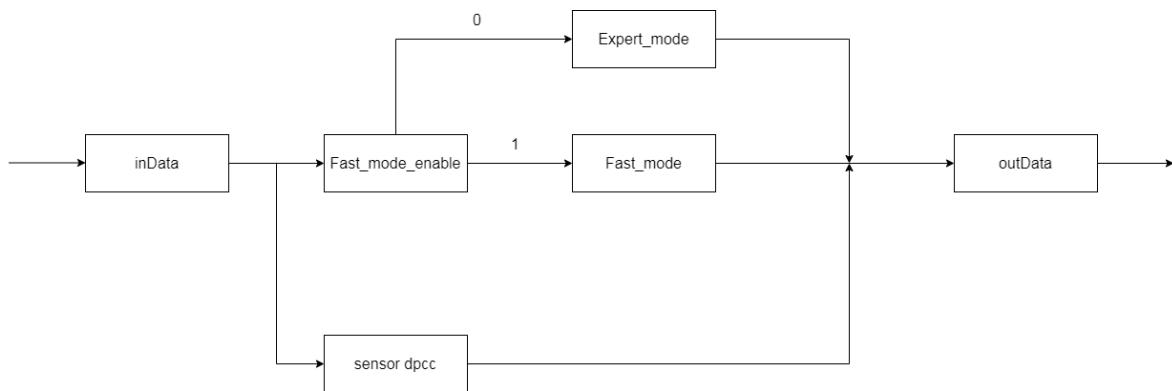
4.7.3 调试步骤

4.8 DPCC

4.8.1 功能描述

通过本模块对坏点进行检查与去除。

模块包括Fast_mode、Expert_mode以及sensor_dpcc三个部分, 其中Fast_mode与Expert_mode互斥, 两者只能开启一个。



4.8.2 关键参数

4.8.2.1 Enable

【描述】

DPCC开关功能

0: 关闭

1: 打开

【成员】

【注意事项】

4.8.2.2 Fast_mode

【描述】

通过该部分对Fast_mode相关参数进行调整。

【成员】

成员名称	描述
Fast_mode_enable	Fast_mode开关功能, 0: 关闭, 1: 打开
ISO	环境ISO
Single_enable	单坏点去除开关, 0: 关闭, 1: 打开
Single_level	单坏点去除力度, 取值范围[0, 10]
Double_enable	双坏点去除开关, 0: 关闭, 1: 打开
Double_level	双坏点去除力度, 取值范围[0, 10]
Triple_enable	多坏点去除开关, 0: 关闭, 1: 打开
Triple_level	多坏点去除力度, 取值范围[0, 10]

【注意事项】

Fast_mode_enable: 值为0时, Fast_mode关闭, Expert_mode开启; 反之, 值为1时, Fast_mode开启, Expert_mode关闭。

双坏点、多坏点指相邻的多个坏点。

多坏点去除力度，0代表不做处理，1~10代表不同强度坏点去除力度，值越大力度越大。

若使用Fast_mode不能达到想要的力度，请使用Expert_mode。

4.8.2.3 Expert_mode

【描述】

通过该部分对Expert_mode相关参数进行调整。

【成员】

成员名称	描述
ISO	环境ISO
Stage1_enable	默认值1
grayscale_mode	黑白模式开关，0：关闭，1：打开
rk_out_sel	RK坏点判断模式，0：模式1，1：模式2，2：模式3
dpcc_out_sel	坏点矫正模式，0：中值，1：RK模式
stage1_rb_3x3	默认值0
stage1_g_3x3	默认值0
stage1_inc_rb_center	默认值1
stage1_inc_g_center	默认值1
stage1_use_fix_set	内置坏点判定条件开关，0：关闭，1：打开
stage1_use_set3	set_cell中第三种坏点判断条件开关，0：关闭，1：打开
stage1_use_set2	set_cell中第二种坏点判断条件开关，0：关闭，1：打开
stage1_use_set1	set_cell中第一种坏点判断条件开关，0：关闭，1：打开
set_cell	坏点判断条件

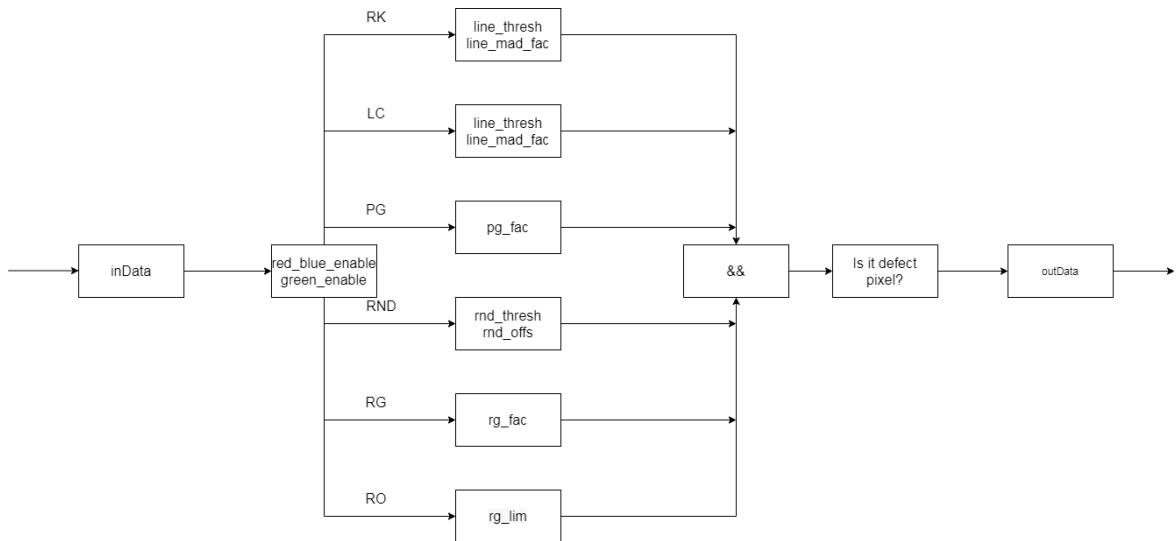
【注意事项】

grayscale_mode：当sensor为彩色时，设置为0；反之，当sensor为黑白时，设置为1。

4.8.2.3.1 set_cell

【描述】

通过该部分可以调整判定坏点条件阈值，主要包括RK、LC、PG、RND、RG以及RO六种判定条件，六种条件为且的关系。



【成员】

成员名称	描述
red_blue_enable	红/蓝坏点判定条件开关, 0: 关闭, 1: 打开
green_enable	绿坏点判定条件开关, 0: 关闭, 1: 打开
line_thresh	RK、LC判定条件阈值1, 取值范围[0,255]
line_mad_fac	RK、LC判定条件阈值2, 取值范围[0, 63]
pg_fac	PG判定条件阈值, 取值范围[0, 63]
rnd_thresh	RND判定条件阈值1, 取值范围[0, 255]
rg_fac	RG判定条件阈值, 取值范围[0, 63]
rg_lim	RO判定条件阈值, 取值范围[0, 3]
rnd_offs	RND判定条件阈值2, 取值范围[0, 3]

【注意事项】

red_blue_enable、green_enable：第一行代表RK判定条件开关，第二行代表RG判定条件开关，第三行代表RND判定条件开关，第四行代表RO判定条件开关，第五行代表LC判定条件开关，第六行代表PG判定条件开关。

line_thresh：第一行代表RK算法红/蓝通道sw_mindis值，第二行代表RK算法绿通道sw_mindis值，第三行代表LC算法红/蓝通道LINE_THR值，第四行代表LC算法红绿通道LINE_THR值。

line_mad_fac：第一行代表RK算法红/蓝通道sw_dis_scale_min值，第二行代表RK算法绿通道sw_dis_scale_min值，第三行代表LC算法红/蓝通道LINE_MAD_FAC值，第四行代表LC算法红绿通道LINE_MAD_FAC值。

pg_fac：第一行代表红/蓝通道PG_FAC值，第二行代表绿通道PG_FAC值。

rnd_thresh：第一行代表红/蓝通道RND_THR值，第二行代表绿通道RND_THR值。

rg_fac：第一行代表红/蓝通道RG_FAC值，第二行代表绿通道RG_FAC值。

rg_lim：第一行代表红/蓝通道RO_LIM值，第二行代表绿通道RO_LIM值。

rnd_offs：第一行代表红/蓝通道RND_OFFSETS值，第二行代表绿通道RND_OFFSETS值。

4.8.2.4 sensor_dpcc

【描述】

通过该部分可以对sensor自身的坏点去除力度进行调整。

【成员】

成员名称	描述
sensor_dpcc_auto_en	sensor dpcc开关功能, 0: 关闭, 1:打开
max_level	去除坏点最大力度
ISO	环境ISO
level_single	去除单个坏点力度
level_multiple	去除多个坏点力度

【注意事项】

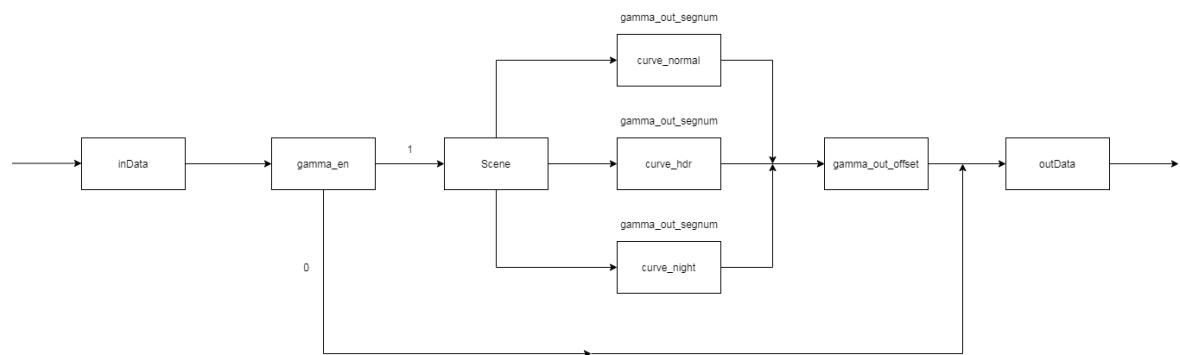
该功能需要sensor自身具有去除坏点的功能，同时驱动配置完成的情况下，才能使用。

4.8.3 调试步骤

4.9 Gamma

4.9.1 功能描述

通过该模块对gamma曲线进行调整，包含三条gamma曲线，curve_normal、curve_hdr以及curve_night。



4.9.2 关键参数

4.9.2.1 gamma_en

【描述】

Gamma开关功能

0: 打开

1: 关闭

【成员】

【注意事项】

4.9.2.2 gamma_out_segnorm

【描述】

Gamma曲线X轴间距类型

0: 非等间距

1: 等间距

【成员】

【注意事项】

4.9.2.3 gamma_out_offset

【描述】

Gamma曲线修正功能，取值范围[-2048,2048]，默认值0。

【成员】

【注意事项】

4.9.2.4 curve_normal

【描述】

线性模式下gamma曲线，取值范围[0,4095]。

【成员】

【注意事项】

4.9.2.5 curve_hdr

【描述】

HDR模式下gamma曲线，取值范围[0,4095]。

【成员】

【注意事项】

4.9.2.6 curve_night

【描述】

夜晚模式下gamma曲线，取值范围[0,4095]。

【成员】

【注意事项】

4.9.3 调试步骤

4.10 Debayer

4.10.1 功能描述

由于大部分彩色相机均采用单传感器获取图像信息，且每个传感器表面覆盖有一个CFA (Color Filter Array, 色彩滤波阵列)，使得每一个像素只能获得R、G、B三基色中的一种彩色分量。由于色彩滤波阵列每个像素上只有一种颜色的分量是已知的，为了得到一幅彩色图像，需要利用已知的颜色信息插值出另外两种丢失的颜色分量，该过程被称为去马赛克(Debayer或Demosaic)：

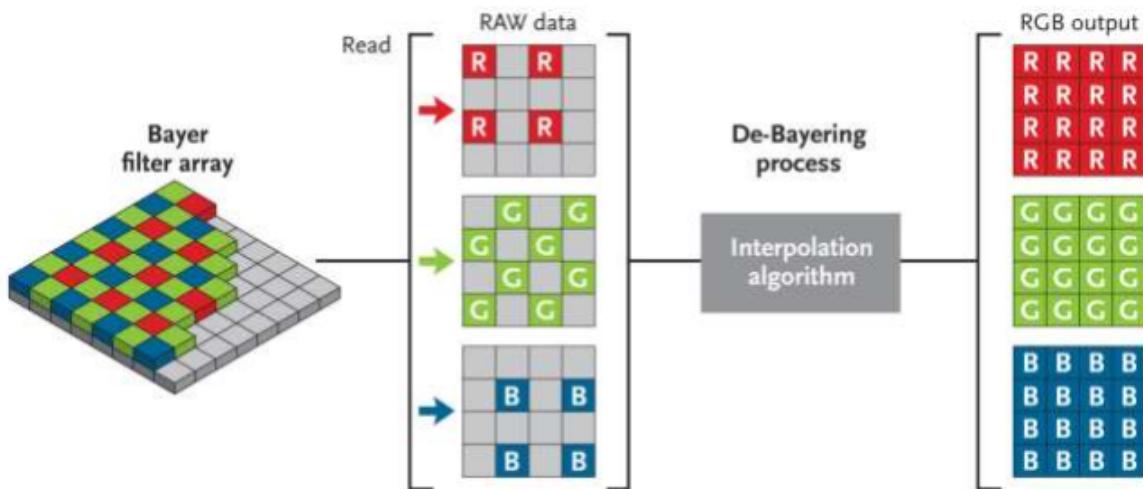


图4-10-1 Debayer功能示意图

4.10.2 关键参数

Enable:

【描述】

Debayer模块使能位，0：关闭，1：打开。

debayer_filter1

【描述】

低频梯度滤波器，取值范围[-8, 7]。

debayer_filter2

【描述】

高频梯度滤波器，取值范围[-8, 7]。

debayer_gain_offset

【描述】

计算G通道插值系数中锐化权重时梯度的偏移值，取值范围[0, 15]。

ISO

【描述】

当前档对应的ISO值，取值范围[50, 2048]。

sharp_strength

【描述】

G通道插值锐化权重最大值，取值范围[0, 4]。

debayer_hf_offset

【描述】

计算梯度时的偏移值，取值范围[0, 4095]。

debayer_offset

【描述】

G通道clip的offset，取值范围[0, 15]。值越大，clip范围越大。

debayer_clip_en

【描述】

G通道插值 clip 开关，0：关闭，1：打开。

debayer_filter_g_en

【描述】

G通道插值结果滤波开关，0：关闭，1：打开。

debayer_filter_c_en

【描述】

色差图滤波开关，0：关闭，1：打开。

debayer_thed0

【描述】

控制高低频权重选取，值越大选取高频权重概率越小，取值范围[0, 16]。

debayer_thed1

【描述】

控制高低频权重选取，值越大选取低频权重概率越小，取值范围[0, 16]。

debayer_dist_scale

【描述】

控制高低频权重选取，值越大选取高频权重概率越小，取值范围[0, 16]。

debayer_cnr_strength

【描述】

色差图滤波时clip的强度，取值范围[0, 9]。

debayer_shift_num

【描述】

值越小，色差 clip 的范围越大，取值范围[0, 4]。

4.11 CPSL

4.11.1 功能描述

CPSL为 compensation light的缩写，用于控制红外，彩色补光灯及ircutter，分为自动及手动模式。自动控制主要为根据环境亮度自动开启关闭补光灯，手动模式则需要用户调用API来开启关闭补光灯。相关API使用可参考《Rockchip_Development_Guide_ISP2x_》。

4.11.2 关键参数

enable

【描述】

模块使能开关。如果为0则模块不工作，即手动自动模式都不工作，CPSL相关API调用也不生效。如果驱动中未配置补光灯，需要将之设置成0；相反的，需要设置为1，否则CPSL相关API会不生效。

mode

【描述】

工作模式。0 为 自动模式， 1 为 手动模式。自动模式时补光灯由AIQ算法控制，手动模式时用户可通过 API控制补光灯。

force_gray

【描述】

当补光灯开启时，是否要强制切成黑白模式，注意该字段只在CPSL模块生效；如果要在CPSL模块之外控制黑白模式，可调用API或者IQ文件中将 COLOR_AS_GREY 设置成 enable，COLOR_AS_GREY 比该模块中的force_gray优先级高。

light_src

【描述】

补光灯类型信息，可通过该字段表明需要控制的补光灯类型。

- 0：只控制彩色补光灯
- 1：只控制红外补光灯
- 2：控制彩色及红外补光灯

auto_adjust_sens

【描述】

自动模式参数，用于灵敏度调节。调节范围为 0.0 ~ 100.0，默认为 50.0。调节的目标参数是 auto_on2off_th 及 auto_off2on_th，目标参数最大可在正负1.5倍间变化。

auto_on2off_t

【描述】

自动模式参数，用于控制补光灯开启后自动关闭的阈值，计算公式为：图像亮度 / (sensor曝光量/最大曝光量)。

auto_off2on_th

【描述】

自动模式参数，用于控制补光灯是否开启的阈值，计算公式为：图像亮度 / (sensor曝光量/最大曝光量)。

auto_sw_interval

【描述】

自动模式参数，用于控制补光灯开启关闭的时间间隔，单位为 秒。补光灯开启后，不管外部环境亮度如何，只有过了间隔时间后，才会启动是否切换的检测。

manual_on

【描述】

手动模式参数，用于控制补光灯是否固定开启。

manual_strength

【描述】

手动模式参数，用于控制补光灯的强度，取值范围为 0~100。