# （一）基于联邦学习的轨迹数据管理与分析系统

## 系统背景:

近年来，随着GPS设备和位置服务的广泛应用，轨迹数据的规模不断扩大，数量与日俱增，呈现爆炸式增长。然而，传统轨迹数据管理与分析方法和技术所暴露出的问题也愈发明显，主要体现在以下几个方面：

(1) 多源异构的轨迹数据缺乏有效存储和管理

(2) 跨越不同组织的轨迹数据难以支持高效和准确查询

(3) 现有的轨迹数据挖掘方法缺乏隐私安全的保障

鉴于这种现状，轨迹管理的技术升级与改造迫在眉睫。作为具有隐私保护分布式机器学习范式，联邦学习技术的快速发展给轨迹数据管理与分析的隐私性和安全性带来了可能性，轨迹数据管理与分析系统正是在此框架上进行开发的一种利用隐私安全技术对轨迹数据进行管理与分析的系统。

## 主要功能

轨迹数据管理与分析系统开发的主要目的是基于联邦学习框架保护轨迹数据隐私的同时对轨迹数据进行管理与分析，主要功能模块包括轨迹数据联邦存储、轨迹数据联邦查询和基于联邦学习的轨迹分析与挖掘三大模块。

（1）轨迹数据联邦存储：参与方可以对多源异构轨迹数据进行有效地存储与联合管理。

（2）轨迹数据联邦查询：跨越不同组织的参与方可以对轨迹数据进行隐私、高效和准确联合查询。

（3）基于联邦学习的轨迹分析与挖掘：参与方能够在不泄露轨迹数据的隐私下，对轨迹数据进行联合分析与挖掘。

## 开发环境

操作系统及版本：windows 10

支撑软件及版本列表：PyCharm+ Python 3.9

数据库环境：GeoMesa

## 基本的架构体系



图 1 轨迹数据管理与分析系统功能结构图

轨迹数据联邦存储：参与方可以对多源异构轨迹数据进行有效地存储与联合管理。

联邦数据联邦查询：跨越不同组织的参与方可以对轨迹数据进行隐私、高效和准确联合查询，主要包括：相似性查询、范围查询、KNN查询。

基于联邦学习的轨迹分析与挖掘：参与方能够在不泄露轨迹数据的隐私下，对轨迹数据进行联合分析与挖掘。主要包括：轨迹聚类、异常检测、路网匹配、轨迹分类、POI推荐和旅行时间估计。