CV180X & CV181X ISP 图像调优使用手册

Version: v0.2.5

Release date: 2023/02/07

©2022 北京晶视智能科技有限公司
本文件所含信息归北京晶视智能科技有限公司所有。
未经授权，严禁全部或部分复制或披露该等信息。

目录

1 声明 **2**

2 PQ 调优文档关系说明 **3**

3 ISP 系统概述 **4**
3.1 功能简介 4
3.2 功能框图 5
3.3 各模块简介 7

4 图像质量调优整体概述 **8**
4.1 IPC 应用图像调优概述 8
4.2 线性模式图像质量调优 8
4.2.1 Sensor 对接 9
4.2.2 Sensor 和镜头标定 9
4.2.3 亮度维度 10
4.2.4 色彩维度 10
4.2.5 对比度维度 11
4.2.6 清晰度和噪声维度 11
4.3 WDR 模式图像质量调优 13
4.3.1 WDR 模式背光场景人脸的亮度提升调试方法 13
4.3.2 亮度维度 14
4.3.3 合成区的运动拖尾维度 14
4.3.4 场景的动态范围维度 14
4.3.5 色彩维度 15
4.3.6 对比度维度 15
4.3.7 清晰度和噪声维度 15
4.3.8 WDR 模式夜晚强光抑制场景调试方法 15
4.3.9 亮度维度 16
4.3.10 合成区的运动拖尾维度 16
4.3.11 场景的动态范围维度 16
4.3.12 色彩维度 16
4.3.13 对比度维度 16
4.3.14 清晰度和噪声维度 16

5 模块功能 **17**
5.1 黑电平 17
5.1.1 黑电平标定方法 17
5.1.1.1 环境及相关器材准备 17
5.1.1.2 黑电平标定工具界面 17
5.1.1.3 黑电平标定步骤 18
5.2 DPC 18

5.2.1 DPC 调试方法 18
5.2.1.1 功能描述 18
5.2.1.2 关键参数 19
5.2.1.3 调试步骤 21
5.3 CrossTalk Removal 21
5.3.1 CrossTalk Removal 调试方法 21
5.3.1.1 功能描述 21
5.3.1.2 关键参数 22
5.3.1.3 调试步骤 23
5.4 Mesh Lens Shading Correction (MLSC) 23
5.4.1 MLSC 标定方法 23
5.4.1.1 环境及相关器材准备 24
5.4.1.2 MLSC 标定工具界面 25
5.4.1.3 MLSC 标定步骤 26
5.4.2 MLSC 调试方法 26
5.4.2.1 功能描述 26
5.4.2.2 关键参数 27
5.4.2.3 调试步骤 27
5.5 Radial Shading Correction (RLSC) 27
5.5.1 RLSC 标定方法 27
5.5.1.1 环境及相关器材准备 28
5.5.1.2 RLSC 标定工具界面 29
5.5.1.3 RLSC 标定步骤 29
5.5.2 RLSC 调试方法 30
5.5.2.1 功能描述 30
5.5.2.2 关键参数 30
5.5.2.3 调试步骤 30
5.6 White Balance 31
5.6.1 AWB 标定方法 31
5.6.1.1 环境及相关器材准备 31
5.6.1.2 AWB 标定工具界面 31
5.6.1.3 AWB 标定步骤 32
5.6.2 AWB 调试方法 33
5.6.2.1 功能描述 33
5.6.2.2 关键参数 33
5.6.2.3 调试步骤 40
5.7 BNR 42
5.7.1 BNR 标定方法 42
5.7.1.1 环境及相关器材准备 43
5.7.1.2 BNR 标定工具界面 43
5.7.1.3 BNR 标定步骤 44
5.7.2 BNR 调试方法 44
5.7.2.1 功能描述 44
5.7.2.2 关键参数 45
5.7.2.3 调试步骤 46
5.8 Demosaic 47
5.8.1 Demosaic 调试方法 47
5.8.1.1 功能描述 47
5.8.1.2 关键参数 47
5.8.1.3 调试步骤 49

5.9 WDR . . . 51
5.9.1 WDR 调试方法 . . . 51
5.9.1.1 功能描述 . . . 51
5.9.1.2 关键参数 . . . 54
5.9.1.3 调试步骤 . . . 55
5.10 DRC . . . 56
5.10.1 功能描述 . . . 56
5.10.2 关键参数 . . . 57
5.10.3 调试步骤 . . . 59
5.11 CCM . . . 62
5.11.1 CCM 标定方法 . . . 62
5.11.1.1 环境及相关器材准备 . . . 62
5.11.1.2 CCM 标定工具界面 . . . 63
5.11.1.3 CCM 标定步骤 . . . 64
5.11.2 CCM 调试方法 . . . 64
5.11.2.1 功能描述 . . . 64
5.11.2.2 关键参数 . . . 65
5.11.2.3 调试步骤 . . . 65
5.12 Gamma . . . 65
5.12.1 Gamma 调试方法 . . . 65
5.12.1.1 功能描述 . . . 65
5.12.1.2 关键参数 . . . 66
5.12.1.3 GammaCOEFFI 和 SlopeAtZero 参数说明 . . . 66
5.12.1.4 使用参数调试自定义曲线 . . . 68
5.12.1.5 使用控制点调试自定义曲线 . . . 69
5.13 Dehaze . . . 70
5.13.1 Dehaze 调试方法 . . . 70
5.13.1.1 功能描述 . . . 70
5.13.1.2 关键参数 . . . 71
5.13.1.3 调试步骤 . . . 72
5.13.1.4 Dehaze 参数 . . . 72
5.14 RGBCAC . . . 72
5.14.1 RGBCAC 调试方法 . . . 72
5.14.1.1 功能描述 . . . 72
5.14.1.2 关键参数 . . . 73
5.14.1.3 调试步骤 . . . 74
5.15 LCAC . . . 75
5.15.1 LCAC 调试方法 . . . 75
5.15.1.1 功能描述 . . . 75
5.15.1.2 关键参数 . . . 76
5.15.1.3 调试步骤 . . . 77
5.16 CLUT . . . 78
5.16.1 CLUT 标定方法 . . . 78
5.16.1.1 环境及相关器材准备 . . . 78
5.16.1.2 CLUT 标定工具界面 . . . 78
5.16.1.3 CLUT 标定步骤 . . . 79
5.16.2 CLUT 调试方法 . . . 80
5.16.2.1 功能描述 . . . 80
5.16.2.2 关键参数 . . . 80
5.16.2.3 调试步骤 . . . 81

5.17 PreSharpen . . . 82
5.17.1 PreSharpen 调试方法 . . . 82
5.17.1.1 功能描述 . . . 82
5.17.1.2 关键参数 . . . 82
5.17.1.3 调试步骤 . . . 84
5.18 3DNR . . . 85
5.18.1 3DNR 调试方法 . . . 85
5.18.1.1 功能描述 . . . 85
5.18.1.2 关键参数 . . . 85
5.18.1.3 调试步骤 . . . 89
5.19 YNR . . . 91
5.19.1 YNR 调试方法 . . . 91
5.19.1.1 功能描述 . . . 92
5.19.1.2 关键参数 . . . 94
5.19.1.3 调试步骤 . . . 95
5.20 CNR . . . 96
5.20.1 CNR 调试方法 . . . 96
5.20.1.1 功能描述 . . . 96
5.20.1.2 关键参数 . . . 97
5.20.1.3 调试步骤 . . . 97
5.21 CA . . . 98
5.21.1 CA 调试方法 . . . 98
5.21.1.1 功能描述 . . . 98
5.21.1.2 关键参数 . . . 99
5.21.1.3 注意事项 . . . 99
5.22 CAC . . . 99
5.22.1 CAC 调试方法 . . . 99
5.22.1.1 功能描述 . . . 99
5.22.1.2 关键参数 . . . 100
5.22.1.3 调试步骤 . . . 101
5.23 DCI . . . 102
5.23.1 DCI 调试方法 . . . 102
5.23.1.1 功能描述 . . . 102
5.23.1.2 关键参数 . . . 103
5.23.1.3 调试步骤 . . . 104
5.24 LDCI . . . 105
5.24.1 LDCI 调试方法 . . . 105
5.24.1.1 功能描述 . . . 105
5.24.1.2 关键参数 . . . 106
5.24.1.3 调试步骤 . . . 107
5.25 CA_Lite . . . 109
5.25.1 CA_Lite 调试方法 . . . 109
5.25.1.1 功能描述 . . . 109
5.25.1.2 关键参数 . . . 110
5.25.1.3 调试步骤 . . . 110
5.26 Sharpen . . . 110
5.26.1 Sharpen 调试方法 . . . 110
5.26.1.1 功能描述 . . . 110
5.26.1.2 关键参数 . . . 111
5.26.1.3 调试步骤 . . . 112

5.27 Auto Exposure 114
5.27.1 Auto Exposure 调试方法 114
5.27.1.1 功能描述 114
5.27.1.2 关键参数 115
5.27.1.3 调试步骤 122

修订记录

Revision	Date	Description
0.1.0	2021/06/15	Initial release
0.2.0	2022/09/30	增加一些参数描述
0.2.1	2022/10/12	更新 AWB module 部分参数
0.2.2	2022/10/20	增加和删除一些描述，作为公用版本
0.2.3	2022/10/31	修改文档格式
0.2.4	2022/11/22	修改 2-1ISP 整体流程图，以及 LSC 标定的描述
0.2.5	2023/02/07	更新 AWB module 部分参数

1 声明

法律声明

本数据手册包含北京晶视智能科技有限公司（下称“晶视智能”）的保密信息。未经授权，禁止使用或披露本数据手册中包含的信息。如您未经授权披露全部或部分保密信息，导致晶视智能遭受任何损失或损害，您应对因之产生的损失/损害承担责任。

本文件内信息如有更改，恕不另行通知。晶视智能不对使用或依赖本文件所含信息承担任何责任。

本数据手册和本文件所含的所有信息均按“原样”提供，无任何明示、暗示、法定或其他形式的保证。晶视智能特别声明未做任何适销性、非侵权性和特定用途适用性的默示保证，亦对本数据手册所使用、包含或提供的任何第三方的软件不提供任何保证；用户同意仅向该第三方寻求与此相关的任何保证索赔。此外，晶视智能亦不对任何其根据用户规格或符合特定标准或公开讨论而制作的可交付成果承担责任。

联系我们

地址 北京市海淀区丰豪东路 9 号院中关村集成电路设计园（ICPARK）1 号楼

深圳市宝安区福海街道展城社区会展湾云岸广场 T10 栋

电话 +86-10-57590723 +86-10-57590724

邮编 100094（北京）518100（深圳）

官方网站 https://www.sophgo.com/

技术论坛 https://developer.sophgo.com/forum/index.html

2 PQ 调优文档关系说明

ISP 图像调优指南是一个引导用户进行图像调优的文件，内容包含基本概念和步骤。此文檔的使用过程与以下文档有相关性，概要介绍如下:

- 【图像质量调试工具使用指南】详细说明如何使用工具 CviPQTools 对图像进行调优。

3 ISP 系统概述

3.1 功能简介

ISP 系统支持标准的图像处理功能，包括坏点校正、镜头阴影校正、自动曝光、自动白平衡、自动对焦、Demosaic 等基本功能，也支持降噪、WDR 和 DRC 等高级处理功能。

ISP 主要支持的图像处理功能如下:

- 黑电平校正 (BLC)
- 静态与动态坏点校正 (DPC)
- 串扰去除 (CrossTalk Removal)
- 镜头阴影校正 (LSC)
- Bayer 降噪 (BNR)
- Demosaic 处理
- 颜色校正 (CCM)
- Gamma 校正
- 紫边校正 (LCAC、RGBCAC 和 CAC)
- 宽动态功能 (WDR)
- 动态范围压缩 (DRC)
- 自动曝光 (AE)
- 自动对焦 (AF)
- 自动白平衡 (AWB)
- 3A 相关统计信息输出
- 图像锐化 (Sharpen)
- 自动去雾处理 (Dehaze)
- 支持局部对比度增强 (LDCI)
- 3D 降噪 (3DNR)
- 颜色三维查表增强 (CLUT)
- 支持亮度着色

- 支持数字防抖

3.2 功能框图

ISP 的整体结构图如 图 3.1 所示。本文档的接下来章节内容会介绍各模块的功能、模块 (BLC、DPC、MLSC、AWB、BNR、CCM 和 CLUT) 的参数标定方法和图像质量调试方法。

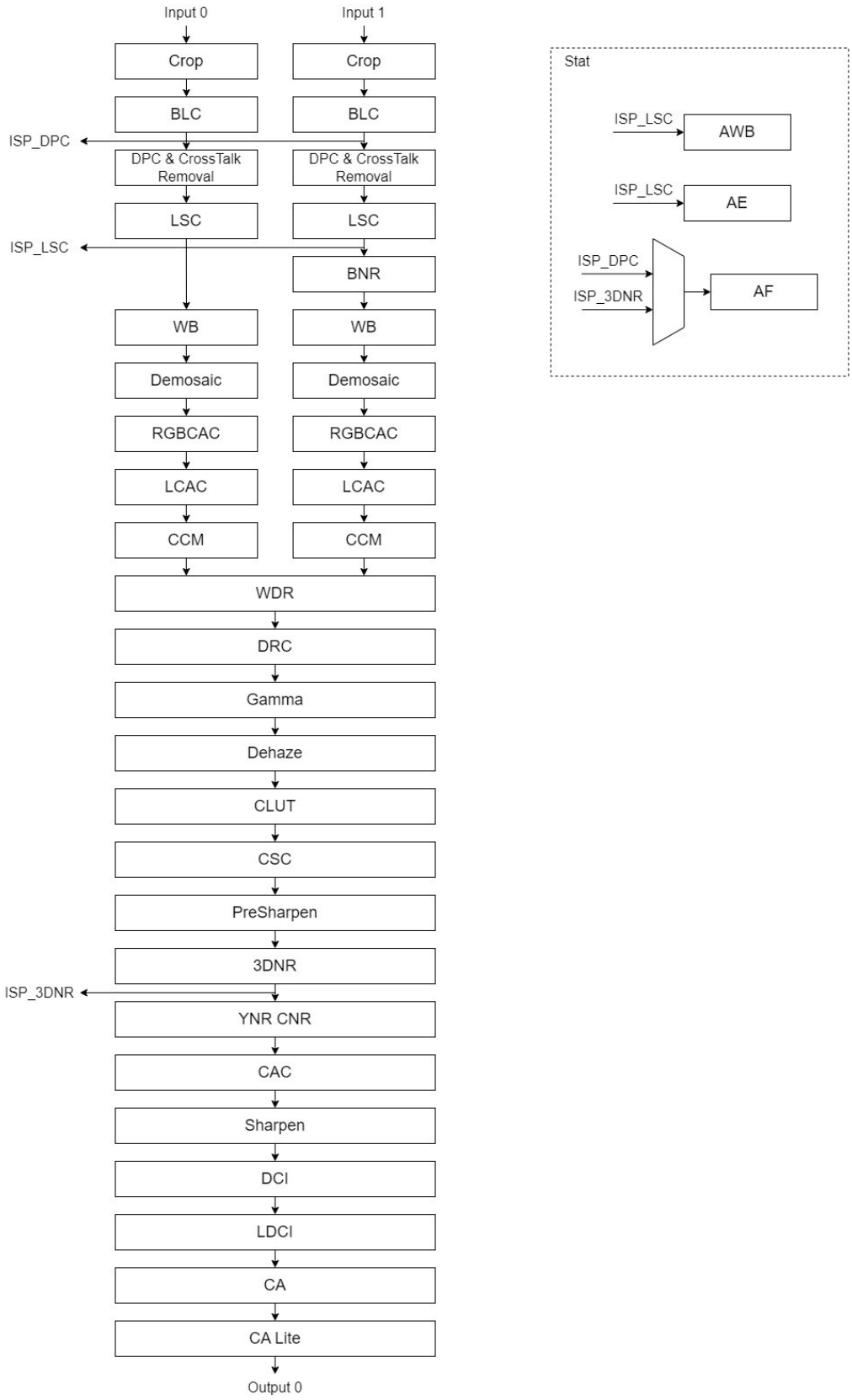


图 3.1: ISP 整体结构图

3.3 各模块简介

本文档的接下来章节内容会介绍各模块的功能和图像质量调试方法。ISP 各模块功能简介如 表 3.1 所示。

表 3.1: ISP 各模块功能

模块名称	功能
Crop	对输入图像实现裁剪的功能。
BLC	黑电平校正。
DPC	实现对静态坏点和动态坏点的检测和校正功能。
CrossTalkRe-moval	校正 Gr 和 Gb 两个通道的不平衡现象。
LSC	提供镜头阴影校正。
WDR	多帧合成的宽动态功能。
DRC	调整图像的动态范围，使之能在显示设备上的显示效果与人眼视觉感受一致。
BNR	实现在 Bayer domain 的图像去噪功能。
RGB-IR	用来处理 RGB-IR sensor 信号，调整为正确的颜色信号。
Demosaic	将 Bayer 格式的 raw 图像转成 RGB 图像。
AE	提供自动曝光的信息统计给软件来调节 Sensor 实现自动曝光功能。
AWB	提供全局与区域的统计信息给软件来调节 Sensor 实现自动白平衡功能。
AF	该模块输出图像清晰度相关的统计信息，软件基于统计信息完成自动对焦功能。
CAC	实现图像去紫边功能，改善图像边缘的紫边现象。
CCM	使用 3x3 矩阵来校正颜色。
Gamma	根据伽马曲线调整图像整体亮度。
Dehaze	针对有雾霾的场景实现去雾功能，改善图像的对比度和清晰度。
CSC	通过 3x3 矩阵和矢量偏移量将 RGB 图像转成 YUV 图像。
YNR	实现图像去除亮噪的功能。
CNR	提供图像去除色噪的功能，减少图像的色斑等现象。
Sharpen	实现图像的锐化功能，增加图像清晰度。
DCI	基于直方图均衡的方法来提高整体图像的对比度和暗区的细节。
LDCI	基于对图像分块统计的方法，增强图像的局部对比度，同时可调节滤波参数，来调整局部对比度增强的局部范围。
CLUT	利用 3D LUT 实现复杂的颜色调整功能，包括亮度调整和饱和度调整等。
3DNR	通过时域滤波去除图像中的噪声，保持图像细节，并降低编码码率。
CA	提供饱和度调整和热成像上色功能。
CA_Lite	提供饱和度调整功能。
LDC	实现镜头畸形校正。
DIS	数字图像防震功能。

4 图像质量调优整体概述

当前 ISP 处理器主要面向的应用场景为 IPC 安防应用场景，包括线性模式和 WDR 模式。

由于具有安防行业的特殊需求，IPC 安防应用场景对图像质量的关注点与一般消费类的应用场景不同。

4.1 IPC 应用图像调优概述

当前 ISP 处理器针对 IPC 安防应用场景分成两种模式: 线性模式和 WDR 模式。

此两种模式关注图像质量的维度包括图像的亮度和色彩的合理性与准确性、图像整体的通透性和清晰度以及噪声的抑制能力等。

除此之外，WDR 模式关注的维度还包括整体图像合理的动态范围，即暗区细节能保留和亮区不会过曝。

以下内容分别介绍线性模式和 WDR 模式的图像质量调优方法和调试原则。

4.2 线性模式图像质量调优

线性模式的图像质量调优方法主要关注的四个维度有图像的亮度、色彩、通透性以及清晰度和噪声，其中与亮度调试相关的模块有 AE 和 LSC 等;

与色彩调试相关的模块 AWB、CCM 和 CLUT 等;

与通透性调试相关的模块有 Gamma、Dehaze、DCI 和 LDCI 等;

与清晰度和噪声抑制相关的模块有 DPC、BNR、Demosaic、3DNR、YNR、CNR 和 Sharpen 等。

IPC 应用场景在线性模式下的图像质量调优框架图如 图 4.1 所示。

图 4.1: IPC 应用场景线性模式的图像调优框架图

4.2.1 Sensor 对接

Sensor 对接主要任务为将处理器与 Sensor 如 IMX327 进行对接，确认整体通路是否可正常运作，各个模式是否能切换顺利，各模块的参数在默认值配置下是否合理驱动 Sensor，以及 AE 基本功能等如预期的正常运作。

4.2.2 Sensor 和镜头标定

Sensor 和镜头标定的流程如 图 4.2 所示，所涉及的主要步骤包括黑电平标定、Noise Profile 标定、静态坏点标定、LSC 标定以及 AWB 和 CCM 色彩标定。

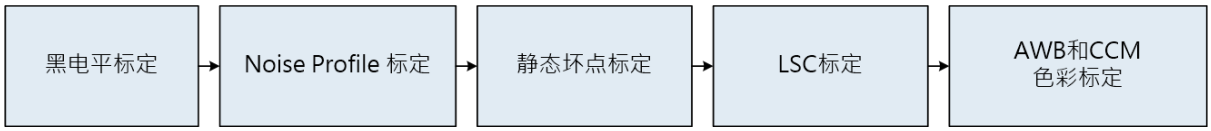


图 4.2: Sensor 和镜头标定的流程图

- **黑电平标定:** ISP 整体标定流程的第一个步骤是黑电平标定，其具体标定方法请参5.1.1. 黑电平标定方法 章节。
- **Noise Profile 标定**: 在黑电平标定完成之后，接着标定 Noise Profile 以提供给降噪相关模块如 BNR 和 3DNR 等。根据不同的 ISO，分别得到 Noise Profile 标定结果。ISO 取值范围为 {100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400, 12800, 25600, 51200, 102400, 204800, 409600, 819200, 1638400, 3276800}，ISO 的取值范围尽量广。具体标定方法请参考5.7.1. BNR 标定方法 章节。
- **静态坏点标定**: Sensor 的静态坏点包括亮点和暗点，而静态坏点的标定与 Sensor 的分辨率相关。针对不同的分辨率，需要重新标定包含亮点和暗点的静态坏点表。根据不同的 ISO 下分别得到标定结果。
- **LSC 标定:** LSC 标定的主要目的是消除由于镜头的光学折射不均匀而导致的画面暗角，标定的方法分为 Mesh LSC (MLSC)。在低照下，画面暗角的噪声因为 Shading 而造成不均匀，可以通过 MeshStr 进行调整。具体标定方法请参考5.4.1. MLSC 标定方法 章节。
- **AWB 标定:** AWB 标定的原理主要为在多个光源下提取白点信息，即 R/G 和 B/G，计算普朗克色温拟合曲线。由于 AWB 跟 Sensor 和镜头的滤光片强相关，因此，每更换镜头或滤光片，皆需要重新标定 AWB 系数。具体标定方法请参考5.6.1. AWB 标定方法 章节。
- **CCM 标定:** CCM 标定的主要原理是计算 3x3 矩阵，使得由 sensor 抓拍到的 24 色卡前 18 个色块所得到的实际颜色数值与期望数值的差距尽可能地小。一般使用三种光源 (D50、TL84 和 A) 下得到的 raw 来实现 CCM 的标定。具体标定方法请参考5.11.1. CCM 标定方法 章节。

在完成以上 Sensor 与镜头的标定之后，接下来就可以进行 ISP 各模块的图像质量的调优工作，包含在不同 ISO 的设定下针对图像质量的优化。

线性模式下所需要调试的场景包括实验室静物场景和室外实际场景。一般而言，必须先在不同照度下针对实验室静物场景完成 ISP 各模块的参数调优，将图像质量的四个维度包括亮度、色彩、对比度以及清晰度和噪声等调试合理。接着，在室外不同的实际场景进行微调，所涵盖的范围分为白天和夜晚，晴天和阴天天气以及傍晚夕阳等细节丰富的场景等。

线性模式图像质量根据上述四个维度的调试顺序图如 图 4.3 所示。

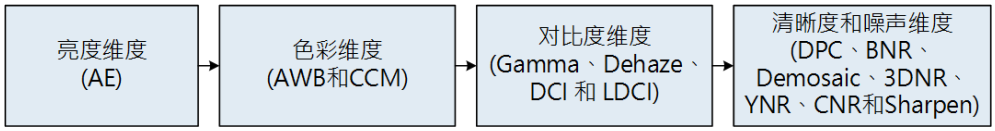


图 4.3: 图像质量调试的顺序图

4.2.3 亮度维度

针对亮度维度的调试，主要是调节 AE 模块的 AE 权重表、AE Route、AE 目标值以及 AE 的收敛速度和平滑性等，达到合理的图像整体亮度。在调整 AE 之前，请先确认黑电平和 LSC 已完成校正。

步骤 1. 确定 AE 权重表。针对 IPC 应用场景，一般会关注画面的中间区域，因此 AE 权重表的中间部分的权重值会高于周边部分。

步骤 2. 确定 AE Route 决定曝光的分配方式，不同的应用场景需要设置不同的曝光时间和增益之间的分配

步骤 3. 针对实验室静物场景，调节 AE 的目标值。建议达到亮区不过曝为基础。

步骤 4. 对于不同的应用场景，调试 AE 的收敛速度和平滑性，使得两者之间取得一个平衡。调节的原则是在防止 AE 震荡的前提下，尽可能地提高收敛速度。一般可以在实验室静物场景下藉由开关灯进行测试 AE 的收敛速度和平滑性。

—-结束

4.2.4 色彩维度

色彩维度的调整主要涉及的模块有 AWB 和 CCM。在调整色彩之前，请先确认黑电平和 LSC 标定完成以及 AE 模块参数完成调试。

步骤 1. 使用实验室灯箱，在 D65、D50、A 和室外场景的 D50 色温的光源下针对 24 色卡进行 AWB 标定，各自获取白平衡系数。另外，可补充更多光源，如 TL84 和 CWF 等可提高标定的准确性。

步骤 2. 使用实验室灯箱，在 D50、TL84 和 A 三种光源下针对 24 色卡进行 CCM 标定，各自生成 3x3 矩阵。

步骤 3. 待 AWB 和 CCM 标定完成后，用 Imatest 测试多种不同光源下的 24 色卡，初步确认标定得到的 AWB 系数和 CCM 矩阵是否满足需求。

步骤 4. 在实验室场景获得初步确认以后，还需要大量的室外场景测试，所涵盖的典型场景包括混和光源、晴天和阴天、顺光和逆光以及傍晚夕阳。AWB 和 CCM 具体调试方法请参考5.6.2. AWB 调试方法 和5.11.2. CCM 调试方法 章节。

—-结束

4.2.5 对比度维度

对比度维度的调整主要涉及的模块有 Gamma、DCI、LDCI 和 Dehaze。一般以 Gamma 为主要调试模块。在调整对比度之前，请先确认黑电平和 LSC 标定完成、AE 模块、AWB 和 CCM 参数完成调试。

步骤 1. 通过 Gamma 参数调整 Gamma 曲线，使整体图像获得较好的对比度，在亮区和暗区能呈现出细节。Gamma 模块的具体调试方法请参考5.12.1. Gamma 调试方法 章节。

步骤 2. 如果想进一步进行对比度调优，调试原则以 LDCI 为主，DCI 和 Dehaze 为辅。LDCI 可以使局部对比度增强，改善画面中的亮区和暗区在细节的表现。LDCI 的具体调试方法请参考5.24.1. LDCI 调试方法 ” 章节。DCI 和 Dehaze 的具体调试方法请参考5.23.1. DCI 调试方法和5.13.1. Dehaze 调试方法 章节。

步骤 3. 当 Gamma、LDCI、DCI 和 Dehaze 的参数优化以后，接着在实验室灯箱 D50 光源下测试灰阶卡，保证灰阶数不低于 18 阶。图 4.4 为灰阶卡示意图。

步骤 4. 在不同的 ISO 下，针对实验室静物场景适当地调试 Gamma、LDCI、DCI 和 Dehaze，使整体画面的对比度达到需求。在低照度环境下，建议对比度强度不宜过大，以免噪声被增强。

—结束

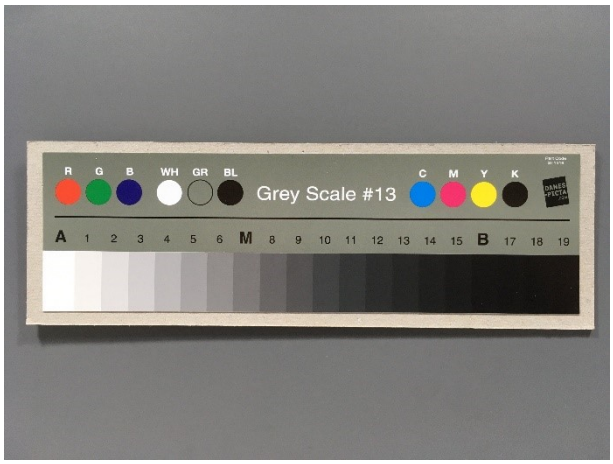


图 4.4: 灰阶卡示意图

4.2.6 清晰度和噪声维度

清晰度和噪声维度的调整主要涉及的模块有 DPC、BNR、Demosaic、3DNR、YNR、CNR 和 Sharpen。

随着照度的不同，噪声的表现也会不同。

因此，清晰度和噪声模块的参数会随着 ISO 联动。

调试原则，建议先以清晰度为优先，在图像中重点细节和纹理能满足的前提下，接着调试降噪模块。

在调整清晰度和噪声之前，请先确认黑电平和 LSC 标定完成、AE 模块、AWB、CCM 和 Gamma 参数完成调试。

步骤 1. 首先，使用实验室灯箱，在环境 D50 光源下且 ISO100 的条件下，针对分辨率卡调节 Demosaic 参数直到满足客观需求。接着，使用此组 Demosaic 参数，观察在 ISO100 下的实验室静物场景运行，是否依然能满足要求例如其高频细节能否插值出来，并且进行来回迭代观察调试。图 4.5 为分辨率卡示意图。

Demosaic 具体调试方法请参考5.8.1 Demosaic 调试方法 章节。

步骤 2. 一般而言，先调试 3DNR 使图像中静态区域的噪声扰动收敛至稳定状态且运动区域的拖尾现象达到合理控制，整个画面的清晰度满足要求，其具体调试方法请参考5.18.1 3DNR 调试方法 章节。接下来，整体图像的亮噪和色噪抑制可以分别参考 BNR(5.7.1 BNR 标定方法 章节) 和 YNR 模块 (5.19.1 YNR 调试方法 章节) 以及 CNR 模块 (5.20.1 CNR 调试方法 章节)。其中，YNR 还能特别针对物体运动区域做进一步降噪，降低噪声扰动程度。需注意的是，BNR 和 YNR 的调试原则是抑制整体画面的噪声扰动程度和降噪后的噪声尽可能呈现细碎感，因此建议降噪强度不宜调试过大。

步骤 3. 图像锐化的调试包括 3DNR 前的 PreSharpen 模块，以及在 3DNR 后的 Sharpen 模块，其参数皆根据 ISO 进行联动。基本调试准则为在 3DNR 之前适当地增强图像细节纹理和边缘锐利度，而在避免使噪声被过于加剧的前提下，进一步调试 3DNR 之后的锐化，增强图像的大边缘，具体调试方法请分别参考 (5.17.1 PreSharpen 章节) 和5.26.1 Sharpen 调试方法 章节。

步骤 4. DPC 模块的动态去坏点功能若是在照度比较好的情况下，建议其相关参数强度设定为最小即可。而在照度稍微低的环境条件下再特别调适 DPC 动态去坏点参数。

—-结束

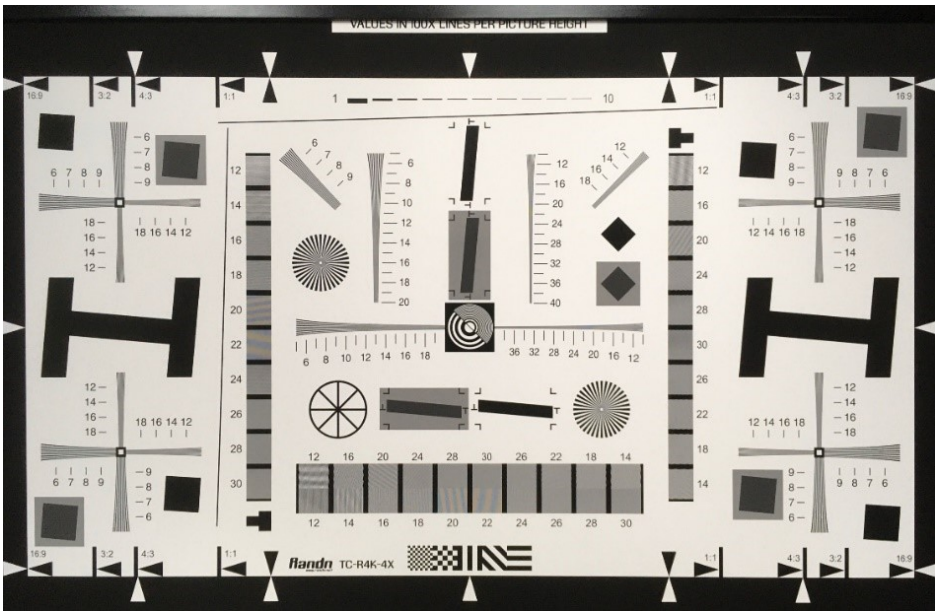


图 4.5: 分辨率卡示意图

4.3 WDR 模式图像质量调优

WDR 模式的图像质量调优方法主要关注的维度有图像的亮度、色彩、动态范围通透性和清晰度等方面，其中与亮度调试相关的模块有 AE 和 LSC 等；

与色彩调试相关的模块 AWB、CCM、CA Lite、RGB CAC、CAC 和 CLUT 等；

与动态范围调试相关的模块有 WDR 和 DRC 等；

与通透性调试相关的模块有 Gamma、Dehaze、DCI 和 LDCI 等；

与清晰度和噪声抑制相关的模块有 DPC、BNR、Demosaic、3DNR、YNR、CNR 和 Sharpen 等。

有两种典型场景需要使用 WDR 模式，即背光场景人脸的亮度提升和夜晚霓虹灯招牌和车灯的强光抑制场景。

IPC 应用场景 WDR 模式的图像质量调优框架图如 图 4.6 所示。

图 4.6: IPC 应用场景 WDR 模式调优框架图

在完成以上所述的标定程序后，接着针对两种典型的应用场景，分别为背光场景人脸的亮度提升和夜晚强光抑制场景，进行 WDR 模式图像质量调优。

以下针对此两种应用场景分别描述调试方法。

4.3.1 WDR 模式背光场景人脸的亮度提升调试方法

WDR 模式的背光场景设定为图像中包括大面积的亮区和暗区以及背光下的人脸，如 图 4.7 所示。针对背光场景下人脸的亮度提升图像质量的调试方法所关注的维度如下:

图 4.7: 背光下人脸场景

4.3.2 亮度维度

WDR 模式的亮度调试方法与线性模式整体一致，具体方法请参考4.1.1 的亮度维度小节，但主要差别在于长帧和短帧的曝光时间是由 AE 的调整来决定。另外，AE 的曝光比在不同场景下需自适应调节，决定 WDR 模式图像的动态范围。

4.3.3 合成区的运动拖尾维度

AE 曝光比和 WDR 模块为主要影响图像中合成区的运动拖尾现象的因素。越大 AE 曝光比，越容易造成运动拖尾现象。在典型的背光场景下，WDR 2 合 1 模式下所采用的 AE 的曝光比通常为 4-32 倍，在此情况下，WDR 模块为造成合成区的运动拖尾的主因。因此，在调试 WDR 的过程中，通过调试长短帧融合曲线和调试运动检测参数，减少运动拖尾的发生。WDR 具体调试方法请参考5.9 。

4.3.4 场景的动态范围维度

AE 曝光比、DRC 和 Gamma 模块为主要影响场景动态范围的因素。DRC 的 tone mapping 曲线通常会和 Gamma 针对实际的宽动态场景进行反复迭代调优，调整 Gamma 曲线使图像中背光人脸的亮度提升，同时将暗区压暗来保持其整体对比度。接着，调试 DRC 的 Asymmetry 曲线提升背光人脸亮度，DRC 具体调试方法请参考5.10 DRC 。

4.3.5 色彩维度

WDR 模式下关于色彩的调试方法与线性模式整体一致，具体方法请参考4.1.1 线性模式图像质量调优 的色彩维度小节。

4.3.6 对比度维度

WDR 模式的对比度调试方法以 DRC 及 Gamma 为主，Dehaze、DCI 及 LDCI 为辅，但需要考虑 DRC 对整体图像对比度以及局部对比度的影响，调节图像中背光人脸的亮度。接着，调试 DCI 和 Dehaze 以进行补偿损失的对比度，最后以 LDCI 来增强局部对比度。

4.3.7 清晰度和噪声维度

WDR 模式的清晰度和噪声调试方法与线性模式整体一致，具体方法请参考4.1.1 线性模式图像质量调优 的清晰度和噪声维度小节。WDR 模式下图像的运动区域会倾向采用长帧来降低噪声。此外，可以搭配 WDR 联调 3DNR 和 YNR 参数来去除因运动区域采用短帧的噪声，具体步骤可参考3DNR 调试方法 和5.19.1 YNR 调试方法 的描述。

4.3.8 WDR 模式夜晚强光抑制场景调试方法

WDR 模式的夜晚强光抑制的重点应用是指夜晚的交通场景，如交通十字路口或者闸口等，如 图 4.8 显示一般停车场车牌辨识应用下的场景示意图。

图 4.8: 夜晚强光场景

相对于背光应用场景，夜晚强光抑制的交通场景的调试方法所关注的维度如下:

4.3.9 亮度维度

WDR 模式在夜晚强光抑制场景的亮度调试方法与背光场景一致，具体方法请参考上述的背光场景对亮度维度的描述。但主要差别在于 AE 对车灯光晕的影响以及 AE 的曝光时间对物体运动模糊的影响。通常，车灯里面为过曝区域，WDR 会选择短帧，而车灯外围光晕 WDR 会选择长短帧融合。因此，建议的调试方法为在配置 AE 权重表时，在中心处靠近车灯附近的权重值需大于画面周围的区域。然后调试 AE 目标值，来避免短帧的车灯光晕过大。接着，通过 AE Route 的设置，限制曝光时间，并使用增益为优先，避免车牌发生运动模糊。

4.3.10 合成区的运动拖尾维度

WDR 模式下夜晚强光抑制的合成区拖尾的调试方法与背光场景类似，请参考上述的背光场景对合成区的运动拖尾描述来进行调试。

4.3.11 场景的动态范围维度

WDR 模式下夜晚强光抑制的场景动态范围的具体调试方法与背光场景类似，请参考上述的背光场景对动态范围的描述来进行调试。这里要注意的是一般夜晚场景下的 AE 曝光比通常设置为 8-16 倍左右。

4.3.12 色彩维度

WDR 模式下夜晚强光抑制的色彩调试方法与背光场景类似。因此，可参考上述的背光场景对色彩维度的描述来进行调试。

4.3.13 对比度维度

WDR 模式下强光抑制的对比度调试方法与背光场景类似，请参考上述的背光场景对对比度维度的描述来进行调试。这里要注意的是需避免 DCI 的调试使车灯光晕变大，或是 Gamma 曲线的调整使暗区噪声变大。因此，车灯的光晕大小和暗区噪声与对比度之间的平衡做一个折衷的调试。

4.3.14 清晰度和噪声维度

WDR 模式下强光抑制的清晰度和噪声调试方法与背光场景类似，请参考上述的背光场景对对比度维度的描述来进行调试。需要注意的是适当地调试 3DNR 和 YNR 来平衡运动区域的噪声与拖尾现象，避免影响车牌的识别。

5 模块功能

5.1 黑电平

5.1.1 黑电平标定方法

模拟信号很微弱时，有可能不被模拟至数字转换器传达出来，导致光线很暗时，图像细节丢失。因此，图像传感器会在模拟至数字转换前，给模拟信号一个固定的偏移量，保证输出的数字信号保留更多的图像细节。黑电平校正模块就是通过标定的方式，确定这个偏移量的具体值。后续的 ISP 处理模块，需要先减掉该偏移值，才能保证数据的线性一致性。

5.1.1.1 环境及相关器材准备

如果事先未获取到图像传感器的黑电平参数，或者需要获得更精确的黑电平数值，本标定工具亦提供了自动标定黑电平的模式。在标定之前需要用户手动采集黑电平标定所需输入的 Raw，采集步骤如下:

步骤 1. 将设备的光圈完全关闭，或者使用镜头盖将镜头输入遮挡，确保无光线进入。

步骤 2. 通过 CviPQTool 的 ExposureAttr 标签，手动设定增益为 1x。具体操作方法为将 Exposure 和 Exposure Manual 选框中的所有 OpType 设置为 OP_TYPE_MANUAL，同时将 Exposure Manual 选框中的 AGain、DGain、ISP Dgain 手动设置为 1024。

步骤 3. 使用 CviPQTool Capture Tool 抓取一个 Raw 文件。

5.1.1.2 黑电平标定工具界面

将标定工具的主功能卷标页切换到 BLC，即可看到 BLC 标定的界面，如 图 5.1 所示，页面主要分为两个部分:

- 控制区：工具进行标定的主要功能 (红色框选区域)。
- 显示区：显示输入图像以及 BLC 标定后的结果图像 (蓝色框选区域)。

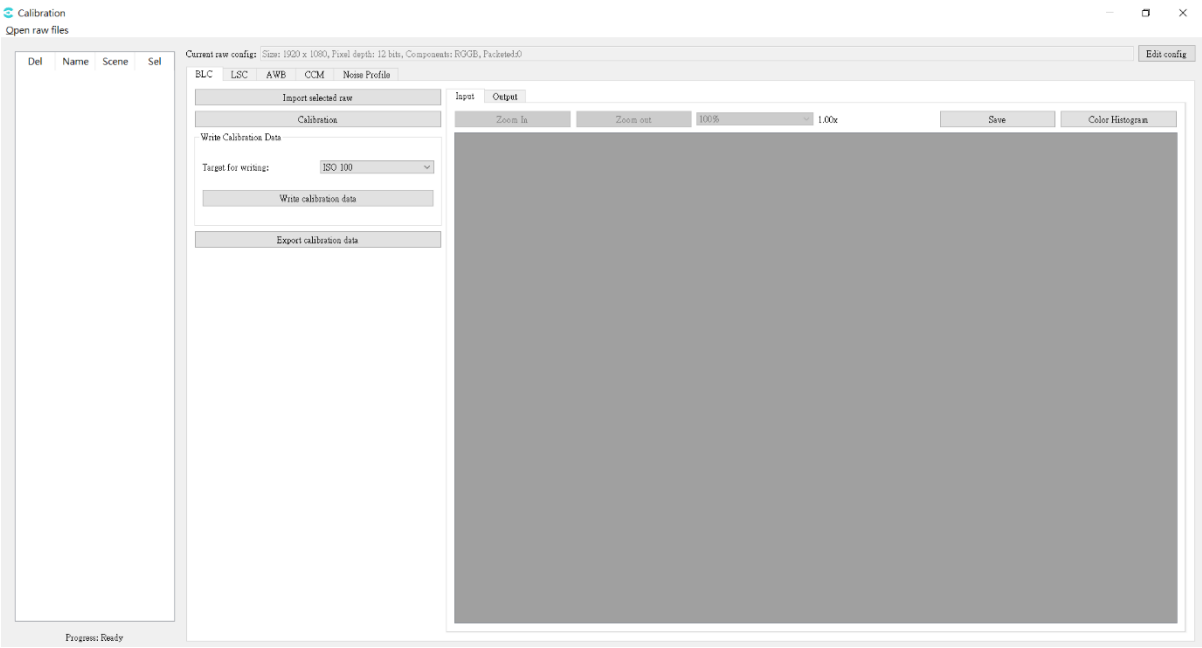


图 5.1: 黑电平标定工具界面示意图

5.1.1.3 黑电平标定步骤

采集到标定算法所需的 Raw 后，用户可按照以下方法进行黑电平自动模式的标定：

步骤 1. 在标定工具左上方 Open raw files 导入 Raw 图档，然后在下拉选单使用 Dark frame。

步骤 2. 点击 Calibration 按钮，进行黑电平标定。

5.2 DPC

5.2.1 DPC 调试方法

5.2.1.1 功能描述

在 sensor 制造中，会产生数量不等的坏点，在图像做插值 (Demosaic) 或是滤波器的处理，会将坏点的扩散到周边像素。为了降低坏点对原始像素的破坏，在插值等图像处理之前，必须对坏点进行校正。

坏点可以分为两个类型:

- 静态坏点:
  - 亮点: 通常像素值会正比于入射光源的亮度，亮点定义为此点的值远大于入射光乘以对应比例，且当曝光时间增加，此点的值会明显增加。
  - 暗点: 无论原始光源的特性，此点的像素值非常接近 0。
- 动态坏点:

在常态使用上，此点像素值正常，但随着使用时间，或是 sensor 温度升高，增益变大等环境条件不同，此点会显示比周围像素亮。静态与动态坏点的侦测与校正，主要是使用 5x5 的窗口，对相同颜色通道做判定与校正。

DPC 可以支持的坏点类型:

- 单点坏点
- 坏点聚集，每个颜色通道最多有 3 个相邻坏点

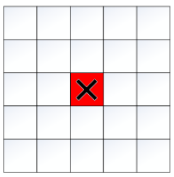


图 5.2: 单一一个坏点，如下图为 R 坏点

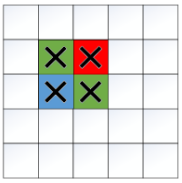


图 5.3: 同样颜色通道出现两个坏点，G 有连续两点坏点，而 R、B 坏点不会影响 G 的校正

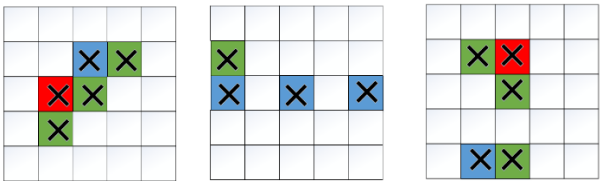


图 5.4: 同样颜色通道出现 3 个坏点

DPC 不可支持的坏点类型:

- 同色通道中超过 3 个以上的坏点聚集

5.2.1.2 关键参数

DPC 校正流程图如 图 5.5 所示，以及静态和动态关键参数分别如 表 5.1 和 表 5.2 所示。

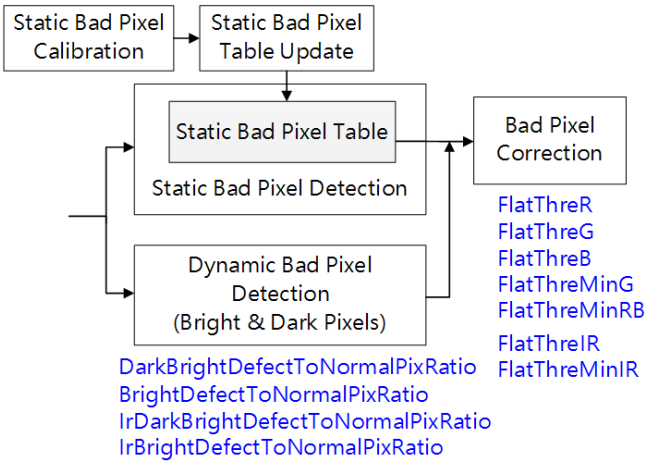


图 5.5: DPC 校正流程图

表 5.1: DPC 静态关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	静态坏点 DPC 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能

表 5.2: DPC 动态关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	DPC 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
DynamicDPCEnable	[0, 1]	0	动态坏点 DPC 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	DPC 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
ClusterSize	[0, 3]	2	群聚坏点面积上限，值越高越能修正群聚坏点，但可能会造成高频区域解像力的衰减。
BrightDefectToNormalPixRatio	[1, 255]	128	可视亮坏点值与周围像素的倍率。
DarkDefectToNormalPixRatio	[1, 255]	128	可视暗坏点值与周围像素的倍率。
FlatThreR	[0, 255]	8	R 通道判别平坦区临界值，值越小越能保留边缘信息。
FlatThreG	[0, 255]	8	G 通道判别平坦区临界值，值越小越能保留边缘信息。
FlatThreB	[0, 255]	8	B 通道判别平坦区临界值，值越小越能保留边缘信息。
FlatThreMinG	[0, 255]	15	G 通道判别平坦区最小临界值。
FlatThreMinRB	[0, 255]	15	RB 通道判别平坦区最小临界值。

5.2.1.3 调试步骤

动态 DPC 处理强度与 ISO 值非常相关，在 ISO 愈高的环境下，图像的噪声较多，通过增加动态 DPC 的强度，可以得到比较好的图像质量，但强度开太强，则会导致细节的流失和边缘的模糊，所以调试上必须针对不同 sensor，与不同场景去做动态 DPC 强度调整。在 sensor 的 cmos.c 中会配置针对如 4.1.1 列出的 16 个 ISO 值对应的参数，当实际效果不如预期时，用户可以根据下列步骤调试：

步骤 1. 设定 **BrightDefectToNormalPixRatio** ，此为 R/G/B 像素亮区坏点像素与周遭像素平均值的倍数，默认值为 4 倍，等同去校正 4 倍以上于周围像素平均值的坏点。

当 **BrightDefectToNormalPixRatio** 愈大时，坏点判断条件更为精准，若此时图像有残余坏点，即可将 **BrightDefectToNormalPixRatio** 往下调整，需注意调整太小，则会损失边缘细节。**DarkDefectToNormalPixRatio** 调整同上，此为暗区坏点像素与周围像素的倍数。

步骤 2. 通过调整斜率 **FlatThre[R/G/B]** 以及平坦区临界值 **FlatThreMinG** / **FlatThreMinRB** 来决定平坦区的临界值。以 G 通道平坦区临界值为例子，如 图 5.6 所示，当平坦区临界值 **FlatThreMinG** 设置愈小，愈可以保留图像的边缘信息，当平坦区临界值愈大，愈容易判断为平坦区，导致愈多边缘细节的损失。

—结束

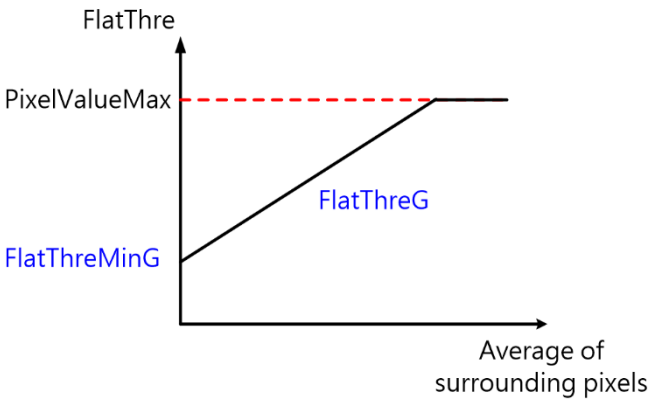


图 5.6: G 通道平坦区临界值的调整示意图

5.3 CrossTalk Removal

5.3.1 CrossTalk Removal 调试方法

5.3.1.1 功能描述

Crosstalk 是指 sensor 可能因为特殊角度的入射光，使得邻近像素的 Gr 与 Gb 值不一致，而导致在进行 Demosaic 插值运算后产生的方格或类似的 pattern。因此，为了需要平衡邻近 Gr 与 Gb 之间的差异。

如 图 5.7 所示，横轴坐标代表 Gr 与 Gb 之间的差值 Diff = |Gr - Gb|，纵轴代表对应的权重值，T1~T4 是使用者可以去定义的 Threshold 值。当差值愈小，所得到的权重值愈大，整体图像处理的强度越大。

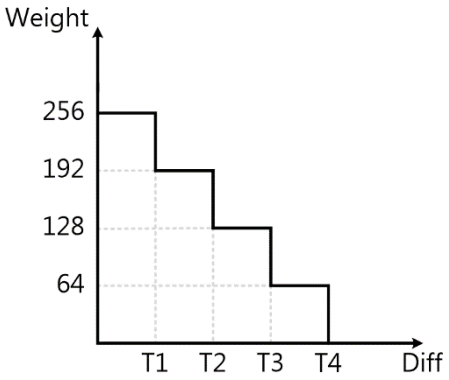


图 5.7: Crosstalk Removal 权重分布图

5.3.1.2 关键参数

表 5.3: CrossTalk Removal 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	Crosstalk 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	Crosstalk 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
GrGbDiffThreSec1	[0, 4095]	128	G 通道平衡节点 1 阀值。
GrGbDiffThreSec2	[0, 4095]	192	G 通道平衡节点 2 阀值。
GrGbDiffThreSec3	[0, 4095]	224	G 通道平衡节点 3 阀值。
GrGbDiffThreSec4	[0, 4095]	256	G 通道平衡节点 4 阀值。
FlatThre1	[0, 4095]	128	平坦区侦测节点 1 阀值。
FlatThre2	[0, 4095]	192	平坦区侦测节点 2 阀值。
FlatThre3	[0, 4095]	224	平坦区侦测节点 3 阀值。
FlatThre4	[0, 4095]	256	平坦区侦测节点 4 阀值。
Strength[16]	[0, 255]	64	G 通道平衡全局强度。

5.3.1.3 调试步骤

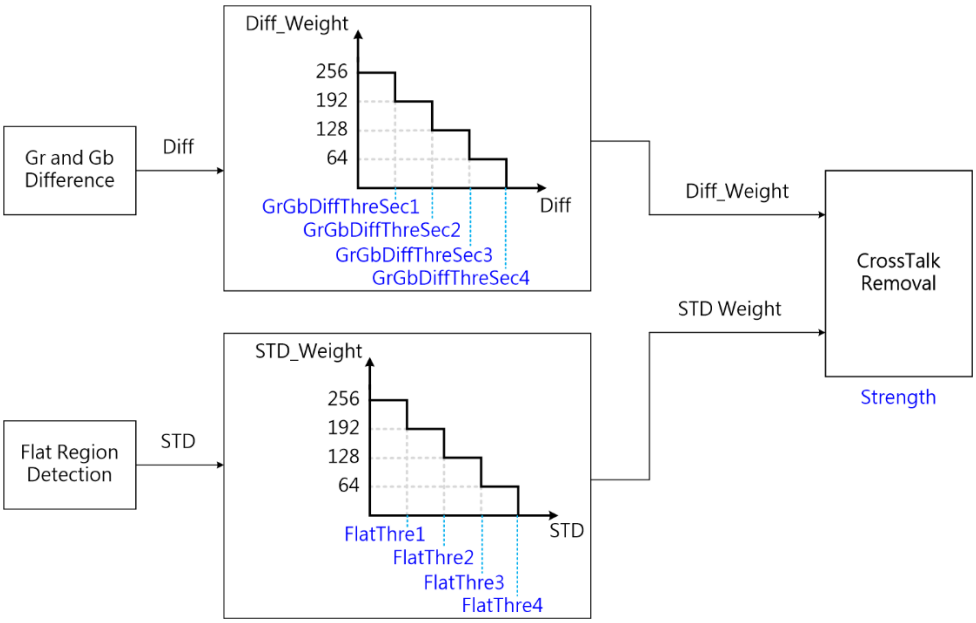


图 5.8: CrossTalk Removal 处理流程图及关键参数

步骤 1. 藉由调整 **GrGbDiffThreSec1** ~ **GrGbDiffThreSec4** ，当 **GrGbDiffThreSec1** 的值愈大，代表整体的处理的强度愈强，而 **GrGbDiffThreSec2** - **GrGbDiffThreSec4** 来决定差值距离多远，强度减弱的程度。

步骤 2. 藉由调整 **FlatThre1** ~ **FlatThre4** 来决定图像边缘的处理强度，当 **FlatThre1** 的值愈大，边缘被处理的强度愈强，导致模糊，反之，**FlatThre1** 愈小，边缘会较为清晰。

步骤 3. **Strength** 则代表图像整体的处理强度，值愈大，强度愈强；反之，值若是设定太小，会残留 CrossTalk 的格状噪声。

—结束

5.4 Mesh Lens Shading Correction (MLSC)

5.4.1 MLSC 标定方法

通过研究发现，在 Lens Shading 现象中，目标点的亮度衰减趋势符合余弦四次方定律。对于同一个镜头模组，其成像亮度只会随着成像点和光轴之间的成像角度变化而变化。并且其变化趋势为：与成像角度的余弦值的四次方成正比，正比系数通过镜头的透镜直径以及焦距确定。因此对于同一镜头模组，其标定结果需要满足以下两个条件：其一，标定结果可以有效反应出亮度衰减趋势；其二，标定结果可以用来恢复图像区域中所有目标点的亮度。因此本模块的标定结果需要使用 Mesh 的网格方式进行储存。同时需要注意的是，由于不同光源或者不同色温下光的频谱不同，加上 IR-cut Filter 的影响，所以即使是同一镜头模组，其在不同光源下的 Color Shading 特征曲线亦不相同，因此为满足在不同光源或色温下的 Color Shading 的校正要求，需要在不同光源或色温下对 MLSC 进行校正。

由于 Color Shading 的影响，对于某些 Color Shading 现象比较严重的镜头或者 sensor，在做 AWB 标定之前需要对 AWB 的标定采集序列进行 MLSC 校正，以校正结果作为 AWB 标定算法的输入才能得到准确的 AWB 标定结果。

5.4.1.1 环境及相关器材准备

MLSC 之标定，多重光源的灰度图像为必要前置准备。明确之采集要求如下列：

- MLSC 模块的标定序列采集对象要求必须是亮度分布平坦且均匀的光源，同时采集对象必须保持平滑无纹理。理想情况下应采用辉度箱、积分球、DNP 灯箱进行采集，其他可以作为 MLSC 标定序列采集对象的场景有：灯箱灰内壁（无明显划痕或污迹）、透过毛玻璃而达到均匀分布的光源。如果条件所限，也可以是任意能达到亮度均匀分布的灰度平面（类似白墙），但是标定的准确程度可能会受到影响。
- 如果采集对象为灯箱灰内壁，由于灯箱光源分布在内壁上有一定可能性分布不均匀，故最好保持镜头对准光源中心处，并尽量保证镜头捕获区域光源分布平坦。
- 采集序列格式为 RAW 格式，只需 1 帧即可，采集过程中，光源照度在 400 lux 左右，镜头中心亮度需保持为最大值（255）的 70%，并且使用需要标定的镜头。
- 对于需要在不同光源下使用的场景，需要在不同光源下进行标定，常用的光源有 TL84、CWF、A、D65、D50 等，请根据使用需求选择光源进行标定。
- 对于不同镜头模组，需要进行重复标定。

实际的准备步骤如下：

步骤 1. 将镜头对准目标区域，并保证环境不被干扰。

步骤 2. 调节光源亮度，使得镜头中心亮度平均值为最大值的 70%。

步骤 3. 使用 CviPQTool Capture Tool 进行 Raw 数据的采集，只需 1 帧即可。

步骤 4. 更换光源，重复上述步骤。

—-结束

采集后的 MLSC 标定序列如 图 5.9 所示：

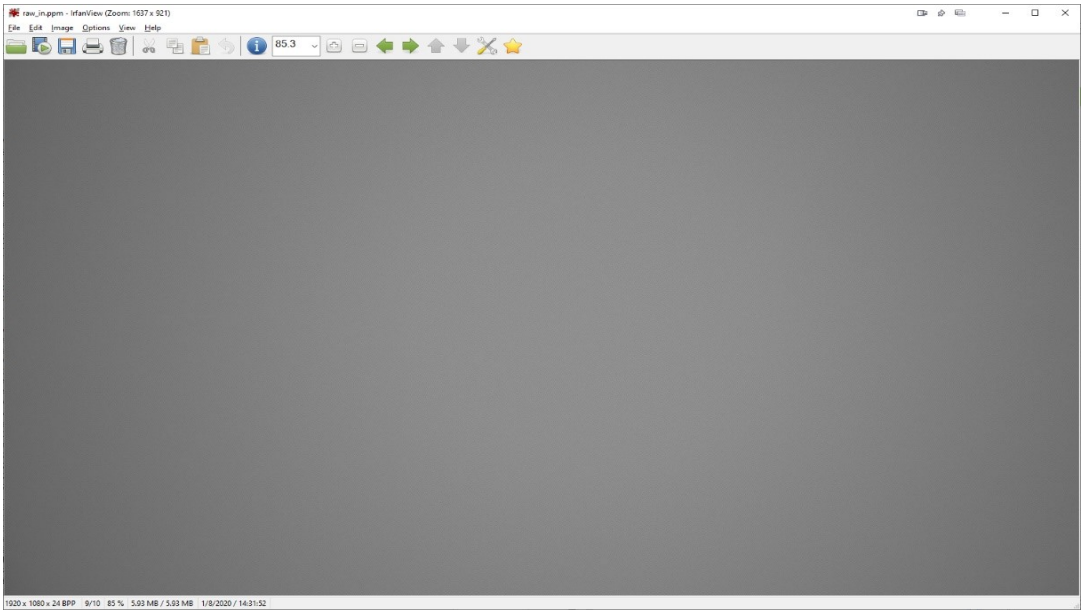


图 5.9: MLSC 标定序列图像

5.4.1.2 MLSC 标定工具界面

将 ISP 标定工具的主功能标签页切换到 MLSC，即可看到 MLSC 标定的界面，如 图 5.10 所示。MLSC 标定工具主要可以分为三个部分：

- 控制区：工具进行标定的主要功能 (红色框选区域)。
- 显示区：显示输入图像以及 MLSC 标定后的输出图像 (蓝色框选区域)。
- 列表区：打开的输入图像均会在此处显示，并提供下发标定结果至板端的功能，即 MLSC 页签左下方区块 (绿色框选区域)。

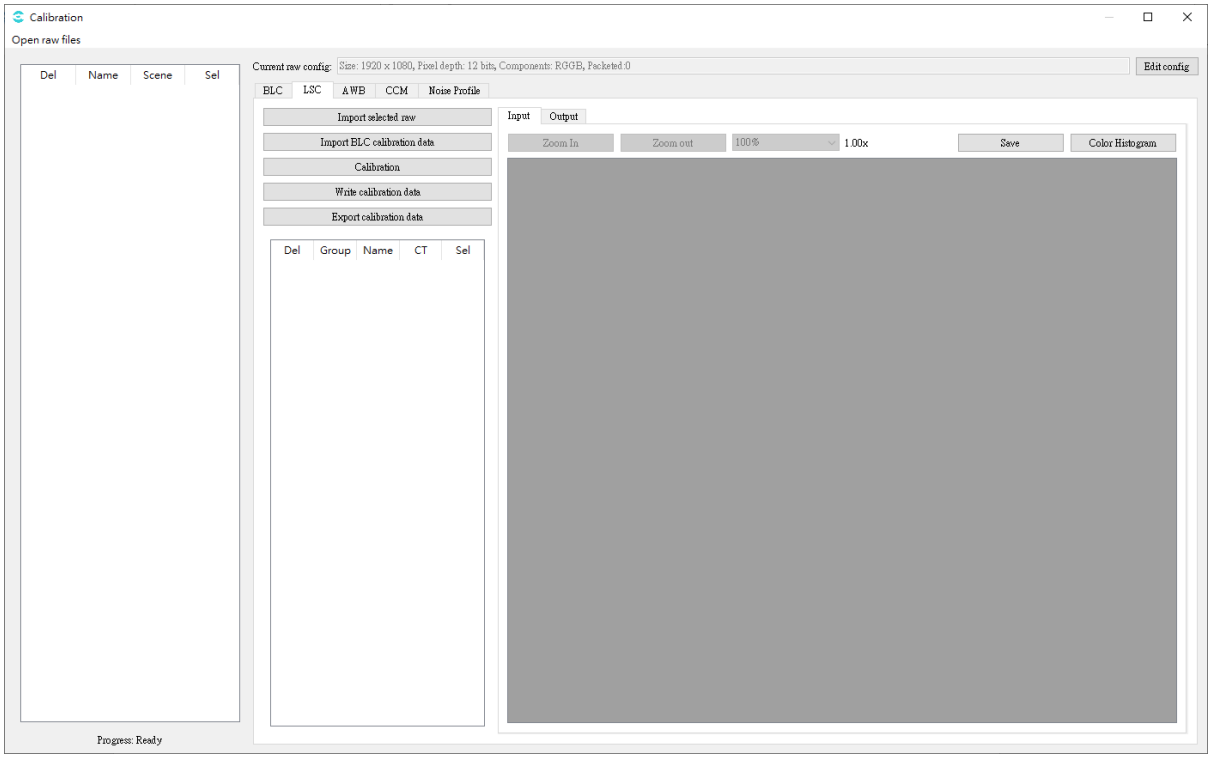


图 5.10: MLSC 标定工具界面示意图

5.4.1.3 MLSC 标定步骤

MLSC 之一般标定步骤如下：

在左上方选单 Open raw files 可以导入 RAW 图像。左侧将显示被导入的档案，再点选 Sel 栏之核选格，即可在 LSC 页签点击“Import selected raw”来导入选定之 RAW 图像。

按压按钮“Calibrate”以进行 MLSC 之标定。MLSC 之标定可支持多色温，最多可支持七组 MLSC 标定表。

5.4.2 MLSC 调试方法

5.4.2.1 功能描述

LSC 即为 Lens shading correction，其主要就是修正边角较暗的地方。在处理器中 LSC 算法使用网格方法对图像先做标定，然后矫正，算法会将 Bayer 上的域画面划分成 37×37 个子区块。Bayer 域四个通道由三组不同的 RGB 增益数组来做计算。当标定 MLSC 组数为复数组时，则会根据当前的色温选出邻近的两色温之 MLSC 标定表进行内插，产生对应当前色温的 MLSC 增益。标定的组数则由 **LscGainLutSize** 参数定义之。

5.4.2.2 关键参数

表 5.4: MLSC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	MLSC 模块使能： 0：关闭； 1：开启。
OpType	[0, 1]	0	MLSC 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO); 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
MeshStr	[0, 4095]	4095	MLSC 全局强度
LscGainLutSize	[1, 7]	1	标定的 MLSC 组数，最多可支持七组标定数据
LscGina-Lut[n].ColorTemp	[500 ,30000]		第 n 组标定数据对应的色温
LscGina-Lut[n].RGain	[0, 4095]		第 n 组标定数据对应的 R 通道增益表
LscGina-Lut[n].GGain	[0, 4095]		第 n 组标定数据对应的 G 通道增益表
LscGinaLut[n].BGain	[0, 4095]		第 n 组标定数据对应的 B 通道增益表

5.4.2.3 调试步骤

在做参数调试之前，请先确认 表 5.5 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.4 来配置。

表 5.5: MLSC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned

MLSC 具体操作接口如下，MeshShading 的方框聚集了所有 MLSC 的选项，调整完成后即完成调试步骤。

5.5 Radial Shading Correction (RLSC)

5.5.1 RLSC 标定方法

Lens shading 系因球面状镜头折射率不同所导致接收影像成同心圆状衰减，越靠近镜头中心位置的影像亮度衰减较少，而越远离镜头中心位置的影像亮度衰减越强。Radial Shading Correction 的矫正方式提供了基于同心圆的暗角增益来处理由于镜头光学折射不均匀导致的画面暗角现象。Radial shading correction 仅支持用于产生 AE, AWB, AF 统计值上的影像修正。

Radial shading correction 标定方是同 MLSC，对于同一镜头模组，其标定结果需要满足以下两个条件：其一，标定结果可以有效反应出亮度衰减趋势；其二，标定结果可以用来恢复图像区域中所有目标点的亮度。同时需要注意的是，由于不同光源或者不同色温下光的频谱不同，加上

IR-cut Filter 的影响，所以即使是同一镜头模组，其在不同光源下的 Color Shading 特征曲线亦不相同，因此为满足在不同光源或色温下的 Color Shading 的校正要求，需要在不同光源或色温下对 RLSC 进行校正。

由于 Color Shading 的影响，对于某些 Color Shading 现象比较严重的镜头或者 sensor，在做 AWB 标定之前需要对 AWB 的标定采集序列进行校正，以校正结果作为 AWB 标定算法的输入才能得到准确的 AWB 标定结果。

5.5.1.1 环境及相关器材准备

RLSC 之标定影像可与 MLSC 之标定影像共享。多重光源的灰度图像为必要前置准备。明确之采集要求如下列：

- RLSC 模块的标定序列采集对象要求必须是亮度分布平坦且均匀的光源，同时采集对象必须保持平滑无纹理。理想情况下应采用辉度箱、积分球、DNP 灯箱进行采集，其他可以作为 RLSC 标定序列采集对象的场景有：灯箱灰内壁（无明显划痕或污迹）、透过毛玻璃而达到均匀分布的光源。如果条件所限，也可以是任意能达到亮度均匀分布的灰度平面（类似白墙），但是标定的准确程度可能会受到影响。
- 如果采集对象为灯箱灰内壁，由于灯箱光源分布在内壁上有一定可能性分布不均匀，故最好保持镜头对准光源中心处，并尽量保证镜头捕获区域光源分布平坦。
- 采集序列格式为 RAW 格式，只需 1 帧即可，采集过程中，光源照度在 400 lux 左右，镜头中心亮度需保持为最大值（255）的 70%，并且使用需要标定的镜头。
- 对于需要在不同光源下使用的场景，需要在不同光源下进行标定，常用的光源有 TL84、CWF、A、D65、D50 等，请根据使用需求选择光源进行标定。
- 对于不同镜头模组，需要进行重复标定。
- 实际的准备步骤如下：

  步骤 1. 将镜头对准目标区域，并保证环境离院不被干扰。

  步骤 2. 调节光源亮度，使得镜头中心亮度平均值为最大值的 70%。

  步骤 3. 使用 CviPQTool Capture Tool 进行 Raw 数据的采集，只需 1 帧即可。

  步骤 4. 更换光源，重复上述步骤。

—结束

采集后的 RLSC 标定序列如 图 5.11 所示：

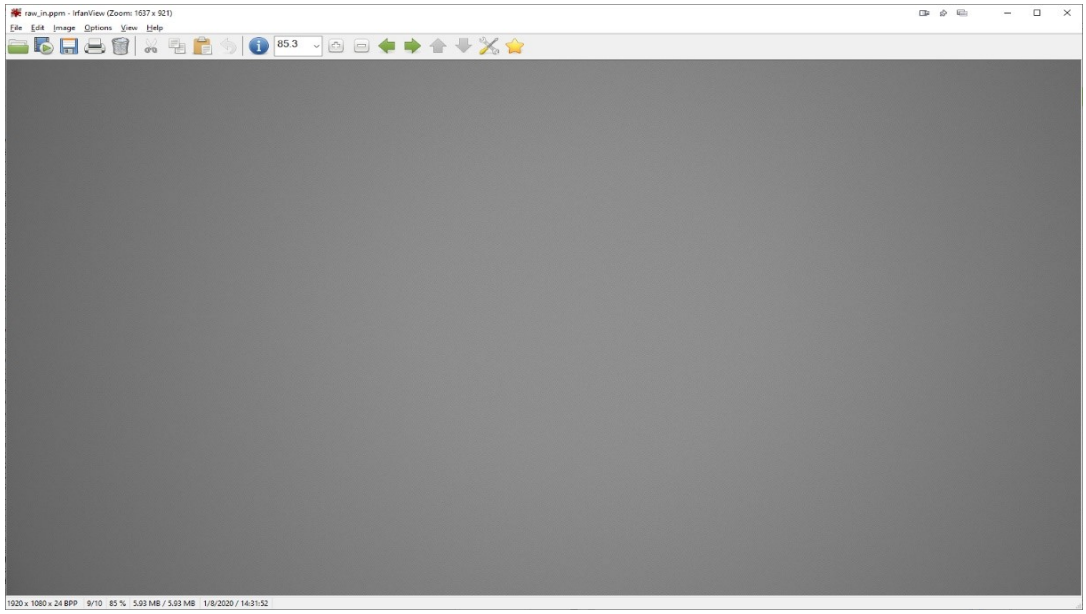


图 5.11: RLSC 标定序列图像

5.5.1.2 RLSC 标定工具界面

RLSC 标定的界面与 MLSC 标定界面公用，如 图 5.10 所示。

RLSC 标定工具主要可以分为三个部分：

- 控制区：工具进行标定的主要功能 (红色框选区域)。
- 显示区：显示输入图像以及 RLSC 标定后的输出图像 (蓝色框选区域)。
- 列表区：打开的输入图像均会在此处显示，并提供下发标定结果至板端的功能，即 LSC 页签左下方区块 (绿色框选区域)。

5.5.1.3 RLSC 标定步骤

RLSC 之一般标定步骤如下：

在左上方选单 Open raw files 可以导入 RAW 图像。左侧将显示被导入的档案，再点选 Sel 栏之核选格，即可在 LSC 页签点击 Import selected raw 来导入选定之 RAW 图像。

按压按钮 “Calibrate” 以进行 RLSC 之标定。RLSC 之标定可支持多色温，最多可支持七组 RLSC 标定表。

5.5.2 RLSC 调试方法

5.5.2.1 功能描述

Radial Lens Shading 原理是以镜头为中心参考周围像素的坐标去对像素做处理，因此可以用来补足镜头同心圆状亮度衰减的缺失。

5.5.2.2 关键参数

表 5.6: RLSC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0,1]	0	LSC 功能使能。 0: 关闭。 1: 始能。
RadiusStr	[0, 4095]	0	LSC 补偿强度
RadiusIRStr	[0, 4095]	0	LSC IR 补偿强度
Size	[1,7]	0	色温自适应 LSC 补偿增益表数量
ColorTemperature[7]	[0,6 5535]	0	色温自适应 LSC 补偿增益表所对应之色温
RadiusShadingR-Gain[7][32]	[0, 4095]	5 12	LSC Radius 形式红色补偿增益表
RadiusShad-ingGGain[7][32]	[0, 4095]	5 12	LSC Radius 形式绿色补偿增益表
RadiusShadingB-Gain[7][32]	[0, 4095]	5 12	LSC Radius 形式蓝色补偿增益表
RadiusShadingIR-Gain[7][32]	[0, 4095]	5 12	LSC Radius 形式 IR 补偿增益表

5.5.2.3 调试步骤

在做参数调试之前，请先确认 表 5.7 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.6 来配置。

表 5.7: RLSC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned

RLSC 具体操作接口如下，MeshShading 的方框聚集了所有 RLSC 的选项，调整完成后即完成调试步骤。

5.6 White Balance

5.6.1 AWB 标定方法

根据 sensor 在数个标准光源下的白点特征 (R/G，B/G)，计算最佳普朗克色温拟合曲线。

5.6.1.1 环境及相关器材准备

需要标定的镜头与 Sensor、标准 18% 反射灰卡 (如 图 5.12 所示)。

图 5.12: 标准 18% 反射灰卡

步骤 1. 在照度 600 lux 的光源下（左右两测的光源需均匀，光源与色卡的夹角在 25°- 45°），在光源类型的选择上，请尽量满足高，中、低色温至少各有一组。推荐使用 D65（6500K）或 D75（7500K ）、TL84（4000K ）和 A （2800K ）三组光源。

步骤 2. 采集 Raw 时请尽量使灰卡画面占据 70% 以上的画面内容，并确认 Raw 的亮度符合预期，G 分量亮度在饱和值的 0.36 倍左右（若是 12 bits raw，建议 G 值在 1274 ~ 1674 ），采集帧数 1 帧即可，采集时需要记录实际环境色温。

步骤 3. 由于镜头 Shading 会影响 AWB 的标定结果，为确保 AWB 标定结果准确，请将采集下来的 Raw 进行 Shading 标定后再进行 AWB 标定。

—-结束

5.6.1.2 AWB 标定工具界面

将标定工具的主功能卷标页切换到 AWB，即可看到 AWB 标定的界面，如 图 5.13 所示

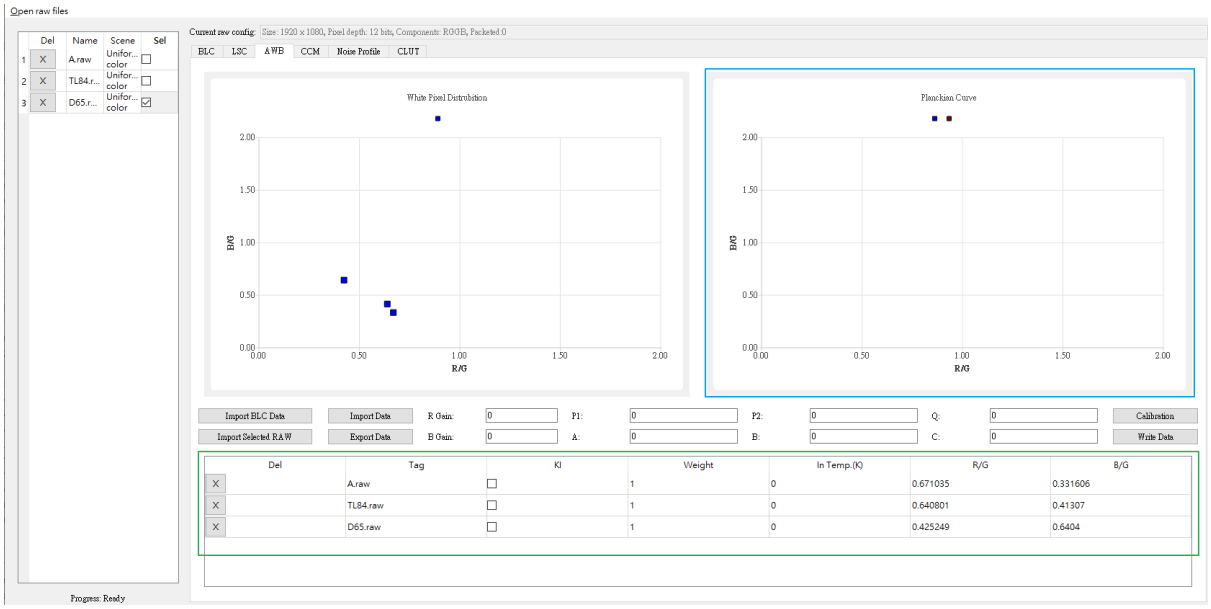


图 5.13: AWB 标定工具界面示意图

5.6.1.3 AWB 标定步骤

步骤 1. Import BLC Data , 校正 AWB 时须要有正确的 BLC 值。

步骤 2. 点击 “Open raw file” 开启并选取欲标定之 raw 档, Raw Scene 选项请选择 uniform color。请选取正确的 RAW Format 避免校正出错误的 AWB 色温曲线。

步骤 3. 勾选欲标定之 raw 檔, 点击 “Import select raw”，汇入此 raw 档。

步骤 4. 重复步骤 2~3 , 至少要有三个色温的 RAW 檔。

步骤 5. 在绿色框区域输入每个 RAW 文件的色温 (In Temp.(K))

步骤 6. 在绿色框区域勾选 3 个 KI (关键色温)

步骤 7. 点击 “Calibration”，进行 AWB 标定。

步骤 8. 蓝色框区域会出现标定的 WB 曲线, 可以利用 Weight 权重来做曲线的调整。

步骤 9. 确认无误后，按 “Write Data”，写入 AWB 标定资料。

步骤 10. 按 “Export Data”，汇出 AWB 标定档。

步骤 11. 注意，请确认色温越高，R/G 的值会越低，B/G 的值会越高，如不符合请重新确认 RAW 的拍摄与格式是否正确。

可透过 WB Attr 页面的 AWB Calibration Data 确认

表 5.8: AWB Calibration Data 数值

参数	数值范围	默认值	描述
ColorTemp[0~2]	[0, 30000]	0	AWB 校正的三组色温 (低到高)
AvgRgain[0~2]	[0, 4095]	0	AWB 校正的 Rgain
AvgBgain[0~2]	[0,4095]	0	AWB 校正的 Bgain

5.6.2 AWB 调试方法

5.6.2.1 功能描述

同一物体在不同光源照射下会呈现出不同的颜色，在低色温光源下，白色物体偏红，在高色温光源下，白色物体偏蓝。人眼可根据大脑的记忆判断，识别物体的真实颜色。AWB 算法的功能是让白色在不同的光源下，不受现场环境光源的影响还原成原本的白色。AWB 算法的基本原理是，根据场景内灰色物体的颜色信息，计算 R,G, B 颜色通道的增益，乘以 R 信道及 B 信道的增益后，使得 RGB 三个通道达到平衡。AWB 的增益是全局性的，因此，在有多种光源的混合光源场景下，不能达到所有灰色区域的 RGB 三通道平衡。

5.6.2.2 关键参数

表 5.9: AWB 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Bypass	[0, 1]	0	ByPass 为 true 时, WB 其它参数设置不生效, RGB 通道增益系数固定为 1024(一倍增益)。
OpType	[0, 1]	0	手动白平衡与自动白平衡模式切换。
AlgType	[0, 1]	0	AWB 算法类别 0:AWB,1:AWB_SPEC
AWBRunInterval	[1, 255]	6	白平衡模块工作频率，建议使用默认值 6，避免运算量过大。
RGain	[1, 16383]	1024	手动白平衡模式 R 信道增益系数，一倍增益为 1024。
GGain	[1, 16383]	1024	手动白平衡模式 G 信道增益系数，一倍增益为 1024。
BGain	[1, 16383]	1024	手动白平衡模式 B 信道增益系数，一倍增益为 1024。
Enable	[0, 1]	1	自动白平衡模式使能。
RefColorTemp	[0, 65535]	5000	静态白平衡系数，由 AWB 标定工具给出。
Static WB	[0, 4096]	1024	静态白平衡系数，由 AWB 标定工具给出。
CurvePara	[-2147483648, 2147483647]	1	CurvePara[0-2] 普朗克曲线系数，由 AWB 标定工具给出。普朗克曲线描绘白色块在不同色温的标准光源下的颜色表现。CurvePara[3-5] 色温曲线系数，由 AWB 标定工具给出。色温曲线描绘白色块的颜色表现与色温的对应关系。
AWB.AlgType	[0, 1]	1	AWB 算法类别选择,0:AWB_ALG_LOWCOST, 1:AWB_ALG_ADVANCE 两种。当使用 AWB_ALG_LOWCOST 时，AWBAttrEx 页面的功能将不生效。

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
RGStrengthBGStrength	[0, 255]	128	AWB 校正强度，一般情况不建议调整。推荐 RGStrength = BGStrength，且设置值 <=0x80。 RGStren gth=0x80 时，白色恢复为白色； RGS trength>0x80 时，白色与光源反向，低色温偏蓝，高色温偏红； RGS trength<0x80 时，白色与光源同向，低色温偏红，高色温偏蓝。 **新的调整模式 (BGStrength=0，即可进入此模式):** 当 RGStrength=0x80 时，不做调整 当 RGStrength<0x80 且趋向于 0 时，越来越偏暖色调 当 RGStrength>0x80 且趋向于 255 时，越来越偏冷色调
Speed	[0, 4095]	256	AWB 收敛速度，值越大，AWB 收敛越快，每帧波动幅度较大，值越小，切换光源时，AWB 收敛速度较慢，画面稳定性高。
ZoneSel	[0, 255]	32	参数为 0 或 255 时, 采用近似灰世界的白平衡算法, 其他值则为进行分类筛选, 提升精度。
HighColorTemp	[0, 65535]	8000	AWB 支持的色温上限，推荐取值在 [8000,15000]。 色温上限越大，蓝色物体对 AWB 的干扰越大。
LowColorTemp	[0, 65535]	2500	AWB 支持的色温下限，推荐取值在 [1500,2500]。 色温下限越小，橙色、红色物体对 AWB 的干扰越大。
CTLimit.Enable	[0, 1]	1	自平衡的增益范围限制开关。
CTLimit.OpType	[0, 1]	0	自动或手动设定白平衡的增益范围。
CTLimit.HighRgLimit	[0, 16383]	2500	手动模式下高色温下的最大 R 增益。
CTLimit.HighBgLimit	[0, 16383]	512	手动模式下高色温下的最小 B 增益。
CTLimit.LowRgLimit	[0, 16383]	512	手动模式下低色温下的最小 R 增益。
CTLimit.LowBgLimit	[0, 16383]	4096	手动模式下低色温下的最大 B 增益。
ShiftLimitEn	[0, 1]	0	AWB 超过类白点范围的增益映像回白点范围的开关。

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
ShiftLimit	[0, 4095]	240	以普朗克曲线为中心点，ShiftLimit 为上，下带宽确定 AWB 支持的白区范围。ShiftLimit[0]，ShiftLimit[1] 为 1500~4000K 的白区下，上带宽 ShiftLimit[2]，ShiftLimit[3] 为 4001~4800K 的白区下，上带宽 ShiftLimit[4]，ShiftLimit[5] 为 4801~6000K 的白区下，上带宽 ShiftLimit[6],ShiftLimit[7] 为 6001~15000K 的白区下，上带宽 可视不同的高，低色温灯源设定不同大小的带宽，取值越大，白区的带宽越广，对特殊光源的支持越广，影响特定场景下 AWB 精度。
GainNormEn	[0, 1]	1	对 RGB 通道增益进行限制，可以改善低色温、低照度场景的信噪比，预设开启。
NaturalCastEn	[0, 1]	0	低色温下 AWB 风格喜好开关，低色温下会保留光源色。预设关闭。
CbCrTrack.Enable	[0, 1]	0	AWB 统计范围与 ISO 的连动参数。
CbCrTrack.CrMax	[0, 16383]	1100	不同 ISO 下 R/G 的最大值。
CbCrTrack.CrMin	[0, 16383]	400	不同 ISO 下 R/G 的最小值。
CbCrTrack.CbMax	[0, 16383]	750	不同 ISO 下 B/G 的最大值。
CbCrTrack.CbMin	[0, 16383]	256	不同 ISO 下 B/G 的最小值。
LumaHist.Enable	[0, 1]	1	不同亮度是否开启权重，预设开启。
LumaHist.OpType	[0, 1]	0	自动模式:AWB 自动分配权重。手动模式: 用户可自行设定亮度分类与权重。
LumaHist.HistThres	[0, 255]	16	亮度分类的阈值 (手动模式下有效)。HistThresh[0] 固定为 0，HistThresh[5] 固定为 255. HistThresh [i+1] 必须大于 HistThresh[i]。
LumaHist.HistWt	[0, 512]	32	亮度分类的权重 (手动模式下有效)。
AWBZoneWtEn	[0, 1]	0	画面区域权重开关。建议在鱼眼镜头或行车纪录器开启，避免其他四周区域的干扰。
ZoneWt	[0, 255]	8	32x32 画面权重。可视情况将画面的中心范围调高权重。
Tolerance	[0, 255]	2	AWB 调整的偏差范围，误差在此范围内时,AWB 不做调整。
ZoneRadius	[0, 255]	16	AWB 统计值分区的大小。该值越小，AWB 精度越高，但会降低 AWB 算法稳定性。
CurveLLimit	[0, 1024]	320	AWB 色温曲线的左边界限 (R/G,B/G)，如 AWB 分析图的左下红色框线。
CurveRLimit	[512, 16383]	768	AWB 色温曲线的右边界限 (R/G,B/G)，如 AWB 分析图的右上红色框线。

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
ExtraLightEn	[0, 1]	0	是否开启独立光源。
LightInfo.WhiteRgain	[0, 16383]	1024	特殊光源点的 R 通道增益。
LightInfo.WhiteBgain	[0, 16383]	1024	特殊光源点的 B 通道增益。
LightInfo.ExpQuant	[0, 4095]	1024	根据外在亮度做判断。 ExpQuant 为开启的亮度限制值, 例如 ExpQuant = 6, 表示 LV6 以下开启此 WB 光源点 (一般夜景为 LV6 以下) ExpQuant =106 表示 LV6 以上开启 ExpQuant =112 表示 LV12 以上开启 (LV12 一般为户外)
LightInfo.Status	[0, 2]	0	特殊光源点的种类, 0: 不作动 1: 加入光源点 2: 删除光源点附近的计算。
LightInfo.Radius	[0, 255]	8	特殊光源点的区域大小。
InOrOut.Enable	[0, 1]	1	AWB 对场景做室内外判断的参数。
InOrOut.OpType	[0, 1]	0	判断室内室外 (自动或手动)。
InOrOut.OutdoorStatus	[0, 1]	0	室内或室外模式 (手动模式下)。
InOrOut.OutThresh	[0, 20]	14	判定室内室外的阈值, 亮度小于时, 则判定为室内, 户外 LV 大多超过 15。
InOrOut.LowStart	[0, 65535]	5000	将低色温的权重拉低, 低色温区的起始点, 建议为 5000K。
InOrOut.LowStop	[0, 65535]	4500	将低色温的权重拉低, 低色温区的终止点, 建议为 4500K。
InOrOut.HighStart	[0, 65535]	6500	将高色温的权重拉低, 高色温区的起始点, 建议为 6500K。
InOrOut.HighStop	[0, 65535]	8000	将高色温的权重拉低, 高色温区的终止点, 建议为 8000K。
InOrOut.bGreenEnhanceEn	[0, 1]	1	在绿色植物场景下, 对绿色通道增加的开关。
InOrOut.OutShiftLimit	[0, 255]	32	当判定为户外场景时,AWB 算法的白点范围限制。
MultiLightSourceEn	[0, 1]	1	AWB 检测当前场景是否为混合光源, 来调整饱和度或 CCM。
MultiLSType	[0, 1]	0	调整饱和度或是 CCM。
MultiLSScaler	[0, 256]	256	当混合光源下调整饱和度或 CCM 的强度。
MultiCTBin	[0, 65535]	5000	色温分段参数, 须为递增序列。
MultiCTWt	[0, 1024]	256	色温分段权重。
FineTunEn	[0, 1]	1	AWB 特殊色检测开关，例如肤色。
FineTunStrength	[0, 255]	128	肤色、蓝色等特殊色检测的强度。
stSkin.u8Mode	[0, 1]	0	肤色检测开关
stSkin.u16RgainDiff	[0, 65535]	0	肤色 Rgain 偏移值
stSkin.u16BgainDiff	[0, 65535]	0	肤色 Bgain 偏移值

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
stSkin.u8Radius	[0, 255]	0	肤色区域大小
stSky.u8Mode	[0, 2] 0: 不对范围内点进行特殊处理 1: 将选中范围内的点移除，即不纳入计算 2: 映射基点 Radius 范围内 Rgain 和 Bgain 为 MapRgain 和 MapBgain	0	灰点处理模式
stSky.u8ThrLv	[0, 255]	0	亮度阈值, 待处理点需大于当前 Lv
stSky.u16Rgain	[0, 65535]	0	待处理点的基点 R gain
stSky.u16Bgain	[0, 65535]	0	待处理点的基点 B gain
stSky.u16MapRgain	[0, 65535]	0	基点 R gain Radius 范围内的点映射至当前 Rgain
stSky.u16MapBgain	[0, 65535]	0	基点 B gain Radius 范围内的点映射至当前 Bgain
stSky.u8Radius	[0, 255]	0	以 R gain、B gain 为基点的区域大小
stCtLv.bEnable	[0, 1]	0	根据亮度计算色温权重开关
stCtLv.au16MultiCTBin	[0, 65535]	2300, 2800, 3500, 4800, 5500, 6300, 7000, 8500	色温分段参数, 须为递增序列
stCtLv.s8ThrLv	[-128, 127]	1, 5, 9, 13	亮度分段阈值
stCtLv.au16MultiCTWt	[0, 1024]	64, 256, 256, 256, 256, 512, 512, 256	色温分段权重

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
stShiftLv.u8LowLvMode	[0, 1]	1	低亮场景调节有效范围开关
stShiftLv.u16LowLvCT	[0x0,0xff] 0xff 为全区域调整 1: 低色温标定线下方区域 2: 低色温标定线上方区域 4: 中色温 1 标定线下方区域 8: 中色温 1 标定线上方区域 16: 中色温 2 标定线下方区域 32: 中色温 2 标定线上方区域 64: 高色温标定线下方区域 128: 高色温标定线上方区域	1, 192	低亮度调整距离标定线的有效范围的区域
stShiftLv.u16LowLvThr	[0, 65535]	15, 15	低亮度调整有效范围的亮度阈值
stShiftLv.u16LowLvRatio	[0, 65535]	150, 30	低亮度有效范围调节比例 (ratio/100)
stShiftLv.u8HighLvMode	[0, 1]	1	高亮场景调节有效范围开关

下页继续

表 5.9 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
stShiftLv.u16HighLvCT	[0x0,0xff] 0xff 为全区域调整 1: 低色温标定线下方区域 2: 低色温标定线上方区域 4: 中色温 1 标定线下方区域 8: 中色温 1 标定线上方区域 16: 中色温 2 标定线下方区域 32: 中色温 2 标定线上方区域 64: 高色温标定线下方区域 128: 高色温标定线上方区域	3, 0	高亮度调整距离标定线的有效范围的区域
stShiftLv.u16HighLvThr	[0, 65535]	15, 15	高亮度调整有效范围的亮度阈值
stShiftLv.u16HighLvRatio	[0, 65535]	300, 100	高亮度有效范围调节比例 (ratio/100)
stRegion.u16Region1	[0, 65535]	3900	Low、Mid1 色温区域分界点
stRegion.u16Region2	[0, 65535]	4300	Mid1、Mid2 色温区域分界点
stRegion.u16Region3	[0, 65535]	6600	Mid2、High 色温区域分界点
adjBgainMode	[0, 255] 1: 低色温区域 4: 中色温 2 区域 8: 高色温区域	0	微调参与白平衡 B gain 值计算点的所在区域 参数:

可透过 WB Info 页面, 了解当前的 AWB 信息

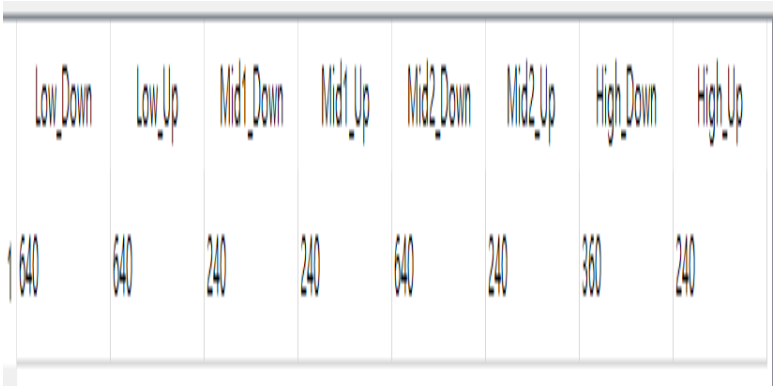
参数	数值范围	默认值	描述
Rgain	[0, 16383]	0	AWB 当前 frame 的 R 通道增益系数
Ggain	[0, 16383]	0	AWB 当前 frame 的 G 通道增益系数。
Bgain	[0, 16383]	0	AWB 当前 frame 的 B 通道增益系数。
ColorTemp	[0, 65535]	0	AWB 评估当前环境的色温。

5.6.2.3 调试步骤

在标定完成后，测试标准光源下的 AWB 精度，确认图像颜色是否正确。若出现偏色，则需要检查以下参数配置是否合理。

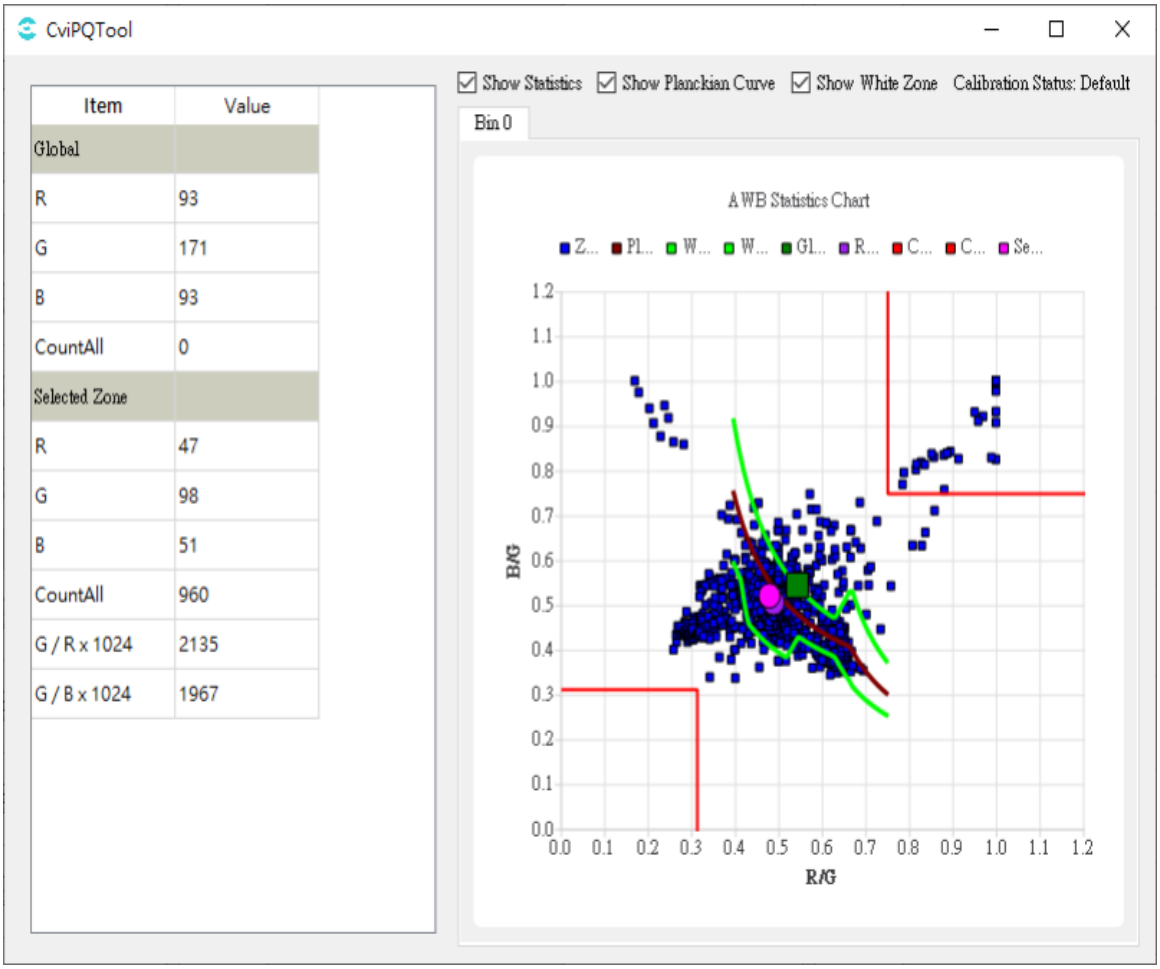
步骤 1. 检测色温是否在 [LowColorTemp、HighColorTemp] 范围内，如果不在，调整色温上下限。

步骤 2. 打开 Tuning Tools 的 AWB 分析接口 (Extra Utilities->3A Analyser ->AWB)，观察白色点是否在当前参数划定的白色区域内，如果不在，调整参数 ShiftLimit，扩大白色区域，将其概括进来。



	Low_Down	Low_Up	Mid1_Down	Mid1_Up	Mid2_Down	Mid2_Up	High_Down	High_Up
1	640	640	240	240	640	240	360	240

在 AWB 分析图中，两条绿色线为目前 AWB 色温曲线的范围，在绿线中间的为 AWB 色温曲线 (由自动标定时产生)，左下与右上的两个红框为 CurveLLimit，CurveRLimit。蓝色的点为 AWB 画面分隔为 32x32 时，每个分区的 R/G，B/G。当在标准的校正灯源下，大部分的蓝色点都会落在两条绿色色温曲线范围之中。

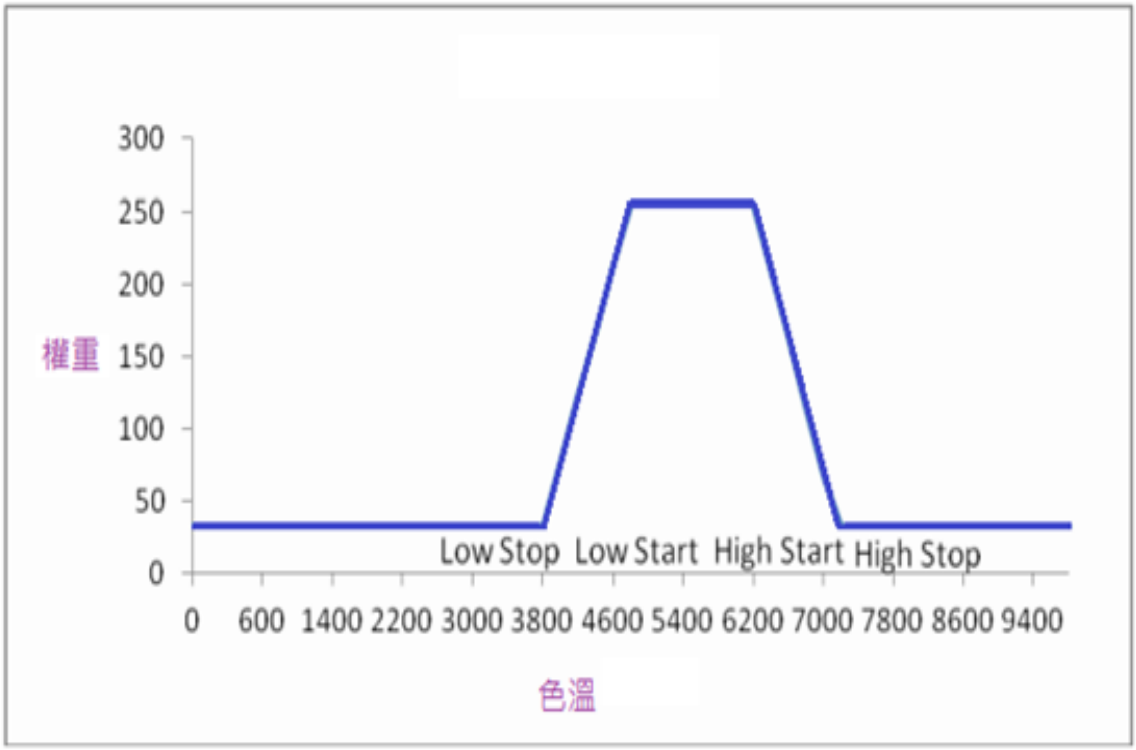


步骤 3. 若镜头有严重双色问题，或是特殊应用可以将 AWBZoneWtEn 权重打开，并填入相对应的权重大小。

步骤 4. 若有特殊的光源需要加入或排除，ExtraLightEn 打开后共有四组光源可以设定，设置好相对的 Rgain，Bgain 及 Radius，Staus(设置为 1 时，会增加此光源点，以改善该光源下的 AWB，设置为 2 时，删除该光源，可以用来减少例如蓝天，肤色的干扰) 后即可在 AWB 分析图内看到所加入或排除的圆圈。

步骤 5. 户外色温权重参数要求：四个参数的取值范围要求：LowStop < LowStart < HighStart < HighStop。以下图为例

> LowStop 为 3800K，LowStart 为 5000K，HighStart 为 6200K，HighStop 为 7200K，一般权重为 32, 室外色温最高权重为 256



步骤 6. 在混合光源场景希望用色温权重来改善 AWB，不做饱和度或 CCM 调整，可以将 MultiLightSourceEn 打开，MultiLSType 选择饱和度 (SAT)，MultiLSScaler 设为 256。

步骤 7. FineTunEn 打开，AWB 会自动检测肤色等特殊色，改善肤色场景 AWB 表现，提高 AWB 精度。但可能在低色温光源下发生误判，导致图像轻微偏黄。FineTunStrength 调整肤色检测的强度，取值越大，肤色场景 AWB 表现越好，但误判时的副作用越明显。推荐采用默认值 128。

—-结束

5.7 BNR

5.7.1 BNR 标定方法

BNR (Bayer-domain Noise Reduction) 实现 Bayer 域的噪声抑制。

5.7.1.1 环境及相关器材准备

步骤 1. 准备用来标定的 24 色卡，如 图 5.14 所示，以及标定的镜头、Sensor 和将灯箱设定为 D65 光源。

图 5.14: 标准 24 色卡

步骤 2. 将色卡放置在灯箱里面，灯箱的照度设定在 400 Lux，照度必须均匀。将镜头固定后，接着调整镜头与 24 色卡的距离，直到色卡覆盖的面积约为屏幕的 1/2 。

步骤 3. 在相同 ISO 下，抓取 20~30 帧左右的 raw，并存放在同一个文件夹里。

步骤 4. 将镜头的光圈调节到最大，然后用户设定要量测 ISO 值，藉由调节曝光时间，使得 24 色卡的左下方色块 (Block 19) 的亮度达到最大值的 80% (若图像位宽为 12 位，则 Block 19 的亮度约为 3276 左右)。

步骤 5. 重复步骤 3-4，直到获得所有需要的 ISO 范围。

注意:

- 在整个拍摄过程中，请不要触碰色卡和镜头或是在拍摄场景附近走动，以免造成光影的影响，导致拍摄的 raw 光线不均匀等问题。

5.7.1.2 BNR 标定工具界面

采集图像后，将 ISP 标定工具的主功能标签页切换到 BNR，即可看到 BNR 标定的界面，如 图 5.15 所示。

BNR 标定工具主要可以分为两个部分:

- 控制区：进行 BNR 标定时的主要功能 (红色框选区域)。
- 显示区：显示输入图像 (蓝色框选区域)。

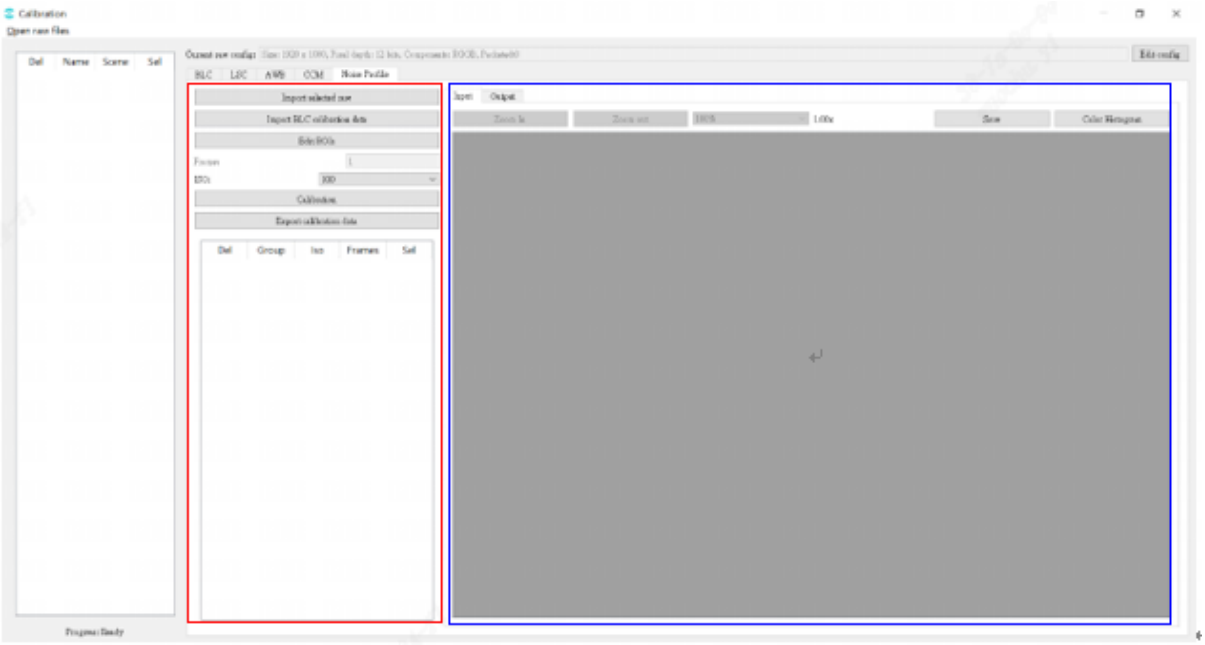


图 5.15: BNR 标定工具界面

5.7.1.3 BNR 标定步骤

步骤 1. 在标定工具左上方 Open raw files 选择 24 色卡的 Raw 图档，然后在下拉选单使用 24 Colors。

步骤 2. 点选并导入 24 色卡的 RAW 图像。

步骤 3. 框选 24 色卡的 24 个色块。

步骤 4. 点击 BLC Calibration 按钮。

步骤 5. 点击 LSC Calibration 按钮。

步骤 6. 点击 BNR Calibration 按钮进行标定，获得 BNR 标定结果。

5.7.2 BNR 调试方法

5.7.2.1 功能描述

BNR 主要是在 Bayer domain 进行空域去噪处理。根据不同的 sensor 建立符合噪声特性的去噪模型。经过 BNR 适当地去噪处理后，使得最后的图像结果看起来自然，且避免出现在去噪过程中一些常见的视觉瑕疵，例如虫状噪声和 pattern 噪声。关键参数的配置提供了调整去噪强度的弹性。在抑制噪声的同时，保留图像边缘、纹理和细节，不改变原始的噪声型态，且对随机噪声有一定的保留，因此能提高图像结果的信噪比和整体均匀度。

5.7.2.2 关键参数

表 5.10: BNR 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	BNR 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 4]	0	BNR 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
WindowType	[0, 11]	11	去噪滤波局域程度。其值越小，作用越局域。
CoringParamEnable	[0, 1]	0	0:NpSlope/Np LumaThr/NpLowOffset 有程序决定; 1: 以上三种参数可人工设置。
DetailSmoothMode	[0, 1]	1	去噪细节平滑功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
NoiseSuppressStr	[0, 255]	0	噪声抑制强度。值越大，亮噪去除强度越大。
FilterType	[0, 255]	0	去噪滤波器强度。值越大，亮噪去除强度越大。
VarThr	[0, 1023]	512	侦测边缘的阈值。值越大，判断为边缘的数量越少。
NonDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在低频区的去噪强度。值越大，在低频区域去除的噪声越多。
VhDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在水平和垂直区的去噪强度。值越大，在水平和垂直边缘去除的噪声越多。
AaDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在对角线边缘的去噪强度。值越大，在对角线边缘去除的噪声越多。
CoringWgtLF	[0, 256]	0	调节在低频区域的随机噪声强度。值越大，在低频区域保留的噪声越多。
CoringWgtHF	[0, 256]	0	调节在高频区域的随机噪声强度。值越大, 在高频区域的保留的噪声越多。
TuningMode			输出元文件案，辅助调节参数。 RESULT: BNR 图像结果。 EDGE_SMOOTH_REGION: 平坦/边缘侦测图像结果。
NpSlopeB	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 B 通道的斜率。
NpSlopeGb	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 Gb 通道的斜率。
NpSlopeGr	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 Gr 通道的斜率。
NpSlopeR	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 R 通道的斜率。
NpLumaThrB	[0, 1023]	16	Noise profile 在 B 通道的亮度阈值。
NpLumaThrGb	[0, 1023]	16	Noise profile 在 Gb 通道的亮度阈值。
NpLumaThrGr	[0, 1023]	16	Noise profile 在 Gr 通道的亮度阈值。
NpLumaThrR	[0, 1023]	16	Noise profile 在 R 通道的亮度阈值。

下页继续

表 5.10 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
NpLowOffsetB	[0, 1023]	0	Noise profile 在 B 通道可允许的最小 noise level。
NpLowOffsetGb	[0, 1023]	0	Noise profile 在 Gb 通道可允许的最小 noise level。
NpLowOffsetGr	[0, 1023]	0	Noise profile 在 Gr 通道可允许的最小 noise level。
NpLowOffsetR	[0, 1023]	0	Noise profile 在 R 通道可允许的最小 noise level。
NpHighOffsetB	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 B 通道可允许的最大 noise level。
NpHighOffsetGb	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 Gb 通道可允许的最大 noise level。
NpHighOffsetGr	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 Gr 通道可允许的最大 noise level。
NpHighOffsetR	[0, 1023]	1023	Noise profile 在 R 通道可允许的最大 noise level。

5.7.2.3 调试步骤

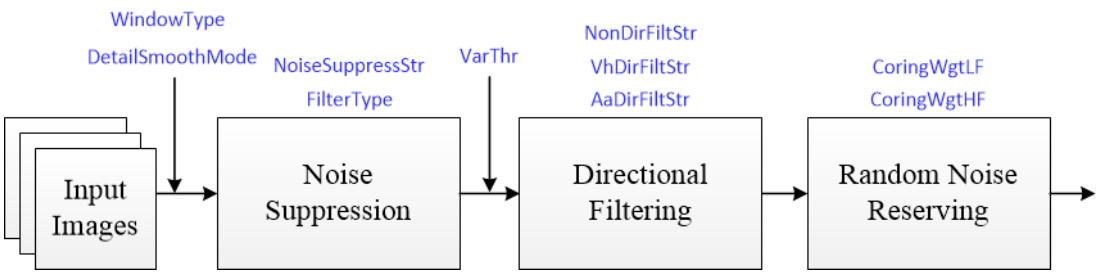


图 5.16: BNR 关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.11 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.10 来配置。

表 5.11: BNR 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
3DNR	Tuned
Noise Profile	Set

步骤 1. 调节亮度噪声去噪功能。相关参数包含噪声抑制强度 **NoiseSuppressStr** 和去噪滤波器强度 **FilterType** ，参数会随着不同的 ISO 而有相对应的配置。首先，调节 **NoiseSuppressStr** ，使

其渐渐增大，直到整体图像能在保持完整细节的前提下，使噪声达到最小。接着，适当地增大 **FilterType** ，并同时配合其他去噪模块来调试。

调试原则: 尽可能地保持整体图像噪声的均匀性，并且避免出现冲击噪声、虫状噪声和 pattern 噪声。针对参数 **WindowType** 和 **DetailSmoothMode** 的配置，建议先使用默认值。

步骤 2. 控制 **VarThr** 来决定图像的低频与高频区域，接着分别调节 **NonDirFiltStr** 和 **VhDirFiltStr/AaDirFiltStr** 改变去噪强度。**NonDirFiltStr** 越大，低频区域的噪声越少，而 **VhDirFiltStr/AaDirFiltSrtr** 越大，图像边缘越平顺。

调试原则: 建议 **NonDirFiltStr** 和 **VhDirFiltStr/AaDirFiltStr** 设定为相同数值，对全图均匀地去噪。若图像边缘的平顺性已经满足需求，则 **NonDirFilter** 和 **VhDirFiltStr/AaDirFiltStr** 设定为 0。

步骤 3. 根据步骤 2 得到的图像低频与高频区域，分别通过调节参数 **CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 保留随机噪声的程度。适当地调高 **CoringWgtLF** 可改善虫状噪声和 pattern 噪声，而适当地增大 **CoringWgtHF** 可增加图像细节感。

调试原则: 建议 **CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 设定为相同数值，使图像整体的噪声均匀分布。若图像没有出现上述提及的噪声类型，**CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 设定为 0。

—-结束

5.8 Demosaic

5.8.1 Demosaic 调试方法

5.8.1.1 功能描述

Demosaic 主要是实现将 Bayer 图像转成 RGB 图像。利用当前像素与周围像素之间关系，实现方向插值功能，计算出当前缺失的其他两个分量。

5.8.1.2 关键参数

表 5.12: Demosaic 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	1	Demosaic 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 4]	0	Demosaic 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
CoarseEdgeThr	[0, 4095]	480	边缘粗调侦测阈值。值越小，侦测为边缘的数量越多。建议搭配参数 **CoarseStr** 调试。

下页继续

表 5.12 – 续上页

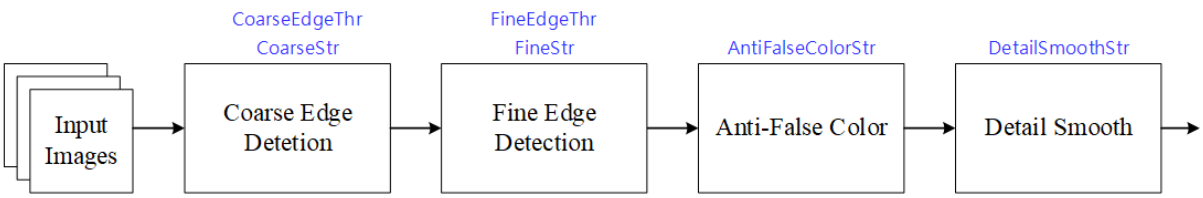
参数	数值范围	默认值	描述
CoarseStr	[0, 4095]	128	边缘粗调强度值。值越小，越偏方向性的处理。反之，越偏无方向性的处理。
FineEdgeThr	[0, 4095]	400	边缘细调侦测阈值。值越小，侦测为边缘的数量越多。建议搭配参数 **FineStr** 调试。
FineStr	[0, 4095]	40	边缘细调强度值。值越小，越偏方向性的处理。反之，越偏无方向性的处理。
AntiFalseColorEnable	[0, 1]	0	去伪色彩功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
AntiFalseColorStr	[0, 255]	255	去伪色彩强度，值越大，则降饱和度强度越大。
SatGainIn[2]	[0, 4095]	[200, 800]	定义 LUT 的横轴，即输入像素的饱和度大小。
SatGainOut[2]	[0, 4095]	[4095, 0]	定义 LUT 的纵轴，即去伪色彩强度增益。值越大，去伪色彩强度越大。
ProtectColorEnable	[0, 1]	0	自定义色彩的饱和度保护功能使能。
ProtectColorGainIn[2]	[0, 4095]	[20, 500]	定义 LUT 的横轴，即输入像素与保护色相似的程度。
ProtectColorGainOut[2]	[0, 4095]	[0, 4095]	定义 LUT 的纵轴，即去伪色彩强度增益。值越小，去伪色彩强度越小，与输入像素越相似。
UserDefineProtectColor1	[0, 4095]	960	自定义保护色彩 1。
UserDefineProtectColor2	[0, 4095]	560	自定义保护色彩 2。
UserDefineProtectColor3	[0, 4095]	960	自定义保护色彩 3。
EdgeGainIn[2]	[0, 4095]	[150, 200]	定义 LUT 的横轴，即边缘侦测大小。
EdgeGainOut[2]	[0, 4095]	[0, 4095]	定义 LUT 的纵轴，即去伪色彩强度增益。值越大，去伪色彩强度越大。
DetailGainIn[2]	[0, 4095]	[10, 150]	定义 LUT 的横轴，即细节侦测大小。
DetailGainOut[2]	[1, 4095]	[0, 4095]	定义 LUT 的纵轴，即去伪色彩强度增益。值越大，去伪色彩强度越大。
DetailDetectLumaEnable	[0, 1]	1	根据亮度调整细节侦测强度功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
DetailDetectLumaStr	[0, 4095]	480	根据亮度调整细节侦测强度。建议搭配 DetailGain 一起调适。
DetailSmoothEnable	[0, 1]	0	细节平滑功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
DetailSmoothStr	[0, 255]	0	细节平滑强度。值越大，平滑强度越强。
DetailWgtThr	[0, 255]	0	细节平滑范围阈值。值越小，细节平滑作用的范围越大。
DetailWgtMin	[0, 256]	0	细节平滑强度允许之最小增益。

下页继续

表 5.12 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
DetailWgtMax	[0, 256]	256	细节平滑强度允许之最大增益。
DetailWgtSlope	[0, 1024]	256	细节平滑强度斜率。值越大，细节平滑强度越强。64 为 1x gain。
EdgeWgtThr	[0, 255]	160	边缘平滑范围阈值。值越小，边缘平滑作用的范围越大。
EdgeWgtMin	[0, 256]	0	边缘平滑强度允许之最小增益。
EdgeWgtMax	[0, 256]	256	边缘平滑强度允许之最大增益。
EdgeWgtSlope	[0, 1024]	256	边缘平滑强度斜率。值越大，边缘平滑程度越强。64 为 1x gain。
DetailSmoothMapTh	[0, 255]	0	细节平滑强度映射范围阈值。值越小，边缘平滑作用的范围越大。
DetailSmoothMap-Min	[0, 256]	0	细节平滑强度映射允许之最小值。
DetailSmoothMap-Max	[0, 256]	256	细节平滑强度映射允许之最大值。
DetailSmoothMapS-lope	[0, 1024]	256	细节平滑强度映射斜率。值越大，细节平滑强度越强。64 为 1x gain。

5.8.1.3 调试步骤



在做参数调试之前，请先确认表 4-12 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.12 来配置。

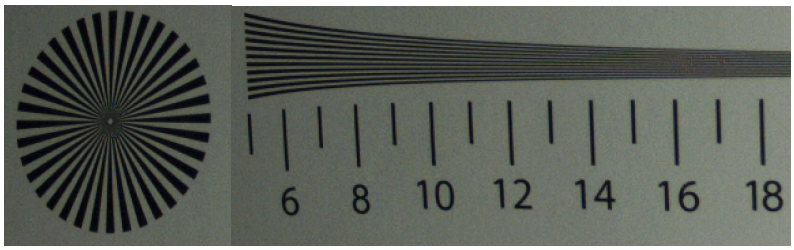
表 5.13: Demosaic 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
AWB	Tuned
BNR	Tuned
3DNR	Tuned
Noise Profile	Set

步骤 1. 首先，调节边缘粗调侦测阈值 **CoarseEdgeThr** 确定边缘范围。值越小，判断为 **强边缘**的数量越多。同时适当地调节边缘粗调强度值 **CoarseStr** 来确定图像的纹理方向性的判断以及以降低强边缘做错方向造成的 zipper effect，以获得初步的 **强纹理**方向。

> **调试原则:** 建议从 **CoarseEdgeThr** 和 **CoarseStr** 的默认值开始调试参数。观察在默认值的设定下，评估图像的边缘的平顺度和整体清晰度。(建议 TV10 以前靠 **CoarseStr** 调整, 更高的解析靠 **FineEdgeThr** 调整)

步骤 2. 接着，调节边缘细调侦测阈值 **FineEdgeThr** 确定边缘范围。值越小，判断为 **弱边缘**的数量越多。同时调节边缘细调强度 **FineStr** ，确定图像的纹理方向性的判断，以获得进一步的纹理方向确认。建议搭配 Siemens Chart/ISO12233 观察高频区方向正确性辅助调整，如果调高参数没有获得改善，需要检查 **CoarseEdgeThr** 是否设置过小，可以将 **CoarseEdgeThr** 调高再观察效果。

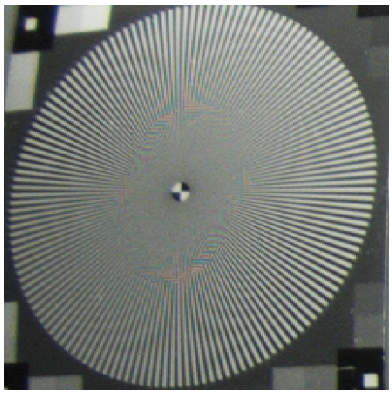


调试原则: 与步骤 1 的调适原则相同，先使用参数 **FineEdgeThr** 和 **FineStr** 的默认值配置来观察目前图像结果。再根据需求进一步地调整 **FineEdgeThr** 和 **FineStr** 。

步骤 3. 通过调试参数 **AntiFalseColorStr** 来控制去伪色彩的强度。同时，调节 **SatGainIn[2]** 和 **SatGainOut[2]** 来针对低饱和度的区域减轻伪色彩。针对容易出现伪色彩的高频区域，可以调节 **EdgeGainIn[2]** 和 **EdgeGainOut[2]** 来调整强度，以及自定义欲保护的色彩 **UserDefineProtectColor1** ~ **UserDefineProtectColor3** ，避免被当成伪色彩被去除，其强度可以调节 **ProtectColorGainIn[2]** 和 **ProtectColorGainOut[2]** 来控制。

调试原则: 去伪色彩的相关参数可以先使用默认值，并依需求做微调。

步骤 4. 通过调试参数 **DetailSmoothStr** 来减少 Demosaic 由于受到 sensor 感光特性以及噪声等因素，影响方向的判断，在进行插值时所造成的伪细节，特别是常发生在高度密集的线条纹理区域。伪细节抑制功能可以使细节等表现更加自然。**DetailSmoothStr** 越大，细节平滑功能越强，但增加过多会导致细节损失。如 图 5.17 所示，在进行细节平滑的同时，通过参数 **DetailWgtThr** 和 **DetailWgtSlope** 分别决定细节平滑的范围和强度，并且以 **DetailWgtMin** 和 **DetailWgtMax** 控制细节平滑程度的上下限。另外，如 图 5.18 所示，可以调节参数 **EdgeWgtThr** 和 **EdgeWgtSlope** 根据边缘强度分别决定平滑作用范围和强度以及 **EdgeWgtMin** 和 **EdgeWgtMax** 控制平滑强度的上下限。



调试原则: **DetailSmoothEnable** 默认值为 0，即关闭平滑功能。有兴趣的用户可将 **DetailSmoothEnable** 使能，并选择 **DetailSmoothStr** 来调试平滑强度，其他平滑强度的相关参数则以默认值为基础，来适当地微调。

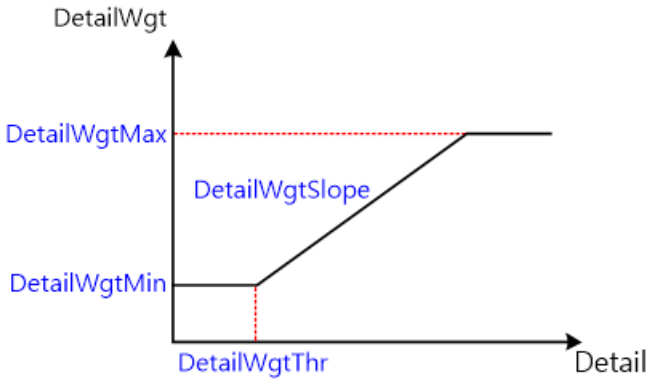


图 5.17: 细节平滑时的细节大小 Detail 和平滑强度 DetailWgt 的关系曲线

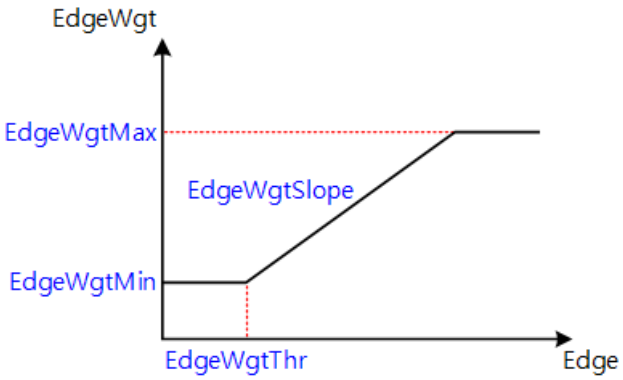


图 5.18: 边缘平滑时的边缘强度和平滑强度 EdgeWgt 的关系曲线

—-结束

5.9 WDR

注：cv180x 不支持此功能。

5.9.1 WDR 调试方法

5.9.1.1 功能描述

动态范围是指场景中最亮与最暗物体间的亮度差异范围，动态范围越大代表场景中亮度的层次越丰富。一般真实场景中的动态范围约为一般图像传感器可记录范围的数千至数十万倍。因此使用一般图像传感器拍摄高动态场景时，往往只能选择顾到低亮区，容易使得高亮区过曝，丢失高亮区细节。或是，顾到高亮区，使得低亮区曝光不足，低亮细节难以分辨。为了能记录高动态范围场景的每一个细节，需要使用高动态范围的图像传感器，或者使用多次曝光图像合成。但由于高动态范围图像传感器面积较大且价格偏高，限制了其实用性。因此，常见的 HDR 图像生成方式都是使用一般传感器获得若干不同曝光的固定场景图像，再用 WDR 算法来合成一幅高动态范围图像。图 5.19 以二合一 WDR 为例，显示了长曝光画面，短曝光画面，以及 WDR 合成的画面。

短曝光画面用来捕抓场景中亮区讯息，而长曝光画面用来捕获场景中暗区信息，经过 WDR 合成后获得高动态范围的图像。

(a) 长曝图

(b) 短曝图

(c) WDR 合成后获得高动态范围的图像

图 5.19: 二合一 WDR 效果图

5.9.1.2 关键参数

表 5.14: WDR 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	WDR 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
WDRCombine-LongThr	[0, 4095]	3300	第一次融合时，长曝光临界值，低于该临界值的图像数据将只选择长曝光数据合成 WDR 图像。
WDRCombineShort-Thr	[0, 4095]	3900	第一次融合时，短曝光临界值，超过该临界值的图像数据将只选择短曝光数据合成 WDR 图像。
WDRCombine-MaxWeight	[0 ,256]	256	第一次融合时，长短曝图像数据融合最低权重值。权重值越大，融合时长曝光占的比重越多，反之则短曝光占的比重越多。
WDRCombineM-inWeight	[0 ,256]	32	第一次融合时，长短曝图像数据融合最高权重值。权重值越大，融合时长曝光占的比重越多，反之则短曝光占的比重越多。
MotionCompEnable	[0, 1]	0	WDR 运动侦测使能开关。 0: 关闭。 1: 使能。
MergeModeAlpha	[0, 255]	128	值越大，融合时短帧移动信息占的比重越多。反之则长帧移动信息占的比重越多。
WDRMtIn[4]	[0, 255]	[16, 64, 128, 240]	由四个数值组成的数组。定义输入物体运动量，值越大，运动量越大。
WDRMtOut[4]	[0, 256]	[0, 128, 224, 256]	由四个数值组成的数组。定义输入物体运动量对应的运动增益，值越大，越倾向输出自定义的 WDR 融合结果，与 **WDRType** 配合调适。
WDRType	[0, 2]	1	自定义 WDR 融合模式: 0: 输出乘上曝光比的短曝值。 1: 输出长曝值。 2: 输出长短曝融合后的数值。长曝的权重为 **WDRLongWgt** 。
WDRLongWgt	[0, 256]	128	当选择 **WDRType** 设定为 2 时，设定长曝的融合权重。**MotionCompEnable** 使能时才生效。
WDRDCMode	[0, 1]	0	长短曝融合模式 0: 一般模式，透过 **WDRLumaMode** 调整 1: DC 模式
WDRLumaMode	[0, 1]	0	亮度计算模式， 0: 取 R/G/B 最大值。 1: 取 Luma 值。 MotionCompEnable 使能时才生效。
WDRCombineS-NRAwareEn	[0, 1]	1	长短曝图像数据融合时根据短曝乘曝光倍率画面之讯噪比自适应融合权重调整机制使能。
WDRCombineS-NRAwareLowThr	[0, 65535]	1024	讯噪比自适应融合权重调整机制的讯噪比低临界值。讯噪比低于此低临界值时融合权重不做调整，大于高临界值时权重。
WDRCombineS-NRAwareHighThr	[0, 65535]	8192	自适应调整融合权重机致的讯噪比高临界值。
	[0 ,255]	128	

5.9.1.3 调试步骤

在做参数调试之前，请先确认 表 5.15 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.14 来配置。

表 5.15: WDR 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
LSC	Tuned
AWB	Tuned

WDR 的调试步骤共可区分为调试长短帧融合曲线，及调试运动侦测参数。

步骤 1. 调试长短帧融合曲线，调整 **WDRCombineShortThr** ，**WDRCombineLongThr** ，**WDRCombineMinWeight** 和 **WDRCombineMaxWeight**，产生第一次融合图像，目标是确保画面中亮区不过曝以及暗区细节可见。

步骤 2. 调试运动融合参数，调整 **WDRMtIn[4]** 以及 **WDRMtOut[4]** ，根据物体移动量，决定长帧与第一次融合图像的融合比例。调适原则为物体移动量越大时，长帧的融合权重越大。

步骤 3. 调试运动检测参数，调整 **WDRMotionFusionMode** 。尽量保持背光区或是画面暗区的移动信息的完整性。

—结束

长短帧融合曲线

参数 **WDRCombineShortThr** 和 **WDRCombineLongThr** 用来调整选择长短帧的临界值。其中，**WDRCombineShortThr** 为短曝光临界值，超过该值的图像数据将只选择短曝光数据合成 WDR 图像，**WDRCombineLongThr** 为长曝光临界值，低于该值的图像数据将只选择长曝光数据合成 WDR 图像。在两者之间的像素则采用长短帧融合的方式进行合成。**WDRCombineMinWeight** 及 **WDRCombineMaxWeight** 则为长短曝图像数据融合最低及最占的比重越多。这四个参数的变化趋势如 图 5.20 所示，横轴代表输入为长帧的像素。**WDRCombineShortThr** 值设小会有较多的像素选择短帧，噪声会变大；而值设大在亮区会有部分像素选择长帧融合，容易导致过曝，一般建议接近长曝像素最大值的 97%。**WDRCombineLongThr** 值设小，比较多的像素选择长短帧混和，暗区噪声会变大；值设大，比较多的像素选择长帧，可能会导致过曝，一般建议接近长曝像素最大值的 80%。另外，在调适长短帧融合曲线时必须关闭 **MotionCompEnable** ，避免因受到运动侦测信息的影响，而产生不适当的调整。

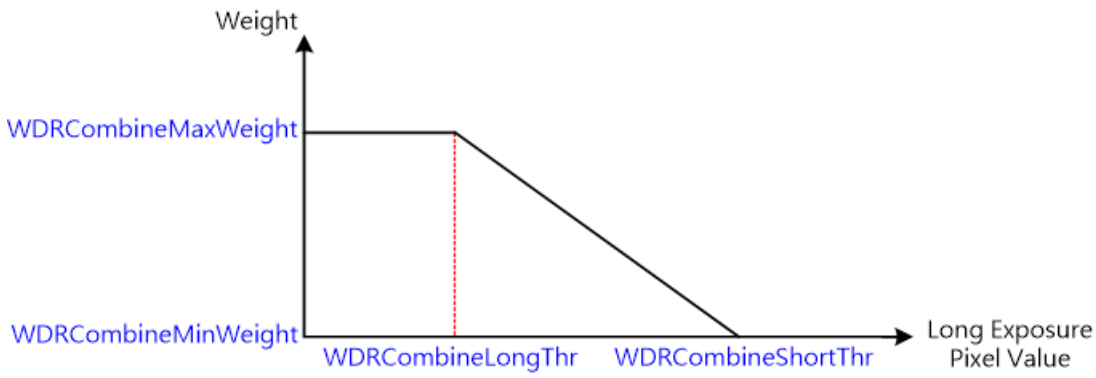


图 5.20: 长短帧阈值的选择

调适运动检测参数

运动检测的信息影响长短帧融合的比例，物体运动越明显，则运动信息越大，物体越偏向静止，则运动信息越小，建议在运动区域倾向采用长帧来降低噪声。调整建议优先选用 **WDRMotionFusionMode** 为 1 的模式，选择长短帧当中较大的运动信息。

讯噪比自适应融合权重调整机制

短曝光影像乘曝光倍率会造成画面中有些亮区噪声被过度放大。讯噪比自适应融合权重调整机制能根据短曝光影像乘曝光倍率的讯噪比，自动调整融合权重使长曝光占比增加来抑制噪声被过度放大的效应。当讯噪比低于低临界值 **WDRCombineSNRAwareLowThr** 时融合权重套用长短帧融合曲线产生之权重不做调整，大于高临界值 **WDRCombineSNRAwareHighThr** 时权重套用上限权重值 **WDRCombineSNRAwareToleranceLevel** ，讯噪比介于高低临界值之间则在长短帧融合曲线产生之权重与上限值权重 **WDRCombineSNRAwareToleranceLevel** 间作调整。调整后的权重值越大，则长帧融合的占比比重越高，反之则占比比重越小。

5.10 DRC

5.10.1 功能描述

动态范围是指场景中最亮与最暗物体间的亮度差异范围，动态范围越大代表场景中亮度的层次越丰富。因此使用一般图像传感器拍摄高动态场景时，往往只能选择顾到低亮区，容易使得高亮区过曝，丢失高亮区细节。或是，顾到高亮区，使得低亮区曝光不足，低亮细节难以分辨。为了能记录高动态范围场景的每一个细节，需要使用高动态范围的图像传感器，或如 4.9 “WDR” 所描述的多次曝光合成技术。然而，考虑到一般显示器的动态范围较小，为了能完整保留所获取的宽动态图像中的细节，需要使用 DRC 算法在保留细节的同时对图像的动态范围进行压缩。DRC 的目的，即是使观察者在观察高动态场景与观察显示设备上都能获得相同的视觉感受。

5.10.2 关键参数

表 5.16: DRC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	DRC 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
TuningMode	[0, 7]	0	调整模式，输出可视化辅助信息。 0: 不输出可视化辅助信息。 3: global tone 亮度显示 4: bright tone 亮度显示 5: dark tone 亮度显示
LocalToneEn	[0, 1]	0	Local tone mapping 的使能，包含 Bright tone mapping 及 Dark tone mapping。 0: 关闭。 1: 使能。
LocalToneRefineEn	[0, 1]	0	优化 local tone mapping 的始能，让区域分的更精细。 0: 关闭。 1: 使能。
ToneCurveSelect	[0, 1]	0	Tone curve 曲线选择: 0: 选择用户自定义曲线。 1: 选择自适应曲线。
CurveUserDefine			用户自定义曲线，可透过 UI 接口的控制点拉动曲线
WDR/SDR Histogram			LE Histogram: 长曝影像的亮度统计图 SE Histogram: 短曝影像的亮度统计图 Global Tone Curve: 全局的 tone mapping 曲线可视化 Dark Tone Curve: 暗区的 tone mapping 曲线可视化 Bright Tone Curve: 亮区的 tone mapping 曲线可视化
ToneCurveSmooth	[0, 500]	300	Tone curve 曲线时间域上变化的平顺度。数值越大时间域变化越平顺，反之则变化越快。
TargetYScale	[0, 2048]	224	控制经过 Global tone mapping 后的整体影像亮度。数值越大画面越偏亮，反之越偏暗。
HdrStrength	[0, 255]	256	控制 HDR 增强效果参数，数值越大整体亮度拉伸越强，反之则拉伸越弱。
DEAdaptPercentile	[0, 25]	10	定义暗处的百分位数，决定不加强的区域，值越大，不加强的区域越多。
DEAdaptTargetGain	[1, 96]	40	dark tone 自适应目标的强化，值越大拉的越亮，32 为一倍,40 为 1.25x
DEAdaptGainUB	[1, 255]	96	dark tone 自适应强化的上界，值越大拉的越亮，32 为一倍,96 为 3x

下页继续

表 5.16 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
DEAdaptGainLB	[1, 255]	16	dark tone 自适应强化的下界，值越大越不压黑，32 为一倍,16 为 0.5x
BritInflectPtLuma	[0, 100]	40	Bright Tone 在长短曝交界区的亮度，值越大，亮度越高
BritContrastLow	[0, 100]	50	Bright Tone 暗区的压暗程度，值越大，压暗越多
BritContrastHigh	[0, 100]	80	Bright Tone 亮区的拉亮程度，值越大，拉升越多
SdrTargetYGain-Mode	[0, 1]	0	Gain Mode 开关 0: 直接指定画面平均的目标亮度 1: 基于画面的平均，拉亮倍数 1x=32
SdrTargetY	[0, 255]	56	全局性以 global tone 将画面拉亮，值越大，亮度拉高越多
SdrTargetYGain	[32, 128]	32	全局性以 global tone 将画面拉亮，目标亮度采用当前平均亮度的倍数，1x=32,2x = 64
SdrGlobalToneStr	[0, 256]	256	global tone 的强度，值越大，global tone 越强，反之则往 linear tone 靠近
SdrDEAdaptPer-centile	[0, 32]	10	定义暗处的百分位数，决定不加强的区域，值越大，不加强的区域越多。
SdrDEAdaptTarget-Gain	[1, 64]	40	dark tone 自适应目标的强化， 值越大拉的越亮，32 为一倍,40 为 1.25x
SdrDEAdaptGainUB	[1, 255]	96	dark tone 自适应强化的上界，值越大拉的越亮，32 为一倍,96 为 3x
SdrDEAdaptGainLB	[1, 255]	16	dark tone 自适应强化的下界，值越大越不压黑，32 为一倍,96 为 3x
SdrBritIn-flectPtLuma	[0, 100]	40	Bright Tone 在亮暗交界区的亮度，值越大，亮度越高
SdrBritContrastLow	[0, 100]	75	Bright Tone 暗区的压暗程度，值越大，压暗越多
SdrBritContrastHigh	[0, 100]	80	Bright Tone 亮区的拉亮程度，值越大，拉升越多
DetailEnhanceEn	[0, 1]	0	Detail Enhance 使能，加强 HDR 的细节。 0: 关闭。 1: 使能。
TotalGain	[0, 255]	32	细节加强整体的强度，32 为一倍，64 为 2 倍
LumaGainEn	[0, 1]	0	细节根据 luma 加强的始能。 0: 关闭。 1: 使能。
LumaGain[33]	[0, 255]	64	细节根据 luma 加强的权重。 由 33 个数值平均分成 33 段亮度区，每个亮度区对应一个亮度权重。对应亮度区间的值越大，像素点锐化越强，64 为 1 倍
DeltailEn-hanceMtIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 1 28, 1 92]	由四个数值组成的数组。定义输入物体运动量，值越大，对应的运动量越大。

下页继续

表 5.16 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
DeltailEn-hanceMtOut[4]	[0, 256]	[1 28, 1 28, 1 28, 1 28]	由四个数值组成的数组。定义输入物体运动量对应的运动增益，值越大细节强度越强，256 为一倍。
OverShootThd	[0, 255]	32	白边锐化上限幅度
UnderShootThd	[0, 255]	32	黑边锐化上限幅度
OverShootGain	[0, 255]	4	白边锐化的强度，16 为一倍
UnderShootGain	[0, 255]	4	黑边锐化的强度，16 为一倍
OverShootThrMax	[0, 255]	255	白边锐化最大上限幅度，
UnderShootThrMin	[0, 255]	255	黑边锐化最大上限幅度

5.10.3 调试步骤

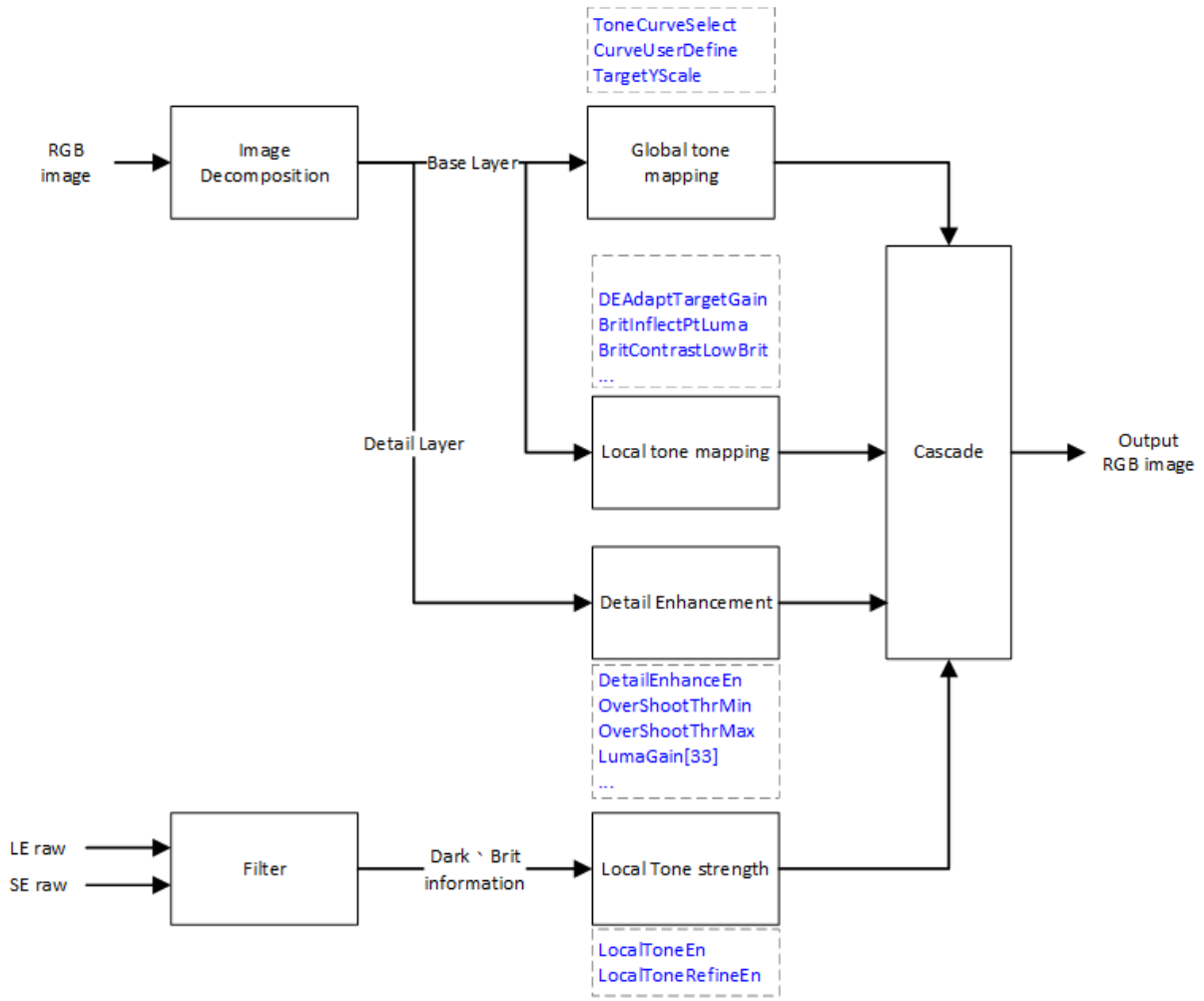


图 5.21: 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.17 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.16 来配置。

表 5.17: DRC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
AWB	Tuned
BNR	Tuned
WDR	Tuned
Noise Profile	Set

DRC 的调适步骤如 图 5.21 所示。可区分为调整局部 tone mapping 特性 (local tone strength)、调整 tone mapping 曲线 (global tone mapping、local tone mapping) 、以及细节增强 (detail enhancement)。

调整局部 tone mapping 特性

建议的顺序是先将 LocalToneEn 关闭，并调整 Global Tone Mapping 的参数，将画面的全局亮度调整到位，再开启 LocalToneEn 来开启局部的 tone mapping，开启 local tone mapping 后可调整 dark tone 针对画面的暗区修饰，调整 bright tone 针对画面的亮区调整通透度。更进一步可将 LocalToneRefineEn 开启，开启对于暗区及亮区的区域分界做更精细的修正。

Globle Tone Mapping 曲线调整

Global Tone Mapping 曲线是一个亮度映像函数，X 轴是输入亮度，Y 轴是输出亮度，输入输出亮度皆正规化至 0~1 值域区间。曲线直接影响画面的整体亮度，通常整体曲线的拉升强度越大，画面整体越亮，反之则越暗。一般的 tone mapping 曲线如 图 5.22 所示。

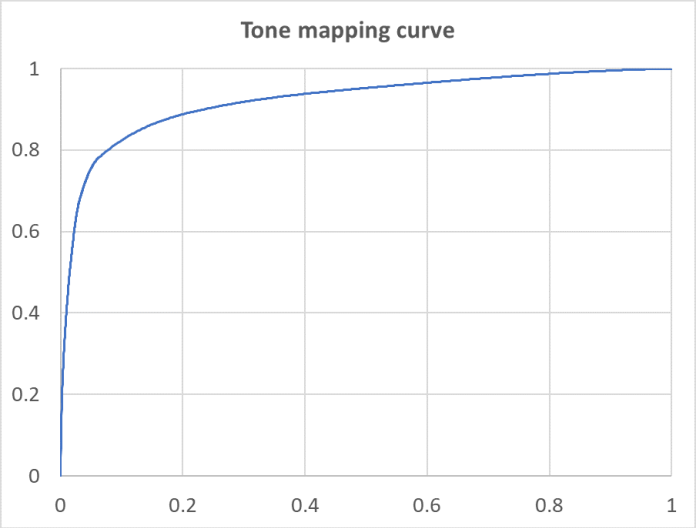


图 5.22: Tone mapping 曲线示例图

DRC 模块支持 tone mapping 曲线生成参数，以 Global Tone Mapping 来说，其曲线形状可透过 **TargetYScale**、**HdrStrength** 参数决定，其中 **TargetYScale** 值越大，产生出的 global tone mapping 曲线对整体亮度的拉伸程度越大，反之则对亮度拉伸越小。当画面亮度拉伸太大时，导致画面中暗部偏亮，可透过 **HdrStrength** 来抑制亮度的拉伸，值越大则拉升的越大，值越小则可抑制整体的拉伸，其中以中暗部观察更为明显。当 Global Tone Mapping 对整体画面的亮度及通

透感大致到位后，接着针对画面的暗区调整 Dark Tone Mapping，针对画面的亮区调整 Bright Tone Mapping。

Dark Tone Mapping 曲线调整

针对画面的暗区，透过 Dark Tone Mapping 来调整暗区细节呈现及通透度，Dark Tone Mapping 曲线是透过画面的统计量 (histogram)，来做自适应 (adaptive)，主要由 **DEAdaptTargetGain** ，来调整暗区的亮度拉升，值越大则暗区拉伸得越大，值越小则拉伸越小。当暗区亮区提升，虽然可呈现较多暗部细节，但拉亮了接近黑色的亮度区域，可能造成画面对比降低，为了同时兼顾暗区细节及对比，可调整 **DEAdaptPercentile** ，来保留的暗处的对比，值越大则保留不拉亮的暗处越多，值越小则保留的暗处越少。另一方面，为了控制自适应的敏感度，提供了 **DEAdaptGainUB** 及 **DEAdaptGainLB** 来限制自适应的范围。

Bright Tone Mapping 曲线调整

针对画面的亮区，透过 Bright Tone Mapping 来调整亮区细节的呈现及通透度，Bright Tone Mapping 曲线透过 **BritInflectPtLuma** ，来调整长短曝交界区的亮度，值越大则长短曝交界区的亮度越亮，值越小则越暗，接着以此为分界，透过 **BritContrastLow** 加强亮区中的暗处对比，值越大则对比越强，值越小则对比越弱，透过 **BritContrastHigh** 加强亮区中亮处的对比，值越大则对比越强，值越小则对比越弱。

曲线信息、统计信息可视化

当前的长曝 histogram 分布、短曝 histogram、以及产生出的 Global Tone Mapping 曲线、Dark Tone Mapping 曲线、Bright Tone Mapping 曲线，可透过 tool 来获取，获取的信息如下图所示。

图 5.23: WDR 统计值方图和 tone mapping 曲线示意图

用户自定义曲线 (User Define Curve)

用户自定义曲线，目前定位成 debug 功能，当透过参数生成的 tone maping 曲线来调整画面达不到使用者的偏好及标准时，可透过用户自定义曲线，藉由手动拉伸曲线特性，来观察画面的变动。此外，用户自定义曲线不支持 local tone mapping。图 5.24

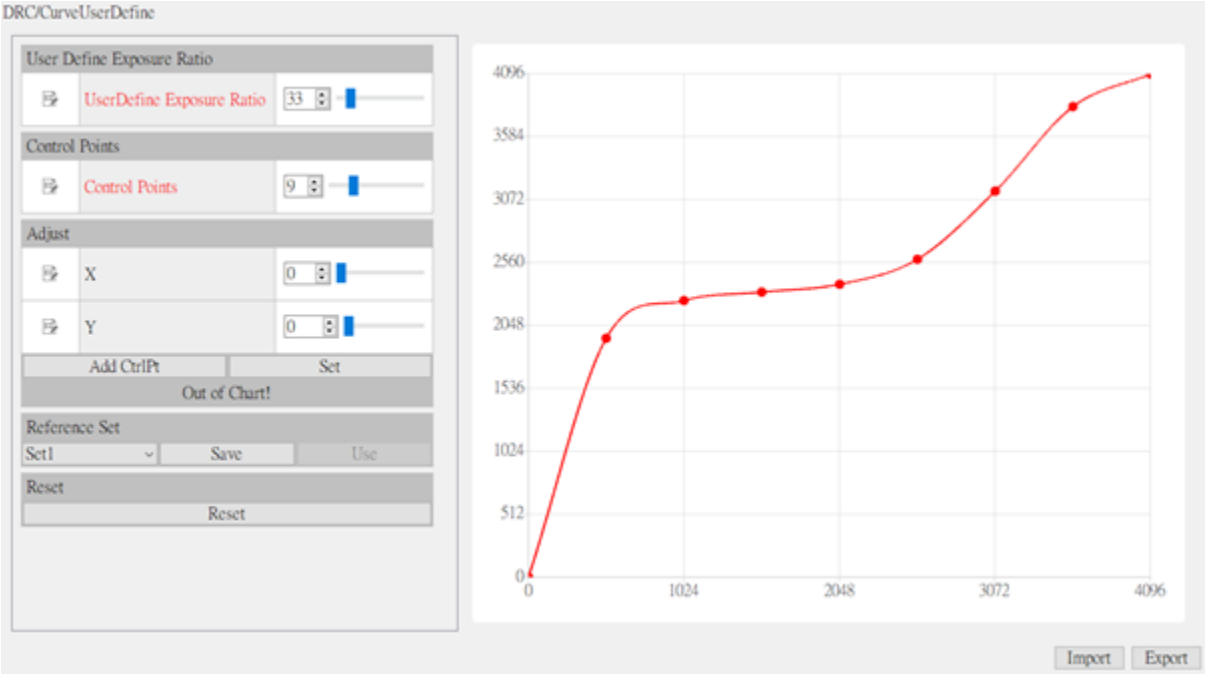


图 5.24: UserDefineCurve 曲线示意图

Detail Enhance 细节增强、锐化

DRC 模块支持细节的增强，可透过细节的增强来加强通透度，将 **DetailEnhanceEn** 开启，藉此开启 DRC 的细节增强功能，透过 **TotalGain** 调整整体细节锐化的强度，透过 **LumaGain** 针对不同亮度区域的细节做锐化调整，其余参数设计与 PreSharpen、Sharpen 模块一致，可参考 PreSharpen 及 Sharpen 的章节。

SDR DRC 数字宽动态

SDR DRC 数字宽动态，提供 linear mode 的 tone mapping 曲线调整，透过 local tone mapping 的特性调整画面的局部对比，其调整原则与 WDR mode 一致，可参考上述的描述做调整。

5.11 CCM

5.11.1 CCM 标定方法

5.11.1.1 环境及相关器材准备

请遵循以下步骤进行 CCM 标定:

- 采集设备准备：标准 X-Rite 24 色卡，照度为 600Lux 均匀光源（左右两侧光源，光源与色卡平面的夹角在 25 度到 45 度之间），IPC。
- 调整 AE 目标亮度，PQ Tool 显示页面上查看第 20 色块的 G 值在 201 附近，第 21 色块的 G 值在 163 附近就表示曝光合适。
- 采集中性灰 RAW 图像，检查 IPC 的镜头阴影程度。Lens shading 较严重时，需要先标定 shading 系数，24 色卡图像需要先进行 shading 校正后，在进行 CCM 标定。

5.11.1.2 CCM 标定工具界面

采集图像后，将 ISP 标定工具的主功能标签页切换到 CCM，即可看到 CCM 标定的界面，如 图 5.25 所示。CCM 标定工具主要可以分为两个部分：

- 控制区：进行 CCM 标定时的主要功能 (红色框选区域)。
- 显示区：显示输入图像 (蓝色框选区域)。

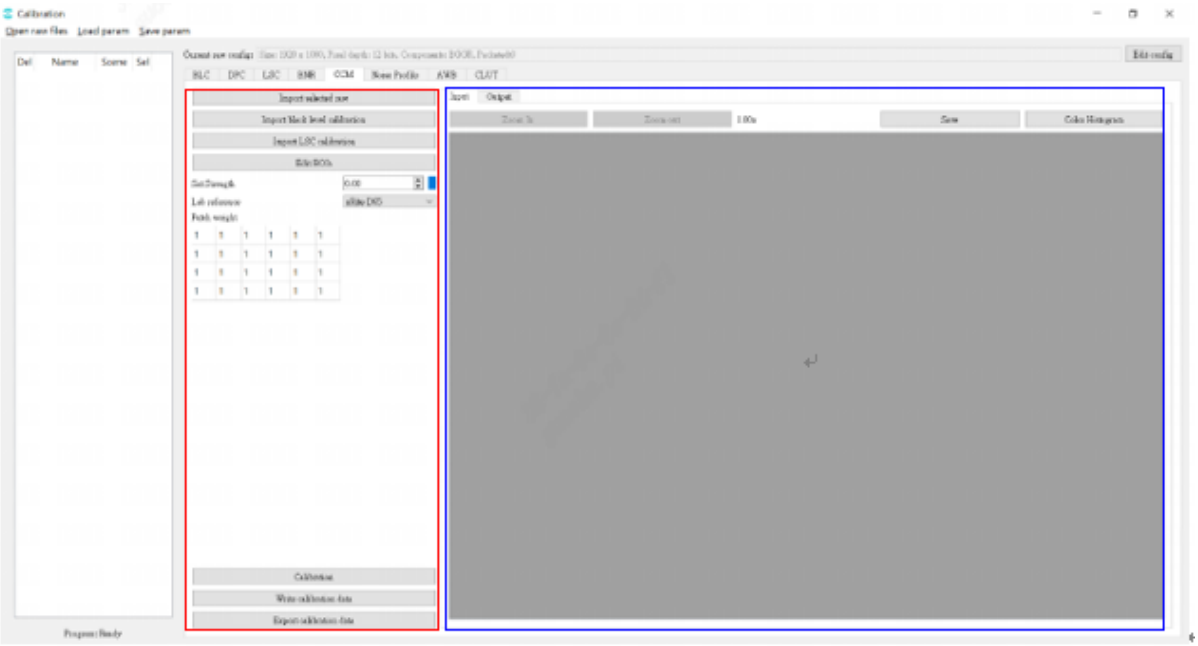


图 5.25: CCM 标定工具界面

CCM 标定工具界面的标定参数包含:

- 导入 BLC 校正参数。
- 导入 LSC 校正参数。
- ISP Gamma 和 Display Gamma。
- LAB 参考值。
- 6x4 色块权重表格，分别对应 24 色块的位置。数值范围为 1.0 到 16.0 的浮点数。
- CCM 开始校正按钮。
- 输出 CCM 校正结果。

5.11.1.3 CCM 标定步骤

请遵循以下步骤进行 CCM 标定:

步骤 1. 在标定工具的主界面导入需要进行 CCM 标定的 RAW 数据。

步骤 2. 导入 24 色卡的 RAW 图像。

步骤 3. 选取 24 色区域。

步骤 4. 配置标定参数 (GAMMA，LAB，色块权重)。

步骤 5. 点击 CCM Calibration 按钮进行标定，获得 CCM 结果。

5.11.2 CCM 调试方法

5.11.2.1 功能描述

一般来说，人眼对于光谱的反应，与 sensor RGB 三色分量对光谱的响应是有偏差的。为了使撷取的画面与人眼视觉感受上的颜色保持一致，我们可通过一个色彩校正矩阵来校正光谱响应的交叉效应与响应强度。CCM 标定工具支持对 24 色卡进行 3x3 color correction matrix 的预校正。一般而言，建议主要使用 CA 和 Saturation 模块来调整画面的饱和度。

5.11.2.2 关键参数

表 5.18: CCM 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CCM 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	CCM 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO); 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
ISOActEnable	[0, 1]	0	低照度下 CCM Bypass 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
TempActEnable	[0, 1]	0	高低色温下 CCM Bypass 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
CCMTabNum	[3, 7]	3	当前配置的 CCM 矩阵个数。
CCMTab[7].ColorTemp	[500, 30000]	5000	不同色温下的颜色校正矩阵对应的色温值。
CCM Tab[7].CCM[9]	[-8192, 8191]	1024	不同色温下的 CCM 矩阵系数。
SatEnable	[0, 1]	0	手动模式下，饱和度是否生效。
Manual.CCM[9]	[-8192, 8191]	1024	手动模式下，CCM 矩阵系数。
RedCastGain	[1, 4095]	1024	手动设定白平衡红色通道增益。
GreenCastGain	[1, 4095]	1024	手动设定白平衡绿色通道增益。
BlueCastGain	[1, 4095]	1024	手动设定白平衡蓝色通道增益。
SaturationLE	[0, 255]	128	长曝饱和度
SaturationSE	[0, 255]	128	短曝饱和度

5.11.2.3 调试步骤

请参考5.11.1 CCM 标定方法 章节完成 CCM 标定。接着，打开 **SatEnable** ，观察在不同光源下图像的饱和度是否如预期的变化。

5.12 Gamma

5.12.1 Gamma 调试方法

5.12.1.1 功能描述

Gamma 主要是在图像的亮度空间进行非线性转换以适配输出显示设备。图像的 R、G 和 B 通道可以使用同一组 Gamma 表。Gamma 表各节点之间的间距相同，并且使用线性插值方法生成节点之间的图像像素。当图像的对比度和通透性需要调优的时候，可以尝试先调节 Gamma 模块来改善。

5.12.1.2 关键参数

表 5.19: Gamma 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	Gamma 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
CurveType	[0, 3]	2	· Gamma 曲线类型。 0: GAMMA_DEFAULT。 1: GAMMA_SRGB。 2: GAMMA_USER_DEFINE 3: GAMMA_AUTO
GammaCOEFFI	[0.01, 20]	1	用来控制 Gamma 曲线生成的形状。
SlopeAtZero	[0.01, 20]	20	用来控制 Gamma 零点附近的斜率大小。
Control PointsNum	[2, 32]	2	手动拖动曲线的点数
Auto Gamma			可以根据不同的环境亮度来设定不同的 Gamma 曲线。
GammaTabNum	[1, 5]	4	Auto Gamma table 数量

5.12.1.3 GammaCOEFFI 和 SlopeAtZero 参数说明

针对不同的场景，调节参数 **GammaCOEFFI** 来控制 Gamma 曲线的生成形状，使用参数 **SlopeAtZero** 来控制 Gamma 零点附近的斜率大小。

两个参数对于 Gamma 曲线形状的影响如下所示:

- 在相同的 **SlopeAtZero** 的情况下，曲线在零点附近的斜率一致，而曲线的形状会随着参数 **GammaCOEFF** 的不同而不同，变化趋势如下图。

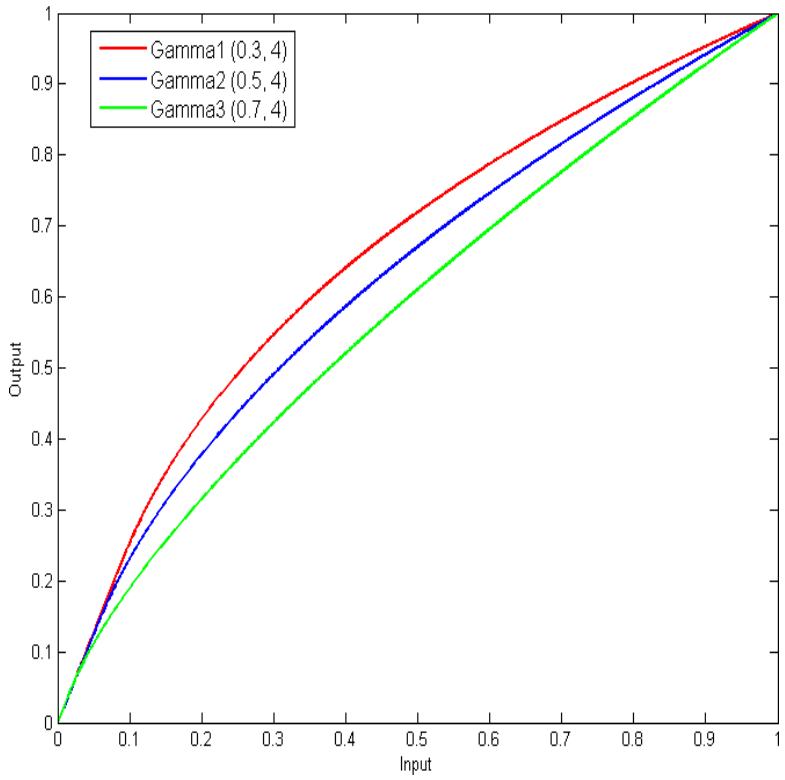


图 5.26: GammaCOEFF 对 Gamma 曲线的影响

- 在相同的 **GammaCOEFFI** 的情况下，曲线整体的形状不变，只是在零点附近的斜率会随着参数 **SlopeAtZero** 的变化而不同，会有轻微偏移的现象。整体变化趋势如下图。

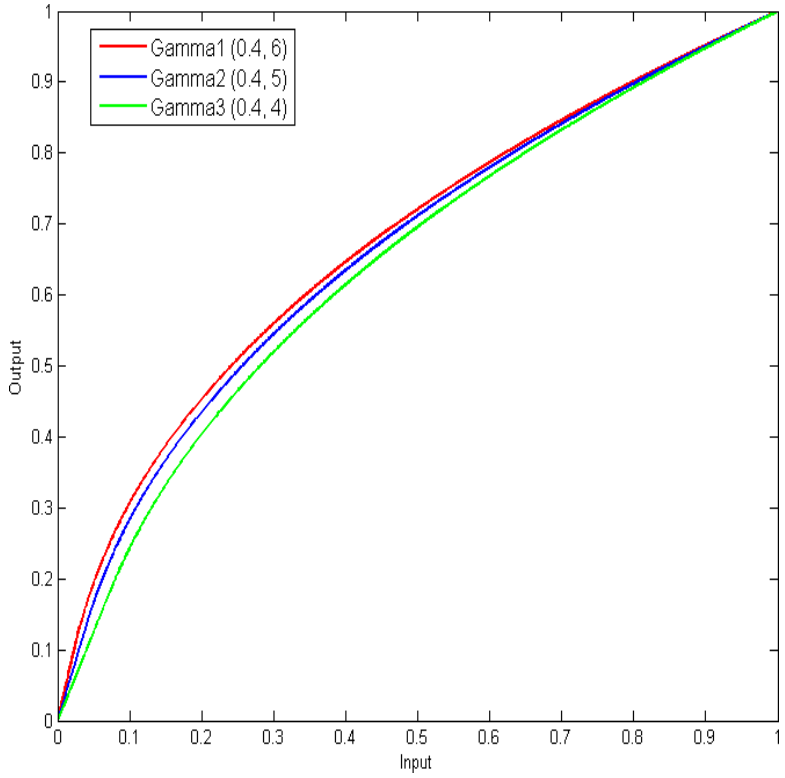


图 5.27: SlopeAtZero 对 Gamma 曲线的影响

5.12.1.4 使用参数调试自定义曲线

步骤 1. 在 Gamma 页面将“CurveType”切换成“GAMMA_USER_DEFINE”。

步骤 2. 直接在“GammaCOEFFI”和“SlopeAtZero”输入想要的数值。

步骤 3. 可看到目前的 Gamma 曲线

步骤 4. 可使用”Save”按钮将目前的 Gamma 曲线储存，以便之后加载使用。

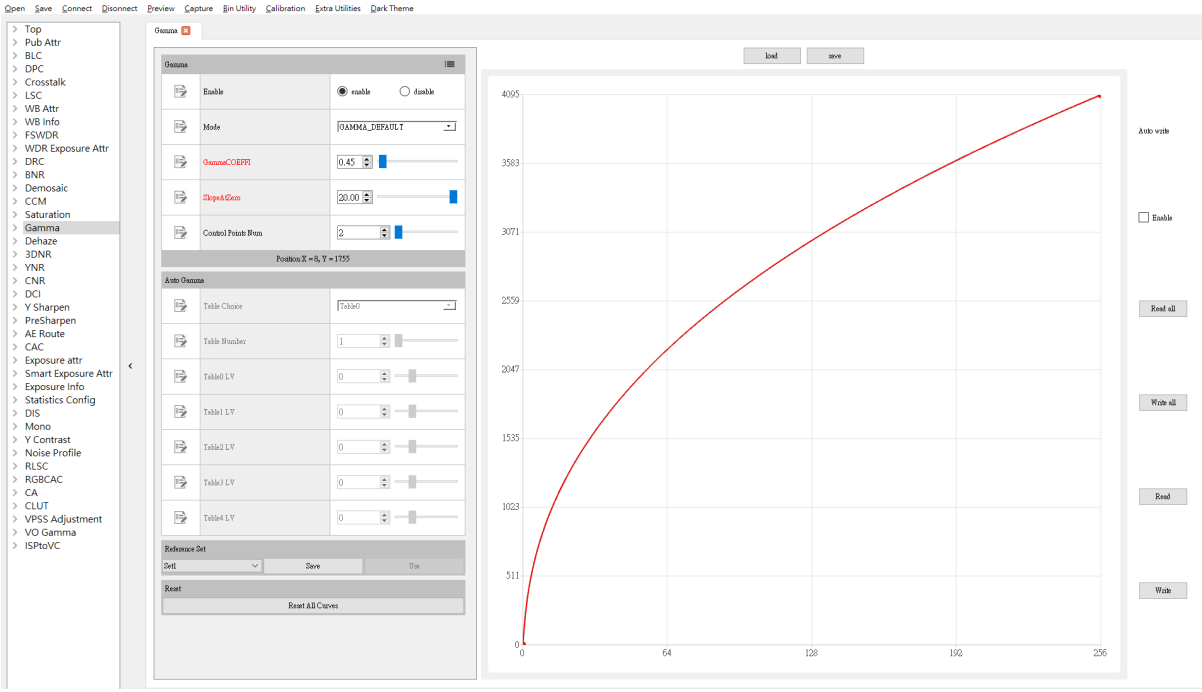


图 5.28: 使用参数调适自定义曲线示意图

5.12.1.5 使用控制点调试自定义曲线

步骤 1. 在 Gamma 页面将“CurveType”切换成“GAMMA_USER_DEFINE”。

步骤 2. 如果之前有储存的 Gamma 曲线，可用“Load”按钮加载。

步骤 3. 直接在“Gontrol Point Num”输入想要的控制点数量。

步骤 4. 可直接用鼠标左键拖移 Gamma 曲线上的控制点

步骤 5. 可使用“Save ”按钮将目前的 Gamma 曲线储存，以便之后加载使用。

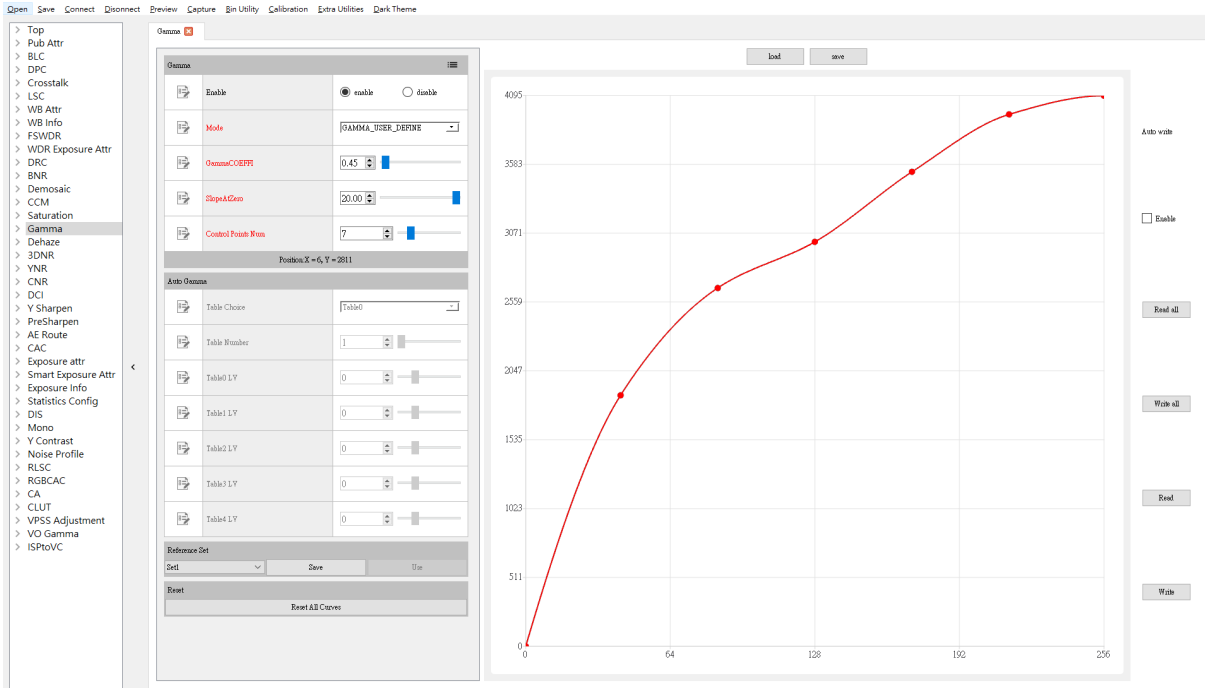


图 5.29: 使用控制点调适自定义义曲线示意图

5.13 Dehaze

5.13.1 Dehaze 调试方法

5.13.1.1 功能描述

去雾算法主要是在有雾场景中做去雾处理，使图像的对比度和色彩饱和度提升，增加场景的清晰度。去雾算法藉由计算图像内容的统计值，估算出雾的浓度，并自适应调整去雾的强度。

5.13.1.2 关键参数

表 5.20: Dehaze 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	Dehaze 功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
Strength	[0, 100]	60	用来控制 Dehaze 的强度。值越大，去雾强度越强。
MinTransMapValue	[0, 8191]	819	透射系数允许之最小值。
CumulativeThr	[0, 16383]	1024	计算雾浓度的统计阈值。默认值约为原始图像总像数个数的 0.05%。
DehazeLumaEnable	[0, 1]	0	根据亮度调整去雾强度功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
DehazeSkinEnable	[0, 1]	0	根据肤色调整去雾强度功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
SkinCb	[0, 255]	124	自定义肤色在 Cb domain 上的坐标。
SkinCr	[0, 255]	132	自定义肤色在 Cr domain 上的坐标。
AirLightMax	[0, 4095]	4013	Airlight 可允许之最大值。
AirLightMin	[0, 4095]	3276	Airlight 可允许之最小值。
AirLightMixWgt	[0, 32]	0	Airlight 混和权重。
AirlightDiffWgt	[0, 16]	0	Airlight。
DehazeLumaCO-EFFI	[0, 255]	0.5	根据亮度控制去雾强度曲线，将亮度区分为 16 阶。值越大，去雾强度越强。
DehazeSkinCOEFFI	[0, 255]	0.25	根据肤色控制去雾强度曲线，将亮度区分为 16 阶。值越大，去雾强度越强。
DehazeWgt	[0, 32]	0	Dehaze 输出混和权重。
TransMapScale	[0, 255]	16	透射系数增益。
TransMapWgt · Wgt · Sigma	· Wgt: [0, 128] · Sigma: [1, 255]	· Wgt: 64 · Sigma: 96	透射系数增益控制，决定 Dehaze 结果与原图融合的权重曲线。Wgt 越大，融合原图的比例越大。Sigma 越大，跟原图融合的像素数量越多。

5.13.1.3 调试步骤

针对有雾场景的图像，根据需求调节参数 **Strength** ，改善整体图像的对比度和清晰度。原则上，除了 **Strength** ，其他参数依照建议的默认值配置即可。

说明

- 去雾强度越大，图像整体对比度和色彩饱和度越高，可能会损失暗区的细节。因此，应根据实际场景做一个折衷的参数调试。
- 去雾使能后，为了让画面正常显示，延迟两帧生效。

5.13.1.4 Dehaze 参数

分别调节参数 **DehazeLumaCOEFFI** 和 **DehazeSkinCOEFFI** 来根据亮度和肤色控制曲线的生成形状，两者曲线的调适方法相同，且与 Gamma 类似。

以 **DehazeLumaCOEFFI** 为 0.45 时为例，对于曲线形状的影响如下 图 5.30 所示:

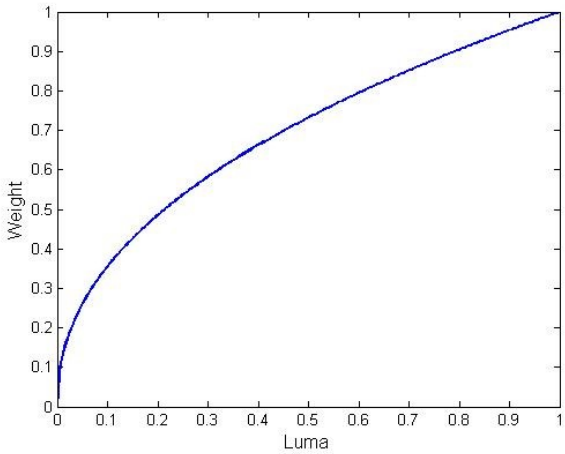


图 5.30: GammaCOEFF 对 Gamma 曲线的影响

5.14 RGBCAC

5.14.1 RGBCAC 调试方法

5.14.1.1 功能描述

RGBCAC (Chromatic Abberation Correction) 主要是用来消除图像中出现的紫边问题。

5.14.1.2 关键参数

表 5.21: RGBCAC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	RGBCAC 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	RGBCAC 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
PurpleDetRange0	[0, 128]	64	长帧紫边侦测的阈值。值越大，越多区域被判断为紫边。
PurpleDetRange1	[0, 128]	96	短帧紫边侦测的阈值。值越大，越多区域被判断为紫边。
DePurpleStr0	[0, 255]	16	长帧去紫边强度。值越大，紫边现象越少。
DePurpleStr1	[0, 255]	16	短帧去紫边强度。值越大，紫边现象越少。
DePurpleStrMax0	[0, 255]	232	长帧去紫边强度可允许之最大值。
DePurpleStrMin0	[0, 255]	0	长帧去紫边强度可允许之最小值。
DePurpleStrMax1	[0, 255]	232	短帧去紫边强度可允许之最大值。
DePurpleStrMin1	[0, 255]	0	短帧去紫边强度可允许之最小值。
EdgeGlobalGain	[0, 4095]	64	边缘侦测的强度总增益。
DePurpleCrStr0	[0, 16]	8	长帧 R 通道校正边强度。
DePurpleCbStr0	[0, 16]	8	长帧 B 通道校正边强度。
DePurpleCrStr1	[0, 16]	8	短帧 R 通道校正边强度。
DePurpleCbStr1	[0, 16]	8	短帧 B 通道校正边强度。
EdgeGainIn[3]	[0, 16]	[1, 2, 12]	由三个数值组成的数组。定义边缘强度等级，值越大，边缘强度越强。
EdgeGainOut[3]	[0, 32]	[0, 16, 32]	由三个数值组成的数组。定义边缘强度增益，值越大，去紫边效果越强。
PurpleCb	[0, 4095]	3712	第一组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr	[0, 4095]	2832	第一组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
PurpleCb2	[0, 4095]	3712	第二组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr2	[0, 4095]	2832	第二组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
PurpleCb3	[0, 4095]	3712	第三组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr3	[0, 4095]	2832	第三组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
GreenCb	[0, 4095]	688	绿色在 Cb domain 的坐标。
GreenCr	[0, 4095]	336	绿色在 Cr domain 的坐标。
TuningMode	[0, 2]	0	输出元文件案，辅助调节参数。 0: RGBCAC 图像结果。 1: 边缘侦测图像结果。 2: 紫边侦测图像结果。

5.14.1.3 调试步骤

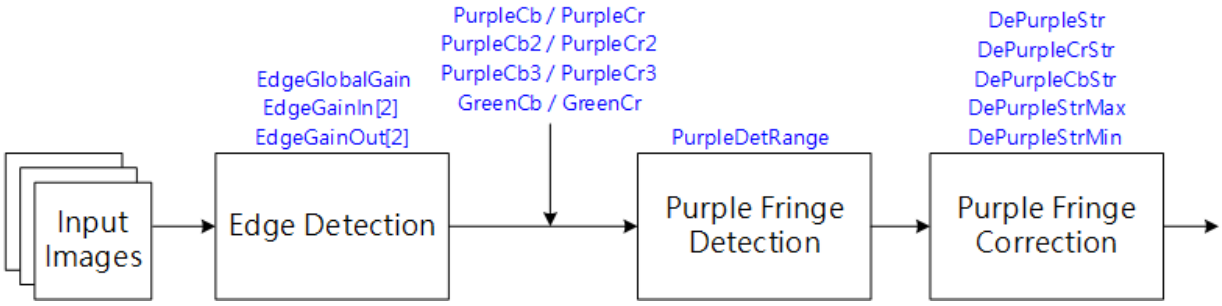


图 5.31: RGBCAC 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.37 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.36 来配置。

表 5.22: RGBCAC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned

步骤 1. 调节 **EdgeGlobaGain** 决定边缘侦测的总强度增益。若只需校正强边缘处的紫边，可以适当地调整 **EdgeGainIn[2]** 和 **EdgeGainOut[2]** ，提高针对强边缘对应的增益值。

步骤 2. 调节 **PurpleDeRange** 决定被检测为紫边的范围。适当地增加 **PurpleDeRange** 使得高亮处有明显紫边的区域能被检测出。若发现图像中高亮处正常紫色被校正掉，则需减小 **PurpleDeRange** ，来保护正常的紫色区域。

> **调试原则: PurpleCb/PurpleCb2/PurpleCb3、PurpleCr/PurpleCr2/PurpleCr3、GreenCb 和 GreenCr** 建议采用默认值，有兴趣的用户仅需针对 **PurpleCb/PurpleCb2/PurpleCb3、PurpleCr/PurpleCr2/PurpleCr3** 的默认值做微调。

步骤 3. 经由上述步骤配置完的检测参数之后，可以依据需求调整 **DePurpleStr** 来决定紫边的校正强度。更进一步，可以分别调整 **DePurpleCrStr** 和 **DePurpleCbStr** 来决定 R 和 B 通道的校正强度。

> **调试原则:** 注意若 **DePurpleStr** 调得太大，使得校正强度过强，很可能造成紫边处明显的灰度化。因此，调节 **DePurpleStr** 至可接受的紫边校正强度即可。另外，还可以藉由调整 **DePurpleStrMax** 和 **DePurpleStrMin** 来达到期望的校正强度。

5.15 LCAC

5.15.1 LCAC 调试方法

5.15.1.1 功能描述

LCAC (Chromatic Abberation Correction) 主要是用来消除图像中出现的紫边问题。

5.15.1.2 关键参数

表 5.23: LCAC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	LCAC 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	LCAC 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
DePurpleCrGain	[0, 4095]	32	R 通道紫边校正增益。32 为 1x gain。
DePurpleCbGain	[0, 4095]	32	B 通道紫边校正增益。32 为 1x gain。
DePurpleCrStr0	[0, 64]	32	长帧 R 通道校正强度。
DePurpleCbStr0	[0, 64]	32	长帧 B 通道校正强度。
DePurpleCrStr1	[0, 64]	32	短帧 R 通道校正强度。
DePurpleCbStr1	[0, 64]	32	短帧 B 通道校正强度。
FilterTypeBase	[0, 3]	0	滤波器选择。值越大，去紫边强度越强。
EdgeGainBase0	[0, 64]	28	长帧边缘侦测的强度增益。
EdgeGainBase1	[0, 64]	35	短帧边缘侦测的强度增益。
EdgeCoringBase	[0, 255]	0	边缘侦测的噪声抑制控制。
FilterTypeAdv	[0, 3]	0	进阶滤波器选择。值越大，去紫边强度越强。
EdgeGainAdv0	[0, 64]	28	长帧边缘侦测的进阶强度增益。
EdgeGainAdv1	[0, 64]	35	短帧边缘侦测的进阶强度增益。
EdgeCoringAdv	[0, 255]	0	边缘侦测的噪声抑制控制。
EdgeWgtBase · Wgt · Sigma	· Wgt: [0, 128] · Sigma: [1, 255]	· Wgt: 96 · Sigma: 76	根据边缘强度控制去紫边程度，决定去紫边结果与原图融合的权重曲线。**Wgt** 越大，融合原图的比例越小。**Sigma** 越大，跟原图融合的像素数量越多。
EdgeWgtAdv · Wgt · Sigma	· Wgt: [0, 128] · Sigma: [1, 255]	· Wgt: 80 · Sigma: 64	根据边缘强度控制去紫边程度，决定去紫边结果与原图融合的权重曲线。**Wgt** 越大，融合原图的比例越小。**Sigma** 越大，跟原图融合的像素数量越多。

5.15.1.3 调试步骤

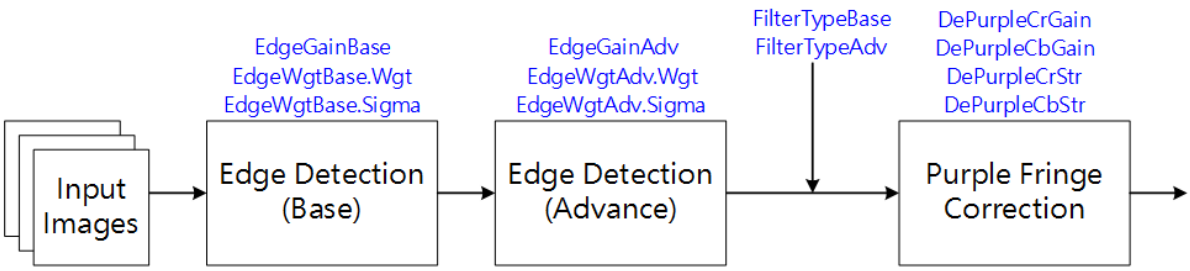


图 5.32: LCAC 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.37 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.36 来配置。

表 5.24: LCAC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned

步骤 1. 首先，调节 **EdgeGainBase** 决定边缘侦测的强度增益。若只需校正强边缘处的紫边，可以适当地调整 **EdgeWgtBase.Wgt** 和 **EdgeWgtBase.Sigma** ，提高针对强边缘对应的增益值，前者控制边缘侦测强度的最大值，后者决定边缘侦测的范围。

> **调试原则:** **EdgeGainBase** 、**EdgeWgtBase.Wgt** 和 **EdgeWgtBase.Sigma** 建议可先采取默认值，直接跳至步骤 3。若效果尚未达到预期，则可先从 **EdgeGainBase** 开始调适。

步骤 2. 调适原则跟步骤 1 相同，先从步骤 3 开始调适。**EdgeGainAdv** 、**EdgeWgtAdv.Wgt** 和 **EdgeWgtAdv.Sigma** 建议可先采取默认值。视需求可先从 **EdgeGainAdv** 开始调适。

步骤 3. 调节 **DePurepleCrGain** 和 **DePurepleCbGain** 分别决定 R 信道和 B 信道的紫边校正强度。

> **调试原则:** 在 WDR 模式下，可以分别调适 **DePurpleCrStr0** 、**DePurpleCbStr0** 、**DePurpleCrStr1** 和 **DePurpleCbStr1** 决定长帧和短帧的 R 信道和 B 信道校正强度。另外，**FilterTypeBase** 和 **FilterTypeAdv** 可控制去紫边强度，一般而言先采用默认值，视需求开始调适。

5.16 CLUT

5.16.1 CLUT 标定方法

CLUT 标定是以用户所提供的 24 色卡或用户自定义的来源及目标色彩对，建立输入图像及目标图像间的 3D 映像表。CLUT 算法将对图像进行逐像素的映像，以满足用户对色彩调节的需求。标定的目的是藉由输入图像和目标图像的 RGB 对来决定 CLUT 对各种颜色的三维调动分量。

5.16.1.1 环境及相关器材准备

- 标准 24 色卡
- 均匀光源 (D50 或 D65 灯箱)
- 待标定装置及目标标定装置
- 固定镜头，调整镜头与色卡的距离，使拍摄到的色卡覆盖成像屏幕的范围至少 1/2。

5.16.1.2 CLUT 标定工具界面

将 ISP 标定工具的主功能标签页切换到 CLUT，即可看到 CLUT 标定的界面。

标定界面包含四个部分:

- 图像控制区：进行 CLUT 标定时输入图像的控制功能 (红色框选区域)。

  其中包含的项目功能:

  1. 选择待标定图档 (图档可支持 jpg 或 bmp)
  2. 定位代标定图文件色块位置
  3. 选择目标图檔 (图档可支持 jpg 或 bmp)
  4. 定位目标图文件色块位置
- 显示图像区: 显示读取的标定图档内容与色块范围 (蓝色框选区域)。
- CLUT 控制区: 进行 CLUT 标定时的主要控件目 (橘色框选区域)。

  其中包含的按钮:

  1. 色彩选定钮，确认色块定位完成后，按下进行获取色块信息
  2. 亮度不变选项，可依输入的图像进行勾选 (如果不希望 CLUT 进行亮度的校正可以勾选此项目，内部算法可以进行调整以降低 CLUT 对亮度调教的作用。建议事先对待标定图文件与目标图文件进行亮度上的对标，以降低算法进行亮度对齐行为而对色块的影响。)
  3. 校正钮，进行 CLUT 校正
  4. 写入校正数据，将校正后的 CLUT 信息写入板端
  5. 导出校正数据，将校正后的 CLUT 信息导出存盘
- RGB 色彩对区: 显示标定色块的色彩信息 (绿色框选区域)。

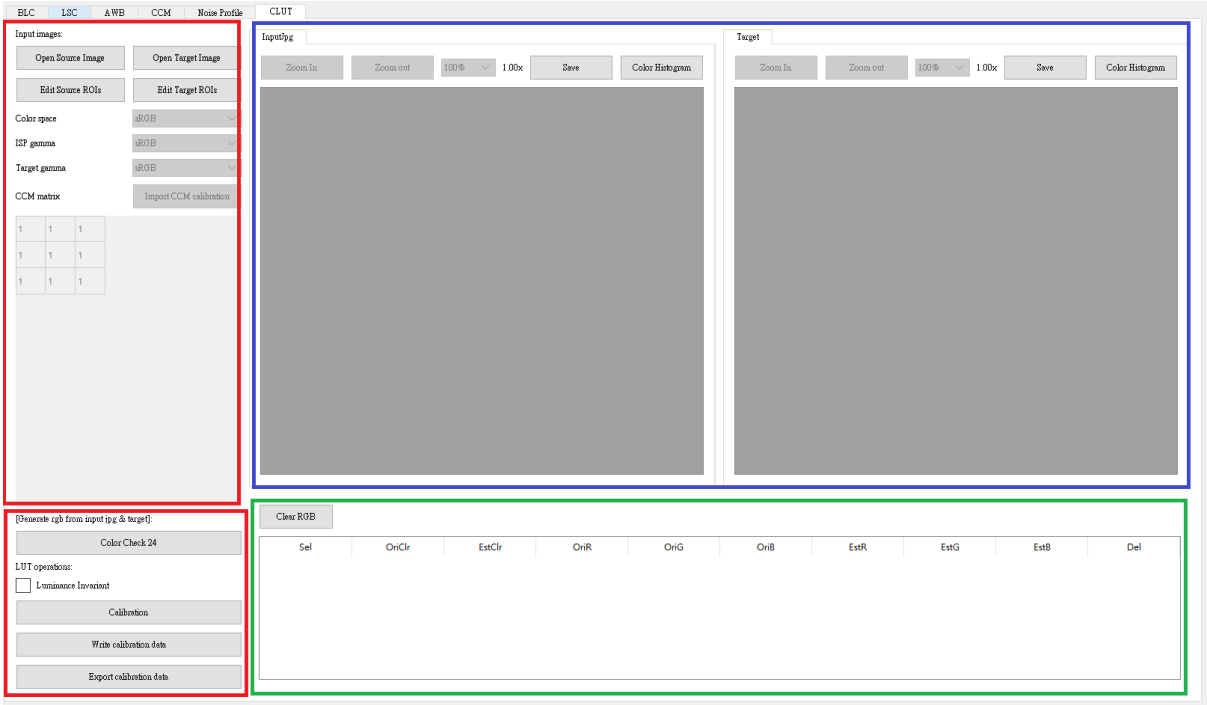


图 5.33: CLUT 标定工具界面

5.16.1.3 CLUT 标定步骤

由于图像的亮度、白平衡、Gamma 曲线、CCM 参数及 shading 有可能会影响 CLUT 标定的准确度。所以在进行 CLUT 标定之前，必须要确保待标定装置和目标装置的 AWB、亮度及灰阶表现一致并进行 shading 校正再进行 CLUT 标定。

步骤 1. 以 D50 或 D65 灯箱光源提供约 600lux 照度，以待标定装置拍摄及目标装置对着 24 色卡拍摄，档案的取得可以由 CviPQTool Preview 功能产生 BMP 档案或由后端串流程式进行图像的取得 (BMP 或 JPG 档案)。

> **标定原则:** 建议由后端串流程式或是最终输出端取得图像以对标目标装置。

步骤 2. 由于多数目标装置无法进行亮度微调的动作，而不同装置对于亮度的调教策略亦有所不同，所以我们需要针对待标定装置进行手动微调进而达到亮度对目标结果 (此一动作主要是让 CLUT 仅针对颜色色调进行校正不包含亮度校正，亮度的对齐需由其他模块进行调整)，在进行亮度对目标动作时可以藉由 24 色卡内第 21 色色块取得其 G 通道的值，调整待标定装置曝光功能进行微调 (如 EvBias 项目或是增益项目)，待 21 色色块其 G 信道的值与目标装置截图趋近一致时即代表完成。

> **标定原则:** 建议色卡的取得可以尽量挑选偏亮的场景。可以参考 24 色卡内第 19 色色块，建议其 RGB 值均落在 240 以上，以取得较佳的校正成果。

步骤 3. 点击 “Open Source Image” 与 “Open Target Image” 按钮，进行加载待标定装置及目标装置所拍摄之影像档案。

步骤 4. 点击 “Edit Source ROIs” 与 “Edit Target ROIs” 按钮，进行待标定图像及目标图像的色块框选。

步骤 5. 产生相对应的色彩对。按下 “Color Check 24” 按钮将上一阶段选定的色块信息萃取到 RGB 色彩对区。

步骤 6. 亮度不变选项 “Luminance Invariant”，可依输入的图像进行勾选，此选项允许算法可以进行前处理，统一调整输入色块于亮度的部分对齐目标图色块，藉以降低 CLUT 对亮度调教的作用。

> **标定原则:** 建议事先对待标定图文件与目标图文件进行亮度上的对标，并关闭此选项以降低算法进行亮度对齐动作而对色块的影响。

步骤 7. 点击 “Calibration” 按钮，等待数分钟工具内部可产生 CLUT 标定参数。

步骤 8. 将产生的 CLUT 套用至待标定装置确认色彩调节的效果 (透过 “Write calibration data” 按钮直接写入到板端) 或 “Export calibration data” 按钮汇出 CLUT 标定内容。

图 5.34: 标准 24 色卡第 19 号 (蓝圈处) 与第 21 号色块 (红圈处)

5.16.2 CLUT 调试方法

5.16.2.1 功能描述

提供喜好色调节功能，通过对线性 RGB 空间做 17x17x17 3D LUT 来达到对喜好色的调节，如绿色、蓝色、肤色的细化调节。

5.16.2.2 关键参数

表 5.25: CLUT 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CLUT 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
ClutR[17*17*17]	[0, 4095]	0	针对 R channel 调整。在 R，G，B 值域范围分成 16 段。
ClutG[17*17*17]	[0, 4095]	0	针对 G channel 调整。在 R，G，B 值域范围分成 16 段
ClutB[17*17*17]	[0, 4095]	0	针对 B channel 调整。在 R，G，B 值域范围分成 16 段

5.16.2.3 调试步骤

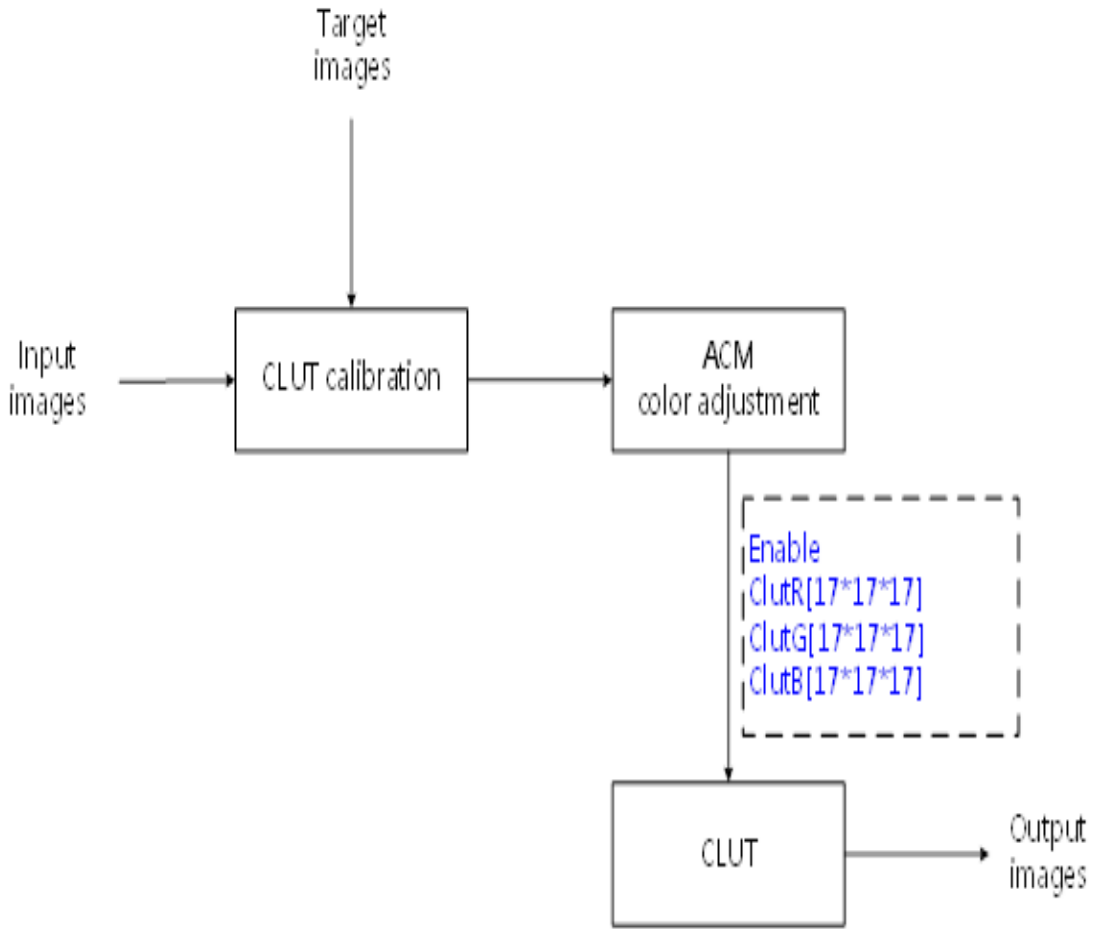


图 5.35: CLUT 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.26 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.25 来配置。

表 5.26: CLUT 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
AWB	Tuned
CCM	Tuned
GAMMA	Tuned
DCI	Tuned (if enabled)
CLUT Calibration	Tuned

5.17 PreSharpen

5.17.1 PreSharpen 调试方法

5.17.1.1 功能描述

PreSharpen 模块用于增强图像清晰度，位于 3DNR 之前，可以锐化图像中的边缘和细节纹理。通过不同频段的多种强度组合，可以实现多种风格的清晰度增强效果，同时也提供锐化后的白边白点（Over Shoot）与黑边黑点（Under Shoot）抑制。图 5.36 为 Sharpen 模块的系统框架图，黑色字体为数据流图，蓝色字体为开放调节的参数接口。

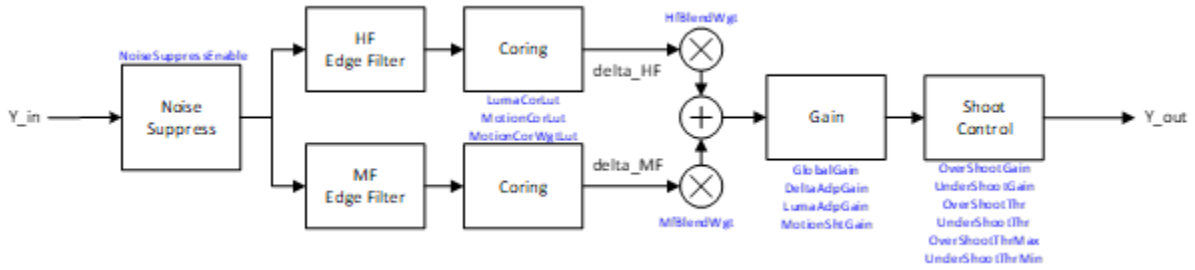


图 5.36: PreSharpen 模块的系统框架图

5.17.1.2 关键参数

表 5.27: PreSharpen 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	Pre-S harpen 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	OP_TYPE_AUTO OP_TYPE_MANUAL	OP_TYPE_AUTO	操作类型 OP_TYPE_AUTO: 自动模式 OP_TYPE_MANUAL: 手动模式
LumaAdpGainEn	[0, 1]	1	亮度锐化权重使能
LumaAdpGain[33]	[0, 63]	16	亮度锐化权重。(1x | = 64) ※ 由 33 个数值平均分成 33 段亮度区，每个亮度区对应一个亮度权重。对应亮度区间的值越小，像素点锐化越弱
LumaCorLutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	基于 luma 的 coring，此为输入节点，输入 luma。
LumaCorLutOut[4]	[0, 255]	[1, 1, 1, 1]	基于 luma 的 coring，此为输出节点，输出对应 coring 值。
MotionCorLutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	基于 motion 的 coring，此为输入节点，输入为 luma。
MotionCorLutOut[4]	[0, 255]	[8, 8, 8, 8]	基于 motion 的 coring，此为输出节点，输出对应 coring 值。

下页继续

表 5.27 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
MotionCorWgt-LutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	基于 motion 调整 luma coring 以及 motion coring 的权重，此为输入节点，输入 motion 的大小。
MotionCorWgt-LutOut[4]	[0, 255]	[0, 32, 64, 128]	基于 motion 调整 luma coring 以及 motion coring 的权重，此为输出节点，输出 motion co ring 的权重。(max = 128)
DeltaAdpGainEn	[0, 1]	0	锐度锐化权重始能
DeltaAdpGain[33]	[0, 63]	32	锐度锐化权重。 ※ 由 33 个数值平均分成 33 段锐化区，每个锐化区对应一个锐化权重。对应锐化区间的值越大，像素点锐化越强。
GlobalGain	[0, 255]	32	全局锐化权重。 ※ 该值越大，锐化程度越强。
OverShootGain	[0, 255]	4	白边锐化上限幅度的倍率。(1x = 16)
UnderShootGain	[0, 255]	4	黑边锐化上限幅度的倍率。(1x = 16)
OverShootThr	[0, 255]	32	白边锐化上限幅度。
UnderShootThr	[0, 255]	32	黑边锐化下限幅度。
OverShootThrMax	[0, 255]	255	白边锐化最大上限幅度。
UnderShootThrMax	[0, 255]	255	黑边锐化最大下限幅度。
HFBlendWgt	[0, 255]	128	高频边缘加强的权重
MFBlendWgt	[0, 255]	128	中频边缘加强的权重
NoiseSuppressEnable	[0, 1]	1	针对边缘侦测的影像做加强去噪的前处理后再做边缘增强。
MotionShtGainIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	针对 motion 区决定边缘增强程度的 LUT，此为水平节点，输入值为 motion 值。
MotionShtGain-Out[4]	[0, 128]	[128, 128, 128, 128]	针对 motion 区决定边缘增强程度的 LUT，此为垂直节点，输出值为 motion 所对应的增强强度。
SatShtCtrlEn	[0, 1]	1	由饱和度调整边缘增强的始能。 0: 关闭 1: 使能
HueShtCtrl[33]	[0, 63]	[16, ···, 16]	基于指定的色彩做边缘增强
SatShtGainIn[4]	[0, 255]	[0, 8, 16, 192]	基于指定的饱和度做边缘增强，此为输入节点，输入饱和度。
SatShtGainOut[4]	[0, 128]	[0, 0, 128, 128]	基于指定的饱和度做边缘增强，此为输出节点，输出对应饱和度的边缘强度。
SoftClampEnable	[0, 1]	0	平滑的处理边缘加强 0: 关闭。 1: 使能。
SoftClampLB	[0, 255]	1	平滑处理边缘加强的上下界，设定的值越大，则边缘加强的越连续，但加强的效果也越弱。
SoftClampUB	[0, 255]	1	平滑处理边缘加强的上下界，设定的值越大，则边缘加强的越连续，但加强的效果也越弱。

5.17.1.3 调试步骤

在做参数调试之前，请先确认 表 5.26 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.28 来配置。

表 5.28: PreSharpen 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
3DNR	Tuned

输入影像的噪声抑制

针对输入影像预先做去噪处理，**NoiseSuppressEnable** 为开启预先去噪处理模式。

Coring 值的调整

Coring 值可透过 **LumaCorLut[4]** 对于静态区的 coring 值做调整，而移动区的部分则是由 **MotionCorLut[4]** 做调整，最后再由 **MotionCoringWgtLut[4]** 根据移动量决定静态区 coring 值以及动态区 coring 值的组合权重。

不同频段的边缘组合

对于要加强的边缘，可细分为高频的细节区及中频的边缘信息，透过 **HfBlendWg** t 调整高频细节的强度、透过 **MfBlendWgt** 调整中频边缘的强度。

边缘强度的调整

边缘强度的调整，区分为 GlobalGain、DeltaGain、LumaGain、MotionGain，调适 **GlobalGain** ，针对整体锐化程度作增强。调适 **DeltaAdpGain** ，根据像素的边缘强度设置对应的锐化权重。在边缘强度够强的区域，本身锐化程度就高，可将权重设小避免图像过度锐化。在边缘强度较弱的区域则可设大权重，增强弱纹理区的锐化。调适 **LumaAdpGain**，依据像素的亮度设置对应的锐化权重。在低亮度区域，人眼对像素的差异较为敏感，所以锐化权重可以配置比较小。在高亮度区域，人眼对像素的差异较不敏感，锐化权重可以配置较大。调适

MotionShtGainIn[4]、**MotionShtGainOut[4]** 的 LUT 输入输出节点，**MotionShtGainIn** 为输入节点，代表物体移动量，**MotionShtGainOut** 物体移动量对应的影像边缘增强程度，可对于移动区域的边缘强度做微调，在移动较大的区域，可逐步调降边缘的强度，以提升视觉上的连续感。

振幅的控制 (Shoot Control)

边缘的振幅可透过 **OverShhotGain**、**UnderShhotGain**、**OverShootThr** 、**UnderShootThr**、**OverShootThrMax**、**UnderShootThrMax** 调整，调降 **OverShhotGain**、**UnderShhotGain**、**OverShootThr**、**UnderShootThr** 能减少因为过度锐化而产生的白点（Over Shoot）和黑点（Under Shoot）。如 图 5.37 所示，ShootThr 值越大，锐化幅度越大，但相对地，也容易在图像上发现白点和黑点。另外，可以控制 **OverShootThrMax** / **OverShootThrMax** 来限制 ShootThr 的最大值。

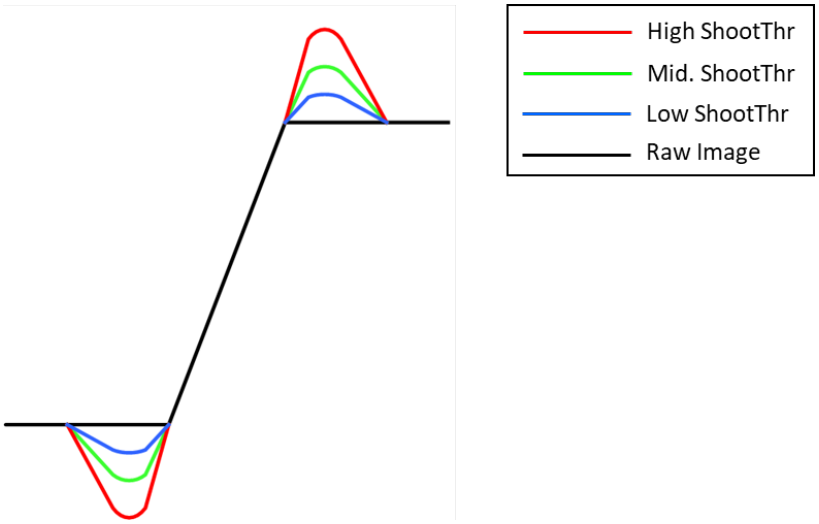


图 5.37: Shoot Control 示意图

5.18 3DNR

5.18.1 3DNR 调试方法

5.18.1.1 功能描述

3DNR 主要是在 YUV domain 进行时域去噪处理。对物体的运动程度进行等级划分，根据运动强弱程度建立去噪模型。经过 3DNR 去噪处理后，跳动的随机噪声能够有效被抑制，画面更为干净。由于 3DNR 是时域上的降噪方式，在处理中会产生拖影现象，在运动物体上会加剧这种现象。关键参数的配置提供了 3DNR 去噪模型的运动强弱以及去噪强度的配置，同时加入了状态保护机制，用于减弱拖尾的表现。

5.18.1.2 关键参数

表 5.29

表 5.29: 3DNR 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	1	3DNR 模块使能： 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	OP_TYPE_AUTO, OP_TYPE_MANUAL	OP_TYPE_AUTO	工作类型 OP_TYPE_AUTO: 自动模式 OP_TYPE_MANUAL: 手动模式
MtDetectUnit	[3, 5]	3	运动侦测时的抗噪能力，数值越大，抗噪能力越强，但是侦测的细致度越小。
MtFiltMode	[0, 1]	1	运动侦测滤波器模式。
MtFiltWgt	[0, 256]	128	运动侦测滤波器权重。

下页继续

表 5.29 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
TuningMode	[0, 1]	0	Motion Map 开关: 0: 关闭 1: 开启 Motion Map 画面，越亮的像素代表运动量越大，越暗的像素则代表运动量越小
TnrMtMode	[0, 1]	0	Motion 模式: 0: Motion IIR 1: Motion history
YnrCnrSharpenMt-Mode	[0, 1]	1	Motion 模式: 0: Motion IIR 1: Motion history
PreSharpenMtMode	[0, 1]	0	Motion 模式: 0: Motion IIR 1: Motion history
ChromaScaling-DownMode	[0, 3]	0	chroma scaling down 0: avg 1: drop even 2: drop odd 3: drop toggle
RNoiseLevel	[0, 255]	16	R 像素的暗部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影
GNoiseLevel	[0, 255]	16	G 像素的暗部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影
BNoiseLevel	[0, 255]	16	B 像素的暗部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影
RNoiseHiLevel	[0, 255]	16	R 像素的亮部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影

下页继续

表 5.29 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
GNoiseHiLevel	[0, 255]	16	G 像素的亮部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影
BNoiseHiLevel	[0, 255]	16	B 像素的亮部噪声容忍程度。值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之移动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪的效果提升。值过大会使微小移动区域被判定为静止，使 3DNR 降噪出现运动拖影。
L2mIn00 ~L2mIn03(L2mCurve)	[0,4095]	[400, 600, 1000, 2000]	由四个数值组成的数组。定义灰度等级，值越大灰度越高。
L2mOut00 ~L2mOut03(L2mCurve)	[0,63]	[63, 16, 16, 16]	由四个数值组成的数组。定义运动增益，值越大对运动判断的增幅越强。
TnrStrength	[0, 255]	16	Motion Map 放大系数: 16: 1x 32: 2x 64: 4x 128: 8x 255:16x
MtLumaMode	[0, 1]	1	luma gain : 0: Luma 1: Max
MapThdLow	[0, 255]	0	Motion Map 放大下限。
MapThdHigh	[0, 255]	255	Motion Map 放大上限。
PrvMotion00~PrvMotion03(PrtctCurve)	[0, 255]	[16, 64, 128, 240]	由四个数值组成的数组。定义运动等级，值越大运动幅度越强。
PrtctWgt00 ~PrtctWgt03(PrtctCurve)	[0, 15]	[8, 8, 8, 8]	由四个数值组成的数组。定义状态保护增益，参考前一帧数据对当前帧数作动静保护，值越大越参考前帧数据。
BrightnessNoiseLevel	[0, 1024]	0	防止因灯光闪烁而造成误判为运动，数值越大越能抗灯光闪烁，但数值太大也会造成不易侦测运动物体
MotionHistoryStr	[0, 15]	12	定义输出给 YNR 参考之移动轨迹保留程度。数值越高移动轨迹保留越长，反之移动轨迹保留越短。
LowMtPrtEn	[0, 1]	1	空域降噪微小运动保护功能使能。该功能可根据像素为单位的前后帧差值定义保护程度，保护程度越高越倾向原像素值输出。反之，值越低越倾向时域降噪后的像素值输出。
LowMtPrtLevelY	[0, 255]	255	Y 通道保护上限值。值越高时，受保护之运动区域会越倾向原像素值输出。反之，值越低越倾向时域降噪后的像素值输出。

下页继续

表 5.29 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
LowMtPrtInY[4](LowMtPrtCurveY)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的横轴，亦即 Y 通道 pixel 为单位的前后帧差值。
LowMtPrtOutY[4](LowMtPrtCurveY)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的纵轴，亦即 Y 通道前后帧差值的保护程度。
LowMtPrtLevelU	[0, 255]	255	U 通道保护上限值。值越高时，受保护之运动区域会越倾向原像素值输出。反之，值越低越倾向时域降噪后的像素值输出。
LowMtPrtInU[4](LowMtPrtCurveU)	[0, 255]	0	定义 LUT 的横轴，亦即 U 通道 pixel 为单位的前后帧差值。
LowMtPrtOutU[4](LowMtPrtCurveU)	[0, 255]	0	定义 LUT 的纵轴，亦即 U 通道前后帧差值的保护程度。
LowMtPrtLevelV	[0, 255]	255	V 通道保护上限值。值越高时，受保护之运动区域会越倾向原像素值输出。反之，值越低越倾向时域降噪后的像素值输出。
LowMtPrtInV[4](LowMtPrtCurveV)	[0, 255]	0	定义 LUT 的横轴，亦即 V 通道 pixel 为单位的前后帧差值。
LowMtPrtOutV[4](LowMtPrtCurveV)	[0, 255]	0	定义 LUT 的纵轴，亦即 V 通道前后帧差值的保护程度。
MotionHistoryStr	[0, 15]	12	定义输出给 YNR 参考之移动轨迹保留程度。数值越高移动轨迹保留越长，反之移动轨迹保留越短。
AdaptNrLumaStrIn[4](AdaptNrLumaStr)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的横轴，亦即 Y 通道区块为单位的前后帧差值。
AdaptNrLumaStrOut[4](AdaptNrLumaStr)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的纵轴，亦即 Y 通道前后帧差值的保护程度。
AdaptNrChromaStrIn[4](AdaptNrChromaStr)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的横轴，亦即 UV 通道区块为单位的前后帧差值。
AdaptNrChromaStrOut[4](AdaptNrChromaStr)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的纵轴，亦即 UV 通道前后帧差值的保护程度。
LowMtPrtAdvIn[4](LowMtPrtAdv)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的横轴，亦即区块为单位的前后帧差值。
LowMtPrtAdvOut[4](AdaptNrLumaStr)	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	定义 LUT 的纵轴，亦即前后帧差值的保护增益。
CompGainEnable	[0, 1]	0	亮度补偿功能使能。
LowMtLowPassEnable	[0, 1]	0	弱运动侦测使用进行低通滤波。
LowMtPrtAdvLumaEnable	[0, 1]	0	空域降噪微小运动保护功能使能。该功能可根据区块为单位的前后帧差值定义保护程度，保护程度越高越倾向原像素值输出。反之，值越低越倾向时域降噪后的像素值输出。
LowMtPrtAdvMode	[0, 1]	0	空域降噪微小运动模式。
LowMtPrtAdvIn[4](LowMtPrtAdvY)	[0, 255]	[8, 11, 192, 208]	定义 LUT 的横轴，亦即区块为单位的前后帧差值。
LowMtPrtAdvOut[4](LowMtPrtAdvY)	[0, 255]	[16, 16, 16, 16]	定义 LUT 的纵轴，亦即前后帧差值的保护增益。

下页继续

表 5.29 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
LowMtPrtAdvMax	[0, 255]	255	保护增益上限。
LowMtPrtAdvDebugMode	[0, 1]	0	调整模式，输出可视化辅助信息，帮助用户调适 0: 输出移动侦测可视化结果。 1: 根据 LowMtPrtDebug LUT 输出移动侦测可视化结果。
LowMtPrtAdvDebugIn[4]	[0, 255]	[8, 11, 192, 208]	调整模式，微小运动输入范围设定。

5.18.1.3 调试步骤

表 5.30: 3DNR 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
Noise Profile	Set

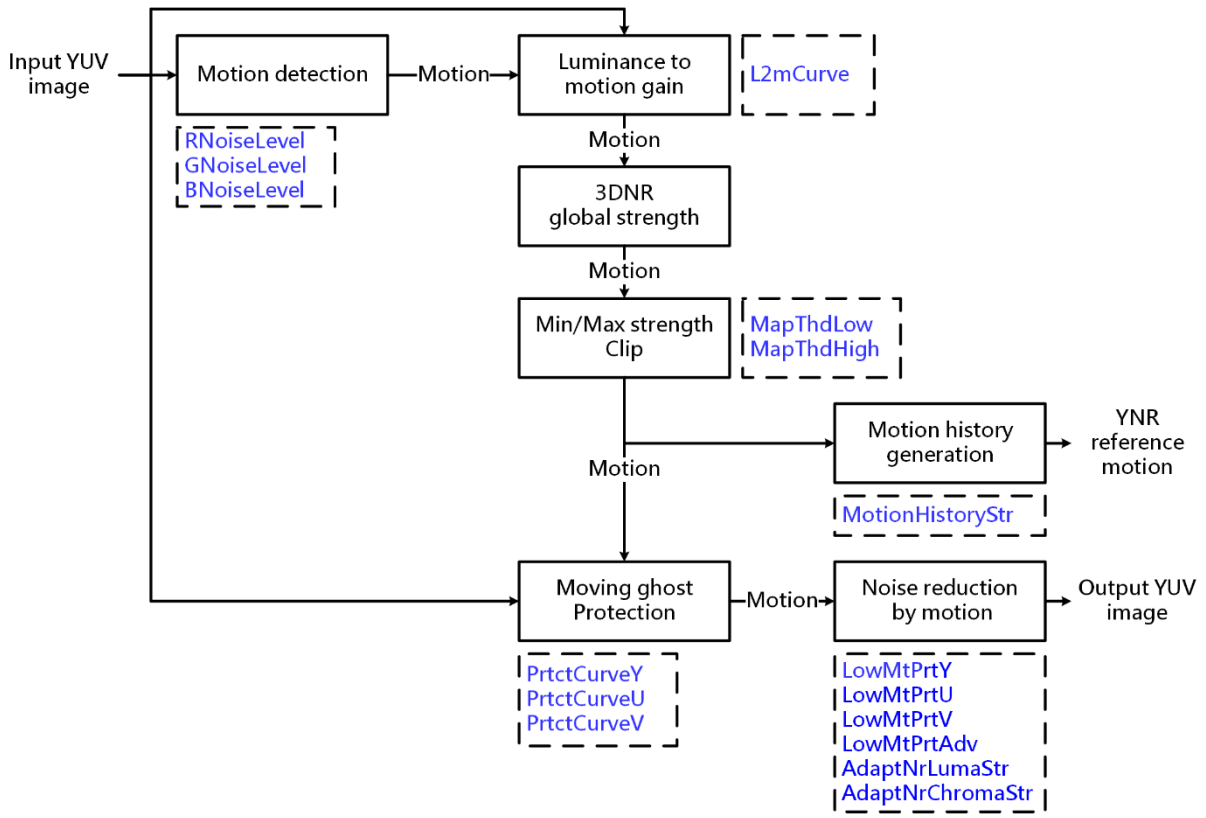


图 5.38: 3DNR 处理流程图及关键参数

步骤 1. 定义噪声容忍程度。控制 **RNoiseLevel** / **GNoiseLevel** / **BNoiseLevel** /**RNoiseHiLevel** / **GNoiseHiLevel** / **BNoiseHiLevel** 作调整，值越大对噪声容忍程度越大，此时受噪声扰动的静态区域之运动信息较容易被判定为静止，可使 3DNR 降噪效果提升。但也不能过度放大，因为值过大会使微小移动区域被判定为静止，而使 3DNR 降噪后出现移动残影。

调试原则: 建议先将 TuningMode 设为 1，打开 Motion Map 画面（Motion Map 画面越亮的像素代表运动量越大，越暗则代表运动量越小)。接着将 **RNoiseLevel** / **GNoiseLevel** / **BNoiseLevel** / **RNoiseHiLevel** / **GNoiseHiLevel** / **BNoiseHiLevel** 调整至 0，会发现很多跳动噪声，接着将数值逐渐放大，会发现跳动噪声越来越小，适当地提升数值至接近没有跳动噪声即可。切勿无限放大，造成 3DNR 效果过强，让运动物体产生拖影现象。

步骤 2. 定义不同灰度的运动增益。依灰度划分四个等级，即 **L2mCurve** 里的 **L2mIn00** / **L2mIn01** / **L2mIn02** / **L2mIn03**。第一级灰度范围定义是最暗到刚好能分辨最微弱的运动；第二级灰度范围划分给灰度差异可分辨但是分辨程度较弱区域；第三级灰度范围划分给运动较为明显的区域；第四级灰度范围则划分到最亮，具体配置可根据实际情况进行调整。

调试原则: 建议先将 TuningMode 设为 1，打开 Motion Map 画面。以第一级为例，先将 **L2mIn00** 对应的 **L2mOut00** 设置为最大值 63，其他级增益 **L2mOut01** ~ **L2mOut03** 全部设置最小值 0，会发现 **L2mIn00** 区域的运动等级，相对于其他灰度提升许多，若运动区域与预期不符，则可以调整 **L2mIn00** 进一步定义第一级运动所合适的灰度范围。其余三个灰度分级配置方法同第一级，即可完成配置，如下 图 5.39 为实际范例，为了让暗部区域更容易侦测运动，便将第一级的运动增益 **L2mOut00** 设置为最大值 63，其余灰度则保持一致。

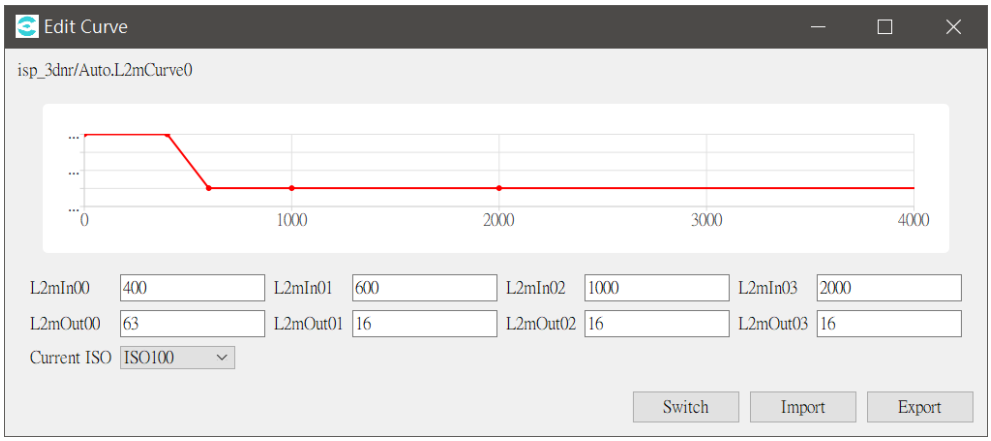


图 5.39: Luminance to motion gain 降噪模型调适

步骤 3. 定义总增益。调节 **TnrStrength** 控制整体 3DNR 强度，数值越小可以让越多区域容易被判断为静止区，而达到 3DNR 效果，但也可能让运动物体被误判为静止区，而造成拖影现象；相反地，数值越大则让微小运动也容易被侦测到，但噪声可能同时也被误判为运动物体，使得整体画面较为浮动。

调试原则: 建议先将 TuningMode 设为 1，打开 Motion Map 画面。从最小值 0 逐渐放大 **TnrStrength** ，使得运动物体被侦测地越来越完整，注意不要过度放大，因为容易造成跳动噪声过多。

步骤 4. 定义总增益上下限。调节 **MapThdLow** / **MapThdHigh** 控制整体增益上下限，建议初始设定 **MapThdLow** =0，**MapThdHigh** =255，保留最原始的增益状态。若调低数值会让整体容易判别为静止区，让整体越有 3DNR 迭合效果，不过数值过低可能会造成严重拖影；相反地，数值越高虽然容易让整体判断为运动区，但是数值过高则会让静止区 3DNR 效果减弱，而在静止区会有浮动噪声。

步骤 5. 建立保护模型。调适思路与步骤 2 相同，依四个等级划分静止区域至运动区域。主要用

于抑制背景区的跳动噪声和拖影。因此在静止区域建议将增益设高，参考更多的前帧图像数据；而在运动区域，建议将增益设低，降低前帧数据的权重。

> **调试原则:** 先将第一级的保护增益 **PrtctCurve(Y/U/V)** 里的 **PrtctWgt00** 设置为最高 15，而其他级保护增益 **PrtctWgt01** ~ **PrtctWgt03** 设置为 0（不保护），接着调整 **PrvMotion00** 至合适的值，再调整 **PrvMotion00** 使运动信息图达到预期的效果。后续第二级至第四级则同上依序配置。目前各级保护增益默认值均为 8，让前一帧数与当前帧数的权重相等。

步骤 6. 建立给 YNR 参考的移动轨迹。调适思路接续步骤 4，依 **MotionHistoryStr** 强度建立移动轨迹输出给 YNR 参考。**MotionHistoryStr** 数值越大移动轨迹可持续越长，数值越小移动轨迹可持续越短。如此，YNR 可针对移动轨迹的数值大小自适应改变移动区域的去躁强度来与 3DNR 做搭配。

步骤 7. 针对物体运动量调节去躁强度。**LowMtPrtY** / **LowMtPrtU** / **LowMtPrtV** / **LowMtPrtAdv** 主要是针对弱运动区域，依四个等级划分运动量来控制去躁强度。最后，可调节 **AdaptNrLumaStr** / **AdaptNrChromaStr** 来控制运动量的映射曲线，达到抑制噪声对运动量侦测的影响。

> **调试原则:** 首先，调适以像素为单位的弱运动侦测参数 **LowMtPrtY** / **LowMtPrtU** / **LowMtPrtV** ，在抑制噪声的同时，侦测出弱运动的范围。接着，调节以区块为单位的弱运动侦测参数 **LowMtPrtAdv**，进一步调整优化弱运动侦测范围。最后，调节控制映像曲线参数 **AdaptNrLumaStr** / **AdaptNrChromaStr**，加强运动侦测抗噪能力，减少因噪声影响而被误判为运动的区域。

5.19 YNR

5.19.1 YNR 调试方法

YNR (Y-domain Noise Reduction) 实现亮噪抑制功能。

5.19.1.1 功能描述

YNR 主要是在 luma domain 进行空域去噪处理。根据不同的 sensor，建立符合噪声特性的去噪模型。经过 YNR 适当地去噪处理后，使得最后的图像结果看起来自然，且避免出现在去噪过程中一些常见的视觉瑕疵，例如虫状噪声和 pattern 噪声。关键参数的配置提供了调整去噪强度的弹性。在抑制噪声的同时，保留图像边缘、纹理和细节，不改变原始的噪声型态，且对随机噪声有一定的保留，因此能提高图像结果的信噪比和整体均匀度。

5.19.1.2 关键参数

表 5.31: YNR 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	YNR 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	YNR 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
WindowType	[0, 11]	11	去噪滤波局域程度。其值越小，作用越局域。
DetailSmoothMode	[0, 1]	1	去噪细节平滑功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
NoiseSuppressStr	[0, 255]	0	噪声抑制强度。值越大，亮噪去噪强度越大。
FilterType	[0, 255]	0	去噪滤波器强度。值越大，亮噪去噪强度越大。
CoringParamEnable	[0, 1]	1	手动调节亮度噪声容忍值使能。 0: 关闭。 1: 使能。
NoiseCoringBase	[0, 255]	0	运动区亮度噪声容忍值，运动区的判断与 TNR 运动区侦测连动。值越大，对运动区去噪强度越大。
NoiseCoringAdv	[0, 255]	0	静止区亮度噪声容忍值，静止区的判断与 TNR 运动区侦测连动。值越大，对静止区去噪强度越大。
FiltModeEnable	[0, 1]	1	滤波器手调混和模式使能。
FiltMode	[0, 256]	128	滤波器手调混和权重。
VarThr	[0, 255]	64	侦测边缘的阈值。值越大，判断为边缘的数量越少。
NonDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在低频区的去噪强度。值越大，在低频区域去除的噪声越多。
VhDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在水平和垂直区的去噪强度。值越大，在水平和垂直边缘去除的噪声越多。
AaDirFiltStr	[0, 31]	0	调节在对角线边缘的去噪强度。值越大，在对角线边缘去除的噪声越多。
FilterMode	[0, 1023]	256	滤波器模式。值越小，平坦区保留的噪声均匀性越好。
CoringWgtLF	[0, 256]	0	调节在低频区域的随机噪声强度。值越大，在低频区域保留的噪声越多。
CoringWgtHF	[0, 256]	0	调节在高频区域的随机噪声强度。值越大，在高频区域的保留的噪声越多。
MotionThr	[0, 15]	0	物体移动量阈值。值越小，侦测为运动的区域范围越大。
MotionNrPosGain	[0, 64]	0	调节在大于移动量阈值的区域之去噪强度。值越大，噪声保留越少。
MotionNrNegGain	[0, 64]	0	调节在小于移动量阈值的区域之去噪强度。值越小，噪声保留越少。
NoiseCoringMax	[0, 255]	255	噪声抑制强度可允许之最大值。
CoringWgtLF	[0, 256]	0	调节在低频区域的随机噪声强度。值越大，在低频区域保留的噪声越多。

5.19.1.3 调试步骤

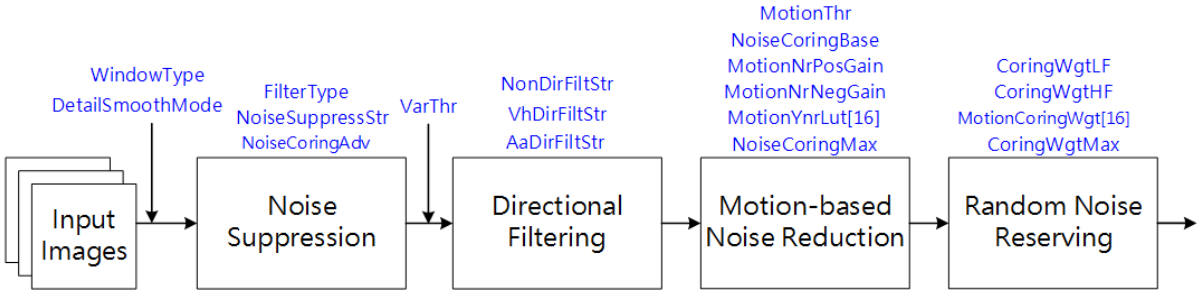


图 5.40: YNR 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.32 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.31 来配置。

表 5.32: YNR 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
CCM	Tuned
Gamma	Tuned
3DNR	Tuned
Noise Profile	Set

步骤 1. 调节亮度噪声去噪功能。相关参数包含噪声抑制强度 **NoiseSuppressStr** 和静态区噪声抑制强度 **NoiseCoringAdv** 以及去噪滤波器强度 **FilterType** ，参数会随着不同的 ISO 而有相对应的配置。首先，调节 **NoiseSuppressStr** ，使其渐渐增大，直到整体图像能在保持完整细节的前提下，使噪声达到最小。特别针对静态区，可适当地调节 **NoiseCoringAdv** 来降低噪声 。接着，适当地增大 **FilterType** ，并同时配合其他去噪模块来调试。

调试原则: 尽可能地保持整体图像噪声的均匀性，并且避免出现冲击噪声、虫状噪声和 pattern 噪声。针对参数 **WindowType** 和 **DetailSmoothMode** 的配置，建议使用默认值。

步骤 2. 控制 **VarThr** 来决定图像的低频与高频区域，接着分别调节 **NonDirFiltStr** 和 **VhDirFiltStr** / **AaDirFiltStr** 改变去噪强度。**NonDirFiltStr** 越大，低频区域的噪声越少，而 **VhDirFiltStr** / **AaDirFiltStr** 越大，图像边缘越平顺。

调试原则: 建议 **NonDirFiltStr** 和 **VhDirFiltStr** / **AaDirFiltStr** 设定为相同数值，对全图均匀地去噪。若图像边缘的平顺性已经满足需求，则 **NonDirFiltStr** 和 **VhDirFiltStr** / **AaDirFiltStr** 设定为 0。

步骤 3. 将图像调节 **MotionThr** 将图像分成物体移动的区域背景静止的区域: **NoiseCoringBase** 和 **MotionNrPosGain** 越大，则移动量大于此 **MotionThr** 的区域噪声越少；**MotionNrNegGain** 越小，则移动量小于 **MotionThr** 的区域噪声越少。针对物体移动的区域，还可适当地调节 **NoiseCoringBase** 来降低噪声。另外，若希望细调物体移动区域在不同运动量的去躁强度，可以使用 **MotionYnrLut[16]**。

调试原则: 若希望图像中物体移动区域噪声降低，建议先使用 **NoiseCoringBase** ，渐渐增加 **NoiseCoringBase** 增强去噪强度，直到与背景噪声型态相似。**MotionThr** 和 **MotionNrPosGain** 建议采用默认值。另外，可依需求调整 **NoiseCoringMax** 设定去噪强度可允许之最大值。

步骤 4. 根据步骤 2 得到的图像的低频与高频区域，分别通过调节参数 **CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 保留随机噪声的程度。适当地调高 **CoringWgtLF** 可改善虫状噪声和 pattern 噪声，而适当地增大 **CoringWgtHF** 可增加图像细节感。另外，若希望细调物体移动区域在不同运动量的噪声保留程度，可以使用 **MotionCoringWgtLut[16]**。

调试原则: 建议 **CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 设定为相同数值，使图像整体的噪声均匀分布。若图像没有出现上述的噪声类型，**CoringWgtLF** 和 **CoringWgtHF** 设定为 0。另外，可针对整体影像和物体运动区域分别调整 **CoringWgtMax** 和 **MotionCoringWgtMax** 设定可允许保留噪声的最大值。

5.20 CNR

5.20.1 CNR 调试方法

CNR (Color Noise Reduction) 实现色噪抑制功能。

5.20.1.1 功能描述

CNR 主要是在 YUV domain 进行空域去色噪处理。自适应计算图像中物体边缘的强弱，达到在抑制色噪的同时，避免物体边缘发生溢色现象。

5.20.1.2 关键参数

表 5.33: CNR 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CNR 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 4]	0	CNR 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
DetailSmoothMode	[0, 1]	0	去噪细节平滑功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
CnrStr	[0, 255]	16	色噪去噪强度。值越大，色噪去噪强度越大。
FilterType	[0, 31]	0	色噪去噪滤波器强度。值越大，色噪去除强度越大。
LumaWgt	[0, 8]	4	参考亮度的色噪去噪权重。值越大，亮度影响色噪去噪的强度越大。
NoiseSuppressStr	[0, 255]	0	色噪抑制强度。值越大，色噪去噪强度越大。
NoiseSuppressGain	[1, 8]	8	色噪抑制强度增益。值越大，色噪去噪强度越大。
MotionNrStr	[0, 255]	32	调节物体运动区域的色噪去噪强度。值越大，运动区域的色噪越少。
MotionCnrEnable	[0, 1]	0	参考物体运动量来调整去色噪强度功能使能。 0: 关闭。 1: 使能。
MotionCnrCoring-Lut[16]	[0, 255]		使用 LUT 调整不同物体运动量时对应的色噪抑制强度，将运动量区分为 16 阶。值越大，色噪抑制强度越强。
MotionCnrStrLut[16]	[0, 255]		使用 LUT 调整不同物体运动量时对应的去色噪强度，将运动量区分为 16 阶。值越大，去色噪强度越强。

5.20.1.3 调试步骤

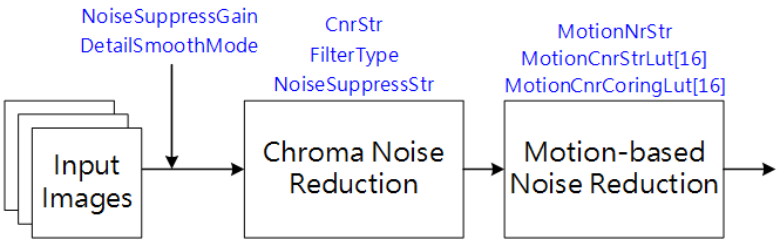


图 5.41: CNR 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.34 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.33 来配置。

表 5.34: CNR 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalke Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
Demosaic	Tuned
CCM	Tuned
Dehaze	Tuned (if enabled)
CLUT	Tuned (if enabled)
3DNR	Tuned

步骤 1. 针对色噪调节去噪强度。相关参数包含色噪去噪强度 **CnrStr** 和色噪去噪滤波器强度 **FilterType** ，参数会随着不同的 ISO 而有相对应的配置。首先，调节参数 **FilterType** ，使其渐渐增大，直到图像中物体边缘在没有出现溢色的前提下，使色噪达到最小。当 **FilterType** 已经达到最大值，但色噪仍有待消除的时候，则可适当地增大 **CnrStr** 控制整体图像的去色噪强度，并且可以搭配 **NoiseSuppressStr** 调适。

调试原则: DetailSmoothMode 和 **NoiseSuppressGain** 的配置建议先使用默认值。

步骤 2. 调节参数 **MotionNrStr** 控制图像中物体运动区域的色噪大小直到与背景色噪型态相似。**MotionNrStr** 数值越大，色噪去噪强度越强。另外，若希望细调物体移动区域在不同运动量的去色躁强度，可以使用 **MotionCnrStrLut[16]** 和 **MotionCnrCoringLut[16]**。

5.21 CA

5.21.1 CA 调试方法

5.21.1.1 功能描述

CA 模块主要在 YUV domain 做色域调整的工作，支持两种不同的模式，CA 模式和 CP 模式。CA 模式提供色度 (U, V) 的映射调整，可以根据亮度 Y 和 ISO 值决定 UV 的增益，进而达到调整局部饱和度的目的，使得亮处的颜色更鲜艳，同时降低暗处的色噪。CP 模式则是一般使用在热成像上色，而热成像本身只有亮度信息，CP 模式可直接由亮度 Y 查找对应的一组 YUV 输出值。

5.21.1.2 关键参数

表 5.35: CA 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CA 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
CaCpMode	[0, 1]	0	CA 模式选择: 0: CA 模式。 1: CP 模式。
ISORatio	[0, 2047]	128	CA 模式，根据 ISO 值查找 UV 的增益。所有像素点的 UV 调整增益都是相同的，建议在低 ISO 的时候此增益可以设置大一些，而高 ISO 时此增益值可以设定小一些，来抑制暗区的色噪。
YRatioLut[256]	[0, 2047]	128	CA 模式，根据亮度 Y 查找 UV 的增益。此值根据不同亮度等级可设置不同的 UV 增益，建议在亮区的增益可以设置大一些，颜色会较为鲜艳，而暗区的增益可以设置小一些，来抑制暗区色噪。
CPLutY[256]	[0, 255]		CP 模式，根据亮度 Y 查找 LUT 对应的 Y 值。
CPLutU[256]	[0, 255]		CP 模式，根据亮度 Y 查找 LUT 对应的 U 值。
CPLutV[256]	[0, 255]		CP 模式，根据亮度 Y 查找 LUT 对应的 V 值。

5.21.1.3 注意事项

CA 模式和 CP 模式只能开其中一个，不能同时使用。

5.22 CAC

5.22.1 CAC 调试方法

5.22.1.1 功能描述

CAC (Chromatic Abberation Correction) 主要是用来消除图像中出现的紫边问题。

5.22.1.2 关键参数

表 5.36: CAC 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CAC 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 5]	0	CAC 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
EdgeGlobalGain	[0, 255]	12	边缘侦测的强度总增益。数值越大，边缘强度越强。
PurpleDetRange	[0, 128]	96	紫边侦测的阈值。值越大，越多区域被判断为紫边，同时也会增强去紫边效果。
DePurpleStr	[0, 255]	30	去紫边强度。值越大，紫边现象越少。
DePurpleCbStr	[0, 8]	8	B 通道紫边校正边强度。值越大，紫边现象越少。
DePurpleCrStr	[0, 8]	8	R 通道紫边校正边强度。值越大，紫边现象越少。
DePurpleStrMaxRatio	[0, 64]	64	去紫边强度可允许之最大增益。
DePurpleStrMinRatio	[0, 64]	0	去紫边强度可允许之最小增益。
PurpleCb	[0, 255]	232	第一组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr	[0, 255]	157	第一组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
PurpleCb2	[0, 255]	232	第二组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr2	[0, 255]	176	第二组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
PurpleCb3	[0, 255]	232	第三组自定义紫边在 Cb domain 的坐标。
PurpleCr3	[0, 255]	176	第三组自定义紫边在 Cr domain 的坐标。
GreenCb	[0, 255]	43	绿色在 Cb domain 的坐标。
GreenCr	[0, 255]	21	绿色在 Cr domain 的坐标。
EdgeGainIn[3]	[0, 16]	[1, 2, 7]	由二个数值组成的数组。定义边缘强度等级，值越大，边缘强度越强。
EdgeGainOut[3]	[0, 32]	[0, 4, 32]	由二个数值组成的数组。定义边缘强度增益，值越大，输出的边缘强度越强。
EdgeCoring	[0, 255]	0	边缘侦测的噪声抑制控制。
EdgeGlobalGain	[0, 255]	12	边缘侦测的强度总增益。
EdgeStrMax	[0, 255]	255	边缘侦测的强度上限。
EdgeStrMin	[0, 255]	0	边缘侦测的强度下限。
TuningMode	[0, 2]	0	输出元文件案，辅助调节参数。 0: CAC 图像结果。 1: 边缘侦测图像结果。 2: 紫边侦测图像结果。

5.22.1.3 调试步骤

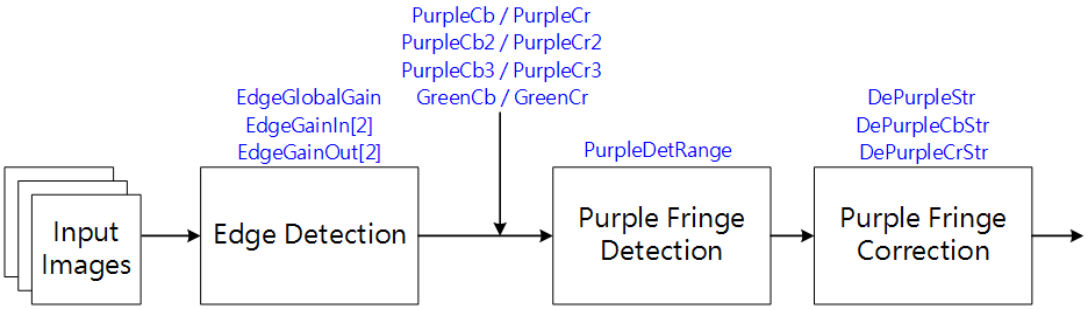


图 5.42: CAC 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.37 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.36 来配置。

表 5.37: CAC 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
CCM	Tuned
Dehaze	Tuned (if enabled)
CLUT	Tuned (if enabled)
3DNR	Tuned

步骤 1. 调节 **EdgeGlobalGain** 决定边缘侦测的总强度增益。若只需校正强边缘处的紫边，可以适当地调整 **EdgeGainIn[2]** 和 **EdgeGainOut[2]** ，提高强边缘对应的增益值。

> **调试原则:** 以上参数建议可先采取默认值，先从步骤 2 开始调适，若发现效果没有达到预期，则可调适边缘侦测的相关参数。

步骤 2. 调节 **PurpleDeRange** 决定被检测为紫边的范围。适当地增加 **PurpleDeRange** 使得高亮处有明显紫边的区域能被检测出。若发现图像中高亮处正常紫色被校正掉，则需减小 **PurpleDeRange** ，来保护正常的紫色区域。

> **调试原则:** 有兴趣的用户可以微调三个自定义紫边参数 **PurpleCb/PurpleCb2/PurpleCb3** 和 **PurpleCr/PurpleCr2/PurpleCr3** 。**GreenCb/GreenCb** 建议采取默认值。

步骤 3. 经由上述步骤配置完的检测参数之后，可以依据需求调整 **DePurpleStr** 来决定紫边的校正强度。更进一步，可调适 **DePurpleCbStr** 和 **DePurpleCrStr** 来决定 R 和 B 通道的校正强度。

> **调试原则:** 注意若 **DePurpleStr** 调得太大，使得校正强度过强，很可能造成紫边处明显的灰度化。因此，调节 **DePurpleStr** 至可接受的紫边校正强度即可。

5.23 DCI

5.23.1 DCI 调试方法

5.23.1.1 功能描述

人眼视觉对于对比度比亮度更加敏感。图像在经过整个 ISP pipeline 处理后的结果往往造成图像对比度不足，因而减少在亮区或暗区的细节。DCI 是一个基于直方图均衡的方法，可以增强整体图像的对比度，同时可调节参数保留更多的亮区和暗区细节。

5.23.1.2 关键参数

表 5.38: DCI 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	DCI 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	DCI 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
ContrastGain	[0, 1023]	100	用来控制 DCI 的强度，值越大，对比度越大。
BlcThr	[0, 255]	60	用来决定暗区范围的门坎值。值越大，包含的暗区范围越大。
WhtThr	[0, 255]	200	用来决定亮区范围的门坎值。值越小，包含的亮区范围越大。
Method	[0, 1]	0	新旧算法切换，开启 DCI 推荐用新方法。 0：旧 1：新
BlcCtrl	[0, 512]	256	用来决定暗区的对比度。数值为 256 时，暗区对比度不变。比 256 小时，值越小，暗区对比度越大；反之，比 256 大时，值越大，暗区对比度越小。
WhtCtrl	[0, 512]	256	用来决定亮区的对比度。数值为 256 时，亮区对比度不变。比 256 小时，值越小，亮区对比度越大；反之，比 256 大时，值越大，亮区对比度越小。
DciStrength	[0, 255]	0	控制 DCI 增强效果参数，数值越大整体通透度拉伸越强，反之则拉伸越弱。
DciGainMax	[0, 256]	48	用来控制对比度上限，数值越大，对比度可以越强。
Speed	[0, 1024]	300	DCI 曲线时间域上变化的平顺度。数值越大，时间域变化越平顺，反之，则变化越快。
DciGamma	[100, 800]	100	用来控制对比度，数值越大，对比越大，但画面亮度会降低。建议搭配 DciOffset 一起调适。
DciOffset	[0, 255]	0	整体画面亮度的调整。数值越大，整体亮度越大。建议搭配 DciGamma 一起调适。
TuningMode	[0, 1]	0	在同一画面同时显示原始图像和结果图像，辅助调节参数。 0: CAC 图像结果。 1: 在同一画面同时显示原始图像和结果图像。

5.23.1.3 调试步骤

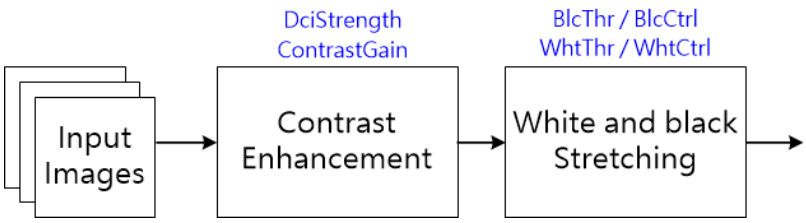


图 5.43: DCI 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.39 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.38 来配置。

表 5.39: DCI 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
CCM	Tuned
Gamma	Tuned
Dehaze	Tuned (if enabled)
CLUT	Tuned (if enabled)
3DNR	Tuned

步骤 1. 首先，使用 **DciStrength** 调节来整体图像对比度增强的程度。值越大，整体图像的对比度越强。当 **DciStrength** 已经达到最大值时，但仍希望更进一步增强时，则可适当地增大 **ContrastGain** 控制图像对比度。

> **调试原则:** 可以适度地调适 **DciGainMax** 来控制对比度的上限值，防止噪声过度放大。

步骤 2. 对比度增强后亮度提升和亮度降低的区域，可分别进一步区别控制。通过参数 **WhtThr** 和 **BlcThr** 决定亮区和暗区的范围，接着分别使用 **WhtCtrl** 和 **BlcCtrl** 控制其对比度。藉由同时增加 **WhtCtrl** 和 **BlcCtrl** 使得图像亮区越亮和暗区越暗，达到进一步增强图像的对比度。

> **调试原则:** 因对比度增强后使亮度过饱和而失去图像细节的区域，可适当地降低 **WhtCtrl** 来回复图像细节。另外，对暗区的对比度增强程度需适度地控制，防止噪声被过度增强。注意 **BlcThr** 必须小于 **WhtThr** 。

1. 若画面出现闪烁现象，可先关掉 DCI 功能，再观察确认是否仍有此现象。若有，则可以通过参数 **Speed** 来解决。其数值越大，DCI 在时间间域上变化的平顺度越好，画面越不会闪烁。

5.24 LDCI

5.24.1 LDCI 调试方法

5.24.1.1 功能描述

人眼视觉对于对比度比亮度更加敏感。图像在经过整个 ISP pipeline 处理后的结果往往造成图像对比度不足，因而减少在亮区或暗区的细节。LDCI 是一个基于对图像分块统计的方法，增强图像的局部对比度，同时可调节滤波参数，来调整局部对比度增强的局部范围。另外，可根据输入图像的亮度进行参数调适。

5.24.1.2 关键参数

表 5.40: LDCI 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	LDCI 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	[0, 1]	0	LDCI 工作类型。 0: 自动模式 (OP_TYPE_AUTO)。 1: 手动模式 (OP_TYPE_MANUAL)。
LdciStrength	[0, 256]	192	控制 LDCI 增强效果参数。数值越大，局部对比度拉伸越强。
LdciRange	[0, 1023]	256	针对图像的高频区，控制对比度增强的程度。数值越大，图像的高频区对比度越强。
GaussLPFSigma	[0, 255]	64	局部滤波程度，数值越小，局部对比度增强效果越局域化，反之，则越全局化。
LumaPosWgt · Wgt · Sigma · Mean	· Wgt: [0, 128] · Sigma: [1, 255] · Mean: [0, 255]	· Wgt: 128 · Sigma: 128 · Mean: 0	根据亮度控制 LDCI 作用强度，决定 LDCI 结果与原图融合的权重-亮度曲线。
LumaWgtMin	[0, 255]	0	LumaPosWgt 下限
LumaWgtMax	[0, 255]	128	LumaPosWgt 上限
VarMapMin	[0, 255]	0	VarMap 下限
VarMapMax	[0, 255]	255	VarMap 上限
BrightContrastHigh	[0, 255]	64	亮区的拉亮程度，值越大，亮度拉升越多。
BrightContrastLow	[0, 255]	64	亮区的压暗程度，值越大，亮度压暗越多。
DarkContrastHigh	[0, 255]	96	暗区的拉亮程度，值越大，亮度拉升越多。
DarkContrastLow	[0, 255]	96	暗区的压暗程度，值越大，亮度压暗越多。
TprCoef	[0, 1023]	30	LDCI 曲线时间域上变化的平顺度。数值越小，时间域变化越平顺，反之，则变化越快。

5.24.1.3 调试步骤

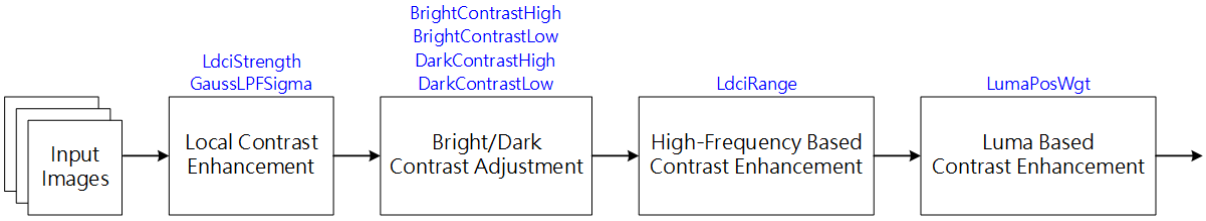


图 5.44: LDCI 处理流程图及关键参数

在做参数调试之前，请先确认 表 5.39 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.38 来配置。

表 5.41: LDCI 预调试的相关模块

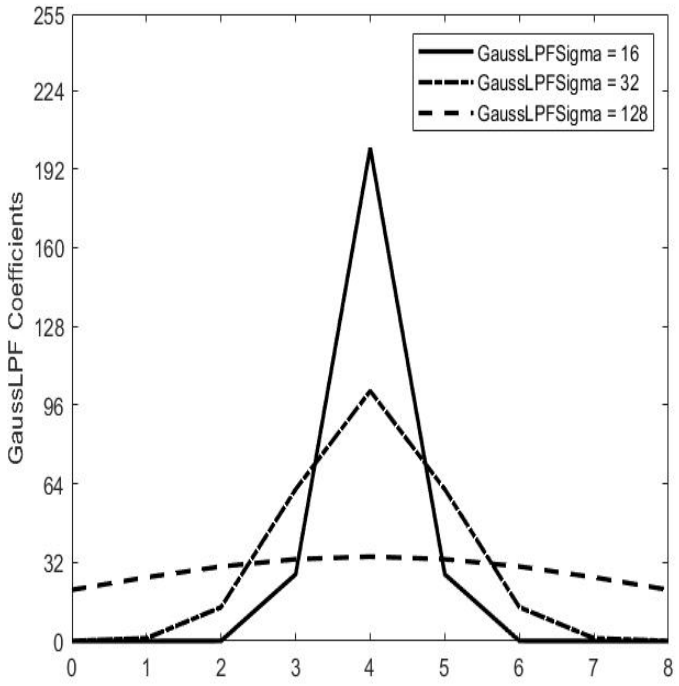
模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
CCM	Tuned
Gamma	Tuned
Dehaze	Tuned (if enabled)
CLUT	Tuned (if enabled)
3DNR	Tuned

步骤 1. 首先，使用 **LdciStrength** 调节图像局部对比度增强的程度。值越大，图像的局部对比度越强。

步骤 2. 调节 **BrightContrastHigh** 和 **BrightContrastLow** 分别针对图像亮区增加和降低亮度的程度。调节 **DarkContrastHigh** 和 **DarkContrastLow** 分别针对图像暗区增加和降低亮度的程度。值越大，图像的局部对比度越强。

步骤 3. 通过参数 **GaussLPFSigma** 控制滤波器的窗口大小，来决定局部对比度增强的局域程度。值越小，图像增强效果越局域化，反之，则越倾向全局化。

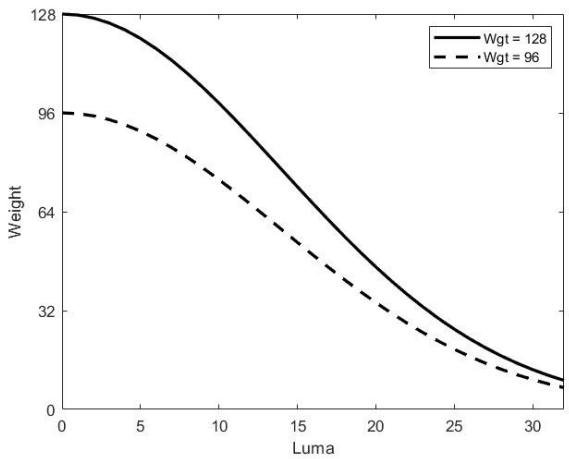
- 不同 **GaussLPFSigma** 参数下滤波器系数形状变化趋势图



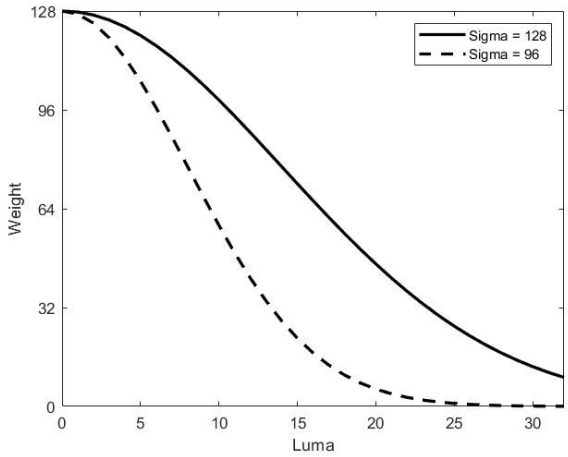
步骤 4. 针对图像的高频区，可调适 **LdciRange** 控制其对比度增强的程度。值越大，图像的高频区对比度增强的程度越大。

步骤 5. 根据输入图像的亮度信息，可以藉由参数 **Wgt** 、**Sigma** 和 **Mean** 产生权重-亮度曲线，来调整局域对比度的增强程度，决定 LDCI 结果与原图融合的比例。权重越大，越接近 LDCI 后的效果图。此三个参数产生的权重曲线之变化趋势如下所示。

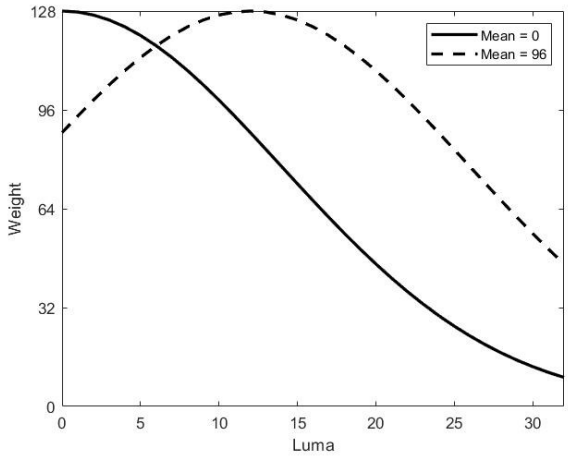
· 参数 **Wgt** 的权重-亮度曲线变化趋势图



· 不同 **Sigma** 参数下权重-亮度曲线变化趋势图



· 不同 **Mean** 参数下权重-亮度曲线变化趋势图



步骤 6. 通过参数 **TprCoef** 来对 LDCI 的统计信息进行时域滤波，使统计信息平顺的变化。数值越小，LDCI 在时域上变化的平顺度越好。

5.25 CA_Lite

5.25.1 CA_Lite 调试方法

5.25.1.1 功能描述

CA_Lite 模块可以根据饱和度值决定 UV 的增益值，进而达到调整局部饱和度的目的，尤其可用来降低图像的色噪，让视觉感受更好，也可根据使用者喜好来调适饱和度，使整体画面看起来更舒适。

5.25.1.2 关键参数

表 5.42: CA_Lite 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	CA_Lite 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
Ca2In[6]	[0, 192]	[4,8,12,18,32,192]	由六个数值组成的数组，决定输入饱和度等级。
Ca2Out[6]	[0, 2047]	[128,128,128,128,128]	由六个数值组成的数组，定义输出的 UV 增益。根据输入饱和度查找 UV 的增益，值越大，饱和度越高；反之，则越小。

5.25.1.3 调试步骤

针对色彩噪声特别明显的场景或是 HDR 效果下过于饱和的区域，可根据需求调节参数 **CA2In[6]** 和 **CA2Out[6]**，分别针对每个输入饱和度的范围，决定其对应的 UV 增益，改善整体图像的饱和度，使视觉感受更舒适。

5.26 Sharpen

5.26.1 Sharpen 调试方法

5.26.1.1 功能描述

Sharpen 模块用于增强图像清晰度，主要用于增强图像中的大边缘。通过不同频段的多种强度组合，可以实现多种风格的清晰度增强效果，同时也提供锐化后的白边白点（Over Shoot）与黑边黑点（Under Shoot）抑制。图 5.45 为 Sharpen 模块的系统框架图，黑色字体为数据流图，蓝色字体为开放调节的参数接口。

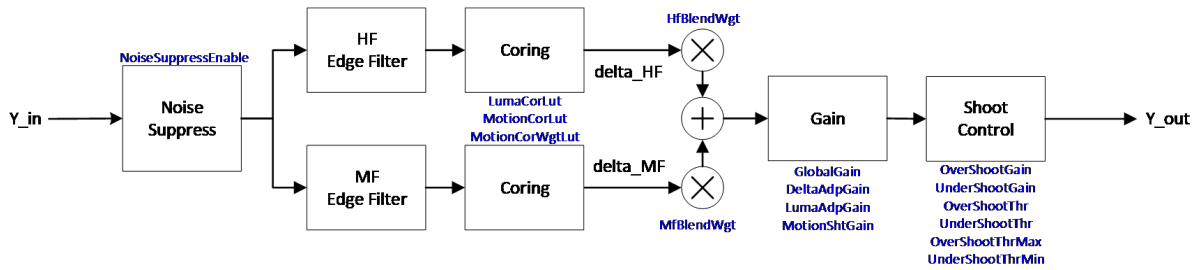


图 5.45: Sharpen 模块的系统框架图

5.26.1.2 关键参数

表 5.43: Sharpen 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	Pre-Sharpen 模块使能。 0: 关闭。 1: 使能。
OpType	OP_TYPE_AUTO, OP_TYPE_MANUAL	OP_TYPE_MANUAL	作类型 OP_TYPE_AUTO: 自动模式 OP_TYPE_MANUAL: 手动模式
LumaAdpGainEn	[0, 1]	1	亮度锐化权重使能
LumaAdpGain[33]	[0, 63]	16	亮度锐化权重。(1x = 64) ※ 由 33 个数值平均分成 33 段亮度区，每个亮度区对应一个亮度权重。对应亮度区间的值越小，像素点锐化越弱
LumaCorLutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	基于 luma 的 coring，此为输入节点，输入 luma。
LumaCorLutOut[4]	[0, 255]	[1, 1, 1, 1]	基于 luma 的 coring，此为输出节点，输出对应 coring 值。
MotionCorLutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	基于 motion 的 coring，此为输入节点，输入为 motion。
MotionCorLutOut[4]	[0, 255]	[8, 8, 8, 8]	基于 motion 的 coring，此为输出节点，输出对应 coring 值。
MotionCorWgt-LutIn[4]	[0, 255]	[0, 64, 128, 255]	基于 motion 调整 luma coring 以及 motion coring 的权重，此为输入节点，输入 motion 的大小。
MotionCorWgt-LutOut[4]	[0, 255]	[0, 32, 64, 128]	基于 motion 调整 luma coring 以及 motion coring 的权重，此为输出节点，输出 motion coring 的权重。(max = 128)
DeltaAdpGainEn	[0, 1]	0	锐度锐化权重始能
DeltaAdpGain[33]	[0, 63]	32	锐度锐化权重。 ※ 由 33 个数值平均分成 33 段锐化区，每个锐化区对应一个锐化权重。对应锐化区间的值越大，像素点锐化越强。
MotionSht-GainIn[4](MotionShtGainCurve)	[0, 255]	[0, 64, 128, 192]	针对 motion 区决定边缘增强程度的 LUT，此为水平节点，输入值为 motion 值。
MotionShtGain-Out[4](MotionShtGainCurve)	[0, 128]	[128, 128, 128, 128]	针对 motion 区决定边缘增强程度的 LUT，此为垂直节点，输出值为 motion 所对应的增强强度。

下页继续

表 5.43 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
SatShtCtrlEn	[0, 1]	1	由饱和度调整边缘增强的使能 0: 关闭 1: 使能
HueShtCtrl[33]	[0, 63]		基于指定的色彩做边缘增强
SatShtGainIn[4]	[0, 255]	[0, 8, 16, 192]	基于指定的饱和度做边缘增强，此为输入节点，输入饱和度。
SatShtGainOut[4]	[0, 128]	[0, 0, 128, 128]	基于指定的饱和度做边缘增强，此为输出节点，输出对应饱和度的边缘强度。
GlobalGain	[0, 255]	32	全局锐化权重。 ※ 该值越大，锐化程度越强。
OverShootGain	[0, 255]	4	白边锐化上限幅度的倍率。(1x = 16)
UnderShootGain	[0, 255]	4	黑边锐化上限幅度的倍率。(1x = 16)
OverShootThr	[0, 255]	32	白边锐化上限幅度。
UnderShootThr	[0, 255]	32	黑边锐化下限幅度。
OverShootThrMax	[0, 255]	255	白边锐化最大上限幅度。
UnderShootThrMax	[0, 255]	255	黑边锐化最大下限幅度。
HFBlendWgt	[0, 255]	128	高频边缘加强的权重
MFBlendWgt	[0, 255]	128	中频边缘加强的权重
NoiseSuppressEnable	[0, 1]	0	针对边缘侦测的影像做加强去噪的前处理后再做边缘增强。
SoftClampEnable	[0, 1]	0	平滑的处理边缘加强 0: 关闭。 1: 使能。
SoftClampUB	[0, 255]	1	平滑处理边缘加强的上下界，设定的值越大，则边缘加强的越连续，但加强的效果也越弱
SoftClampLB	[0, 255]	1	平滑处理边缘加强的上下界，设定的值越大，则边缘加强的越连续，但加强的效果也越弱

5.26.1.3 调试步骤

在做参数调试之前，请先确认 表 5.44 所列的模块已经完成调试，且关键参数的默认值依照 表 5.38 来配置。

表 5.44: Sharpen 预调试的相关模块

模块	状态/数值
BLC	Tuned
DPC	Tuned
CrossTalk Removal	Tuned
MLSC	Tuned
BNR	Tuned
AWB	Tuned
Demosaic	Tuned
3DNR	Tuned

输入影像的噪声抑制

针对输入影像预先做去噪处理，**NoiseSuppressEnable** 为开启预先去噪处理模式。

Coring 值的调整

Coring 值可透过 **LumaCorLut[4]** 对于静态区的 coring 值做调整，而移动区的部分则是由 **MotionCorLut[4]** 做调整，最后再由 **MotionCoringWgtLut[4]** 根据移动量决定静态区 coring 值以及动态区 coring 值的组合权重。

不同频段的边缘组合

对于要加强的边缘，可细分为高频的细节区及中频的边缘信息，透过 **HfBlendWg** t 调整高频细节的强度、透过 **MfBlendWgt** 调整中频边缘的强度。

边缘强度的调整

边缘强度的调整，区分为 GlobalGain、DeltaGain、LumaGain、MotionGain，调适 **GlobalGain** ，针对整体锐化程度作增强。调适 **DeltaAdpGain**，根据像素的边缘强度设置对应的锐化权重。在边缘强度够强的区域，本身锐化程度就高，可将权重设小避免图像过度锐化。在边缘强度较弱的区域则可设大权重，增强弱纹理区的锐化。调适 **LumaAdpGain**，依据像素的亮度设置对应的锐化权重。在低亮度区域，人眼对像素的差异较为敏感，所以锐化权重可以配置比较小。在高亮度区域，人眼对像素的差异较不敏感，锐化权重可以配置较大。调适

MotionShtGainIn[4]、**MotionShtGainOut[4]** 的 LUT 输入输出节点，**MotionShtGainIn** 为输入节点，代表物体移动量，**MotionShtGainOut** 物体移动量对应的影像边缘增强程度，可对于移动区域的边缘强度做微调，在移动较大的区域，可逐步调降边缘的强度，以提升视觉上的连续感。

振幅的控制 (Shoot Control)

边缘的振幅可透过 **OverShhotGain**、**UnderShhotGain**、**OverShootThr** 、**UnderShootThr**、**OverShootThrMax**、**UnderShootThrMax** 调整，调降 **OverShhotGain**、**UnderShhotGain**、**OverShootThr**、**UnderShootThr** 能减少因为过度锐化而产生的白点（Over Shoot）和黑点（Under Shoot）。如 图 5.46 所示，ShootThr 值越大，锐化幅度越大，但相对地，也容易在图像上发现白点和黑点。另外，可以控制 **OverShootThrMax** / **OverShootThrMax** 来限制 ShootThr 的最大值。

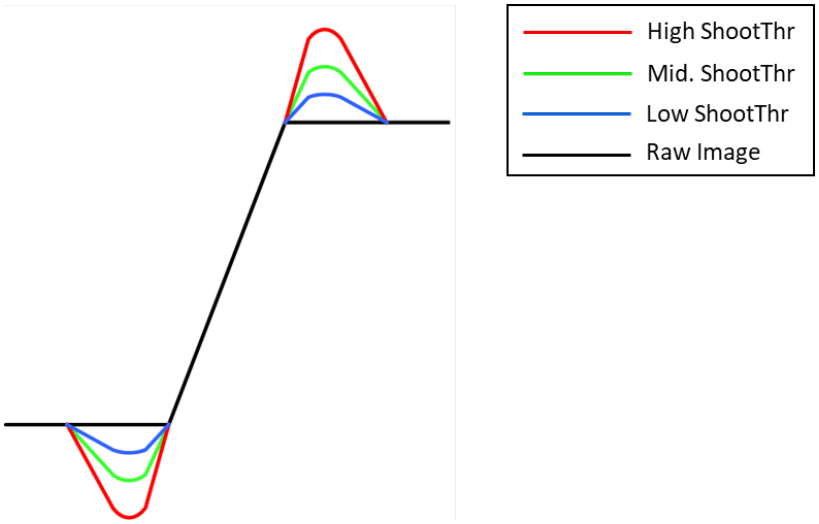


图 5.46: Shoot Control 示意图

5.27 Auto Exposure

5.27.1 Auto Exposure 调试方法

5.27.1.1 功能描述

线性模式

AE 模块主要功能是根据图像的统计信息与设定的画面目标亮度比较, 动态的调整画面亮度以达到预期的目标亮度, 当画面亮度高于目标亮度时, AE 会降低曝光量, 反之则提高曝光量, AE 主要是透过控制曝光时间, 曝光增益, 以及光圈这三种方式来调整曝光量, 根据不同场景的需要, 可设计不同的 AE 曝光分配路线 (route) 来对应, 例如: 动态场景物体快速移动时, 需要对应较短的曝光时间, 避免物体产生运动拖影, 在静态场景时, 应以较长的曝光时间优先, 可降低画面的噪声现象, 得到较好的影像质量。

WDR 模式

当场景的亮暗反差太大时, 由于线性模式下的 AE 只能设定一组曝光, 因此只能顾及亮处或暗处, 无法两者兼顾, 若是亮处曝光正常, 暗处会因太暗而无法看清细节, 反之, 若暗处曝光正常, 亮处则会因一整片白而看不到细节, 此时便需要 WDR 的多重曝光来解决此问题, 分别对暗处做长曝及亮处做短曝, 如此便可同时使场景中的暗处及亮处曝光正常, 得到一个F容度更大的影像。

AE Route

最大支持 16 个节点, 每个节点有曝光时间, 增益, 光圈三个分量, 曝光时间的单位为 us , 建议不要设的太小, 避免 sensor 无法支持太短的曝光时间, 节点的曝光量是曝光时间, 增益和光圈的乘积, 节点的曝光量是单调递增的, 后一个节点的曝光量大于或等于前一个节点的曝光量, 第一个节点的曝光量最小, 最后一个节点的曝光量最大, 相邻的节点的曝光量增加时, 每个节点只会有一个分量增加, 其它分量固定, 增加的分量决定该路线的分配策略。

AE RouteEx

使用方式与 Route 相同, 但增益可分别设定模拟增益, 数字增益, ISP 数字增益, 可由设定 AERouteExValid 来决定使用 route 或是 routeEx

SmartExposure

若支持人脸侦测时, 可使用智能 AE 根据侦测到的人脸实行人脸测光功能

Iris

若镜头支持光圈切换功能, AE 可根据环境亮度自动切换 Iris , 此功能目前仅支持

5.27.1.2 关键参数

表 5.45: AE 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Bypass	[0, 1]	0	AE 模块功能使能, ByPass 为 true 时, AE 曝光参数设置不生效, 维持在之前的曝光参数
OpType	[0, 1]	0	手动曝光与自动曝光模式切换。
AERunInterval	[1, 255]	1	AE 算法运行的侦数间隔
AERouteExValid	[0, 1]	0	AE 使用 routeEx 使能
HistStatAdjust	[0, 1]	0	AE 会根据场景亮区的统计值来自动调整曝光, 适合曝光偏暗的场景使用
AEGainSepCfg	[0, 1]	0	WDR mode 时, 长/短侦的 gain 是否分别设定
ExpTimeOpType	[0, 1]	0	手动曝光时间使能
GainType	[0, 1]	0	手动曝光的增益以 ISO num 还是以 Gain 的方式来控制 0:AE_TYPE_GAIN; 1:AE_TYPE_ISO;
ISONumOpType	[0, 1]	0	手动曝光 ISO num 使能
AGainOpType	[0, 1]	0	手动曝光模拟增益使能。
DGainOpType	[0, 1]	0	手动曝光数字增益使能
ISPDGainOpType	[0,1]	0	手动曝光 ISP 数字增益使能
ExpTime	[0, 214 7483647]	16384	手动曝光时间, 以微秒 (us) 为单位, 具体范围与 sensor 相关
Again	[1024, 214 7483647]	1024	手动曝光模拟增益, 10 bits 小数精度, 具体范围与 sensor 相关
DGain	[1024, 214 7483647]	1024	手动曝光数字增益, 10 bits 小数精度, 具体范围与 sensor 相关
ISPDGain	[1024, 214 7483647]	1024	手动曝光 ISP 数字增益, 10 bits 小数精度
ISONum	[100, 214 7483647]	100	手动曝光 ISO num , 具体范围与 sensor 相关
ExpTimeRangeMax	[0, 214 7483647]	1 00000	自动曝光时间的最大值, 以微秒 (us) 为单位, 具体范围与 sensor 相关
ExpTimeRangeMin	[0, 214 7483647]	10	自动曝光时间的最小值, 以微秒 (us) 为单位, 具体范围与 sensor 相关

下页继续

表 5.45 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
ISONumRangeMax	[100, 2147483647]	1280 00000	自动曝光 ISO Num 的最大值, 具体范围与 sensor 相关
ISONumRangeMin	[100, 2147483647]	100	自动曝光 ISO Num 的最小值, 具体范围与 sensor 相关
AGainRangeMax	[1024, 2147483647]	2 04800	自动曝光模拟增益的最大值, 具体范围与 sensor 相关
AGainRangeMin	[1024, 2147483647]	1024	自动曝光模拟增益的最小值, 具体范围与 sensor 相关
DGainRangeMax	[1024, 2147483647]	2 04800	自动曝光数字增益的最大值, 具体范围与 sensor 相关
DGainRangeMin	[1024, 2147483647]	1024	自动曝光模拟增益的最小值, 具体范围与 sensor 相关
ISPDGainRangeMax	[1024, 262144]	32767	自动曝光 ISP 数字增益的最大值
ISPDGainRangeMin	[1024, 262144]	1024	自动曝光 ISP 数字增益的最小值
SysGainRangeMax	[1024, 2147483647]	13107 20000	自动曝光系统增益的最大值, 具体范围与 sensor 相关
SysGainRangeMin	[1024, 2147483647]	1024	自动曝光系统增益的最小值, 具体范围与 sensor 相关
GainThreshold	[1024, 4294967295]	13107 20000	自动降帧时的系统增益门限值, 10bit 小数精度
GridBvWeight	[0, 100]	0	AE 测光分成以 block luma / bvStep 平均这 2 种, 默认以 luma 为主, 此参数可设定 luma 为主的测光混合 bvStep 的测光权重, 高光优先若觉得画像太暗, 可适当调高此参数权重
HighLightLumaThr	[0, 255]	224	高光优先的亮度阈值
HighLightBufLumaThr	[0, 255]	176	高光优先缓冲区的亮度阈值
LowLightLumaThr	[0, 255]	16	低光优先的亮度阈值
LowLightBufLumaThr	[0, 255]	48	低光优先缓冲区的亮度阈值
Speed	[0, 255]	64	AE 收敛速度, 数值越大, 收敛速度越快
BlackSpeedBias	[0, 65535]	144	画面由暗到亮 AE 收敛速度偏差值, 数值越大, 画面由暗到亮的速度越快
Tolerance	[0, 255]	2	自动曝光对画面亮度的容忍偏差
Compensation	[0, 255]	56	自动曝光画面的目标亮度
EVBias	[0, 65535]	1024	自动曝光调整的曝光量偏差值, 10bit 小数精度 1024 表示不对自动曝光进行调整
AEStrategyMode	[0, 1]	0	自动曝光策略, AE_EXP_HIGHLIGHT_PRIOR : 高光优先 AE_EXP_LOWLIGHT_PRIOR : 低光优先

下页继续

表 5.45 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
HistRatioSlope	[0, 65535]	128	高/低优光时 AE 目标亮度下降/上升的调整步幅
MaxHistOffset	[0, 255]	16	高/低优光时 AE 目标亮度下降/上升的最大范围
AEMode	[0, 1]	1	自动曝光模式 AE_MODE_SLOW_SHUTTER: 自动降帧模式 AE_MODE_FIX_FRAME_RATE: 固定帧率模式
Antiflicker enable	[0, 1]	0	抗闪属性, 默认抗闪不使能
AntiflickerFrequency	[0, 1]	0	抗闪频率, 抗闪属性开启后才有效 0：60HZ 1: 50H
Antiflicker.Mode	[0, 1]	0	抗闪模式: 普通抗闪模式/自动抗闪模式
Subflicker.enable	[0, 1]	0	亚抗闪属性设置。默认亚抗闪不使能。
Subflicker.lumaDiff	[0, 255]	0	抗闪程度设置
AEDelay-Attr.BlackDelayFrame	[0, 255]	0	图像亮度小于目标亮度时间超过 Black-DelayFrame 帧时，AE 开始调节
AEDelay-Attr.WhiteDelayFrame	[0, 255]	0	图像亮度大于目标亮度时间超过 White DelayFrame 帧时，AE 开始调节。
FSWDRMode	[0, 1]	0	FSWDR 运行模式。 默认为 ISP_FSWDR_NORMAL_MODE。 注：cv180x 不支持此功能
WDRQuick	[0, 1]	0	WDR 模式下，AE 前 50 帧调整是否进行时域滤波
ISOCalCoef	[0, 65535]	256	ISO 标定系数，用于保证拍照所需 DCF 信息中 显示的 ISO 是标准的，8bit 精度
AdjustTargetMin	[0, 255]	50	AE 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛下限
AdjustTargetMax	[0, 255]	60	AE 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛上限
LowBinThr	[0, 256]	10	frame 的 window 统计值在此值以下时, 且累积 window 数低于总 window 数 25% , frame 的测光会排除此 window
HighBinThr	[0, 256]	256	frame 的 window 统计值在此值以上时, 且累积 window 数低于总 window 数 10% , frame 的测光会排除此 window
EnableFace AE	[0, 1]	0	人脸辨识连动 AE 测光使能
FaceTargetLuma	[0, 255]	46	人脸测光的目标亮度
FaceWeight	[0, 100]	80	人脸测光与整体环境测光的权重比例

WDR 模式

表 5.46: WDR AE 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
ExpRatioType	[0, 1]	0	只在多帧合成 WDR 模式下有效。 OP_TYPE_AUTO : AE 根据场景自动算出长短帧曝光比。 OP_TYPE_M ANUAL: 手动设定长短侦曝光比。
ExpRatio	[64, 16384]	64	只在多帧合成 WDR 模式下有效 当 ExpRatioType 为 OP_TYPE_MANUAL 时, 设定手动的长短曝曝光, 此值在 ExpRatioType 为 OP_TYPE_AUTO 时无效 6 bit 小数精度, 0x40 表示曝光比为 1 倍
ExpRatioMax	[64, 16384]	16384	只在多帧合成 WDR 模式下有效 当 ExpRatioType 为 OP_TYPE_AUTO 时, 表示长短侦的最大曝光比, 此值在 ExpRatioType 为 OP_TYPE_MANUAL 时无效 6 bit 小数精度, 0x40 表示曝光比为 1 倍
ExpRatioMin	[64, 16384]	256	只在多帧合成 WDR 模式下有效。当 ExpRatioType 为 OP_TYPE_AUTO 时, 表示长短侦的最小曝光比, 此值在 ExpRatioType 为 OP_TYPE_MANUAL 时无效, 6bit 小数精度, 0x40 表示曝光比为 1 倍。
Tolerance	[0, 255]	6	只在多帧合成 WDR 模式下有效长短侦对画面亮度的容忍偏差。
Speed	[0, 255]	1024	只在多帧合成 WDR 模式下有效自动曝光比调节速度, 数值越大, 速度越快。
RatioBias	[0, 65535]	1024	只在多帧合成 WDR 模式下有效当 ExpRatioType 为 OP_TYPE_AUTO 时, 该值越大, 自动曝光比越大, 此值为 1024 时, 表示不对自动曝光比进行调整。
SECompensation	[0, 255]	56	短侦的目标亮度。
LEAdjustTargetMin	[0, 255]	50	AE 长侦 frame 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛下限, 建议相邻的 LV 下限的设定不要相差太大, 避免 AE 收敛造成闪烁。
LEAdjustTargetMax	[0, 255]	60	AE 长侦 frame 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛上限, 建议相邻的 LV 上限的设定不要相差太大, 避免 AE 收敛造成闪烁。
SEAdjustTargetMin	[0, 255]	20	AE 短侦 frame 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛下限, 建议相邻的 LV 下限的设定不要相差太大, 避免 AE 收敛造成闪烁。
SEAdjustTargetMax	[0, 255]	56	AE 短侦 frame 在各个环境亮度 (LV) 时的亮度收敛上限, 建议相邻的 LV 上限的设定不要相差太大, 避免 AE 收敛造成闪烁。
LELowBinThr	[0, 255]	0	AE 长侦 frame 的 window 统计值在此值以下时, AE 长侦 frame 的测光会排除此 window。
LEHighBinThr	[0, 255]	246	AE 长侦 frame 的 window 统计值在此

表 5.47: AE Route 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
TotalNum	[0, 16]	0	AE 曝光分配路线的节点数
IntTime	[0, 4294967295]	0	AE route 的分配路线, 节点的曝光时间, 单位 (us)
SysGain	[1024, 4294967295]	1 024	AE route 的分配路线, 节点的曝光增益, 10 bits 小数精度
enIrisFno	[0, 10]	0	AE route 的分配路线, 节点的光圈值

表 5.48: AE RouteEx 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
TotalNum	[0, 16]	0	AE 曝光分配路线的节点数
IntTime	[0, 4294967295]	0	AE routeEx 的分配路线, 节点的曝光时间, 单位 (us)
Again	[1024, 4294967295]	1 024	AE routeEx 的分配路线, 节点的曝光模拟增益, 10 bits 小数精度
Dgain	[1024, 4294967295]	1 024	AE routeEx 的分配路线, 节点的曝光数字增益, 10 bits 小数精度
IspDgain	[1024, 4294967295]	1 024	AE routeEx 的分配路线, 节点的曝光 ISP 数字增益, 10 bits 小数精度
enIrisFno	[0, 10]	0	节点的光圈值

表 5.49: Statistics Config 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Weight	[0, 255]	1	AE 17x15 window 的测光权重值

Exposure Info 页面, 了解当前的 AE 信息。

表 5.50: AE Info 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
ExpTime	[0, 4294967295]	0	AE 当前的曝光时间, 单位: us
ShortExpTime	[0, 4294967295]	0	WDR 模式时, 短侦的曝光时间, 单位 (us)
LongExpTime	[0, 4294967295]	0	WDR 模式时, 长侦的曝光时间, 单位 (us)
WDRExpRatio	[0, 4294967295]	0	WDR 模式时, 当前 frame 的长/短侦的曝光比, 6 bits 小数精度
AGain	[1024, 4294967295]	1 024	AE 当前曝光的模拟增益, 10 bits 小数精度
DGain	[1024, 4294967295]	1 024	AE 当前曝光的数字增益, 10 bits 小数精度
ISPDGain	[1024, 2147483647]	1 024	AE 当前曝光的 ISP 数字增益, 10 bits 小数精度

下页继续

表 5.50 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
Exposure	[64, 4294967295]	64	当前曝光量，等于曝光时间与曝光增益的乘积，其中曝光时间的单位为曝光行数，曝光增益为 6bit 小数精度
ExposureIsMax	[0, 1]	0	0：ISP 未达到最大曝光水平； 1：ISP 达到最大曝光水平。
HistError	[-32768, 32767]	0	AE 当前 frame 亮度与目标亮度的差值
AE_Hist256Value	[0, 4294967295]	0	AE 0~ 255 的 histogram 分布
AveLum	[0, 255]	0	AE 当前 frame 的亮度, WDR 模式时, 表示长侦目前的 frame 亮度。
Fps	[0, 4294967295]	0	除 100 后, 即为 AE 当前的 frame rate
LinesPer500ms	[0, 4294967295]	0	当前每 500ms 对应的曝光行数，可用于将曝光时间的单位由 us 转换成行数
PirisFno	[0, 1024]	0	当前 P-Iris 光圈 F 值对应的等效增益
ISO	[100, 2147483647]	100	AE 当前曝光的 ISO 值
ISOCalibrate	[0, 4294967295]	100	标准 ISO，用于拍照 DCF 信息显示。
RefExpRatio	[64, 16384]	64	参考曝光比，用于估计当前场景的动态范围
FirstStableTime	[0, 4294967295]	0	首次 AE 收敛稳定的时间，单位为微秒 (us)
AERoute.TotalNum	[0, 16]	0	AE 当前的 route 节点数
AERoute.RouteNode	[0, 4294967295]	0	AE 当前的 route 路线
AER-outeEx.TotalNum	[0, 16]	0	AE 当前的 routeEx 节点数
AER-outeEx.RouteNode	[0, 4294967295]	0	AE 当前的 routeEx 路线
WDRShortAveLuma	[0, 255]	0	WDR mode 短侦当前 frame 的亮度
LEFrameAvgLuma	[0, 255]	0	WDR mode 长侦当前 frame 的平均亮度
SEFrameAvgLuma	[0, 255]	0	WDR mode 短侦当前 frame 的平均亮度
LightValue	[-32768, 32767]	0	AE 评估当前的环境亮度 (LV) 值
AGainSF	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦当前曝光的模拟增益, 10 bits 小数精度
DGainSF	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦当前曝光的数字增益, 10 bits 小数精度
ISPDGainSF	[1024, 2147483647]	1 024	AE 短侦当前曝光的 ISP 数字增益, 10 bits 小数精度
ISOSF	[100, 2147483647]	100	AE 短侦当前曝光的 ISO 值
AER-outeSF.TotalNum	[0, 16]	0	AE 短侦当前的 route 节点数

下页继续

表 5.50 – 续上页

参数	数值范围	默认值	描述
AER-outeSF.RouteNode	[0, 4294967295]	0	AE 短侦当前的 route 路线
AERouteS-FEx.TotalNum	[0, 16]	0	AE 短侦当前的 routeEx 节点数
AERouteS-FEx.RouteNode	[0, 4294967295]	0	AE 短侦当前的 routeEx 路线

表 5.51: SmartExposure 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	智能 AE 使能
IRMode	[0, 1]	0	是否为红外模式
SmartExpType	[0, 1]	0	智能 AE 自动/手动模式选择
LumaTarget	[0, 255]	46	智能 AE 目标亮度
ExpCoef	[0, 65535]	1 024	智能 AE 手动曝光调整的曝光系数
ExpCoefMax	[0, 65535]	4 096	智能 AE 曝光系数最大值
ExpCoefMin	[0, 65535]	256	智能 AE 曝光系数最小值
SmartInterval	[1, 255]	1	智能 AE 运行间隔
SmartSpeed	[1, 255]	32	智能 AE 调整速度
SmartDelayNum	[1, 255]	5	智能 AE 延迟恢复帧数
Weight	[0, 100]	80	智能 AE 的测光占比
NarrowRatio	[0, 100]	75	智能 AE 计算主体亮度的内缩面积比率

表 5.52: AE RouteSF 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
TotalNum	[0, 16]	0	AE 短侦曝光分配路线的节点数
IntTime	[0, 4294967295]	0	AE 短侦 route 的分配路线, 节点的曝光时间, 单位 (us)
SysGain	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦 route 的分配路线, 节点的曝光增益, 10 bits 小数精度
enIrisFno	[0, 10]	0	AE 短侦 route 的分配路线, 节点的光圈值

表 5.53: AE RouteSFEx 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
TotalNum	[0, 16]	0	AE 短侦曝光分配路线的节点数
IntTime	[0, 4294967295]	0	AE 短侦 routeEx 的分配路线, 节点的曝光时间, 单位 (us)
Again	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦 routeEx 的分配路线, 节点的曝光模拟增益, 10 bits 小数精度
Dgain	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦 routeEx 的分配路线, 节点的曝光数字增益, 10 bits 小数精度
IspDgain	[1024, 4294967295]	1 024	AE 短侦 routeEx 的分配路线, 节点的曝光 ISP 数字增益, 10 bits 小数精度
enIrisFno	[0, 10]	0	短侦节点的光圈值

表 5.54: Iris 关键参数

参数	数值范围	默认值	描述
Enable	[0, 1]	0	自动光圈使能
OpType	[0, 1]	0	自动光圈或手动光圈模式选择
IrisType	[0, 1]	0	光圈类型，DC-Iris 或 P-Iris
IrisStatus	[0, 255]	46	光圈状态
HoldValue	[0, 65535]	1 024	Deep Learning 校正值，用于 DC-Iris 的调试
IrisFNO	[0, 65535]	4 096	手动光圈大小，根据光圈 F 值进行区分，仅支持 P-Iris，不支持 DC-Iris。
Kp	[0, 65535]	256	比例增益，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快
Ki	[1, 255]	1	积分增益，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快
Kd	[1, 255]	32	微分增益，用于限制光线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
MinPwmDuty	[1, 255]	5	最小 PWM 占空比。该值越小过曝时光圈关闭速度越快
MaxPwmDuty	[0, 100]	80	最大 PWM 占空比。该值越大画面全黑时光圈打开速度越快
OpenPwmDuty	[0, 100]	75	光圈打开时的 PWM 占空比

5.27.1.3 调试步骤

步骤 1. 根据场景的应用，可依测光感兴趣的区域设定测光的权重，一般而言，画面的中央区域会是比较关注的区域，可将画面中央的测光权重高于外围区域。

步骤 2. 根据场景的应用，设定所需的 AE route，决定测光时快门时间及增益的分配路线，有快速移运物体需求的场景，曝光时间设定不要太长，避免产生运动拖影，若在意噪声表现，在低亮度时，可优先使用较长的曝光时间后再提高增益。

步骤 3. 根据不同的环境亮度 (LV)，设定 AE 的目标亮度及选择高/低光优先，若在意亮部的细节，应使用高光优先避免亮区过曝，逆光场景时，则可选择低光优先，可提高暗部的表现避免人物过暗。

步骤 4. 若画面有周期性之闪烁现象，可开启抗闪功能，并选择适宜的抗闪频率来减轻闪烁现象，但若曝光时间太短 (60HZ：短于 8333us，50Hz：短于 10000us)，即使抗闪功能开启，仍不能避免闪烁情况。

步骤 5. 可根据环境亮度，自定义想要长，短侦 AE 收敛亮度的上，下限，在白天户外的场景，上，限可设定高一点，在夜晚的场景，上，下限可设定低一点，建议相邻的 LV 之间，上，下限的区间不要相差太多，避免 AE 收敛造成闪烁，设定的上，下限区间的范围，会影响 AE 自动调整收敛亮度的结果 (长侦暗部拉亮，短侦亮部拉暗)，设定的区间越小，AE 能够调整的范围会越小。

—-结束