

IPC图像质量调优

www.hisilicon.com

目录

● 简介

- 流程介绍
- 准备工作
- 校正软件、设备、图卡

● 颜色

- 概念
- 黑电平
- 色彩校正矩阵
- 白平衡
- Gamma
- 独立光源点

● 清晰度、噪声

- 概念
- Noise Profile
- Demosaic
- 连动调节
- VPSS调节

● 其他

- AE控制
- 镜头阴影校正
- 坏点校正
- WDR Sensor

图像质量调优

颜色

图像质量调优工作主要分为如图的三部分。可以按照颜色->清晰度、噪声->其他的顺序进行。



清晰度、噪声

其他

准备工作

- 调通**sensor**并正确输出图像
- 选定滤光片
- 可手动配置**Sensor**曝光时间、增益
 - 请尝试HiPQTools工具
- 可抓取**Sensor**输出的Raw Data
 - 参照发布包mpp/tools目录下vi_bayerdump程序，或者运行HiPQTools点播工具抓取
- 可正确配置**VPSS**属性
 - 参照发布包mpp/tools目录下vpss_attr程序及《HiMPP 媒体处理软件开发参考》。请确保已使能3DNR。

校正软件

- **ISP Calibration tool**

本文档基于v1.1.3版本

- **Hisilicon PQ Tools工具**

- **ImageJ**

可到ImageJ官网下载，本文所用ImageJ为1.47v版本

- **HYRes**

- **Imatest**

校正设备

- 色温照度计（可选）
- 多色温光源灯箱

校正中至少需要用到D75、D50、TL84、A光源

请使用接近自然光源的灯管，推荐用D75,D50用Macbeth。



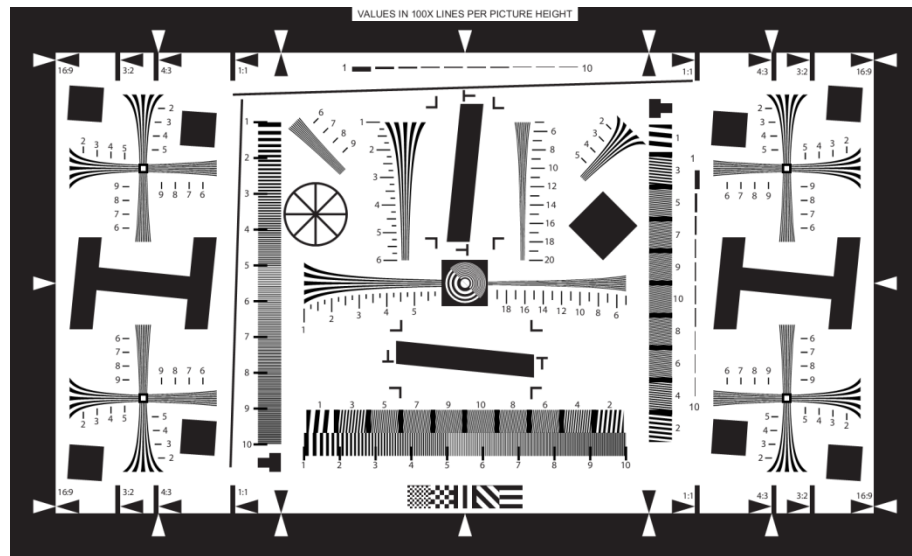
色温照度计CL-200A

- 细节丰富、纹理丰富物品
可参照清晰度、噪声章节各场景准备物品
- DNP灯箱/观片器（可选）
- 辉度箱（可选）

校正图卡



X-Rite24色卡



ISO12233解析度测试卡

目录

● 简介

- 流程介绍
- 准备工作
- 校正软件、设备、图卡

● 颜色

- 概念
- 黑电平
- 色彩校正矩阵
- 白平衡
- Gamma
- 独立光源点

● 清晰度、噪声

- 概念
- Noise Profile
- Demosaic
- 连动调节
- VPSS调节

● 其他

- AE控制
- 镜头阴影校正
- 坏点校正
- WDR Sensor

颜色

- **滤光片**

滤光片的截止频率不同，会对Sensor的感光产生不同影响。更换滤光片，必须重新进行颜色校正。请注意滤光片的截止频率偏差不要太大。

- **黑电平**

黑电平指没有外界光线输入时sensor输出的亮度值

- **白平衡/自动白平衡**

在不同色温的光源下，白色会偏蓝或偏红。白平衡算法通过调整R, G, B三个颜色通道的强度，使白色真实呈现

- **色彩校正矩阵**

sensor对光谱的响应，在RGB各分量上与人眼对光谱的响应通常是有偏差的，通过一个色彩校正矩阵校正光谱响应的交叉效应和响应强度，使头端捕获的图片与人眼视觉在色彩上保持一致。

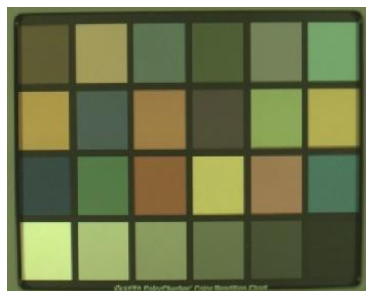
- **Gamma曲线**

Gamma模块对图像进行亮度空间非线性转换以适配输出设备。

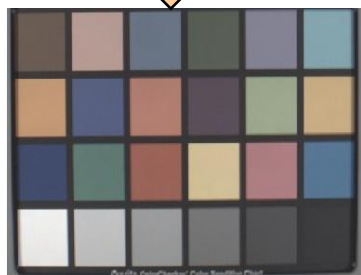
- **ACM色彩管理**

根据用户的喜好和风格来调整颜色

颜色



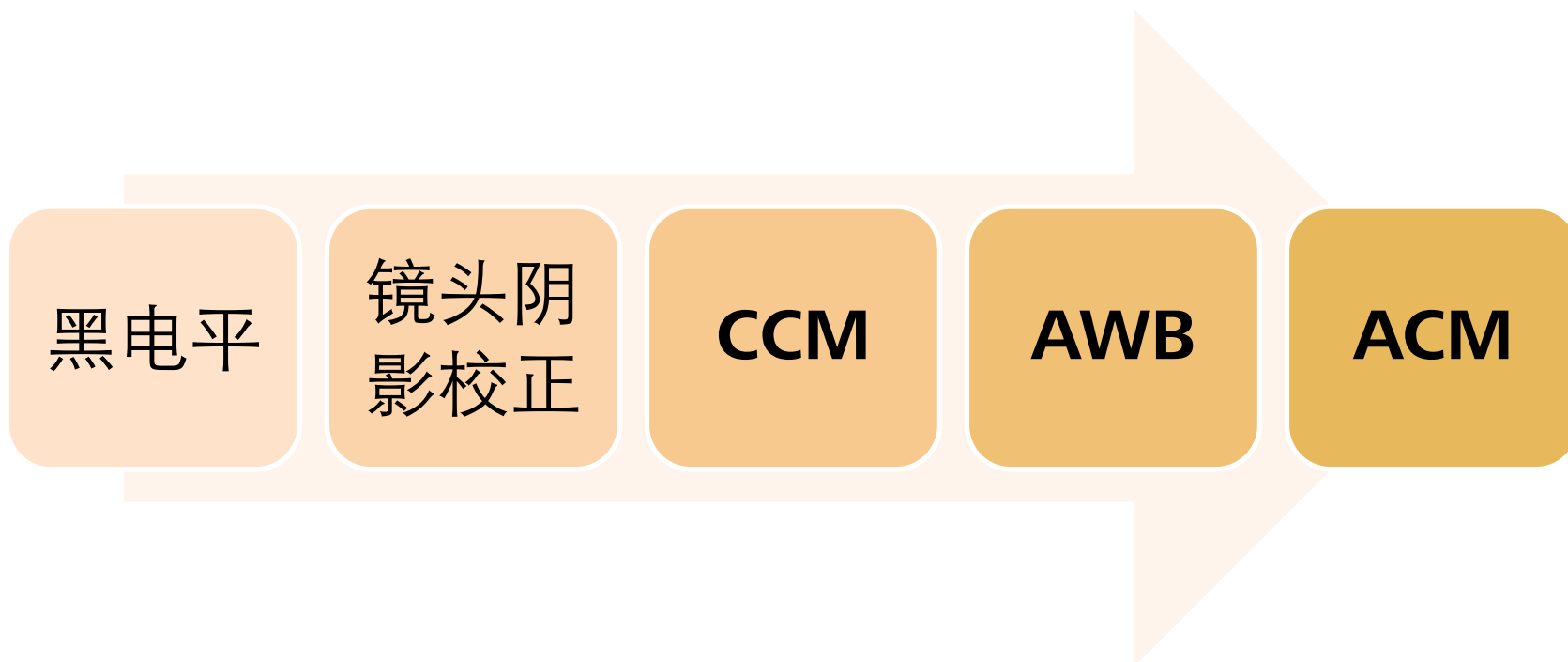
AWB



CC



颜色调节流程



注：1、如果没有镜头阴影的，则bypass

2、Calibration工具使用的Gamma需要和程序中使用的Gamma相同。

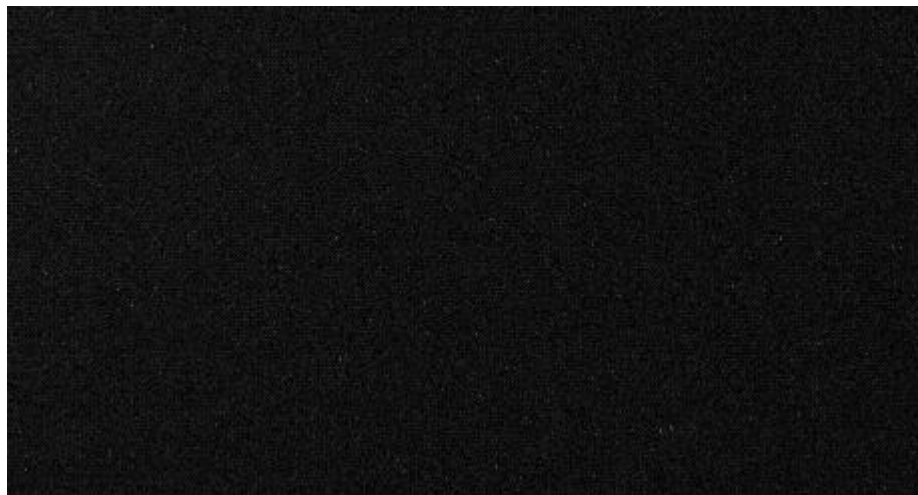
黑电平

获取黑电平方法

- 1、查阅Sensor手册，一般Sensor手册会给出黑电平
- 2、由ISP Calibration Tool校出

抓取Raw

- 完全关闭光圈，注意不要有漏光。
- Analog gain与Digital gain设为1x，曝光时间设置得比较小，例如10行。
- 使用ITTP_Stream捕获raw文件，建议捕捉为12bit。
- 将文件名改为[BaseName].black.gainx1.raw，放入ISP Calibration工作目录。
[BaseName]为自定义文件名。

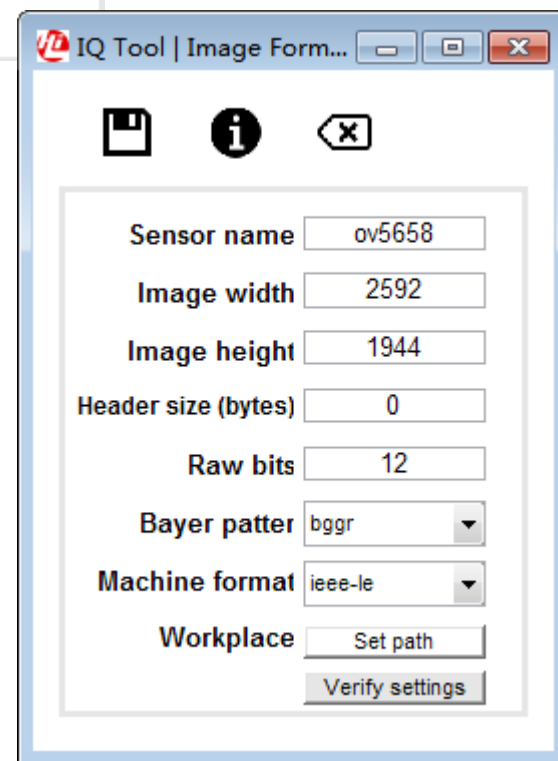
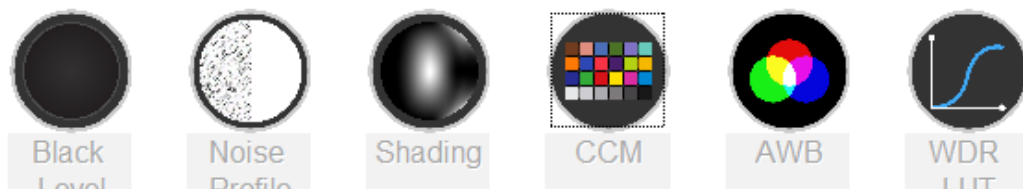


ISP Calibration Tool

- 首先设置ISP类型，图像格式，包括工作路径

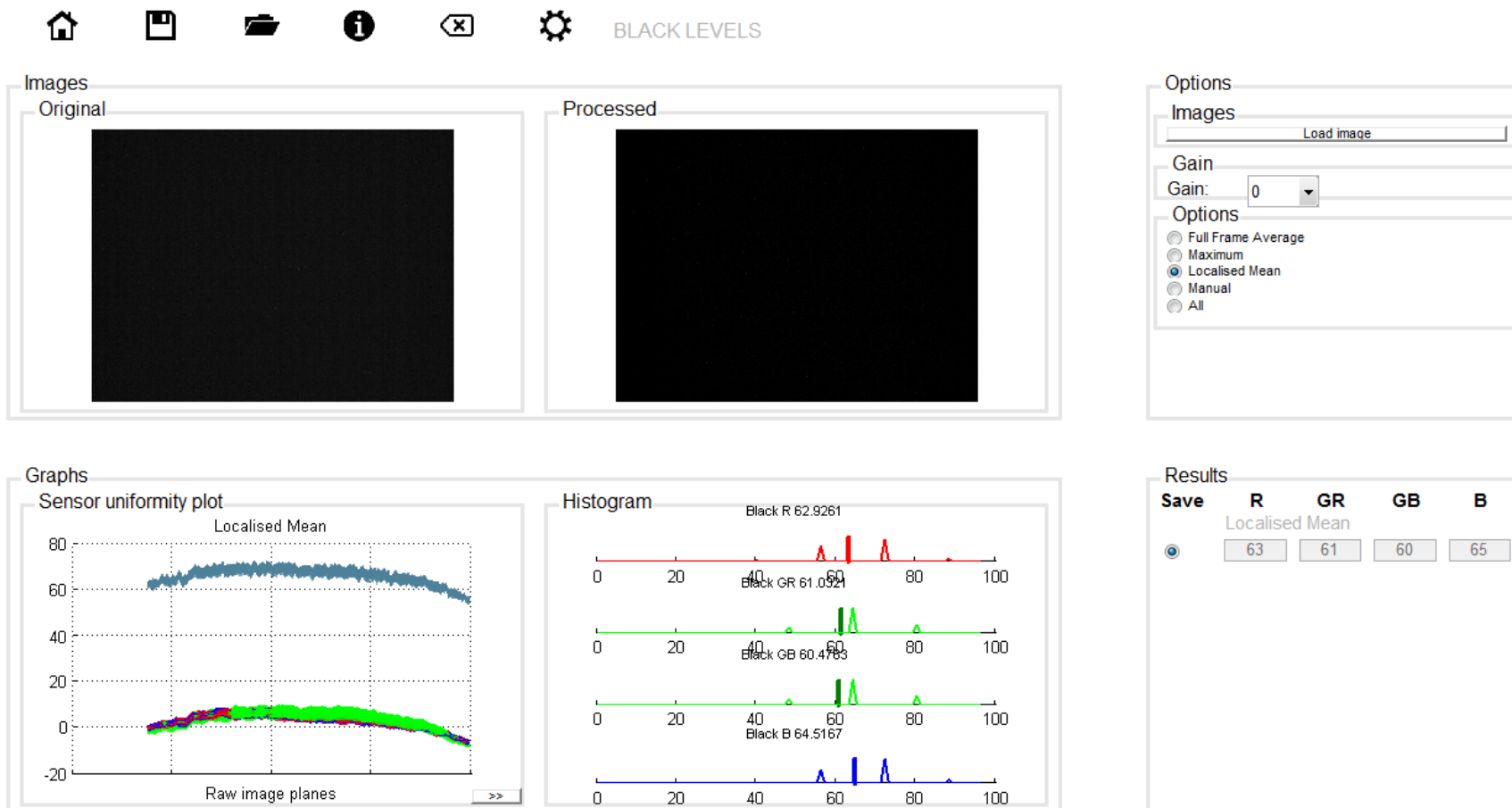


- 然后，选择Black Level

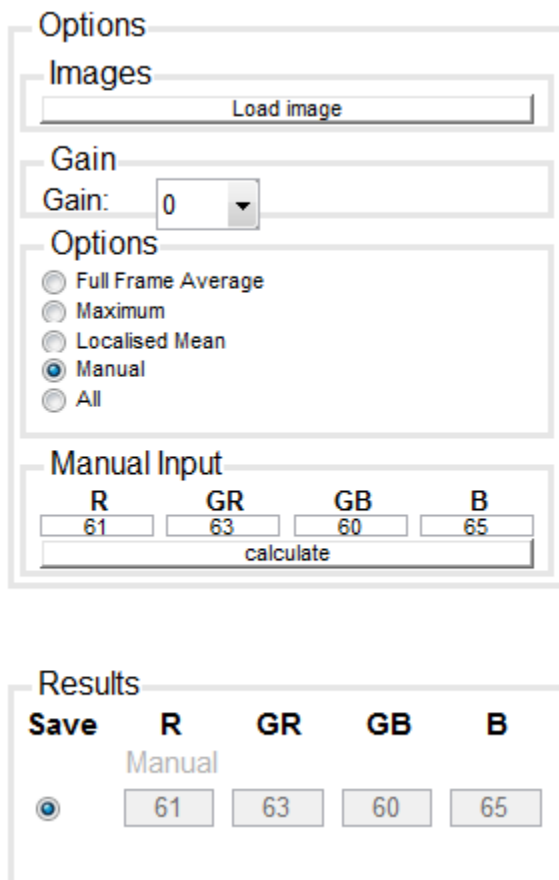


ISP Calibration

- 导入黑电平 raw 文件



ISP Calibration



The image shows a software interface for ISP calibration, divided into three main sections: Options, Manual Input, and Results.

Options

Images

Load image

Gain

Gain: 0

Options

☐ Full Frame Average

☐ Maximum

☐ Localised Mean

☒ Manual

☐ All

Manual Input

R	GR	GB	B
61	63	60	65

calculate

Results

Save

Manual

☒ Manual

R	GR	GB	B
61	63	60	65

- 若使用raw文件产生黑电平，options中选择Localized Mean，然后Load image，导入raw文件，最后需要保存。
- 若黑电平由查阅Sensor手册得出，需手动设置黑电平，在options中选择Manual，然后填入对应的黑电平，calculate之后保存。

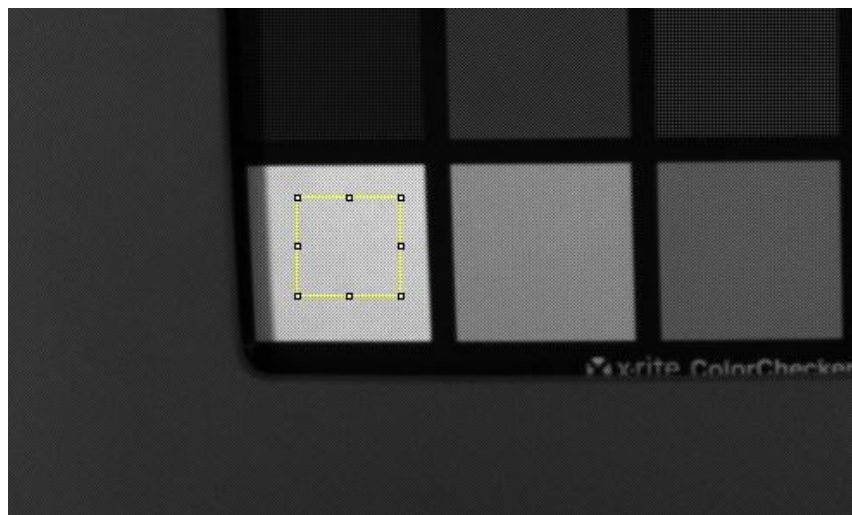
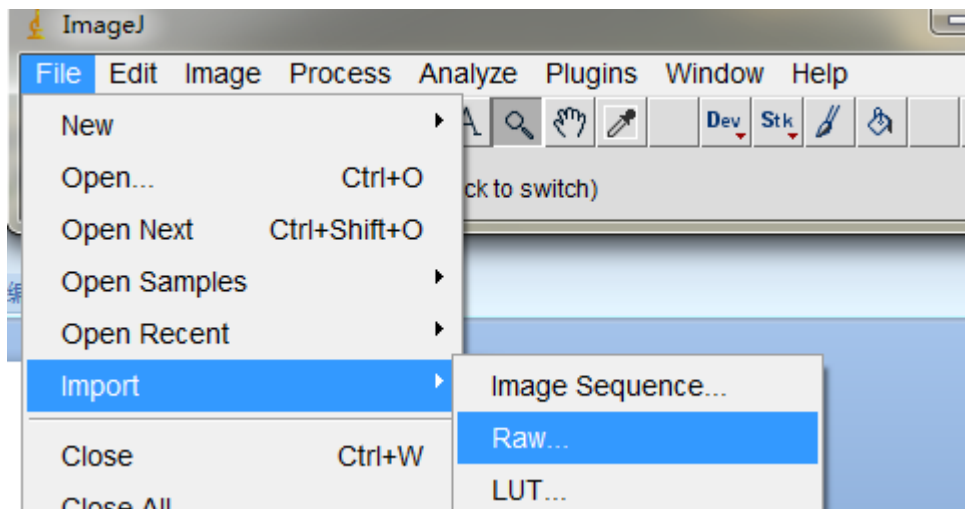
色彩校正矩阵（CCM）

- 色彩校正矩阵分为高、中、低色温三种。每两种之间色温差值要大于等于400。
- 实际场景中，5000K及以上的色温下，最佳色彩校正矩阵基本不变，而较低色温时需要的色彩校正矩阵变化大。因此，若无特定场景需求，推荐高、中、低色温分别在D50、TL84、A光源下校正。

抓取Raw（适用于CCM和AWB）

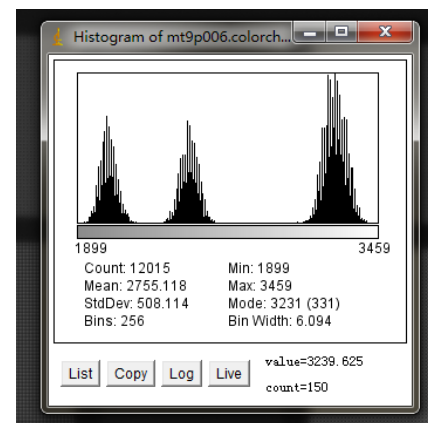
- 在灯箱特定光源下，拍摄24色卡，注意不要引入太大畸变。
- 在对好焦的基础上，稍微再调整一点，使画面略微模糊，这样可减少噪声对颜色校正的影响。
- **Again** 与 **Dgain** 设为最小值，
- 调节曝光时间，使亮处的亮度值为最大亮度的80%左右，如果不能满足，可以调大**sensor Gain**。
- 捕获raw image，建议统一捕获成12bit。
- 将文件名改为[BaseName]. colorchecker.xxx.raw，放入ISP Calibration工作目录(注:xxx需要填写色温，如A、TL84、D50、D65)

查看Raw亮度方法



用ImageJ打开raw

直接按H查看全局统计信息，或如图选中白色块，再查看统计信息最亮一个波形的波峰值。
关于亮度：例如12bit数据，总亮度即为4096,80%为3276。



色彩校正矩阵（CCM）

校正方法

由ISP Calibration校出

步骤 1：设置CCM Calibration Settings,设置合适的Weight, Target Saturation = 100 , Gamma 导入用户Gamma，如图设置。如果需要修改色调，调整Target Hue的值。如饱和度不满足，可以修改target Saturation 值。

步骤 2：选择对应的Color Temperature,然后Load Raw Image.每次校正完后，都要回到Step1.

建议：A光源时候，把饱和度调成90%

CCM Calibration Settings

Target Hue (degrees)
0

Target Saturation %
103

ISP Gamma
gamma_indoor.txt

Target Colorspace
sRGB

Patch Weight Selection

	1	2	3	4	5	6	
1	1	2	1	1	1	0	
2	1	1	1	1	1	1	
3	2	2	2	1	1	0	
4	0	0	0	0	0	0	

Reset Patch Weights

Load Calibration Image

Color Temperature
☒ High ☐ Medium ☐ Low

Load RAW Image Load RGB image

Reset Lab Target Load Lab Target

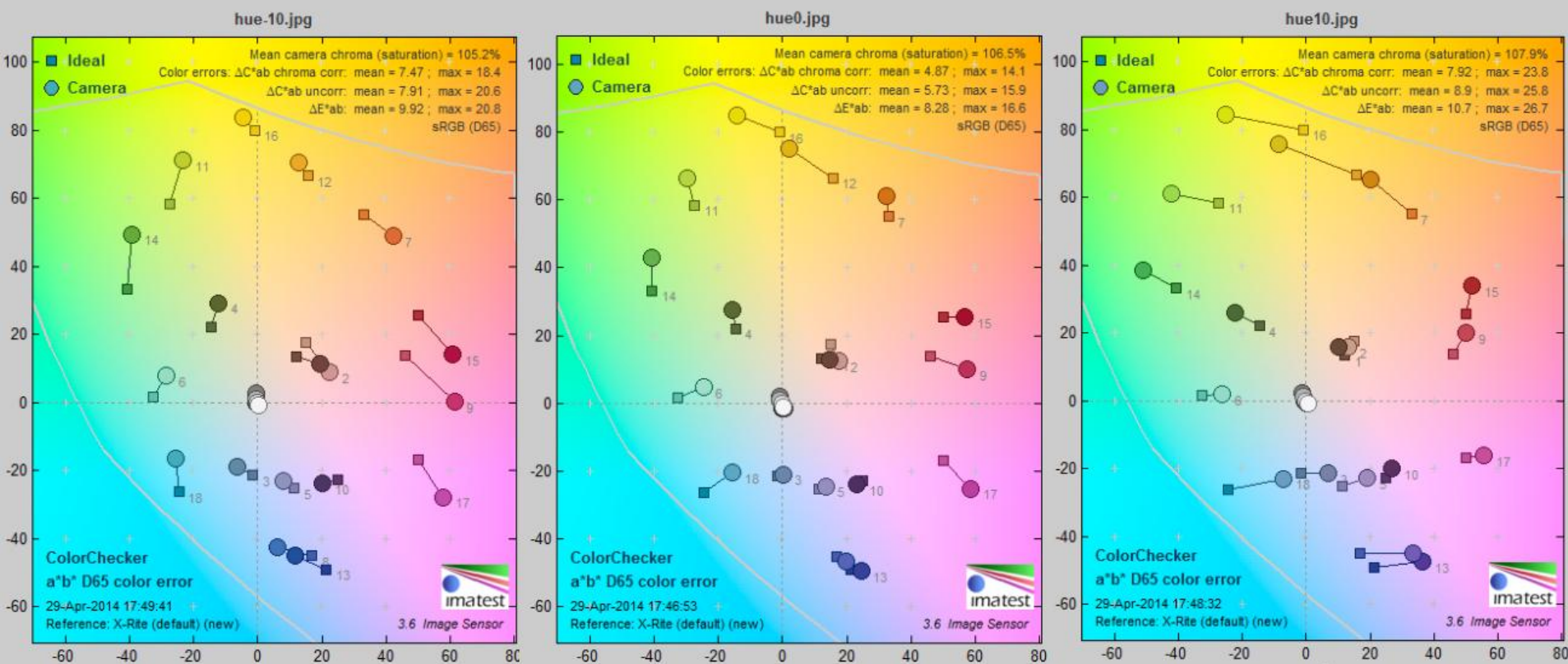


gamma_indoor.txt



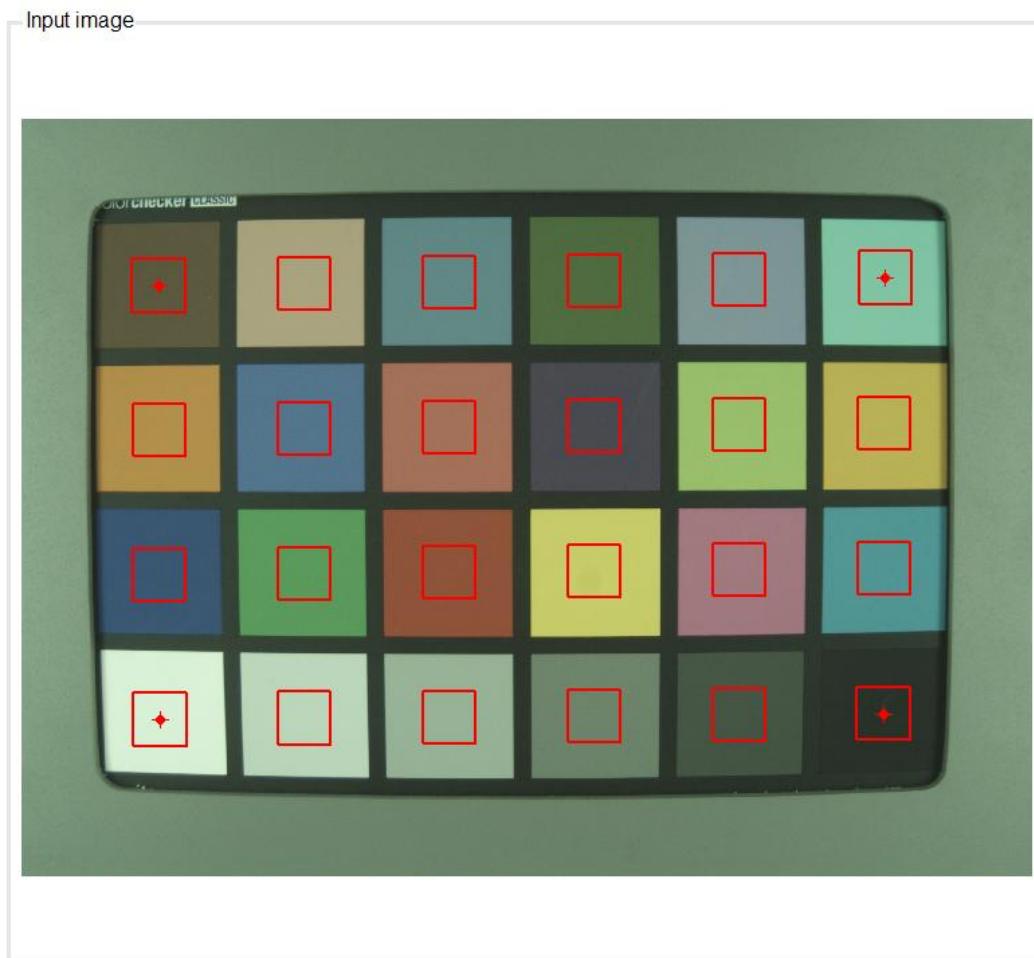
gamma_outdoor.txt

ISP Calibration



也可以通过调节Hue值调节颜色，Hue值减少，整体顺时针旋转，Hue加大，整体逆时针旋转
建议通过微调Hue值来调节颜色风格

ISP Calibration



选择Load Raw Image后，出来该选项，调整红色方框，使其对24色块进行正确采样，设置完后，进行保存就退出了Color Checker Patches选框。

Options

Image type

☒ Orthogonal

☐ Fisheye

Patch size

Max patch size width

ISP Calibration

Color Checker



Results

CCM Chroma Correction

1

CCM Saturation Correction

1.8634

High Temperature CCM

	R	G	B
R	1.8789	-0.6211	-0.2578
G	-0.1641	1.4844	-0.3203
B	0.0273	-0.6289	1.6016

Re-Calculate CCM

Color Error Evaluation

DIN99d

CIEDE2000

CIECAM02

DE OSA

退出Color Checker Patch选框后，会自动回到IQ Tool | CCM选框，在Color Checker中有校正颜色后的预览结果。在Results栏中会有计算出来的CCM值。重复上面的过程，将高、中、低色温的CCM校正完成，保存退出。注意：工具中的La*b* Color Error，仅仅作为一个参考，和Imatest差异比较大，建议直接使用Imatest测试。

白平衡

- **静态白平衡**

白平衡算法的基准参数

- **自动白平衡**

适应不同色温的校正曲线

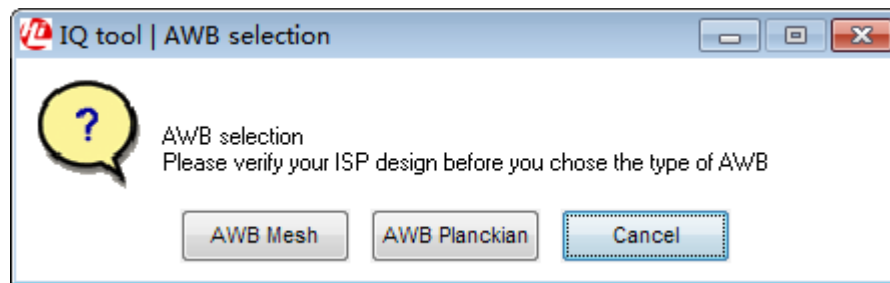
色温选择

- 静态白平衡校正用到的色温作为基准色温。自动白平衡需要3种不同色温的光源，其中中间的色温与基准色温相同。
- 实际场景色温越接近基准色温，颜色越准确。
- 实际场景色温在3种色温范围内时，3种色温相差越小颜色越准确。
- 实际场景色温在3种色温范围外不如在范围内颜色准确。
- 实际应用场景中，常见的色温范围是**2000K~9000K**，且正常白天日光多在**5000K**左右，因此若无特定场景需求，推荐选取**A、D50、D75**三种光源校正白平衡。即使选择其它色温的灯管，中间色温仅可选择**D50**。

ISP Calibration



选择AWB开始启动
AWB校正过程。选择
AWB Planckian，进
入IQ TOOL | AWB
Planckian校正框。



ISP Calibration

Options

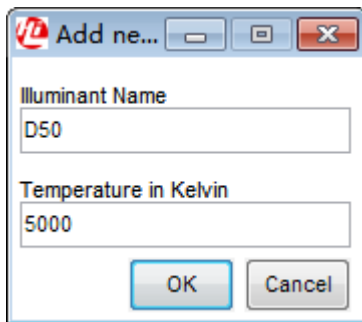
Light Source in Planckian Locus

ADD: Planckian white point from image

REMOVE: Planckian white point

Calculate AWB

Calculate AWB



A dialog box titled "Add new..." with a red icon. It contains two input fields: "Illuminant Name" with the value "D50" and "Temperature in Kelvin" with the value "5000". At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

在IQ Tool | AWB Planckian对话框的Options中，选择ADD Planckian white point from image，然后在弹出的对话框中填上Illuminant Name和Temperature in Kelvin，将A, D50, D65的raw image加入，如下图(D65使用了D75的实际色温image)。其中Temperature in Kelvin填入raw image的实际色温。

Light Source Inputs

Light Source in Planckian Locus

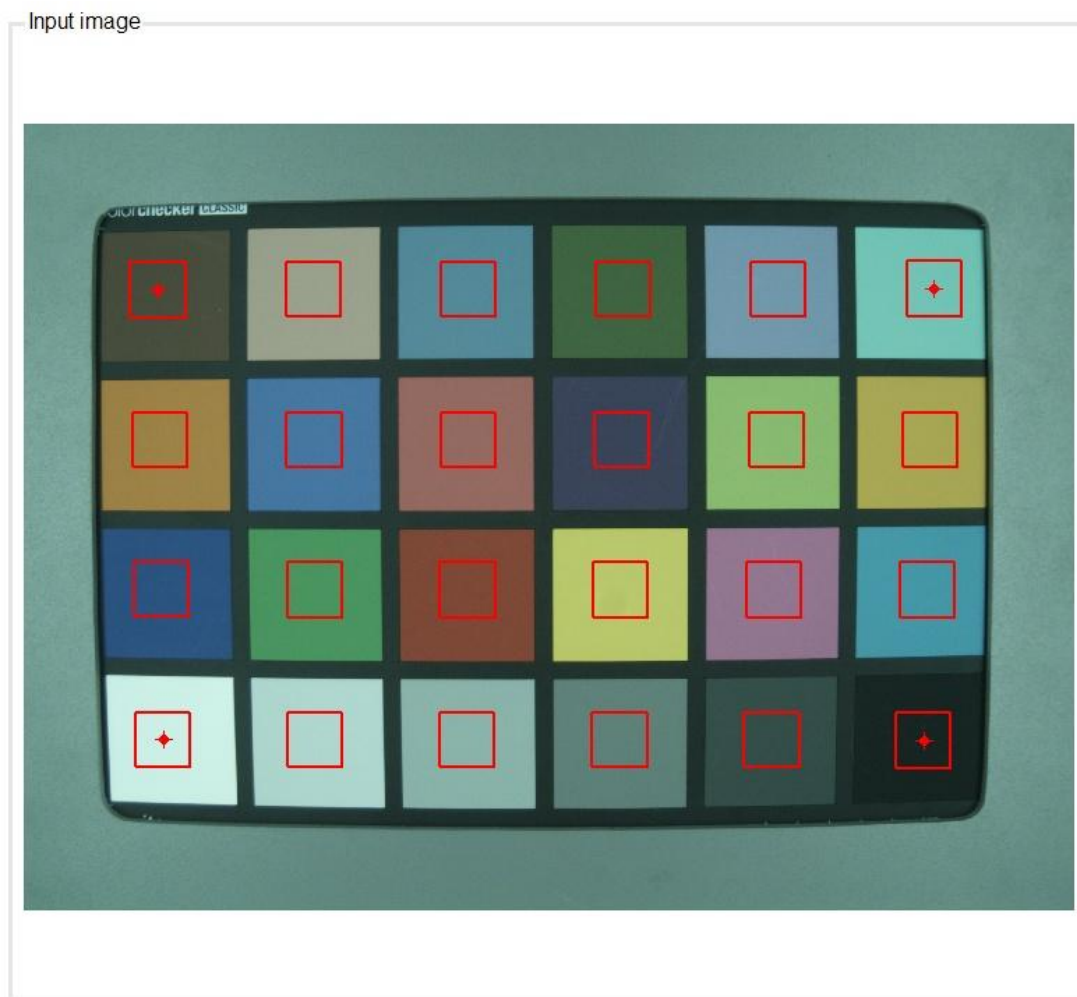
	Illuminant	Temperature	RG	BG
1	D65	6930	0.6074	0.9001
2	D50	4850	0.7044	0.6918
3	A	2470	1.2359	0.4125

ISP Calibration

注意：

1. 设置Temperature in Kelvin，将实际测得的色温值填入。
2. 灯管的色温不是稳定不变的，从打开到完全稳定可能有**200K**左右的误差。长久使用后色温也会变化。
3. 如果没有色温计，可以在买灯管时校正一次。色温偏差不大的话可以接受。
4. 如果Image有shading，需要先进行shading校正后才能校正白平衡参数。

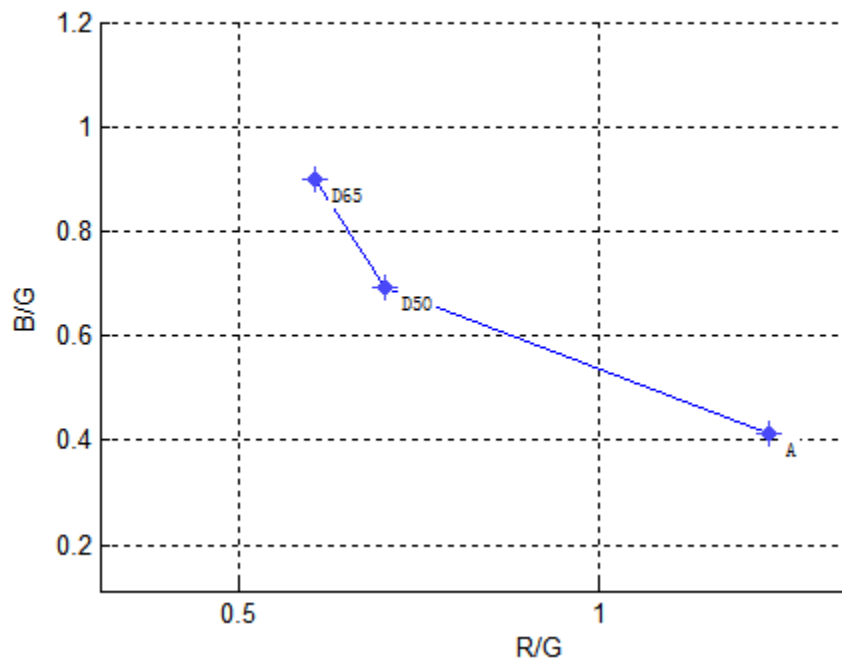
ISP Calibration



在ADD Planckian white point from image时，总会弹出IQ Tool | Color Checker Patches的对话框，同样，需要调整红色方框，使其对24色卡正确采样。

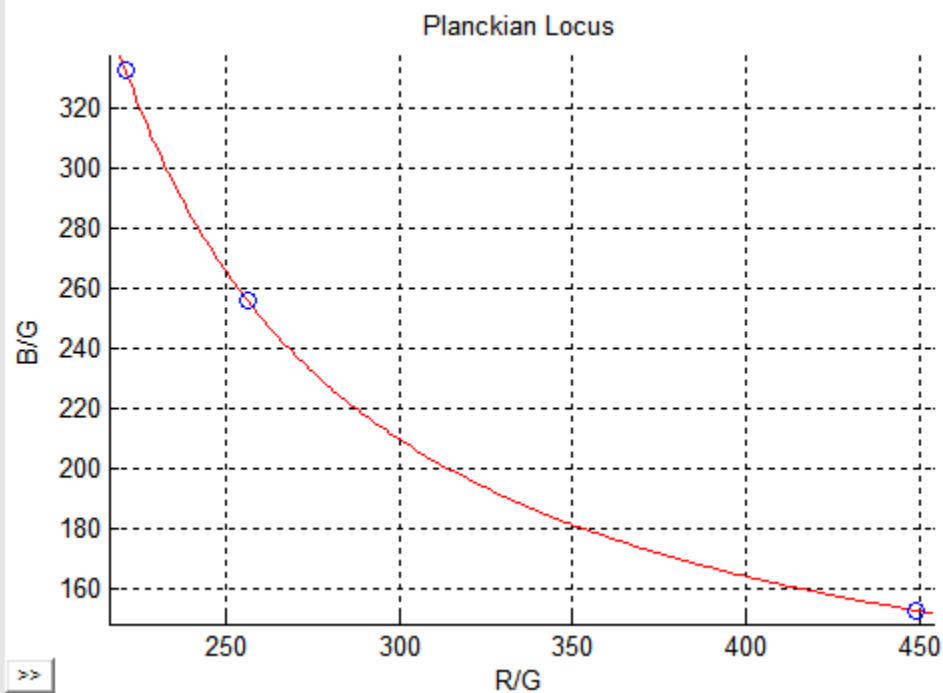
ISP Calibration

Planckian Locus



在加入三个色温点后，其会自动生成如下结果，选择Calculate AWB,然后保存，即可。

Results



ISP Calibration

CCM参数:

在每一步校正完成之后，都需要对相应步骤的结果进行保存。所有校正都完成后，需要在ISP Calibration Tool界面进行总体的保存，其将所有结果保存成文件，在相应文件中查找结果。

```
ov5658_calibration_ccm.h
12
13 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_R 0x01F9
14 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_G 0x80B3
15 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_B 0x8046
16 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_R 0x802C
17 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_G 0x01A2
18 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_B 0x8076
19 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_R 0x0004
20 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_G 0x8090
21 #define MT_ABSOLUTE_LS_D50_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_B 0x018C
22
23 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_R 0x01BB
24 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_G 0x8068
25 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_B 0x8053
26 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_R 0x8041
27 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_G 0x016E
28 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_B 0x802D
29 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_R 0x8002
30 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_G 0x80BB
31 #define MT_ABSOLUTE_LS_D40_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_B 0x01BD
32
33 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_R 0x01AE
34 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_G 0x80AA
35 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_R_B 0x8004
36 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_R 0x8039
37 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_G 0x0142
38 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_G_B 0x8009
39 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_R 0x800F
40 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_G 0x8156
41 #define MT_ABSOLUTE_LS_A_CALIBRATE_CCM_LINEAR_B_B 0x0265
```

ISP Calibration

AWB参数校正结果:

```
ov5658_calibration.h
7
8  /* Calibration results for Black Level */
9  #define BLACK_LEVEL_R_VALUES {1*16, 63}
10 #define BLACK_LEVEL_GR_VALUES {1*16, 61}
11 #define BLACK_LEVEL_GB_VALUES {1*16, 60}
12 #define BLACK_LEVEL_B_VALUES {1*16, 65}
13 // Calibration results for Static WB
14
15 #define CALIBRATE_STATIC_WB_R_GAIN 0x16B
16 #define CALIBRATE_STATIC_WB_GR_GAIN 0x100
17 #define CALIBRATE_STATIC_WB_GB_GAIN 0x100
18 #define CALIBRATE_STATIC_WB_B_GAIN 0x172
19 /* Calibration results for Auto WB Planck */
```

```
ov5658_calibration_04-Dec-2014-10.35.08.txt
642 %#----- AWB Planckian parameters
643 calParams.AWB_Planckian.WB_static = [ 1.419737  1.445448];
644 calParams.AWB_Planckian.rg_cal = [ 221, 256, 449, ];
645 calParams.AWB_Planckian.bg_cal = [ 333, 256, 153, ];
646 calParams.AWB_Planckian.color_temp_cal = [ 144, 206, 405, ];
647 calParams.AWB_Planckian.p1 = 0x005E; % in dec 94;
648 calParams.AWB_Planckian.p2 = 0x000F % in dec 15;
649 calParams.AWB_Planckian.q1 = -0x0093 % in dec -147;
650 calParams.AWB_Planckian.a1 = 0x29318 % in dec 168728;
651 calParams.AWB_Planckian.b1 = 0x0080 % in dec 128;
652 calParams.AWB_Planckian.c1 = -0x1D411 % in dec -119825;
653
```


独立光源点

- 可以用来改善特定光源下的**AWB**效果（与手动白平衡不同，还会继续调白平衡，只是更准确）。如果不确定使用环境，一般不推荐使用，会影响其它光源下，有与独立光源相近颜色的场景下的白平衡效果。
- 对极低和极高色温，可以尝试添加独立光源点，风险相对较小。
- 在目标光源下，抓取24色卡的raw，并且在**IQ Tool | AWB Planckian**框中选择**Add: Planckian white point**，在**Light Source Inputs**中获取RG,BG值，将该独立光源的这两个值分别取倒数，然后分别乘以256，即得到静态白平衡值（得到的是**WhiteRgain**和**WhiteBgain**，可以使用D50的色温静态白平衡验证操作的正确性）。校正的参数可通过**HI_MPI_ISP_SetAWBAttrEx**接口配置。

ACM色彩管理

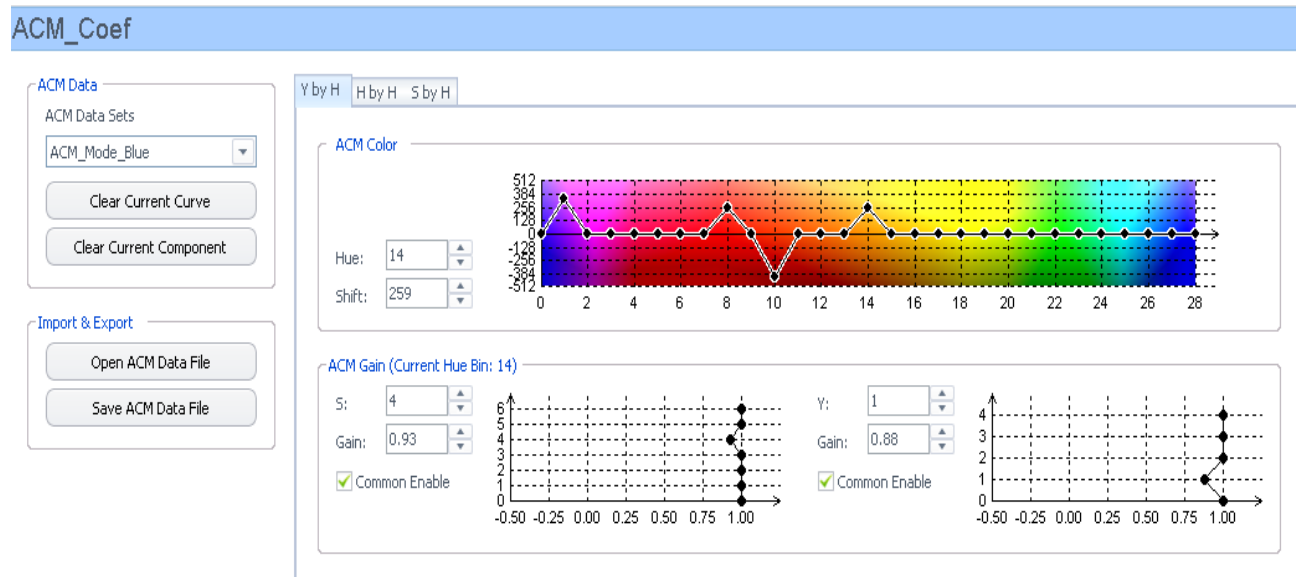
- 概念

- ACM是自动色彩管理的简称。色度是指色彩的色调，饱和度是指色彩的鲜艳程度即纯度。
- 通过调节图像的色度和饱和度，使得图像的成色效果更佳，图像显得更加艳丽。

- 功能

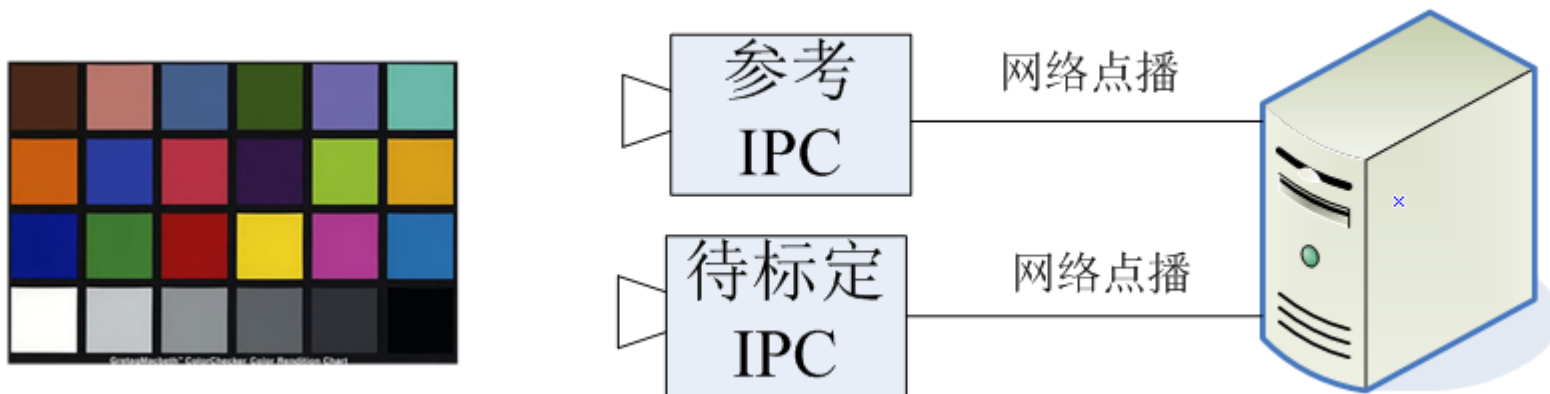
- 补偿不同色域之间的表现差异，以便在不同的显示终端上达到一致的显示效果
- 根据用户的喜好和风格来表现颜色

ACM的调节曲线



- 选择需要调节的颜色，并根据颜色的偏移对曲线做调整

用ACM拷贝颜色



- 通过ACM的颜色拷贝工具，对参考相机和待标定相机采集得到的色卡，进行标定，生成颜色调节曲线和Gain，并设置的相机中，可以得到高精度的与参考相机匹配的颜色。

Gamma

- **Gamma**对图像质量的具有显著的影响，不同的gamma曲线可以取得不同的效果。
- **Gamma**会影响到对比度与暗处细节。对比度越高，通透性越好，但相应的暗处细节损失越多。
- **Gamma**也会对颜色产生影响。一般对比度越高的**Gamma**曲线，饱和度也越高。

Gamma

- 可用HI_MPI_ISP_SetGammaAttr接口配置，详见《HiISP 开发参考》。
- 目前针对室内室外场景，各调试了一组Gamma，详见cmos.c文件。
- 可以利用HiPQTools工具调节Gamma，建议在现有Gamma表上修改。Gamma曲线必须保证平滑变化。
- 曲线前半部分越低，对比度越高。

颜色评估

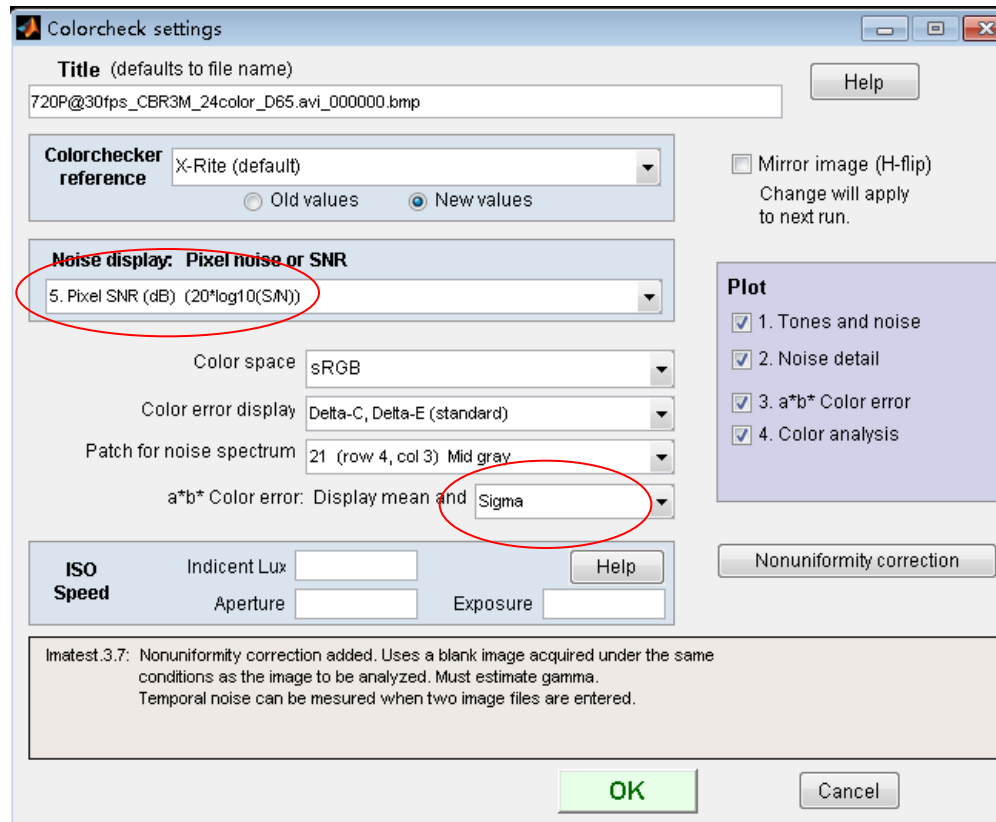
- 校正完颜色后，需要对整体表现进行评估，并微调不满意的地方。
- **ISP Calibration**中的**color error**不能完全代表实际情况。
- 评估包括主观场景与客观指标
- 客观指标部分可用**Imatest/PQ tools**测试**24色卡**，可测出白平衡(**AWB**)与色彩还原(**CCM**)好坏。

Imatest



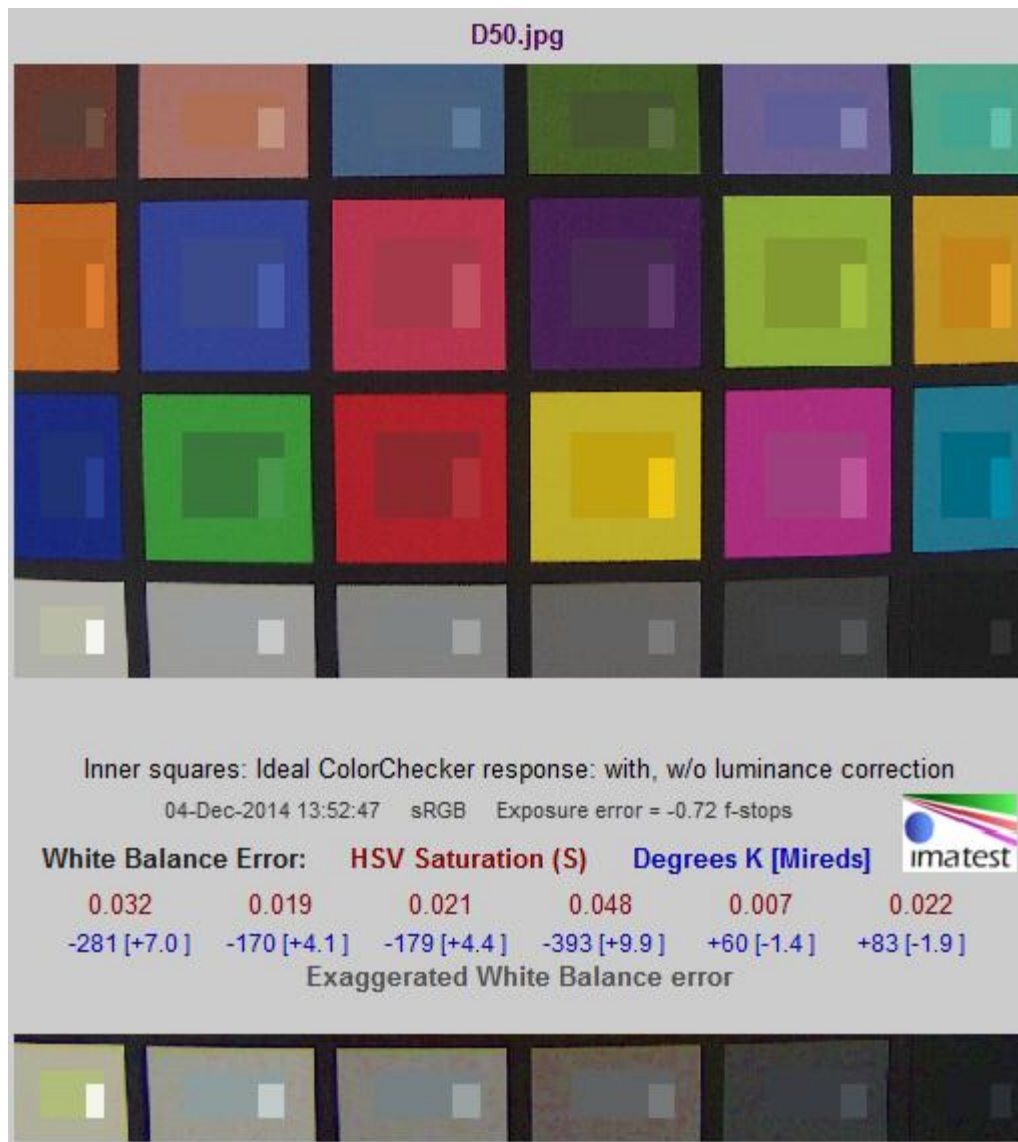
推荐用最新版本

Imatest



白平衡

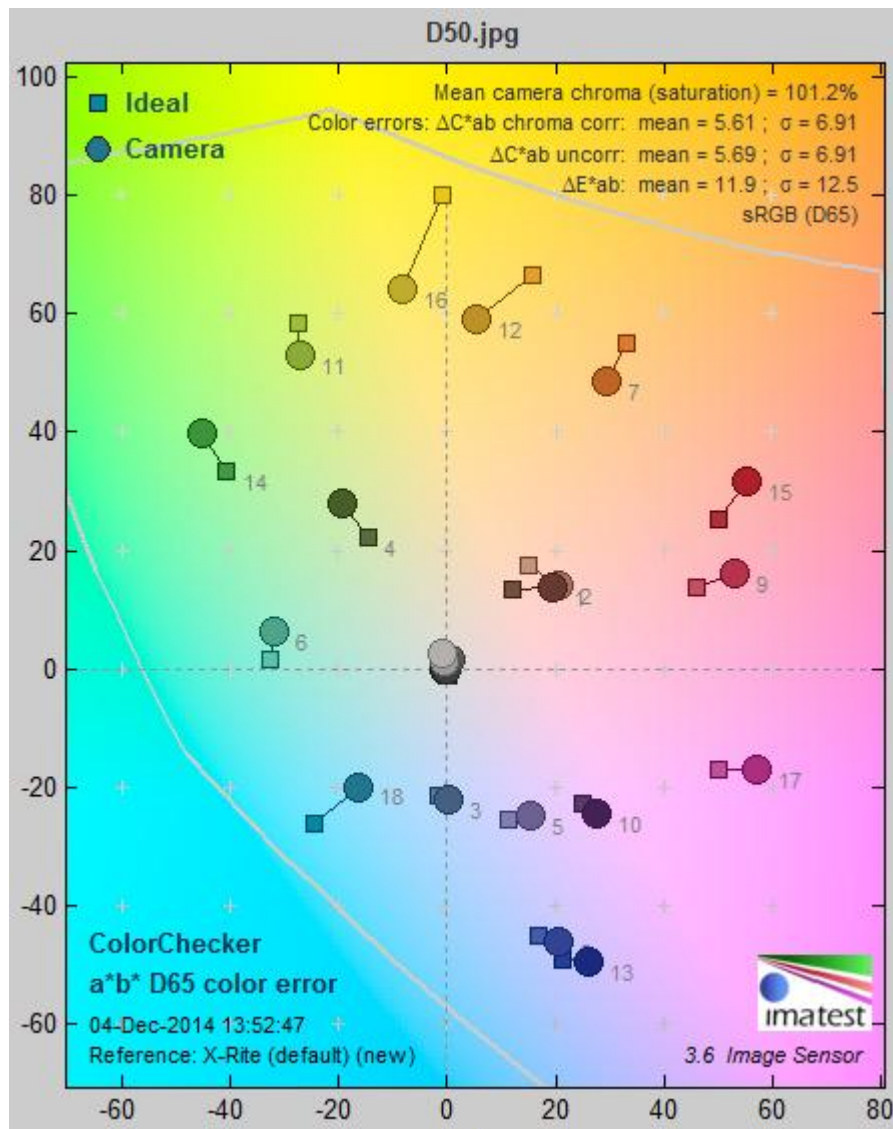
- 取下面白格第2-4格中S值最大的，作为白平衡指标。S<0.10达标
- 测试多色温的白平衡。
A、TL84、D50、D75...



Imatest

$\Delta C(\sigma)$	<10
$\Delta E(\sigma)$	<15
Sat	100~130

评估颜色时，请测试尽量多色温的白平衡与色彩还原



目录

● 简介

- 流程介绍
- 准备工作
- 校正软件、设备、图卡

● 颜色

- 概念
- 黑电平
- 色彩校正矩阵
- 白平衡
- Gamma
- 独立光源点

● 清晰度、噪声

- 概念
- Noise Profile
- Demosaic
- 连动调节
- VPSS调节

● 其他

- AE控制
- 镜头阴影校正
- 坏点校正
- WDR Sensor

清晰度、噪声

清晰度

噪声

很多时候，清晰度与噪声是一对矛盾的概念，只能根据喜好权衡。

清晰度

- 边缘锐度

大边缘的清晰度是影响人主观感受重要因素

- 解析度

反应细节纹理的表现，

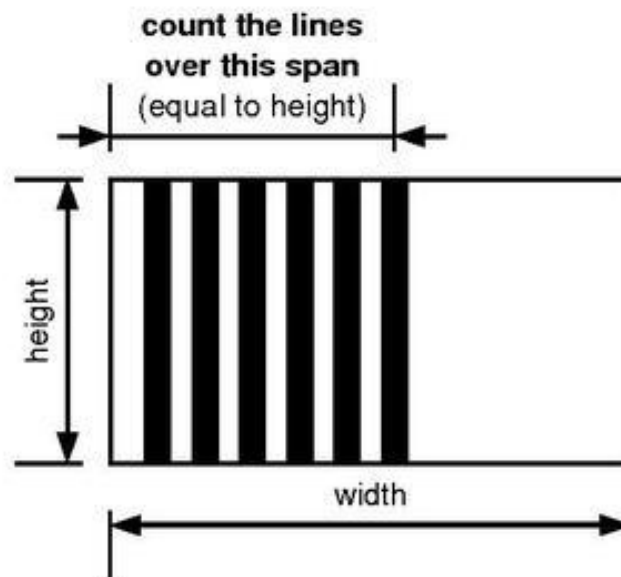
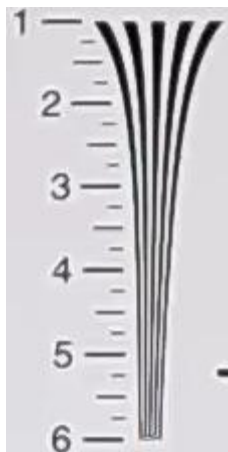


Sharpen



解析度

解析度（分辨率），单位是**Television lines (TVL)**。是从模拟摄像机继承的概念。意思是从水平方向上看，在相当于图像高的长度里可以分辨出来的最大线数，黑线与白线均计入其中。



影响清晰度因素

- **滤光片**

- 滤光片对解析度的影响：有些滤光片具有OLPF（光学低通滤波）功能，将降低水平解析度或垂直解析度，对水平和垂直解析度降低的程度不一，主要由OLPF的方向决定，OLPF的方向分为三类：水平方向，垂直方向，水平和垂直方向。具有水平方向的OLPF的滤光片对水平解析度有影响，具有垂直方向的OLPF的滤光片对垂直解析度有影响，同时具有垂直方向和水平方向的OLPF对水平和垂直的方向都有影响。没有OLPF功能的滤光片对解析度没有影响。

- **镜头**

- 镜头对sensor的影响：当sensor的分辨率大于镜头的分辨率时，图像最大的分辨率为镜头的分辨率。例如，1080p的sensor需要的镜头的分辨率必须大于2M,否则将降低分辨率。因此，镜头的分辨率不能低于sensor的分辨率。

- **Demosaic**

- Demosaic 作为ISP的图像处理模块，相关参数的配置也会影响图像的解析度。

- **Sharpen、Denoise**

- 锐化与去噪的强度会跟随增益连动。
- VPSS

影响噪声因素

- **FPN**

- FPN是指fixed pattern noise, 由于cmos sensor工艺本身的原因, 有些sensor会表现出来固定的列噪声或者行噪声, 在低照度下表现出明显的绿色的竖条纹, 解决此类问题首先需要知道sensor公司是否提供了相应的配置序列来改善此类噪声, 其次, 可以使用Hi3516A/Hi3516D提供的去 FPN模块进行去掉FPN, 可参考HiISP 开发参考。

- **电源**

- 电源噪声在图像上的表现主要为横条纹类型的噪声, 一般是由于供给sensor的电源电压波动过大, 或者供给sensor的时钟源的相位与主芯片的时钟相位有偏移。

- **Noise Profile**

- Noise Profile是指sensor噪声型式, 可以理解为sensor的噪声特性, 每款sensor都有不同的噪声型式, 在ISP代码中, 用一个noise profile table来表示。Noise profile与Denoise共同决定去噪强度。

- **Demosaic**

- Demosaic 作为ISP的图像处理模块, 相关参数的配置也会影响图像的噪声。

- **Sharpen、Denoise**

- 锐化与去噪的强度会跟随增益连动。

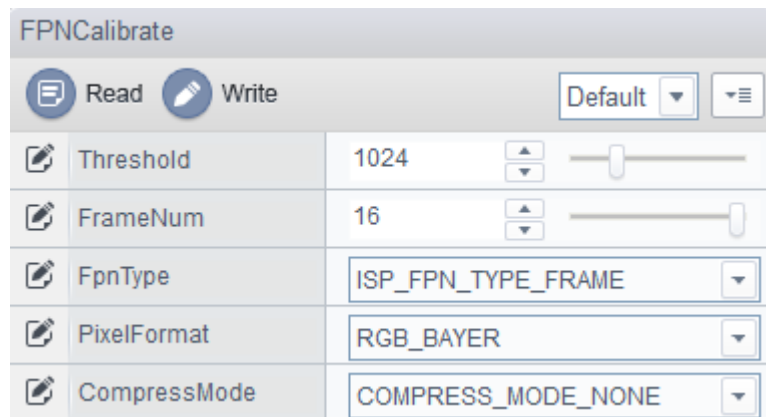
- **VPSS**

FPN

校正方法

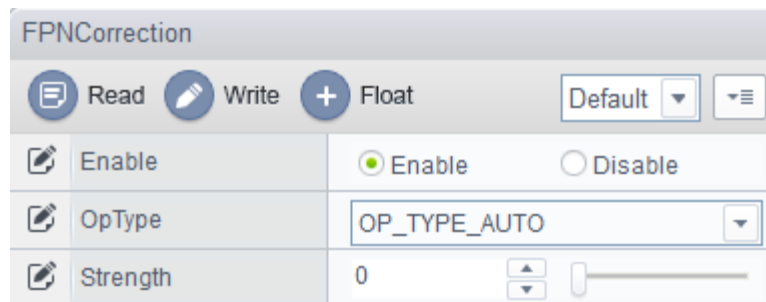
由PQ Tools校出

FPN校正时候，需要在全黑的环境（关掉iris或者其它方法），参数建议如右边设置。在FPN Calibrate页面中，点击Write开始进行校正。校正结束后，在FPN Correction中，使能Enable FPN，建议使用OpType 为OP_TYPE_AUTO，即可以看到FPN的效果。



FPN Calibrate interface showing settings:

FPN Calibrate	
Read Write Default	
Threshold	1024
FrameNum	16
FpnType	ISP_FPN_TYPE_FRAME
PixelFormat	RGB_BAYER
CompressMode	COMPRESS_MODE_NONE



FPN Correction interface showing settings:

FPN Correction	
Read Write + Float Default	
Enable	<input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable
OpType	OP_TYPE_AUTO
Strength	0

FPN

校正方法

由PQ Tools校出

右边图片上，上面图片是有FPN的，经过校正后，变成了右边下面图片了，已经去掉了FPN了。



Noise Profile

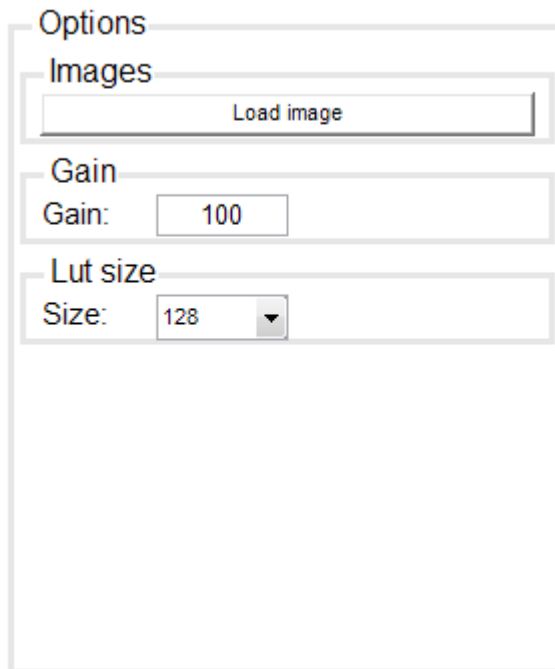
校正方法

由ISP Calibration校出

Noise Profile的校正仅依赖于黑电平。选择D50下抓取的Raw，软件自动计算得出结果。

注意，校正此参数必须是12bit的raw。即使是10bit的sensor也需要捕捉12bit的Raw数据。

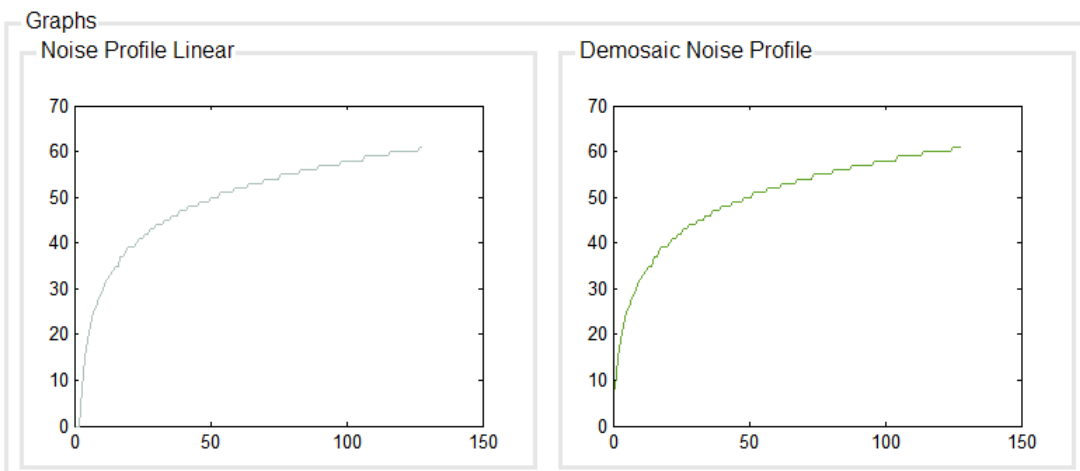
在IQ Tool | Noise Profile页面，选择Options的Load Image命令，选择D50的Color Checker，调整色块采样位置，保存，即得到结果。



The screenshot shows a software interface titled "Options". Under the "Images" section, there is a "Load image" button. Below this, the "Gain" is set to "100". Under the "Lut size" section, the "Size" is set to "128" with a dropdown arrow.

Noise Profile

在IQ Tool | Noise Profile中保存后退出，在ISP Calibration Tool主界面中选择保存，然后在保存结果中查找结果，如右图，可以找到NP_LUT和dmisc_NP_lut，填入cmos.c代码中。



```
ov5658_calibration_04-Dec-2014-15.18.08.txt
16  /*----- NOISE_PROFILE_LINEAR parameters
17  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.NP0.g1x = 0.000062 ;
18  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.NP1.g1x = 0.012000 ;
19  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.lut_size.g1x = 128 ;
20  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.NP_LUT.g1x = [0, 0, 8, 15, 19, 22, 25, 26,
21  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.dmisc_NP_lut.g1x = [8, 15, 19, 22, 25, 26,
22  /*In hex
23  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.NP_LUT.g1x = [0x0, 0x0, 0x8, 0xF, 0x13, 0x16, 0x19, 0x1C,
24  calParams.NOISE_PROFILE_LINEAR.dmisc_NP_lut.g1x = [0x8, 0xF, 0x13, 0x16, 0x19, 0x1C, 0x1F, 0x22,
```

Demosaic

校正方法

用ISO12233解析度卡校正

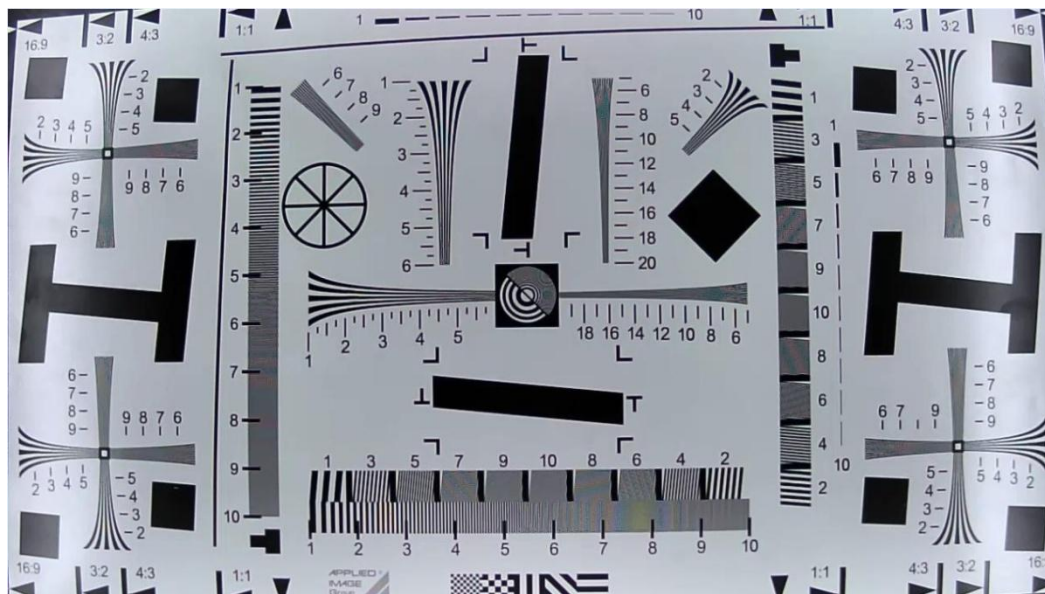
Demosaic

校正Demosaic前提条件：

- 正确设置黑电平
- 校正完noise profile
- 正确设置snr_thresh并开启Denoise
- 关闭DRC
- 选定目标解析度。一般720P要求650以上，1080P要求900线以上，3M(4:3)要求1300,5M要求1600以上。

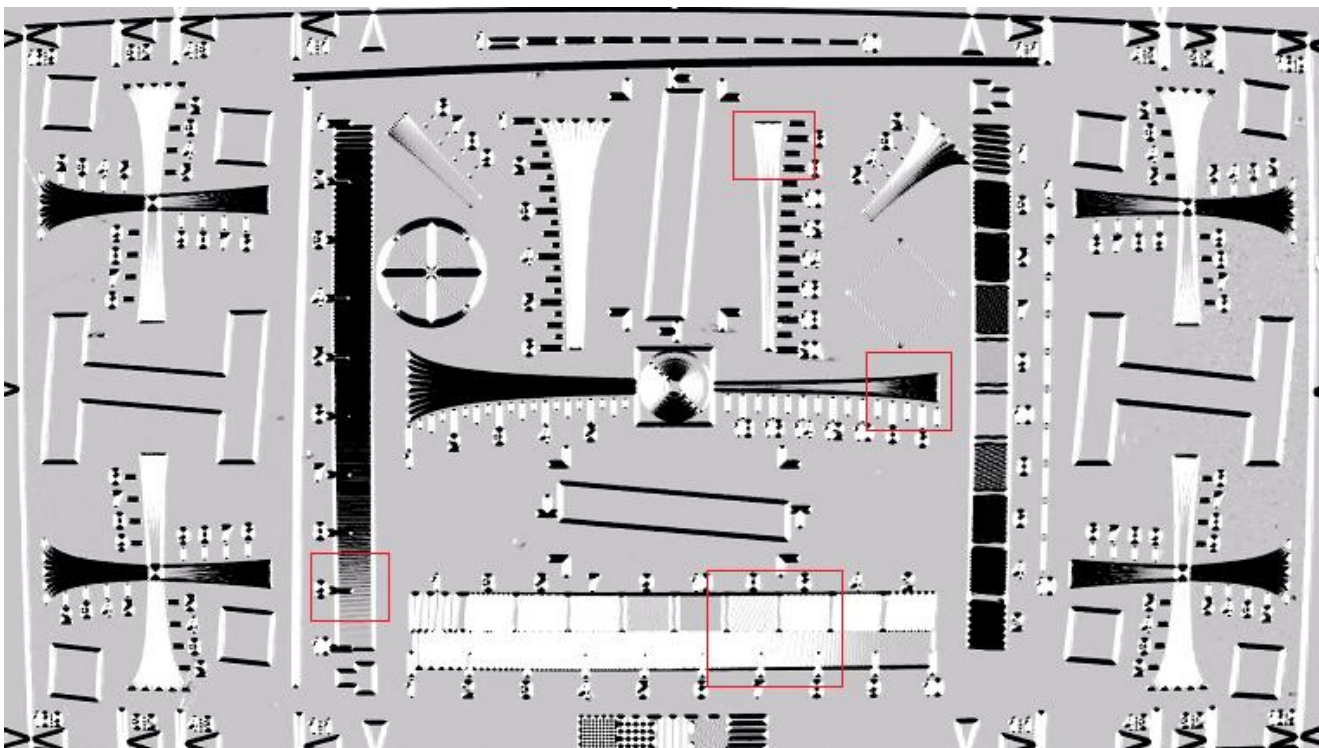
Demosaic

- 一般并不需要调整u8VhSlope、u8AaSlope、u8VaSlope。用默认参数即可。如果是新对接sensor，可以按如下步骤
- 选定目标解析度。一般720P要求650以上，1080P要求900线以上，3M要求1300线以上，5M要求1600线以上。
- 拍摄ISO12233，使图卡正好充满屏幕，并对准焦。
- **u8SatSlope=0x5d**
- **u16SatThresh=0x00**
- **u8AcSlope=0xa0**
- **u16AcThresh=0x1b3**
- **u16UuThresh=0x08**



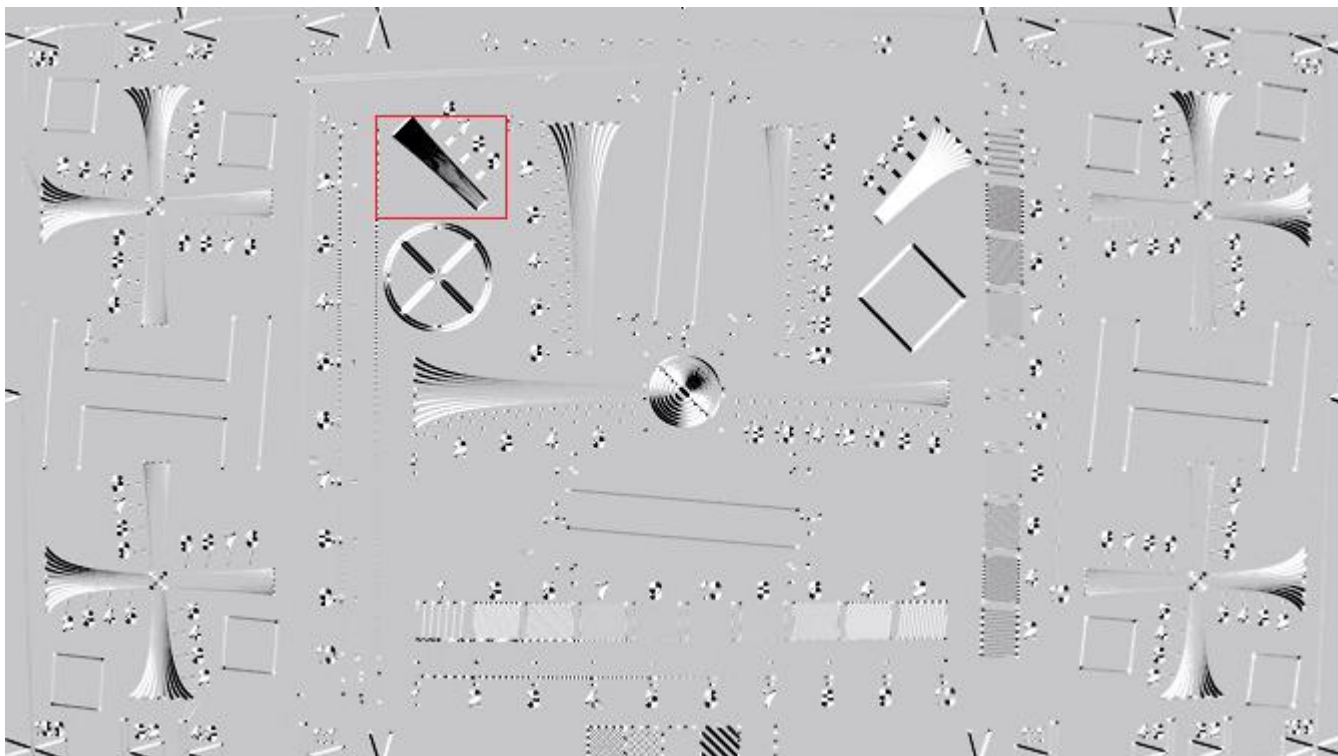
Demosaic VH

- 设DemosaicConfig=ISP_DEMOSAIC_CFG_VH,u16VhThresh=0
- 调节u8VhSlope使水平、垂直解析度达到目标值



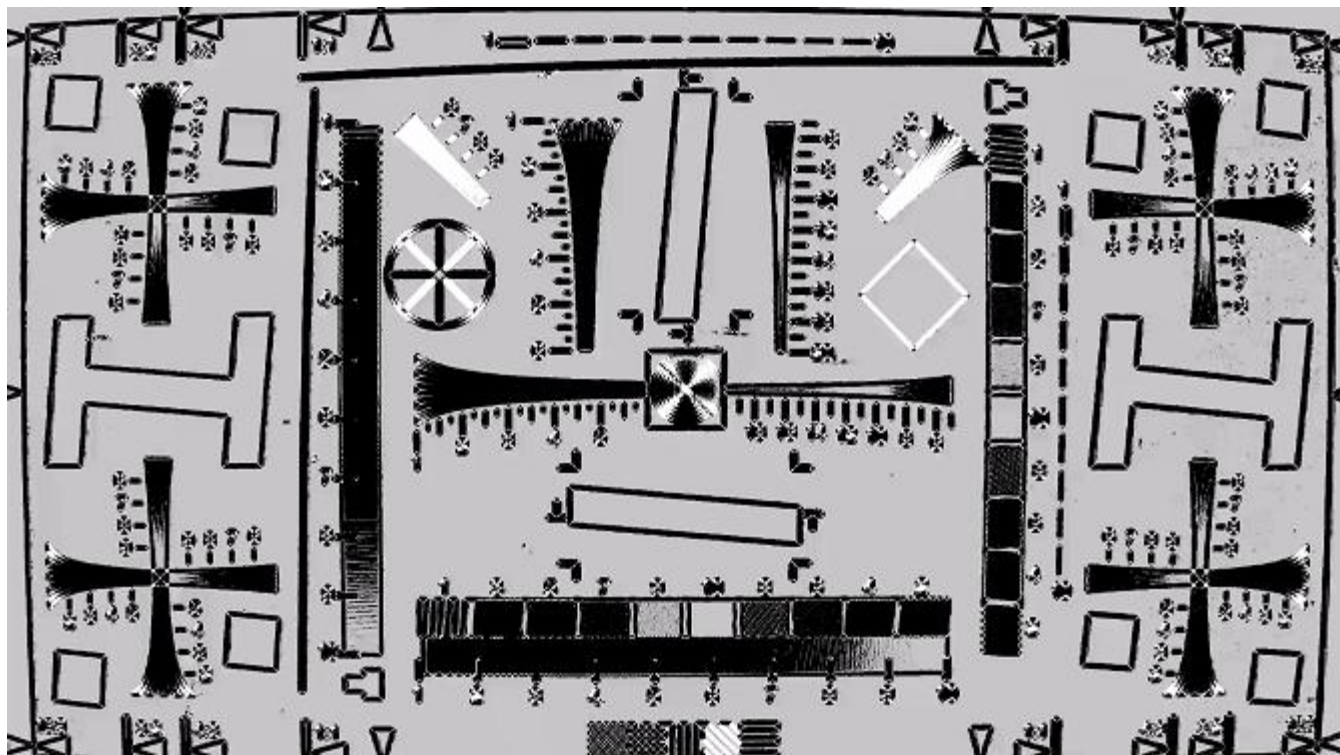
Demosaic AA

- 设DemosaicConfig=ISP_DEMOSAIC_CFG_AA, u16AaThresh=0
- 调节u8AaSlope使斜解析度达到比目标值低50的线数



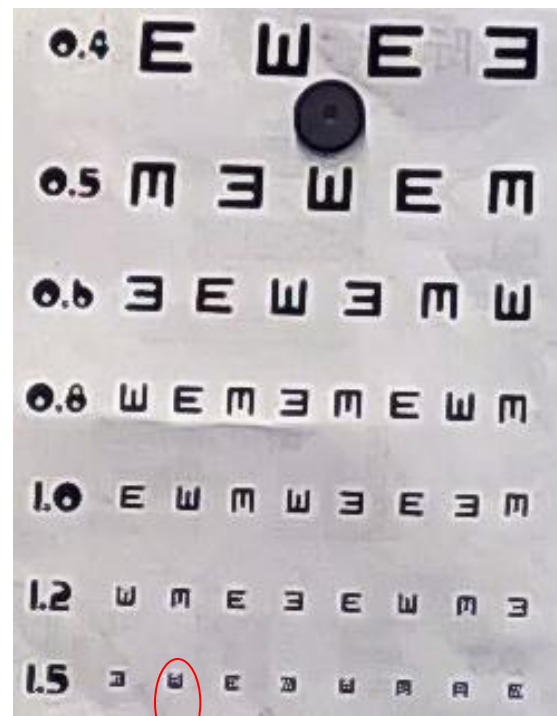
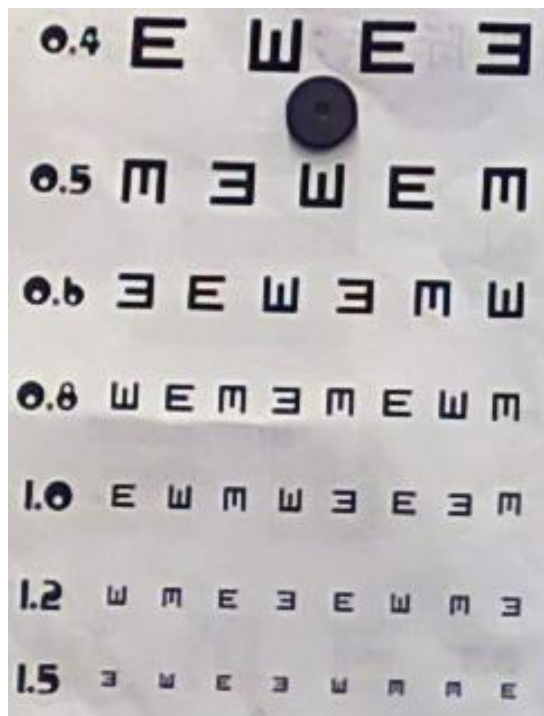
Demosaic VA

- 设DemosaicConfig=ISP_DEMOSAIC_CFG_VA, VaThresh=0
- 调节u8VaSlope使解析度达到目标值



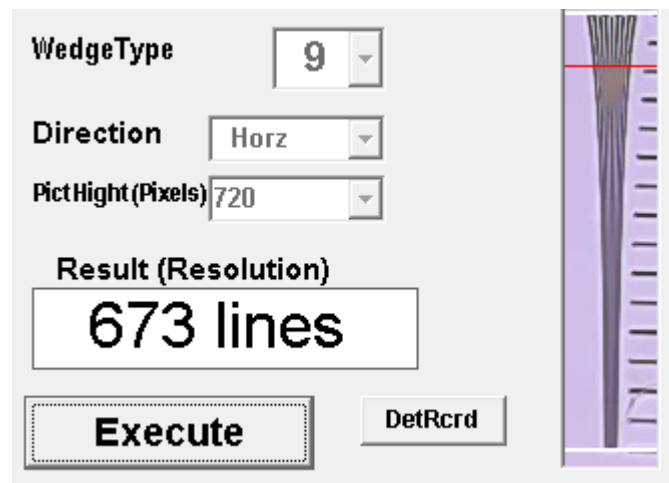
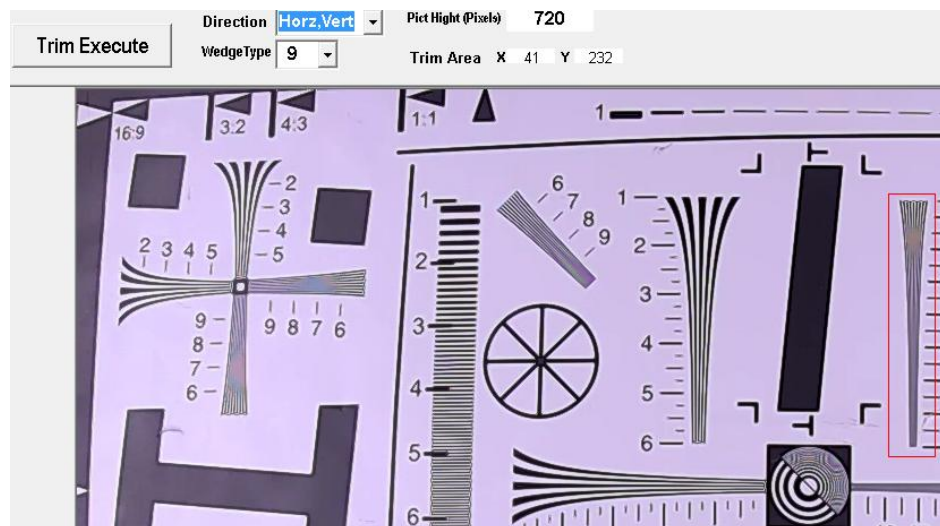
评估Demosaic

- 测试解析度，可用HYRes软件检测解析度值。解析度与UU关系最大。
- 用ISO12233卡观察伪彩强度。
- 观察锯齿情况，尤其是非水平、竖直的长直边缘。锯齿与VA、UU关系较大
- u8UuSlope会较明显影响清晰度与解析度，观察视力表，在清晰度与白边、伪彩间取得平衡
- 所有参数会影响细节，观察远处树叶，细调参数
- 观察低照度噪声情况



HYRes

- 进入Trim模式，加载文件
- **WedgeType**根据线数选择。左边100~600的楔形选5线，右边600~2000的选9线
- 框选楔形，然后点击**Trim Execute**
- 在新的页面，点击**Execute**即可测出线数



g_stlspAgcTable

- 结构体中每一个数组的16个值，分别对应ISO为100、200、400、800、1600、3200、6400、12800、25600、51200、102400、204800、409600、819200、1638400、3276800时的相应参数的值。ISP会根据实际ISO取插值。

ISO = again*dgain*isp_dgain*100。ISO越大，噪声越大。

- 下面2个数组请用如下参数：

//demosaic_np_offset

{0x0,0xa,0x12,0x1a,0x20,0x28,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30,0x30},

//ge_strength

{0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x55,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37,0x37}

Sharpen

- Demosaic模块中存在SharpenAltD、 SharpenAltUd。
- 独立的SharpenRGB模块。
- 3DNR模块中的IE锐化功能。

拍摄较复杂的场景，应该包括纹理细节丰富区域、平坦且有纹理的区域、明显边缘区域。建议拍摄远处的树叶和草地，或者室内复杂物品，例如右图，包括纤细的头发丝。



Sharpen

- **SharpenAltD**表示大边缘锐度，调节时候注意不要出现闪动的白点及白边。
- **SharpenAltUd**表示平坦区域、细节清晰度，同时也会引入噪声。
- **SharpenAltD**、**SharpenAltUd**在调试完去马赛克模块后调试，可以尽量调大，但是应该保证不出来副作用（例如，树叶出来锯齿假象）。
- **SharpenRGB**在**SharpenAltD**、**SharpenAltUd**调节完成之后再调试。
- **sharpenRGB**尽量调大，但是注意不要出来黑点和白边现象。
- 上面的几个**sharpen**参数需要循环调节来查找合适的值，如果**sharpen**效果不够好，可使用**3DNR**中的**IE**来增强，**IE**对细节纹理的**Sharpen**效果比较好。

Sharpen

- 和ISO进行关联，每2倍增益调试一次。
- 用HiPQTools的Sharpen功能调节相应参数。
- 反复调节，直至在清晰度、白边、噪声的权衡中取得满意效果，推荐调到刚好有白边程度。
- 还应参考外场远景场景下清晰度。



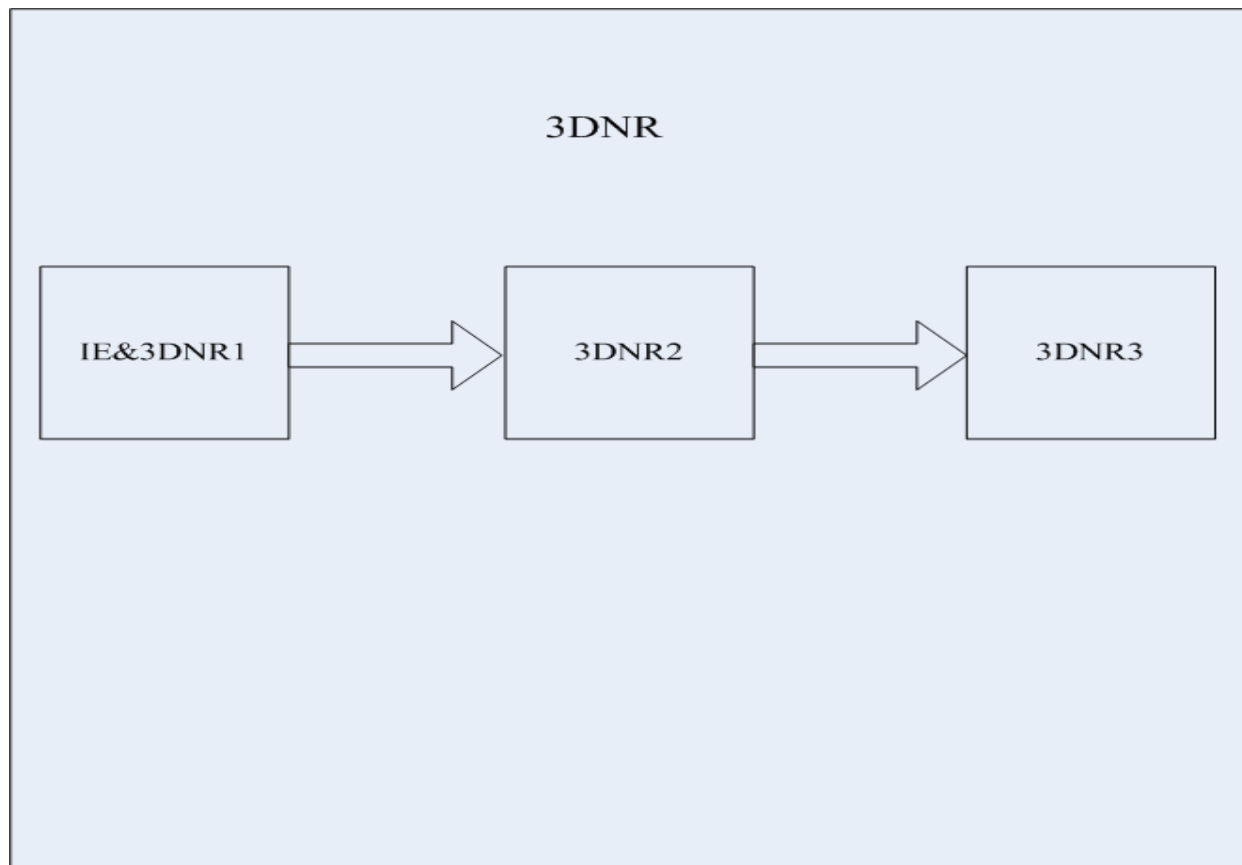
Saturation连动

- 增益大时，若饱和度过高，会引入更多的色度噪声
- 拍摄调节**sharpen**时使用的场景
- 调节**ISO**
- 权衡色度噪声与颜色，调节参数

3DNR

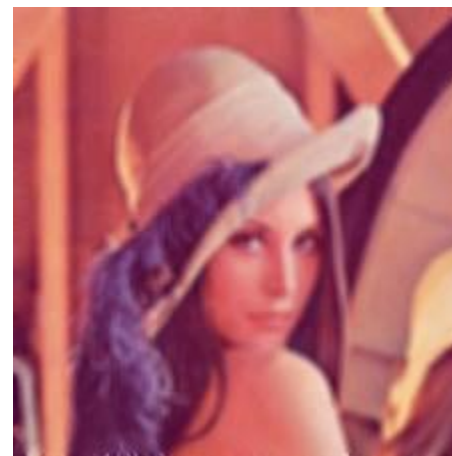
3DNR在软件架构上进行了封装。分为三层。

第一层，可以直接调节s32GlobalStrength，其它3DNR参数设置为-1.其会自动映射为第二层参数，如果修改第一层的其它参数，则会修改覆盖u32GlobalStrength所映射出来的第二层参数。



空域去噪参数

- 影响空域去噪参数为**s32YSFStrength**
- 空域去噪，在去噪的同时，也会将物体边缘变模糊。调节该参数，在去掉噪声和保留物体细节之间进行合适的取舍。
- **s32CSFStrength**是空域的色度去噪参数，可以压制彩色噪声。



未带保边的空域滤波导致细节丢失

时域去噪参数

- 影响时域去噪的参数为**s32YTFStrength**
- **s32YTFStrength** 对静态物体会明显的去噪效果，但是对于运动物体，会有明显的拖影现象。
- **s32CTFStrength**是时域的去噪参数，对彩色噪声有抑制作用。



噪声较强时抑制噪声同时容易带来拖影

去噪参数调节

- **Hi3516A/Hi3516D**的去噪建议先调节**s32GlobalStrength**，在其基础上，调节**s32YSFStrength**， **s32YTFStrength**，**s32CSFStrength**， **s32CTFStrength**。
- **s32YSFStrength**， **s32YTFStrength**， **s32CSFStrength**，**s32CTFStrength**独立作用，可以根据效果单独调节。
- **s32MotionLimen**是运动判决门限，调节该参数会影响内部算法对物体静态、动态的判别，影响运动的拖影。

目录

● 简介

- 流程介绍
- 准备工作
- 校正软件、设备、图卡

● 颜色

- 概念
- 黑电平
- 色彩校正矩阵
- 白平衡
- Gamma
- 独立光源点

● 清晰度、噪声

- 概念
- Noise Profile
- Demosaic
- 连动调节
- VPSS调节

● 其他

- AE控制
- 镜头阴影校正
- 坏点校正
- WDR Sensor

其他调节

- **AE控制**

- **镜头阴影校正**

镜头的物理结构决定了sensor 的中心比外围能接收到更多的光，相对中心来说外围就是阴影，这个现象叫做渐晕（vignetting）。部分sensor由于micro lens特殊，也会导致严重的渐晕现象。镜头阴影校正就是用来对图像出现的暗角进行补偿校正。

- **坏点校正**

由于工艺的原因，sensor有些像素在出厂时就变成的固定的值，从而形成坏点。坏点校正的过程就是通过算法查找出sensor面的坏点坐标。

- **WDR Sensor**

- **编码调节**

AE 控制

- 可用相关的**MPI**配置参数，具体请参考《**HiISP**开发参考》。可通过室内、室外实景调节**AE**的曝光补偿量、收敛速度、曝光容忍偏差、曝光策略（低光优先还是高光优先）等。

镜头阴影校正

校正方法

ISP Calibration校正

镜头阴影

- 因为镜头阴影与镜头强相关，请先确定镜头型号。
- 镜头阴影受镜头的后焦长度、光圈大小影响大。
- 实际应用中，外界光线比较暗时，会导致图像外围噪声明显。可酌情限制**shading table**的最大增益，或关闭**shading**模块。

抓取Raw

- 或使镜头尽量贴近透射式灯箱或观片器等均一化光源拍摄，以获得高一致性的入射光。要求入射光线亮度偏差不超过1%。
- 调节again、dgain与曝光时间，使抓取的Rawdata中心区域亮度值不超过最大亮度的70%。
- 将文件名改为[BaseName]. flatfield.TL84.raw ，放入ISP Calibration工作目录

ISP Calibration

Options

HW Nodes: 129 LUT size: 129

Flat field: D65 | D50 (Required)

Luma Strength: 100

Chroma Strength: 100

Load image

Flat field: TL84 | D40 | CWF

Luma Strength: 100

Chroma Strength: 100

Load image

Flat field: A | Halogen

Luma Strength: 100

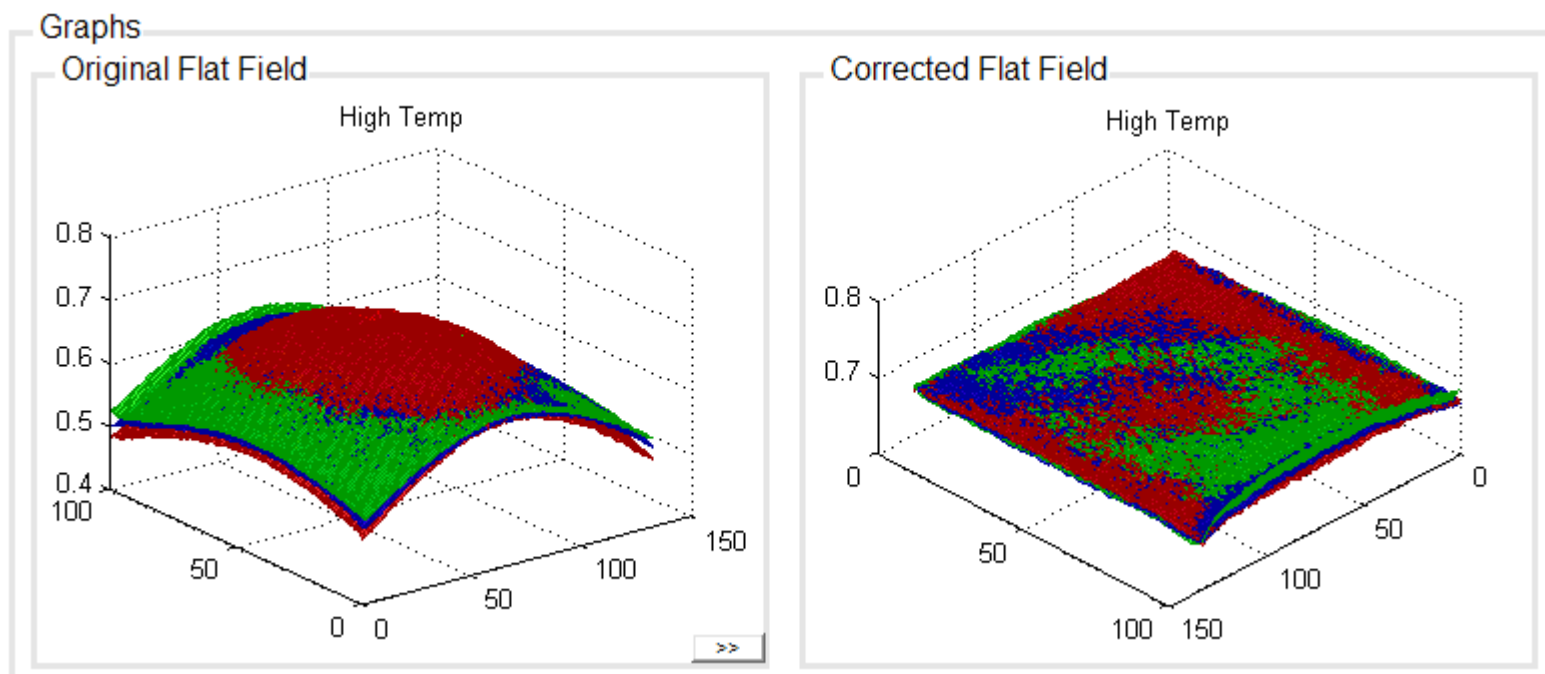
Chroma Strength: 100

Load image

- Shading校正依赖于黑电平。正确设置黑电平即可。
- 使用Load Image命令装载flatfield的raw image，即可以生成对应色温的Shading校正表。
- 平常应用中，一般只是使用D50的shading表格，如果要求比较严格，需要客户自己产生A, TL84的shading表，自己使用算法自适应切换。

ISP Calibration

通过以图形化可以看到，Shading在修正前和修正后的变化。



ISP Calibration

```
ov5658_calibration_04-Dec-2014-17.55.40.txt
28 calParams.SHADING_RADIAL.high.HWnodes = 129;
29 calParams.SHADING_RADIAL.high.LUTsize = 129;
30 calParams.SHADING_RADIAL.high.rgb_centre = [1306, 836 ; 1284, 761; 1300, 797 ];
31 calParams.SHADING_RADIAL.high.off_Center = [732 690 714];
32 calParams.SHADING_RADIAL.high.rgb_shading = [1.000000, 1.002740, 1.005027, 1.00
33 1.000000, 1.001058, 1.002630, 1.004385, 1.006264, 1.008240, 1.010295, 1.012417,
34 1.000000, 1.000961, 1.002451, 1.004146, 1.005982, 1.007930, 1.009970, 1.012089,
35 ];
36 calParams.SHADING_RADIAL.medium.HWnodes = 129;
37 calParams.SHADING_RADIAL.medium.LUTsize = 129;
38 %#----- AWB Planckian parameters
```

- 在文件中找到shading表格，将每个数字乘以4096再取整即可得到需要的表格。
- 若想限制最大增益，可以将Luma Strength设置为70% 到 80%，减少边角上的噪声。
- 若想实时修改Table表，且系统实时性要求又高，可缩减Shading表大小。修改Number of LUT Nodes的值，点击回车使修改生效，然后再计算即可。推荐不要小于33。
- 若缩减了Shading表大小，为避免边缘出现异常，实际用到的表应该比校正的多一节。比如校正用33，实际用34，多出的一节与前一节数值相同。

坏点校正

- 若sensor坏点较多，可以进行坏点校正，以提高信噪比。
- 需要对暗坏点和亮坏点分别进行校正。
 - 坏点校正完成后，将坏点坐标存储在flash中。下次启动之后从flash上读取坏点坐标，调用 HI_MPI_ISP_SetDPAttr，将坏点坐标设置即可。
- 坏点校正使用注意事项：
 - 请先实现cmos.c中cmos_set_pixel_detect()函数。
 - 调用HI_MPI_ISP_SetDPCalibrate时需要设置成员变量u16CountMax、u16CountMin, 这两个成员分别表示允许的最大坏点个数，允许的最小坏点个数；坏点校正程序启动后，如果检测的坏点个数不在最大值和最小值的区间范围内，将会导致坏点校正过程失败。
- 具体使用方法请参考文档《HiISP开发参考》、《HiISP FAQ》

WDR

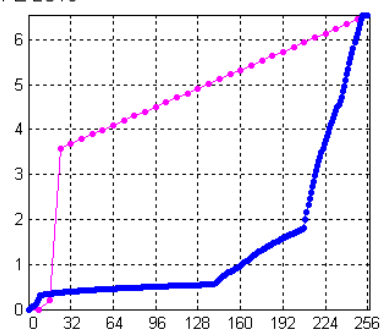
- **Wide Dynamic Range**（宽动态范围）
- 宽动态就是场景中特别亮的部位和特别暗的部位同时都能看得特别清楚
- 应用中，推荐仅在确实需要的场景开启
- **WDR**，分为**sensor built-in WDR**，帧合成**WDR**。

Sensor Built-in WDR

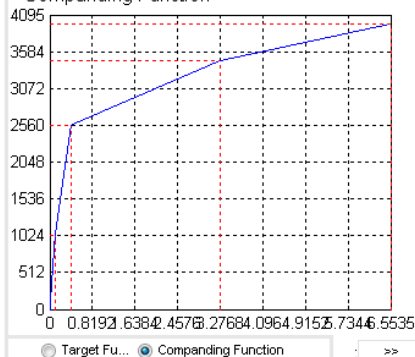
- **Sensor的WDR模式与线性模式的校正参数不一样，需要重新校正如下参数：**
- **黑电平，需要捕捉黑帧，按照线性黑电平校正方法校正出来后，还需要将该结果填入到GammaFE校正界面中，生成一个专用的WDR黑电平。**
- **GammaFE0，GammaFE1需要使用calibration工具校正。**
- **Gamma，和18的WDR sensor Gamma生成方法一样。**
- **Noise Profile需要进行重新校正。**
- **通过室内、室外实景调整AE_Compensation**

Sensor Built-in WDR

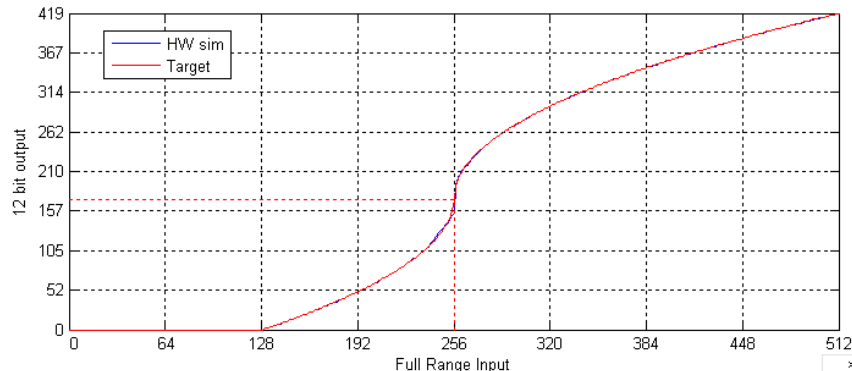
FE LUTs



Companding Function



Black Level Zoom



Options

FE LUT HW Configuration

Lut 1 ☒ 33 ☐ 65

Lut 2 ☐ 129 ☒ 257

Knee in

Knee out

Black Level

Min Signal Level

Range Limit

Calculate LUTs

Results

Pedestal (Black Level)

Load WDR image

Display LUTs

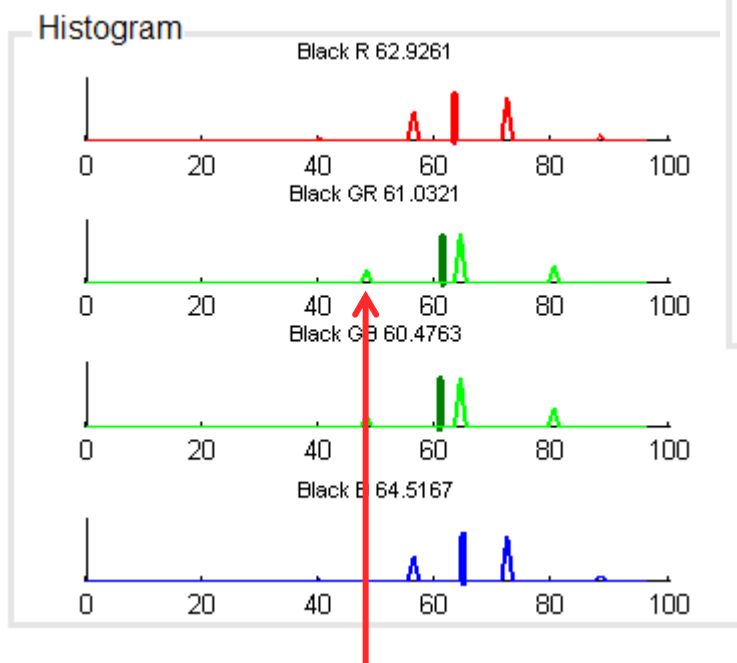
Error:

Sum

Max

- Options中, Lut1, Lut2固定设置为33, 257。
- Knee in, Knee out分别按照sensor说明书给出来的压缩Knee point填入。
- Options中的Black Level填入正常的sensor Black level。
- 将pedestal填入cmos.c中作为built-in WDR的黑电平。
- 保存, 导出Luts。

Sensor Built-in WDR



Options

FE LUT HW Configuration

Lut 1 ☒ 33 ☐ 65

Lut 2 ☐ 129 ☒ 257

Knee in

Knee out

Black Level

Min Signal Level

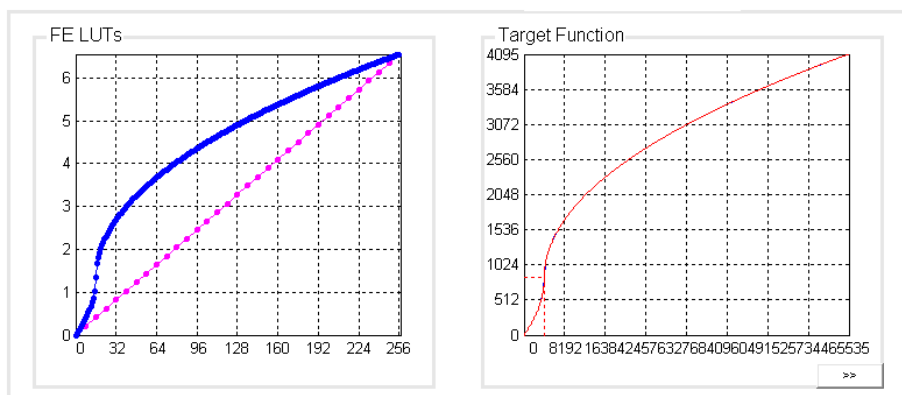
Range Limit

- Min signal Level需要捕捉提高增益的black level raw数据，在前面黑电平获取框中，获取各通道中最小的信号能量，如左图，Min Signal Level大概为48。

多帧合成WDR

- 使用ISP内部模块FSWDR来实现sensor外的帧合成功能。
- GammaFE和Gain需要配置在FSWDR模块后面生效。
- 黑电平，生成方法和线性的一样。
- GammaFE0,GammaFE1,可以直接使用其它cmos.c中FS-WDR中的GammaFE0,GammaFE1,所有的多帧合成WDR Sensor的GammaFE0,GammaFE1是一样的。
- 重新校正Noise Profile.
- Gamma和built-in WDR的Gamma生成一样。

多帧合成WDR



Options

FE LUT HW Configuration

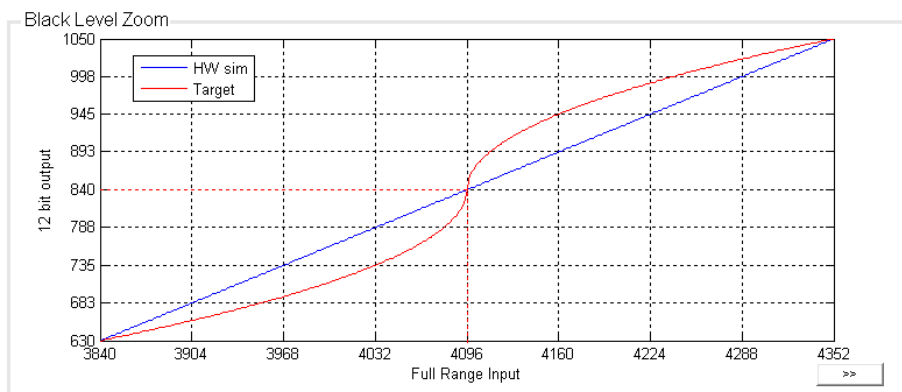
Lut 1 ☒ 33 ☐ 65

Lut 2 ☐ 129 ☒ 257

Black Level

Min Signal Level

Range Limit



Results

Pedestal (Black Level)

Error:

Sum	Max
18917	53

- Options中，Lut1，Lut2固定设置为33，257。
- Options中的Black Level填入正常的sensor Black。
- Min signal Level直接填写为0。
- 将pedestal填入cmos.c中作为FS-WDR WDR的黑电平。
- 保存，导出Luts。

常见问题

- **通透性**

- 涉及清晰度与对比度。清晰度越高，Gamma对比度越高，通透性越好。

- **解析度**

- 受Demosaic参数与sharpen参数影响，尤其是UU slope参数，会明显影响解析度。

- **偏色**

- 参照颜色章节最后的颜色评估流程查验问题。

- **低照度调优**

- 影响低照度图像质量效果主要有3个方面，亮度、清晰度、噪声。限制增益，会限制最大亮度，但同样可以限制噪声，对主观感受提升明显。清晰度与噪声的平衡根据自己喜好调节。低照度下还应调节VPSS参数，增强3D去噪强度。调整noise profile，可以加强对偏暗区域的去噪强度。

谢谢！