

Rockchip Development Guide ISP2x

文件标识：RK-SM-YF-603

发布版本：V1.1.0

日期：2020-09-29

文件密级：绝密 秘密 内部资料 公开

免责声明

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

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

商标声明

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

本文档可能提及的其他所有注册商标或商标，由其各自拥有者所有。

版权所有 © 2020 瑞芯微电子股份有限公司

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

瑞芯微电子股份有限公司

Rockchip Electronics Co., Ltd.

地址：福建省福州市铜盘路软件园A区18号

网址：www.rock-chips.com

客户服务电话：+86-4007-700-590

客户服务传真：+86-591-83951833

客户服务邮箱：fae@rock-chips.com

前言

概述

本文旨在描述色彩相关模块的调试，主要给使用RkAiQ模块进行图像色彩调优的工程师提供帮助。

产品版本

芯片名称	内核版本
RV1126/RV1109	Linux 4.19

读者对象

本文档（本指南）主要适用于以下工程师：

ISP调试工程师

修订记录

版本号	作者	修改日期	修改说明	对应工具版本
V1.0.0	翁涵梅 池晓芳	2020-07-30	初始版本	RKISP2.x_Tuner_v0.1.0 及以上
V1.1.0	池晓芳	2020-09-29	修改为markdown文件 awb模块增加手动白平衡/自动白平衡参数说明	同上

目录

Rockchip Developement Guide ISP2x

- 1 概述
- 2 AWB调试
 - 2.1 功能描述
 - 2.2 完整流程
 - luma limit
 - mainWindow
 - multiwindow
 - 硬件的白点检测流程
 - RGB2XY
 - XY domain white points detector
 - UV domain white points detector
 - YUV domain white points detector
 - 增加非白点的区间，或者额外光源的白点区间
 - AWB 策略
 - 分区策略计算WBGain
 - (1) 分区间参数
 - (2) 光源权重参数
 - WBGain色适应调整
 - WBGain范围限制
 - WBGain色调调整
 - 2.3 标定
 - AWB标定基本原理
 - AWB标定的raw图要求
 - AWB标定工具的界面说明
 - AWB标定步骤
 - AWB标定结果
 - 2.4 常见问题定位
 - 抓log并分析
 - AWB log 解读
 - (1) 控制及模式的log
 - (2) 算法相关log
 - (3) 其他
 - 从log上定位问题
 - 抓raw并仿真
 - (1) 例1
 - (2) 例2
 - (3) 待补充

特殊问题举例

3 基础颜色调整CC

3.1 功能描述

3.2 关键参数

使能控制

亮度-饱和度调节

像素亮度相关饱和度调节

全局饱和度调整

CCM选择控制参数

CCM参数

3.3 CCM标定

RAW数据采集

标定光源选择

采集步骤

标定

步骤

色差图介绍

注意事项

3.4 颜色调整

整体颜色饱和度调整

调整gain_alphaScale_curve的参数

调整gains-sat

增加高饱和度的CCM

降低暗的像素的色彩饱和度

某些颜色调整

确认白平衡是否正确

确认白平衡是否与对比机一致及调整

调整亮度与对比机一致

调整CCM

重新用工具标定CCM

手动调整CCM

获取RK RGB值

获取目标RGB值

调整CCM说明

调整CCM示例

4 高级颜色调整-3DLut

4.1 CCM VS 3DLut

4.2 功能说明

4.3 调整示例

1 概述

ISP20 相关的颜色调整模块有 自动白平衡 (auto white balance,AWB), 颜色校正 (color correction,CC), 3维查找表 (three dimension look up table,3dlut)

2 AWB调试

2.1 功能描述

自动白平衡算法能自动的计算WB gain (R G B通道的白平衡增益), 并将其与RGB通道分别相乘后, 使受环境光影响的白色还原成纯白色, 保证在各个光线条件下, 相机成像色彩跟物体真实的色彩保持一致。当场景存在白点时基于自动检测的白点计算WB gain, 当场景不存在白点时通过单纯色方法得到WB gain。色适应模块, 对白平衡校正的目标进行调节, 使白平衡校正后的图像尽可能与人眼感知的外貌一

致。色调调整模块，根据喜好调整整体色调。上述功能需要当xml中配置awbEnable配为1。xml中手动白平衡/自动白平衡/白平衡校正使能参数如下：

名称	描述
wbBypass	取值0或1 0表示不做白平衡校正 1表示执行白平衡校正，使用的白平衡增益由awbEnable控制
awbEnable	取值0或1 0表示使用手动白平衡增益 1表示使用自动白平衡算法计算白平增益
lightSourceForFirstFrame	取值为光源名 awbEnable 为1时，所配光源的白平衡增益用于打开相机的前几帧 wbEnable 为0时，所配光源的白平衡增益用于所有帧，即手动白平衡增益
standardGainValue	取值范围0-8 为某个光源对应的白平衡增益

2.2 完整流程

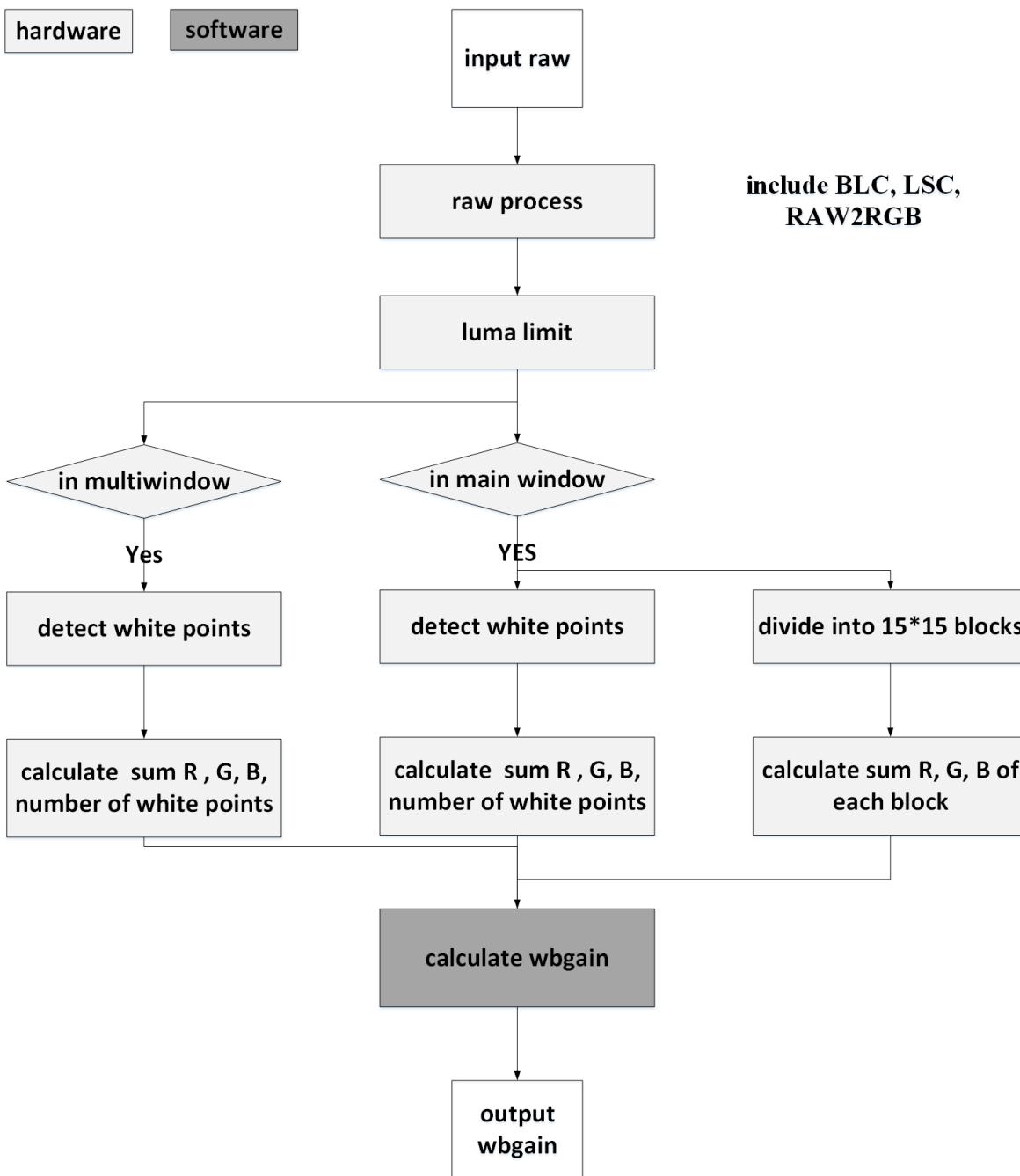


图 AWB 流程

由硬件的统计和软件的策略构成白平衡，如上图所示。详细介绍如下：

luma limit

对应XML中的limitRange节点，进入白点统计的像素点值域范围，超过范围的点不进行统计

名称	描述
Y	Y通道值域，取值范围0~255
R	R通道值域，取值范围0~255
G	G通道值域，取值范围0~255
B	B通道值域，取值范围0~255

mainWindow

对应XML中的measureWindow节点，对应awb统计主窗口配置

名称	描述
mode	取值 0 或1 0 自动配置统计主窗口为raw大小， 默认值 1 自定义统计窗口大小
resAll	mode 为1 时使能 支持不同resolution下配置不同的measureWindowSize measureWindowSize =[h_offset,v_offset,h_size,v_size]， h代表水平方向， v代表垂直方向

multiwindow

对应XML中multiWindowEnable及multiwindow， 对应awb统计的多个子窗口配置

名称	描述
multiWindowEnable	取值 0 或1 0 多个子窗口统计使能 1 多个子窗口统计不使能， 默认值
multiwindow	最多可配置8个子窗口 每个窗口 配置[h_offset,v_offset,h_size,v_size] 取值范围 0-4095

多个子窗口的统计需结合策略参数（对应XML中multiwindowMode）使用，如当有人脸检测模块时，可以将mode设为1，且multiwindow中配置人脸窗口的位置，达到统计的白点扣除肤色点的意图，以提高白点检测准确性的目的。

名称	描述
multiwindowMode	多窗口的模式 取值为0，或1 0 表示多个子窗口的统计没有被使用 1 表示白点的统计=主窗口的统计-子窗口的统计

硬件的白点检测流程

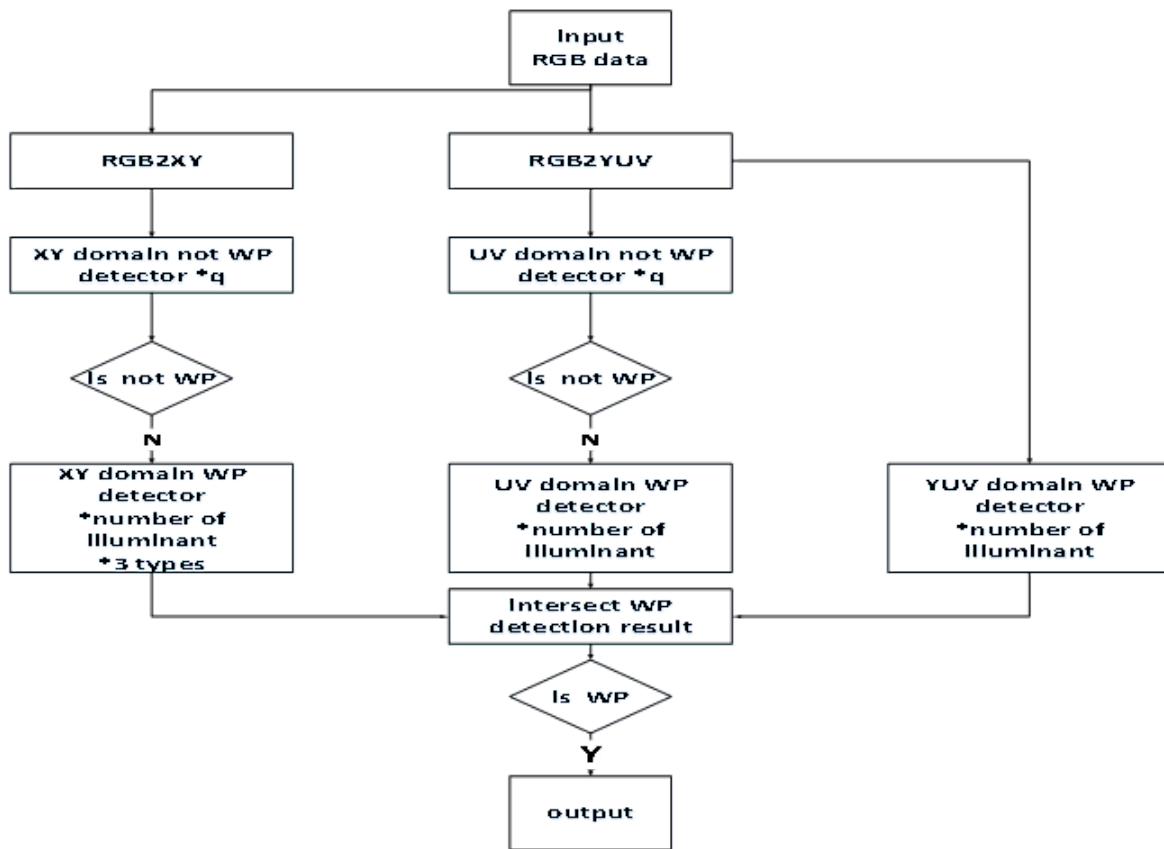


图 AWB 白点检测流程

RGB2XY

RGB域到XY域变换参数，XML中参数如下

名称	描述
pseudoLumWeight	使不同光源的白点尽量在一条直线上，参数由标定工具生成，取值范围0~1
rotationMat	旋转矩阵，使x轴表征黑体辐射色温的变化，y轴表征同温异谱的色温，参数由标定工具生成，取值范围[-3.99,3.99]

XY domain white points detector

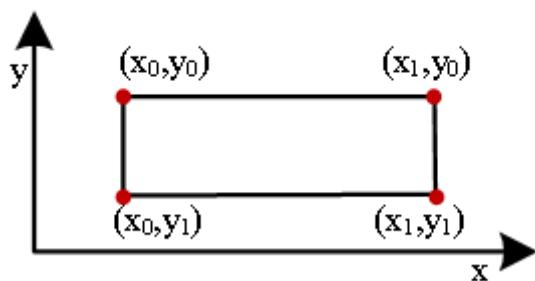


图 XY域白点区间

XY域白点区间如上所示，在矩形框内的为白点，XML中参数如下

名称	描述
lightXYRegion	XY域白点区间，共有三个大小的白点区间，白点区间如图所示[x0,x1,y0,y1] 由标定工具得到
normal	中框白点区间，取值范围[-8,7.99]
big	大框白点区间，取值范围[-8,7.99]
small	小框白点区间，取值范围[-8,7.99]

UV domain white points detector

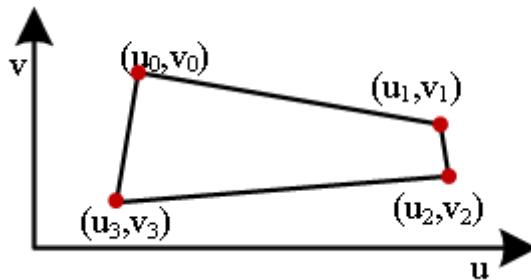


图 UV域白点区间

UV域白点区间如上所示，在矩形框内的为白点，XML中参数如下

名称	描述
lightURegion	UV域白点条件的U坐标,构成一个闭环，如[u0,u1 u2,u3,u0]，取值范围[0,255],小数位值只能是0或0.5 由标定工具得到
lightVRegion	UV域白点条件的V坐标,构成一个闭环，如[v0,v1 v2,v3,v0]，取值范围[0,255],小数位值只能是0或0.5 由标定工具得到

YUV domain white points detector

相应的三条直线为：

(1) 标定某个光源灰块的uv直线。

六个灰块，在A光的条件下，uv值可以拟合出一条直线：

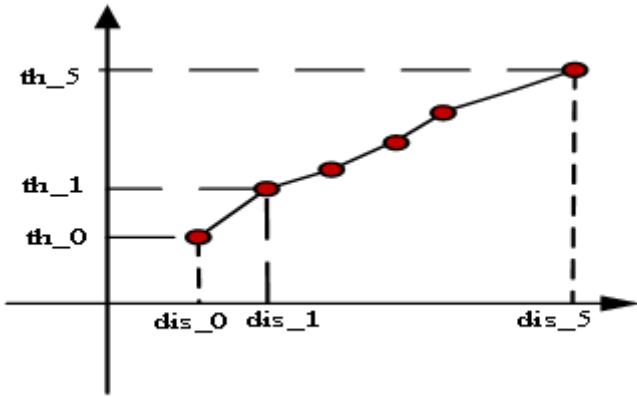
$$v = k_0 * u + b_0 \quad (1)$$

(2) 标定灰块uv值和标准白块uv值距离dis与y的直线。

灰块的YUV之间的关系，可以先计算灰块(u, v)与标准白点 (u_ref, v_ref) 之间的欧式距离，然后将距离和y拟合成一条直线：

$$y = k_1 * dis + b_1 \quad (2)$$

(3) 分段直线dis-th



对于场景中的点 (y_0, u_0, v_0) ，如果 $|y_0 - y'| < th$ ，则认为该点是白点，否则非白点。

对应XML中参数如下所示

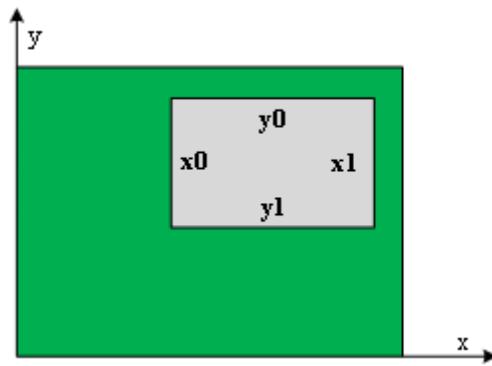
名称	描述
yuvRegion	YUV域白点区间，由标定工具得到
k2Set	$k_2 = -1/k_0, k_0$ 为 $v = k_0 * u + b_0$ 中的斜率 取值范围 $[-2^{18}, 2^{18}-1]$, 9bit有符号整数+10bit小数
b0Set	b_0 为 $v = k_0 * u + b_0$ 中的截距 取值范围 $[0, 2^{17}-1]$, 17bit无符号整数+0bit小数
k3Set	$k_3 = 1/(-1/k_0+k_0), k_0$ 为 $v = k_0 * u + b_0$ 中的斜率 取值范围 $[-2^{14}, 2^{14}-1]$, 1bit有符号整数+14bit小数
k_ydisSet	直线 $y = k_1 * dis + b_1$ 斜率 取值范围 $[-2^{18}, 2^{18}-1]$, 9bit有符号整数+10bit小数
b_ydisSet	直线 $y = k_1 * dis + b_1$ 截距 取值范围 $[-2^{18}, 2^{18}-1]$, 17bit有符号整数+0bit小数
uRefSet	标准白点的U值 取值范围 $[0, 255]$
vRefSet	标准白点的V值 取值范围 $[0, 255]$
disSet	分段直线 $dis-th$ 的 dis 取值范围 $[0, 2^{12}-1]$, 8bit无符号整数+4bit小数
thSet	分段直线 $dis-th$ 的 th , 是否是白点阈值条件 取值范围 $[0, 2^{8}-1]$, 8bit无符号整数+0bit小数

增加非白点的区间，或者额外光源的白点区间

一般要同时落在XY、UV、YUV的白点区间内的点才会是白点，而有些非白点也可能满足这种情况，且位于区间的中心位置，不好排除出去。这种情况可以在UV或XY空间上增加非白点区间，只有落入该区间的点都会被当成非白点。

有些光源的点又偏离常见标准光源比较远，如果强行加入该光源的点会导致白点区间里面包含了很多颜色块。这时可以在UV或XY空间上增加附加光源的白点区间，只要落入该区间的白点都会被当成白点。

非白点区间和额外光源白点区间个数和最大为7。对应XML中的excludeRange参数,



名称	描述
Domain	取值0或1 0 UV域白点区间 1 XY域白点区间
mode	取值1或3 1 该range 为非白点区间 3 该range为额外光源的白点区间
window	配置区间如上图所示[x0,x1,y0,y1] 当Domain=0时, 取值范围为[0,511], 其中1bit为小数位 当Domain=1时, 取值范围为[-8192,8191], 其中10bit为小数位

AWB 策略

分区策略计算WBGain

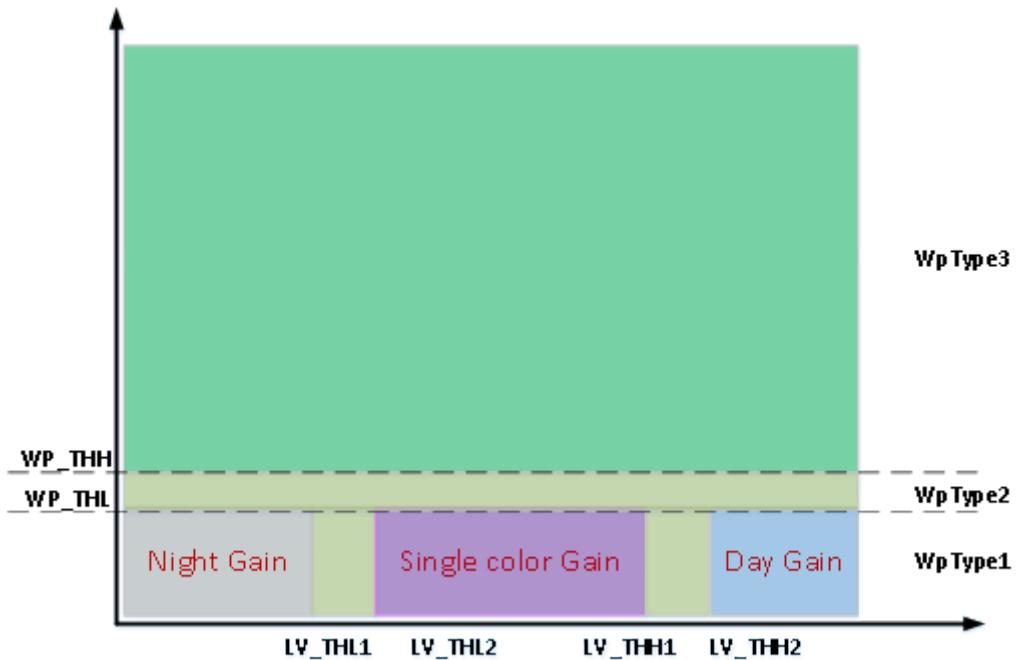


图 AWB 分区策略计算WBGain示意

(1) 分区间参数

根据下阈值对环境亮度-白点数量空间进行分区，使不同的区间用不同的方法计算白平衡增益，对应 XML 中的参数如下

名称	描述
LV_THL	图上的环境亮度阈值LV_THL1 取值范围0-xxx
LV_THL2	图上的环境亮度阈值LV_THL2 取值范围0-xxx
LV_THH	图上的环境亮度阈值LV_THH1 取值范围0-xxx
LV_THH2	图上的环境亮度阈值LV_THH2 取值范围0-xxx
WP_THL	图上的白点数量阈值WP_THL 取值范围0-xxx 实际的白点数量和WP_THL*totalPixel*1000比较, 其中totalPixel = wight * height /ds_w/ds_h, 图像宽高为wight , height , 水平和 垂直方向的下采样倍数分别为ds_w, ds_h
WP_THH	图上的白点数量阈值WP_THH 取值范围0-xxx 实际的白点数量和WP_THH*totalPixel*1000比较

WPType3中的参数主要由白点统计确定, WPType1中的参数为前一种是wbgain, 如果是第一帧时可能为固定的Night Gain或DayGain, 也有可能是由单纯色算法算出的WBGain。WPType2为过渡带。对应XML中参数,

① DayGain

名称	描述
spatialGain_L	特别亮日光下的推荐wbgain, 取值范围[0.5-3.9]
spatialGain_H	普通日光下的推荐wbgain, 取值范围[0.5-3.9]

② NightGain

名称	描述
temporalDefaultGainL	特别亮日光下的推荐wbgain, 取值范围[0.5-3.9]

③ SingleColorGain (singleColorProcess)

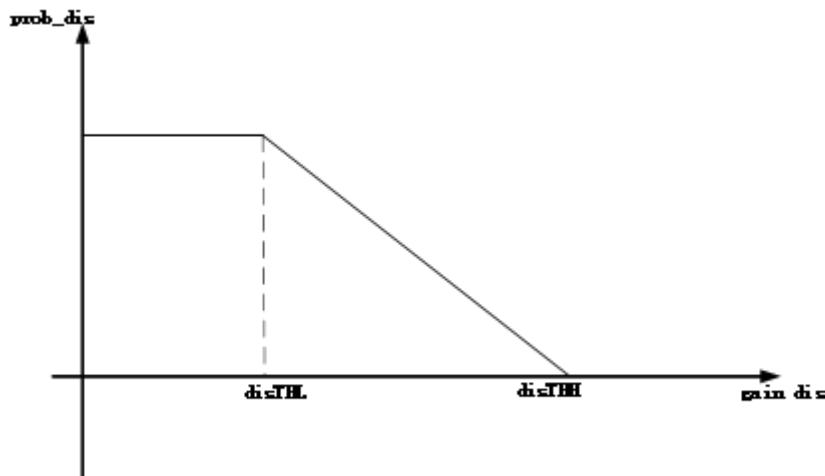
名称	描述
colorBlock	选定用于进行单纯色白平衡的色块，可以从色卡上选择，也可以自行定义。由标定工具生成
index	颜色索引，表征颜色 取值范围 0-xxx 标定工具默认选择x-rite色卡上的13、14、15、16、5、10
meanC	该颜色在LCH空间的平均色度值
meanH	该颜色在LCH空间的平均色调值
IsUsedForEstimation	选定用于进行单纯色的光源，由工具生成
name	光源名
RGain	该光源的红色通道白平衡增益 取值大于0小数
BGain	该光源的蓝色通道白平衡增益 取值大于0小数
alpha	LCH空间的H权重 取值范围0.0-1.0

(2) 光源权重参数

WpType3内不同光源的概率计算参数

$$Prob_i = probLV_i * probDis_i * probWP_i$$

① $probDis_i$ 距离概率参数



对应XML中的参数如下

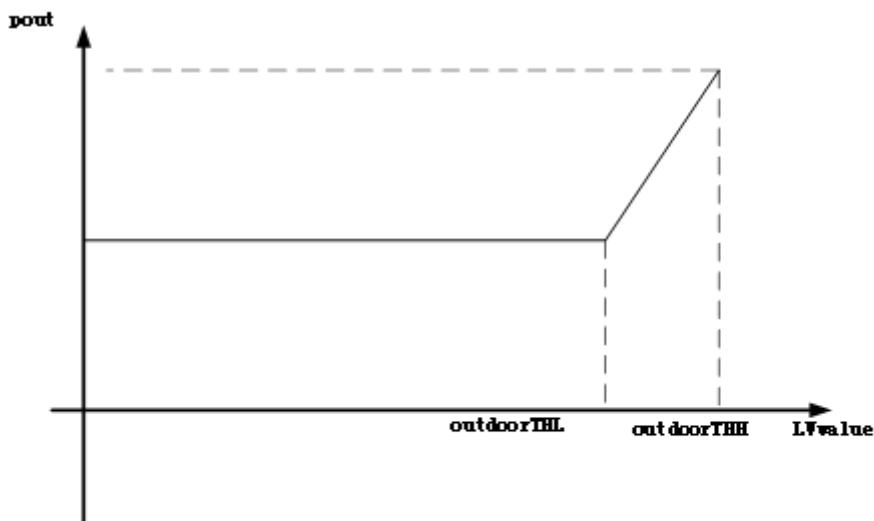
名称	描述
proDis_THL	图上的环境亮度阈值disTHL 取值范围0-xxx
proDis_THH	图上的环境亮度阈值disTHH 取值范围0-xxx

② $probLV_i$ 场景亮度概率参数

室外类型的光源其光源的概率为 pout, pout根据图 4- 14亮度-pout曲线计算

室内类型的光源其光源的概率为 pin = 1-pout

$$pd50 = \max(pout, pin)$$



对应XML中的参数如下

名称	描述
proLV_Outdoor_THL	图上的环境亮度阈值outdoorHL 取值范围0-xxx
proLV_Outdoor_THH	图上的环境亮度阈值outdoorTHL 取值范围0-xxx

③ $probWP_i$ 场景白点数量概率参数

对应XML中的参数如下

名称	描述
wpNumPercTh	白点数量小于wpNumPercTh*totalPixel*(10^5)的光源，白点数量概率为0， 其中totalPixel = wight* height /ds_w/ds_h, 图像宽高为wight , height , 水平和垂直方向的下采样倍数分别为ds_w, ds_h 取值范围0-xxx

(3) 白点权重参数

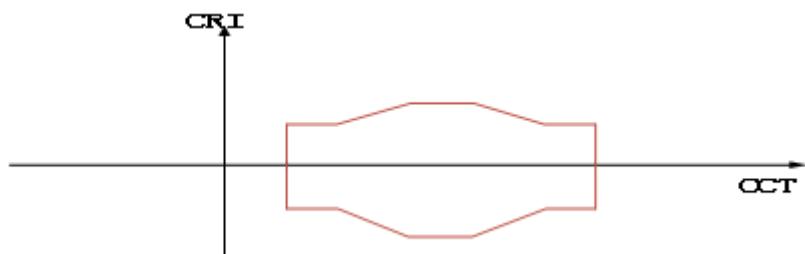
名称	描述
staWeighSet	不同亮度下对应不同的由白点计算出来的wbgain的权重，与XML中LvMatrix对应。 取值 0-100 DayGain的权重为100-staWeigt

WBGain色适应调整

对应XML中参数如下，

名称	描述
ca_Enable	白平衡校正后的图像尽可能与人眼感知的色彩外貌一致的使能取值0或1，分别代表不使能、使能
ca_LACalcFactor	控制不同亮度下色适应程度的因子，默认值为40。
ca_TargetGain	用wbgain来表征光源，调整色彩外貌将被调整为该光源下的样子 取值范围0.0-xxx，默认值为d50白平衡增益

WBGain范围限制



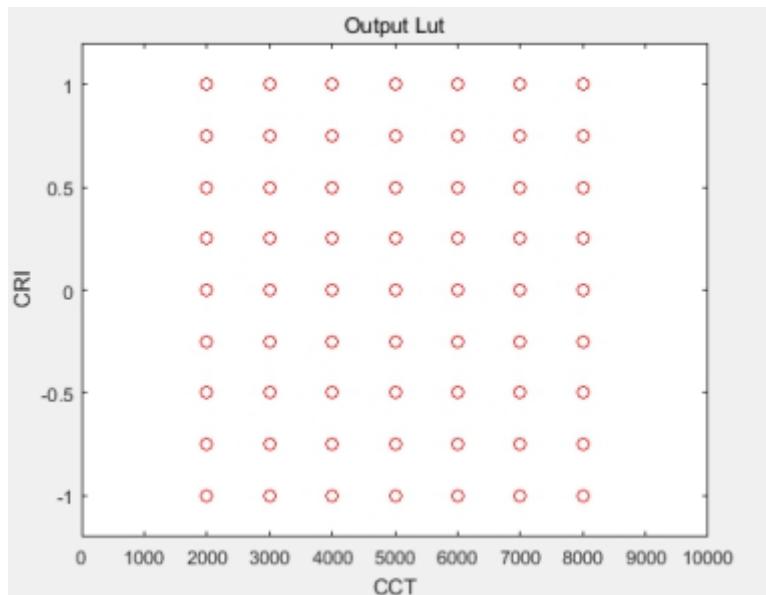
将白平衡增益限制在上图所示红色直线围城的区域内，XML中参数如下

名称	描述
wbGainDaylightClipEnable	室外最低色温限制使能 取值0或1，分别代表不使能、使能
wbGainClipEnable	色温范围限制使能 取值0或1，分别代表不使能、使能
wbGainDaylightClip	室外最低色温限制参数
outdoor_cct_min	室外最低色温取值不限
wbGainClip	色温范围限制
cct	色温采样点数，取值0-7
cri_bound_up	与cct对应的cri上边界值 取值不限
cri_bound_low	与cct对应的cri下边界值 取值不限

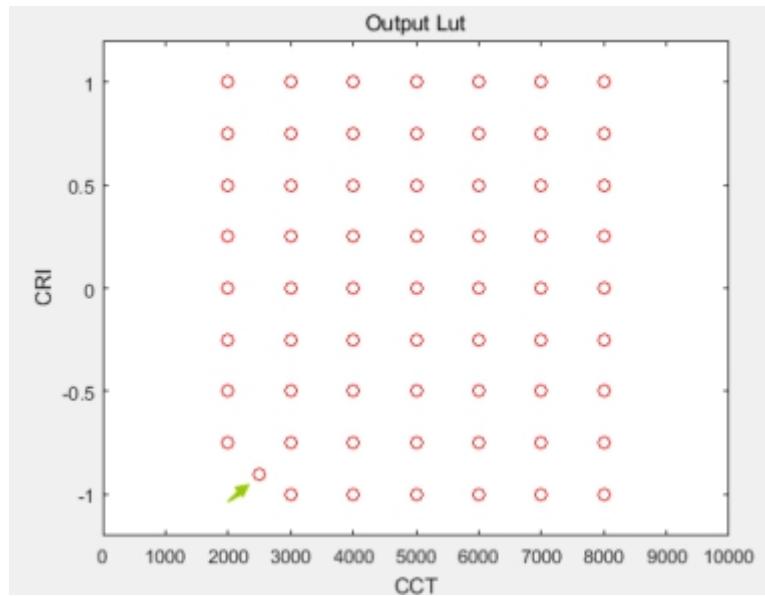
WBGain色调调整

名称	描述
wbGainAdjustEnable	色调调整使能 取值0或1，分别代表不使能、使能
ct_grid_num	输入色温表之色温的采样点数 取值0-10
ct_in_range	输入色温表之色温的范围 取值不限
cri_grid_num	输入色温表之显色指数的采样点数 取值0-10
cri_in_range	输入色温表之显色指数的范围 取值不限
lutAll	不同的环境亮度可以配置不同的输出色温表，最多可以配三个环境亮度
LvValue	环境亮度 取值范围0-xxx
ct_out	如下表所示每个点的ct值，从左到右，从上到下 取值范围0-xxxx
cri_out	如下表所示每个点的cri，从左到右，从上到下 取值范围不限

输出 色温-显色指数表格1(不进行色温调整)



输出 色温-显色指数表格1(部分色温调整)



2.3 标定

AWB标定基本原理

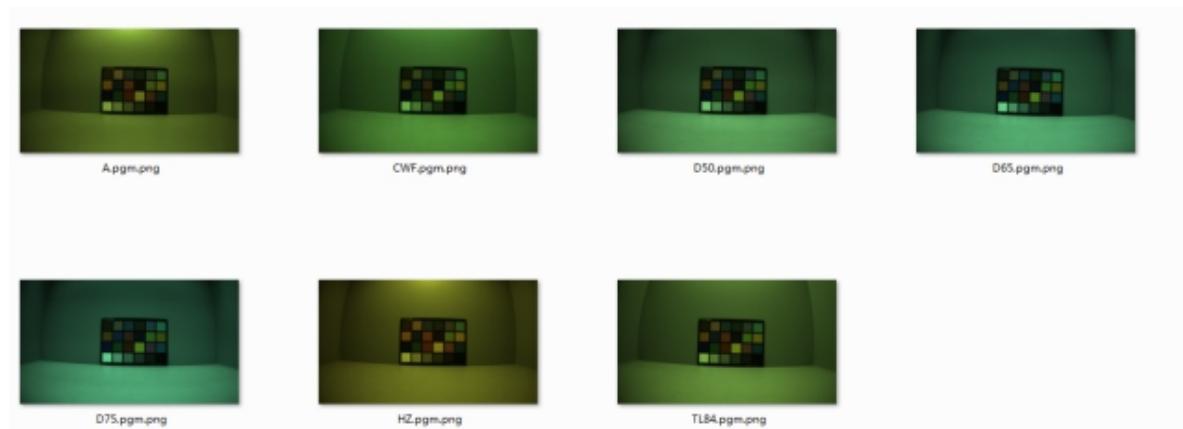
主要是标定Raw在XY、UV、YUV的白点条件,单纯色算法参数及标准光源下的白平衡增益

AWB标定的raw图要求

Raw图采集时需要准备环境如下:

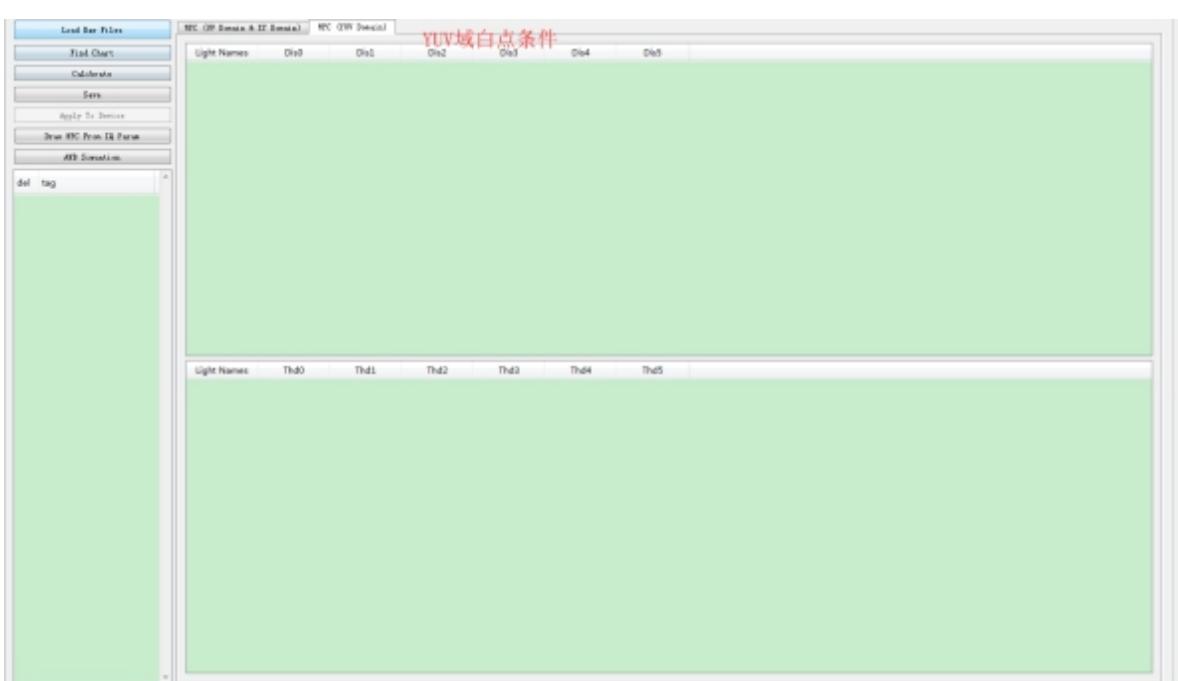
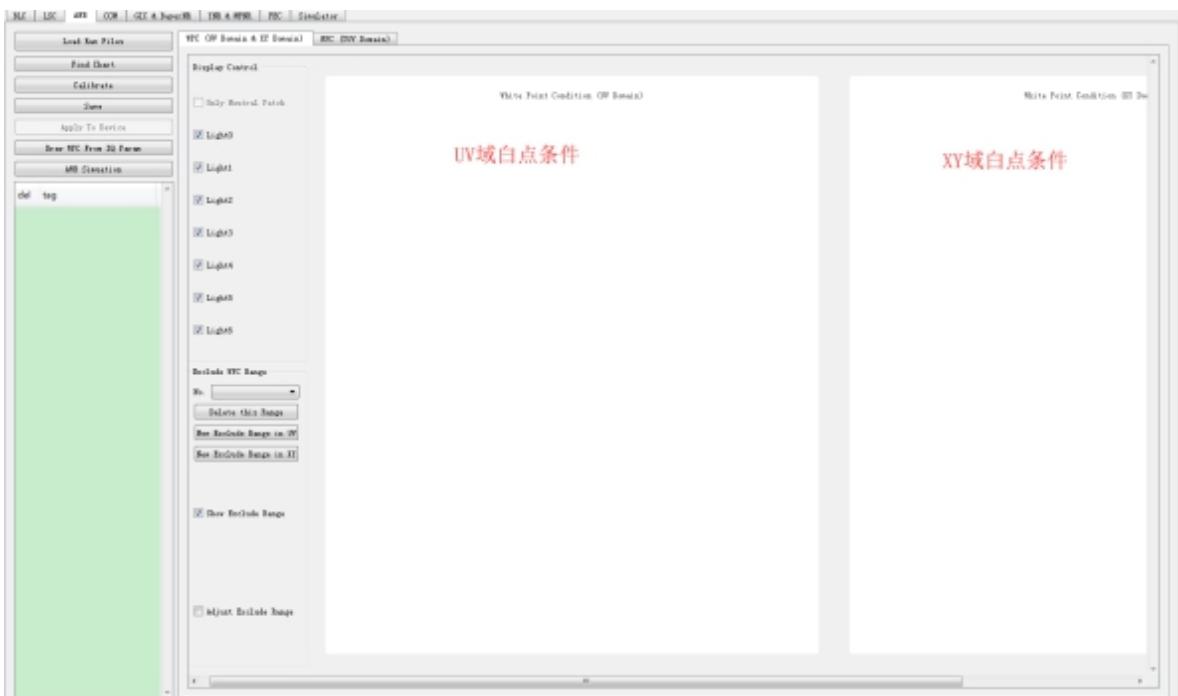
- ① 设备: x-rite 24色卡, 灯箱
- ② 调整曝光参数,使色卡中最亮的白色块的最大值为[150-240], 在这个范围内越亮越好
- ③ 色卡占画面1/9以上

依次在A,CWF,D50, D65, D75, HZ,TL84光源下拍摄x-rite 24色卡, 解完马赛克的示意图如下:



AWB标定工具的界面说明

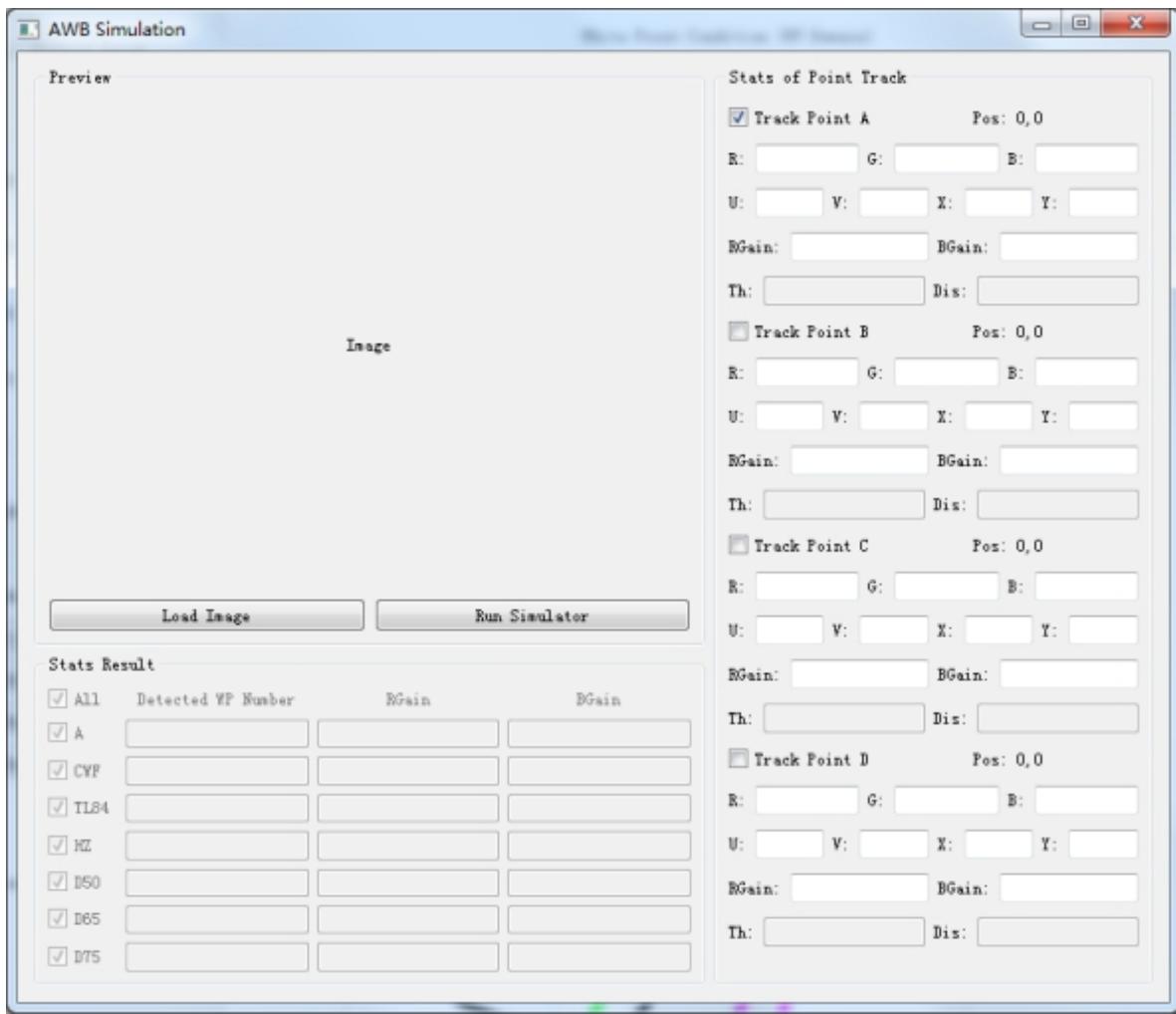
- (1) 标定的时候主要是调整UV、XY域的白点边界, 及YUV域的TH值



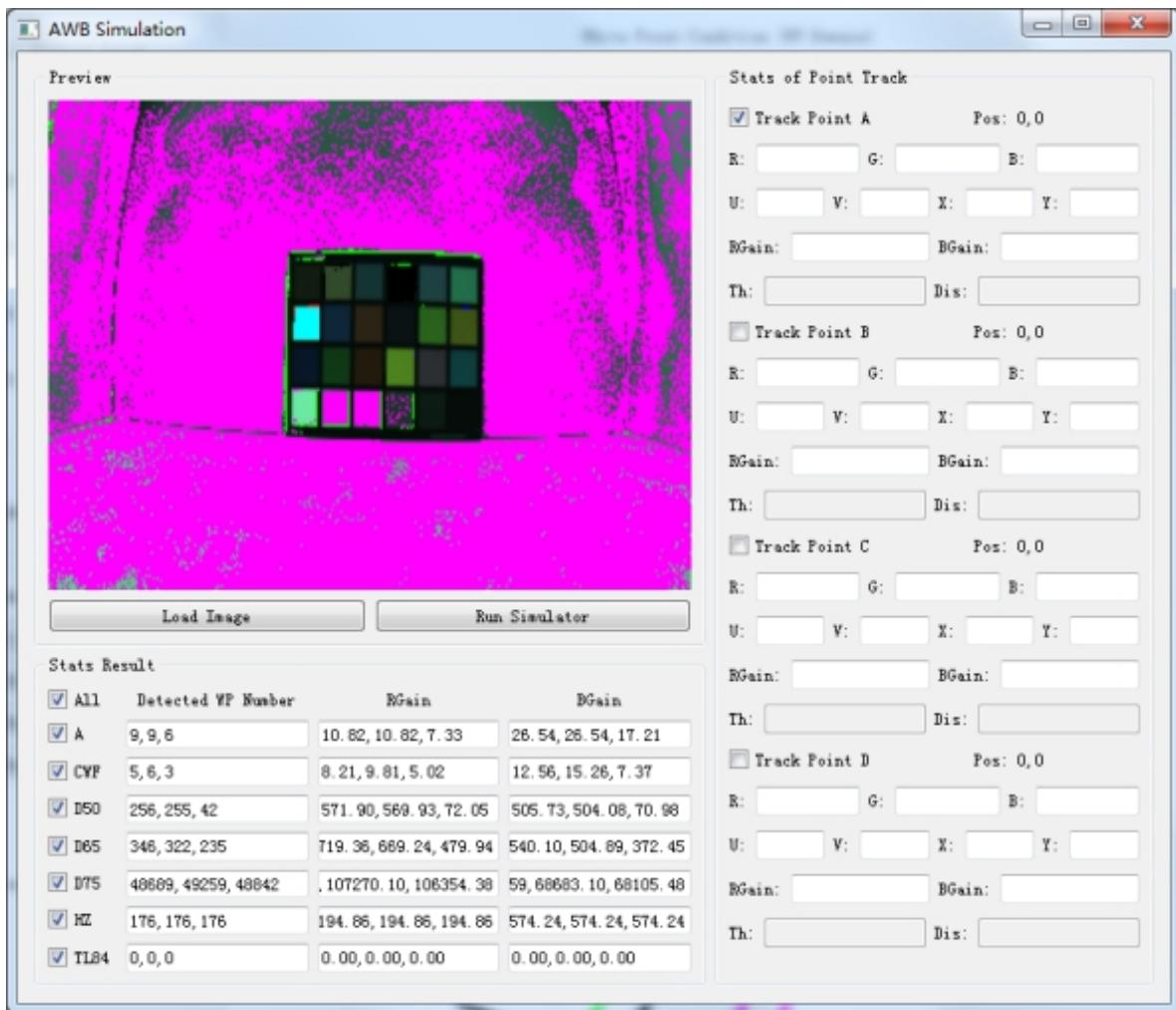
(2) 各个光源的信息显示可以通过Display Control面板里LightX前面的复选框来选择是否显示

(3) Exclude WPC Range面板可用于增加非白点区间和额外光源白点区间。

(4) AWB Simulaton 用于对raw图进行白点检测，统计白点增益



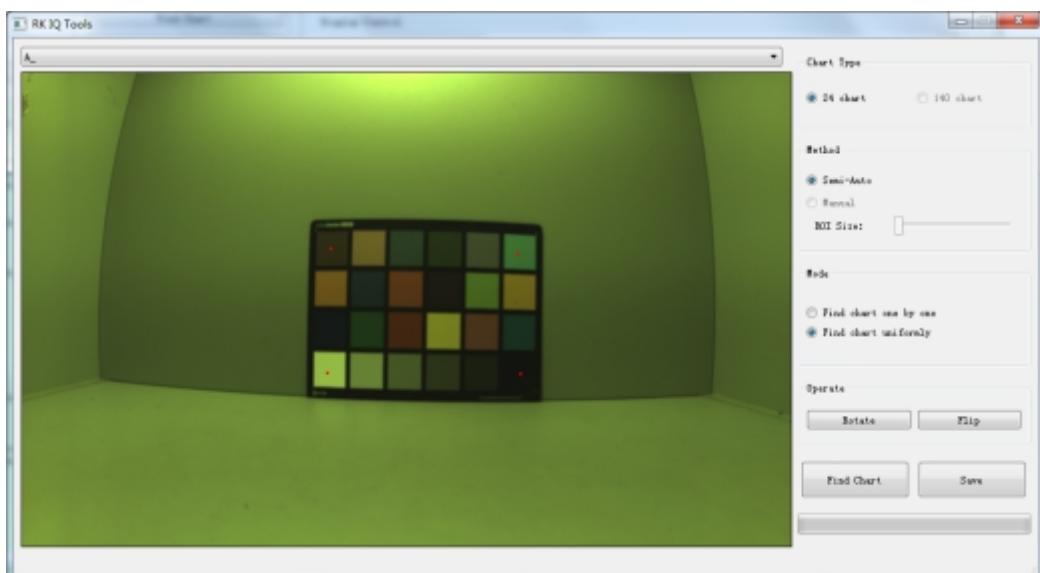
- ① LoadImage 导入Raw图后，如下所示，会打印出自白点信息。不同光源的白点用不同的颜色显示出来。中框、大框、小框的白点数量 RGain累加和 BGain累加和会显示在Detected WP Number、RGain、BGain三个文本框里



② 单击图像中的任意位置，会映射到UV域白点条件界面和XY域条件界面上，便于查看点是否落在白点区间内，同时该点的R G B U V X Y RGain BGain Dis Th会显示在该界面的Stats of Point Track面板上

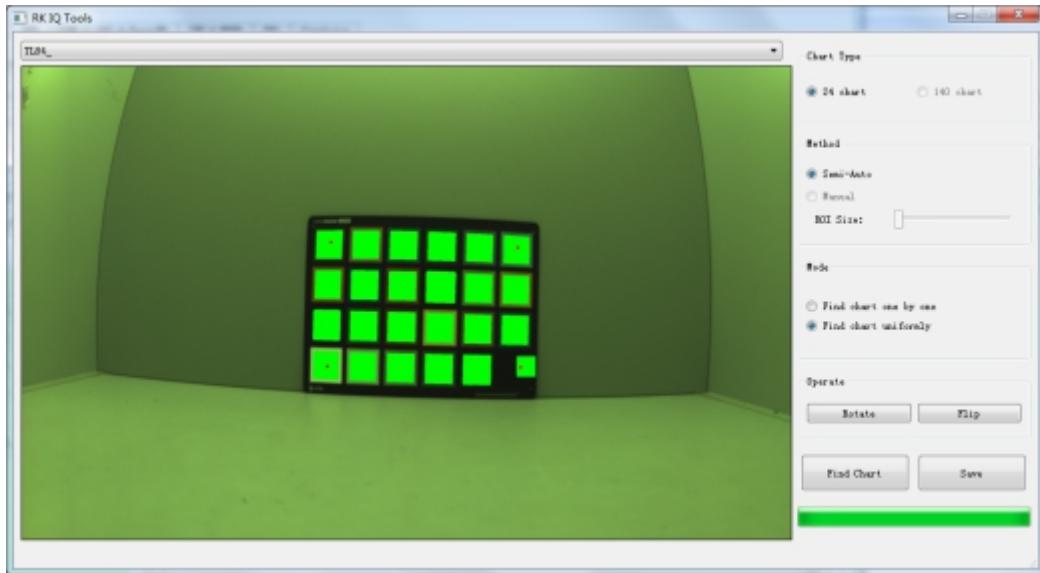
AWB标定步骤

- (1) AWB标定时需完成BLC和LSC的标定
- (2) 单击Load Raw Files导入A,CWF,D50, D65, D75, HZ,TL84下的raw图 (推荐标定这七个光源的raw图)
- (3) 单击Find Chart 识别色卡

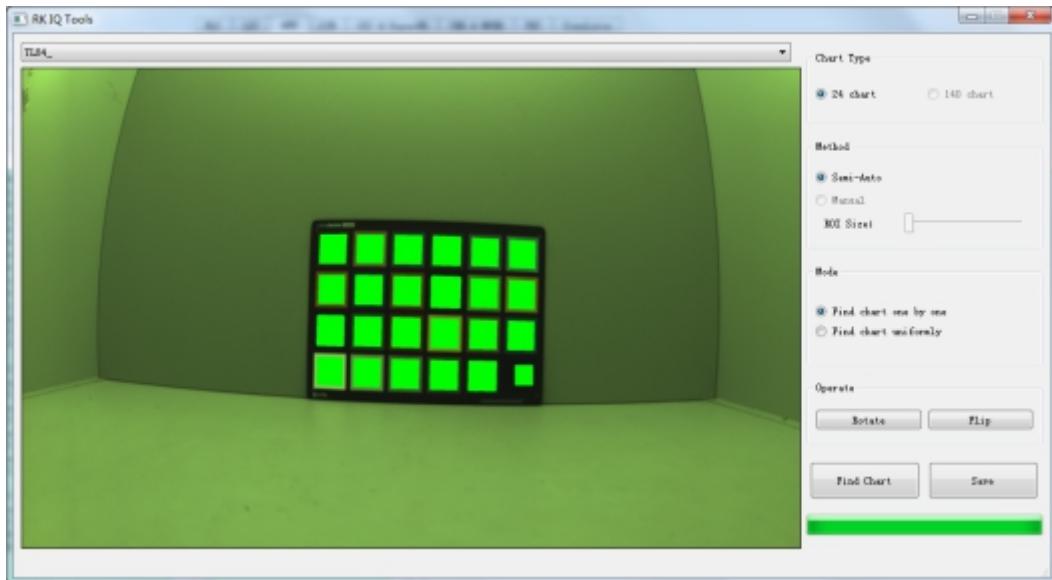


- ① 依次单击第1块，第6块，第19块，第20块

② 单击FindChart 会批量识别所有光源的色卡色块，如下所示（显示最后一个光源的白点检测结果）

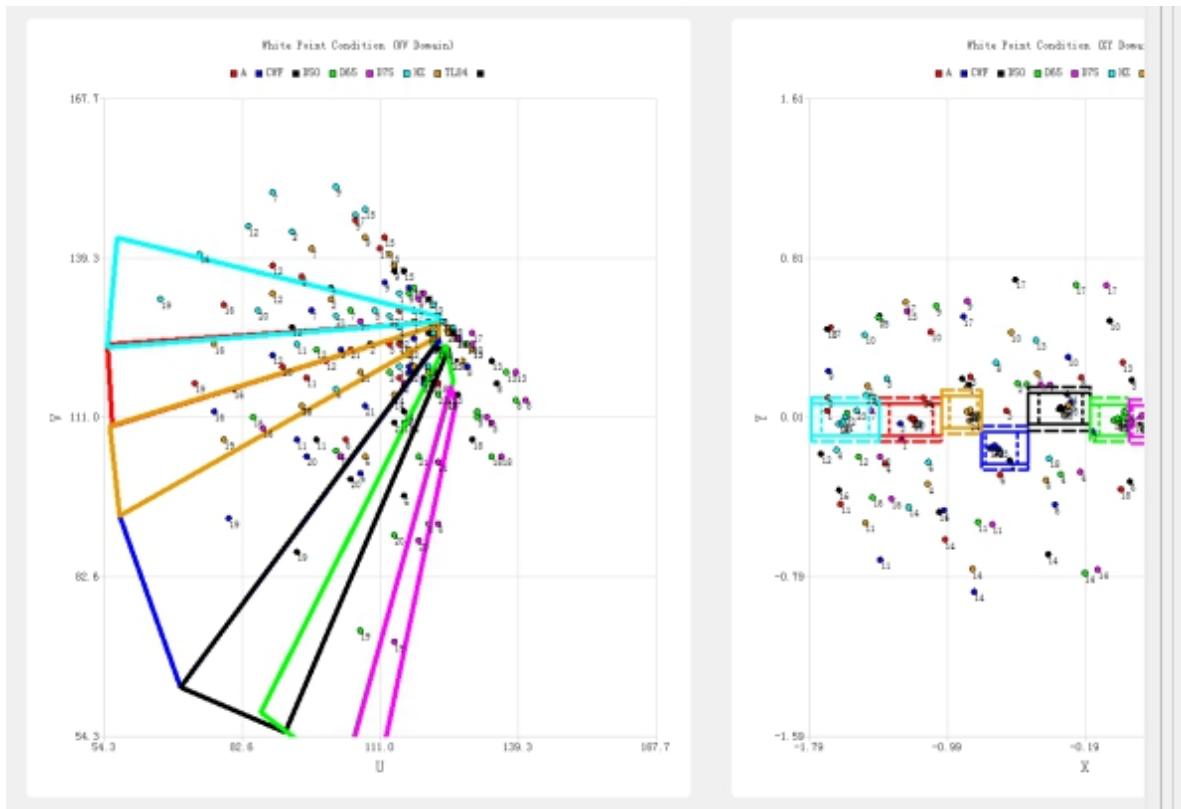


③ 从下拉菜单里面选择其他光源，确认色块识别的正确性，发现只有TL84的最后一块识别有点偏右，这时候只需单独重新检测即可，固Mode里面选择 Find chart one by one 重复步骤12，直至TL84的色卡色块识别正确，如下所示



④ 单击Save 完成识别

(4) 单击Calibrate，得到如下初始的白点条件及其他参数



WPC (UV Domain & XY Domain) WPC (YUV Domain)

Light Names	Dis0	Dis1	Dis2	Dis3	Dis4	Dis5	
1 A	44	108	236	364	620	876	
2 CWF	39	103	231	359	615	871	
3 D50	30	94	158	414	542	798	
4 D65	18	82	210	338	594	850	
5 D75	7	71	199	327	583	839	
6 HZ	50	114	242	370	626	882	
7 TL84	38	102	166	294	550	806	

Light Names	Thd0	Thd1	Thd2	Thd3	Thd4	Thd5	
1 A	11	14	17	20	23	26	
2 CWF	11	14	17	20	23	26	
3 D50	11	14	17	20	30	40	
4 D65	11	14	17	20	23	26	
5 D75	11	14	17	20	23	26	
6 HZ	11	14	17	20	23	26	
7 TL84	11	14	17	20	23	26	

(5) 单击AWB Simulaton ,依次导入导入A,CWF,D50, D65, D75, HZ,TL84下的raw图查看白点检测的准确性

(6) 修改UV域或XY域的框或YUV的TH使各个光源下色卡的白点检测更准确

(7) 单击Save

(8) 重复 (5) ~ (7) 直到各个光源的白点检测都比较合理。

(9) 注意事项:

① 调整边界尽量使白点在框里面, 非白点在框外 (一般做不到)

② 所有光源中框或大框围成的区间必须是紧连的 (三种线型表示三个大小的框)

错误示范 (大框的区间是紧连的, 但是中框之间有间隔, 如下箭头所示) :



正确示范:



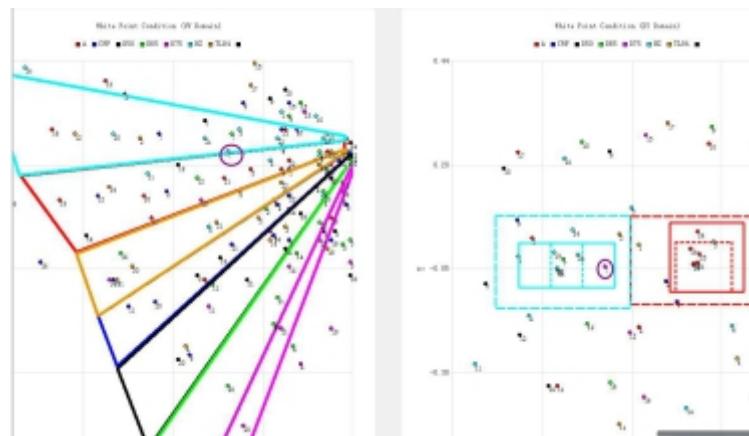
③ a和hz光源在XY域的Y方向上可以紧凑一些, d50 d65 XY域的Y方向上可以放宽一些

④ 所有光源在UV域围成的区间必须是紧连的

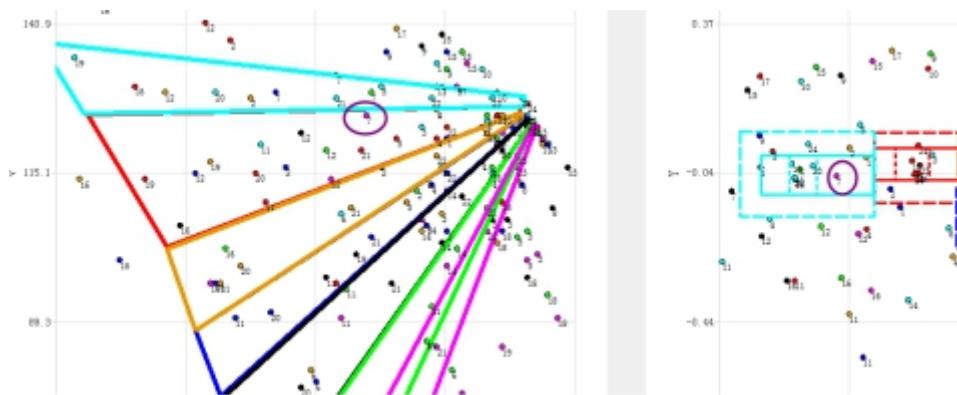
⑤ 不同光源边界可以重叠, 但不要同时在XY和UV空间都重叠

⑥ 参考XY空间划分UV空间, 以排除非白点

如圈出来的D75光源第7块落在hz范围内, 将会被识别为白点



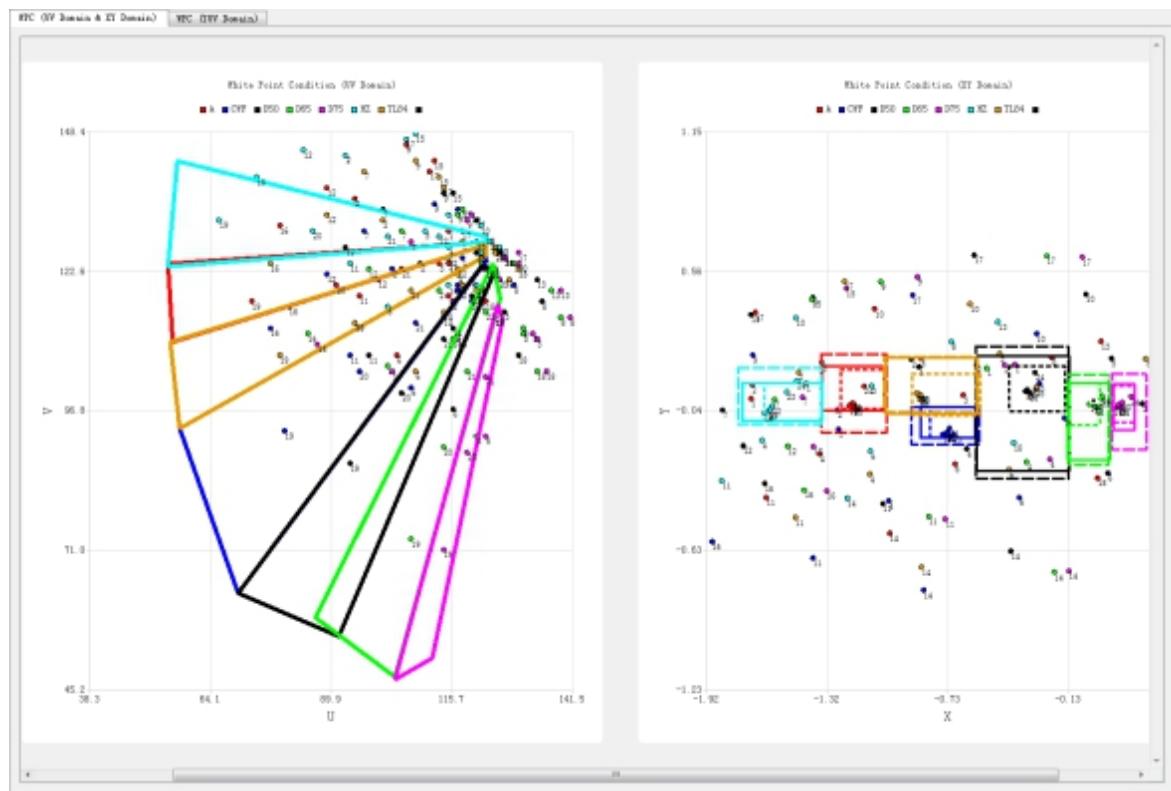
重新调整后, D75光源第7块B在xy和uv空间上不在同一光源内, 不会被识别为白点



- ⑦ 当非白点落在XY和UV的白点区间里，还可以通过调小TH排除，或者增加非白点区间排除。
- ⑧ 当白点落在XY和UV的白点区间里，但仍然不是白点时，可能是因为超过亮度范围被排除了，或者落在非白点区间内，或者是因为小于TH而没有落在YUV域的白点区间里

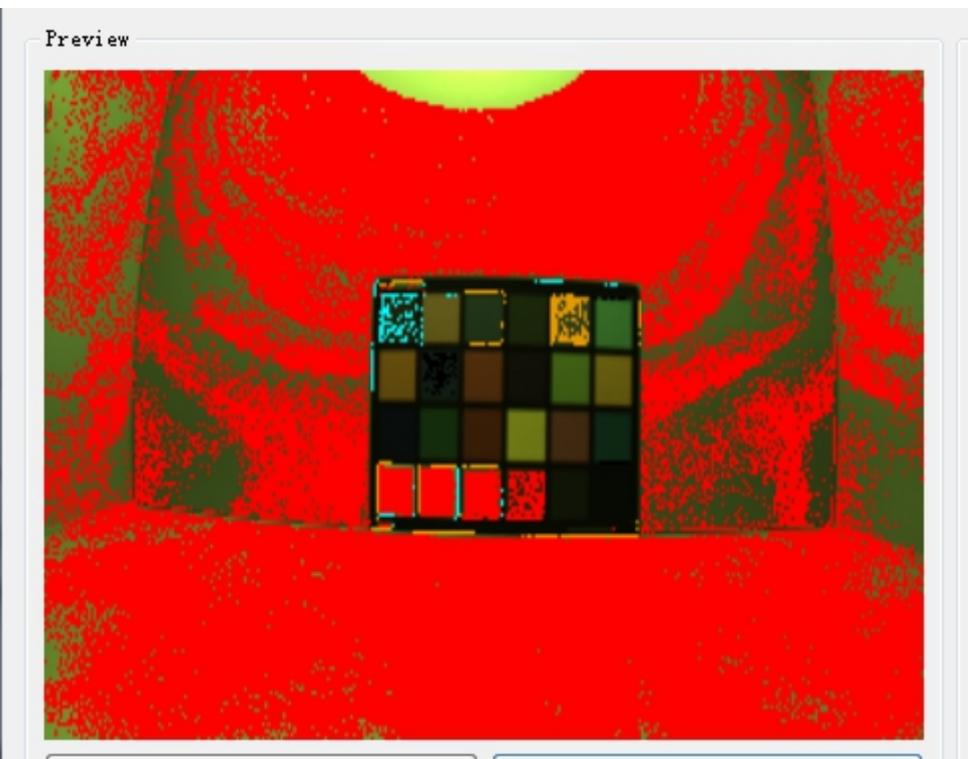
AWB标定结果

最终白点条件：

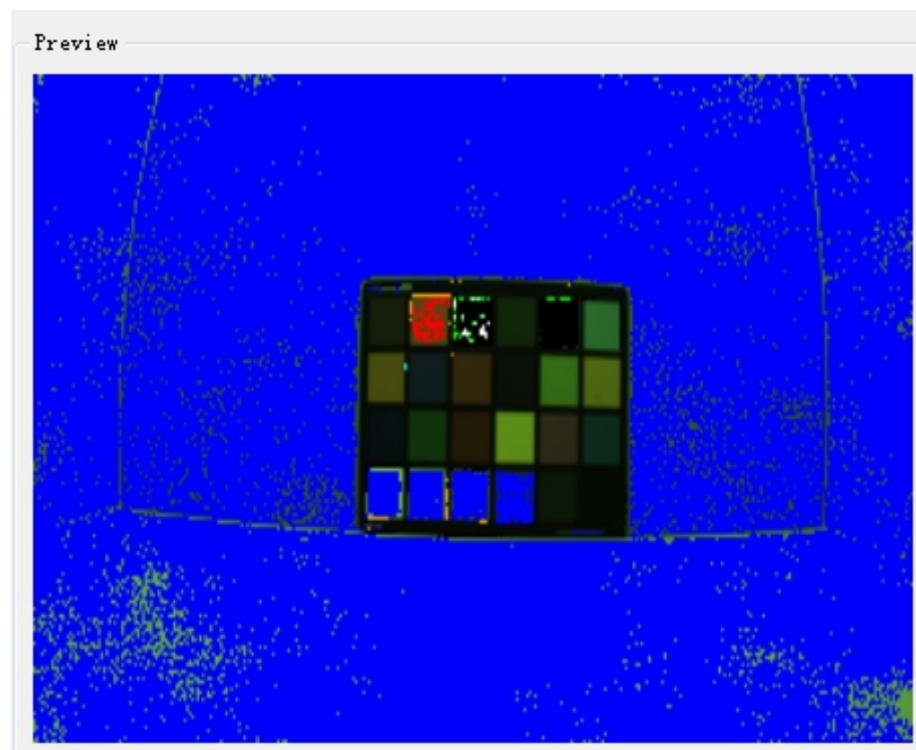


白点检测结果为：

A光

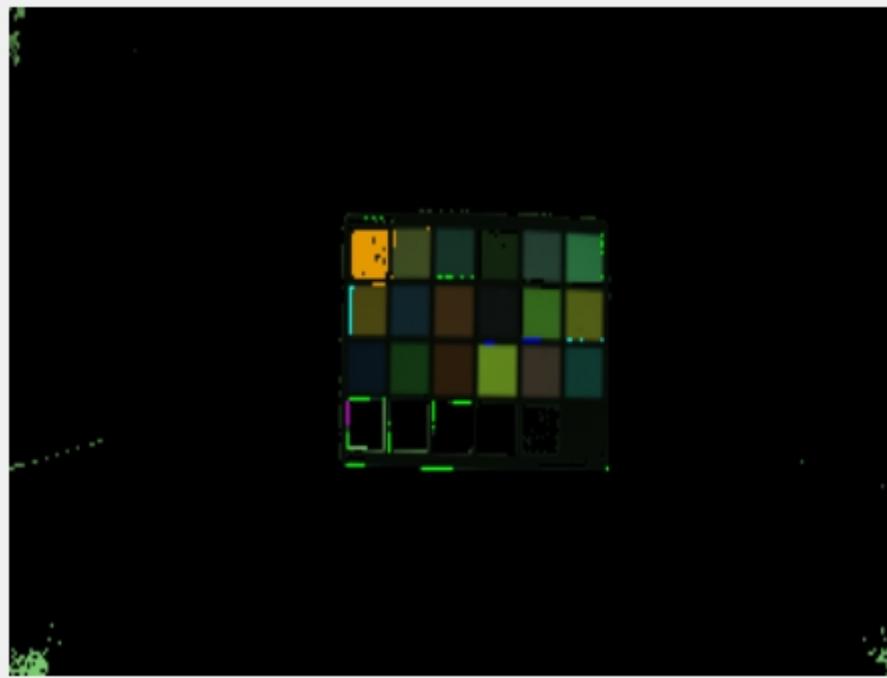


CWF:



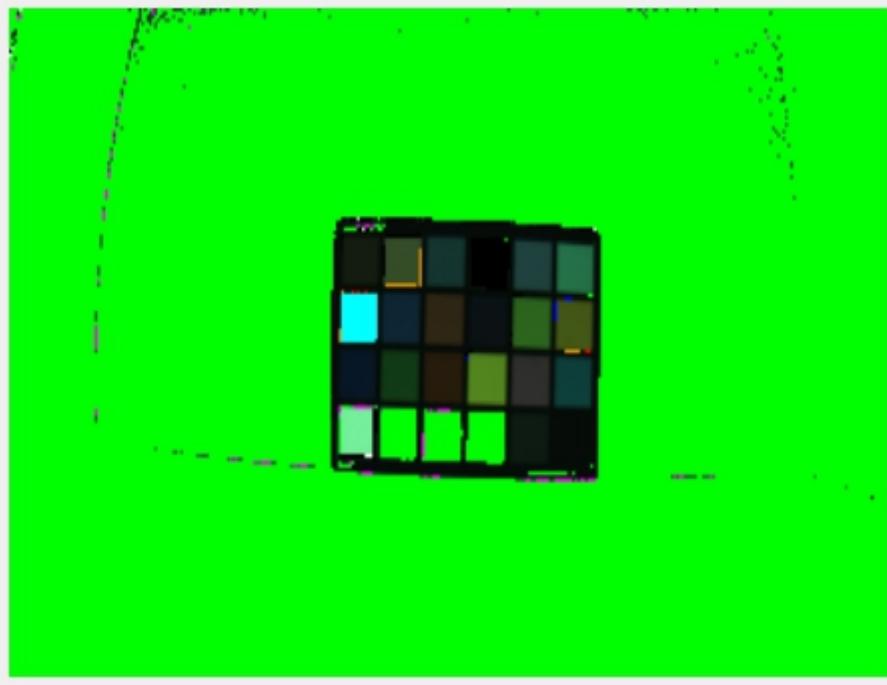
D50

Preview



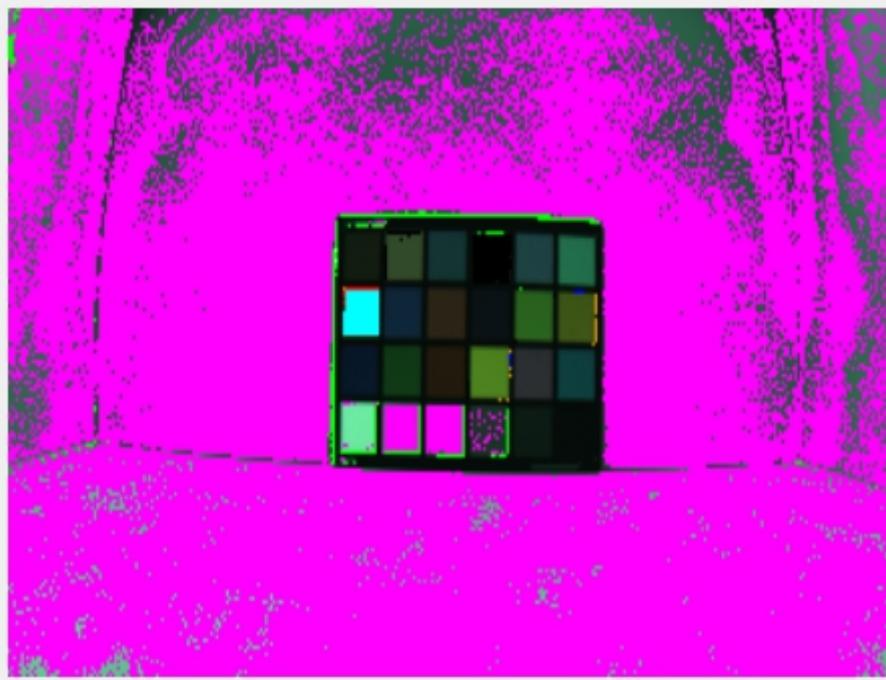
D65

Preview



D75

Preview



HZ

Preview



TL84



2.4 常见问题定位

为了解决白平衡异常的问题，通常需要抓log和抓raw分析原因，通过修改白点条件或修改策略参数来解决。

抓log并分析

用于debug的awb log等级为export persist_camera_engine_log=0x2ff4

AWB log 解读

(1) 控制及模式的log

① AwbReConfigV200: byPass: 0 mode:2

byPass 为0 表示白平衡校正使能，为1 表示白平衡校正不使能

mode为1表示当前为手动白平衡模式，为2表示当前为自动白平衡模式

(2) 算法相关log

```

*****326th frame*****
awbConverged(1) frameChoose(1), LVValue(16460), LVLvlel(11), LVTyple(3)
WPNo(15887,20071,21455),effective_xy type (0),effective_uv type(255,0),vaild wp number(20071),WPmode (3),WPTyple (3)
current gain (rggb):(1.521681,1.000000,1.000000,2.308275) spGainEqu2Tem(0) clip(0) df(0.90)
wbGainSgc (rggb):(0.000000,0.000000,0.000000,0.000000) ,wbWeightSgc(-1.000000) ,sgcGainEqu2Tem(0)
wbGainSpa (rggb):(0.000000,0.000000,0.000000,0.000000) ,wbWeightSpa(-1.000000)
wbGainTepType1 (rggb):(0.000000,0.000000,0.000000,0.000000)
wbGainType1 (rggb):(0.000000,0.000000,0.000000,0.000000)
wbGainType3(rggb):(1.521560,1.000000,1.000000,2.308260),wbWeightType3(1.000000)
the light source selection to 3dyuv is :[0,2,6,1]
: A:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.288514,1.000000,1.000000,2.826975)
:   prob_total(0.372926),prob_dis(0.151197),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.383987)
:   spatial gain(rggb):(1.748900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.287584,2.842158) WPNo(7707)
:   type1: gain (rg,bg):(1.291619,2.862351) WPNo(8557)
:   type2: gain (rg,bg):(1.288622,2.825095) WPNo(6905) Weight(0.895929)
: CWF:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.652013,1.000000,1.000000,2.347027)
:   prob_total(0.014538),prob_dis(0.162406),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.013851)
:   spatial gain(rggb):(1.745900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.645590,2.367552) WPNo(278)
:   type1: gain (rg,bg):(1.654612,2.362139) WPNo(349)
:   type2: gain (rg,bg):(1.652648,2.344999) WPNo(253) Weight(0.910072)
: D50:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.784953,1.000000,1.000000,1.762579)
:   prob_total(0.369272),prob_dis(0.155234),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.370335)
:   spatial gain(rggb):(1.748900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.770483,1.780922) WPNo(7433)
:   type1: gain (rg,bg):(1.768410,1.780313) WPNo(7542)
:   type2: gain (rg,bg):(1.780423,1.757024) WPNo(5394) Weight(0.725683)
: D65:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.969202,1.000000,1.000000,1.866281)
:   prob_total(0.003728),prob_dis(0.133899),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.004325)
:   spatial gain(rggb):(1.745900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.979457,1.567466) WPNo(87)
:   type1: gain (rg,bg):(1.960826,1.550404) WPNo(94)
:   type2: gain (rg,bg):(1.968164,1.566162) WPNo(79) Weight(0.908046)
: D75:
:   strategy_result.gain (rggb):(2.144231,1.000000,1.000000,1.420382)
:   prob_total(0.000119),prob_dis(0.123669),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.000149)
:   spatial gain(rggb):(1.748900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(2.144231,1.420382) WPNo(3)
:   type1: gain (rg,bg):(2.144231,1.420382) WPNo(3)
:   type2: gain (rg,bg):(2.144231,1.420382) WPNo(3) Weight(1.000000)
: HZ:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.129557,1.000000,1.000000,2.248359)
:   prob_total(0.005423),prob_dis(0.106575),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.007922)
:   spatial gain(rggb):(1.745900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.130459,2.248583) WPNo(159)
:   type1: gain (rg,bg):(1.129604,2.239427) WPNo(165)
:   type2: gain (rg,bg):(1.129540,2.248355) WPNo(156) Weight(0.981132)
: TL84:
:   strategy_result.gain (rggb):(1.470842,1.000000,1.000000,2.329216)
:   prob_total(0.233994),prob_dis(0.166021),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.219421)
:   spatial gain(rggb):(1.745900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(0.900000)
:   type0: gain (rg,bg):(1.420740,2.429226) WPNo(4404)
:   type1: gain (rg,bg):(1.423992,2.404189) WPNo(4745)
:   type2: gain (rg,bg):(1.444306,2.362594) WPNo(3097) Weight(0.703224)
: wbGainTepTp (rggb):(1.259000,1.000000,1.000000,2.000000) wbGainTepTp3 (0.000000)
: excNpRangeResult[0]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(0)
: excNpRangeResult[1]: gain (rg,bg):(1.274361,2.514130) WPNo(2004),mode(1)
: excNpRangeResult[2]: gain (rg,bg):(1.932277,1.410095) WPNo(23),mode(1)
: excNpRangeResult[3]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(1)
: excNpRangeResult[4]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(0)
: excNpRangeResult[5]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(0)
: excNpRangeResult[6]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(0)

```

- ① awbConverged 为 0 或1分别为AWB未收敛和收敛; frameChoose 为 0 1 2 分别表示用了短、中、长帧作为AWB硬件统计的输入; LVValue 为环境亮度值
- ② WPNo为中框、大框、小框的白点数
- ③ effective xy type 为 0 1 2分别表示用了中框、大框、额外光源的白点算WBGain, vaild wp number为对应的白点数量(大于wpNumPercTh的点数和) ; WPTyple为 1 2 3 对应分区策略图里的WpType1、WpType2、WpType3
- ④ current gain 为此次算出的wbgain; df为当前的dampfactor参数
- ⑤ wbGainSgc为单纯色算法算出来的WBGain; wbWeightSgc为wbGainSgc的权重, -1表示没有用到该算法
- ⑥ wbGainSpa为dayGain, wbWeightSpa为dayGain的权重, -1表示没有用到

- ⑦ wbGainTepType1为WpType1算出来的WBGain
- ⑧ wbGainType3为WpType3算出来的WBGain, wbWeightType3为权重 (WpType1的权重为1-wbWeightType3)
- ⑨ stategy_result.gain 为各个光源下的WBGain
- ⑩ prob_total(0.372926),prob_dis(0.151197),prob_LV(0.142857),prob_WPNO(0.383987)分别标示每个光源的总概率, 距离概率, 亮度概率, 白点数量概率
- ⑪ spatial gain(rggb):(1.745900,1.000000,1.000000,1.824126),statistics gain weight(1.000000)分别表示每个光源的dayGain (策略WBGain) ,每个光源基于统计的白点输出的WBGain的概率, 则策略WBGain概率为1 - statistics gain weight
- ⑫ type0: gain (rg,bg):(1.287584,2.843158) WPNo(7707) 为中框统计的白平衡增益, 白点数量
- ⑬ type1: gain (rg,bg):(1.291619,2.862351) WPNo(8557)为大框统计的白平衡增益, 白点数量
- ⑭ type2: gain (rg,bg):(1.288622,2.825095) WPNo(6905) Weight(0.895939) 为小框统计的白点增益, 白点数量, 及参与WBGain计算的权重
- ⑮ excWpRangeResult[0]: gain (rg,bg):(0.000000,0.000000) WPNo(0),mode(0) 分别表示第0个非白点区间或额外光源的白点区间统计的白平衡增益, 白点数量

(3) 其他

①

```

: Global
: CCT:4342.158203,CCRI:0.072367

: ill:A prob: 0.372926
: CCT:3058.074463,CCRI:0.034103

: ill:D50 prob: 0.369272
: CCT:5710.621582,CCRI:0.096392

: ill:TL84 prob: 0.233994
: CCT:4246.391602,CCRI:0.107421

: ill:CWF prob: 0.014538
: CCT:4403.761719,CCRI:-0.060823

```

这些信息用于表征场景的色温, 只是辅助信息, Global为综合的色温, ill列出参与WBGain计算的前几个光源的概率及色温

从log上定位问题

- ① 若WPNo值比较小且实际场景中有一些白点, 需要重新调整白点条件
- ② 看一下每个光源的statistics gain weight是否为1, 是否有受策略gain的影响
- ③ 看一下wbWeightType3权重是否为1:

如果场景确实白点比较少, 但是wbGainType3可能与实际色温更符合, 需调整WP_THL、WP_THH将当前场景划分到WpType3

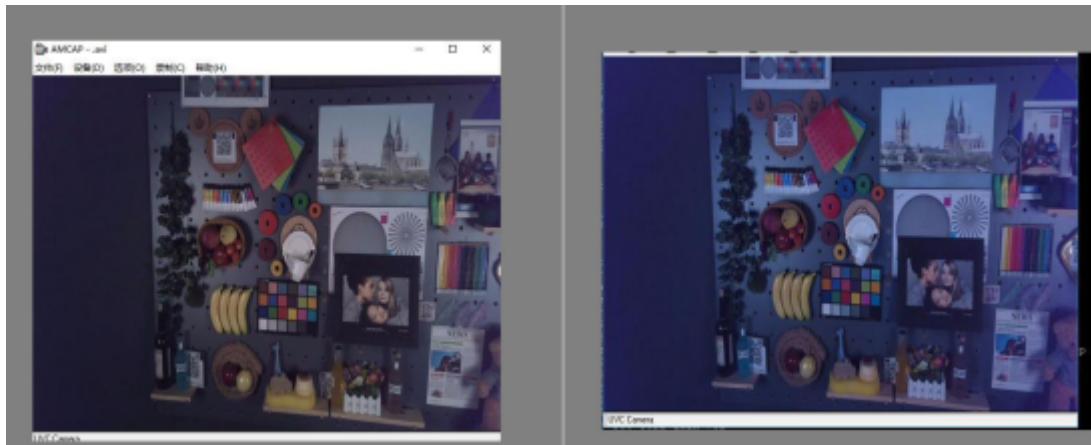
其他情况均参考前面两点说明调整

抓raw并仿真

当需要重新调整白点条件，或者从Log上定位不出问题的时候，需要抓raw图进行白点检测仿真，及查看各个光源下的白点统计。

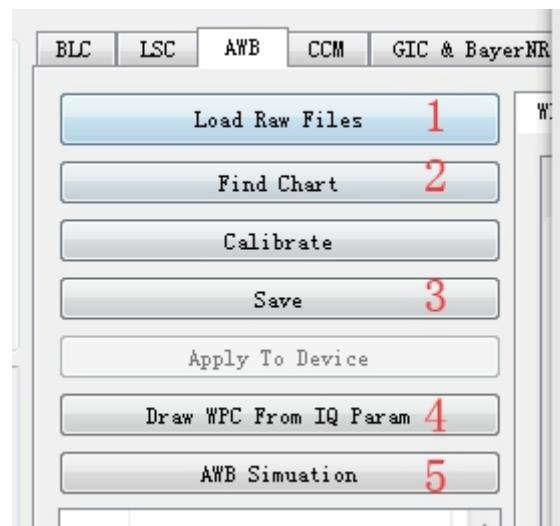
(1) 例1

右边是有问题的场景，左边是抓raw图重新调整了白点条件的效果

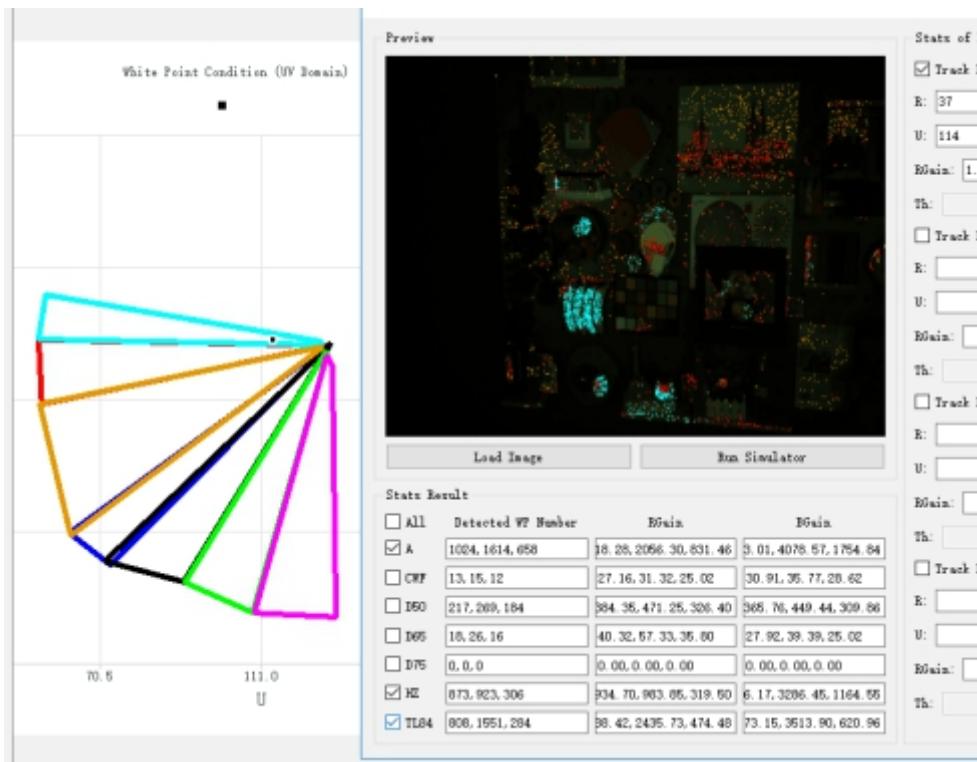


操作步骤：

- ① 抓raw图1
- ② 打开RKISPCalibrationTool，导入xml文件
- ③ BLC LSC参数配置好，现在的版本需要重新标定这两个参数
- ④ 为了可以参考之前标准光源下的色卡的白块和非白块的分布，需要重新Load Raw Files 导入标定时用到的所有图，单击FindChart 完成色卡识别，不要单击Calibrate，单击Save，单击Draw WPC From IQ Param 导入白点条件，及显示色卡的色块分布。



- ⑤ 在 AWB Simulation界面上单击Load Image 导入raw图1，图片和白点检测结果会同时更新在界面上，如下所示



可以看出识别的白点非常少，而图确实也比较暗。如下所示，类似圈出来的灰白区域都应该被检测为白点



⑥ 在图像上单击灰白区域，

看一下映射的点是否有在XY、UV的白点区间内，没有的话需要调整白点条件，使其落在区间内；

AWB Simulaton界面上也会显示出该点的R G B 和Y 的值，需要和XML里面设置的limitRange对比，看是否超出范围了，若是这种情况，可以适当放宽点limitRange范围。因为特别暗和特别亮的点受噪声或某个通道饱和的影响，其Rgain Bgain与实际的会有些偏差，所以这个范围需要权衡；

若即在limitRange范围内，又在XY、UV的白点区间内，但是又没被识别为白点，还需确认YUV 的TH，后面AWB Simulaton界面上也会显示出该点的th，参考界面上的这个值去调整YUV 的TH；

⑦ 调整完，单击AWB界面上的Save，单击AWB Simulation界面上的 Run Simulation 重新仿真。

修改XY、UV的白点区间后，白点检测如下，就解决了白平衡异常的问题

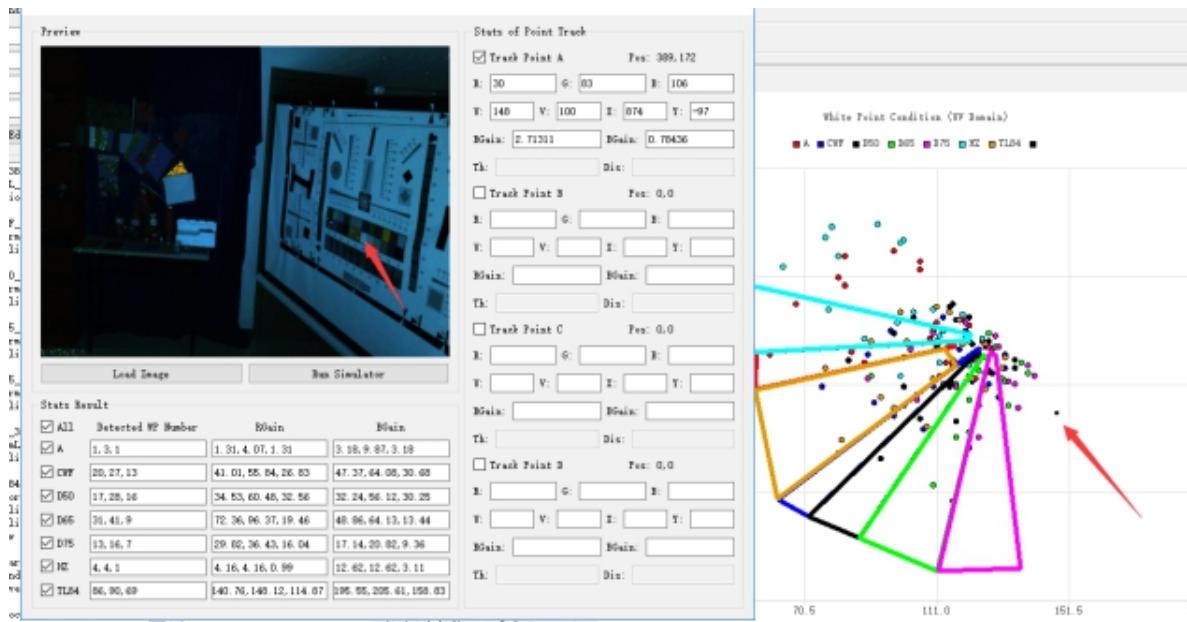
AWB Simulation

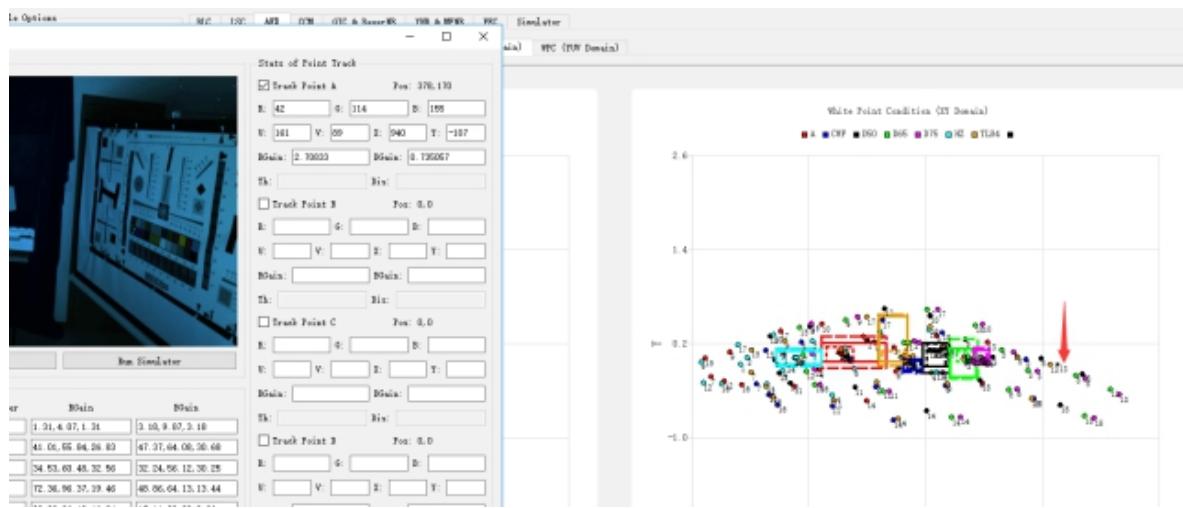
Preview

All	Detected WP Number	RGain	BGain
<input checked="" type="checkbox"/> A	17053, 18576, 15794	45, 22974, 32, 19467, 19	38, 48464, 96, 41539, 59
<input type="checkbox"/> CWF	10, 12, 8	20, 53, 24, 33, 16, 41	23, 08, 27, 63, 18, 63
<input type="checkbox"/> D50	72, 118, 55	137, 98, 227, 24, 104, 65	120, 82, 198, 23, 92, 91
<input type="checkbox"/> D65	8, 11, 6	17, 00, 23, 30, 12, 81	11, 70, 16, 04, 8, 85
<input type="checkbox"/> D75	0, 0, 0	0, 00, 0, 00, 0, 00	0, 00, 0, 00, 0, 00
<input checked="" type="checkbox"/> HZ	1626, 1703, 535	58, 16, 1734, 76, 528, 21	4, 53, 5816, 17, 1940, 03
<input type="checkbox"/> TL84	745, 1517, 24	114, 55, 2225, 90, 40, 67	817, 71, 3653, 69, 53, 98

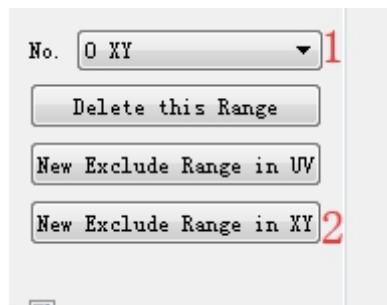
(2) 例2

对于电视摄像头而言，特殊之处在于场景的光源受电视的屏幕光源及电视画面内容影响比较大。如下所示为电视摄像头白平衡异常的现象。

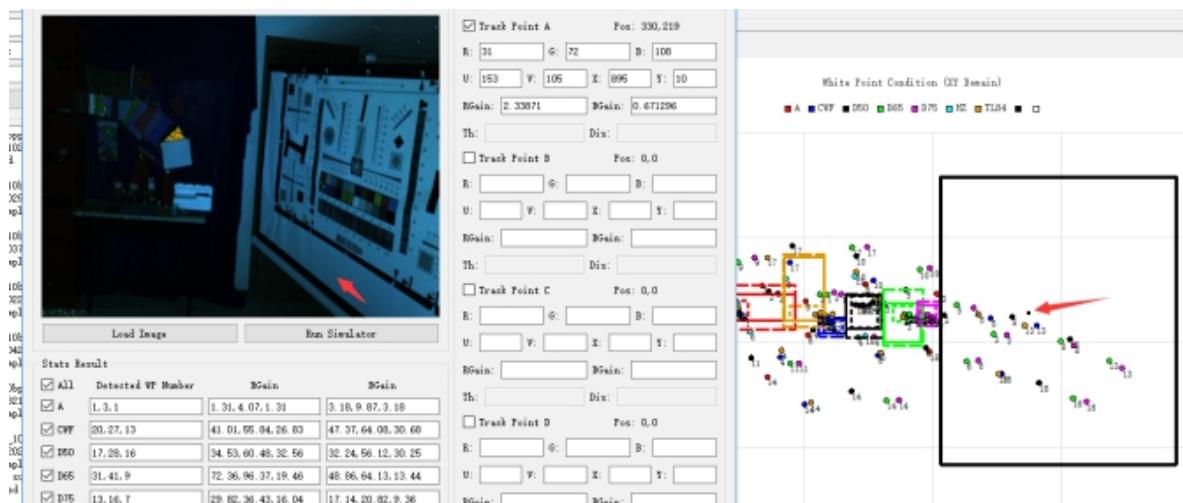




红色的箭头指出了灰白点在XY域和UV域映射的位置，可以看出这个时候偏离正常的白点比较远。固可以增加额外白点区间包含这些光源，



如下所示



需要注意的是，需要手动修改mode为3

```

</matrixwindow>
<excludeRange index="1" type="cell" size="[1 7]>
  <cell index="1" type="struct" size="[1 1]">
    <Domain index="1" type="double" size="[1 1]">
      [2]
    </Domain>
    <mode index="1" type="double" size="[1 1]">
      [1]
    </mode>
    <window index="1" type="double" size="[1 4]">
      [457 1222 160 -286]
    </window>
  </cell>
  <cell index="2" type="struct" size="[1 1]">

```

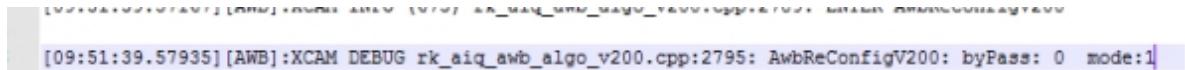
默认mode = 1时，把该区间当做非白点区间

(3) 待补充

特殊问题举例

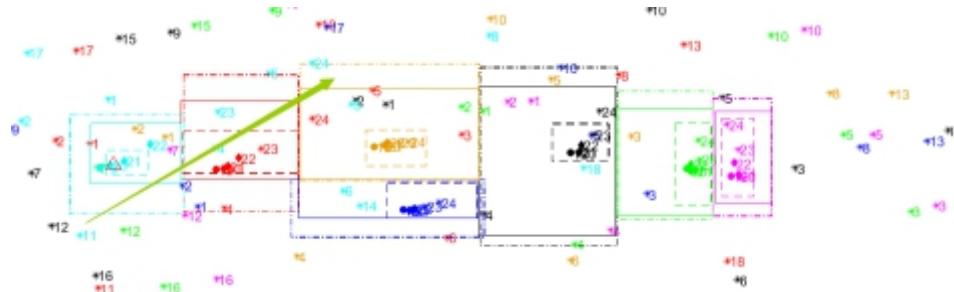
(1) 网络摄像头应用里把白平衡设置为自然光模式，导致自动白平衡没有开启，

通过查看log发现当前mode=1 为手动模式



更改白平衡模式后可解决这个问题

(2) 标定的时候发现hz a光下白点分布不集中



实际效果如下，白平衡做不对



后面测试发现是因为红外滤光片不合格导致近红外波段没有被截止，通过更换红外滤光片解决。

(3) cc模块的光源估计在来回震荡，导致色彩在震荡

```

Line 5698: [00:02:57.712323] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.262492, 0.988665, estimation illuminant is D50 (2)
Line 5699: [00:02:57.712323] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.262492, 0.988665, estimation illuminant is D50 (2)
Line 5800: [00:02:57.811349] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.262492, 0.988665, estimation illuminant is D50 (2)
Line 5810: [00:02:57.811349] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.262492, 0.988665, estimation illuminant is D50 (2)
Line 5920: [00:02:58.561261] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.267507, 0.983502, estimation illuminant is D50 (2)
Line 5921: [00:02:58.561261] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.267507, 0.983502, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6031: [00:02:58.155059] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.267507, 0.983502, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6032: [00:02:58.155059] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.267507, 0.983502, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6142: [00:02:58.366345] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.271833, 0.979029, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6143: [00:02:58.366345] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.271833, 0.979029, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6254: [00:02:58.465620] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.271833, 0.979029, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6364: [00:02:58.577856] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.271833, 0.979029, estimation illuminant is D65 (2)
Line 6365: [00:02:58.577856] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.271833, 0.979029, estimation illuminant is D50 (2)
Line 6475: [00:02:58.776105] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.275650, 0.975244, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6476: [00:02:58.776105] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.275650, 0.975244, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6586: [00:02:58.987769] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.279142, 0.971930, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6587: [00:02:58.987769] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.279142, 0.971930, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6697: [00:02:59.858311] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.279142, 0.971930, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6698: [00:02:59.858311] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.279142, 0.971930, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6808: [00:02:59.296966] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6809: [00:02:59.296966] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6919: [00:02:59.409404] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 6920: [00:02:59.409404] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7030: [00:02:59.522048] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7031: [00:02:59.522048] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.282218, 0.968997, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7141: [00:02:59.719781] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.285019, 0.966382, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7142: [00:02:59.719781] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.285019, 0.966382, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7252: [00:02:59.945211] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.287606, 0.963857, estimation illuminant is D65 (3)
Line 7253: [00:02:59.945211] [ACCM]:XCAM DEBUG rk_aiq_accm_algo.cpp:56; wbGain:1.287606, 0.963857, estimation illuminant is D65 (3)

```

通过增加xml中tolerance节点中的value值，使wbgain变化小于这个值时，就不更新，达到稳定的目的。在这个例子中修改xml中参数为

```

<tolerance index="1" type="struct" size="[1 1]">
    <LV index="1" type="double" size="[1 4]">
        [0 64 128 256.0000 ]
    </LV>
    <value index="1" type="double" size="[1 4]">
        [0.05 0.05 0.5 0.5 ]
    </value>
</tolerance>

```

3 基础颜色调整CCM

3.1 功能描述

由于Sensor频谱分布函数很难和视觉响应函数完全匹配，因此，可通过一个色彩校正矩阵(Color Correction Matrix,CCM)校正光谱响应的交叉效应和响应强度，使前端捕获的图像与人眼视觉保持色彩一致。

CCM标定工具支持对24色卡进行3x3 CCM (aij) 的预校正。

$$\begin{bmatrix} R_{cc} \\ G_{cc} \\ B_{cc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & \mathbf{a}_{22} & \mathbf{a}_{23} \\ a_{31} & \mathbf{a}_{32} & \mathbf{a}_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_{camera} \\ G_{camera} \\ B_{camera} \end{bmatrix}$$

RV1109 支持多组不同色温的CCM，在ISP2.0运行时，可根据IQ参数配置的gain节点，调整全局饱和度或局部饱和度，实现CCM矩阵系数的动态调整。

$$\begin{bmatrix} R_{cc} \\ G_{cc} \\ B_{cc} \end{bmatrix} = alpha * scale * \begin{bmatrix} a_{11}-1 & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & \mathbf{a}_{22}-1 & \mathbf{a}_{23} \\ a_{31} & \mathbf{a}_{32} & \mathbf{a}_{33}-1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_{camera} \\ G_{camera} \\ B_{camera} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_{camera} \\ G_{camera} \\ B_{camera} \end{bmatrix}$$

3.2 关键参数

使能控制

参数	描述
enable	色彩校正使能开关，1表示使能；取值0或1
damp_enable	色彩校正矩阵平滑功能开关，1表示使用该功能；取值0或1

亮度-饱和度调节

像素亮度相关饱和度调节

参数	描述
RGB2Y_para	由RGB到Y的计算系数，7bit定点化的值；整数，取值范围[0,128]
low_bound_pos_bit	像素点亮度(Y)-颜色校正(CC)强度之亮度阈值；整数，取值范围[0,10]
y_alpha_curve	像素点亮度(Y)-颜色校正(CC)强度(alpha)之强度，1024表示1倍强度，0表示不校正；整数，取值范围[0,1024]

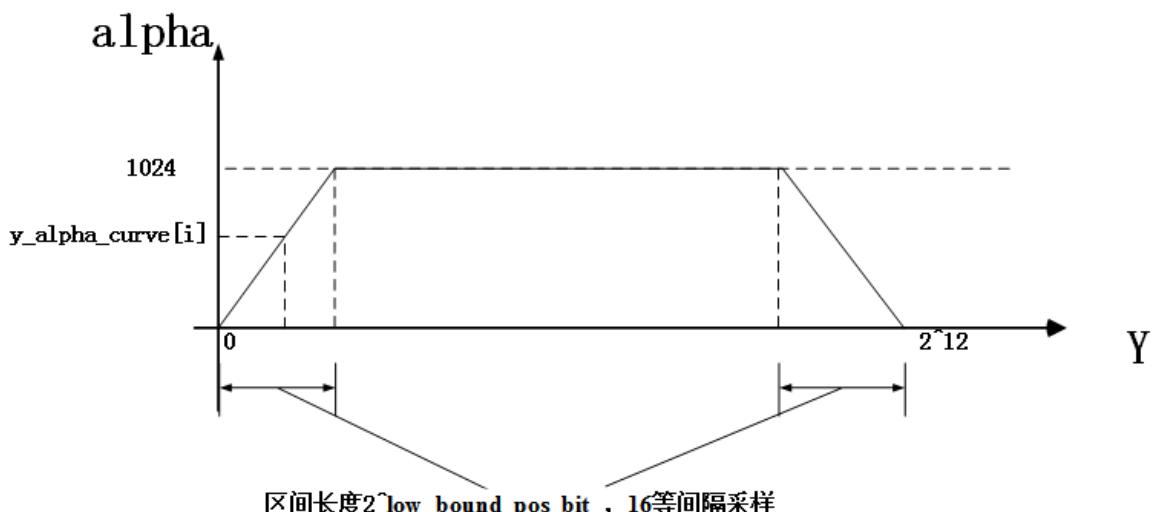


图 Y-CcAlpha

全局饱和度调整

不同曝光增益(gain)对应不同的校正强度scale，对应节点gain_alphaScale_curve下的参数

参数	描述
gain	gain-scale之曝光增益分量，小数，取值大于0
scale	gain-scale之校正强度分量，小数，取值范围[0,1]

CCM选择控制参数

根据白平衡增益自动选择相应光源的参数，某个光源下可配置不同曝光增益(gain)对应不同的饱和度(sat) CCM

参数	描述
name	光源名
wbGain	光源对应的标准白平衡增益，小数，由标定工具生成，取值大于0
matrixUsed	该光源下将会用到的CCM
gains	gains-sat之曝光增益分量，小数，取值大于0
sat	gains-sat之饱和度分量，小数，取值大于0

CCM参数

参数	描述
Name	CCM名字
illumination	光源名
saturation	对应的饱和度，由标定工具生成，取值大于等于0
ccMatrix	颜色校正矩阵，由标定工具生成，小数，取值范围[-8, 7.992]
ccOffsets	R\G\B分量偏移，由标定工具生成，取值范围[-4095-4095]，一般不使用

3.3 CCM标定

按照《Rockchip IQ Tools Guide ISP2x v1.1》完成CCM标定工作。

RAW数据采集

标定光源选择

七种不同色温的光源：D50、D65、D75、A、CWF、HZ、TL84

采集步骤

Step 1. 色卡放置在灯箱背景墙的中心，保证左右两侧光源均匀；如果项目对颜色要求比较高，也可以在旁边也放入相应的颜色，比如肤色卡，用于确认效果。

Step 2. 调节曝光，使得应用gamma后的色卡各个色块都不能过曝，推荐用自动曝光

Step 3. 拍摄时，调节物距，使得色卡在画面的占比为1/9。

标定

步骤

Step 1. RAW数据导入以及选取24色区域部分请参考《Rockchip IQ Tools Guide ISP2x v1.1》第四部分第5模块“CCM”。

Step 2. 配置标定参数

(1) 设置gamma：选择相机将会使用的gamma曲线。支持Normal、HDR、Night模式，也支持自定义。

(2) 设置色块权重：在6x4的表格中配置色块权重，色块位置与表格中的位置对应。

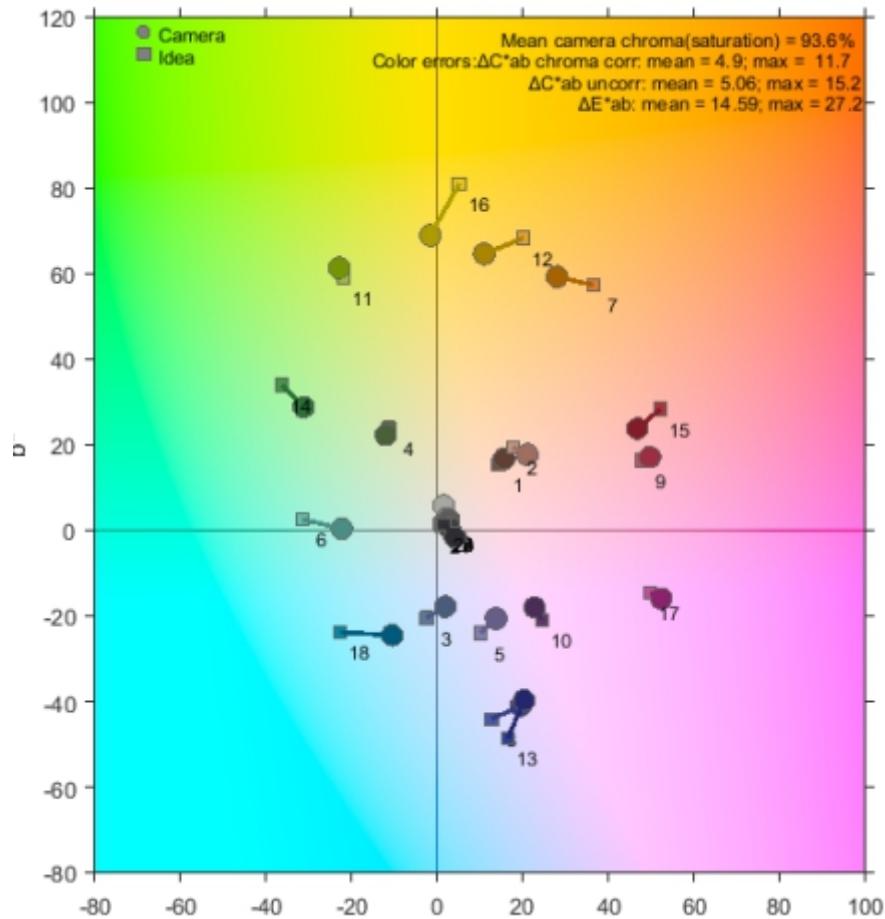
(3) 点击“Calibrate”按钮进行标定，获得CCM。可在Calibrate页面进行手动调节Saturation（饱和度），直到Result中校正完的效果图或色差图满足要求。

色差图介绍

根据色差图中标准色块的偏差方向与所在区间，分析出是哪个分量异常，如下：

- (1) camera的色块比idea的色块到原点的距离更远，则camera饱和度高比idea高
- (2) camera的色块比idea的色块到原点的距离更小，则camera饱和度高比idea低

案例看图：



色块15（红色块）及色块14（绿色）camera饱和度高比idea低，但属于偏差比较小的范畴内

色块13（蓝色）偏紫色方向，人眼视觉可能也觉得色块13也偏紫色，所以这种偏差可以接受。

一般要保证13-15色块偏差不要太大，这差不多代表了三原色，其他颜色可以从这三个颜色叠加得到。

如果13-15色块，或其他比较关注的颜色块色偏严重，可以增加色块的权重，但需注意兼顾对其他颜色块色偏的影响。

注意事项

- (1) 在识别24色区域时，确保每一个色块的黑边没被选入
- (2) 调整gamma曲线后可能需要重新标定CCM，所以最好先调好gamma
- (3) 标定图亮度不合适将会影响标定出的CCM的饱和度特性，过亮的RAW图标定出的CCM饱和度偏低，过暗的RAW图标定出的CCM饱和度偏高
- (4) 建议客观指标如下，但可以因项目而异，不注重这些客观指标

Color accuracy	D65(external)	color saturation	110-120%
		mean(ΔC)	<10
		max(ΔC)	<20
	Tl84 (for internal only)	mean(ΔE)	<15
		color saturation	110-120%
		mean(ΔC)	<10
		max(ΔC)	<20
		mean(ΔE)	<12
	Coolwhite (for internal only)	color saturation	110-125%
		mean(ΔC)	<10
		max(ΔC)	<20
	A light (for internal only)	mean(ΔE)	<12
		color saturation	110-120%
		mean(ΔC)	<10
		max(ΔC)	<22
		mean(ΔE)	<12

3.4 颜色调整

整体颜色饱和度调整

调整gain_alphaScale_curve的参数

scale取值可在[0, 1.0]范围内做适当调整，影响最终的色彩校正强度，scale越小，色彩饱和度越低，反之色彩饱和度增加。

调整gains-sat

sat越小，色彩饱和度越低，反之色彩饱和度增加。不同光源可以调不同的参数。

增加高饱和度的CCM

当前两点调到最大值时，饱和度还是不够，需要重新标定更高饱和度的CCM，同时要调整gains-sat里的sat最大值为增加的饱和度。

降低暗的像素的色彩饱和度

减小y_alpha_curve中的值，以降低暗的像素的色彩饱和度，注意最后一个值需为1024，否则会影响图像中其他亮度的色彩饱和度。

某些颜色调整

当完成前面整体颜色饱和度调整后，颜色仍然没有达到预期的效果，可以按如下步骤尝试：

- (1) 当需要调整颜色与人眼视觉一致时，要确认白平衡是否正确；
- (2) 当需要调整颜色与对比机一致时，要确认是白平衡是否一致；
- (3) 当需要调整颜色与对比机一致时，要确认是亮度是否接近
- (4) 若白平衡确认一致或正确及亮度接近后，颜色还是没有达到预期，则再调整CCM相关参数以达到目的。

确认白平衡是否正确

要点：白色物体是否偏色。

方法：

眼睛看，视频中白色物体是否为白色；

抓图，看白色块的R/G/B分量是否相差较大。

确认白平衡是否与对比机一致及调整

- (1) 如果对比机的白平衡比较对，而RK的白色物体偏色较明显，则先通过白平衡模块使白平衡更正确；
- (2) 如果对比机的白色物体偏色较明显，而RK的白平衡比较对，需区分是因为对比机的白平衡算法缺陷导致，还是对比机色调喜好不同导致；如果是色调喜好不同，可以先通过白平衡模块调整色调使两者一致，或用faststone等工具调整对比机色调与RK的相同；如果是对比机的白平衡算法缺陷导致，可以增加场景中的白点数量，重新抓图，或者用faststone等工具调整对比机色调与RK的相同。

- (3) 如何区分对比机的白色物体偏色较明显是因为对比机的白平衡算法缺陷导致，还是对比机色调喜好不同导致

a. 若场景只有白色物体且亮度合适时，对比机的白色还是偏色，很大概率上是因为对比机做了色调调整；

b. 否则就是对比机算法缺陷导致；

调整亮度与对比机一致

(1) 通过调整亮度相关模块 (ae ,gamma, dehaze ,hdr) 使亮度靠近，允许有一定差距

(2) 或通过faststone等工具调整对比机亮度与RK的相同

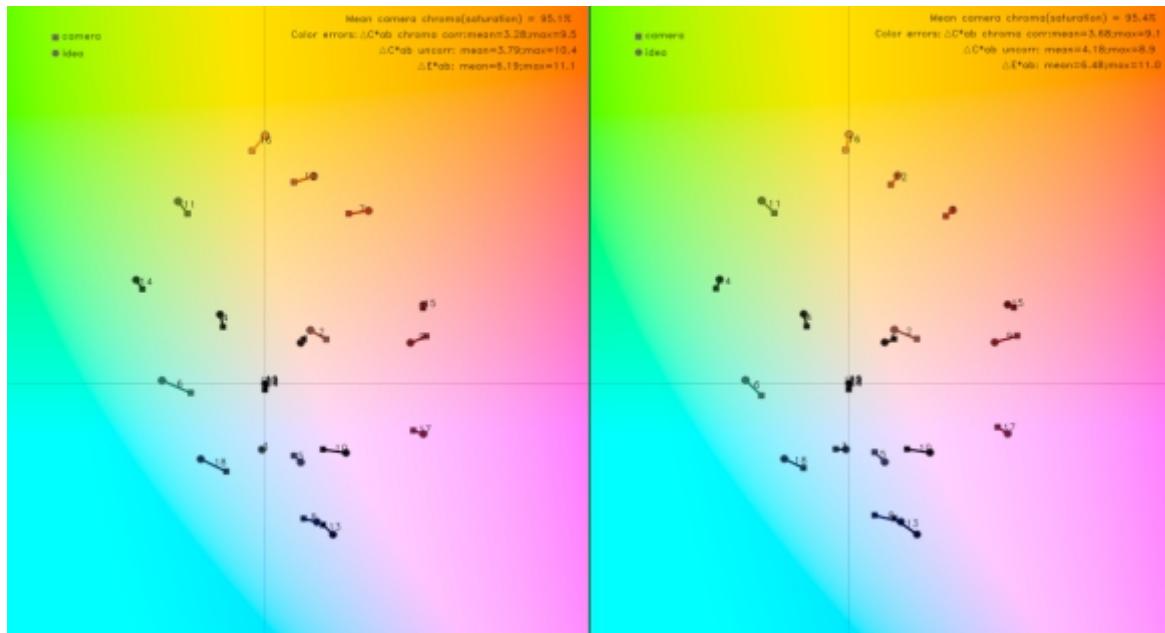
调整CCM

重新用工具标定CCM

在24色卡中找到与该颜色最接近的色块，增加该色块的权重，重新标定CCM。

案例：

以下左边的色差图中，第6/18色块色偏比较大，对此，可将中性色块（第19-24色块）权重设置成0，将第6色块设置为16，第18色块权重设置为8。另外，为了减少上述调整给其他色块带来的影响，将三原色色块（第13-15色块）权重设置为8，肤色块（第2色块）权重也设置为8，这样得到的结果色差图如下右图，第6/18色块色偏减小。



手动调整CCM

获取RK RGB值

使用RK机器抓取图像，获得RK RGB值

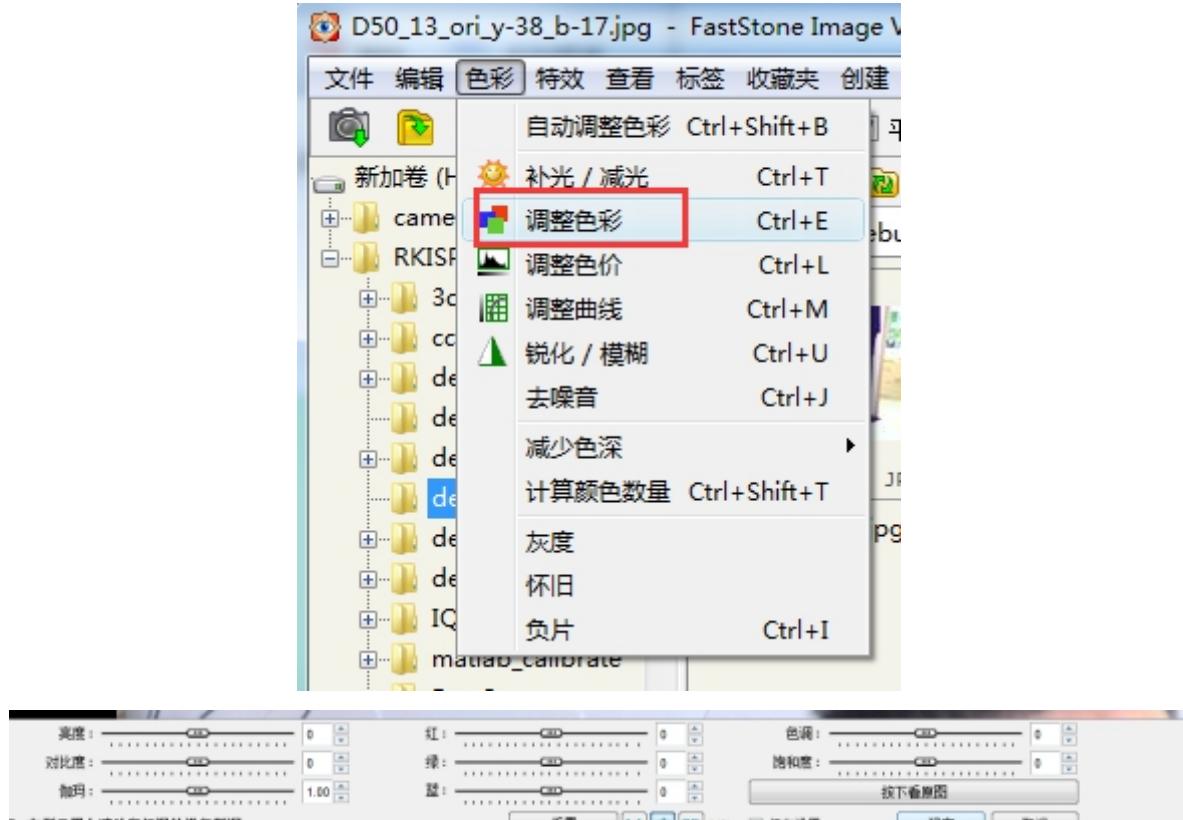
获取目标RGB值

(1) 有对比机时

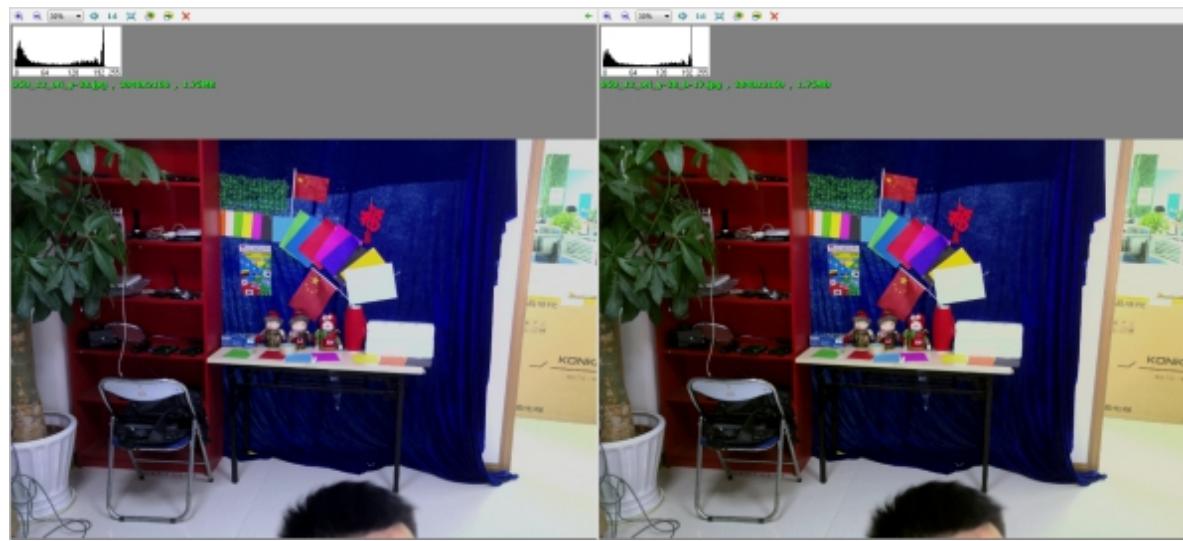
使用对比机抓取图像，获得目标值，但需要保证与RK的亮度白平衡接近

(2) 无对比机时

用faststone等工具调整RK采集图上的某个关注的颜色，直到该颜色预期相符。



如：调整B分量作为目标值，用fastone将B通道减17，右下所示的绿色是预期的颜色，



比较此时RK的绿色RGB为64 85 90，目标为65 86 69，然后就知道要调整CCM使B分量减小，那么两个绿色就会接近了

(3) 24色卡人眼视觉的目标值为：

No.	Number	sRGB			CIE L*a*b*			Munsell Notation Hue Value / Chroma	
		R	G	B	L*	a*	b*		
1.	dark skin	115	82	68	37.986	13.555	14.059	3 YR	3.7 / 3.2
2.	light skin	194	150	130	65.711	18.13	17.81	2.2 YR	6.47 / 4.1
3.	blue sky	98	122	157	49.927	-4.88	-21.925	4.3 PB	4.95 / 5.5
4.	foliage	87	108	67	43.139	-13.095	21.905	6.7 GY	4.2 / 4.1
5.	blue flower	133	128	177	55.112	8.844	-25.399	9.7 PB	5.47 / 6.7
6.	bluish green	103	189	170	70.719	-33.397	-0.199	2.5 BG	7 / 6
7.	orange	214	126	44	62.661	36.067	57.096	5 YR	6 / 11
8.	purplish blue	80	91	166	40.02	10.41	-45.964	7.5 PB	4 / 10.7
9.	moderate red	193	90	99	51.124	48.239	16.248	2.5 R	5 / 10
10.	purple	94	60	108	30.325	22.976	-21.587	5 P	3 / 7
11.	yellow green	157	188	64	72.532	-23.709	57.255	5 GY	7.1 / 9.1
12.	orange yellow	224	163	46	71.941	19.363	67.857	10 YR	7 / 10.5
13.	blue	56	61	150	28.778	14.179	-50.297	7.5 PB	2.9 / 12.7
14.	green	70	148	73	55.261	-38.342	31.37	0.25 G	5.4 / 8.65
15.	red	175	54	60	42.101	53.378	28.19	5 R	4 / 12
16.	yellow	231	199	31	81.733	4.039	79.819	5 Y	8 / 11.1
17.	magenta	187	86	149	51.935	49.986	-14.574	2.5 RP	5 / 12
18.	cyan	8	133	161	51.038	-28.631	-28.638	5 B	5 / 8
19.	white (.05*)	243	243	242	96.539	-0.425	1.186	N	9.5 /
20.	neutral 8 (.23*)	200	200	200	81.257	-0.638	-0.335	N	8 /
21.	neutral 6.5 (.44*)	160	160	160	66.766	-0.734	-0.504	N	6.5 /
22.	neutral 5 (.70*)	122	122	121	50.867	-0.153	-0.27	N	5 /
23.	neutral 3.5 (.1.05*)	85	85	85	35.656	-0.421	-1.231	N	3.5 /
24.	black (1.50*)	52	52	52	20.461	-0.079	-0.973	N	2 /

调整CCM说明

对比当前RGB和目标RGB值，手动调整CCM，使两者RGB接近。

(1) CCM调节约束

颜色校正矩阵的公式如下：

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

为了保证白平衡不受破坏，参数必须满足条件：

$$a_{i1} + a_{i2} + a_{i3} = 1$$

各通道主要来源于原通道的颜色分量，因此必须满足条件：

$$a_{ii} \geq 1$$

同时，尽量使主对角线元素值差异较小，尽量使主对角线以外的元素均为负值。

如果 a_{13} 为正数，会导致高饱和度红色偏紫，如果 a_{31} 为正数，会导致高饱和度蓝色偏紫。

当 a_{21} 为负值时，绝对值越大，校正后的红色的G分量值越小，红色的饱和度越高； a_{23} 为负值时，绝对值越大，校正后的蓝色的G分量值越小，蓝色的饱和度越高。

(2) 常见色偏精调总结：

蓝色（红色）偏紫， a_{13} (a_{31}) 为正数时，需减小R (B) 分量，将 a_{13} (a_{31}) 从接近0 的正数改为较小负数；

蓝色(红色)过饱和, α_{23} (α_{21}) 为负值时, 需增大G分量, 可减小 α_{23} (α_{21}) 的绝对值;

紫色偏蓝, 需增大R分量, 可增大 α_{13} , 减小 α_{11} 和 α_{12} ; 或者减小B分量, 减小 α_{33} , 增大 α_{31} 和 α_{32} ;

红色偏橘, 需减小G分量, 可减小 α_{21} 并增大 α_{22} ;

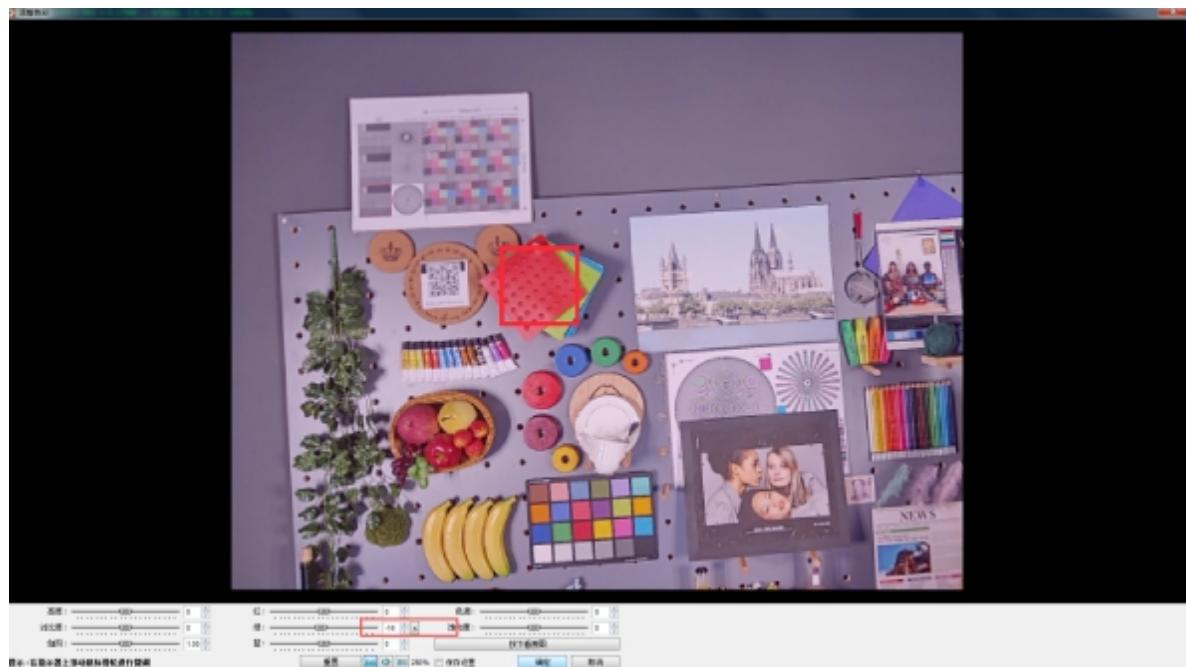
肤色偏黄绿, 需减小G分量, 增大B分量, 可大幅度减小 α_{22} 和增大 α_{23} , 微调 α_{21} , 大幅度增大 α_{31} 和减小 α_{32} , 微调 α_{33} 。

调整CCM示例

(1) 案例1 红色偏橘:



使用faststone 调整RGB 发现, 减小G分量可以改善偏橘的问题, 此时红色塑料片目标RGB值为[212 63 79]。



红色框内的红色塑料片偏橘, $RGB = [212, 78, 80]$, 与目标值[212 63 79]相比, G分量偏大。如果经验比较丰富, 可以跳过获取用faststone这一步, 直接调整CCM减小G分量即可。

$$G' = \alpha_{21}R + \alpha_{22}G + \alpha_{23}B,$$

原校正系数: $[\alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23}] = [-0.2854, 1.1496, 0.1358]$

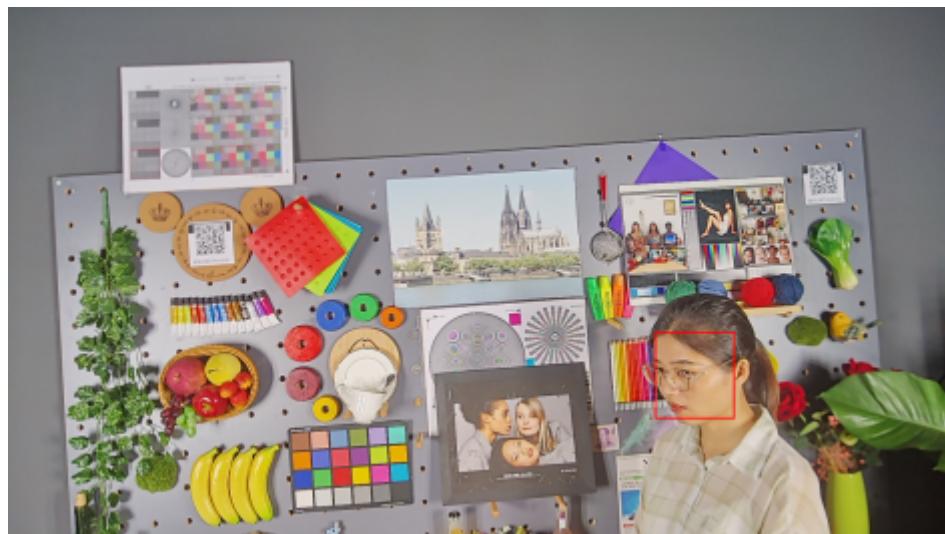
由于红色塑料片R分量值最大，因此需要减小 α_{21} 的值，为了符合行相加为1的约束，需要减小 α_{22} 的绝对值

调整后校正系数： $[\alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23}] = [-0.385, 1.2497, 0.1358]$



红色塑料片：RGB = [208, 56, 76]。

(2) 案例2 肤色偏黄绿：



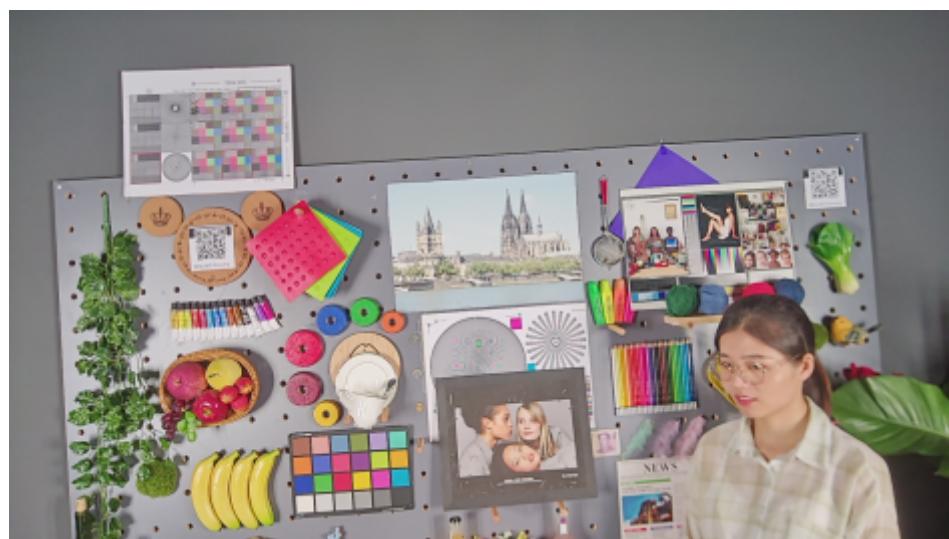
红色框内的肤色偏黄绿，RGB = [216, 174, 124]，其中G分量偏大，B分量偏小；

原校正系数： $\begin{bmatrix} \alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{23} \\ \alpha_{31}, \alpha_{32}, \alpha_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.3192 & 1.6927 & -0.3735 \\ 0.0239 & -0.5738 & 1.5499 \end{bmatrix}$ 同案例1，减小G分量，大幅度减小 α_{22} 和 α_{23} 的绝对值，微调 α_{21} ，



此时相应位置的肤色：RGB = [212, 169, 124]；

为增大B分量，因为R和G分量值较大，因此大幅度增大 a_{31} 和 a_{32} 的绝对值，微调 a_{33}



$$\text{调整后校正系数: } \begin{bmatrix} a_{21}, a_{22}, a_{23} \\ a_{31}, a_{32}, a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.3004 & 1.6375 & -0.3371 \\ 0.2127 & -0.7294 & 1.5166 \end{bmatrix};$$

此时相应位置的肤色：RGB = [214, 169, 146]。

4 高级颜色调整-3DLut

4.1 CCM VS 3DLut

CCM的任务是使不同光源下的颜色与人眼视觉相近，3DLut的任务是根据喜好去调整个别的颜色。两者对颜色调整的优缺点如下：

	CCM	3DLut
优点	颜色过渡自然，不容易引入噪声	对某个颜色的色调调整及饱和度调整比较容易；对不相近的颜色可以没有影响
缺点	针对某个喜好，修改了CCM，可能会导致其他不相近颜色受到影响；颜色调整比较困难	由于当前的采样点数9x9x9偏少，颜色容易过渡不自然，且调整了数值以后会影响像素点的去噪强度，会引入噪声

至于选择哪种方案，实际项目中在颜色喜好和过渡及噪声直接做权衡。

4.2 功能说明

3维查找表3 dimensional look-up-tables(3DLUT)

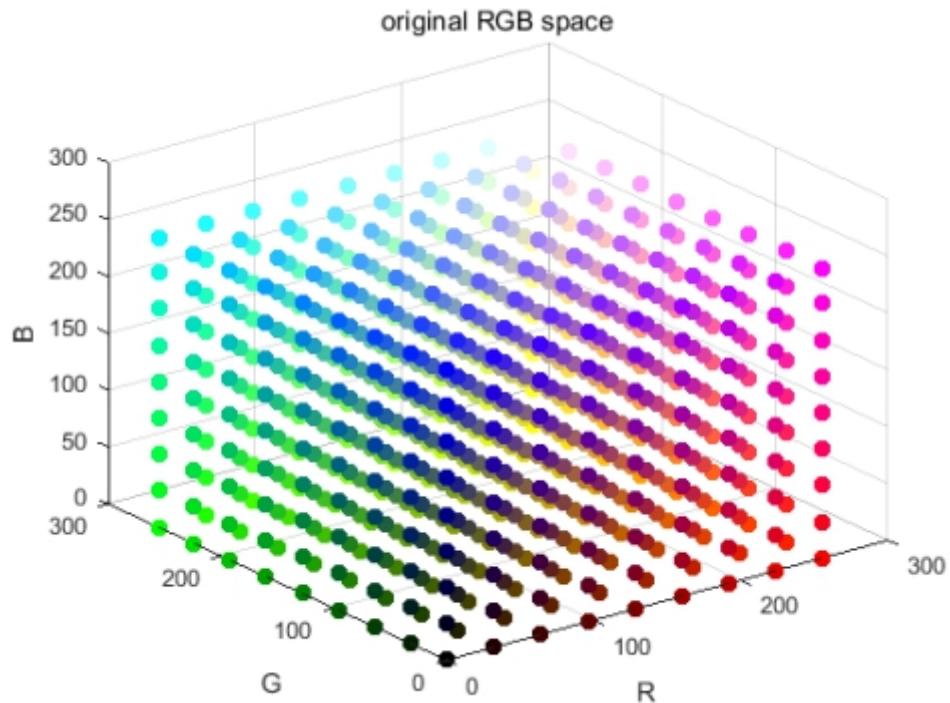


图 9x9x9 bypass 3dlut示意

任意一个颜色均能被独立的映射为另外一个值

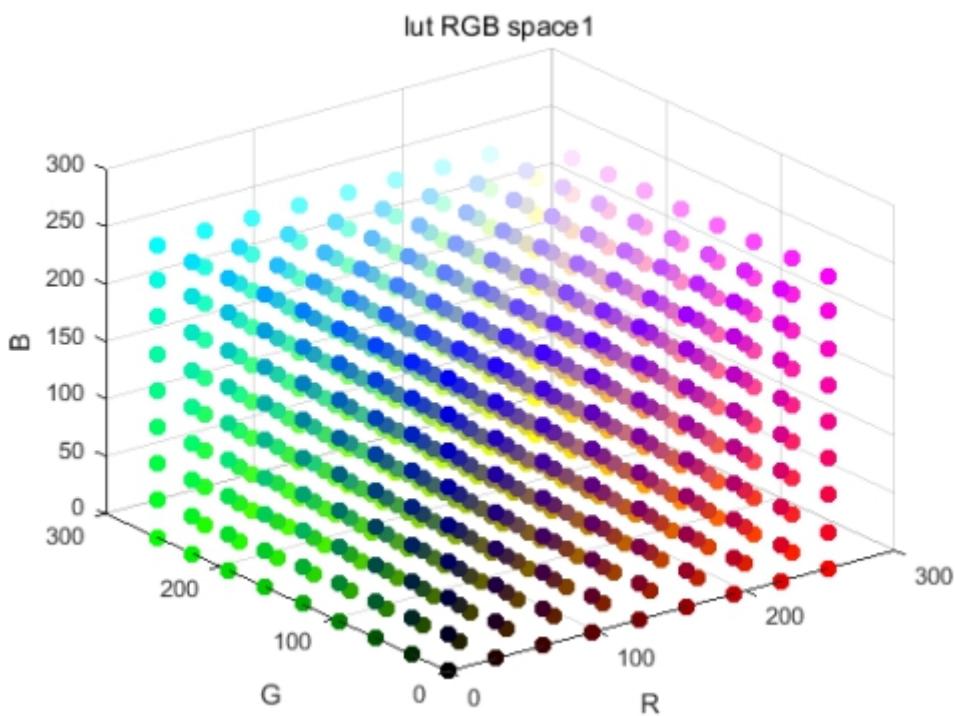


图 9x9x9 绿色增强3dlut示意

RK1109上3D LUT为9x9x9，表中没有记录的值可以通过三线性插值得到

4.3 调整示例

目前RK调整该功能的工具尚未开发，以下为调整效果对比

