深蓝学院
shenlanxueyuan.com

多传感器融合第二次作业讲评

主讲人 郭金迪

第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

将Scancontext.h
KDTreeVectorOfVectorsAdaptor.h
nanoflann.hpp
拷贝到 lidar_localization/include/lidar_localization/mapping/loop_closing/
将 SC-LeGO-LOAM/LeGO-LOAM/src/ 的Scancontext.cpp 拷贝到 lidar_localization/src/loop_closing/ 下。

第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

主要调用SC中的两个函数：

scManager.makeAndSaveScancontextAndKeys(*raw_cloud_ptr); 实时保存当前帧点云，用于回环匹配

scManager.detectLoopClosureID(); 回环帧检测函数，没有检测到返回 -1 ，检测到回环帧返回对应帧的索引

第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

```
bool LoopClosing::DetectLoopByScanContext(int& key_frame_index)
{
    CloudData::CLOUD_PTR scan_cloud_ptr(new CloudData::CLOUD());
    std::string file_path = key_frames_path_ + "/key_frame_" + std::to_string(all_key_frames_.back().index) + ".pcd";
    pcl::io::loadPCDFile(file_path, *scan_cloud_ptr);
    scan_filter_ptr_->Filter(scan_cloud_ptr, scan_cloud_ptr);

    sc_manager_.makeAndSaveScancontextAndKeys(*scan_cloud_ptr);

    static int skip_cnt = 0;
    static int skip_num = loop_step_;
    if (++skip_cnt < skip_num)
        return false;

    if ((int)all_key_frames_.size() < diff_num_ + 1)
        return false;

    auto result = sc_manager_.detectLoopClosureID();

    if(result.first == -1)
        return false;
    else {
        key_frame_index = result.first;
        return true;
    }
}
```

第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

```cpp
bool LoopClosing::JointMap(int key_frame_index, CloudData::CLOUD_PTR& map_cloud_ptr, Eigen::Matrix4f& map_pose) {
    current_loop_pose_.index0 = all_key_frames_.at(key_frame_index).index;

    // 合成地图
    for (int i = key_frame_index - extend_frame_num_; i < key_frame_index + extend_frame_num_; ++i) {
        std::string file_path = key_frames_path_ + "/key_frame_" + std::to_string(all_key_frames_.at(i).index) + ".pcd";

        CloudData::CLOUD_PTR cloud_ptr(new CloudData::CLOUD());
        pcl::io::loadPCDFile(file_path, *cloud_ptr);

        if (scan_context_){
            map_pose = all_key_frames_.at(i).pose;
            pcl::transformPointCloud(*cloud_ptr, *cloud_ptr, map_pose);
        } else {
            map_pose = all_key_gnss_.at(key_frame_index).pose;
            Eigen::Matrix4f pose_to_gnss = map_pose * all_key_frames_.at(key_frame_index).pose.inverse();
            Eigen::Matrix4f cloud_pose = pose_to_gnss * all_key_frames_.at(i).pose;
            pcl::transformPointCloud(*cloud_ptr, *cloud_ptr, cloud_pose);
        }

        *map_cloud_ptr += *cloud_ptr;
    }
    map_filter_ptr_->Filter(map_cloud_ptr, map_cloud_ptr);
    return true;
}
```

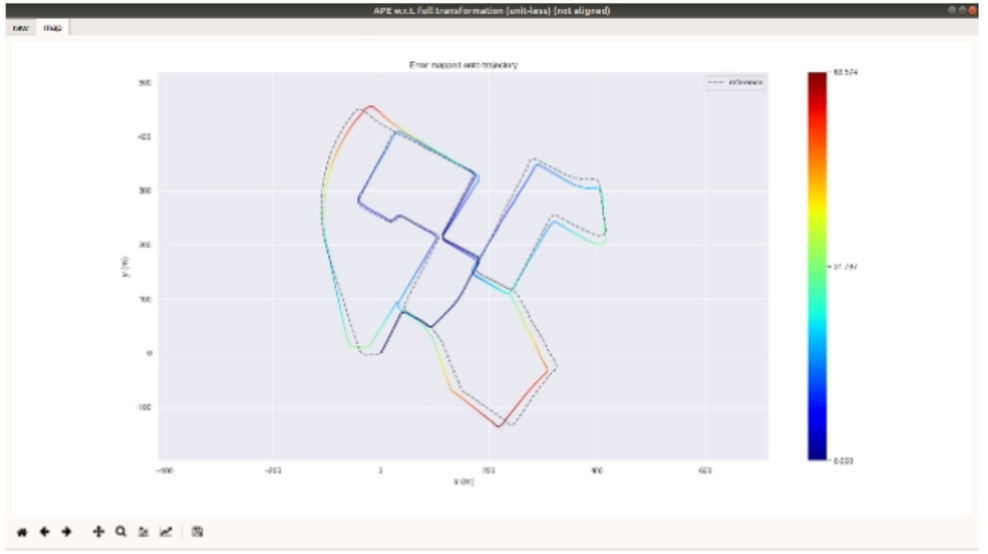
第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

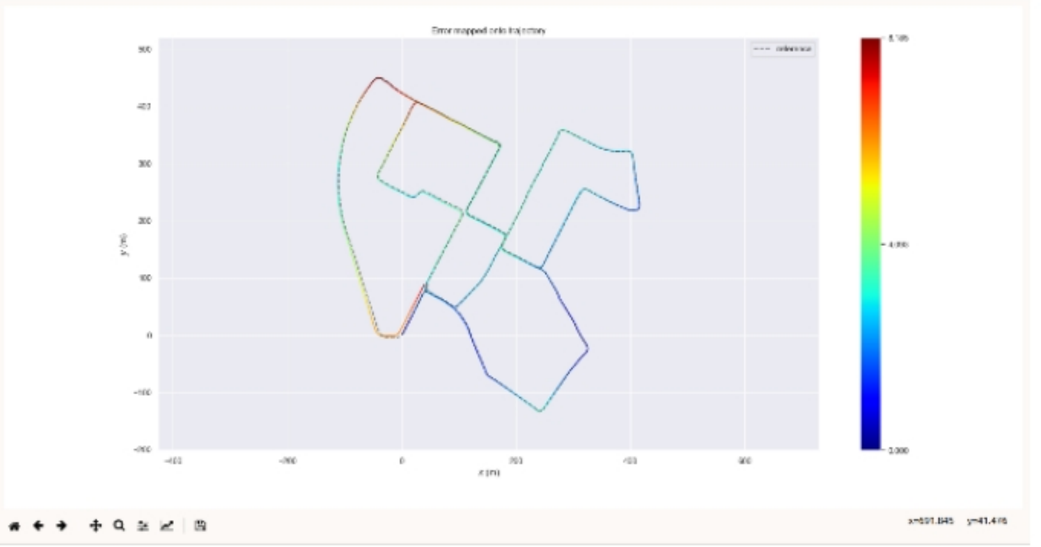
```cpp
bool LoopClosing::JointScan(int key_frame_index, CloudData::CLOUD_PTR& scan_cloud_ptr, Eigen::Matrix4f& scan_pose) {
    if (scan_context_)
        // scan_pose = all_key_frames_.back().pose;
        scan_pose = all_key_frames_.at(key_frame_index).pose;
    else
        scan_pose = all_key_gnss_.back().pose;

    current_loop_pose_.index1 = all_key_frames_.back().index;
    current_loop_pose_.time = all_key_frames_.back().time;

    std::string file_path = key_frames_path_ + "/key_frame_" + std::to_string(all_key_frames_.back().index) + ".pcd";
    pcl::io::loadPCDFile(file_path, *scan_cloud_ptr);
    scan_filter_ptr_->Filter(scan_cloud_ptr, scan_cloud_ptr);

    return true;
}
```

第一题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com



未加回环



加入回环

第二题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

作业准备工作

roslaunch lidar_localization mapping.launch

rosservice call /optimize_map

rosservice call /save_map

得到了 map.pcd 和 filtered_map.pcd，后者用于重定位。

第二题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

位置和姿态均已知

基于点云地图的匹配，会订阅 /synced_gnss ， 它是结合GNSS和IMU得到的里程计，其原点为第一帧满足同步条件的GNSS数据。
为了实现在地图中任意位置的初始化，需要：
订阅原始的GNSS数据 /kitti/oxts/gps/fix；
保存建图时原点的GNSS数据，并求得当前GNSS与建图时原点的GNSS的相对位姿。
可以将要保存的数据写入指定文件中，然后再写入定位所需的配置文件中，在运行时加载。
关键代码为：
其中， origin_latitude , origin_longitude , origin_altitude 为建图时原点的GNSS数据，current_latitude , current_longitude , current_altitude 为定位时用于在任意位置初始化的GNSS数据， local_E , local_N , local_U 为两帧GNSS数据的相对平移。
得到平移，可以在全局地图中以这个平移参数为原点，分割出局部地图。
在scan-map匹配时，NDT算法需要一个较准确的初值，初值的平移部分上面已经得到了，旋转可由IMU得到，获取方式与GNSS同理。

第二题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

位置已知、姿态未知

使用短时间内与启动帧间隔一定距离的GNSS坐标去计算二者连线所成夹角，粗略近似为汽车的方向角，后一个 GNSS作为位置，然后再做 NDT 去做精确匹配。

除此以外，还可以用遍历方法，比如把360度划分成12个区间，每个区间的中值当做初始角度，做一次ndt匹配，最终fitness小的那个就是正确角度了，这个方法有一定出错率，但整体有效率应该在90%以上

第二题

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

位置和姿态均未知

思路：读取建图时存储的关键帧点云及其位姿，计算 scan context，初始化时，通过 scan context 寻找和当前帧相似的关键帧，然后通过 ndt 匹配，得到两帧的相对位置，它的航向计算不准，所以不能直接ndt匹配，也可以用前页提到的遍历方法。再通过关键帧位姿，即可计算当前帧在地图中的位姿，完成初始化。