

- 获取硬件采集的数据-从零开始构建项目记录
 - 实现思路：
 - 一、创建VS控制台程序并配置环境
 - 1.1、配置相机运行环境
 - 1.2、配置OpenCV环境
 - 二、获取到彩色图像
 - 2.1、确保正确获取到灰度图（基于SoftTrigger示例项目）
 - 2.2、将 BayerRG12格式转换为 RGB8彩色图（基于ImageConvert示例项目）
 - 2.3、转换为Mat对象并保存为文件
 - 2.4、验证1s可以保存多少帧图像
 - 2.5、逻辑整理与流程优化
 - 2.6、验证视频压缩率很高是否有影响到图像质量
 - 三、获取以及解析GPS串口数据
 - 3.1、读取GPS串口数据
 - 3.2、读取GPS串口数据线程处理流程
 - 3.3、GPS数据解析与编码流程
 - 3.4、GPS数据处理相关代码
 - 3.5、将编码后的数据保存到文件
 - 3.6、串口读取的相关参考链接
 - 四、获取激光雷达数据

获取硬件采集的数据-从零开始构建项目记录

实现思路：

从零开始构建控制台程序，并以相机获取数据示例代码【SoftTrigger】
【ImageConvert】为基础，再加入GPS与激光雷达数据的获取代码。

基于相机SDK版本2.4.0（MV Viewer）：

http://download.huaraytech.com/pub/sdk/Ver2.4.0/Windows/Base_ver/

一、创建VS控制台程序并配置环境

1.1、配置相机运行环境

1.1.1、拷贝头文件与Lib库到项目目录下，并将其加入配置到项目中

1.1.2、将MVSDKmd.lib加入到【链接器】-【输入】-【附加依赖项】中

1.1.3、将DLL库目录配置到【调试】-【环境】中： PATH=C:\Program Files\HuarayTech\MV Viewer\Runtime\x64;%PATH%

1.2、配置OpenCV环境

略，类似于1.1

二、获取到彩色图像

2.1、确保正确获取到灰度图（基于SoftTrigger示例项目）

2.1.1、将 SoftTrigger.cpp 拷贝到项目目录下，提取函数声明到同名头文件中

2.1.2、将输出相机信息、选择相机等常用的函数分别声明和定义到 Common.h、Common.cpp 中

2.1.3、将 SoftTrigger.cpp 中的main函数中的内容拷贝到 main.cpp 的main函数中，编译并排除一些错误

2.1.4、设置相机属性：包括，设置 PixelFormat 属性为 Mono8，ExposureAuto 属性为 Continuous(在设置 TriggerMode 属性为 On 之后，ExposureAuto 属性不存在，因此设置 ExposureAuto 属性会报错)、BalanceWhiteAuto 属性为 Continuous。

2.1.5、验证BayerRG12是否写入相机配置是否正确

根据以下两个接口，保存相机描述（IMV_DownloadGenICamXML，参数的值所有的值的列表）以及当前的相机配置(IMV_SaveDeviceCfg)到本地，查看 PixelFormat 属性是否对应是 BayerRG12 的值

//// 下载设备描述XML文件到CameraConfig.zip，解压后会有一个xml保存了相机参数可设置的所有值

```

//ret = IMV_DownloadGenICamXML(devHandle, "CameraConfig.zip");
//if (IMV_OK != ret)
//{
//    printf("configuration of camera save failed!\n", ret);
//    return ret;
//}

// 保存设备配置到指定的位置CameraConfig.xml
ret = IMV_SaveDeviceCfg(devHandle, "CameraConfig.xml");
if (IMV_OK != ret)
{
    printf("configuration of camera save failed!\n", ret);
    return ret;
}

```

代码运行后，得到以下结果，可以判断 **BayerRG12**以及 **BalanceWhiteAuto**被正确设置。

CameraConfig.zip中 **general_60621_20180817094321.xml**

```

<PixelFormat>17825809</PixelFormat>

.....

<BalanceWhiteAuto>2</BalanceWhiteAuto>

```

CameraConfig.xml

```

<EnumEntry Name="BayerRG12" Namespace="Standard">
    <pIsAvailable>PixelFormatBayerRG12ImplExpr</pIsAvailable>
    <Value>17825809</Value>
</EnumEntry>

.....

<EnumEntry Name="Continuous" Namespace="Standard">
    <ToolTip>White balancing is constantly adjusted by the device.</ToolTip>
    <Description>White balancing is constantly adjusted by the device.
</Description>
    <DisplayName>Continuous</DisplayName>
    <Value>2</Value>
</EnumEntry>

```

PixelFormat和 **BalanceWhiteAuto**的设置已确认没有问题。

```

// 打开相机
// .....

```

```

//设置图像格式
ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "PixelFormat", "Mono8"/*"BayerRG12"*/);
if (IMV_OK != ret)
{
    printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
    return ret;
}

// // 设置自动曝光（在Mono8的像素格式下会报错）
// ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "ExposureAuto", "Continuous");
// if (IMV_OK != ret)
// {
//     printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
//     return ret;
// }

// // 设置自动曝光
// ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "ExposureAuto", "Continuous");
// if (IMV_OK != ret)
// {
//     printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
//     return ret;
// }

// 设置软触发配置
// .....

```

2.1.6、在相机数据回调函数中将 **IMV_Frame**数据，保存到 **cv::Mat**中

```

// 数据帧回调函数
// Data frame callback function
void onGetFrame(IMV_Frame* pFrame, void* pUser)
{
    if (pFrame == NULL)
    {
        printf("pFrame is NULL\n");
        return;
    }

    cv::Mat image = cv::Mat(pFrame->frameInfo.height, pFrame->frameInfo.width,
CV_8U, (uint8_t*)((pFrame->pData)));

    printf("Get frame blockId = %llu\n", pFrame->frameInfo.blockId);

    return;
}

```

2.2、将 **BayerRG12**格式转换为 **RGB8**彩色图（基于**ImageConvert**示例项目）

2.2.1、将 `ImageConvert.cpp`拷贝到项目目录下，提取函数声明到同名头文件中

2.2.2、设置相机属性：包括，设置 `PixelFormat`属性为 `BayerRG12`

```
// 打开相机
// .....

//设置图像格式
ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "PixelFormat", /*"Mono8"*/"BayerRG12");
if (IMV_OK != ret)
{
    printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
    return ret;
}

// 设置软触发配置
// .....
```

2.2.3、将相机句柄到回调函数 `onGetFrame`，用于调用 `imageConvert`函数

```
// 注册数据帧回调函数
// Register data frame callback function
ret = IMV_AttachGrabbing(devHandle, onGetFrame, &devHandle); // 传入相机句柄
if (IMV_OK != ret)
{
    printf("Attach grabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
    break;
}
```

2.2.4、在回调函数 `onGetFrame`中调用 `imageConvert`函数，默认会保存成 `.bin`格式文件

```
// 数据帧回调函数
// Data frame callback function
void onGetFrame(IMV_Frame* pFrame, void* pUser)
{
    if (pFrame == NULL)
    {
        printf("pFrame is NULL\n");
        return;
    }

    IMV_HANDLE* devHandle = (IMV_HANDLE*)pUser;

    imageConvert(*devHandle, *pFrame, gvspPixelBGR8); // 将图像数据转为RGB8格式

    //cv::Mat image = cv::Mat(pFrame->frameInfo.height, pFrame->frameInfo.width, CV_8U, (uint8_t*)((pFrame->pData)));
```

```

printf("Get frame blockId = %llu\n", pFrame->frameInfo.blockId);

return;
}

```

2.3、转换为Mat对象并保存为文件

2.3.1、修改 `imageConvert` 函数，将数据转换为Mat对象并保存为文件

```

// 图片转化
// Image convert
void imageConvert(IMV_HANDLE devHandle, IMV_Frame frame, IMV_EPixelFormatType
convertFormat)
{
    IMV_PixelConvertParam stPixelConvertParam;
    unsigned char*          pDstBuf = NULL;
    unsigned int            nDstBufSize = 0;
    int                    ret = IMV_OK;
    FILE*                  hFile = NULL;
    const char*            pFileName = NULL;
    const char*            pConvertFormatStr = NULL;

    int                    nCVMatType = CV_8UC1; // 记
录输出的Mat数据格式

    switch (convertFormat)
    {
        case gvspPixelFormatRGB8:
            nDstBufSize = sizeof(unsigned char) * frame.frameInfo.width
* frame.frameInfo.height * 3;
            //pFileName = (const char*)"convertRGB8.bin";
            pConvertFormatStr = (const char*)"RGB8";
            nCVMatType = CV_8UC3;
            break;

        case gvspPixelFormatBGR8:
            nDstBufSize = sizeof(unsigned char) * frame.frameInfo.width
* frame.frameInfo.height * 3;
            //pFileName = (const char*)"convertBGR8.bin";
            pConvertFormatStr = (const char*)"BGR8";
            nCVMatType = CV_8UC3;
            break;

        case gvspPixelFormatBGRA8:
            nDstBufSize = sizeof(unsigned char) * frame.frameInfo.width
* frame.frameInfo.height * 4;
            //pFileName = (const char*)"convertBGRA8.bin";
            pConvertFormatStr = (const char*)"BGRA8";
            nCVMatType = CV_8UC4;
            break;

        case gvspPixelFormatMono8:
        default:

```

```

        nDstBufSize = sizeof(unsigned char) * frame.frameInfo.width
* frame.frameInfo.height;
        //pFileName = (const char*)"convertMono8.bin";
        pConvertFormatStr = (const char*)"Mono8";
        nCVMatType = CV_8UC1;
        break;
    }

    pDstBuf = (unsigned char*)malloc(nDstBufSize);
    if (NULL == pDstBuf)
    {
        printf("malloc pDstBuf failed!\n");
        return;
    }

    // 图像转换成BGR8
    // convert image to BGR8
    memset(&stPixelConvertParam, 0, sizeof(stPixelConvertParam));
    stPixelConvertParam.nWidth = frame.frameInfo.width;
    stPixelConvertParam.nHeight = frame.frameInfo.height;
    stPixelConvertParam.ePixelFormat = frame.frameInfo.pixelFormat;
    stPixelConvertParam.pSrcData = frame.pData;
    stPixelConvertParam.nSrcDataLen = frame.frameInfo.size;
    stPixelConvertParam.nPaddingX = frame.frameInfo.paddingX;
    stPixelConvertParam.nPaddingY = frame.frameInfo.paddingY;
    stPixelConvertParam.eBayerDemosaic = demosaicNearestNeighbor;
    stPixelConvertParam.eDstPixelFormat = convertFormat;
    stPixelConvertParam.pDstBuf = pDstBuf;
    stPixelConvertParam.nDstBufSize = nDstBufSize;

    ret = IMV_PixelConvert(devHandle, &stPixelConvertParam);
    if (IMV_OK == ret)
    {
        printf("image convert to %s successfully! nDstDataLen (%u)\n",
            pConvertFormatStr, stPixelConvertParam.nDstBufSize);

        //hFile = fopen(pFileName, "wb");
        //if (hFile != NULL)
        //{
        //    fwrite((void*)pDstBuf, 1, stPixelConvertParam.nDstBufSize,
hFile);
        //    fclose(hFile);
        //}
        //else
        //{
        //    // 如果打开失败, 请用管理权限执行
        //    // If opefailed, Run as Administrator
        //    printf("Open file (%s) failed!\n", pFileName);
        //}

        // 转换为Mat对象, 并写入文件
        cv::Mat image = cv::Mat(frame.frameInfo.height,
            frame.frameInfo.width, nCVMatType, (uint8_t*)(pDstBuf));
        cv::imwrite("rgb.bmp", image);
    }
    else

```

```

    {
        printf("image convert to %s failed! ErrorCode[%d]\n",
pConvertFormatStr, ret);
    }

    if (pDstBuf)
    {
        free(pDstBuf);
        pDstBuf = NULL;
    }

    return;
}

```

2.4、验证1s可以保存多少帧图像

2.4.1、经过验证上述方法保存 **bmp** 图像的帧率并不稳定，存在1s中一帧都没有保存到的情况（如下图1所示），

图一，在GPS数据（1s中写入一次）中查看保存数据时，对应采集到的图像序号，以此来判断1s保存了多少张图。

GPS_2023_7_1_15_38_23_624.txt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

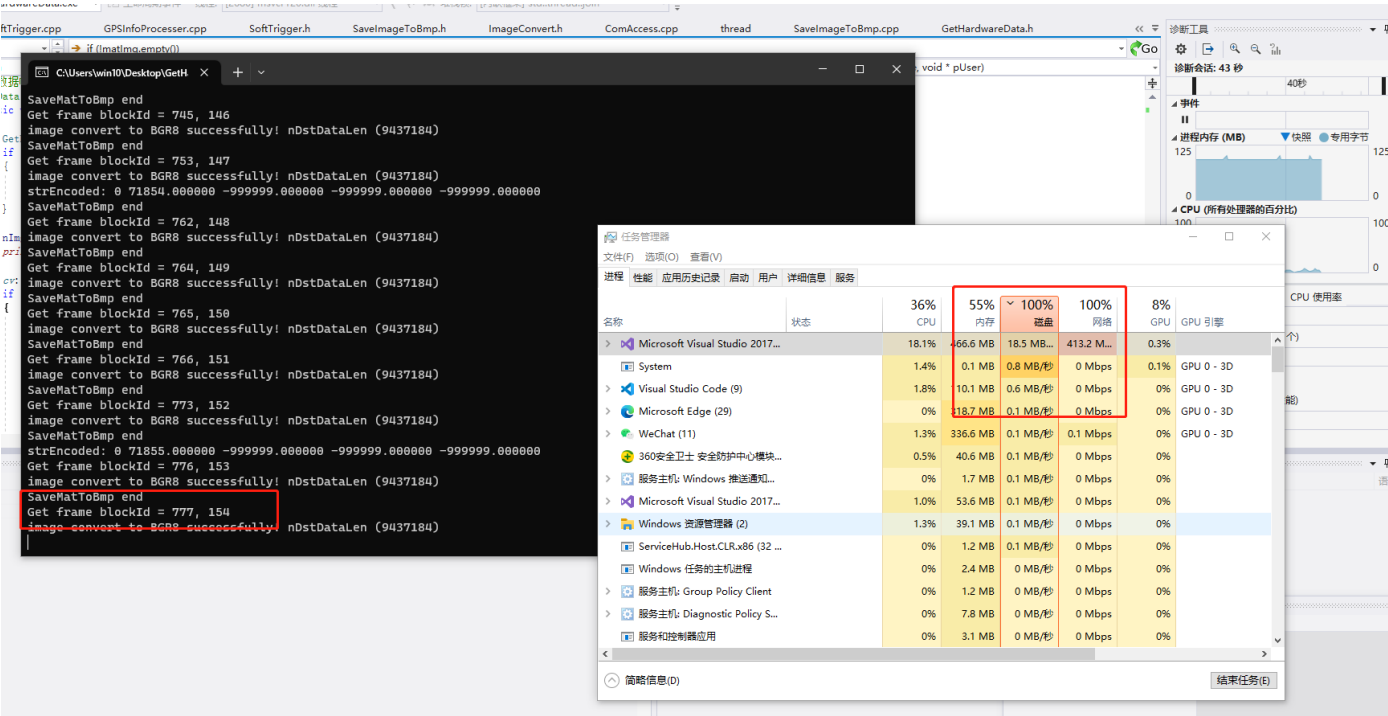
```

1 0 73824.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
15 0 73825.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
33 0 73826.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
51 0 73827.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
61 0 73828.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
75 0 73829.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
95 0 73830.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
109 0 73831.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
135 0 73833.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
184 0 73835.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
184 0 73836.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
223 0 73837.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
235 0 73838.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
252 0 73839.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
277 0 73840.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
288 0 73841.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
288 0 73843.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
340 0 73844.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
354 0 73845.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
372 0 73846.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
390 0 73847.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
400 0 73848.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000
422 0 73849.000000 -999999.000000 -999999.000000 -999999.000000

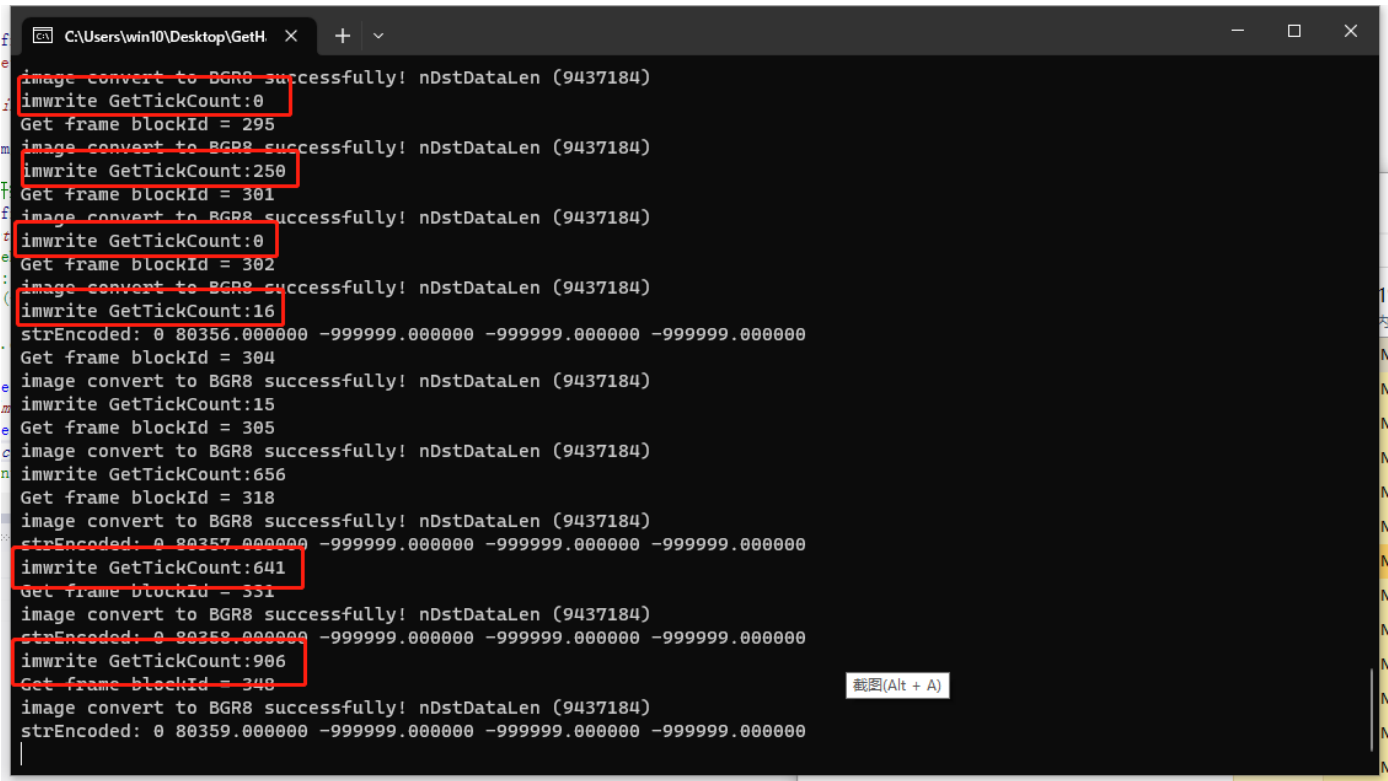
```


2.4.2、发现在程序运行后，网络与磁盘利用率会很快达到100%（如下图二所示），使得 **imwrite**保存图像耗时较多，导致帧率异常（如下图三所示）。

图二、网络与磁盘利用率在程序运行后，很快就达到了100%。

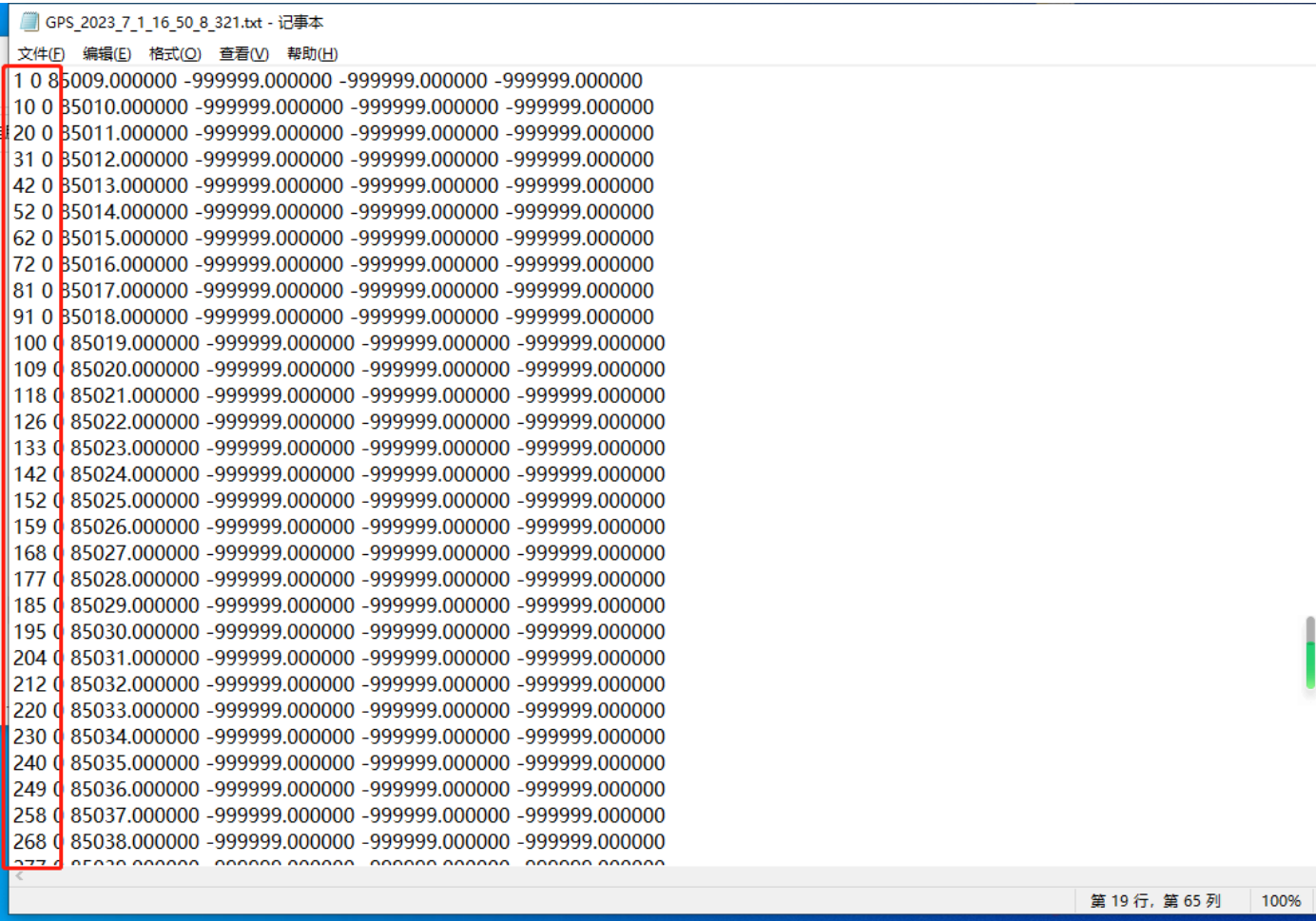


图三、在网络与磁盘利用率达到100%后，**imwrite**保存图像耗时很不稳定，有时是十几ms，但有时甚至达到了900多ms。



2.4.3、保存 **bmp**图像行不通，改为保存 **avi**视频后，发现1s能稳定保存8帧以上（如下图四所示）。

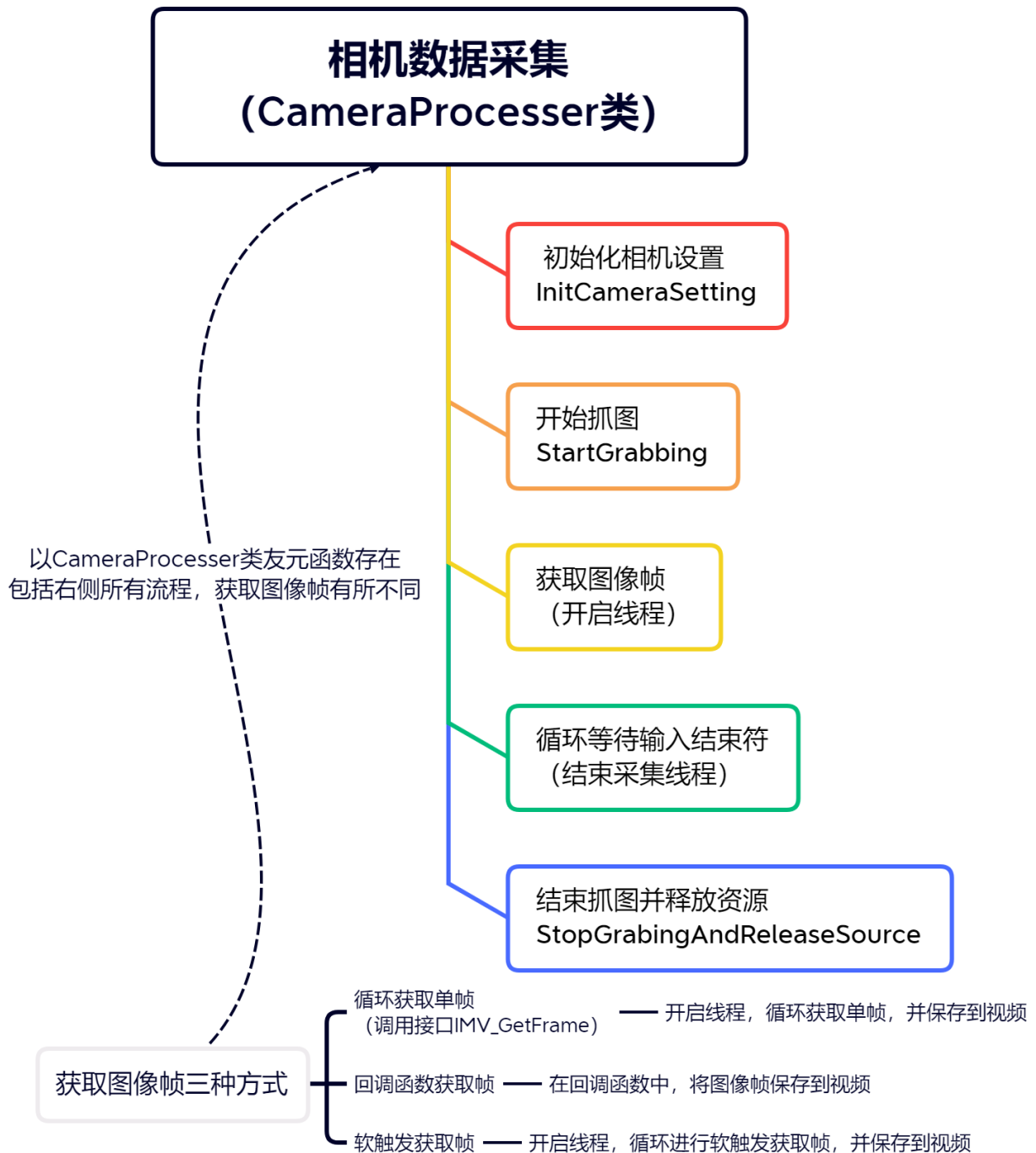
图四、在GPS数据（1s中写入一次）中查看保存数据时，两次保存数据对应采集到的图像序号差基本稳定在8以上。



2.5、逻辑整理与流程优化

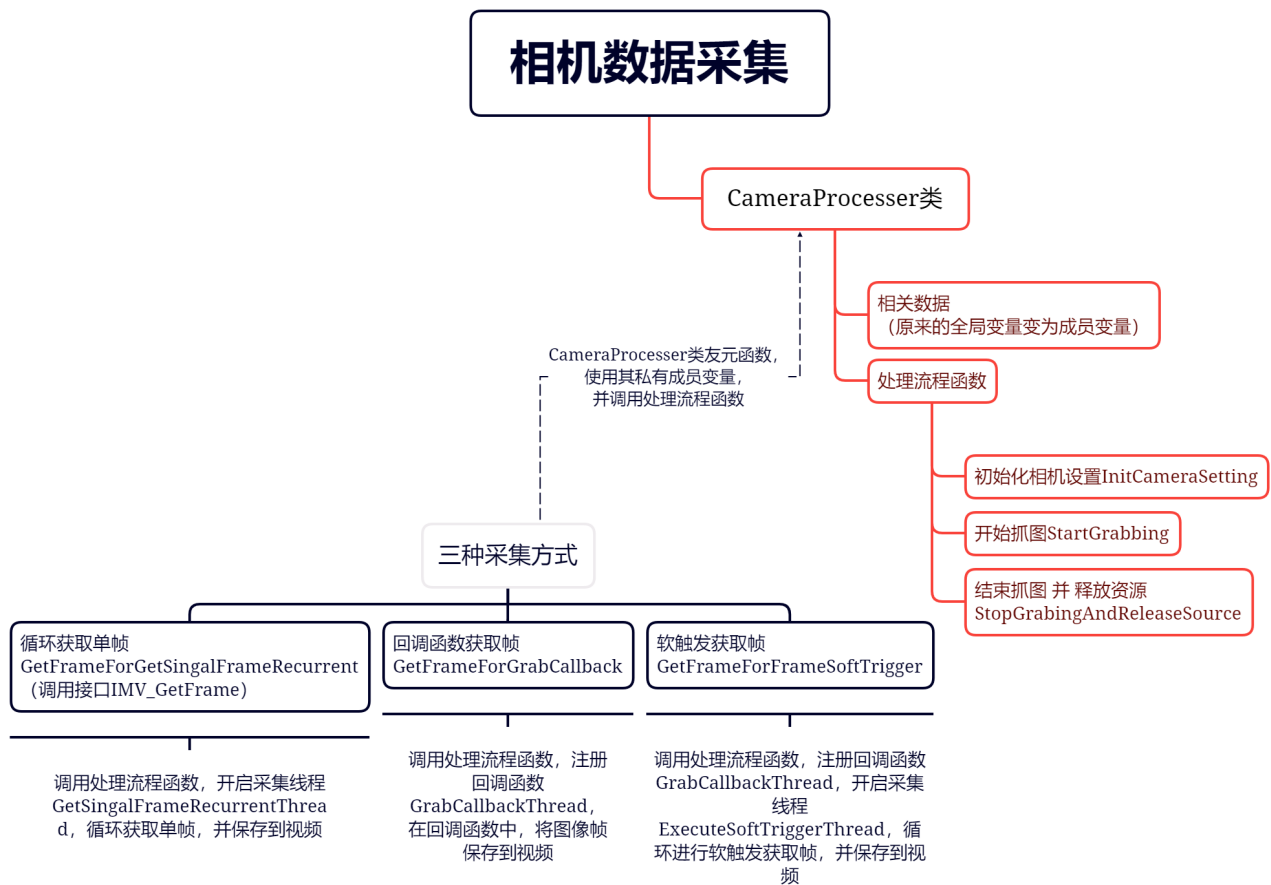
2.5.1、在确定保存为视频，可以实现1s稳定8帧以上的图像保存之后，对代码结构进行了一下优化（流程图与函数关系，如下图五、图六所示）。

图五、流程图。



Presented with xmind

图六、函数关系图。



Presented with **xmind**

2.5.2、相关代码

CameraProcessor.h

```

#pragma once

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <time.h>
#include <Windows.h>
#include "IMVApi.h"

#include <direct.h>
#include <iostream>
#include <thread>

#include <opencv2/opencv.hpp>

// 获取相机图像方式
enum GetCameraFrameMethod {
    GET_SINGAL_FRAME_RECURRENT, // 循环获取单帧, 调用接口IMV_GetFrame
    GRAB_CALLBACK, // 回调函数获取帧
    FRAME_SOFT_TRIGGER // 软触发获取帧
};
  
```

```

// 相机数据处理类
class CameraProcessor
{
private:
    int ret;
    unsigned int cameraIndex; // 相机id,如果是多个相机,则需要手动选择
    //int64_t nImgNo;
    IMV_HANDLE devHandle;    // 相机句柄
    bool bExitThreadFlag;    // 退出获取图像线程标记
    bool bExitedThread;      // 获取图像线程是否已经结束标记
    char outDir[256];        // 输出文件到outDir文件夹
    int64_t width;           // 图像宽度
    int64_t height;          // 图像高度
    cv::VideoWriter videoWriter; // 图像保存为avi格式视频,对应的VideoWriter对象

    GetCameraFrameMethod getCameraFrameMethod; // 获取图像帧的方式, 包括: 循环获取
    单帧GET_SINGAL_FRAME_RECURRENT、回调函数获取帧GRAB_CALLBACK、 软触发获取帧
    FRAME_SOFT_TRIGGER

public:
    CameraProcessor();
    ~CameraProcessor();

    int InitCameraSetting(char* strTime, GetCameraFrameMethod
getCameraFrameMethod); // 初始化相机设置
    int StartGrabbing(); // 开始抓图
    int StopGrabbingAndReleaseSource(); // 结束抓图 并 释放资源

    friend int GetFrameForGetSingalFrameRecurrent(char* strTime); // 循环获取单帧
    friend int GetSingalFrameRecurrentThread(CameraProcessor* cameraProcessor);
    // 循环获取单帧线程

    friend int GetFrameForGrabCallback(char* strTime); // 回调函数获取帧
    //friend void GetFrameForGrabCallbackThread(IMV_Frame* pFrame, void*
pUser); // 回调函数获取帧的回调函数

    friend int GetFrameForFrameSoftTrigger(char* strTime); // 软触发获取帧
    friend int ExecuteSoftTriggerThread(CameraProcessor* cameraProcessor); //
    循环执行软触发线程
    //friend int GetFrameForFrameSoftTriggerThread(IMV_Frame* pFrame, void*
pUser); // 与GetFrameForGrabCallbackThread功能一致

    friend void GrabCallbackThread(IMV_Frame* pFrame, void* pUser); //
    GetFrameForGrabCallbackThread与GetFrameForGrabCallbackThread功能一致, 统一为同一个

private:
    int GetCameraId(); // 获取相机id, 如果是多个相机, 则需要手动选择
    int SetCameraConfig(); // 设置相机配置, 包括曝光, 白平衡, 图像格式, 触发模式等
    int GetFrameHeightWidth(); // 获取图像帧高宽

};

```

```

#include "CameraProcessor.h"

#include "Common.h"

#include "ImageConvert.h"

extern int nImgNo;

CameraProcessor::CameraProcessor()
{
    ret = IMV_OK;
    cameraIndex = 0;
    devHandle = NULL;
    width = 0;
    height = 0;
    //nImgNo = 0;
    bExitThreadFlag = false;
    bExitedThread = false;
}

CameraProcessor::~CameraProcessor()
{
}

int CameraProcessor::GetCameraId() {
    // 发现设备
    // discover camera
    IMV_DeviceList deviceInfoList;
    ret = IMV_EnumDevices(&deviceInfoList, interfaceTypeAll);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Enumeration devices failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        getchar();
        return IMV_ERROR;
    }

    if (deviceInfoList.nDevNum < 1)
    {
        printf("no camera\n");
        getchar();
        return IMV_ERROR;
    }

    // 打印相机基本信息 (序号,类型,制造商信息,型号,序列号,用户自定义ID,IP地址)
    // Print camera info (Index, Type, Vendor, Model, Serial number,
    DeviceUserID, IP Address)
    displayDeviceInfo(deviceInfoList);

    // 选择需要连接的相机
    // Select one camera to connect to
    if (deviceInfoList.nDevNum > 1)
    {
        cameraIndex = selectDevice(deviceInfoList.nDevNum);
    }
    return IMV_OK;
}

```

```
}
```

```
int CameraProcessor::SetCameraConfig() {

    //设置图像格式
    ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "PixelFormat",
/*"Mono8"*/"BayerRG12");
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }

    // 设置自动白平衡
    ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "BalanceWhiteAuto",
"Continuous");
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }

    // 设置帧率
    //ret = IMV_SetDoubleFeatureValue(devHandle, "AcquisitionFrameRate", 36.0);
    //if (IMV_OK != ret)
    //{
    //    printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
    //    return ret;
    //}

    switch (getCameraFrameMethod)
    {
        // 当前GET_SINGAL_FRAME_RECURRENT 与 GRAB_CALLBACK 方式 设置相同, 都
        放在默认设置中
        //case GET_SINGAL_FRAME_RECURRENT:
        //    break;
        //case GRAB_CALLBACK:
        //    break;
        case FRAME_SOFT_TRIGGER:
            // 设置触发模式
            // Set trigger mode to On
            ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "TriggerMode", "On");
            if (IMV_OK != ret)
            {
                printf("Set triggerMode value failed! ErrorCode[%d]\n",
ret);
                return ret;
            }
            break;
        default:
            // 设置触发模式
            // Set trigger mode to On
            ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "TriggerMode", "Off");
            if (IMV_OK != ret)
            {
                printf("Set triggerMode value failed! ErrorCode[%d]\n",
ret);
```

```

        return ret;
    }
    // 设置自动曝光, 先注释掉 (在设置`TriggerMode`属性为`On`之后,
`ExposureAuto`属性不存在, 因此设置`ExposureAuto`属性会报错)
    ret = IMV_SetEnumFeatureSymbol(devHandle, "ExposureAuto",
"Continuous");
    //IMV_EnumEntryList pEnumEntryList;
    //IMV_GetEnumFeatureEntrys(devHandle, "ExposureAuto",
&pEnumEntryList);
    //ret = IMV_SetEnumFeatureValue(devHandle, "ExposureAuto", 2);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Get feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }
    break;
}
///// 保存设备配置到指定的位置CameraConfig_before.xml
//ret = IMV_SaveDeviceCfg(devHandle, "CameraConfig_before.xml");
//if (IMV_OK != ret)
//{
//    printf("configuration of camera save failed!\n", ret);
//    return ret;
//}

///// 下载设备描述XML文件到CameraConfig.zip
//ret = IMV_DownloadGenICamXML(devHandle, "CameraConfig.zip");
//if (IMV_OK != ret)
//{
//    printf("configuration of camera save failed!\n", ret);
//    return ret;
//}

///// 保存设备配置到指定的位置CameraConfig.xml
//ret = IMV_SaveDeviceCfg(devHandle, "CameraConfig.xml");
//if (IMV_OK != ret)
//{
//    printf("configuration of camera save failed!\n", ret);
//    return ret;
//}
return IMV_OK;
}

int CameraProcessor::GetFrameHeightWidth() {
    ret = IMV_GetIntFeatureValue(devHandle, "Width", &width);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Get Width feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }

    ret = IMV_GetIntFeatureValue(devHandle, "Height", &height);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Get Height feature value failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }
}

```



```

        return IMV_OK;
    }

    int CameraProcessor::InitCameraSetting(char* strTime, GetCameraFrameMethod
getCameraFrameMethod) {

        this->getCameraFrameMethod = getCameraFrameMethod;

        // 创建保存图像的文件夹
        sprintf(outDir, "%simg_%s", OUT_PATH, strTime);
        if (_mkdir(outDir) == -1)
        {
            // 创建文件夹失败
            printf("mkdir failed! \n");
            getchar();
            return -1;
        }

        // 获取相机id
        int ret = GetCameraId();
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("GetCameraId failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }

        // 创建设备句柄
        // Create Device Handle
        ret = IMV_CreateHandle(&devHandle, modeByIndex, (void*)&cameraIndex);
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("Create devHandle failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }

        // 打开相机
        // Open camera
        ret = IMV_Open(devHandle);
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("Open camera failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }

        ret = SetCameraConfig();
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("SetCameraConfig failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }

        ret = GetFrameHeightWidth();
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("GetFrameHeightWidth failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }
    }

```

```

    if (getCameraFrameMethod == FRAME_SOFT_TRIGGER)
    {
        // 注册数据帧回调函数
        // Register data frame callback function
        ret = IMV_AttachGrabbing(devHandle,
/*GetFrameForGrabCallbackThread*/GrabCallbackThread, this);
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("Attach grabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }
    }else if (getCameraFrameMethod == GRAB_CALLBACK)
    {
        // 注册数据帧回调函数
        // Register data frame callback function
        ret = IMV_AttachGrabbing(devHandle,
/*GetFrameForGrabCallbackThread*/GrabCallbackThread, this);
        if (IMV_OK != ret)
        {
            printf("Attach grabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
            return ret;
        }
    }
}

int CameraProcessor::StartGrabbing() {
    // 开始拉流
    // Start grabbing
    ret = IMV_StartGrabbing(devHandle);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Start grabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }

    char fname[256];
    sprintf(fname, "%s\\realImg.avi", outDir);
    videoWriter = cv::VideoWriter(fname, cv::VideoWriter::fourcc('X', 'V', 'I',
'D'), 30.0, cv::Size(width, height));
    if (!videoWriter.isOpened())
    {
        return IMV_ERROR;
    }
    return IMV_OK;
}

int CameraProcessor::StopGrabbingAndReleaseSource() {
    // 停止拉流
    // Stop grabbing
    ret = IMV_StopGrabbing(devHandle);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Stop grabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }
    if (videoWriter.isOpened())

```

```

        videoWriter.release();
    }
    // 关闭相机
    // Close camera
    ret = IMV_Close(devHandle);
    if (IMV_OK != ret)
    {
        printf("Close camera failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return ret;
    }

    if (devHandle != NULL)
    {
        // 销毁设备句柄
        // Destroy Device Handle
        IMV_DestroyHandle(devHandle);
    }
    return IMV_OK;
}

int GetFrameForGetSingalFrameRecurrent(char* strTime) {
    CameraProcesser cameraProcesser;
    int ret = cameraProcesser.InitCameraSetting(strTime,
GET_SINGAL_FRAME_RECURRENT);
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("InitCameraSetting failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return -1;
    }
    ret = cameraProcesser.StartGrabbing();
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("StartGrabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        cameraProcesser.StopGrabingAndReleaseSource();
        return -1;
    }

    // 开启线程获取帧
    std::thread t(GetSingalFrameRecurrentThread, &cameraProcesser);
    if (t.joinable())
    {
        t.detach();
    }

    // 输入'c', 退出线程
    char c = 'a';
    do
    {
        c = getchar();
    } while (c != 'c' && c != 'C');

    cameraProcesser.bExitThreadFlag = true;
    while (!cameraProcesser.bExitedThread)
    {
        // 等待获取帧线程退出

```

```

        Sleep(50);
    }

    printf("Exit Thread, preparing Release Resource... \n");
    cameraProcessor.StopGrabingAndReleaseSource();
    printf("Resource Release. \n");

    return 0;
}

int GetSingalFrameRecurrentThread(CameraProcessor *cameraProcessor) {

    IMV_Frame frame;
    cv::Mat matImg;
    do
    {
        // 获取一帧图像
        // Get a frame image
        cameraProcessor->ret = IMV_GetFrame(cameraProcessor->devHandle,
&frame, 500);
        if (IMV_OK != cameraProcessor->ret)
        {
            printf("Get frame failed! ErrorCode[%d]\n",
cameraProcessor->ret);
            return cameraProcessor->ret;
        }

        //nImgNo = frame.frameInfo.blockId;
        printf("Get frame blockId = %llu, %d\n", frame.frameInfo.blockId,
nImgNo);

        matImg = imageConvert(cameraProcessor->devHandle, frame,
gvspPixelBGR8); // 将图像数据转为RGB8格式
        //cv::Mat matBayer((int)width, (int)height, CV_8UC3, &frame);
        //cvtColor(matBayer, matImg, cv::COLOR_BayerRG2BGR);

        if (!matImg.empty())
        {
            ////打开结果保存文件
            //char fname[256];
            //sprintf(fname, "%s\\realImg_%d.bmp", outDir,
frame.frameInfo.blockId);
            ////SaveMatToBmp(matImg.clone(), fname);
            ////std::thread t(SaveMatToBmp, matImg/*.clone()*/, fname);
            ////if (t.joinable())
            ////{
            ////    t.detach();
            ////}
            //double start = GetTickCount();
            //cv::imwrite(fname, matImg);
            //double end = GetTickCount();
            //std::cout << "imwrite GetTickCount:" << end - start <<
std::endl;

            cameraProcessor->videoWriter.write(matImg);
            nImgNo++;
            //printf("%s \n", fname);
        }
    }
}

```

```

        //if (saveImageToBmp(devHandle, &frame, outDir))
        //{
        //    printf("Save image to bmp successfully!\n");
        //}
        //else
        //{
        //    printf("Save image to bmp failed!\n");
        //}

        // 通过睡眠时间来调节帧率
        // Adjust the frame rate by sleep time
        Sleep(50);

        // 释放图像缓存
        // Free image buffer
        cameraProcessor->ret = IMV_ReleaseFrame(cameraProcessor->devHandle,
&frame);

        if (IMV_OK != cameraProcessor->ret)
        {
            printf("Release frame failed! ErrorCode[%d]\n",
cameraProcessor->ret);
        }

    } while (!cameraProcessor->bExitThreadFlag);

    cameraProcessor->bExitedThread = true;
    return 0;
}

// 回调函数获取帧
void GrabCallbackThread(IMV_Frame* pFrame, void* pUser) {
    CameraProcessor* cameraProcessor = (CameraProcessor*)pUser;
    if (pFrame == NULL)
    {
        printf("pFrame is NULL\n");
        return;
    }

    //nImgNo++; /* = pFrame->frameInfo.blockId;*/
    printf("Get frame blockId = %llu, %d\n", pFrame->frameInfo.blockId,
nImgNo);

    cv::Mat matImg = imageConvert(cameraProcessor->devHandle, *pFrame,
gvspPixelBGR8); // 将图像数据转为RGB8格式
    //cv::Mat matBayer((int)width, (int)height, CV_8UC3, &frame);
    //cvtColor(matBayer, matImg, cv::COLOR_BayerRG2BGR);

    if (!matImg.empty())
    {
        cameraProcessor->videoWriter.write(matImg);
        nImgNo++;
        //printf("%s \n", fname);
    }

    // 通过睡眠时间来调节帧率
    // Adjust the frame rate by sleep time
    Sleep(50);

```

```

        return;
    }

// 回调函数获取帧
int GetFrameForGrabCallback(char* strTime) {
    CameraProcessor cameraProcessor;
    int ret = cameraProcessor.InitCameraSetting(strTime, GRAB_CALLBACK);
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("InitCameraSetting failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return -1;
    }
    ret = cameraProcessor.StartGrabbing();
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("StartGrabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        cameraProcessor.StopGrabbingAndReleaseSource();
        return -1;
    }

    // 输入'c', 退出线程
    char c = 'a';
    do
    {
        c = getchar();
    } while (c != 'c' && c != 'C');

    Sleep(50);

    printf("Exit Thread, preparing Release Resource... \n");
    cameraProcessor.StopGrabbingAndReleaseSource();
    printf("Resource Release. \n");

    return 0;
}

int GetFrameForFrameSoftTrigger(char* strTime) {
    CameraProcessor cameraProcessor;
    int ret = cameraProcessor.InitCameraSetting(strTime, FRAME_SOFT_TRIGGER);
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("InitCameraSetting failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        return -1;
    }
    ret = cameraProcessor.StartGrabbing();
    if (ret != IMV_OK)
    {
        printf("StartGrabbing failed! ErrorCode[%d]\n", ret);
        cameraProcessor.StopGrabbingAndReleaseSource();
        return -1;
    }

    // 开启线程获取帧
    std::thread t(ExecuteSoftTriggerThread, &cameraProcessor);
    if (t.joinable())
    {

```

```

        t.detach();
    }

    // 输入'c', 退出线程
    char c = 'a';
    do
    {
        c = getchar();
    } while (c != 'c' && c != 'C');

    cameraProcessor.bExitThreadFlag = true;
    while (!cameraProcessor.bExitedThread)
    {
        // 等待获取帧线程退出
        Sleep(50);
    }

    printf("Exit Thread, preparing Release Resource... \n");
    cameraProcessor.StopGrabingAndReleaseSource();
    printf("Resource Release. \n");

    return 0;
}

int ExecuteSoftTriggerThread(CameraProcessor *cameraProcessor) {
    do
    {
        cameraProcessor->ret = IMV_ExecuteCommandFeature(cameraProcessor->devHandle, "TriggerSoftware");
        if (IMV_OK != cameraProcessor->ret)
        {
            printf("Execute TriggerSoftware failed! ErrorCode[%d]\n",
cameraProcessor->ret);
            continue;
        }

    } while (!cameraProcessor->bExitThreadFlag);

    cameraProcessor->bExitedThread = true;
    return 0;
}

```

2.6、验证视频压缩率很高是否有影响到图像质量

当前保存视频时，使用的 'X', 'V', 'I', 'D' 编码写入 2048*1536 大小的图像1000 帧，.avi 文件大小仅23MB，而使用无压缩的编码 'I', '4', '2', '0' 写入770 帧，.avi 文件已经3.5GB了，相差好几个数量级了，为了验证当视频压缩率很高的编码 写入图像，读取时的图像质量，是否和无压缩的视频编码有区别，比较了直接读取的视频第一帧和 cv::imwrite 直接保存第一帧的 .bmp 图的像素值差距，发现只有几个灰度值的差距(如下两个图所示)，基本可以忽略不计。

结论：影响极小，直接使用 'X', 'V', 'I', 'D' 编码，占用空间小。

2.6.1、'X', 'V', 'I', 'D' 编码

```
//cv::Mat matImg2 = frame - matImg1;
bool bFlag1 = false;
for (int row = 0; row < matImg.rows; row++) {
    for (int col = 0; col < matImg.cols; col++) {
        int b1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取imwrite直接保存的第一帧
        int g1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
        int r1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

        int b2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取视频的第一帧
        int g2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
        int r2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

        if (b1 - b2 != 0 || g1 - g2 != 0 || r1 - r2 != 0)
        {
            bFlag1 = true;
        }
    }
}
```

b1	39	b2	36
g1	38	g2	40
r1	44	r2	42

bFlag1	false
--------	-------

2.6.2、'I', '4', '2', '0' 编码

这里其实无压缩的也有些差距，有点奇怪，但暂不深入了解了。

```
64 bool bFlag1 = false;
65 for (int row = 0; row < matImg1.rows; row++) {
66     for (int col = 0; col < matImg1.cols; col++) {
67         int b1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取imwrite直接保存的第一帧
68         int g1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
69         int r1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];
70
71         int b2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取视频的第一帧
72         int g2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
73         int r2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];
74
75         if (b1 - b2 != 0 || g1 - g2 != 0 || r1 - r2 != 0)
76         {
77             bFlag1 = true;
78         }
79     }
80 }
```

b1	41	b2	38
g1	41	g2	40
r1	48	r2	47

bFlag1	false
--------	-------

2.6.3、做验证相关的代码

```
cv::Mat matImg = cv::imread("C:\\Data\\RealImg.bmp", -1);
//cv::Mat matImg1 = cv::imread("C:\\Data\\RealImg_YUV.bmp", -1);
cv::Mat matImg11 = cv::imread("C:\\Data\\RealImg_11.bmp", -1);
cv::Mat matImg2;
cvtColor(matImg, matImg2, cv::COLOR_YUV2BGR);

cv::VideoCapture capture;
//连接视频
//capture.open("C:\\Data\\img_2023_7_3_21_21_50_727\\realImg.avi");
capture.open("C:\\Data\\img_2023_7_3_22_11_31_442\\realImg.avi");
```



```

    if (!capture.isOpened()) {
        printf("could not load video data...\n");
        return -1;
    }
    int frames = capture.get(cv::CAP_PROP_FRAME_COUNT); //获取视频帧数目(一帧就是一张图片)
    double fps = capture.get(cv::CAP_PROP_FPS); //获取每秒视频的帧率
    // 获取帧的视频宽度, 视频高度
    cv::Size size = cv::Size(capture.get(cv::CAP_PROP_FRAME_WIDTH),
capture.get(cv::CAP_PROP_FRAME_HEIGHT));
    std::cout << frames << std::endl;
    std::cout << fps << std::endl;
    std::cout << size << std::endl;
    // 创建视频中每张图片对象
    cv::Mat frame;

    //将视频帧转给每一张图片进行处理
    capture >> frame;
    //释放
    capture.release();

    imwrite("C:\\Data\\Realimg2.bmp", frame);

    cv::Mat frame2;
    cvtColor(frame, frame2, cv::COLOR_YUV2BGR);

    //cv::Mat matImg2 = frame - matImg1;
    bool bFlag1 = false;
    for (int row = 0; row < matImg.rows; row++) {
        for (int col = 0; col < matImg.cols; col++) {
            int b1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取imwrite
直接保存的第一帧

            int g1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
            int r1 = matImg.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

            int b2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取视频的第一
帧

            int g2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
            int r2 = frame.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

            if (b1 - b2 != 0 || g1 - g2 != 0 || r1 - r2 != 0)
            {
                bFlag1 = true;
            }
        }
    }

    bool bFlag2 = false;
    for (int row = 0; row < matImg1.rows; row++) {
        for (int col = 0; col < matImg1.cols; col++) {
            int b1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取像素
            int g1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
            int r1 = matImg1.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

            int b2 = frame2.at<cv::Vec3b>(row, col)[0]; //读取像素
            int g2 = frame2.at<cv::Vec3b>(row, col)[1];
            int r2 = frame2.at<cv::Vec3b>(row, col)[2];

```

```

        if (b1 - b2 != 0 || g1 - g2 != 0 || r1 - r2 != 0)
        {
            bFlag1 = true;
        }
    }
}

```

2.6.4、相关参考链接

- [VideoWriter - OpenCV官方文档](#)
- [VideoWriter（）函数及其参数 - CSDN](#)
- [Python+OpenCv--采用不同编码器保存的视频比较 - CSDN](#)
- [OpenCV中cv2.VideoWriter_fourcc\(\)函数和cv2.VideoWriter\(\)函数的结合使用 - CSDN](#)
- [cv2.VideoWriter\(\)指定写入视频帧编码格式 - CSDN](#)
- [视频的编解码格式 - Alex Chung的文章 - 知乎](#)
- [有损压缩、无损压缩（图片、音频、视频） - CSDN](#)

三、获取以及解析GPS串口数据

3.1、读取GPS串口数据

3.1.1、加入串口读写接口相关源代码 `ComAccess.h`（如下代码所示）与 `ComAccess.cpp`

`ComAccess.h`

```

#ifndef __COM_ACCESS__
#define __COM_ACCESS__

#include <Windows.h>

bool ConnectCommReadOnly(const char * ComFileName, HANDLE &COMFile);
bool ConnectCommReadWrite(const char * ComFileName, HANDLE &COMFile, OVERLAPPED
&ShareEvent );
bool CloseComm(HANDLE &COMFile);
int ReadCommBlock(HANDLE COMFile, unsigned char * pbuf, DWORD num);

#endif

```

3.1.2、调用接口连接串口，并开启线程读取串口数据

```

comST st_COM; // comST结构体包含串口句柄、共享事件、和时间字符串（用于创建文件保存GPS数据）
st_COM.strFileName = strTime;
if (!ConnectCommReadOnly("COM5", st_COM.COMFile)) {
    printf("main::Inertial COM connect failed.");
}
else {
    HANDLE InertialComRead_handle = (HANDLE)_beginthreadex(NULL, 0,
GPSComReadAndSaveData_Thread, (void*)&st_COM, 0, NULL); // 开启一个处理GPS数据的线程
}

```

3.2、读取GPS串口数据线程处理流程

3.2.1、线程处理流程

线程中执行的代码流程为：

- 为读取GPS串口数据作准备，包括获取传入的结构体数据以及初始化GPGGA信息结构体解析器等
- 循环读取串口数据，解析数据并写入文件
- 关闭文件、释放内存

如下代码中 `bExitGPSLoop` 变量控制线程退出GPS采集循环，`bExitedGPSThread` 变量控制线程是否已经结束，结束了之后，则释放资源。

```

extern int nImgNo;
extern bool bExitGPSLoop; // 退出GPS采集循环
extern bool bExitedGPSThread; // 是否已经退出GPS采集流程

unsigned int __stdcall GPSComReadAndSaveData_Thread(void * lpParameter)
{
    #pragma region 为读取GPS串口数据作准备

    // 获取传入的结构体指针
    struct comST * cst = (struct comST *) lpParameter;

    // 创建保存GPS数据的txt文件，并以追加的形式加入GPS数据
    char outFileName[256];
    sprintf(outFileName, "%sGPS_%s.txt", OUT_PATH, cst->strFileName);
    std::ofstream outFile(outFileName, std::ios::out | std::ios::app);

    // 初始化GPGGA信息结构体解析器，并为最后输入到文件中的GPS信息初始化字符串空间
    GPGGA_GPSInfoProcessor gpsData;
    char* strEncoded = new char[256];

    // 初始化串口数据字符串空间，并记录当前字符串开始下标

```

```

char *buf = (char *)malloc(4096 * 2);
int totalnum = 0;

#pragma endregion

#pragma region 循环读取串口数据
while (!bExitGPSLoop)
{
    DWORD dwEvtMask = 0;
    //WaitCommEvent(cst->COMFile, &dwEvtMask, &(cst->ShareEvent));//等
待串口事件

    DWORD dwErrorFlags;
    DWORD dwLength;
    COMSTAT ComStat;
    ClearCommError(cst->COMFile, &dwErrorFlags, &ComStat);
    //dwLength = ComStat.cbInQueue;
    dwLength = 4096*2; // 远远大于1s GPS数据的字节数

    if ((*dwEvtMask & EV_RXCHAR) == EV_RXCHAR) {
        // if (com_count > 0) dwLength = NUM_READ;
        DWORD numOutBytes = 0;
#pragma region 读取串口数据
        if (ReadFile(cst->COMFile, buf + totalnum /*lpszBlock*/,
dwLength, &numOutBytes, NULL/*&(cst->ShareEvent)*/) == FALSE)
        {
            // 判断是否有错误
            if (GetLastError() != ERROR_IO_PENDING)
            {
                ClearCommError(cst->COMFile, &dwErrorFlags,
&ComStat);

                PurgeComm(cst->COMFile, PURGE_RXABORT |
PURGE_RXCLEAR);

                totalnum = 0; numOutBytes = 0;
            }
            if (GetOverlappedResult(cst->COMFile, &(cst-
>ShareEvent), &numOutBytes, TRUE) == FALSE)
            {
                ClearCommError(cst->COMFile, &dwErrorFlags,
&ComStat);

                PurgeComm(cst->COMFile, PURGE_RXABORT |
PURGE_RXCLEAR);

                totalnum = 0; numOutBytes = 0;
            }
        }

        totalnum += numOutBytes;
        buf[totalnum] = '\\0';
        //printf("%s \\n", buf);
#pragma endregion

        if (totalnum < 128) {
            continue;
        }
        else
        {
            // 根据行解析GPS数据
            char* p;
            p = strtok(buf, "\\r\\n");

```

```

        while (p) {
            //printf("str: %s \n", p);
            gpsData.Decode(p); // 解析GPS中GPGLGA数据
            memset(strEncoded, 0, 256);
            gpsData.Encode(std::vector<int>{6, 1, 2, 4,
9}, " ", strEncoded); // 编码需要用到的数据，用于后续保存到文件
            //gpsData.Encode(std::vector<int>{}, " ",
strEncoded); // 编码所有数据，用于后续保存到文件
            if (strlen(strEncoded) > 5)
            {
                printf("strEncoded: %s",
strEncoded);

                outFile << nImgNo << " " <<

                outFile.flush(); // 刷新文件缓冲区，
将数据写入到文件中

            }
            p = strtok(NULL, "\r\n");
        }
        //printf("%s \n", buf);
        buf[totalnum] = '\0';
        PurgeComm(cst->COMFile, PURGE_RXABORT |
PURGE_RXCLEAR);

        totalnum = 0; numOutBytes = 0;
        /*break;*/
    }
}

#pragma endregion

#pragma region 关闭文件，清理内存

    outFile.close();
    delete[] strEncoded;
    free(buf);

    bExitedGPSThread = true;

#pragma endregion
    return 0;
}

```

extern int nImgNo;

3.3、GPS数据解析与编码流程

3.3.1、GPS数据处理类关系图与流程说明

GPS数据处理类关系图，如下图所示，其中GPS主要分为解析（Decode）与编码（Encode）的两个过程。

1、GPS数据解析流程（Decode函数）又分为两步：

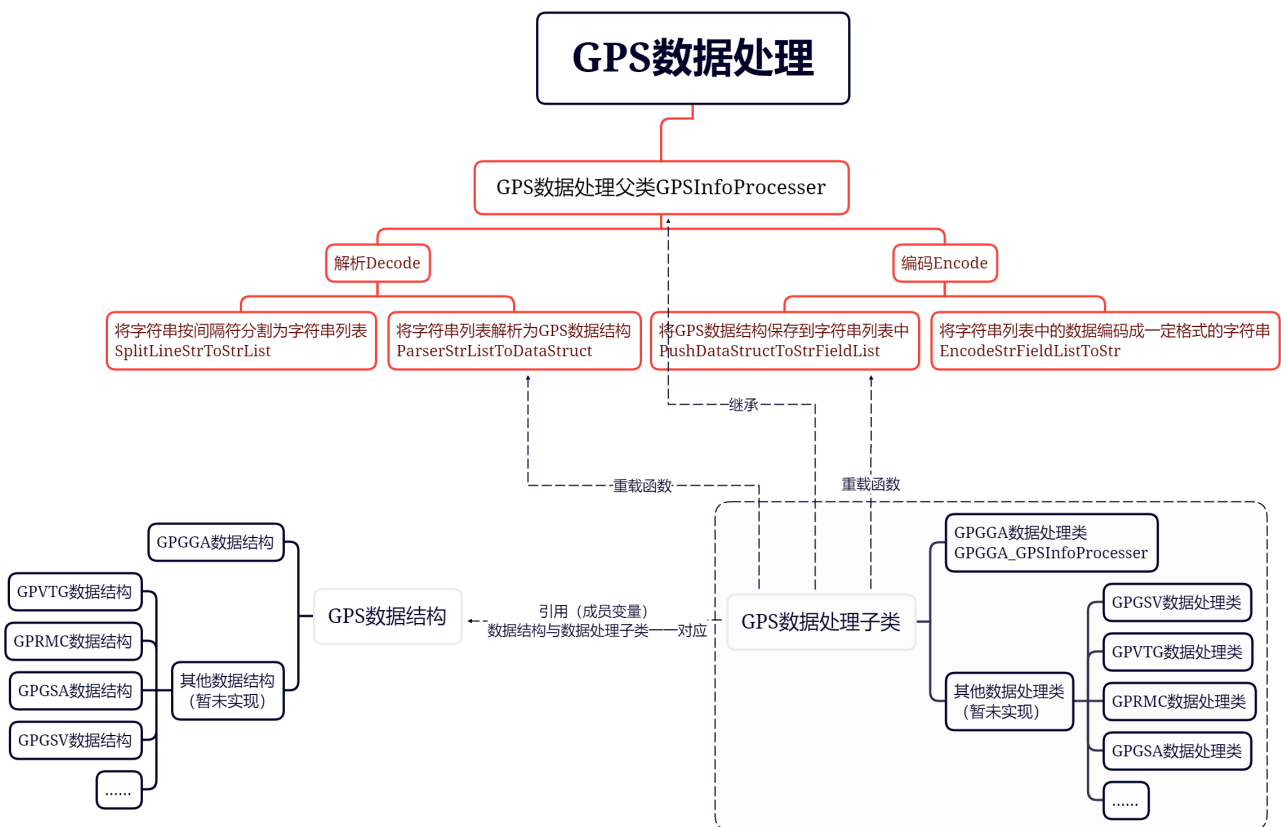
- 根据间隔符，切割字符串，并保存在列表 `std::vector<std::string> strList` 中（`SplitLineStrToStrList`函数）
- 将解析得到的数据对应到字段变量（`ParserStrListToDataStruct`函数）

解析其他GPS数据仅需在子类中加入相应数据结构体定义以及重载 `ParserStrListToDataStruct`函数即可）

2、GPS数据编码流程（Encode函数）又分为两步：

- 将GPS数据结构保存到字符串列表中（`PushDataStructToStrFieldList`函数）
- 将字符串列表中的数据编码成一定格式的字符串（`EncodeStrFieldListToStr`函数）

编码其他GPS数据仅需在子类中加入相应数据结构体定义以及重载 `PushDataStructToStrFieldList`函数即可）



Presented with xmind

3.4、GPS数据处理相关代码

- GPS数据处理父类的定义

```
// GPS数据处理父类
class GPSInfoProcessor {

public:
#pragma region 定义GPS数据解析器需要使用到的变量

    char* GPSInfoName; // 需要解析的GPS数据名（也是数据头），例如一下GPS数据中的
    GPGGA、GPGSA、GPGSV、GPRMC、GPVTG
    //      $GPGGA, , , , , 0, 00, 25.5, , , , , *7A
    //      $GPGSA, A, 1, , , , , , , , , , 25.5, 25.5, 25.5, 1 * 1F
    //      $GPGSV, 1, 1, 00, 0 * 65
    //      $GPRMC, , V, , , , , , , , M, V * 2A
    //      $GPVTG, , , , , , , M * 33
    std::vector<std::string> strList; // 解析的结果列表
    std::vector<std::string> strFieldList; // 数据字段的列表
    char* delim; // GPS数据中用到的间隔符
    int nDelim; // GPS数据中有多少个间隔符，用于判断解析是否正确

#pragma endregion

    GPSInfoProcessor();

#pragma region 解码器相关方法

    int Decode(char* strLine);
    void SplitLineStrToStrList(char* pLineStr, char* delim,
std::vector<std::string> &strList);
    virtual int ParserStrListToDataStruct(std::vector<std::string> &strList);

#pragma endregion

#pragma region 编码器相关方法

    int Encode(std::vector<int> IndexList, char* delim, char* strEncoded);
    virtual void PushDataStructToStrFieldList();
    int EncodeStrFieldListToStr(std::vector<int> IndexList, char* delim, char*
strEncoded);

#pragma endregion
};
```

- GPS数据处理子类的定义

```
// $GPGGA, 语句ID, 表明该语句为Global Positioning System Fix Data (GGA) GPS定位信息
class GPGGA_GPSInfoProcessor : public GPSInfoProcessor {

public:
#pragma region 定义GPGGA数据的字段

    GPGGA_GPSInfo gpgga;
```

```
#pragma endregion

    GPGGA_GPSInfoProcessor();

    // 从数据列表中解析数据（其他GPS数据类型仅需要定义字段变量以及重写该虚函数即可）
    virtual int ParserStrListToDataStruct(std::vector<std::string> &strList);
    virtual void PushDataStructToStrFieldList();

};
```

• GPGGA数据结构体

```
// $GPGGA, 语句ID, 表明该语句为Global Positioning System Fix Data (GGA) GPS定位信息
struct GPGGA_GPSInfo {

#pragma region 定义GPGGA数据的字段

    std::string strUTCTime; // 字段1: UTC 时间, hhmmss.sss, 时分秒格式
    float fLatitude; // 字段2: 纬度ddmm.mmmm, 度分格式（前导位数不足则补0）
    std::string strLatitudeFlag; // 字段3: 纬度N（北纬）或S（南纬）
    float fLongitude; // 字段4: 经度dddmm.mmmm, 度分格式（前导位数不足则补0）
    std::string strLongitudeFlag; // 字段5: 经度E（东经）或W（西经）
    int nGPSSState; // 字段6: GPS状态, 0 = 未定位, 1 = 非差分定位, 2 = 差分定位, 3 = 无效PPS, 6 = 正在估算
    int nSatellitesNum; // 字段7: 正在使用的卫星数量（00 - 12）（前导位数不足则补0）
    float fHDOP; // 字段8: HDOP水平精度因子（0.5 - 99.9）
    float fAltitude; // 字段9: 海拔高度（- 9999.9 - 99999.9）
    float fGeoid; // 字段10: 地球椭球面相对大地水准面的高度
    float fDifferentialTime; // 字段11: 差分时间（从最近一次接收到差分信号开始的秒数, 如果不是差分定位将为空）
    int nDifferentialStationId; // 字段12: 差分站ID号0000 - 1023（前导位数不足则补0, 如果不是差分定位将为空）
    std::string strVerificationValue; // 字段13: 校验值

#pragma endregion

    GPGGA_GPSInfo() {
#pragma region 初始化GPGGA数据的字段

        strUTCTime = "";
        fLatitude = NULL;
        strLatitudeFlag = "";
        fLongitude = NULL;
        strLongitudeFlag = "";
        nGPSSState = NULL;
        nSatellitesNum = NULL;
        fHDOP = NULL;
        fAltitude = NULL;
        fGeoid = NULL;
        fDifferentialTime = NULL;
        nDifferentialStationId = NULL;
        strVerificationValue = "";
```



```
#pragma endregion
    }
};
```

• GPS数据处理父类的实现

```
GPSInfoProcessor::GPSInfoProcessor() {
    delim = ",";
    GPSInfoName = "";
    nDelim = 0;
}

#pragma region 解析器解析函数Parser

// 从字符串中解析数据
int GPSInfoProcessor::Decode(char* strLine) {
    SplitLineStrToStrList(strLine, delim, strList); // 解析数据到strList
    return ParserStrListToDataStruct(strList); // 将数据对应到字段变量
}

#pragma endregion

#pragma region 字符串分割函数SplitLine
// 将字符串pLine按字符delim进行分割, 存入strList中
void GPSInfoProcessor::SplitLineStrToStrList(char* pLineStr, char* delim,
std::vector<std::string> &strList) {
    if (strList.size() > 0)
    {
        strList.clear();
    }
    // 当数据出现空值的时候, 提取会不准确
    /*char* p;
    p = strtok(pLine, delim);
    while (p) {
        strList.push_back(p);
        p = strtok(NULL, delim);
    }*/
    char* pStart = pLineStr;
    int nLen = strlen(pLineStr);
    for (size_t i = 0; i < nLen; i++)
    {
        if (pLineStr[i] == delim[0])
        {
            pLineStr[i] = '\\0'; // 将“,”改为'\\0',即标记此处为一个字符串的
            strList.push_back(pStart);
            pStart = pLineStr + (i + 1);
        }
    }
    strList.push_back(pStart);
}

#pragma endregion
```

#pragma region 将数据对应到字段变量函数ParserStrList

// 从数据列表中解析数据（其他GPS数据类型仅需要定义字段变量以及重写该虚函数即可）

```
int GPSInfoProcessor::ParserStrListToDataStruct(std::vector<std::string> &strList)
{
    if (strList.size() == 0)
    {
        return -1;
    }
    // 没有包含验证头，认为数据不正确，直接返回-1
    if (-1 == strList[0].find(GPSInfoName))
    {
        strList.clear();
        return -1;
    }
    if (strList.size() != nDelim + 1)
    {
        //std::cout << "Data Format Error" << std::endl;
        strList.clear();
        return -1;
    }
    return 0;
};
```

#pragma endregion

#pragma region 以一定格式输出相关数据的编码函数Encoder

// 以一定的格式将需要的用到的数据编码到字符串中

```
int GPSInfoProcessor::Encode(std::vector<int> IndexList, char* delim, char*
strEncoded) {
    // IndexList列表中下标对应的数据是需要用到的数据，delim是数据之间的间隔符，
strEncoded是输出的字符串
    if (strList.size() <= 0){
        return -1;
    }
    PushDataStructToStrFieldList();
    return EncodeStrFieldListToStr(IndexList, delim, strEncoded);
}
```

#pragma endregion

```
void GPSInfoProcessor::PushDataStructToStrFieldList() {
    strFieldList.clear();
    strFieldList = strList;
}
```

```
int GPSInfoProcessor::EncodeStrFieldListToStr(std::vector<int> IndexList, char*
delim, char* strEncoded) {
    // 检测下标是否超过vector长度
    for (size_t i = 0; i < IndexList.size(); i++)
    {
        if (IndexList[i] >= strFieldList.size())
        {
            return -1;
        }
    }
}
```

```

if (IndexList.size() > 0)
{
    // 当IndexList列表size为0时, 仅编码IndexList列表中下标对应的数据
    for (size_t i = 0; i < IndexList.size(); i++) {
        if (strFieldList[IndexList[i]].length() == 0)
        {
            strcat(strEncoded, "NULL");
        }
        else {
            strcat(strEncoded,
strFieldList[IndexList[i]].c_str());
        }
        strcat(strEncoded, delim);
    }
    strcat(strEncoded, "\n");
}
else {
    // 当IndexList列表size为0时, 则编码解析到的全部信息
    for (size_t i = 0; i < strFieldList.size(); i++) {
        if (strFieldList[i].length() == 0)
        {
            strcat(strEncoded, "NULL");
        }
        else {
            strcat(strEncoded, strFieldList[i].c_str());
        }
        strcat(strEncoded, delim);
    }
    strcat(strEncoded, "\n");
}
return 0;
}

```

• GPS数据处理子类的实现

```

GPGBGA_GPSInfoProcessor::GPGBGA_GPSInfoProcessor() {

#pragma region 初始化解析器需要用到的变量, 包括数据头, 字段数, 字符串解析中间间隔符

    GPSInfoName = "GPGBGA";
    nDelim = 14;
    delim = ",";

#pragma endregion
}

// 从数据列表中解析数据 (其他GPS数据类型仅需要定义字段变量以及重写该虚函数即可)
int GPGBGA_GPSInfoProcessor::ParserStrListToDataStruct(std::vector<std::string>
&strList) {

#pragma region 调用父结构体, 获取解析数据列表中的开始位置

    int i = GPSInfoProcessor::ParserStrListToDataStruct(strList);
    if (i < 0)

```

```

    {
        return i;
    }

#pragma endregion

#pragma region 将解析得到的数据对应到字段

    gppga.strUTCTime = strList[1];
    gppga.fLatitude = std::atof(strList[2].c_str());
    gppga.strLatitudeFlag = strList[3];
    gppga.fLongitude = std::atof(strList[4].c_str());
    gppga.strLongitudeFlag = strList[5];
    gppga.nGPSState = std::atoi(strList[6].c_str());
    gppga.nSatellitesNum = std::atoi(strList[7].c_str());
    gppga.fHDOP = std::atof(strList[8].c_str());
    gppga.fAltitude = std::atof(strList[9].c_str());
    // 跳过一个'M'字符或者是空字符
    gppga.fGeoid = std::atof(strList[11].c_str());
    // 跳过一个'M'字符或者是空字符
    gppga.fDifferentialTime = std::atof(strList[13].c_str());
    if (strList[14].length() > 1)
    {
        int nIndex = strList[14].find("*");
        std::string p = strList[14].substr(0, std::max(nIndex, 0)); // 星号
        之前的值, 例如"*4E", 不是差分定位为空;

        // 如果验证值为空, 则说明星号之前没有字符, 例如"*4E"
        // 此时不是差分定位, strDifferentialTime也应该为空, 将
        strDifferentialStationId也置为空
        // 将验证值设置为 星号之后的值

        gppga.strVerificationValue = strList[14].substr(nIndex + 1);
        gppga.nDifferentialStationId = std::atoi(p.c_str());
    }
    else
    {
        gppga.strVerificationValue = "";
        gppga.nDifferentialStationId = 0;
    }

#pragma endregion
    return 0;
};

```

```

void GPGBGA_GPSInfoProcessor::PushDataStructToStrFieldList() {
    strFieldList.clear();
    strFieldList.resize(14);

    strFieldList[0] = GPSInfoName;
    strFieldList[1] = gppga.strUTCTime;
    strFieldList[2] = std::to_string(gpgga.fLatitude);
    strFieldList[3] = gppga.strLatitudeFlag;
    strFieldList[4] = std::to_string(gpgga.fLongitude);
    strFieldList[5] = gppga.strLongitudeFlag;
    strFieldList[6] = std::to_string(gpgga.nGPSState);
    strFieldList[7] = std::to_string(gpgga.nSatellitesNum);

```

```
strFieldList[8] = std::to_string(gpgga.fHDOP);
strFieldList[9] = std::to_string(gpgga.fAltitude);
strFieldList[10] = std::to_string(gpgga.fGeoid);
strFieldList[11] = std::to_string(gpgga.fDifferentialTime);
strFieldList[12] = std::to_string(gpgga.nDifferentialStationId);
strFieldList[13] = gpgga.strVerificationValue;

}
```

3.5、将编码后的数据保存到文件

保存GPS数据到文件，关键代码如下，对应代码在 `GPSComReadAndSaveData_Thread` 函数中。

```
std::ofstream outFile(outFileName, std::ios::out | std::ios::app);
outFile << strEncoded;
outFile.flush();
outFile.close();
```

3.6、串口读取的相关参考链接

- [Windows下串口通信编程详解 - CSDN](#)
- [串口 SetCommMask WaitCommEvent 设置 等待串口通信事件 - CSDN](#)
- [c++接收发送串口数据（串口通信） - CSDN](#)
- [访问串口（通信）资源相关文档 - 微软官方文档](#)
- [串口通信相关函数 Communications Functions - 微软官方文档](#)

四、获取激光雷达数据
