



北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

矿山点云三维模型自动处理系统

韩方圆

2022/6/19

在实际生产中，需要矿山的三维模型**计算体积**，与设计图对比检查**超采**、**欠采**情况，以及用于**可视化**直观看整个矿山开采情况。要得到三维模型，首先需要使用**激光扫描仪**对矿山扫描，然后经过如下若干处理流程得到矿山的三维网格模型。

激光扫描仪扫描矿山

寻找标靶球

匹配控制点

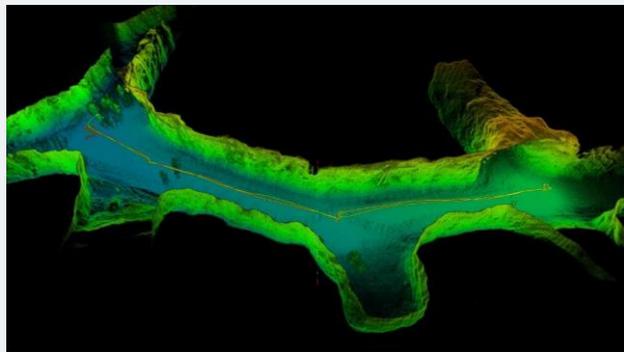
坐标变换

点云去噪

表面重建



GeoSLAM激光扫描仪



矿山点云模型



局部坐标系下的点云

由于人的**工作时长**、**扫描仪电池续航**、**存储容量**等因素，一个完整的矿山，往往需要**多次扫描**，才能扫描完毕。

激光扫描仪扫描矿山

寻找标靶球

匹配控制点

坐标变换

点云去噪

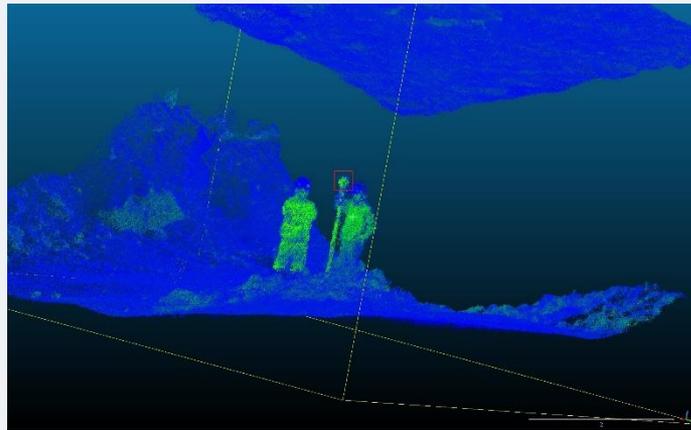
表面重建

一般矿山都有预先定义的**全局坐标**，比如把矿山的入口作为原点建立坐标系。为了把各单次扫描得到的**局部坐标系**下的点云，拼接到一起**形成完整的矿山**，可以把点云都变换到该**全局坐标系**下。

地下矿山中，分布着一些**已知其全局坐标的点**，称为**控制点**。在单次扫描前，确定待扫描区域中**三个控制点**，在控制点**放置标志物**(比如标靶球)，扫描后需要在点云模型中**找到这些标志物**，依次**指定它们在全局坐标系中的坐标**，利用三维软件进行坐标变换。



局部坐标系下的点云



点云中的标靶球

激光扫描仪扫描矿山

寻找标靶球

匹配控制点

坐标变换

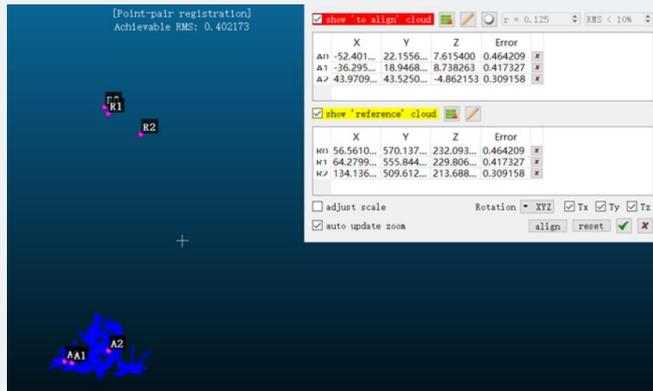
点云去噪

表面重建

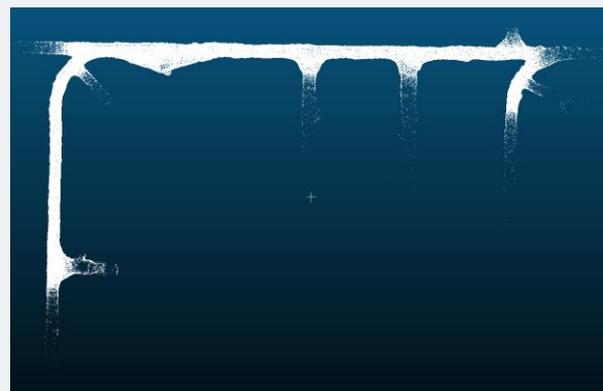
指定**每个标靶球对应的控制点坐标**，把**局部坐标系**下的矿山点云变换到**全局坐标系**下。对单次扫描导出的点云都进行上述操作，即可把所有扫描的矿山点云**拼接成完整的矿山**。



局部坐标系下的点云



匹配控制点



全局坐标系下的点云

激光扫描仪扫描矿山

寻找标靶球

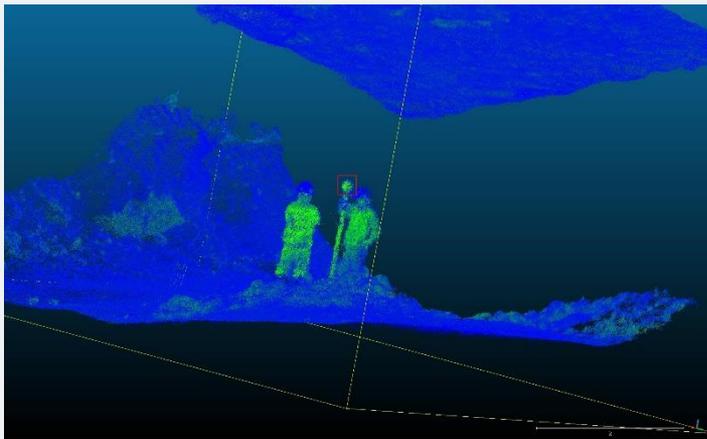
匹配控制点

坐标变换

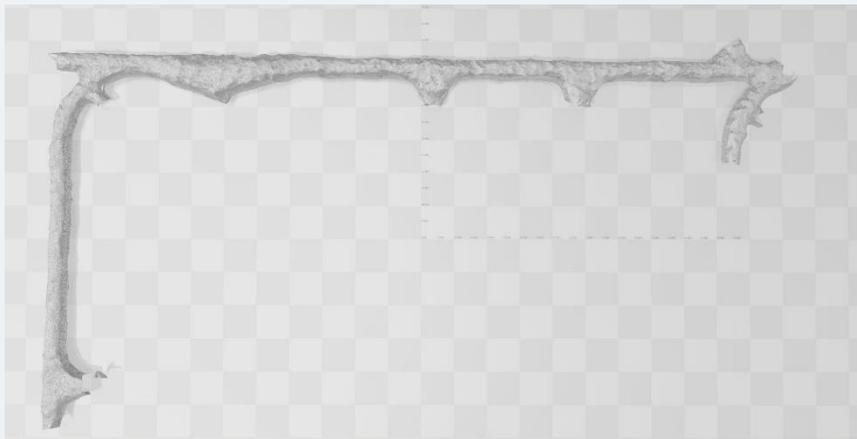
点云去噪

表面重建

需要人工寻找点云中的**噪声点**并去除，再利用三维建模软件对矿山点云进行**表面重建**。



点云中的人



重建表面后的矿山模型

可以看到，对矿山点云的处理需要**人工利用不同的软件组合完成**，**过程繁琐**。需要把上述操作集成在一个系统中，由**程序自动实现对矿山的处理**。

传统方法对矿山点云的处理需要人工利用不同的软件组合完成，过程繁琐。本研究把上述操作集成在一个系统中，由程序自动实现对矿山的处理。

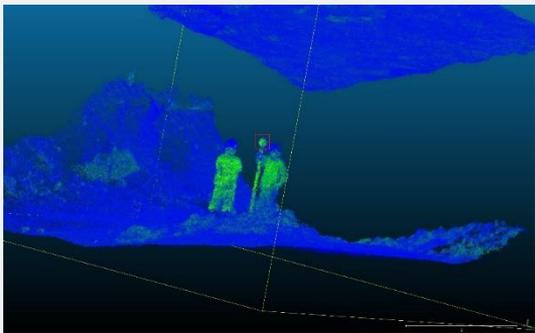
- 噪点去除

利用统计特征滤波等方法过滤掉点云中的一些噪点

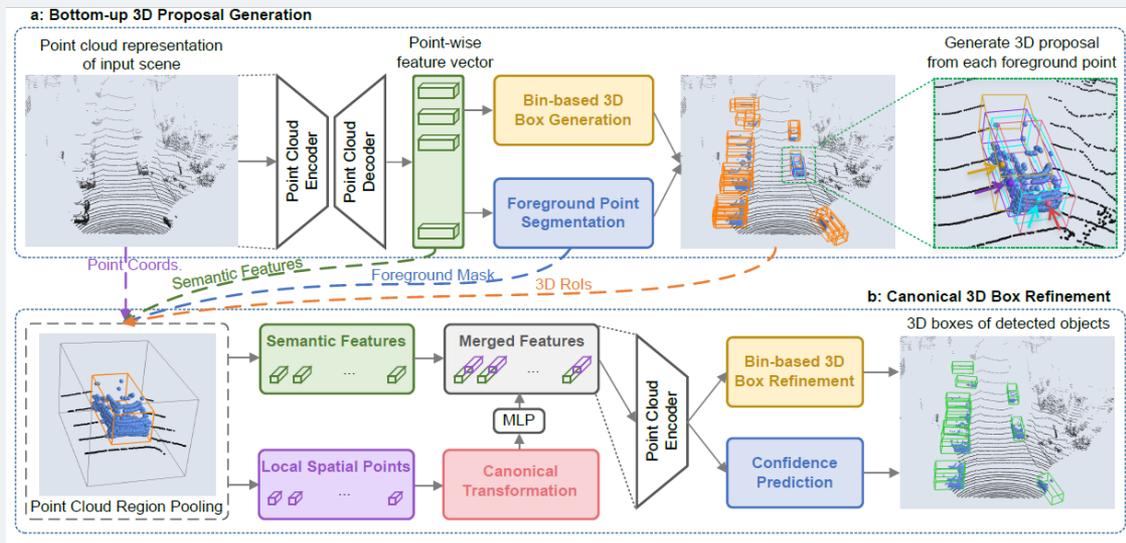
- 标靶球三维目标检测

使用三维目标检测深度学习网络代替人眼自动定位矿山点云中的标靶球

- 点云配准与坐标变换
- 点云表面重建
- 系统开发



矿山点云中的标靶球与人



三维目标检测网络

矿山点云处理系统



北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

- 噪点去除
- 标靶球三维目标检测

- **点云配准与坐标变换**

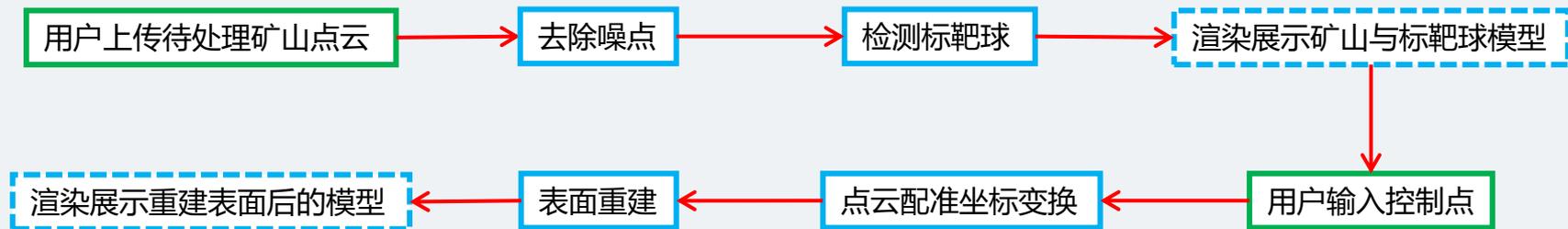
利用最小二乘、奇异值分解方法实现标靶球与控制点自动配准，把局部坐标系下的点云变换到全局坐标系下，形成整个矿山模型。

- **点云表面重建**

利用泊松等表面重建算法对点云重建表面，生成网格模型。

- **系统开发**

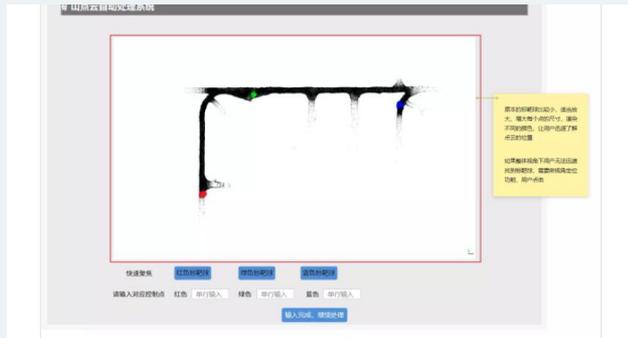
把噪点去除、三维目标检测、坐标变换等上述操作集成封装，利用Vue、Three.js、Django等技术框架开发B/S架构系统。



矿山点云处理系统工作流程设计



网页原型设计



标靶球显示

简要描述

用户上传点云文件后，显示检测出的三个标靶球

url

/ball

method

get

参数

无

响应函数功能描述

返回用户上传的矿山模型点云文件url以及检测出的标靶球坐标值，在前端存有标靶球模型点云文件(该点云模型进行了放大处理，让用户一眼就能看到位置)，根据后端返回的坐标进行平移并用不同的颜色渲染

返回示例

```
{  
  "url": "/static/raw_mines/1.pcd",  
  "coordinate": {  
    "red_x": 1.21,  
  }  
}
```

设计前后端接口，函数功能



北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

感谢观看
