



## SigmaStar 相机标定说明

---



© 2023 SigmaStar Technology Corp. All rights reserved.

SigmaStar Technology makes no representations or warranties including, for example but not limited to, warranties of merchantability, fitness for a particular purpose, non-infringement of any intellectual property right or the accuracy or completeness of this document, and reserves the right to make changes without further notice to any products herein to improve reliability, function or design. No responsibility is assumed by SigmaStar Technology arising out of the application or use of any product or circuit described herein; neither does it convey any license under its patent rights, nor the rights of others.

SigmaStar is a trademark of SigmaStar Technology Corp. Other trademarks or names herein are only for identification purposes only and owned by their respective owners.



## REVISION HISTORY

Revision No.	Description	Date
1.0	• Initial Release	12/24/2021
1.1	• Second Release	08/21/2022
1.2	• Third Release	10/27/2022
1.3	• Fourth Release	12/02/2022
1.4	• Fifth Release	12/28/2022
1.5	• Add Nir Description	04/25/2023
1.6	• Improve LenSpec and Stitch Description	12/15/2023

目录

**REVISION HISTORY ..... i**

图目录..... iii

表目录..... iv

1. 概述..... 1

    1.1. 概述..... 1

2. 标定工具环境安装 ..... 2

3. 相机标定 ..... 3

    3.1. 相机标定前的准备..... 3

        3.1.1 AE/AWB 的同步 ..... 3

        3.1.2 镜头阴影校正 (Lens Shading Correction) ..... 4

        3.1.3 检查、调试并导入适用于标定的图像质量 IQ(Image Quality) bin..... 4

    3.2. 标定步骤..... 5

        3.2.1 模型标定 ..... 5

        3.2.2 产线标定 .....21

        3.2.3 Auto Fine-Tune .....27

        3.2.4 单相机标定 .....29

        3.2.5 NIR 标定.....34

        3.2.6 calib\_out.json 参数说明 .....36

## 图目录

图 1 Visual Studio 运行时库安装.....	2
图 2 AE 同步前后拼接差异图 .....	3
图 3 调 IQ 前后的标定图效果对比 .....	4
图 4 调 IQ 前后的对角棋盘黑格效果对比 .....	5
图 5 示例棋盘格标定板.....	6
图 6 单相机标定拍摄示例 .....	10
图 7 CVTool 单相机抓图步骤.....	10
图 8 双目相机标定图片拍摄示例 .....	13
图 9 离线拼接图片示例.....	15
图 10 CVTool 模型标定步骤 .....	16
图 11 双目模型标定的目录结构.....	20
图 12 拼接前效果图 .....	20
图 13 模型标定拼接后效果 .....	21
图 14 固定棋盘格标定板的示意图 .....	22
图 15 产线标定棋盘格的摆放方式 .....	23
图 16 产线标定拍摄图片示例 .....	24
图 17 CVTool 产线标定步骤 .....	25
图 18 四目产线标定图片目录结构示意图 .....	26
图 19 四目产线标定效果图 .....	27
图 20 Auto Fine-Tune 标定图片示例 .....	28
图 21 Auto Fine-Tune 目录结构 .....	28
图 22 CVTool 的 Auto Fine-Tune 步骤 .....	29
图 23 单相机标定的目录结构 .....	30
图 24 Maruko 系列芯片单相机标定步骤.....	30
图 25 Souffle 系列芯片单相机标定步骤.....	31
图 26 LenSpec 目录结构.....	32
图 27 Opera 系列芯片 LenSpec 标定方式.....	32
图 28 Souffle 系列芯片 LenSpec 标定方式.....	33
图 29 NIR 标定图片目录结构 .....	35
图 30 NIR 标定步骤 .....	36



表目录

表 1 muffin cv server json 配置说明 ..... 6

表 2 souffle cv server json 配置说明..... 7

表 3 单相机标定图片拍摄步骤..... 8

表 4 CVTool 抓图配置说明 .....10

表 5 双相机标定图片拍摄方法.....11

表 6 CVTool 标定配置说明 .....16

表 7 CalibInfo 参数说明.....36

表 8 mapgen 参数说明 .....38

## 1. 概述

---

### 1.1. 概述

本文描述如何使用 CVTool 工具进行多相机的标定和拼接功能，以及单相机标定功能。根据用户从多相机或单相机抓拍到的标定图，来计算芯片所需的拼接标定参数。

## 2. 标定工具环境安装

相机标定使用 SigmaStar 公司的 CVTool 工具，该工具运行依赖 Visual Studio 运行时库，运行前确保已经安装 VS 2017 的运行时库，可以自行下载 vc2017setup.exe 进行安装。如果工具可以正常打开跳过该步骤，否则打开安装向导勾选 Visual C++ Redistributable Package 2017，其他的选项去除勾选，然后点击下一步进行安装即可，如图 1 所示：



图 1 Visual Studio 运行时库安装



## 3. 相机标定

### 3.1. 相机标定前的准备

#### 3.1.1 AE/AWB 的同步

现今大部分拼接产品，多路 ISP 相互独立，从而导致不同 Sensor 成像后的亮度、颜色以及对比度等都有落差，特别是在亮暗不均匀的场景下差异会更加明显。因此，在相机标定前，需要做好 AE 和 AWB 同步。

##### ■ AE 同步

自动曝光 (Auto Exposure, 简称 AE) 是相机会根据光线的强弱自动调整曝光过度或者是不足，让成像区域不会有局部过亮或者过暗的情况出现。由于拼接产品中相邻相机的摆放角度和相对拍摄物体的距离不同，拍摄到的区域也不同，造成各路镜头的曝光度会有所差异。所以在拼接前，我们必须先对多路镜头进行 AE 同步，避免拼接处会有亮暗不均的不连续感出现。AE 同步前后拼接差异图如 [图 2](#) 所示，其中右子图是 AE 同步后的画面展示。SigmaStar AE 同步参考《MI\_ISP\_API\_V3.doc》中 MI\_ISP\_SYNC3A\_e 的设置。

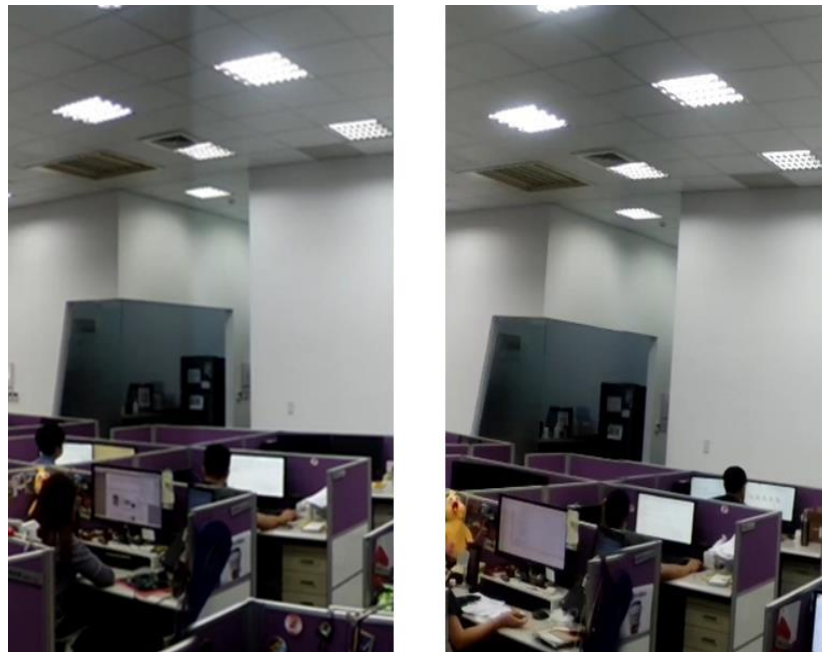


图 2 AE 同步前后拼接差异图

##### ■ AWB (Auto White Balance) 同步

在不同色温光源下，相同白色物体所拍摄的照片可能会出现色偏，如低温情况下会偏红色，高温情况下偏蓝色。同一型号的相机间由于存在组装上的误差，各自 AWB 的参数也会有略微差异，为确保拼接品质，在多相机拼接前，必须对多相机进行 AWB 同步。AWB 同步方式和 AE 相同，参考《MI\_ISP\_API\_V3.doc》中 MI\_ISP\_SYNC3A\_e 的设置。



### 3.1.2 镜头阴影校正 (Lens Shading Correction)

由于镜头的工艺及其他光学问题，使得镜头拍摄的图像呈现中心点较亮，边缘较暗现象。在多相机拼接的场景下，会造成重叠区域亮度有一定的差异，为了保证拼接处的融合效果，建议先对各相机进行 lens shading correction。

### 3.1.3 检查、调试并导入适用于标定的图像质量 IQ(Image Quality) bin

在标定前，需要检查、调试好适用于标定的图像质量 IQ，并将 IQ bin 导入至板端；调好的 IQ 需要尽量可以精准检测到角点，提高用作相机标定的图像质量。用作相机标定的 IQ 前后效果对比图如图 3、图 4 所示。适用于相机标定的 IQ 的参考调试方案如下：

1. 加大黑白对比度：YUV Gamma 拉成小 s 形，可以让角点更明显；
2. WDR\_LCE 模块：通过微调相关参数，让画面黑白分明 (Num、Filter 调大；黑色压暗/白色提亮强度调大)，可以拉开角点像素强度与周围像素的差异，让角点凸显；
3. YEE 模块：尝试全走中低频 (ML) 或高频 (H)，对角点检测作用并不明显；尝试全走有方向 (D) 或无方向 (UD)，对角点检测作用不明显；加大 EdgeGain、Edgekillut、OverShootGain 等提升棋盘格清晰度；
4. 锐化白边不要太强；
5. 提高亮度和增加曝光时间：画面中若出现很强的噪声点，会对角点检测有一定的影响。可以提高图像亮度和增加曝光时间，来减弱噪声点。



图 3 调 IQ 前后的标定图效果对比

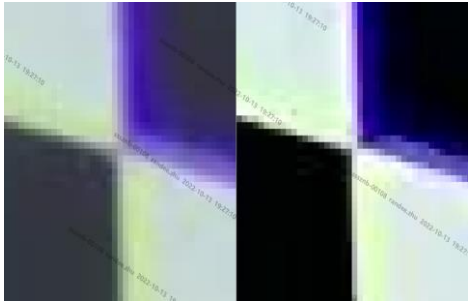


图 4 调 IQ 前后的对角棋盘黑格效果对比

由图 3 所示，左图是按照上述方案调试 IQ 前的标定效果图，右图是调试 IQ 后的标定效果图。和左图相比，右图明显棋盘格更清晰，黑白对比度更大。图 3 放大一定的比例至人眼可以清楚查看像素级的角点所在区域，如图 4 所示。左图是图 3 左图放大的图，右图是图 3 右图放大的图。和左图相比，右图对角黑色棋盘方格之间的过渡区面积小，角点像素强度与周围像素差异明显，棋盘格更清晰，角点更容易检测。

另外，一些很差的 IQ 效果图以及相对完美的参考 IQ 效果图放在文末附录中。

## 3.2. 标定步骤

### 3.2.1 模型标定

模型标定阶段每个类型的产品只需标定一次，建议根据三西格玛原则从同一批产品中挑选一个产品用来模型标定。标定时需要用该产品拍摄大量的带有棋盘格的图像，以保证标定结果的准确性和鲁棒性。

#### 3.2.1.1. 棋盘格标定板

准备标定用的棋盘格标定板，标定板的精度要高，建议买专业的标定板。示例棋盘格标定板如图 5 所示，具体规格如下：该棋盘格标定板共 12\*9 个黑白方块，内角点数为 11\*8，内角点如图 5 中红圈所示，单个方格的边长（物理单位）是 95mm。**注意：**拍摄图像中的标定板所占画面比例不宜太小，一般来说图像中的每个方格的边长（像素单位）不低于 10 个像素；如果标定板在画面中占据的像素太少，可以考虑将标定板靠近摄像头或者更换更大尺寸的棋盘格标定板（必要时减少棋盘格标定板中格子的数量，最少的内角点数目是 4\*3）。另外，定制专业的棋盘格标定板的最外圈中，黑白方格和标定板的边缘之间距离要大些（至少要有单个黑白方格的边长），即要留足够多的白。

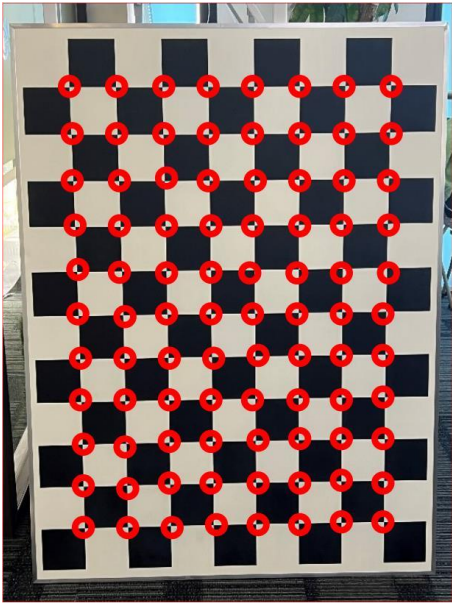


图 5 示例棋盘格标定板

3.2.1.2. cv server 运行

- Muffin、Maruko、Opera 系列
  - a) 根据板子设定和表 1 配置说明修改串流 json，json 放到 commn 目录
  - b) 将 common 目录放到板子端，如/mnt/
  - c) 设置环境变量指定 json 路径.export CV\_SERVER\_JSON\_PATH=/mnt/
  - d) 输入如下命令运行 demo: ./prog\_cv\_server
- Souffle 系列
  - a) 根据板子设定和表 2 配置说明修改串流 json
  - b) 将./prog\_cv\_server\_demo 和 json 放到板端同个目录
  - c) 输入如下命令运行 demo: ./prog\_cv\_server

注意：

- (1) cv\_server 和 sdk 必须配套
- (2) Muffin、Maruko、Opera 系列芯片 json 示例参考muffin\_json\_sample.zip
- (3) Souffle 系列芯片 json 示例参考souffle\_json\_sample.zip



muffin\_json\_sample.zip



souffle\_json\_sample.zip

表 1 muffin cv server json 配置说明

节点	配置	说明	备注
stPadVifInfo	snrNum	当前视频流 Sensor 个数	标定抓图都为 1
	snrResW	Sensor 分辨率的宽	分辨率必须是 sensor 支持的
	snrResH	Sensor 分辨率的高	分辨率必须是 sensor 支持的
	padId	SensorPad ID	

	GroupId	Vif Group ID	
	vifDevIdInGroup	Vif group 里面的第几个 dev	一般不修改
	vifPortId	Vif 的输出端口	一般不修改
stIqCfg	IqFilePath	IQ 文件路径	
stIspCfg	IspDevId	Isp 设备号	
	IspChnId	Isp 通道号	
	IspOutPortId	Isp 输出端口号	
	Isp3DNRLevel	Isp 3D 降噪等级	
stScIcFg	ScIDevId	ScI 设备号	
	ScIChnId	ScI 通道号	
	ScIOutPortId	ScI 输出端口号	
	ScIOutPortW	ScI 输出宽度	单位: pixel
	ScIOutPortH	ScI 输出高度	单位: pixel
	ScIHwId	ScI 硬件 ID	
stVencCfg	vencDev	Venc 设备号	
	u32VencChn	Venc 通道号	
	eType	编码类型	2: H264 3: H265 4: JPEG

表 2 souffle cv server json 配置说明

节点	配置	说明	备注
stVifCfg	snrResIdx	Sensor 分辨率映射表中的索引	
	padId	Sensor 设备号	
	GroupId	Vif Group 号	
	vifPortId	Vif 的输出端口	一般不修改
stIqCfg	IqFilePath	IQ 文件路径	
stIspCfg	IspDevId	Isp 设备号	
	IspChnId	Isp 通道号	
	IspOutPortId	Isp 输出端口号	
	Isp3DNRLevel	Isp 3D 降噪等级	
stScIcFg	ScIDevId	ScI 设备号	
	ScIChnId	ScI 通道号	
	ScIOutPortId	ScI 输出端口号	
	ScIOutPortW	ScI 输出宽度	单位: pixel
	ScIOutPortH	ScI 输出高度	单位: pixel
stVencCfg	VencDev	Venc 设备号	

	VencChn	Venc 通道号	
	eType	编码类型	2: H264 3: H265 4: JPEG

### 3.2.1.3. 单相机标定图片拍摄

该场景拍摄的图用于标定相机内参。拍摄时，最好不要手举棋盘格标定板（手举棋盘格会因为手的轻微抖动，导致内角点模糊，不利于角点检测）。将棋盘格标定板放置于相机镜头前方，并不断变换棋盘格标定板方向、距离及在画面中位置，使之均匀覆盖全画面，且涵盖四种距离。近距离且单张棋盘格标定板覆盖整个画面、近距离且多张棋盘格标定板覆盖整个画面（棋盘格标定板约占画面 1/3）、中距离且多张棋盘格标定板约占画面 1/6（棋盘格标定板约占画面 1/6）、远距离且多张棋盘格标定板在画面中有不同角度即可。内参标定的实际距离和单个镜头的视场角有关，镜头视场角越小，模型标定的所有距离需要相应的增加；反之，所有距离需要相应减小。

#### ■ 单相机标定照片命名规则

〈固定的前缀名〉〈相机编号〉\_〈图像编号〉.jpg/.yuv，如：camera0\_0.jpg，表示第一个相机的第一张图像；camera0\_1.jpg，表示第一个相机的第二张图像；camera1\_2.jpg，表示第二个相机的第三张图像。

#### ■ 单相机标定图像拍摄详细步骤如表 3 所示

表 3 单相机标定图片拍摄步骤

步骤	目标	标定方法	棋盘格摆放方法（图 6 中图片为例）	数量(张)	参考距离
1	近距离、单张标定板全覆盖	棋盘格标定板在图像中充满整个画面，约占 1/1。该位置拍摄两张，第一张正对镜头，另外一张基于第一张以棋盘格中线为轴，内旋 10 度。	1. 充满整个图像 2. 基于第一张，以棋盘格中线为轴，旋转约 10 度	2	
2	近距离、多张标定板全覆盖	覆盖全屏（画面 4 角+中间，共 5 个位置），每张图片中棋盘格标定板约占 1/3，每个位置拍摄两张，第一张尽量正对镜头，另外一张基于第一张倾斜 10° 左右（四角以梯形变化）	1. 置于画面中间 2. 以棋盘格中线为轴，旋转约 10° 3. 置于画面左下角 4. 以长边为轴，向画面内旋转约 10° 5. 置于画面右下角 6. 以长边为轴，向画面内旋转约 10° 7. 置于画面右上角 8. 以长边为轴，向画面内旋转约 10° 9. 置于画面左上角 10. 以长边为轴，向画面内旋转约 10°	10	1500 mm
3	中距离，多张标定板全覆盖	增大标定板相对摄像头的距离一倍，画面 4 角+中间，共 5	1. 置于画面中间 2. 以棋盘格中线为轴，旋转约 10° 3. 置于画面左下角	10	3000 mm



步骤	目标	标定方法	棋盘格摆放方法（图6中图片为例）	数量(张)	参考距离
		个位置, 每张图片中棋盘格标定板约占1/6, 每个位置拍摄两张, 第一张尽量正对镜头, 另外一张基于第一张倾斜10°左右	<ol style="list-style-type: none"> <li>以长边为轴, 向画面内旋转约10°</li> <li>置于画面右下角</li> <li>以长边为轴, 向画面内旋转约10°</li> <li>置于画面右上角</li> <li>以长边为轴, 向画面内旋转约10°</li> <li>置于画面左上角</li> <li>以长边为轴, 向画面内旋转约10°</li> </ol>		
	远距离、多角度	继续增大标定板相对摄像头的距离一倍, 每个位置拍摄两张, 其中另外一张于第一张倾斜10度左右, 没有位置限制。但是该距离下拍摄的图像要不同的角度。	<ol style="list-style-type: none"> <li>置于画面中间</li> <li>以棋盘格中线为轴, 旋转约10度</li> <li>置于画面右下角</li> <li>以短边为轴, 向画面内旋转约10度</li> <li>置于画面右上角</li> <li>以短边为轴, 向画面内旋转约10度</li> </ol>	6	5000mm

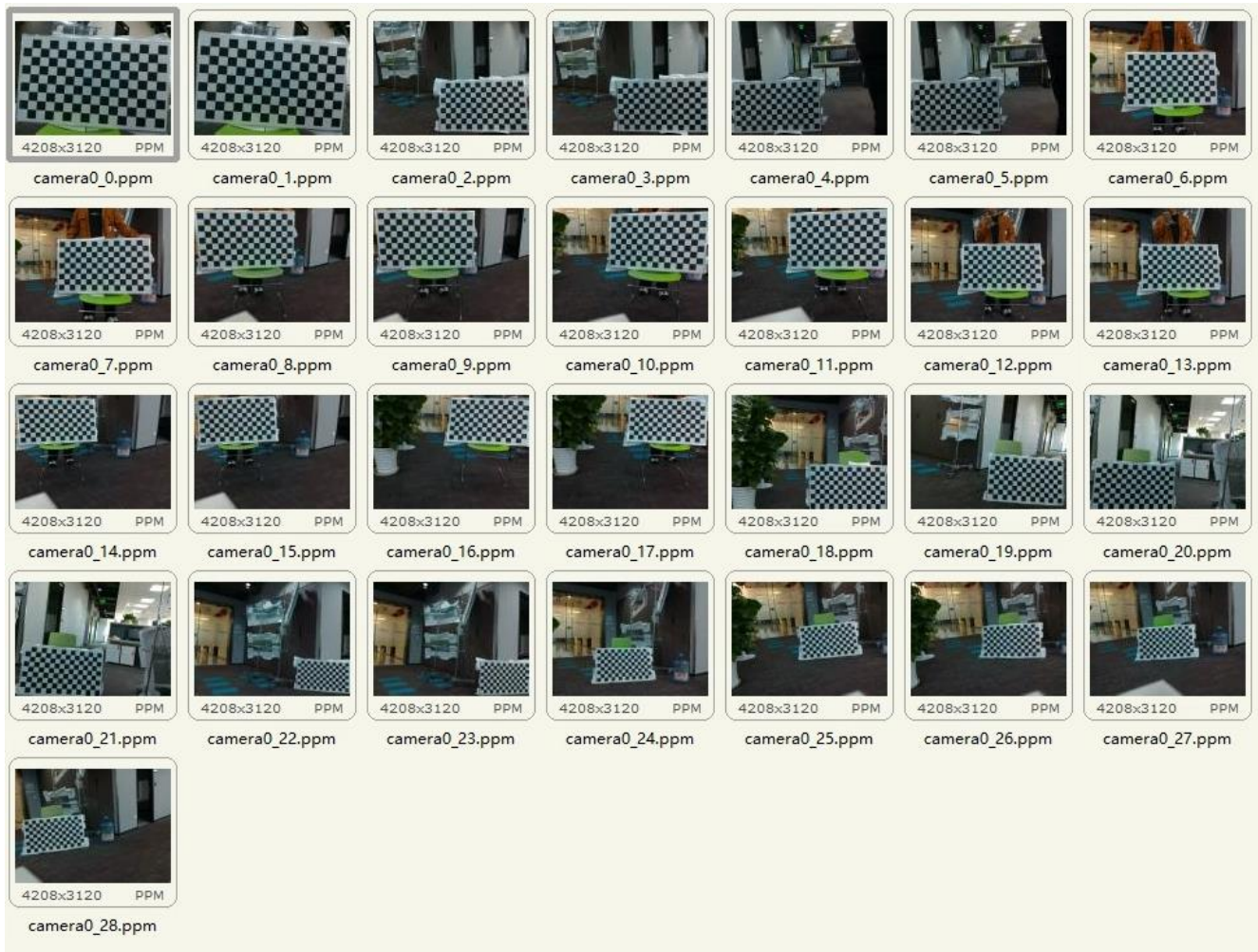


图 6 单相机标定拍摄示例

## ■ 拍摄工具

1. 使用第三方工具如 vlc、potplayer 等观看实时拼接效果；
2. 使用 SigmaStar 的 CVTool 配合 prog\_cv\_server 抓图
  - a) 在板端运行 prog\_cv\_server；
  - b) 根据图 7 的步骤 1-3 连接 prog\_cv\_server；
  - c) 点击图 7 的步骤 4 的 Start 按钮开始预览；
  - d) 根据图 7 步骤 5-9 抓图。



图 7 CVTool 单相机抓图步骤

CVTool 界面配置说明见表 4:

表 4 CVTool 抓图配置说明

配置	说明	备注
Chip	芯片类型	
Host Name	prog_cv_server 运行板子的 IP	配合 prog_cv_server 使用
Port	prog_cv_server 监听端口	默认 9527
Camera Num	相机数量	配合 prog_cv_server 使用且必须和





		prog_cv_server 创建的预览数量一致
Save Directory	图片保存路径	保存至英文路径,且路径中不可以包含空格、小数点等特殊字符;
Node	抓整个链路哪个节点的图。 (有 VIF、ISP、LDC、SCL、VENC 五个节点)	VENC 节点只要支持 RTSP 预览即可,其他抓图节点须配 prog_cv_server 使用
Type	抓图的类型	Single: 单相机标定抓图 Stereo: 双相机标定抓图
Stereo Option	双相机标定抓图时,两个相机的编号	编号必须和下面 Index 的配置匹配上
Prefix	抓取图像的文件名前缀,	例: 若 Prefix 为 camera, 图片命名即为 cameraX_Y.jpg
Index	相机编号	该编号体现在抓图文件命名上,如 cameraX_Y.jpg, X 就是相机编号
Snap	抓图开关	勾选 Snap 后,该相机才支持抓图
Capture	抓图按钮	
Start	预览抓图的按钮	

3.2.1.4 双相机标定图片拍摄

该场景拍摄的标定图用于标定镜头外参。双相机标定图片拍摄绝对不可以手举棋盘格标定板（注意与单相机标定图片拍摄的区别）。双相机标定图片拍摄要求两个相机一定要同步抓图，即保证重叠区一定是同时被两个相机捕捉到的，这样重叠区上的每个数据点在两个相机中是一一对应的，进而保证双相机标定的合理性以及准确性。

■ 双相机标定图片命名规则

<固定的前缀名称><相机编号>\_<相机编号 1><相机编号 2>\_<图像编号>.jpg/.yuv, 如: camera0\_01\_0.jpg 代表第一个镜头的第一张图像; camera0\_01\_1.jpg 代表第一个镜头的第二张图像; camera1\_01\_3.jpg 代表第二个镜头的第四张图像。

■ 双相机标定图片拍摄步骤

每组相机至少抓拍 18 对图片。拍取时，需先确定相邻相机，每组相邻相机同时抓拍。抓拍时将棋盘格标定板放置于重叠区内，尽可能靠近镜头，直至相邻相机都要看到完整的棋盘格，之后小幅度旋转标定板约 10° 再拍取一组。接下来逐步变换棋盘格标定板在重叠区的位置，重复上述步骤，使棋盘格标定板尽量覆盖整个重叠区。再更改至更远的距离，拍取几组。双相机标定，棋盘格标定板离镜头距离要有三种：短距离、重叠区部分覆盖（80%）；中距离、重叠区部分覆盖（60%）；远距离、重叠区部分覆盖（40%）。外参标定距离和重叠区视场角有关，重叠区视场角越小，模型标定外参标定的所有距离相应增加。

表 5 双相机标定图片拍摄方法

步骤	目标	标定方法	棋盘格摆放方法（以下图8中图片为例，编号与文件名相同，camera0, camera1 指不同镜头，0_01_0, 0_01_1..., 0_01_17 代表同一镜头不同的标定图；0_01_n 和 1_01_n (n 是索引) 代表成对镜头的同一对标定图)	数量(对)	参考距离
1	短距离、重叠区部分覆盖（80%）	棋盘格标定板尽量靠近镜头，直至相邻相机都可以看到完整的棋盘格，从重叠区最上端开始，在同一位置拍摄一对图后，棋盘格旋转约10°。之后逐步向下移动棋盘格，重复上述步骤，直至移动到重叠区最下端，最少三个位置（最上端，中间，最下端）	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 置于重叠区最上端；</li> <li>2. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>3. 向下移动至中间位置；</li> <li>4. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>5. 继续向下移动，至重叠区最下端；</li> <li>6. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°</li> </ol>	6	2000 mm
2	中距离、重叠区部分覆盖（60%）	距离增加约一倍，从重叠区最下端开始，在同一位置拍摄一对后，棋盘格旋转约10°，之后逐步移动棋盘格，重复上述步骤，直至移动到重叠区最上端，有最少三个位置（最上端，中间，最下端）即可，拍摄过程中不必严格执行从下移动至上。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 置于重叠区中间；</li> <li>2. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>3. 向下移动，至重叠区下端位置；</li> <li>4. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>5. 向上移动，至重叠区最上端；</li> <li>6. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°</li> </ol>	6	4000 mm
3	远距离、重叠区部分覆盖（40%）	标定板进一步离镜头远些，从重叠区中下方开始，在同一个位置拍摄一对图后，棋盘格标定板旋转约10度左右。之后向上移动标定板，分别移动到重叠区中间位置以及中上位置。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 置于远端重叠区中间位置；</li> <li>2. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>3. 向下移动至重叠区中下方；</li> <li>4. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> <li>5. 向上移动至重叠区中上方；</li> <li>6. 以棋盘格中线为轴，旋转约10°；</li> </ol>	6	5000mm



图 8 双目相机标定图片拍摄示例

图 6 和图 8 中示意了棋盘格标定板在标定图中的大小、位置及旋转状态，该示意图仅供指导，实际标定时无需完全保持一致，可根据真实使用的相机，调整棋盘格标定板的距离及角度达到以上效果。

## ■ 拍摄工具

步骤参考[单相机拍摄](#)，只不过把 CVTTool 工具界面的 Type 配置成 Stereo，同时配置下 Stereo Option。

## ■ 图片拍摄注意事项

- 标定环境应该光照充足且尽量均匀，否则较大的环境噪声可能会对标定造成影响（示例图如文末附录）；
- 棋盘格标定板不能有明显反光/阴影等导致亮暗不均的地方，否则会导致角点检测不到。可通过调整摄像头、标定板和光源的相对位置来规避（示例图如文末附录）；
- 棋盘格标定板在画面中不宜太小，一般来说标定板中的每个黑白方格边长不低于 10 个像素，如果棋盘格标定板在画面中占据的像素太少，可能导致内角点检测不到，或者角点检测不准。可以考虑将标定板靠近摄像头或者更换更大尺寸的标定板（必要时减少棋盘格格子的数量，最少的棋盘格角点数目是 4\*3）；



- d) 画面中不能出现多个棋盘格标定板或者类似棋盘格式样的道具，否则会导致角点检测不到。如果出现该现象，请提前将该道具移走或者遮挡住，也可以手动在图片编辑工具中将该部分涂掉；
- e) 每个棋盘格标定板的黑白方格在画面中必须完整，否则会导致角点检测不到；（示例图如文末附录）
- f) 每张抓取的图片中的棋盘格必须要清晰，不能有模糊现象；如果不够清晰，会导致检测的角点像素坐标不够准确，进而导致标定的精度不够。请先确认镜头是否干净，若不干净，擦拭干净，且保证擦拭过程不会动镜头焦距。另外检查是否调好焦距，要保证对焦清晰，且景深较好，整个标定过程中不允许对镜头进行调焦/变倍操作，标定过程中若调焦，会导致标定的参数结果均无效。因此调焦后所有标定步骤需要重新开始。
- g) 拍摄中，手不要触碰标定板中棋盘格黑白方块，棋盘格黑白方块不要被遮挡，否则导致角点检测不到（示例图如文末附录）；
- h) 所有拍摄的图中棋盘格的摆放位置组合起来需要覆盖整个画面（对双相机标定来说，是覆盖整个重叠区）；
- i) 抓好标定图后，设置最佳拼接距离，并在该距离的成对相机的重叠区处放置棋盘格。其目的是检验标定和拼接效果，若棋盘格上下无错位，左右无膨胀、挤压，则说明标定准确；若棋盘格上下错位，左右有膨胀、挤压，则说明标定不准，需要分析可能的原因；

### 3.2.1.5. 离线拼接图片拍摄

离线拼接图片用于标定完成后的结果验证和效果展示，仅作测试使用和标定无关。拍摄的时候用同一组标定的相机拍摄对应拼接路数的图片。若想更好地检验标定、拼接效果，可先设置最佳拼接距离，并在该距离（与镜头之间的直线距离）位置的重叠处放置棋盘格标定板，目的和作用见本页上方关于图像拍摄的注意事项中的第 i) 点。

#### ■ 离线拼接图片命名规则

<固定的前缀名称><相机编号>\_stitch.jpg/.yuv，如 camera0\_stitch.jpg

#### ■ 图片拍摄示例





图 9 离线拼接图片示例

### 3.2.1.6. 标定

#### ■ 标定步骤

- 创建一个空的主目录，在该主目录中创建 `intr`、`extr` 空目录，在 `extr` 目录中创建 `pair_i_i+1` 空目录，`i` 表示相机的编号；
- 在主目录下创建离线效果图片目录，如：拼接创建 `stitch`，畸变校正创建 `ldc`，黑光融合创建 `nir`，深度测量创建 `dpu`
- 将单相机标定拍摄的图片放到 `intr` 目录；
- 将双相机标定拍摄的图片放到 `extr` 目录的 `pair_i_i+1` 目录下；
- 将用来检测拼接效果图片根据模式放置在 `stitch/ldc/nir/dpu` 目录；
- 按图 8 步骤配置对应的参数，参数含义见[表 6](#)，如果参数无法满足要求可进入 `Advance` (高级) 模式；
- 点击 `Run` 开始标定；
- 成功后显示离线拼接效果并在 `Image` 目录下生成相机拼接所需的参数文件 `calib_out.json`、参数文件夹 `calib_para` (产线标定用到) 和 `calib_parameter.txt` (板端 MI\_LDC 用到的参数)。其中 `calib_out.json` 是标定成功后在主目录中自动生成，`calib_para` 是标定成功后在主目录中自动生成的文件夹，里面包含 `ori_model_intr.yml` 和 `ori_model_extr.yml` 文件，分别存储着相机标定的内、外参。



Chip: Muffin Host Name: 172.19.42.8 Port: 9527 Camera Num: 2 Select Plugin

Capture Calibration **Stitch**

Calibrate Type 1  
Module: **Stitch** 2 Type: **Model** 2 Advance >>

Data Config  
Image **F:\Model** 3 Run 15  
Data

Image Config 4 5  
Width: **1920** Height: **1088**

Board Config 6 7 8 9 10 12  
Intr X: **11** Intr Y: **8** Intr Board Size(mm): **95** Extr X: **11** Extr Y: **4** Extr Board Size(mm): **95**

Camera	Depth	Rotate
0	5000 13	90 14
1	5000	90

图 10 CVTtool 模型标定步骤

表 6 CVTtool 标定配置说明

配置	说明	备注
Module	标定用于的模块	Stitch: 拼接; NIR: 黑光融合; DPU: 深度测量; Single: 单相机标定 DPU_Stitch: 动态拼接 LenSpec: 利用镜头畸变参数进行校正 OneDimSingle: 一维单相机校正
Type	标定类型	Model: 模型标定; Plc: 产线标定; FineTune: 微调; Ptgui: 全景拼接工具
Lens Type	镜头类型	Standard: 普通镜头; Wideangle: 广角镜头; FishEye: 鱼镜头; WideangleEx: 广角镜头 (扩展)
Image	标定的主目录	该目录下有 intr、extr、stitch 子目录
Data	calib_para 文件夹所在路径, 即模型标定输出的内参和外参目录路径	产线标定需要设置该路径, 模型标定不设置

Image Format	标定图片的类型	支持 RGB 和 YUV420 类型
Image Width	标定图片分辨率的宽分量	
Image Height	标定图片分辨率的高分量	
Rotate	每个镜头旋转角度、	仅支持 0、90、270
Intr X	单目标定拍摄所用棋盘格水平方向的内角点个数	
Intr Y	单目标定拍摄所用棋盘格垂直方向的内角点个数	
Intr Board Size	单目标定拍摄所用棋盘格单个黑白方格的物理边长，单位 mm	
Extr X	双目标定拍摄所用棋盘格水平方向的内角点个数	
Extr Y	双目标定拍摄所用棋盘格垂直方向的内角点个数	
Extr Board Size	双目标定拍摄所用棋盘格单个黑白方格的物理边长，单位 mm	
Depth	最佳拼接距离，单位 mm	
Input Sequence Mode	标定相机的排列顺序	Normal: 正序; Negative: 逆序
Separate Bin Mode	LDC Bin 格式	Overlap: LDC 输出图包括重叠区; No Overlap: LDC 输出图不包括重叠区
ISP Mode	ISP 输入模式	Horizontal: 输入 ISP 的各路图像为水平方向摆放; Vertical: 输入 ISP 的各路图像为垂直方向摆放
Check Re-Projection Error	是否判断重投影误差值过大	必须开启
Plc Mode	产线标定模式	Intr&Extr: 标定内外参 Extr: 只标定外参
Projection	投影方式	Linear: 线性投影 Cylindrical: 圆柱投影 Spherical: 球面投影 Fisheye: 鱼眼投影 Mercator: 墨卡托投影
Crop	裁剪方式	H: 水平方式 V: 垂直方向 H&V: 水平和垂直方向
Blend->Percentage	重叠区域百分比	
Int Region Mode	感兴趣区域模式	Manual: 手动模式

		Auto: 自动模式
FovX	水平方向视场角	
FovY	垂直方向视场角	
PrjCenterX	投影中心点在输出图像 X 轴位置	
PrjCenterY	投影中心点在输出图像 Y 轴位置	
Yaw	偏航角, 围绕 Y 轴旋转角度	范围: -18000-18000
Pitch	俯仰角, 围绕 X 轴旋转角度	范围: -18000-18000
Roll	翻滚角, 围绕 Z 轴旋转角度	范围: -18000-18000
Crop	是否去除黑边	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Out Width	裁剪后输出图像宽度	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Out Height	裁剪后输出图像高度	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Correct Alpha	水平方向拉伸强度 1	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Correct Beta	水平方向拉伸强度 2	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Off X	裁剪后输出图像起始 X	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Off Y	裁剪后输出图像起始 Y	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Rotate	ISP 旋转方式	适用于 Maruko 芯片 Single 模式 Iford 芯片 OneDimSingle 模式
Region Mode	LDC 模式的区域模式	360_PANORAMA: 360 度全景模式, 适用于鱼眼镜头顶装和地装模式 180_PANORAMA: 180 度全景模式, 适用于鱼眼镜头壁装模式 NORMAL: 普通校正模式
Mount Mode	Sensor 的挂载模式	DESKTOP: 地装模式 CEILING: 顶装模式 WALL: 壁装模式
Crop Mode	LDC 区域裁剪模式	NONE: 不进行任何裁剪 FILING: 依照拉伸的原则进行处理, 将处理后的图像的有效区域尽可能的都裁切输出 STRETCH: 依照等比例的原则进行处理, 将处理后的图像按照预期的输出图像的宽高比例进行裁切放



		大
In Width	输入图像宽度	LenSpec 和 Single 模式
In Height	输入图像高度	LenSpec 和 Single 模式
Out Width	输出图像宽度	LenSpec 和 Single 模式
Out Height	输出图像高度	LenSpec 和 Single 模式
X Center Ofs	图像中心点相对于物理中心点的水平偏移	LenSpec 和 Single 模式
Y Center Ofs	图像中心点相对于物理中心点的垂直偏移	LenSpec 和 Single 模式
Radius	影像半径	LenSpec 和 Single 模式
In Radius	矫正区域所对应原图的内半径	仅在 360 全景模式下有效
Out Radius	矫正区域所对应原图的外半径	仅在 360 全景模式下有效
Pan	水平旋转角/展开区域的起始角度	360 全景模式下表示展开区域的起始角度
Tilt	垂直旋转角/展开区域的内半径	360 全景模式下表示展开区域的内半径
Zoom H	图像缩放/水平方向缩放比例/展开区域的终点角度	NORMAL 模式下表示缩放比例 180 全景模式下表示水平方向缩放比例 360 全景模式表示展开区域的终点角度
Zoom V	垂直方向缩放比例/展开区域的外半径	NORMAL 模式下无效 180 全景模式下表示垂直方向缩放比例 360 全景模式下表示展开区域的外半径
Rotate	图像旋转	NORMAL 模式下才有效
Out Rotate	输出图像旋转角度	3
Focal Ratio	用于描述到投影面的距离，数值越大曲率越小，画面越平整平滑，数值越小曲率越小，画面越弯曲	180 和 360 全景模式下有效
Distortion Intensity	畸变强度	
Advance >>	切换到高级模式配置	
<< Simple	切换到简易模式配置	
Run	开始标定	

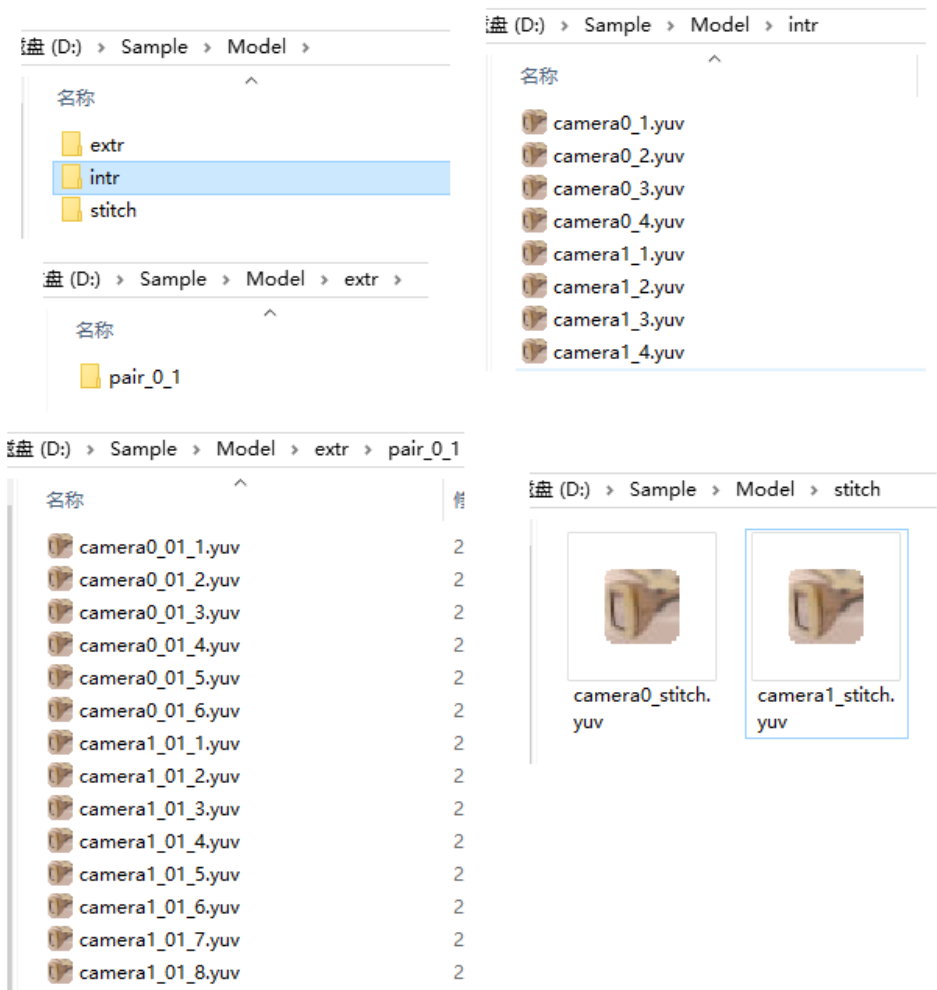




图 13 模型标定拼接后效果

### 3.2.2 产线标定

实验室对同一组结构和 sensor 进行模型标定后，由于生产组装误差，直接用模型标定后的结果去拼接会影响最终的拼接效果，因此生产的时候需要对每一组相机中的单个相机拍摄一张图像、成对相机拍摄一对带有重叠区的图像，进行产线标定，对内、外参进行自适应调整，并重新生成 bin 档。

#### ■ 棋盘格标定板规格

为了提高标定精度，建议使用定制的棋盘格标定板。棋盘格标定板的黑白方格边长（物理单位）为 60mm，同时需要满足每个重叠区中内角点列数均大于等于 3 列，棋盘格标定板边缘保留至少 8cm 以上的白色边缘，这样有利于提高内角点检测的准确性。棋盘格标定板在背光及反光情况下，极大影响棋盘格成像效果，从而影响标定效果。因此拍摄一定要注意产线环境的光照，避免棋盘格标定板有背光投射，以及棋盘格标定板周围不要出现强烈的灯光。

#### ■ 固定棋盘格标定板

固定棋盘格标定板的架子如下图所示，具体参数见图中标记，每个架子可固定两个标定板，上下标定板固定时，尽量保持不同的角度。

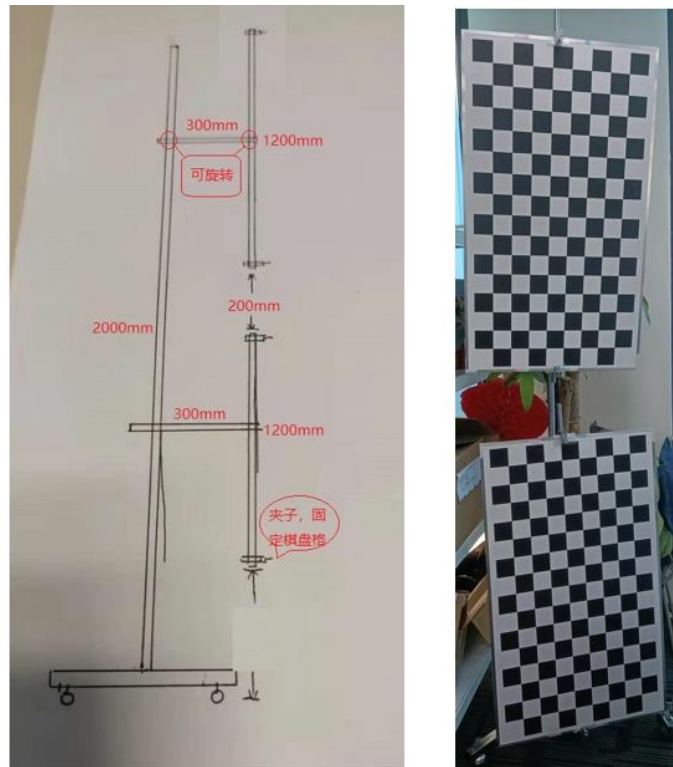


图 14 固定棋盘格标定板的示意图

## ■ 摆放位置

固定标定板的架子摆放位置示意图（四目）如下图 13 所示，图中中间四个矩形代表四个相机，最外圈的红实线代表相邻两个 camera 的重叠区位置，用于标定外参；蓝线处代表每个 camera 的位置，用于标定内参，如不需要标定内参，可省去。以四目为例，共计 7 个位置（图中最外圈 7 个实线），每个位置 2 块棋盘格，共计 14 块棋盘格。

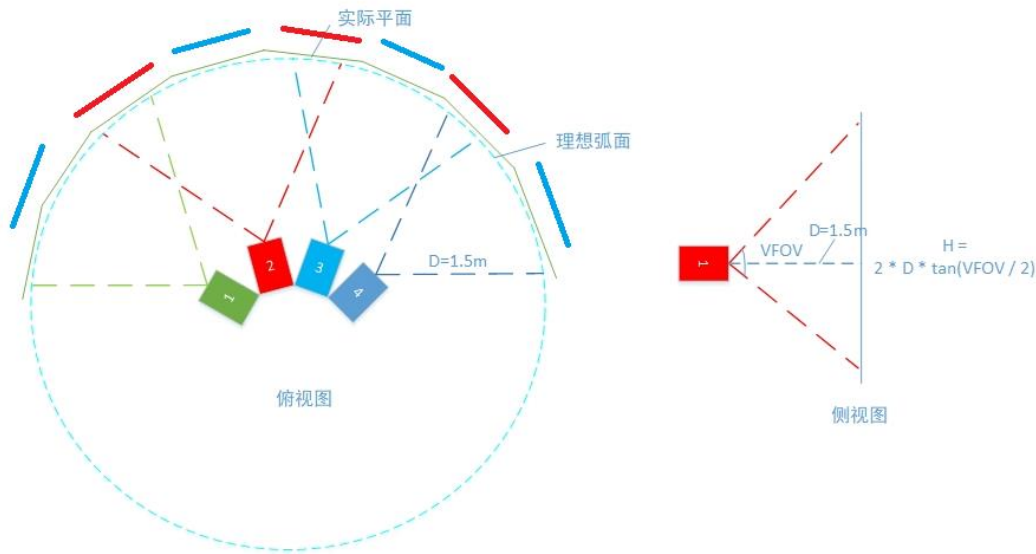


图 15 产线标定棋盘格的摆放方式

- 架子离镜头的距离和相机焦距、FOV 和重叠区比例有关，需要保证拍摄到的内角点清晰，和内角点列数足够 ( $\geq 3$ ) 但是为保证竖直方向上的棋盘格覆盖率该距离同时受面板的竖直高度的限制，建议保证在 1~1.5m 的范围内，实验中采用  $D=1.5m$ 。
- 水平方向的角度由多目相机的水平视场角决定，如四目相机  $180^\circ$  左右，需要的架子和棋盘格数量也会增加，实验中使用 7 个架子，14 块棋盘格。
- 竖直方向的面板高度根据竖直接视场角 (VFOV) 和面板的距离决定，应尽量覆盖完整，公式如下：

$$H = 2 * D * \tan\left(\frac{VFOV}{2}\right)$$

其中 H 表示面板高度，D 表示面板到相机的距离，VFOV 表示竖直接视场角。

## ■ 产线标定图片拍摄要求

每个相机得到的图像需要满足如下要求：

- 对于单相机、多相机标定图，内角点列数均大于等于 3 列；
- 对于多相机标定图，即具有相同重叠区的成对标定图，竖直方向两个棋盘格标定板尽量覆盖整个重叠区需至少大于 75%，小于 90%；
- 对于多相机标定图，即具有相同重叠区的成对标定图，水平方向两个棋盘格标定板尽量覆盖整个重叠区；覆盖越广越好；
- 棋盘格角点清晰，无明显反光/阴影等导致亮暗不均的地方；
- 夹棋盘格的夹子离黑白棋盘格远些；

## ■ 产线图片拍摄

- 参考图 15 方式摆放棋盘格
- 使用 vlc, potplayer 或者 SigmaStar CVTool 抓图，图片命名参考单相机标定命名。





图 16 产线标定拍摄图片示例

## ■ 产线标定步骤

- 创建一个空的主目录，用来存放产线标定的输入和输出。并在该主目录中创建 `intr`、`extr`、`stitch` 这三个空目录，在 `extr` 目录中创建 `pair_i_i+1` 空目录，`i` 表示相机的编号。并将模型标定的输出结果 `calib_para` 文件夹拷贝到主目录中；
- 将产线标定的单相机标定拍摄的图片放到 `intr` 目录，每个相机各一张；
- 将产线标定的四张图片拷贝，对应放到 `extr` 目录的 `pair_i_i+1` 目录下，`i` 表示 `camera` 的编号。以四目为例，`intr` 目录中有 `camera0_0.yuv`, `camera1_0.yuv`, `camera2_0.yuv`, `camera3_0.yuv`。 `extr` 目录中有三个子文件夹 `pair_0_1`, `pair_1_2`, `pair_2_3`，其中 `pair_0_1` 目录中存储 `camera0_0.yuv` 和 `camera1_0.yuv`；`pair_1_2` 目录中存储 `camera1_0.yuv` 和 `camera2_0.yuv`；`pair_2_3` 目录中存储 `camera2_0.yuv` 和 `camera3_0.yuv`；
- 将离线拼接效果测试图片放置在 `stitch` 目录；
- 按照图 17 步骤配置参数，参数含义见表 6，如果参数无法满足要求可进入高级模式；
- 点击 Run 开始产线标定，标定成功后会显示离线拼接效果并生成芯片要用的拼接参数文件 `calib_out.json` 和 `calib_parameter.txt`（板端 MI\_LDC 用到的参数）。

Chip: Muffin Host Name: 172.19.42.8 Port: 9527 Camera Num: 2 Select Plugin

Capture Calibration **Stitch**

Calibrate Type  
Module: **Stitch** Type: **Flo** **2**  
☒ Check Re-Projection Error **Advance >>**

Data Config  
Image: D:\Sample\Flo **3**  
Data: D:\Sample\Flo\calib\_para **14** **Run**

Image Config  
Width: **1920** **4** Height: **1080** **5**

Board Config **6** **7** **8** **9** **10** **11**  
Intr X: **11** Intr Y: **8** Intr Board Size(mm): **95** Extr X: **11** Extr Y: **4** Extr Board Size(mm): **95**

Camera	Depth	Rotate
0	5000 <b>12</b>	0 <b>13</b>
1	5000	0

图 17 CVTool 产线标定步骤

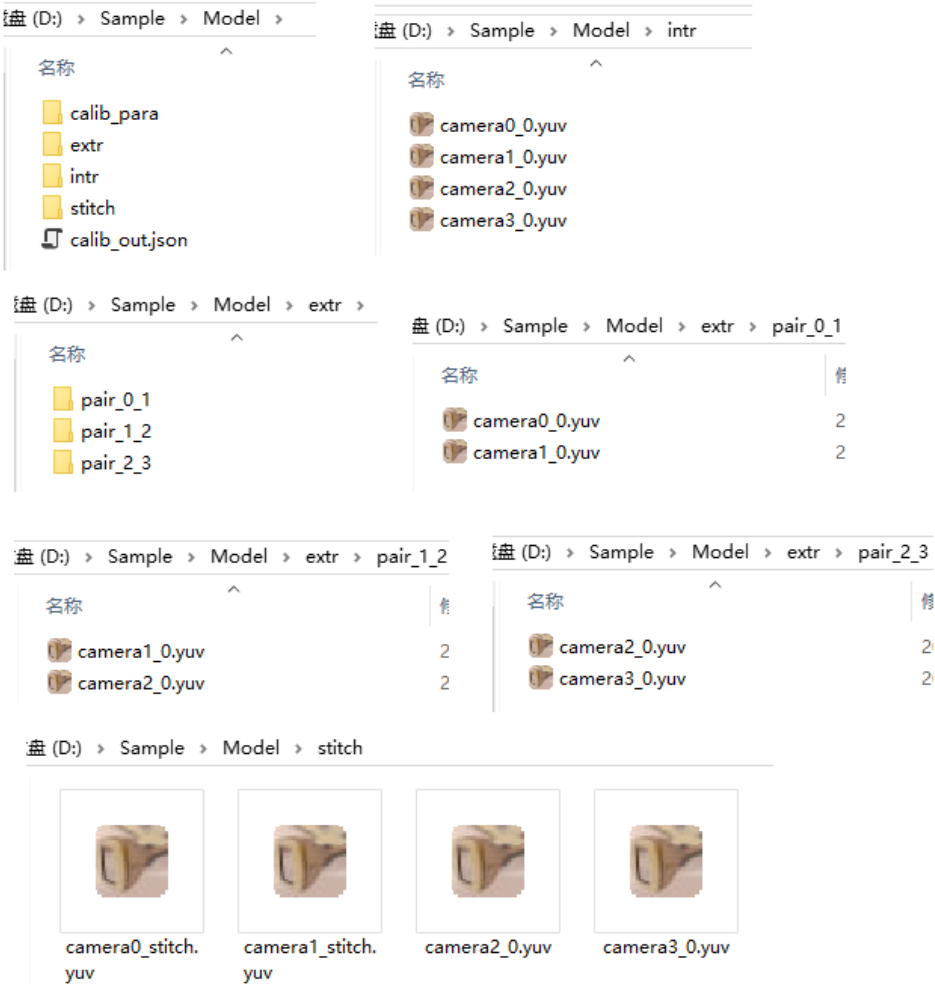


图 18 四目产线标定图片目录结构示意图





图 19 四目产线标定效果图

## ■ 产线标定注意事项:

1. 拍摄棋盘格标定板注意光线充足, 拍摄图片对比度较强;
2. 保证棋盘格标定板表面的干净, 拍摄时棋盘格表面不要出现反光区域;
3. 保证棋盘格标定板之间有一定的间距, 避免两个棋盘格被检测为一个棋盘格;
4. 软件标定失败, 可能是软件后台进程造成的, 需要清理后台进程再重新进入软件;
5. 注意固定棋盘格标定板的夹具对检测结果的影响, 夹具需要尽量固定在标定板的边缘, 远离黑白方格。

### 3.2.3 Auto Fine-Tune

相机标定后, 相机的结构可能因为环境变化、运输等原因产生偏移, 因此模型或产线标定的结果可能不再适用。如果出现这种现象, 可使用 Auto Fine-Tune 功能进行微调, 从而矫正标定后产生的偏移。Auto Fine-Tune 以其中一个相机为基准, 计算其他相机与基准相机的相对位置关系, 使得拼接错位得到优化。需要注意的是 Auto Fine-Tune 仅作为一种标定后的支撑手段, 基于标定结果在现场进行优化, 具有一定局限性。

## ■ 拍摄要求

- a) 多相机同步拍摄 (每个相机只拍摄一张图);
- b) Auto Fine-Tune 只能优化较小的标定错位, 较大的错位虽然能优化, 但优化效果有限;
- c) 要求重叠区需要有复杂特征区域。Auto Fine-Tune 需要依赖特征点检测, 若检测的特征点不明显或重叠区有较多的重复特征可能恶化标定结果;
- d) 细节纹理分布尽量分布均匀, 避免过度集中同一区域;
- e) 要求图像视差均匀, 景深 6 米以上。如果视差不均匀严重, Auto Fine-Tune 会造成部分错位。

## ■ 图片拍摄

按照拍摄要求, 使用 vlc、potplayer 或者 SigmaStar CVTool 令各个镜头同时拍摄 (每个相机只拍摄一张图), 图片命名规则参考[单相机标定](#)命名。

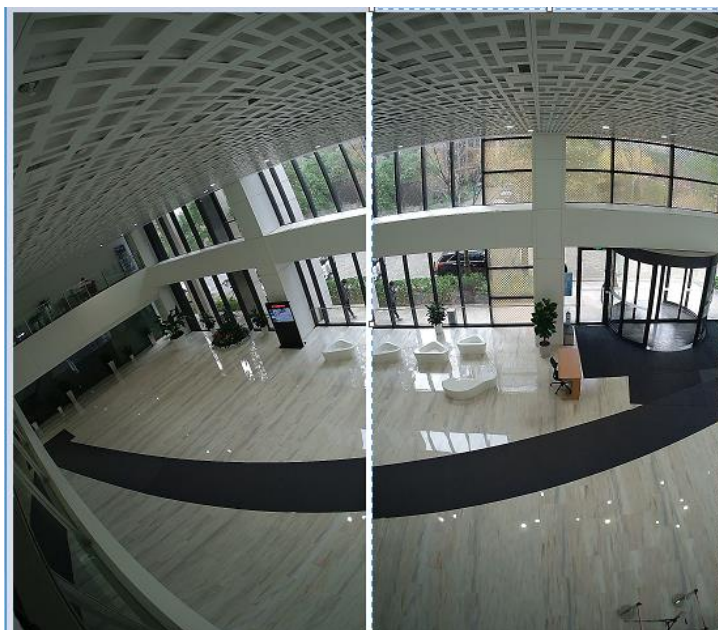


图 20 Auto Fine-Tune 标定图片示例

## ■ 标定步骤

1. 创建一个空的主目录，用来存放 Auto Fine-Tune 的输入和输出。并在该主目录中创建 in、stitch 这两个空目录；
2. 将产线标定或模型标定输出的 `calib_out.json` 放到主目录的 in 目录下；
3. 将离线拼接图片放到 stitch 目录下；
4. 将 Auto Fine-Tune 标定过程中各个相机拍摄的单张图放到主目录下，命名规则和模型标定的单相机拍摄图命名规则一样；
5. 按图 21 步骤配置参数，参数参考表 6，如果参数无法满足要求可进入高级模式
6. 点击 Run，成功后会显示离线拼接效果并生成芯片要用的拼接参数文件 `calib_out.json`。

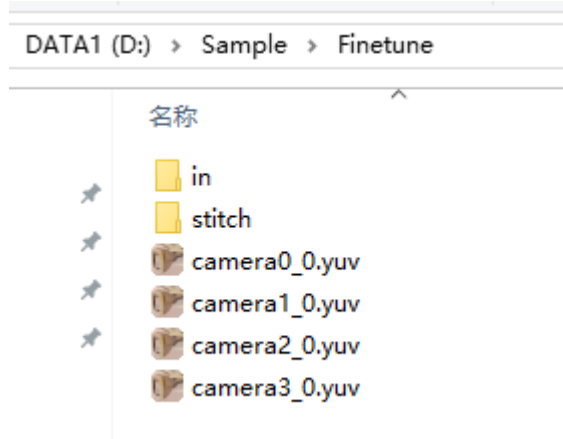


图 21 Auto Fine-Tune 目录结构



Chip: Muffin Host Name: 172.19.42.8 Port: 9527 Camera Num: 2 Select Plugin

Capture Calibration **Stitch**

Calibrate Type  
Module: **Stitch** Type: **FineTune** Advance >>

Data Config  

Image **P:\Sample\Model** Run

Data

Image Config  
Width: **1920** Height: **1080**

Camera	Depth	Rotate
0	5000	0
1	5000	0

图 22 CVTool 的 Auto Fine-Tune 步骤

- Auto Fine-Tune 注意事项
  - 拍摄图片要求特征较丰富，避免图像中出现大面积的白墙等情形，如果特征点数量太少（匹配点对最少 4 对）会报错，要求重新拍摄；
  - 拍摄物距 6m 以上，且图像中尽量不要有太大的深度变化，即拍摄图片中的景物保持在相近的距离；
  - Auto Fine-Tune 配置文件中有单独的物距设置，即 Auto Fine-Tune 标定时，相机拍摄的物距在图 22 中标号 6 的地方设置。请注意不要和用来拼接的拼接图中的物距混淆了。

3.2.4 单相机标定

3.2.4.1. 基于棋盘格标定板的标定

单相机标定用于获取相机的内参，根据内参对相机进行畸变校正。

- 单相机标定图片拍摄  
单相机标定用于获取相机的内参，图片拍摄参考 3.2.1.2（单相机标定图片拍摄）。
- 离线效果图片拍摄  
效果图用于单相机畸变校正后的效果展示，可以直接从单相机标定图片中选取或者重拍一张，放到 ldc 目录下。图片命名为 camera\_ldc.jpg/.yuv  
注意：如果是鱼镜头单独拍一张过曝图命名为 camera\_AE.jpg/.yuv 放到主目录下
- 单相机标定步骤
  - 创建一个空的主目录，用来存放单相机标定的输入和输出。并在该主目录中创建 intr、ldc 这两个空目录；
  - 将单相机标定拍摄的图片放到 intr 目录；
  - 将离线效果图片放到 ldc 目录，单相机标定的目录结构见图 23；

- d) 按照图 24 步骤配置参数，参数含义见表 6，如果参数无法满足要求可进入高级模式；  
e) 点击 Run 开始模型标定，标定成功后会显示离线拼接效果并生成芯片要用的拼接参数文件。

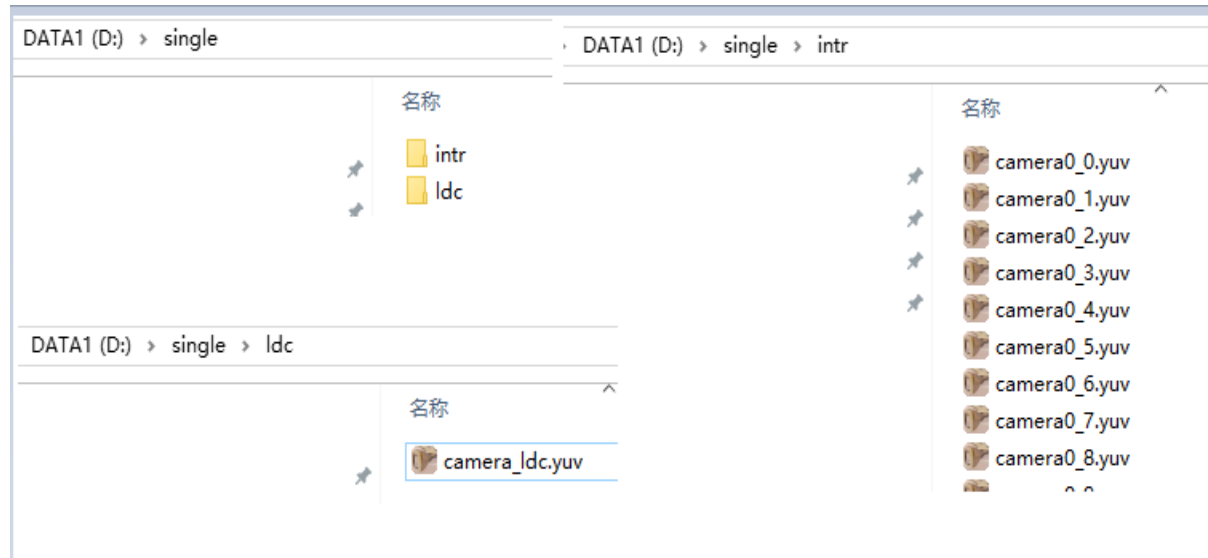


图 23 单相机标定的目录结构

Chip: **Maruko** Host Name: 10.24.16.150 Port: 9527 Camera Num: **1** Select Plugin

Capture Calibration

Calibrate Type  
Module: **Single** Type: Model Lens Type: Wideangle ☒ Check Re-Projection Error **Advance >>**

Data Config  
Image **D:\single** **Run**  
Data

Image Config  
Width: 1920 Height: 1080 Image Format: YUV420

Board Config  
Intr X: 9 Intr Y: 6 Intr Board Size(mm): 52

Single  
☐ Crop Out Width: 1920 Out Height: 1080 Correct Alpha: 0 Correct Beta: 0  
Off X: 0 Off Y: 0 Rotate: 0

图 24 Maruko 系列芯片单相机标定步骤

注意: Iford 系列芯片 OneDimSingle 模式步骤同上, 只需要将工具上得 Chip 改为 Iford、Module 改为 OneDimSingle

图 25 Souffle 系列芯片单相机标定步骤

注意:

- (1) Maruko 系列在主目录生成 calib\_out.json
- (2) Opera 系列在主目录生成 mapX.bin 和 mapY.bin
- (3) Souffle 系列在 poly/out 下生成 CalibPoly\_new.bin
- (4) Souffle 系列芯片要得到正常的离线矫正效果，还需要回填标定生成的 poly/out/LenSpec.dat 里的 xc、yc、radius 分别到 X Center Ofs、Y Center Ofs、Radius。计算方法如下：

$$X \text{ Center Ofs} = xc - In\_Width / 2$$

$$Y \text{ Center Ofs} = yc - In\_Height / 2$$

$$Radius = radius$$

- (5) Iford 系列芯片 Single 模式操作步骤同 Souffle，只需将 Chip 改为 Iford

### 3.2.4.2. LenSpec 方式

LenSpec 方式支持根据镜头参数生成畸变校正用的 x、y map 或者 CalibPoly\_new.bin。

#### ■ LenSpec.data 准备

#### ■ 离线效果图片拍摄

效果图用于畸变校正后的效果展示，可以适用镜头正常拍摄一张放到 ldc 目录下。图片命名方式如下：

camera\_ldc.jpg/.yuv

#### ■ 运行方式

- a) 创建一个空的主目录，在该主目录中创建 ldc 目录
- b) 将 LenSpec.data 放到主目录下

- c) 将离线效果图片放到 ldc 目录下
- d) 按照图 27 或者 28 步骤方式配置参数，参数含义详见表 6
- e) 点击 Run，成功后在目录下生成对应文件

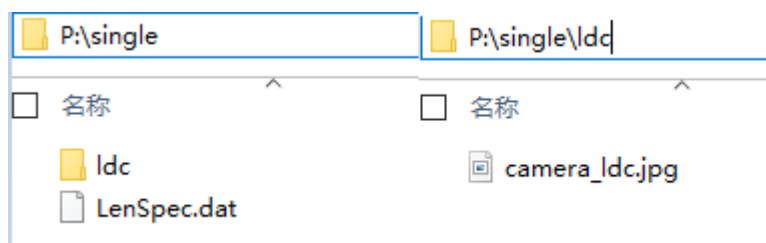


图 26 LenSpec 目录结构

注意：

- (1) Opera 系列芯片生成 mapX.bin、mapY.bin 和 map\_info.txt
- (2) 非 Opera 系列芯片在 poly/out/目录下生成 CalibPoly\_new.bin

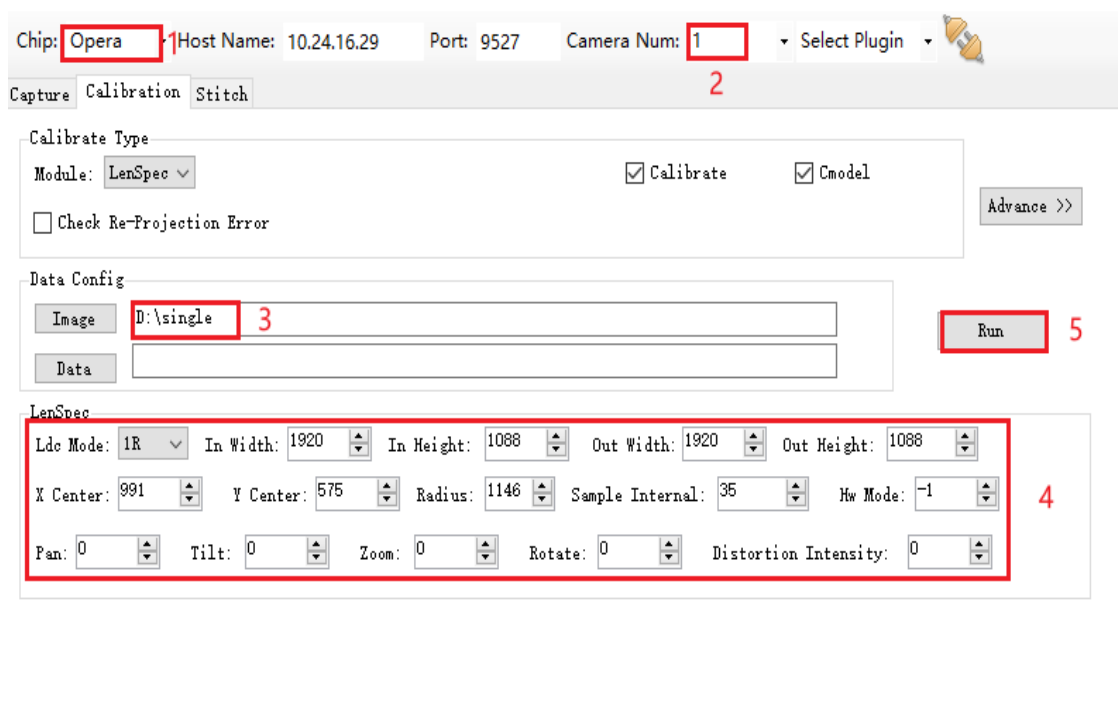


图 27 Opera 系列芯片 LenSpec 标定方式

Chip: Souffle Host Name: 10.24.16.150 Port: 9527 Camera Num: 1 Select Plugin

Capture Calibration

Calibrate Type  
Module: LenSpec Type: Model Lens Type: Wideangle Advance >>

Data Config  
Image P:\single Run  
Data

Image Config  
Width: 4096 Height: 2160 Image Format: YUV420

LenSpec  
Region Mode: NORMAL Mount Mode: DESKTOP Crop Mode: NONE In Width: 4096 In Height: 2160  
Out Width: 4096 Out Height: 2160 X Center Ofs: 0 Y Center Ofs: 0 Focal Ratio: 10000  
Pan: 0 Tilt: 0 Zoom H: 100 Zoom V: 0 Distortion Intensity: 0  
Rotate: 0 Out Rotate: 0 Radius: 1687 In Radius: 0 Out Radius: 0

图 28 Souffle 系列芯片 LenSpec 标定方式

注意: Iford 系列芯片标定方式同 Souffle, 只需将 Chip 改为 Iford

### 3.2.5 NIR 标定

NIR 标定通过拍摄棋盘格图片来计算内外参数，将 VIS 和 NIR 采集的同一幅图像融合成新的图像。

- 单相机标定图片拍摄

单相机标定图片用于获取相机的内参，图片拍摄参考 [3.2.1.3](#)（单相机标定图片拍摄）。

- 双相机标定图片拍摄

双相机标定图片用于获取相机外参，图片拍摄参考 [3.2.1.4](#)（双相机标定图片拍摄）

- 离线效果图片拍摄

效果图用于校正后的效果展示，可以直接从双相机标定图片中选取或者两个镜头同时重拍二张，放到 nir 目录下。图片命名为 cameraX\_Y\_nir.yuv，X 为镜头编号，Y 为第几张，NIR 离线效果最少需要 2 张。

- 标定步骤

- 将单相机标定拍摄的图片放到 intr 目录
- 将双相机标定拍摄图片放到 extr 目录的 pair\_0\_1 目录下
- 将 nir cmodel 图片放置在 nir 目录，每个 sensor 最少两张
- 按图 30 对应的步骤配置相关参数，参数含义见 [表 6](#)
- 点击 Run 开始标定
- 成功后在 Image 配置的目录下生成相机的 NIR 用到的参数 calib\_out.json，另外在 nir\_cmodel 目录下生成 NIR\_out\_stream.jpg（cmodel 效果图）



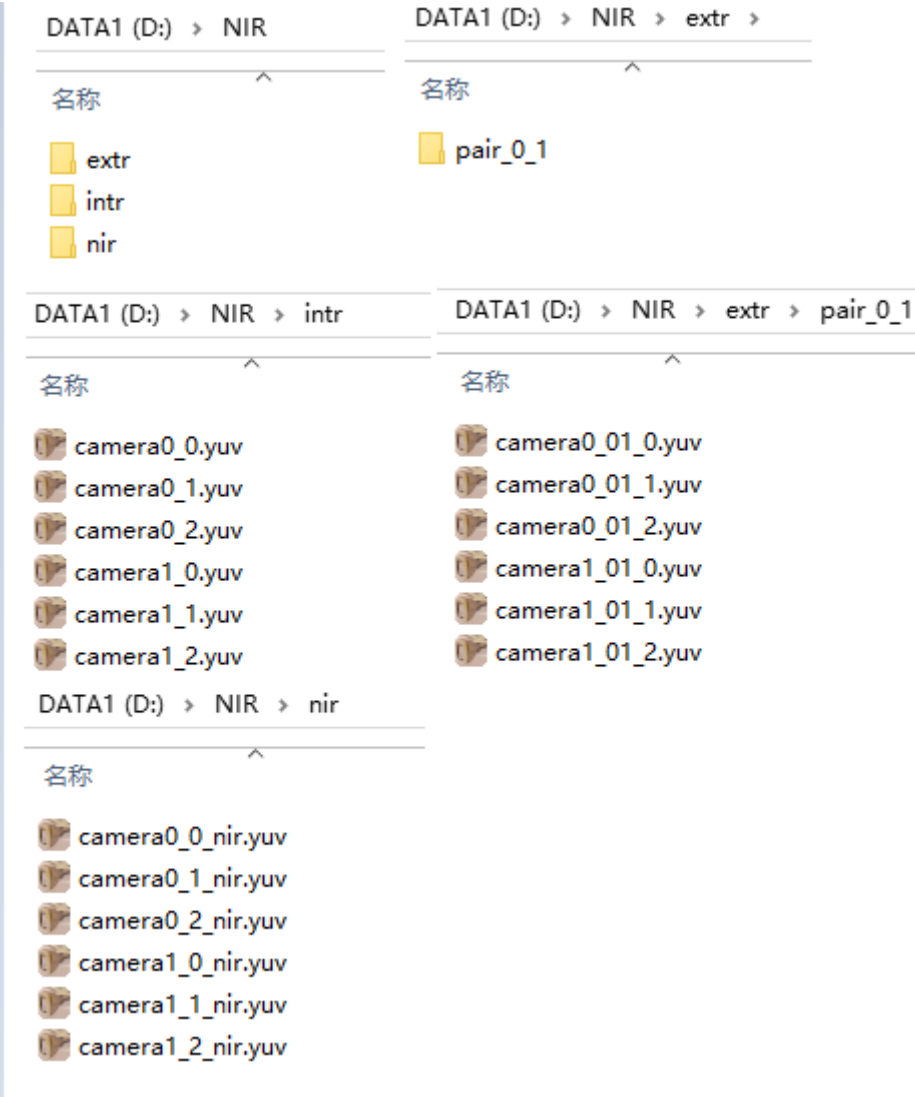
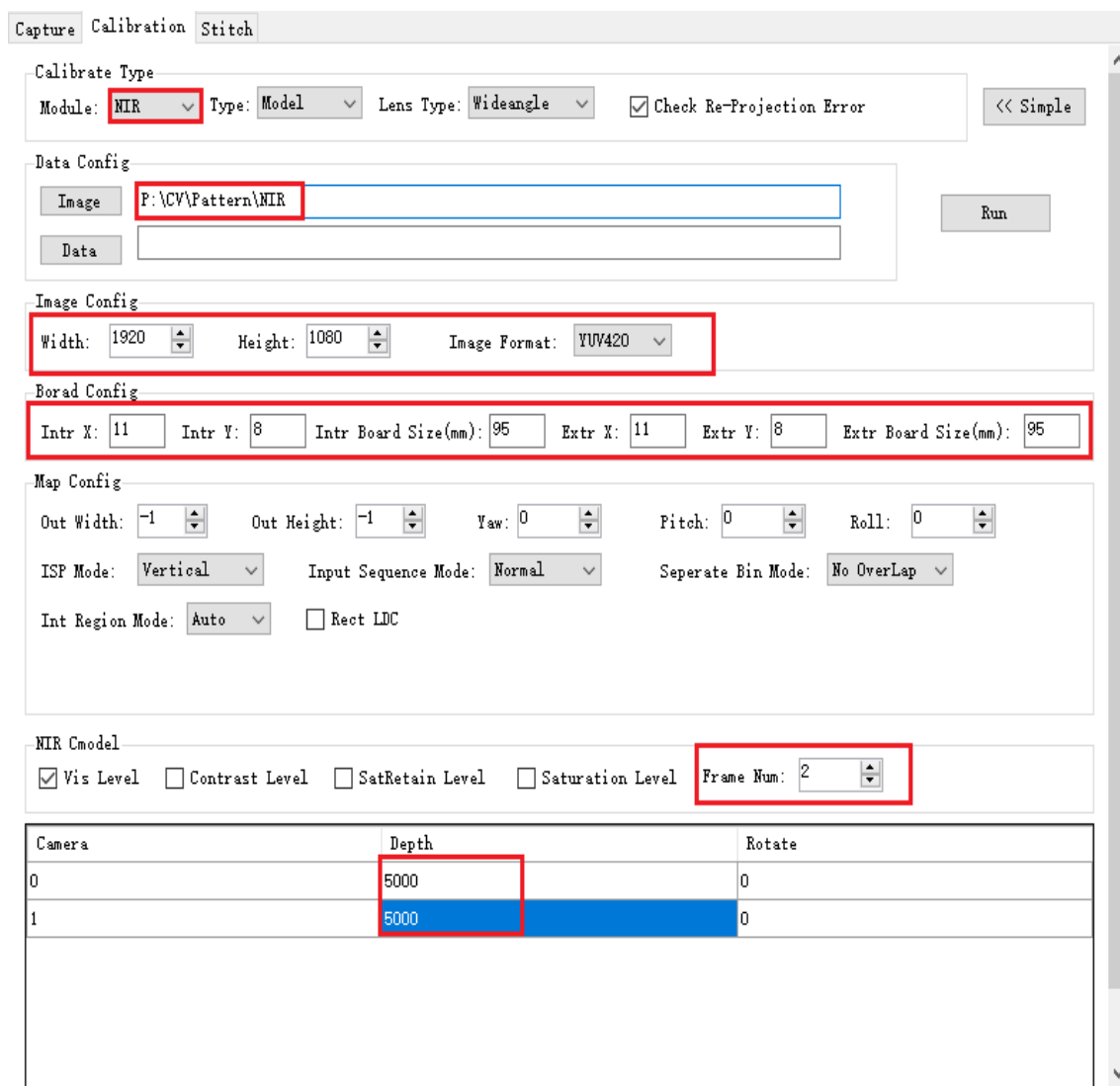


图 29 NIR 标定图片目录结构



The screenshot shows the SigmaStar calibration software interface with the following sections and highlighted values:

- Calibrate Type:** Module: NIR, Type: Model, Lens Type: Wideangle, Check Re-Projection Error: ☒
- Data Config:** Image: P:\CV\Pattern\NIR
- Image Config:** Width: 1920, Height: 1080, Image Format: YUV420
- Board Config:** Intr X: 11, Intr Y: 8, Intr Board Size(mm): 95, Extr X: 11, Extr Y: 8, Extr Board Size(mm): 95
- Map Config:** Out Width: -1, Out Height: -1, Yaw: 0, Pitch: 0, Roll: 0, ISP Mode: Vertical, Input Sequence Mode: Normal, Seperate Bin Mode: No OverLap, Int Region Mode: Auto, Rect LDC: ☐
- NIR Cmodel:** Vis Level: ☒, Contrast Level: ☐, SatRetain Level: ☐, Saturation Level: ☐, Frame Num: 2
- Table:**

Camera	Depth	Rotate
0	5000	0
1	5000	0

图 30 NIR 标定步骤

### 3.2.6 calib\_out.json 参数说明

用 CVTool 标定后，会在主目录中输出 calib\_out.json 文件。calib\_out.json 分两大部分，CalibInfo 和 mapgen。下面表 7、8 分别说明 CalibInfo 和 mapgen 两部分的参数含义，

- CalibInfo (该部分所有的参数以及参数值不可修改)

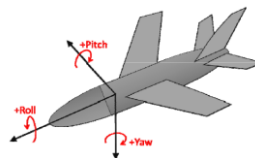
表 7 CalibInfo 参数说明

Parameter	Definition	Notes
module	标定用于的场景	Stitch: 拼接; NIR: 黑光融合; DPU: 深度测量; Single: 单相机标定
inputType	标定类型	0: 模型标定;

		1: 产线标定; 3: Finetune
imgWidth	标定图片分辨率的宽分量	
imgHeight	标定图片分辨率的高分量	
imgDepthList	设置的最佳拼接距离, 单位 mm	几目就有几个数字 Eg. 若设置的最佳拼接距离是 2 米, 则 ● 双目即" 2000, 2000, " ; ● 三目即" 2000, 2000, 2000, " ;
rotateAngleList	每个镜头旋转角度。目前支持 0、90、270 可以通过查看标定图设置该参数, 顺时针旋转标定图至正的画面需要转多少度, 即为旋转的角度	几目就有几个数字 Eg. 若两个镜头, 每个镜头捕捉的标定图需要顺时针旋转 90 度才可转正, 则设置为" 90, 90, " ;
camNum	单镜头数量	Eg. 双目即 2
camIDList	镜头的 ID 列表	双目即" 0, 1, " ; 三目即" 0, 1, 2, " ;
camPairNum	多镜头的对数	双目即 1 对, 三目即 2 对
camPairIDlist_0	成对镜头 ID 的第一个列表	Eg. 以三目为例, 为" 0, 1, "
camPairIDlist_1	成对镜头 ID 的第二个列表	Eg. 以三目为例, 为" 1, 2, "
camOffxList	默认都是 0, 不需要修改	
camOffyList		
imgEdgeTopList		
imgEdgeBottomList		
imgEdgeLeftList		
imgEdgeRightList		
mapProjType	投影类型	0: 线性投影; 1: 柱形投影; 2: 球面投影; 3: 鱼眼投影; 4: 墨卡托投影;
mapCropType	裁剪类型	0: 无裁剪; 1: 水平方式; 2: 垂直方向; 3: 水平和垂直方向;
optimalFocal	最优焦距	标定估计出来的值

- mapgen

表 8 mapgen 参数说明

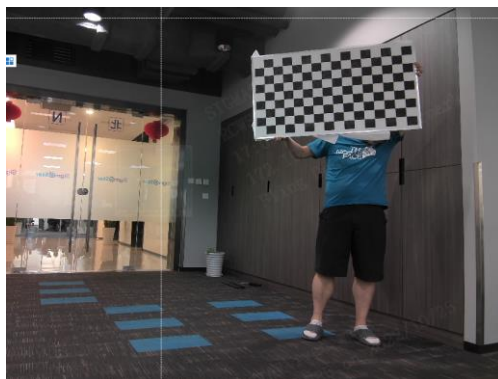
Parameter	Definition	Notes
scaleWidth	输出图像宽度	<ul style="list-style-type: none"><li>● 若两个参数中仅一个参数值为-1，则该参数值会随另外一个自动调整；</li><li>● 若两个参数值都设置为-1，参数值由算法自动算出；</li></ul>
scaleHeight	输出图像高度	
in_seq_mode	输入图像在 memory 的排布顺序	0: Negative; 1: Normal;
src_mode	输入图像在 memory 的排布方式	0: 垂直方向; 1: 水平方向;
yaw	三维坐标中沿 x 轴旋转	姿态角三个方向的调整，用于调整图像在投影平面的位置 
pitch	三维坐标中沿 y 轴旋转	
roll	三维坐标中沿 z 轴旋转	
autoCalcMode	是否自动计算出有效区域图像	1: 自动; 0: 手动;
FOVX	输出图像的水平方向视场角	autoCalcMode 为 0 才会使用，同时输出图像大小，即 scaleWidth 和 scaleHeight 两个参数必须同时设置。
FOVY	输出图像的竖直方向视场角	
prjCenterX	投影中心点 X	
prjCenterY	投影中心点 Y	
camRotation	算法内部使用，不需要修改	
outputPath		
gridSize		
seprate_bin_mode		
preCropType		
ovp_capacity		
ovp_max_width		
updateBinMode		
hw_mode		
VerticalNum		
out_seq_mode		

## 附录

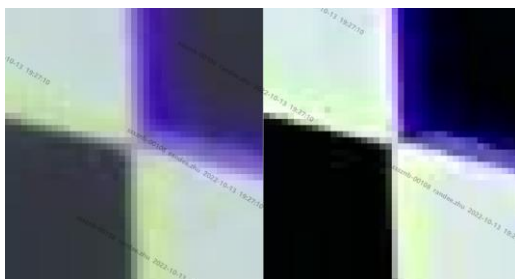
- 本部分展示几组不好的 IQ 效果图，以及一张完美的 IQ 效果图；

1. 棋盘格画质模糊；（上图：画质模糊，下图：画质清晰）

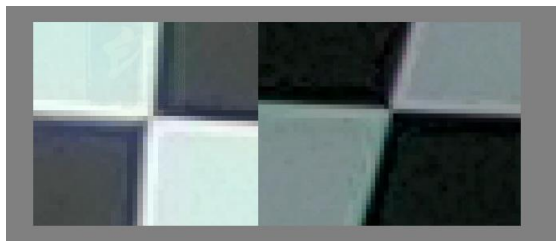




2. 棋盘格对角黑格中间的过渡区面积太大，角点肉眼找不准；（左图：过渡区面积太大；右图：过渡区面积小）

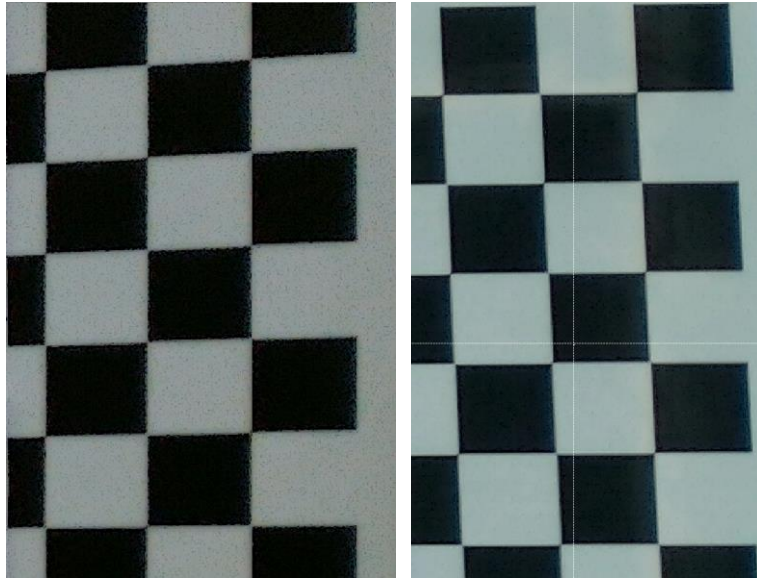


3. 棋盘格黑白方格边缘锐化白边过大，导致角点检测不够准确；（左图：锐化白边大；右图：锐化白边小）

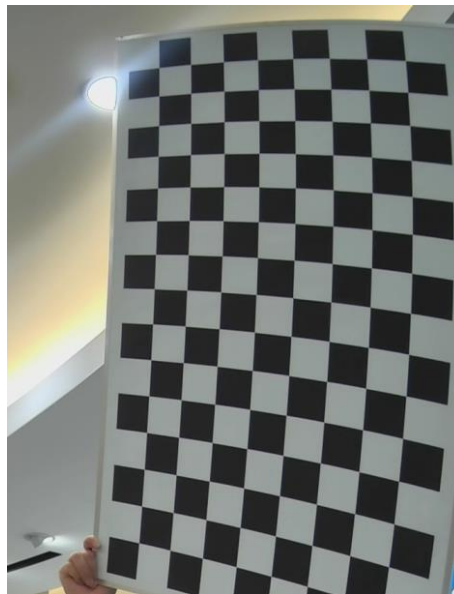


4. 画面噪声点多，噪声强度大；（左图：调亮度之前；右图：增加画面亮度和增大曝光时间）





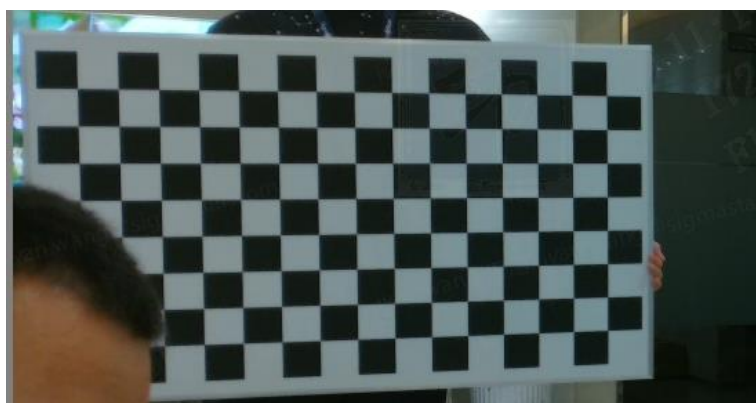
5. 棋盘格标定板不能有明显反光/阴影等导致亮暗不均的地方，否则会导致角点检测不到；（下图因明显反光，导致检测不到角点）



6. 每个棋盘格标定板的黑白方格在画面中必须完整，否则会导致角点检测不到；（下图棋盘格上方黑色方格检测不完整，导致角点检测不到）



7. 拍摄中，手不要触碰标定板中棋盘格黑白方块，棋盘格黑白方块不要被遮挡，否则导致角点检测不到；



8. 相对完美的 IQ 效果图（角点位置肉眼清晰可见）：

