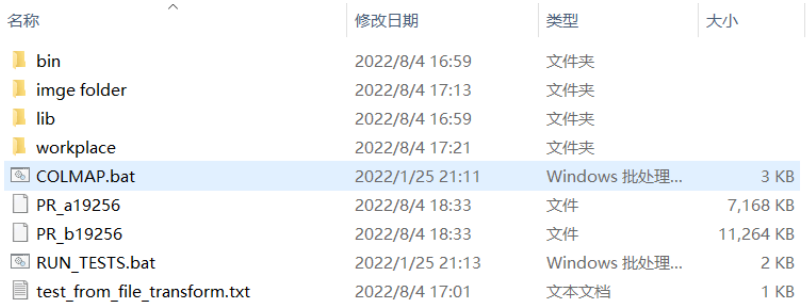
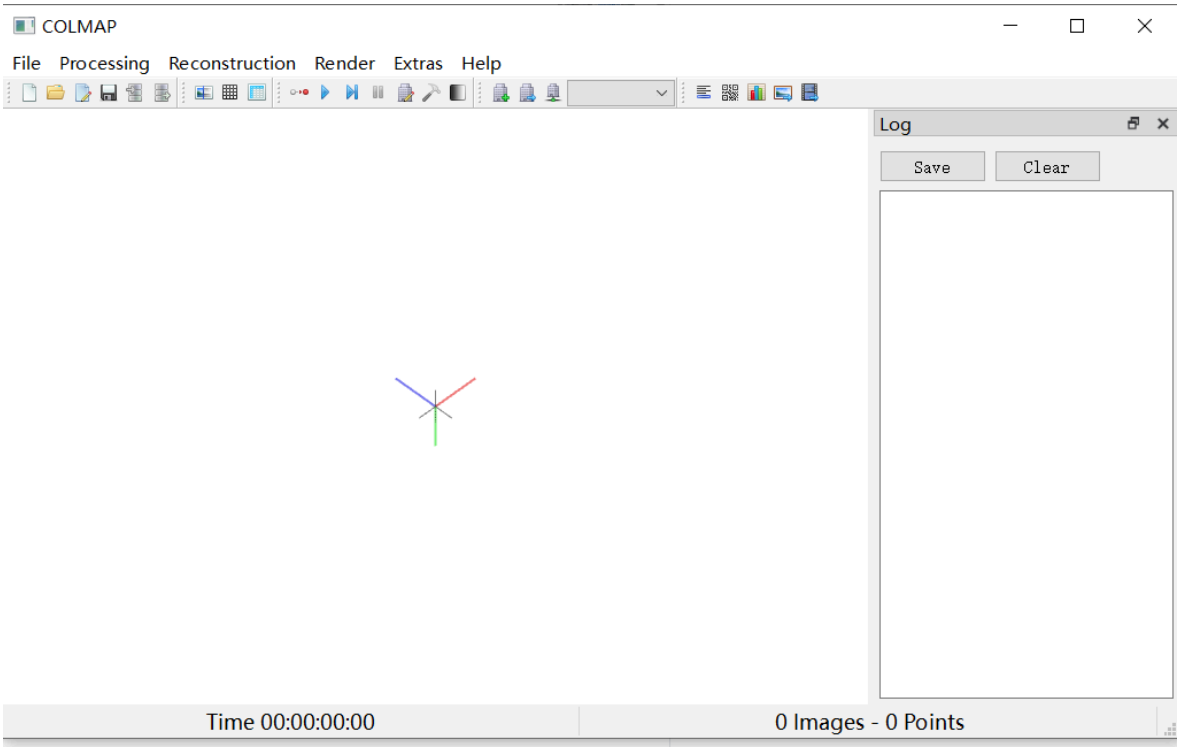
# 一、Colmap稀疏重建

## 安装Colmap

1. 下载`Colmap`，如果不需要使用稠密重建无需下载带`CUDA`版本的（稍大），这里给一个国内下载链接：
   链接：https://pan.baidu.com/s/1KUbKhDCvjo0ws2DkFON3pQ?pwd=ddnp
   提取码：ddnp
2. 解压后文件夹应是这样的：



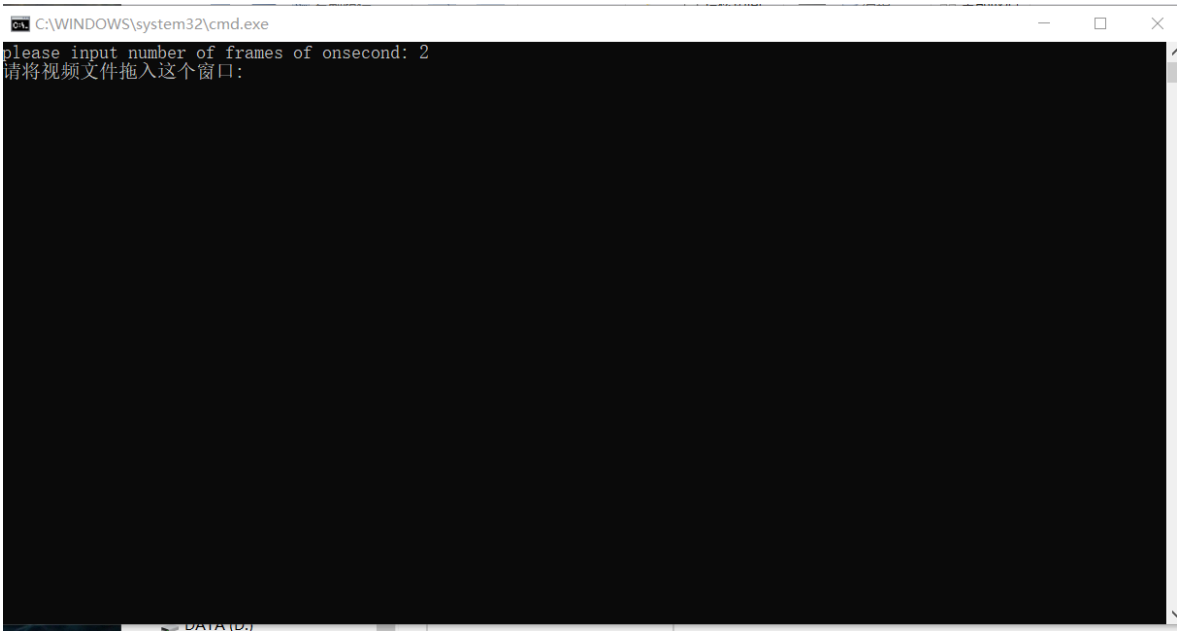

双击`COLMAP.bat`打开命令行，稍等片刻即可见到`colmap`图形界面：

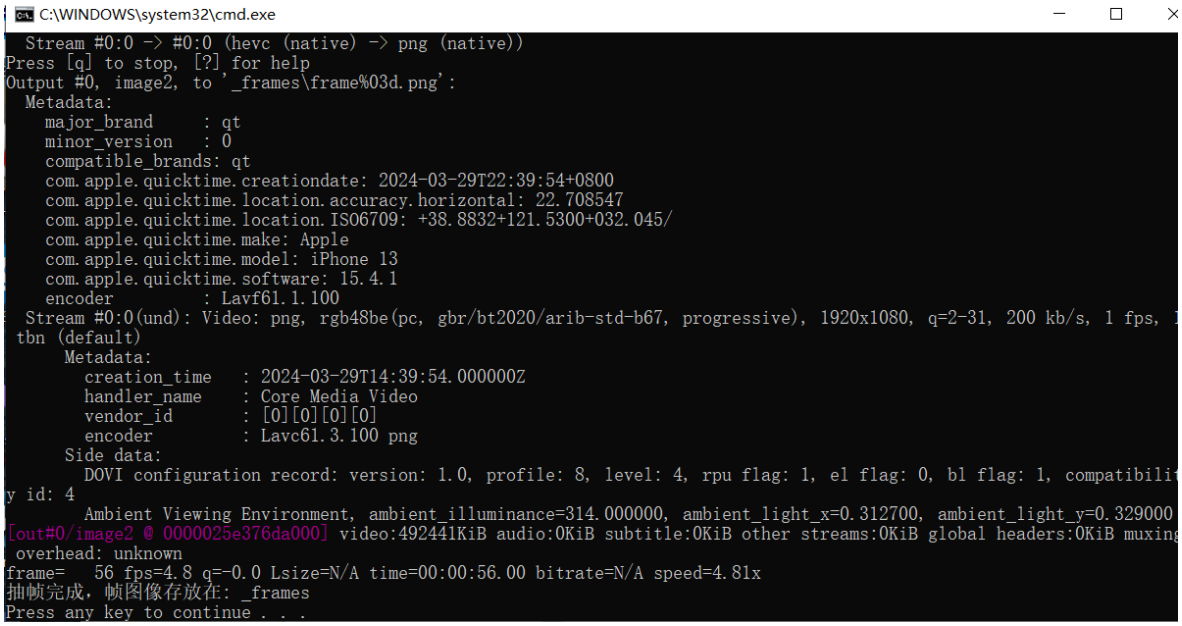



# 准备你的数据

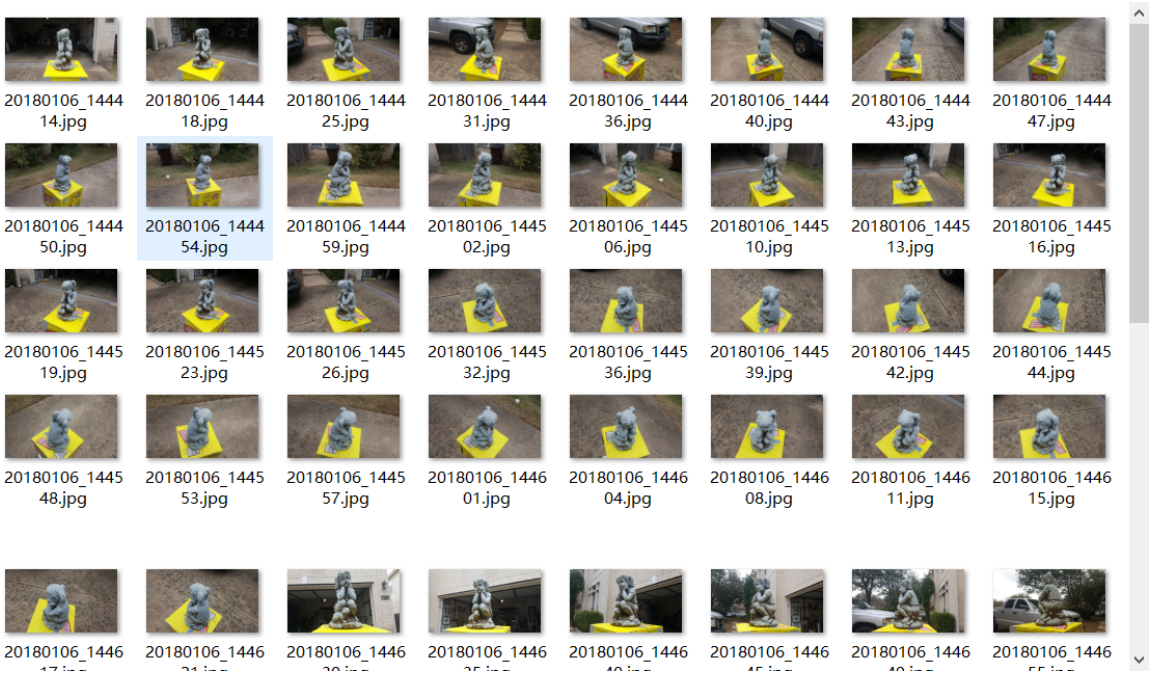
1. 通过视频抽帧获取图片(可选)：

- 打开视频抽帧脚本，输入每秒要抽帧数量，这里输入2（一般视频每秒有`24/30/60`帧），**抽帧脚本可以咸鱼下单或者在qq上找作者要**。
- 将视频拖入视频抽帧脚本（视频目录不要包含中文和空格）






- 生成的照片储存在脚本目录的`_frames`，新的视频抽帧生成的文件夹会覆盖之前的文件！




2. 通过拍照或者视频抽帧获取的图片要尽量清晰，尤其注意要避免**运动模糊**，模糊的照片会对稀疏重建算法造成较大影响，尽可能挨个检查一下，删除质量较差的照片。

# 使用Colmap获取相机位姿

## 使用Colmap生成OpenMVS需要的文件

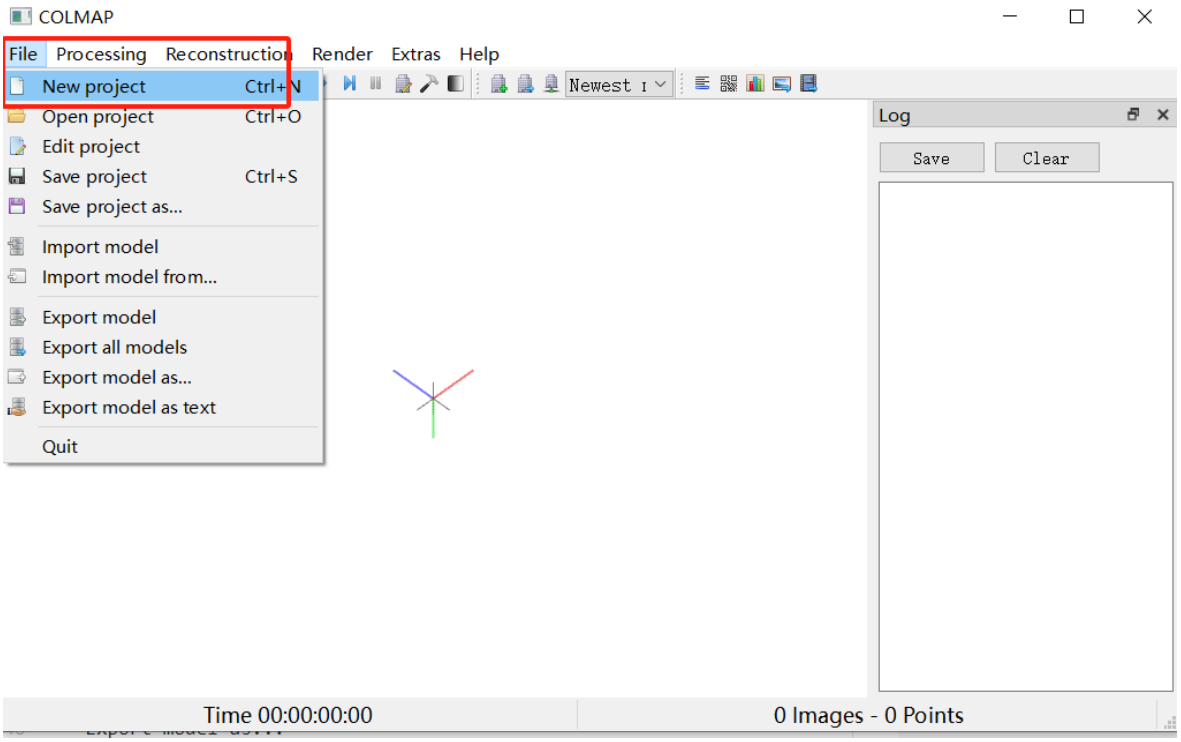
1. 新建文件夹，目录结构：

   toy/
   images/
   toy1.jpg;
   toy2.jpg;
   ....
   sparse/
   toy.db
   xxx.txt
   ...
   xxx.ini
   xxx.nvm
   ...

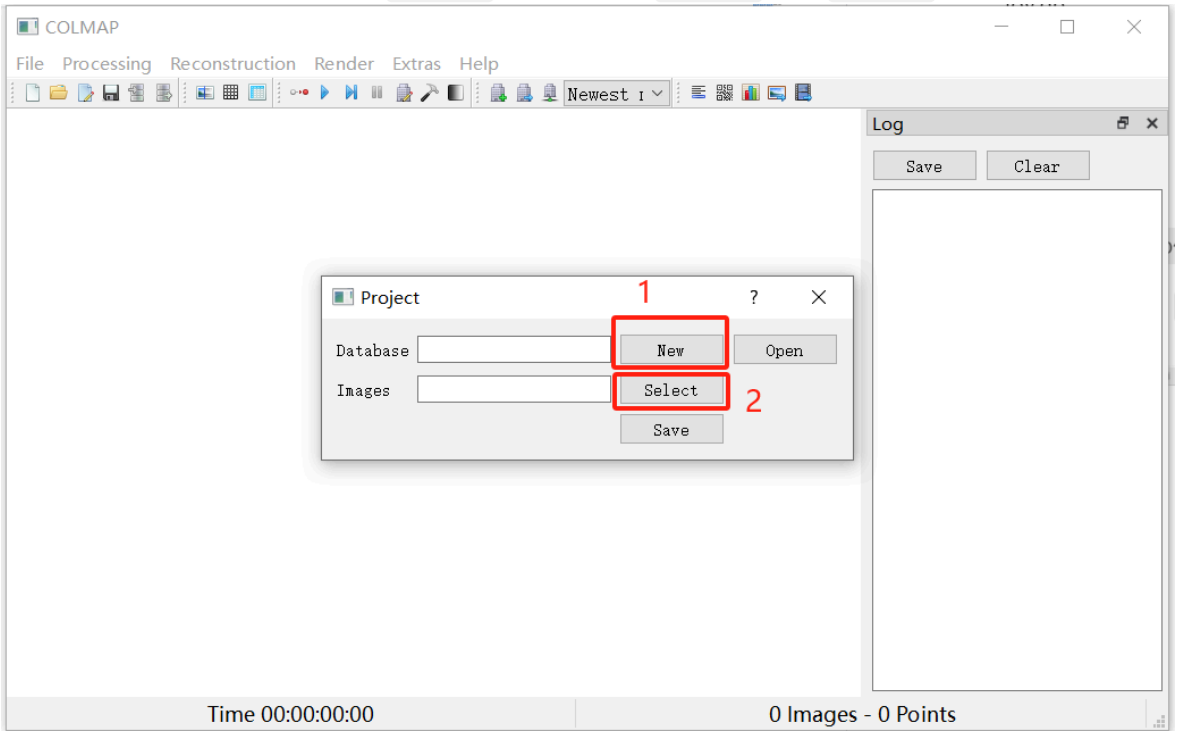
   这里的`toy`可以自己随意名命,在这里用其举例说明

> 注意一定要将储存colmap信息的文件夹名命名为 `sparse`

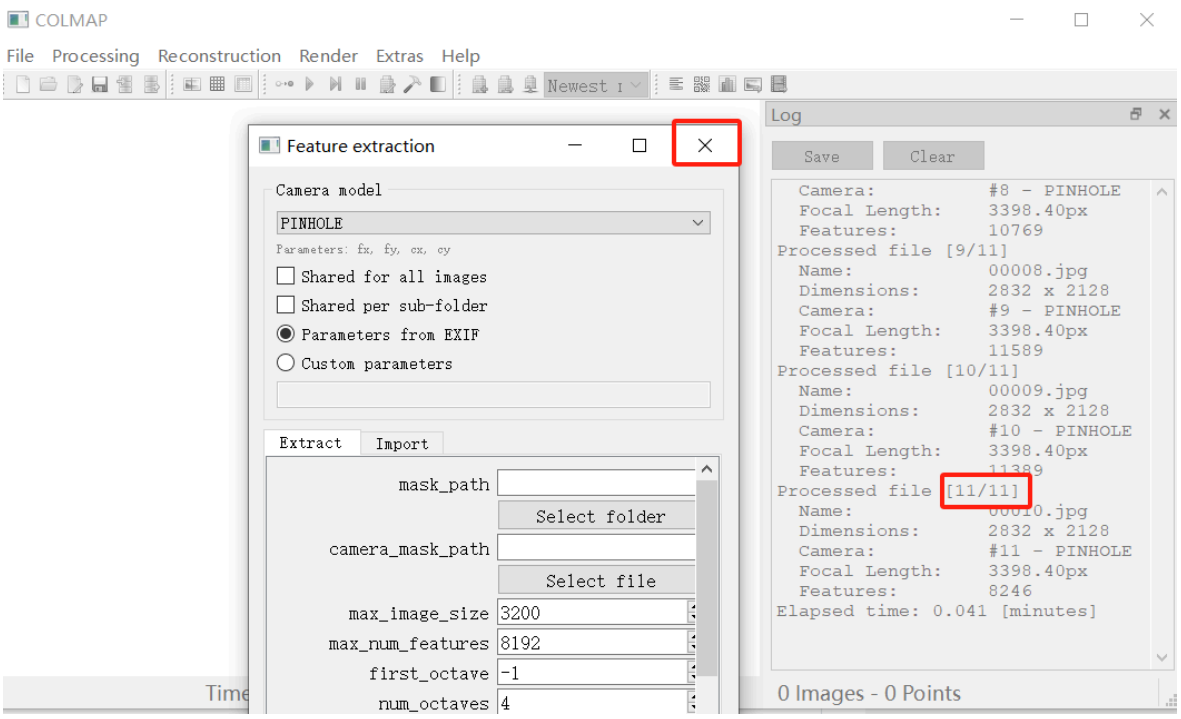
2. 打开`Colmap`图形界面，`File->New project`**(如果目录包含中文则会创建不成功)**



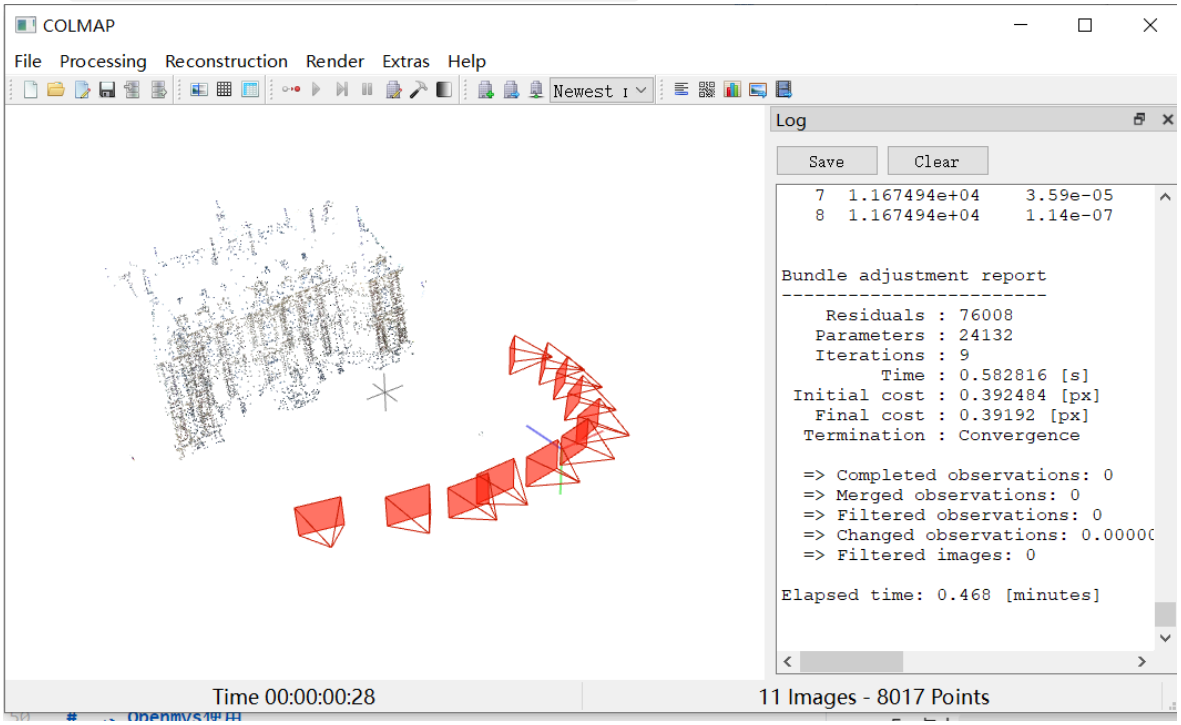

3. 创建新项目，储存在创建的`sparse`文件夹下，`Select`选择`images`文件夹



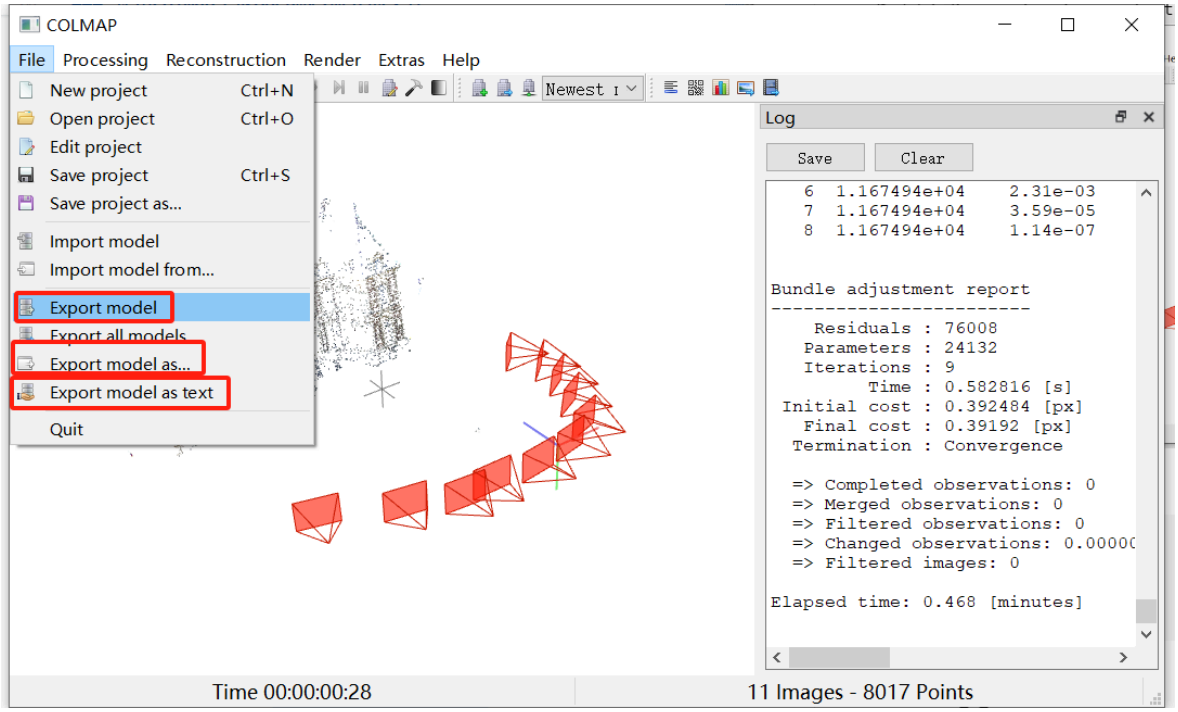

4. 点击`Processing->Feature extraction`相机模式设置为`PINHOLE`，其他参数默认。点击`Extract`进行提取，完成后点击关闭。




5. 点击`Processing->Feature matching`参数默认直接点击`run`，完成后点击关闭
6. 点击`Resconstruction->start reconstruction`，等待重建完成。




7. 稀疏重建后导出到`sparse`文件夹内：




```
Export model
Export model as...
Export model as text
```

保存后的`sparse`文件夹应当包含以下文件

如果你包含这些文件，恭喜你`colmap`任务完成，保存关闭即可。

# 二、OpenMVS使用

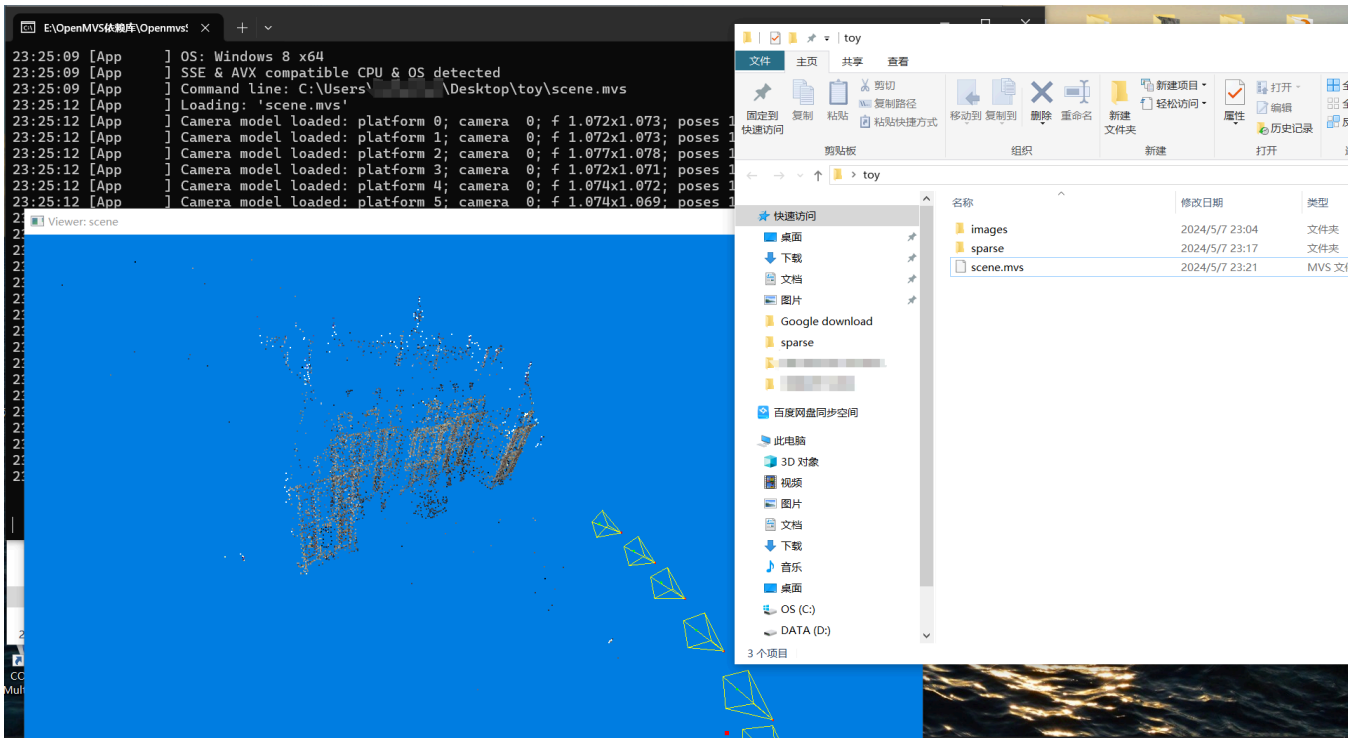
1. 将toy文件夹拖动到`InterfaceCOLMAP.exe`上打开（简单快捷），或者使用命令

```
InterfaceCOLMAP.exe -i ...你的路径/toy
```

其他使用方法可以查看官网，或者双击`InterfaceCOLMAP.exe`查看命令含义（在文件夹下生成的.log文件内查看）

```
Generic options:
  -h [ --help ]                         produce this help message
  -w [ --working-folder ] arg           working directory (default current
                                        directory)
  -c [ --config-file ] arg (=InterfaceCOLMAP.cfg)
                                        file name containing program options
...
```

程序运行完毕后会在`toy`文件夹下生成`scene.mvs`文件，可以使用`openmvsSamples`文件夹下的`Viewer.exe`查看（将`.mvs`文件拖动到`exe`文件上）

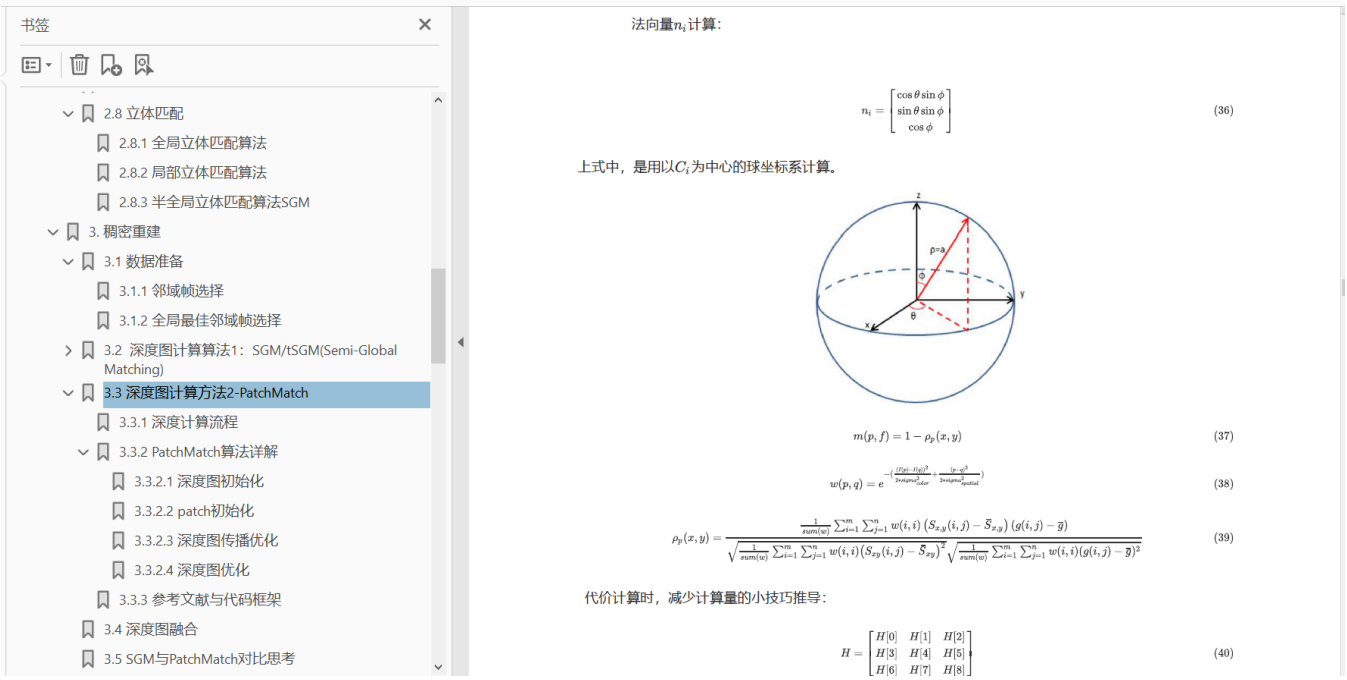



2. 将生成的`scene.mvs`拖动到`DensifyPointCloud.exe`生成稠密点云。
3. 完成后将生成的`scene_dense.mvs`拖动到`ReconstructMesh.exe`上重建网格。
4. 完成后将生成的`scene_dense_mesh.mvs`拖动到`RefineMesh.exe`上优化网格。
5. 完成后将生成的`scene_dense_mesh_refine.mvs`拖动到`TextureMesh.exe`上贴图。
6. 生成的文件为`.ply`格式，可以使用`meshlab`查看。

# OpenMVS解析文档

联系作者提供OpenMVS原理详解 + 逐行源码解析文档

```
{
    ASSERT(!in_facets.empty());
    static const int facet_vertex_order[] = {2,1,3,2,2,3,0,2,0,3,1,0,0,1,2,0};
    int coplanar[3];
    const REAL prevDist(inter.dist);
    for (const facet_t& in_facet: in_facets) {
        ASSERT(!Tr.is_infinite(in_facet));
        const int nb_coplanar(intersect(Tr.triangle(in_facet), seg, coplanar));
        if (nb_coplanar >= 0) {
            // skip this cell if the intersection is not in the desired direction
            // 计算in_facet所在的平面到点的距离，如果比上个大则跳过。期望的方向是所穿过的facet距离点的越来越近
            const REAL interDist(inter.ray.IntersectsDist(getFacetPlane(in_facet)));
            if ((interDist > prevDist) != inter.bigger)
                continue;
            // vertices of facet i: j = 4 * i, vertices = facet_vertex_order[j,j+1,j+2] negative orientation
            // 每个facet有三个顶点，顶点顺序是逆时针方向。
            inter.facet = in_facet;
            inter.dist = interDist;
            switch (nb_coplanar) {
            case 0: {// 相交于面上
                // face intersection
                inter.type = intersection_t::FACET;
                // now find next facets to be checked as
                // the three faces in the neighbor cell different than the origin face
                // 在邻域cell中不同于相交的这个face的其它三个face放入out_facets参与下一次求相交计算
                out_facets.clear();
                const cell_handle_t nc(inter.facet.first->neighbor(inter.facet.second));
                ASSERT(!Tr.is_infinite(nc));
                for (int i=0; i<4; ++i)
```




法向量$n_i$计算：

$$n_i = \begin{bmatrix} \cos\theta\sin\phi \\ \sin\theta\sin\phi \\ \cos\phi \end{bmatrix} \tag{36}$$

上式中，是用以$C_i$为中心的球坐标系计算。



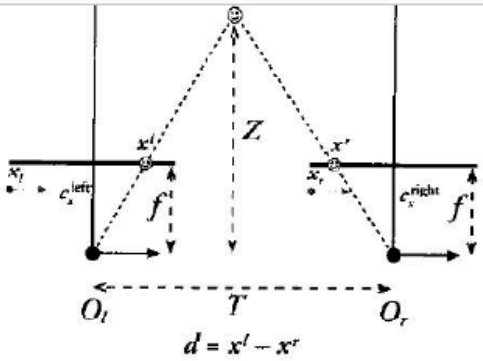

$$m(p,f) = 1 - \rho_p(x,y) \tag{37}$$

$$w(p,q) = e^{-\left(\frac{\|I(p)-I(q)\|^2}{2*sigma_{color}^2} + \frac{\|p-q\|^2}{2*sigma_{spatial}^2}\right)} \tag{38}$$

$$\rho_p(x,y) = \frac{\frac{1}{sum(w)}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} w(i,i)\left(S_{x,y}(i,j) - \bar{S}_{x,y}\right)\left(g(i,j) - \bar{g}\right)}{\sqrt{\frac{1}{sum(w)}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} w(i,i)\left(S_{xy}(i,j) - \bar{S}_{xy}\right)^2}\sqrt{\frac{1}{sum(w)}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} w(i,i)(g(i,j) - \bar{g})^2}} \tag{39}$$

代价计算时，减少计算量的小技巧推导：

$$H = \begin{bmatrix} H[0] & H[1] & H[2] \\ H[3] & H[4] & H[5] \\ H[6] & H[7] & H[8] \end{bmatrix} \tag{40}$$




利用三角形关系我们很容易推出Z值：

$$\frac{T-\left(x^l-c_x^{left}+c_x^{right}-x^r\right)}{Z-f}=\frac{T}{Z}\Rightarrow Z=\frac{fT}{x^l-x^r+c_x^{right}-c_x^{left}} \tag{8}$$

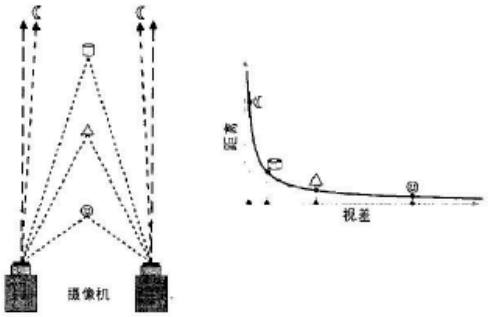
如果主点$c_x^l$, $c_x^r$坐标相同则可简化为：

$$\frac{T-\left(x^l-x^r\right)}{Z-f}=\frac{T}{Z}\Rightarrow Z=\frac{fT}{x^l-x^r} \tag{9}$$

因为视差$d=x^l-x^r$,且$Z$为我们的深度值$depth$,故：

$$depth=\frac{fT}{d} \tag{10}$$

- 视差与深度图关系：
  - 视差与深度成反比，视差接近0时，微小的视差变化会产生较大的深度变化
  - 当视差较大时，微小的视差变化几乎不会引起深度多大的变化
  - 因此，立体视觉系统仅物体距离相机较近时具有较高的深度精度




- 极线校正
  - 校正过程：将相机在数学上对准到同一观察平面上，使得相机上像素行是严格对齐的