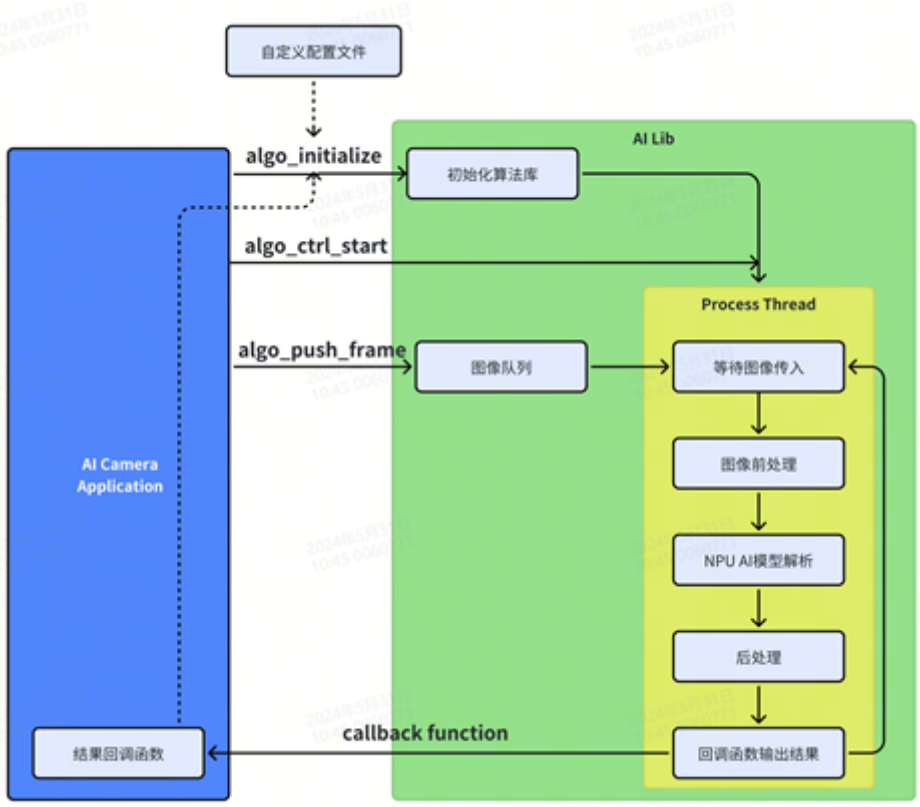
Morph AI Lib编程指南

1.AI Lib简介

AI Lib 是Morph AI相机核心的算法模块，是一个源码开放的通用NPU模型调用库。它负责从App侧获取所需图像，并接收控制指令。其内部封装了常用目标检测模型的调用流程，确保二次开发的便捷性。在算法计算完成后，通过回调函数，将计算结果经由App上报到上位机Scepter SDK，实现数据的高效传输。借助AI Lib，用户可以轻松快捷地部署自己的算法模型。

2.AI Lib流程与接口定义

流程图



由于源码开放，开发者可以按照需要，自由的修改库内部代码以实现特定功能，但是**API接口**函数声明不能修改，否则影响App与AI lib的调用流程。

接口定义

```
//初始化，资源传入（算法资源根目录（默认/userdata/algorithm_data），callback函数指针）
ALGO_RET_E algo_initialize(const ALGO_INIT_PARAM_T *p_init_param);
//callback函数声明
std::function<void (uint64_t timestamp, const char *p_proc_result, uint32_t result_len)>;
    ALGO_PROCESS_CB_FUNC_T process_cb_func;

//开始运行
ALGO_RET_E algo_ctrl_start(void);

```

```
//停止运行
ALGO_RET_E algo_ctrl_stop(void);

//图像传入，根据设置的图像类型填入对应图像与sensor参数（图像，类型，分辨率，内外参等）
ALGO_RET_E algo_push_frame(const CAM_JOINT_FRAME_T *p_joint_frame);

//参数设置，端到端使用，由客户自由定义
ALGO_RET_E algo_set_param(uint32_t param_id, const char *p_in_param,
uint16_t param_len);

//参数读取，端到端使用，由客户自由定义
ALGO_RET_E algo_get_param(uint32_t param_id, const char **p_out_param,
uint16_t *p_param_len);
```

3.AI Lib代码说明

3.1 目录

> Morph SDK的下载地址：https://github.com/ScepterSW/MorphAISDK

示例代码包含在Morph SDK中，路径为：MorphAISDK/2_deploy/algLib。

目录结构：

```
├── 3rdparty
│   ├── jsoncpp
│   └── opencv
├── CMakeLists.txt
├── Include
│   ├── alg_api.h
│   ├── alg_define.h
│   └── alg_types.h
└── Src
    ├── alg_api.cpp
    ├── alg_impl.cpp
    ├── alg_impl.h
    ├── image_process.cpp
    ├── image_process.h
    ├── log.cpp
    ├── log.h
    ├── Postprocess
    │   ├── post_process.cpp
    │   ├── post_process_custom.cpp
    │   ├── post_process_custom.h
    │   ├── post_process.h
    │   ├── post_process_vzense_box.cpp
    │   ├── post_process_vzense_box.h
    │   ├── post_process_yolov5.cpp
    │   └── post_process_yolov5.h
    │   ├── post_process_yolov8.cpp
    │   └── post_process_yolov8.h
    ├── rknn_inference.cpp
    ├── rknn_inference.h
    ├── rknn_utils.cpp
    ├── rknn_utils.h
    ├── serialization.cpp
    ├── serialization.h
```

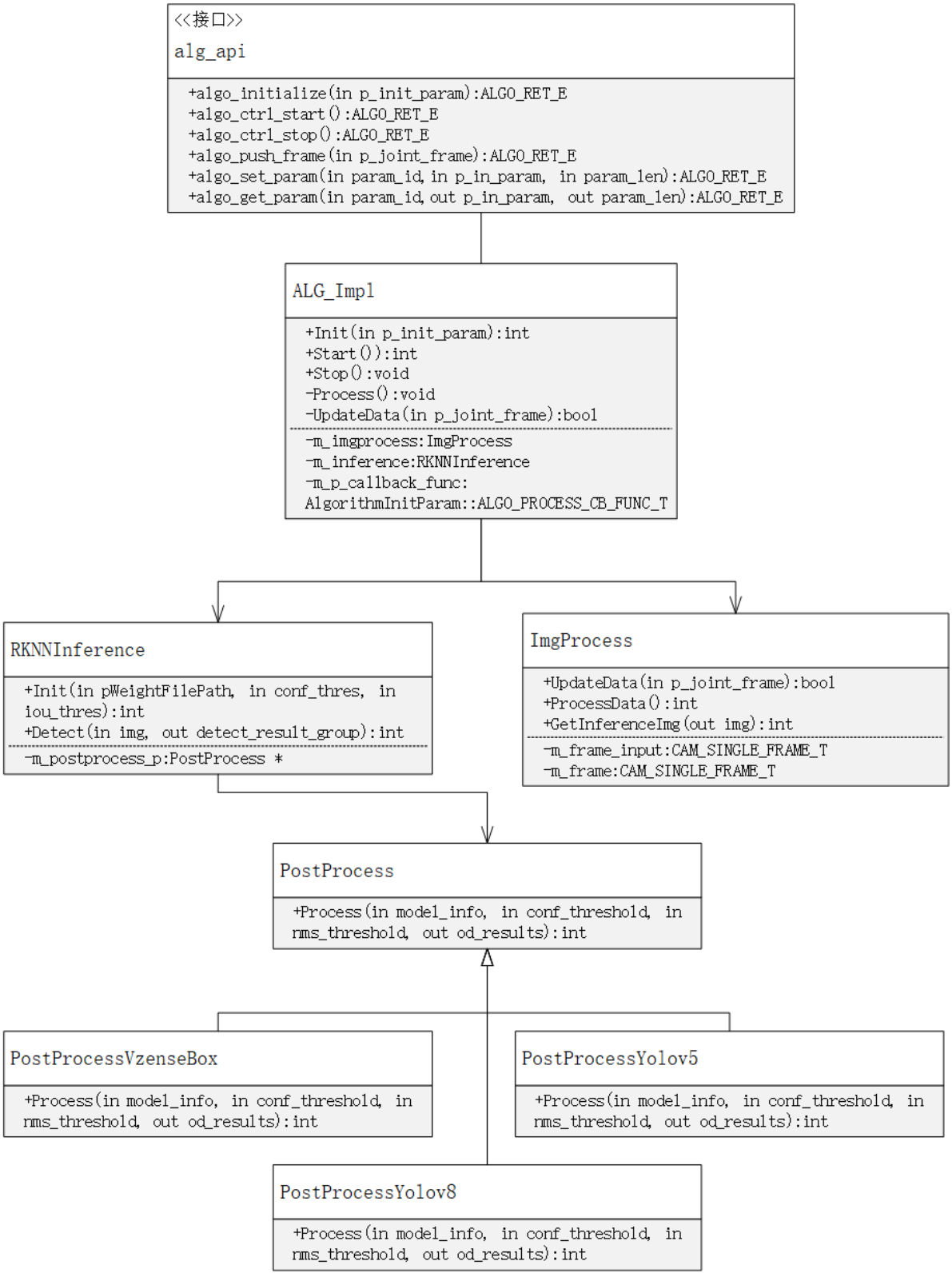
```
    ├── stoppable_thread.cpp
    └── stoppable_thread.h
```

文件说明：

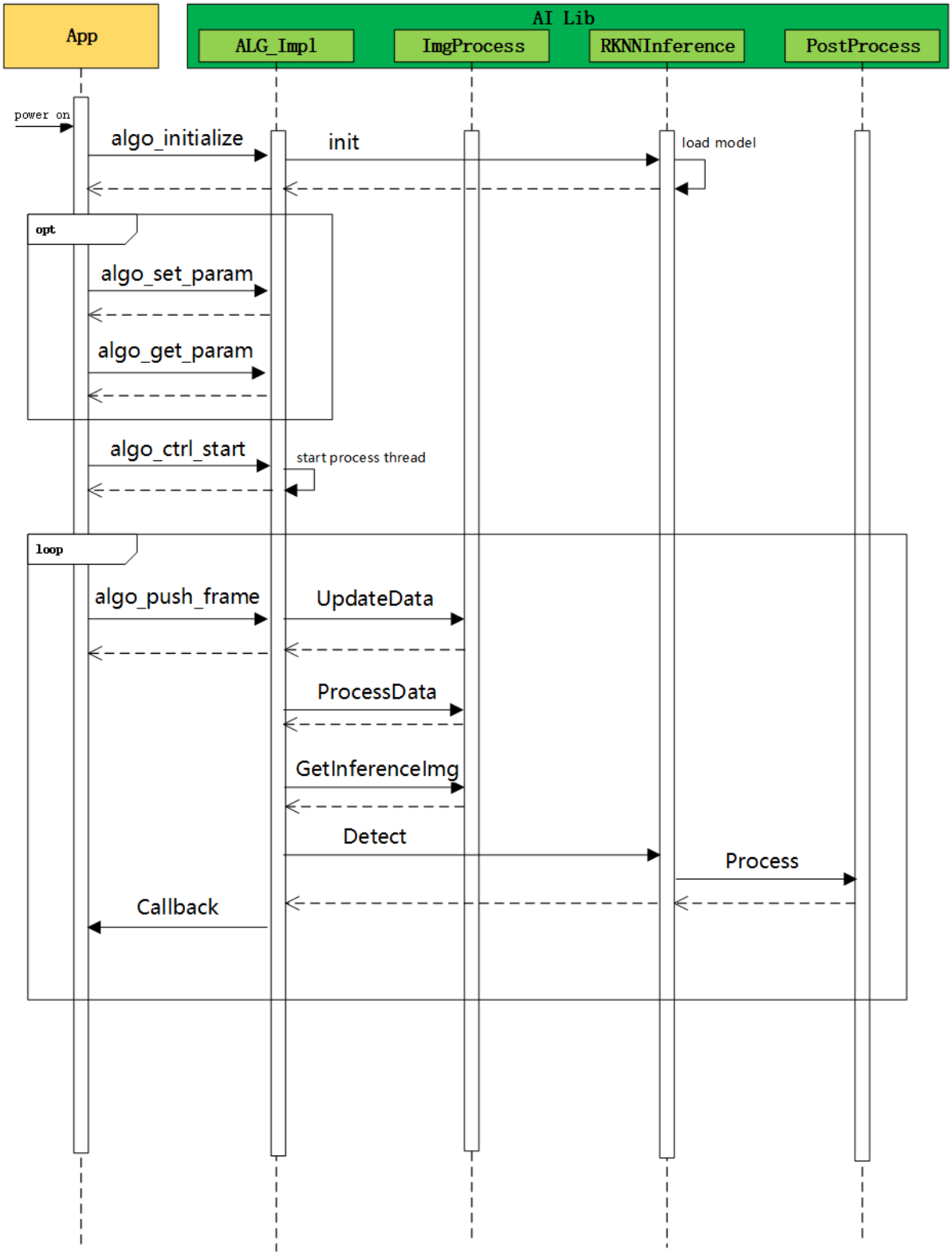
- 3rdparty：依赖的第三方库
  - jsoncpp：用于解析和生成 JSON 数据
  - opencv：用于图像数据处理
- CMakeLists.txt：构建algLib的配置文件
- Include
  - alg_api.h：接口定义文件
  - alg_define.h：定义接口中使用的enum，structure
  - alg_types.h：定义lib内部使用的enum，structure
- Src
  - alg_api.cpp/h：接口函数实现文件
  - alg_impl.cpp/h：算法库管理文件
  - image_process.cpp/h：图像前处理文件
  - log.cpp/h：算法日志文件
  - Postprocess：模型后处理文件，解析模型检测结果
    - post_process.cpp/h：模型后处理虚基类文件
    - post_process_custom.cpp/h：用户自定义的模型后处理文件
    - post_process_vzense_box.cpp/h：vzense预制的相机包装盒模型的后处理文件
    - post_process_yolov5.cpp/h：yolov5模型的后处理文件
    - post_process_yolov8.cpp/h：yolov8模型的后处理文件
  - rknn_inference.cpp/h：rknn模型的模型预测处理文件
  - rknn_utils.cpp/h：rknn模型的模型预测处理工具文件
  - serialization.cpp/h：json格式的算法结果、算法参数的解析和生成的示例文件
  - stoppable_thread.cpp/h：封装的线程工具文件

3.2 类图与时序图

类图


<<接口>>
alg_api
+algo_initialize(in p_init_param):ALGO_RET_E
+algo_ctrl_start():ALGO_RET_E
+algo_ctrl_stop():ALGO_RET_E
+algo_push_frame(in p_joint_frame):ALGO_RET_E
+algo_set_param(in param_id, in p_in_param, in param_len):ALGO_RET_E
+algo_get_param(in param_id, out p_in_param, out param_len):ALGO_RET_E
ALG_Impl
+Init(in p_init_param):int
+Start():int
+Stop():void
-Process():void
-UpdateData(in p_joint_frame):bool
-m_imgprocess:ImgProcess
-m_inference:RKNNInference
-m_p_callback_func:
AlgorithmInitParam::ALGO_PROCESS_CB_FUNC_T
RKNNInference
+Init(in pWeightFilePath, in conf_thres, in iou_thres):int
+Detect(in img, out detect_result_group):int
-m_postprocess_p:PostProcess *
ImgProcess
+UpdateData(in p_joint_frame):bool
+ProcessData():int
+GetInferenceImg(out img):int
-m_frame_input:CAM_SINGLE_FRAME_T
-m_frame:CAM_SINGLE_FRAME_T
PostProcess
+Process(in model_info, in conf_threshold, in nms_threshold, out od_results):int
PostProcessVzenseBox
+Process(in model_info, in conf_threshold, in nms_threshold, out od_results):int
PostProcessYolov5
+Process(in model_info, in conf_threshold, in nms_threshold, out od_results):int
PostProcessYolov8
+Process(in model_info, in conf_threshold, in nms_threshold, out od_results):int

时序图



3.3 使用参考

示例代码是检测相机包装盒位置的例程，代码中使用彩色图做目标检测，输出预测的目标框，然后在对齐后的深度图上，计算目标框对应区域的点云均值。目标框的点云均值即是检测到的相机包装盒的位置。代码的处理过程大体如下：

当使用AI Lib实现检测其它类别物体的位置时，只需参考以下说明做简单修改，就能很方便的实现相应功能。

读写算法参数:

在算法接收图像开始处理前，需要先读写参数，确保算法执行效果。相关代码在文件alg_api.cpp中，具体函数如下：

```
// 写参数
ALGO_RET_E algo_set_param(uint32_t param_id, const char *p_in_param, uint16_t param_len)

// 读参数
ALGO_RET_E algo_get_param(uint32_t param_id, const char **p_out_param, uint16_t *p_param_len)
```

图像预处理：

示例中，App输入给算法的图像可能尺寸大小，像素格式等属性与模型要求的输入图像不符，因此算法在把图像输入给模型前，要按照模型要求对图像进行预处理，以满足模型需要。在实际工程中，根据自身需求进行更改即可。

相关代码在文件image_process.cpp中，具体函数如下：

```
int ImgProcess::ProcessData()
{
    int result = ALGO_RET_GET_FRAME_TIMEOUT;
    unique_lock<mutex> lk(m_mutex);
    if (false == m_cv.wait_for(lk, std::chrono::milliseconds(1000), [this] {
        return 0 != m_frame_input[0].frame_no; }))
    {
        return result;
    }

    m_frame_Inference.frame_no = m_frame_input[0].frame_no;
    m_frame_Inference.timestamp = m_frame_input[0].timestamp;
    memcpy(m_frame_Inference.p_data + LABEL_BORDER * m_frame_Inference.width * GetElemSize(m_frame_Inference.pixel_format), m_frame_input[0].p_data, m_frame_input[0].data_len);
    SwapFrame(m_frame_input[1], m_frame_Depth);

    m_frame_input[0].frame_no = 0;

    return 0;
}
```

模型预测：

模型预测是把符合要求的图像输入NPU模型，并取得模型结果。相关代码在文件rknn_inference.cpp中，具体函数如下：

```
int RKNNInference::Detect(const CameraSingleFrame &img, detect_result_group_t& detect_result_group)
{
    memcpy(m_model_info.inputs[0].buf, img.p_data, img.data_len);
    int ret = rknn_inputs_set(m_model_info.ctx, m_model_info.n_input, m_model_info.inputs);

    //模型预测
    ret = rknn_run(m_model_info.ctx, NULL);
    if(ret < 0)
```

```
    {
        Log("result: %d", ret);
        return ret;
    }

    //后处理
    int m_postprocess_p->Process(&m_model_info, m_conf_thres, m_iou_thres,
&detect_result_group);

    return ret;
}
```

模型的更换，请参考文档《Morph AI相机快速开始手册.pdf》中【3.5 C/C++模型验证】。

模型预测后处理：

模型预测后处理是把RKNN模型的输出解析为可理解的格式（对于目标检测模型，其包含预测框位置，类别得分等），并进行NMS筛选。

相关代码在文件Postprocess/post_process_xxx.cpp中，在Postprocess/post_process_custom.cpp文件中，用户可以实现自定义的后处理，具体函数如下：

```
int PostProcessCustom::Process(MODEL_INFO *model_info, float conf_threshold,
float nms_threshold, detect_result_group_t *od_results)
{
    Log("A custom implementation is required.");

    return 0;
}
```

模型结果与深度图融合处理：

示例中，把模型的目标检测结果与深度图相结合，可以进一步计算检测目标的位置信息。相关代码在文件alg_impl.cpp中，具体函数如下：

```
void ALG_Impl::Run()
{
    //图像预处理
    int result = m_imgprocess.ProcessData();
    if (ALGO_RET_OK == result)
    {
        CameraSingleFrame frame;
        m_imgprocess.GetInferenceImg(frame);

        //模型检测
        detect_result_group_t detect_result_group = {0};
        result = m_inference.Detect(frame, detect_result_group);
        if(0 != result)
        {
            SetInfo(Log("Detect:%d is failed.", result));
        }

        //模型结果与深度图融合处理,计算位置信息
        m_imgprocess.GetDepthImg(frame);
        cv::Mat depth = cv::Mat(frame.height, frame.width, CV_16UC1,
frame.p_data);
        for (int i = 0; i < detect_result_group.count; i++)
```

```
        {
            detect_result_t& det_result = detect_result_group.results[i];
            cv::Rect detectBox = cv::Rect(det_result.box.left,
det_result.box.top, (det_result.box.right - det_result.box.left),
(det_result.box.bottom - det_result.box.top));
            m_imgprocess.UpdatePointCloud(depth, detectBox,
det_result.centerPosInWorld);
        }

        //结果回调
        CallBackFunc(frame.timestamp, detect_result_group);
    }
    else
    {
        SetInfo(result);
    }
}
```

算法结果回调：

把算法执行结果，通过回调函数，传递给App。相关代码在文件alg_impl.cpp中，具体函数如下：

```
void ALG_Impl::CallBackFunc(uint64_t timestamp, const detect_result_group_t&
detect__result_group)
{
    if (nullptr != m_p_callback_func)
    {
        uint8_t *pBuf = m_result_buf.get();
        char *jsonData = (char *)(pBuf);
        Serialization serialization;
        uint32_t jsonLen = 0;
        //使用Json格式化算法结果
        serialization.GetResultJson(jsonData, jsonLen,
detect__result_group);

        {
            lock_guard<mutex> lk(m_mutex);
            m_p_callback_func(timestamp, (const char *)pBuf, jsonLen);
        }

        Log("timestamp:%" PRIu64 ", jsonLen:%d, pBuf:%s", timestamp,
jsonLen, pBuf);
    }
}
```