



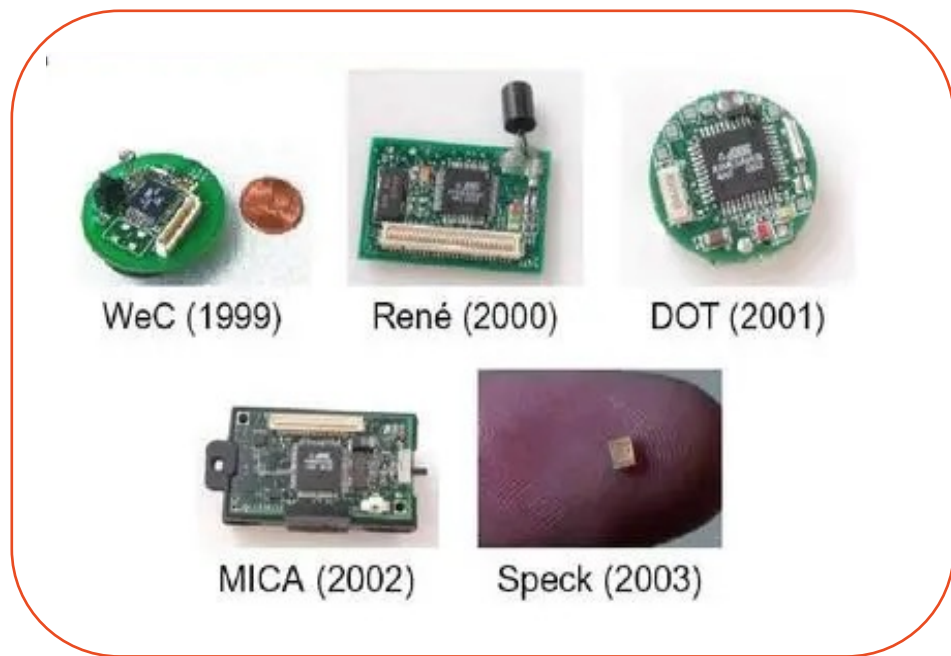
AIOT中的图结构计算问题研究

Collaborative SLAM in AIOT

中国人民大学信息学院
王永才

新型智能感知网络：AIOT

物联网正在由传统IOT，向**智能AIOT**快速发展，AIOT中节点更具**自主感知决策**能力



传统IOT

感知、计算
通信、协作

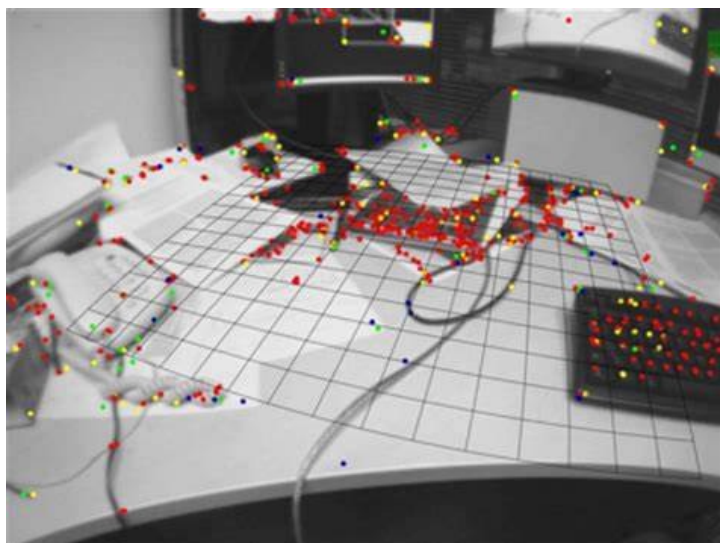


新型AIOT

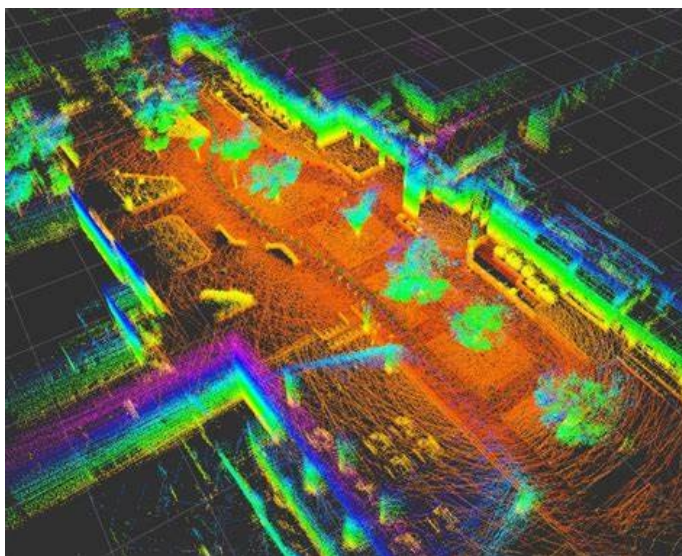
感知、计算、**建图**
定位、自主移动、通信、协作

自主感知、定位、建图是AIOT的关键问题

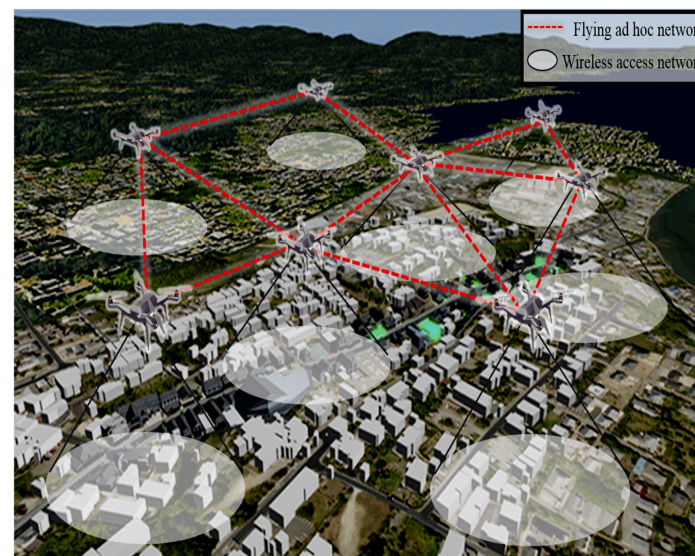
- **感知、定位、建图、自主移动、分布式协作** 是AIOT中新的关键问题。智能体需要在复杂环境中自主感知、通信、计算、协作，完成**自身定位、目标检测、目标定位、环境建图**等任务



基于视觉的定位与建图



基于雷达的定位与建图

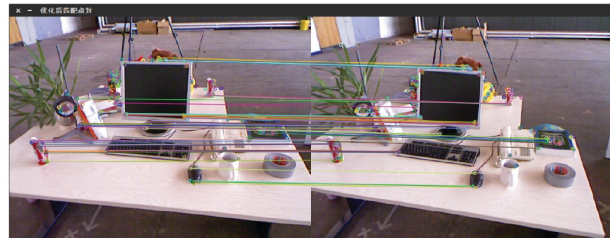
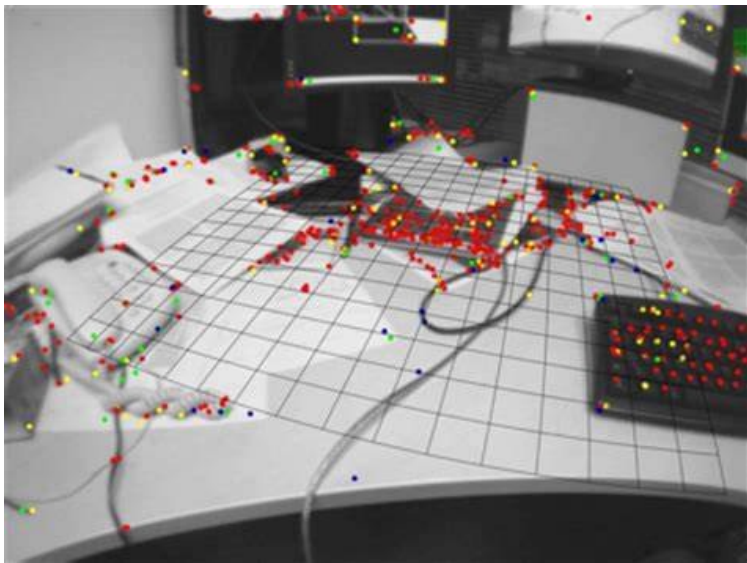


基于无线的协同定位

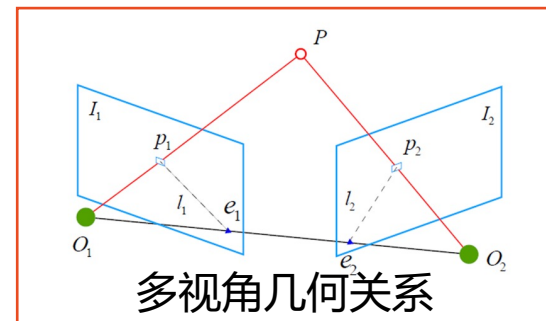
图结构计算问题

图结构计算是感知、定位、建图、自主移动和分布式协作这些任务背后核心问题。

以视觉感知为例

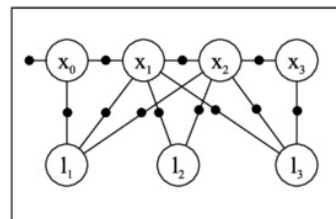


特征点提取与匹配

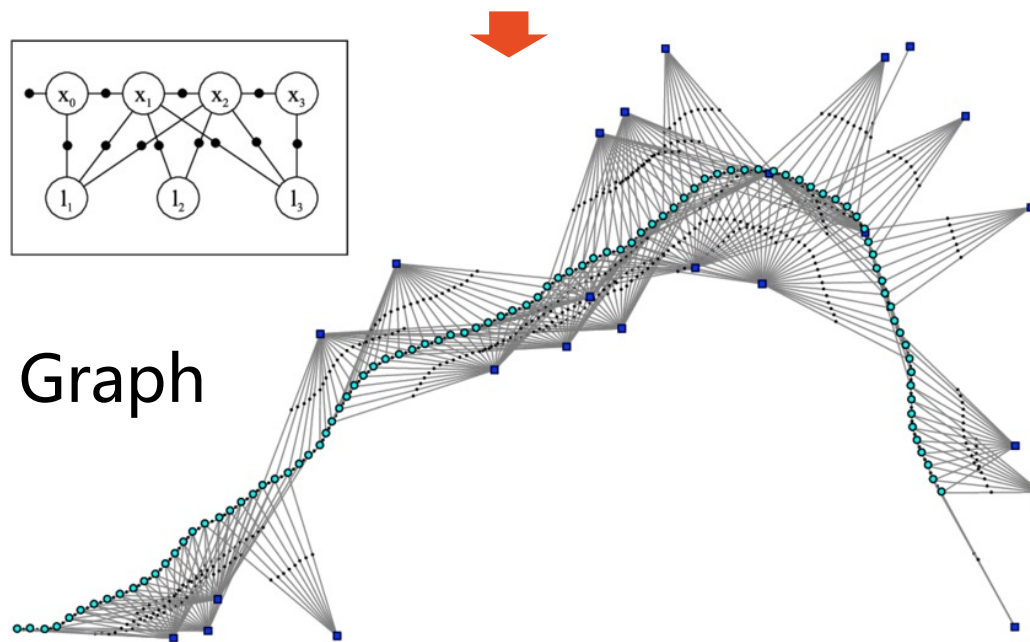


多视角几何关系

相机相邻帧之间，以及相机到环境特征点间的距离和角度测量关系



Pose Graph



基于多类型传感器建立Pose Graph

基于Pose Graph计算所有顶点空间位置和姿态

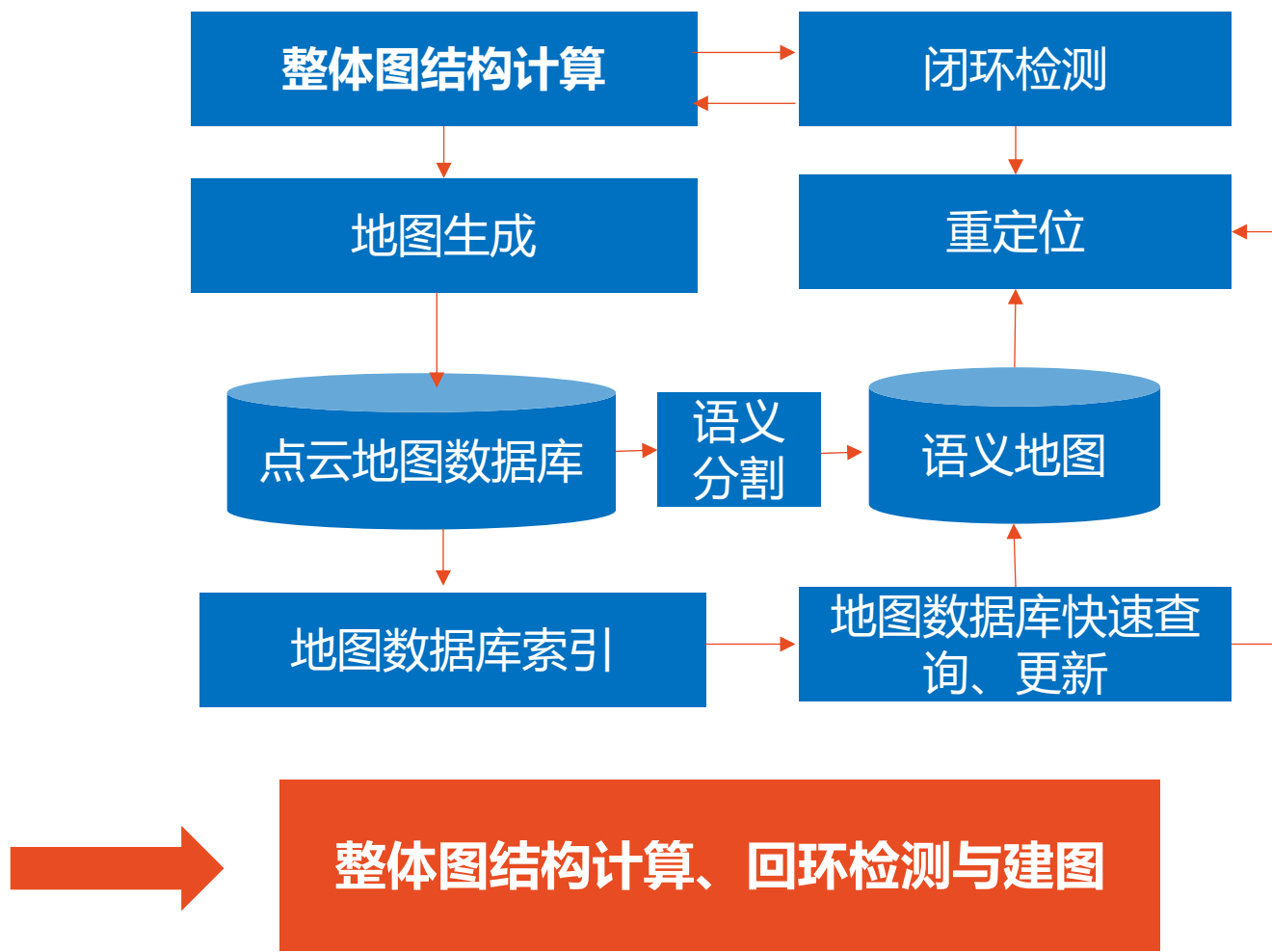
图结构计算问题分为前端任务和后端任务

前端任务



前端任务

后端任务



后端任务

前端研究工作进展(1)

- **3D视觉定位问题**

- **单目摄像头移动行人检测与3D定位**



单目摄像头，3D定位，重识别，<0.5米定位误差

- **机场飞鸟检测与3D定位**

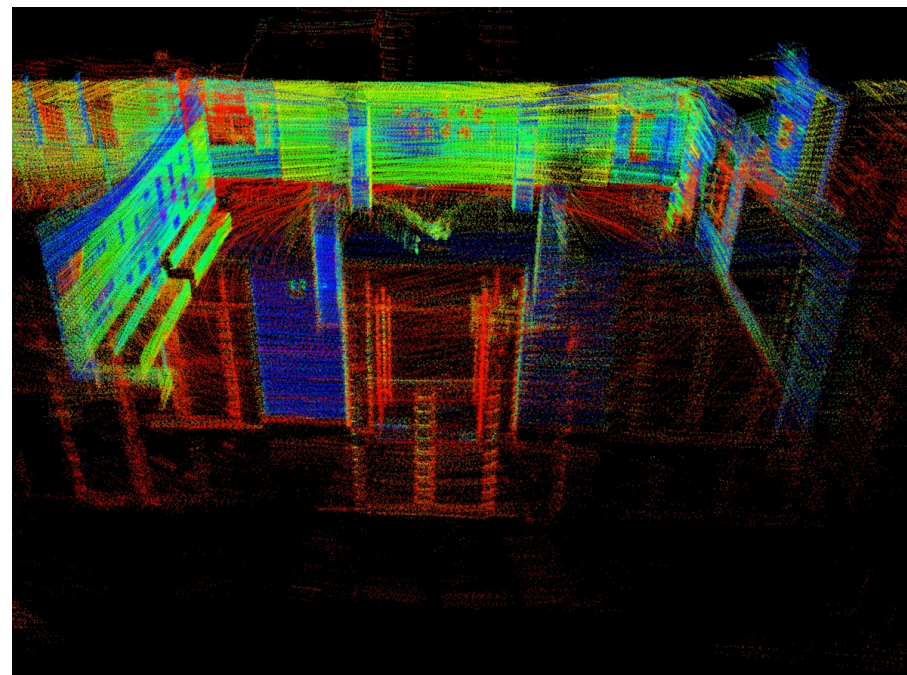
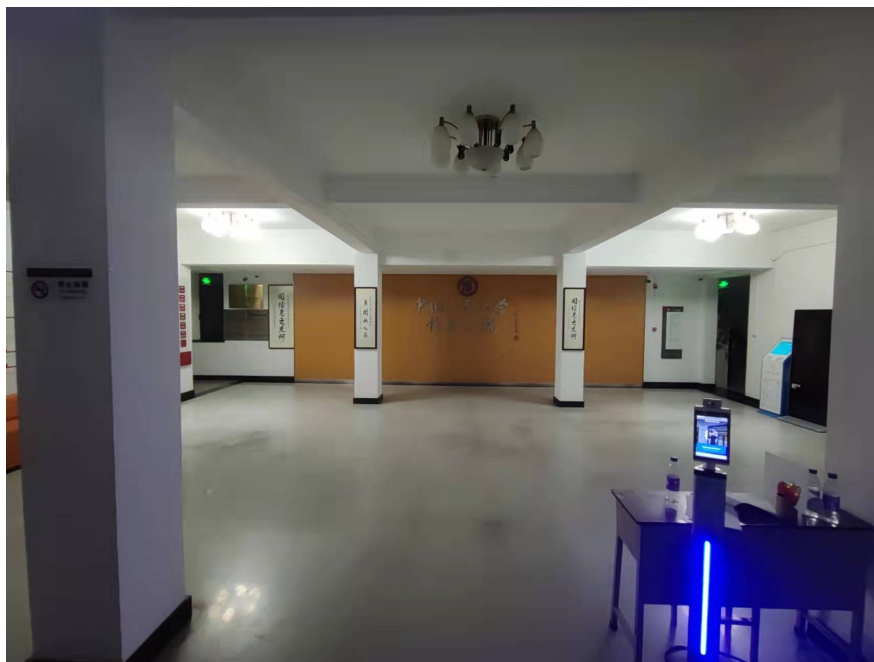


单目摄像头，飞鸟检测，3D定位，<1米定位误差

JOO 2020, CVPR2022 (submitted), Airbird++ (演示系统), 全国人工智能教学实践案例大赛二等奖

前端研究工作进展(2)

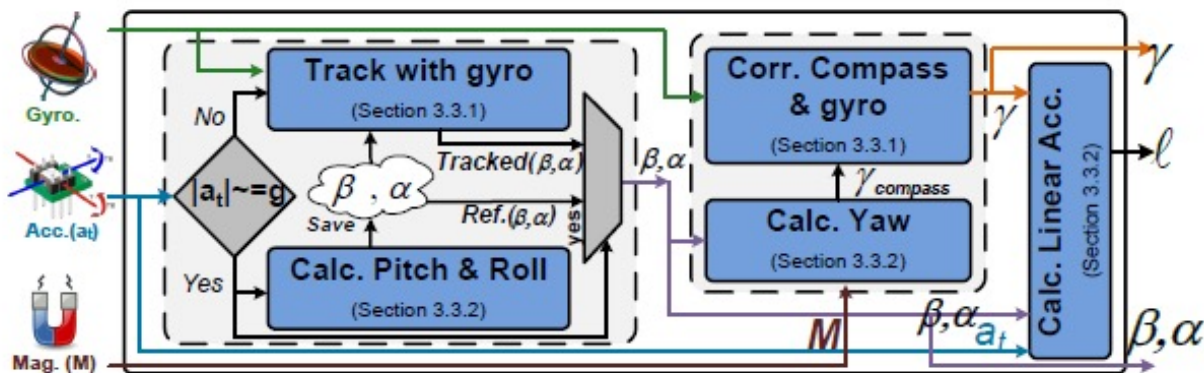
- **雷达定位建图问题**
 - 手持激光雷达同步定位与建图系统



InhandLio (演示系统)

前端研究工作进展(3)

- **惯性导航定位建图问题**
 - 基于惯性导航的众包的室内路径图生成。
 - 基于惯性导航的地图匹配问题。



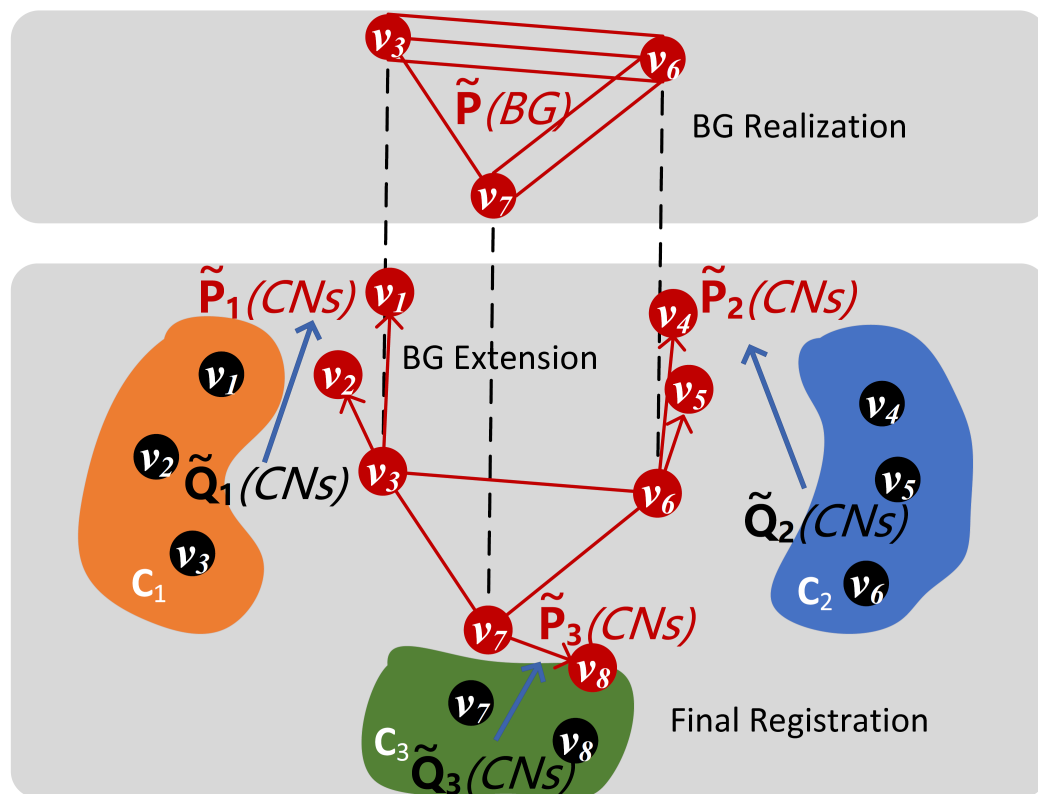
基于手机采集的无标注的杂乱的惯性轨迹，
恢复学习室内路径地图



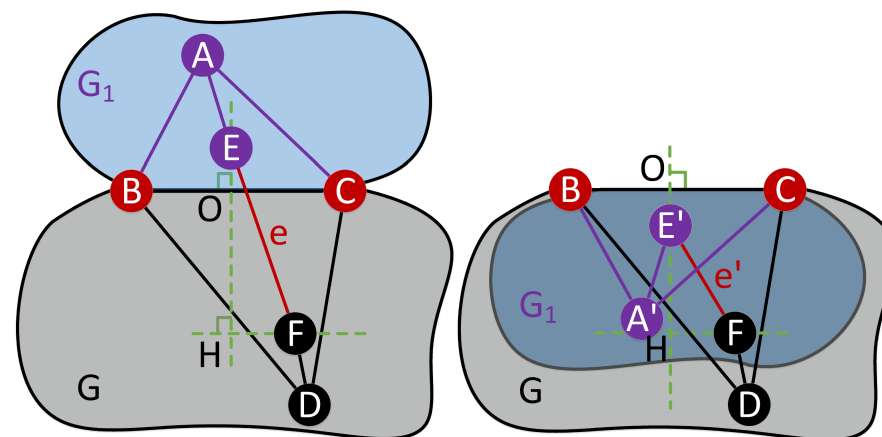
后端研究工作进展(1)

(1) 高效准确图结构计算算法研究

- 层次化的高效、准确的图优化算法。
- 距离图中的隐藏结构信息挖掘。



分层、基于模块拼接的图实现

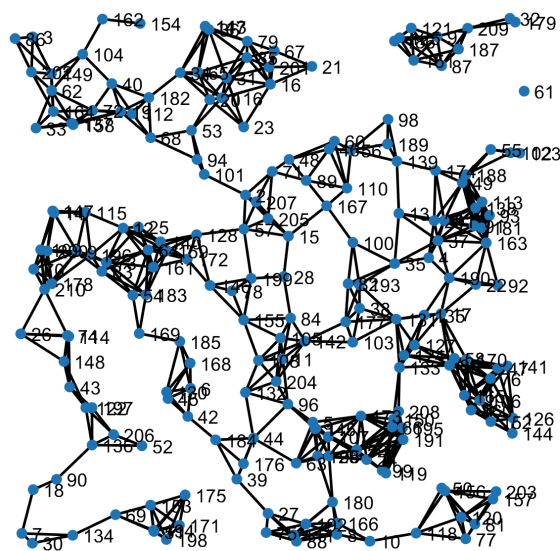


图结构中的隐藏信息推断

后端研究工作进展(2)

• 基于刚性的图结构唯一性研究

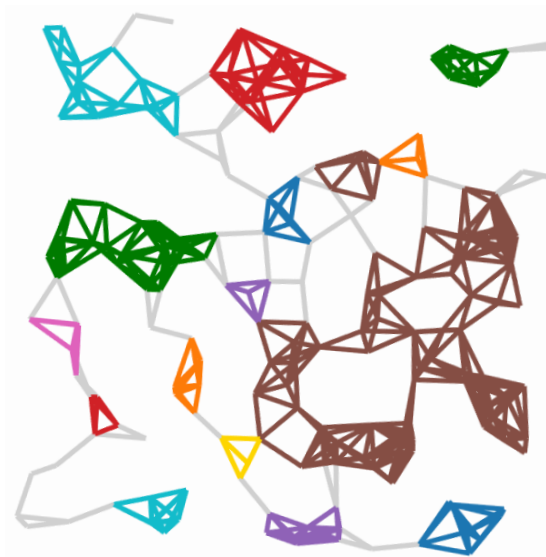
- 极大刚性、极大冗余刚性、极大全局刚性模块划分。
- 节点可定位性判定算法。



原图



极大刚性模块划分



极大冗余刚性模块划分



极大全局刚性模块划分

ICC2022 (Submitted) , 开源了GPART : 图刚性结构划分工具集

后端研究工作进展(3)

- **分布式图结构计算算法研究**
 - 基于重心坐标的分布式线性定位算法研究
 - 基于分布式图优化的无人机网络协同定位算法研究



TMC (Submitted) , IROS2022 (WIP)

THANK YOU

Graph Structure Matters

ycw@ruc.edu.cn
<http://in.ruc.edu.cn>

王永才