

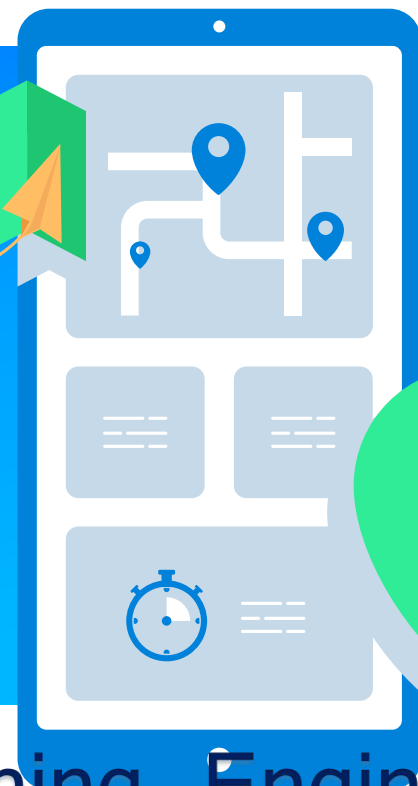
手机室内混合定位

原理、装备和算法

柳景斌 教授

武汉大学

测绘遥感信息工程国家重点实验室



HIPE: Hybrid Indoor Positioning Engine for



Smartphones



柳景斌 - 国家千人计划青年学者

- 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室**教授**
- 湖北省自然科学基金创新群体**负责人**
- 导航定位与位置服务研究室**主任**

- ◆ 武汉大学大地测量学与测量工程博士，研究方向是**室内外移动测图、定位与位置服务**理论、方法与技术。
- ◆ 曾任美国SiRF公司GPS导航接收机芯片研发部门经理，领导GPS接收机芯片DSP信号处理和PVT定位算法的研发。
- ◆ 曾任芬兰大地测量研究所高级研究科学家，芬兰科学院激光扫描协同创新中心核心成员（Center of Excellence），参与国内外重要研究项目，积累了丰富的科学研究和项目管理经验。
- ◆ 承担**国家重点研发计划、国家自然科学基金**等5项和芬兰/欧盟科研项目7项。
- ◆ 获得**10项专利授权（中国、美国、欧盟）**，另有1项PCT专利和8项中国专利在申请。
- ◆ 获得8项室内位置服务软件著作权授权。

目录

- 0. HIPE手机室内定位引擎概览
- 1. 泛在信号环境感知装备
- 2. 多源融合室内定位



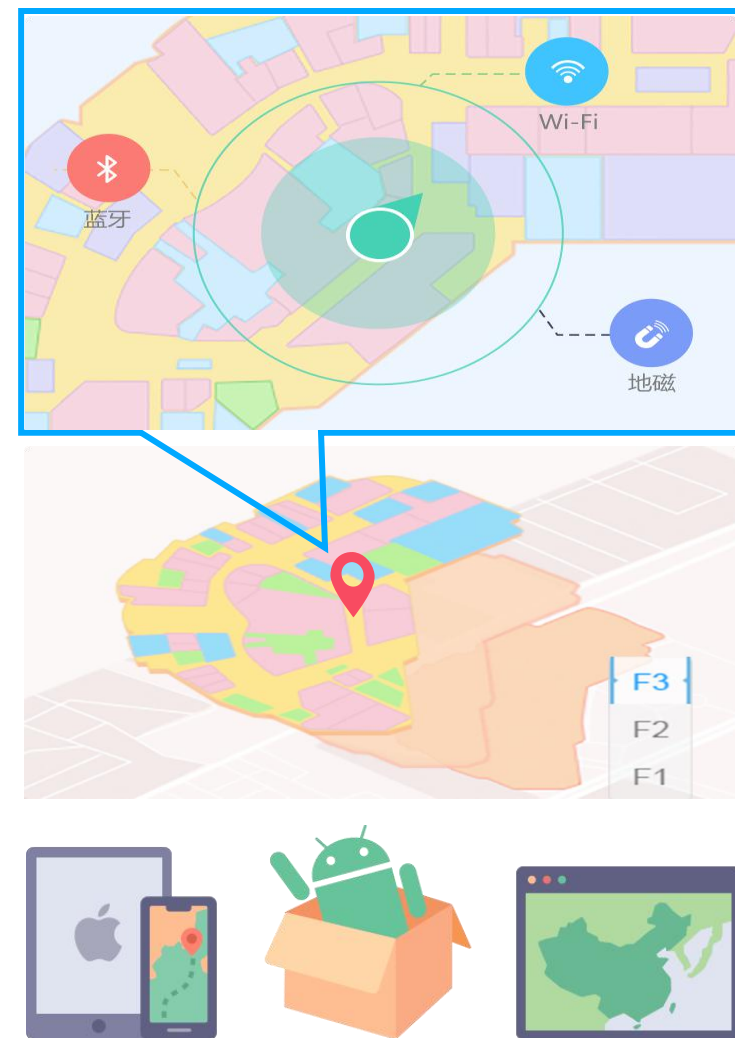
▶ HIPE手机混合室内定位引擎概览

HIPE手机混合室内定位引擎**面向大众手机位置服务应用**，提供高可用、低成本、广域覆盖的室内定位技术方案。

多源融合：融合WiFi、蓝牙、惯导IMU、磁力计等几乎所有手机可用的传感器或信号源；

高可用：面向大众手机位置服务应用场景，手机使用情景智能感知，基于情景感知的自适应PDR算法，高效率泛在信号采集，低成本系统部署和维护；

开放框架：针对更多的定位源，我们提供一个开放的框架，将不同的定位源观测值分类为角度、距离或位置（及其变化），对每一类观测值有相应的融合理论和算法。



/01 泛在信号环境感知定位算法和装备



▶ 泛在信号环境感知定位原理

• 基于压缩感知理论的泛在信号手机定位

对比传统的泛在信号指纹匹配定位，我们采用压缩感知理论，保留了泛在信号定位**低成本**、**广域信号覆盖**等优点，并克服了其可用性关键瓶颈：

- ✓ **指纹库采集和维护现场工作量大，实施困难；**
- ✓ **手机异构导致的定位性能损失。**

我们的解决方案：

- ✓ **自主研发的泛在信号环境感知装备**
- ✓ **基于感知压缩理论的定位算法**



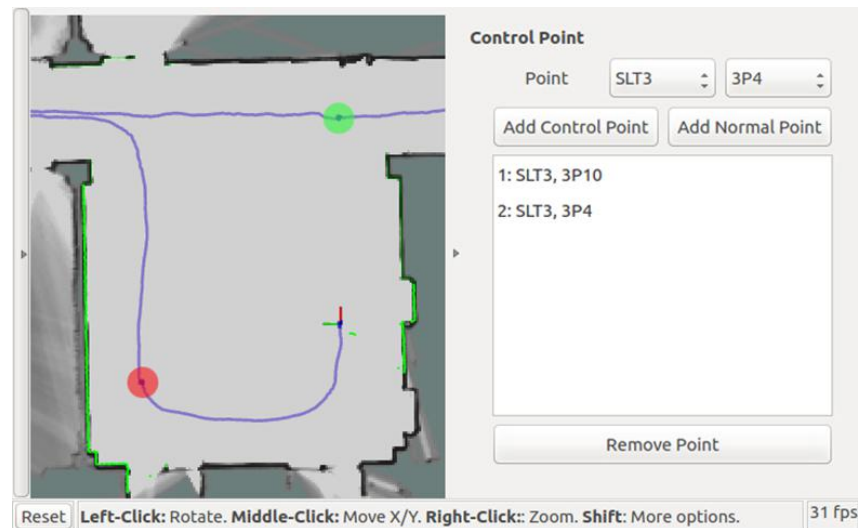
▶ 泛在信号环境感知装备

• 指纹动态采集

本设备在布置定位基础设施与定位信号源的大型场景中，通过环境感知能够快速采集室内定位信号动态指纹，并根据需要选定坐标系自动生成指纹库，比传统静态指纹数据采集**效率提高10倍。**



使用过程



采集过程

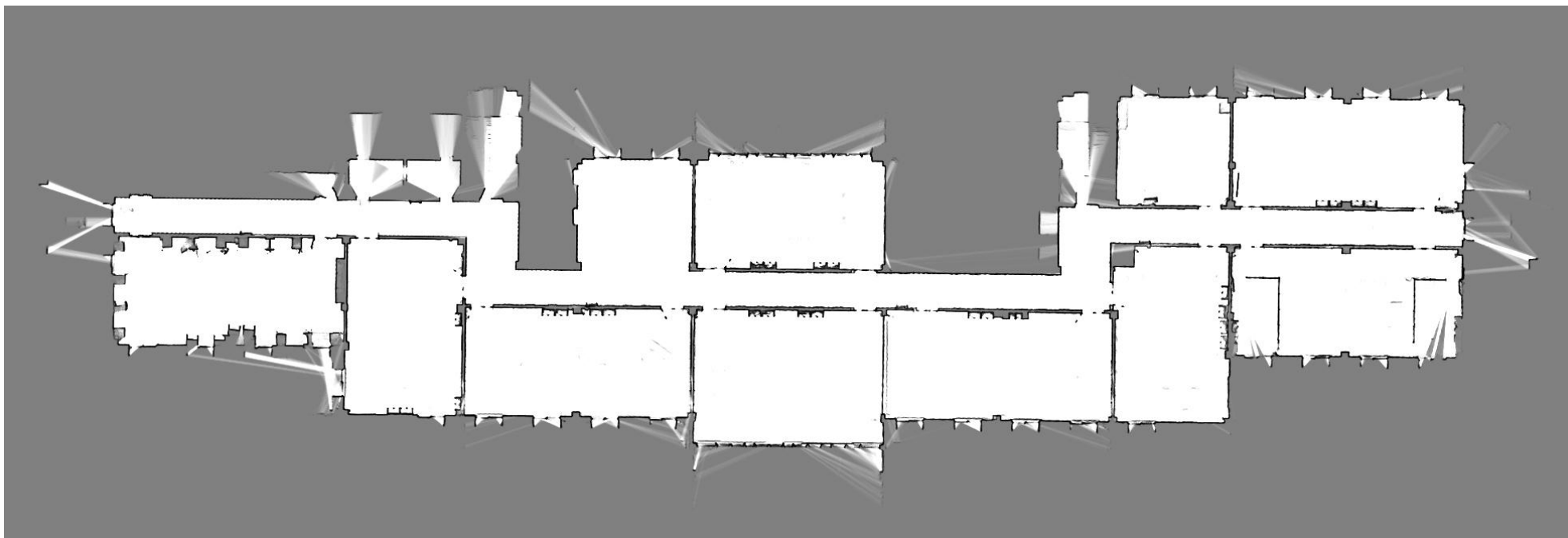
```
1 {
2   "Floor ID": "2",
3   "Building ID": "CeHuiYuan",
4   "FPscan": [
5     {
6       "APcount": 101,
7       "PosLong": "114.25973774207304",
8       "PosLatg": "30.59215802682994",
9       "Point": 1,
10      "Date": "2019-12-28 14:19:03;1577513943768",
11      "SlamY": "-0.02331500",
12      "BLEScanInfo": [
13        {
14          "Level": 81,
```

指纹库输出

▶ 泛在信号环境感知装备

• 室内空间地图输出

本设备通过激光扫描感知周围三维环境，在自身定位的基础上建造增量式地图，实现室内地图动态实时更新。输出地图为距离测量换算、面积计算和空间区域拓扑分析提供了基础数据。



空间地图输出

▶ 泛在信号环境感知定位算法

• 动态匹配定位

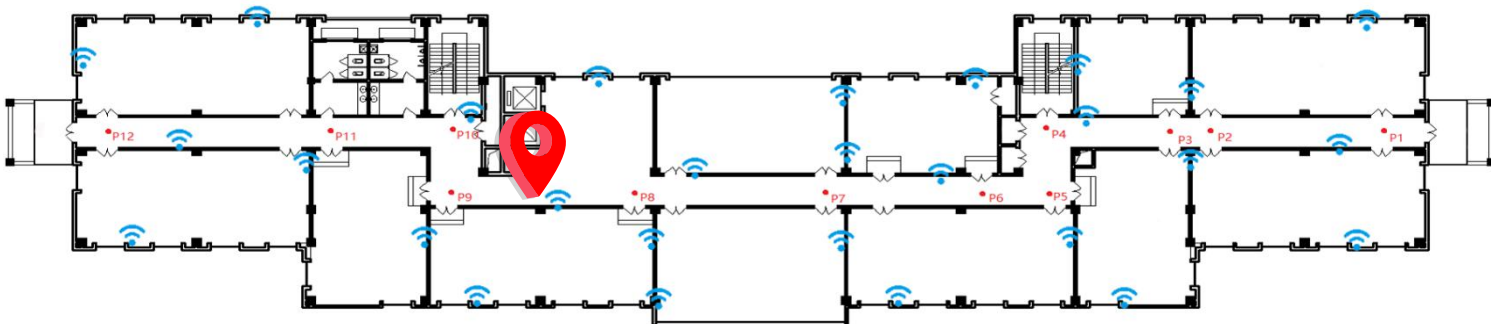
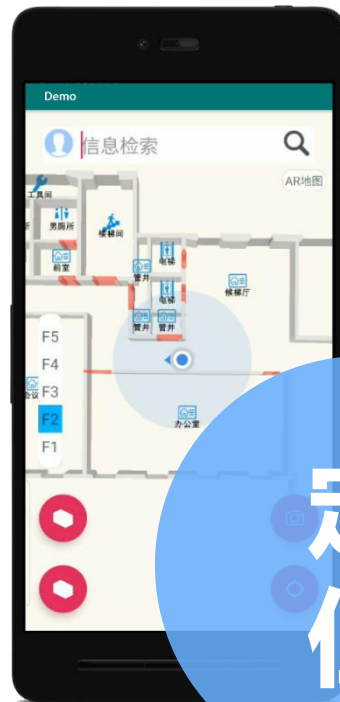
研究提出一套基于本设备移动环境感知的动态匹配定位方法，该方法能够**有效消除不同型号手机信号差异**对定位结果的影响，无需传统指纹匹配定位方法所要求的不同手机硬件标定操作即可快速完成定位。



标定

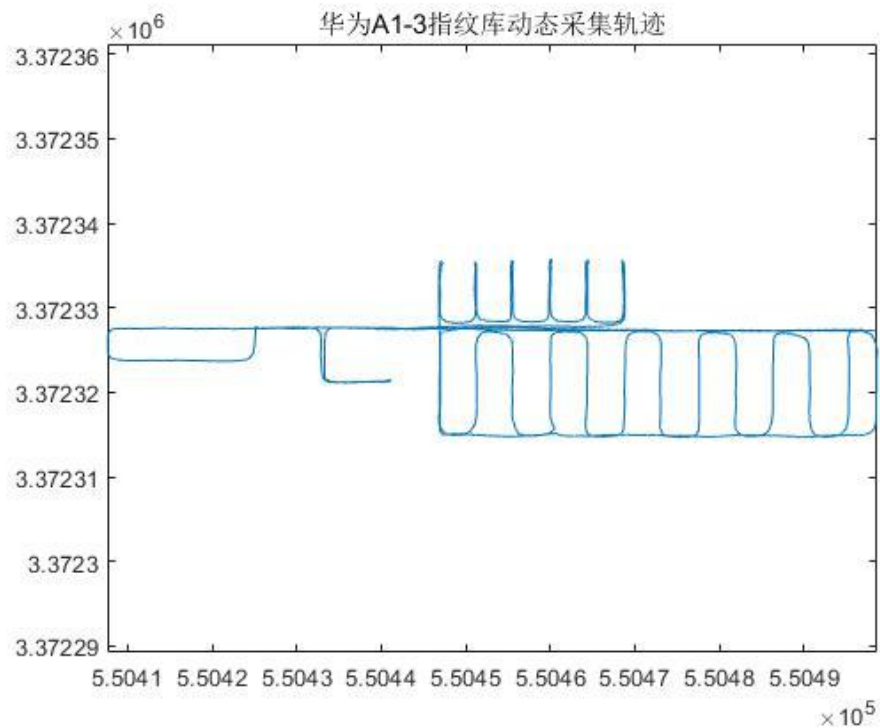
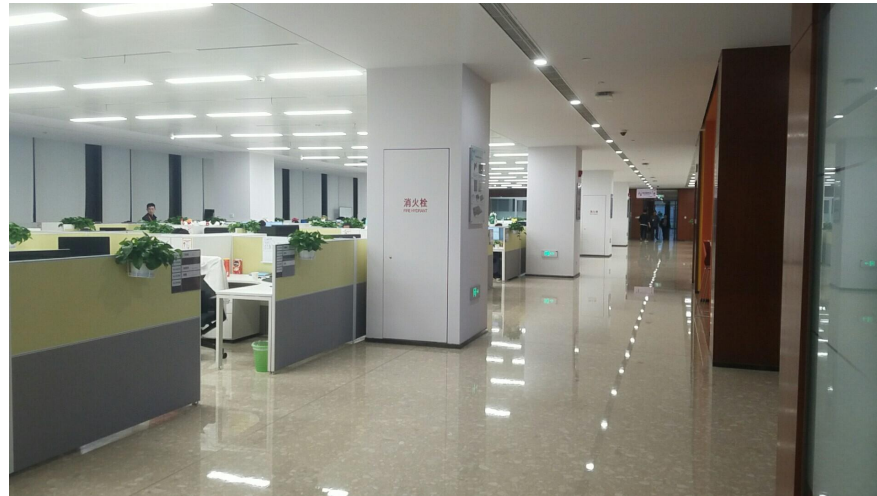


定位

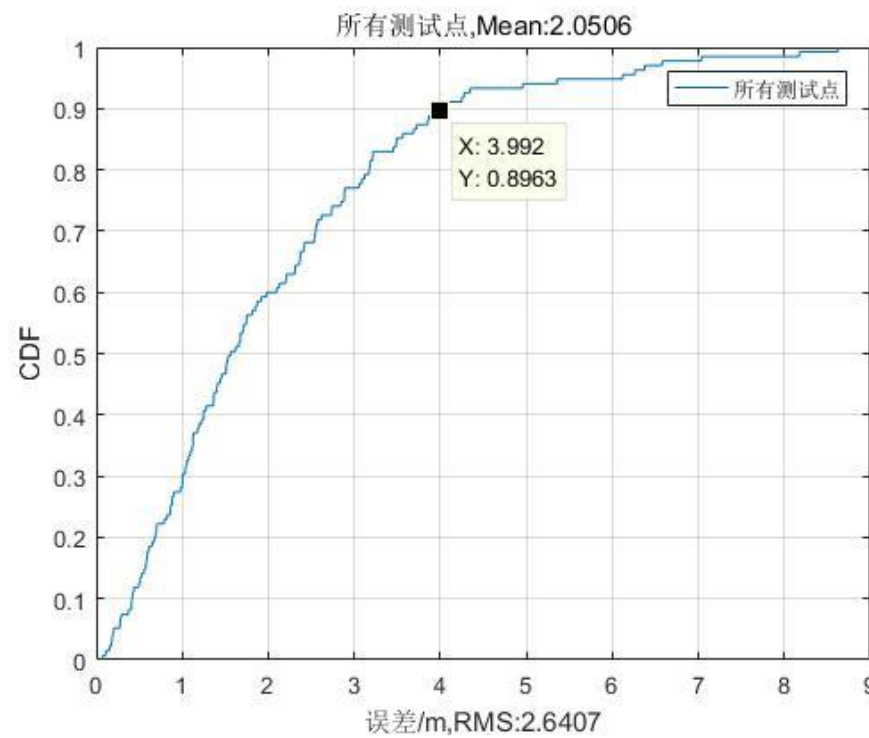


▶ 泛在信号环境感知定位精度

- 华为武汉办公室环境
- 利用办公室现有的WiFi信号的感知定位结果（未融合）



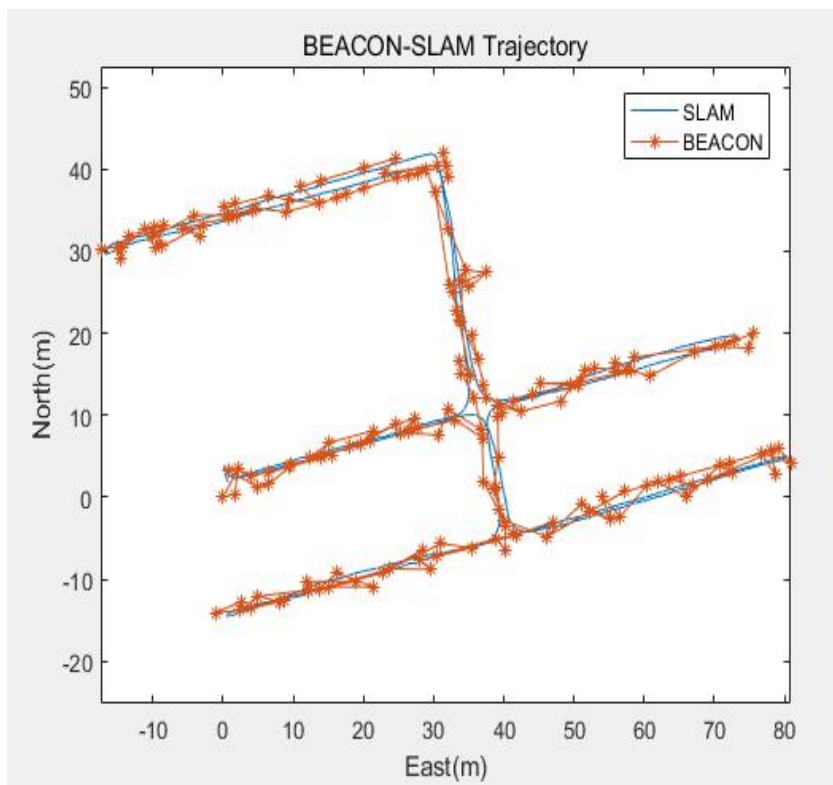
参考轨迹



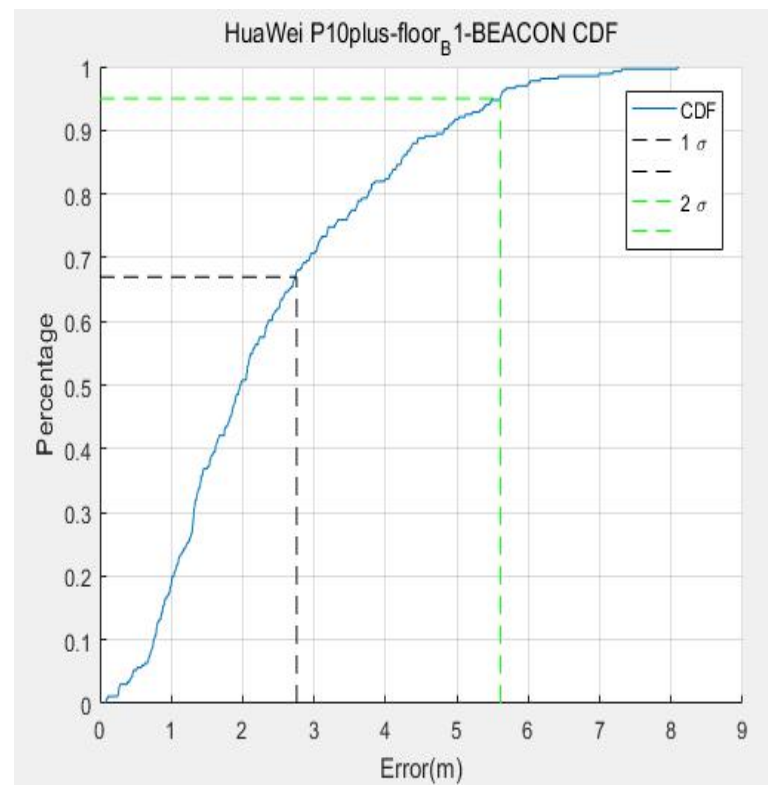
WiFi-Only定位精度

▶ 泛在信号环境感知定位精度

- 武汉市测绘院地下停车场
- 蓝牙Beacon信号感知定位结果（未融合）



定位效果



蓝牙-only感知定位精度

▶ 泛在信号环境感知定位Demo

- 手持设备Demo

- ✓ 连续动态跟踪位置参考 (10cm精度)
- ✓ 泛在信号环境感知动态数据采集
- ✓ 室内定位精度评定



/02

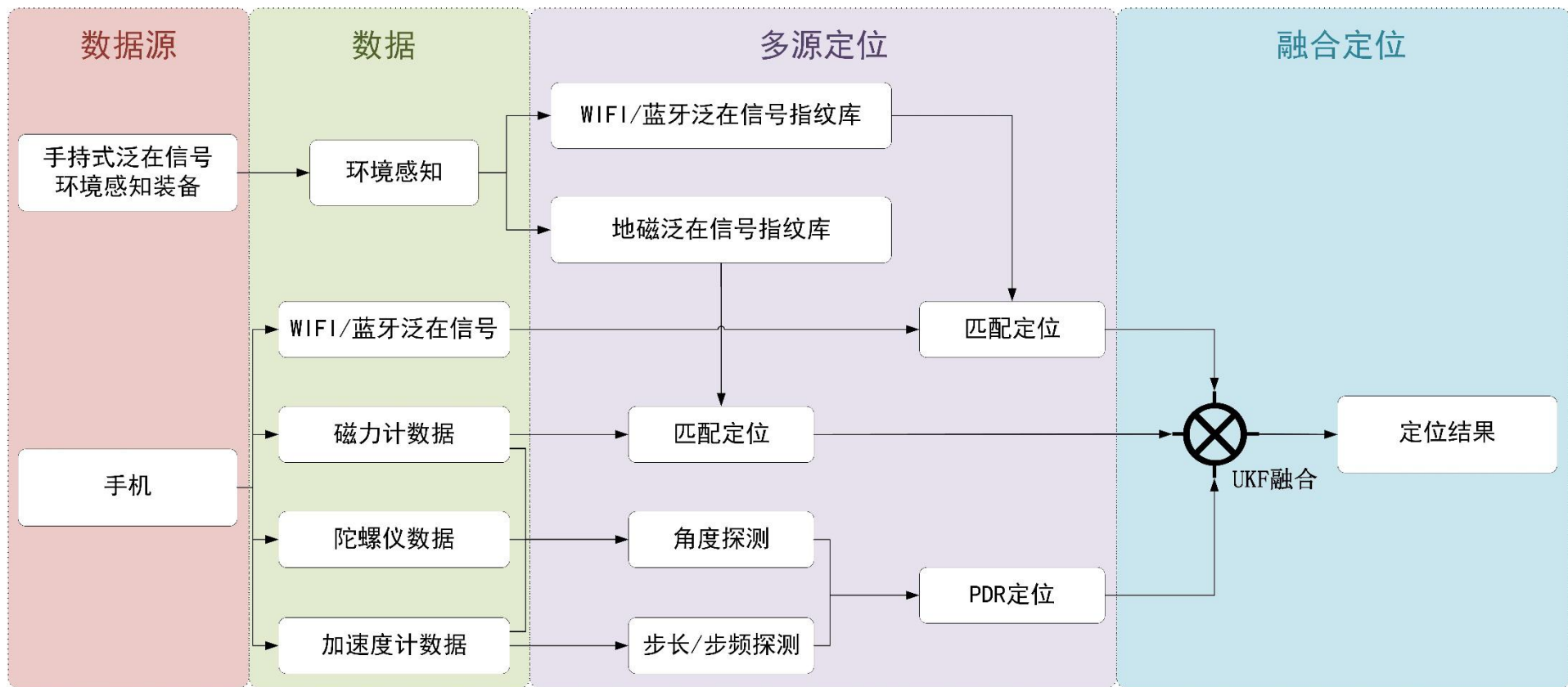
多源融合室内定位



多源融合室内定位

• 理论研究

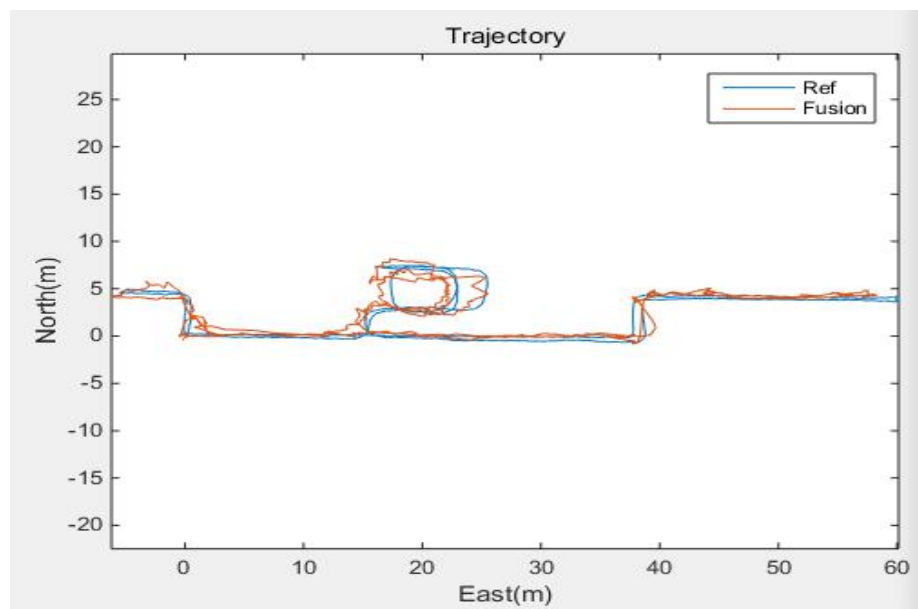
多源融合室内定位算法基于无迹卡尔曼滤波器（UKF），融合来自普遍存在的WIFI、蓝牙定位信息以及无时不有的PDR和地磁信息，基于行人和状态信息自适应调整滤波器参数，实时优化滤波器配置实现室内定位。



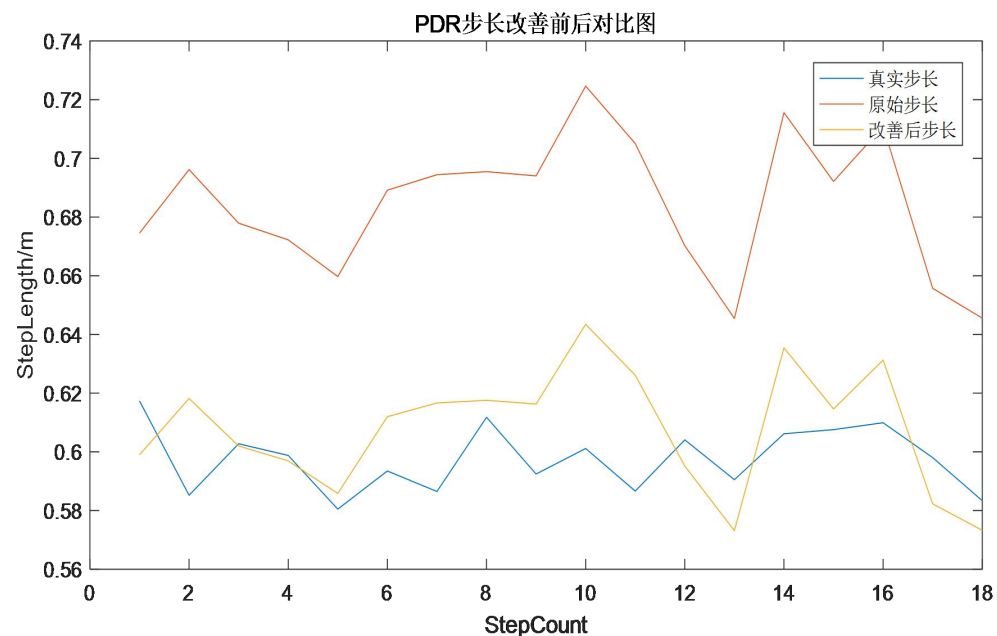
▶ 多源融合室内定位

• 实验效果

高精度基准控制条件下的融合定位精度为**0.5米**，仅使用环境泛在信号（无高精度控制基准）的定位精度约为2米（1 σ ），输出频率达到**20Hz**，优于最新的微软室内定位竞赛中采用类似方案的成绩最好的两只队伍的定位精度。同时，实现以加速度计、陀螺仪、磁力计等运动传感器为定位数据源，基于神经网络深度学习建立多姿态多场景模型探测行人步态、校正步长模型，行人航迹推算（PDR）达到**2%**估计误差精度。



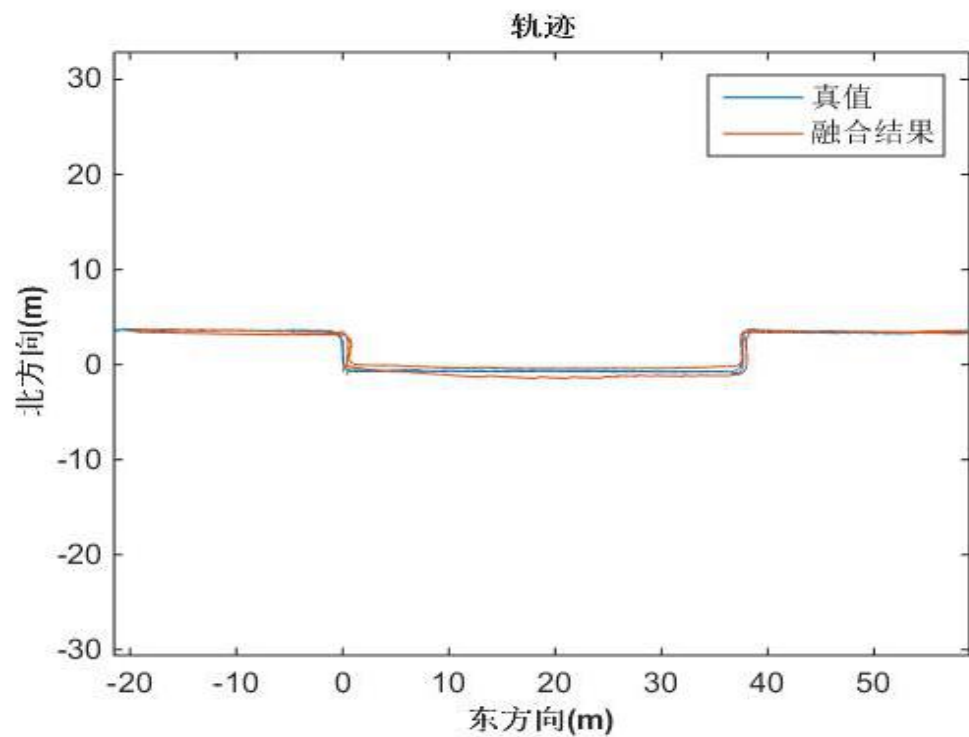
融合定位效果



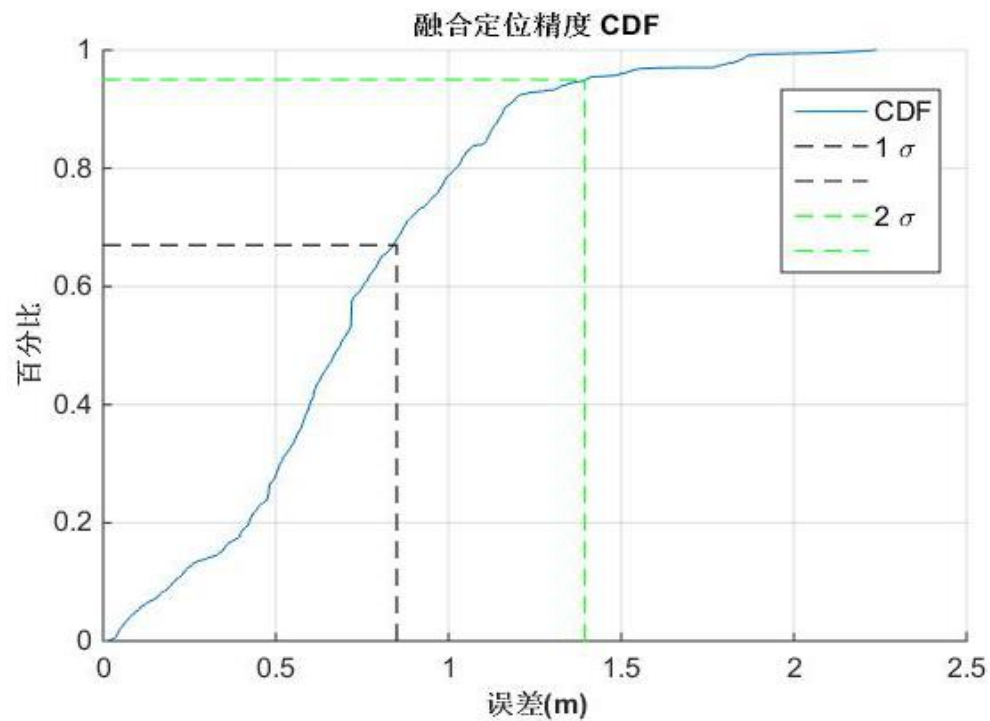
PDR步长校正

▶ 多源融合室内定位

- 融合定位精度图(WiFi+PDR)

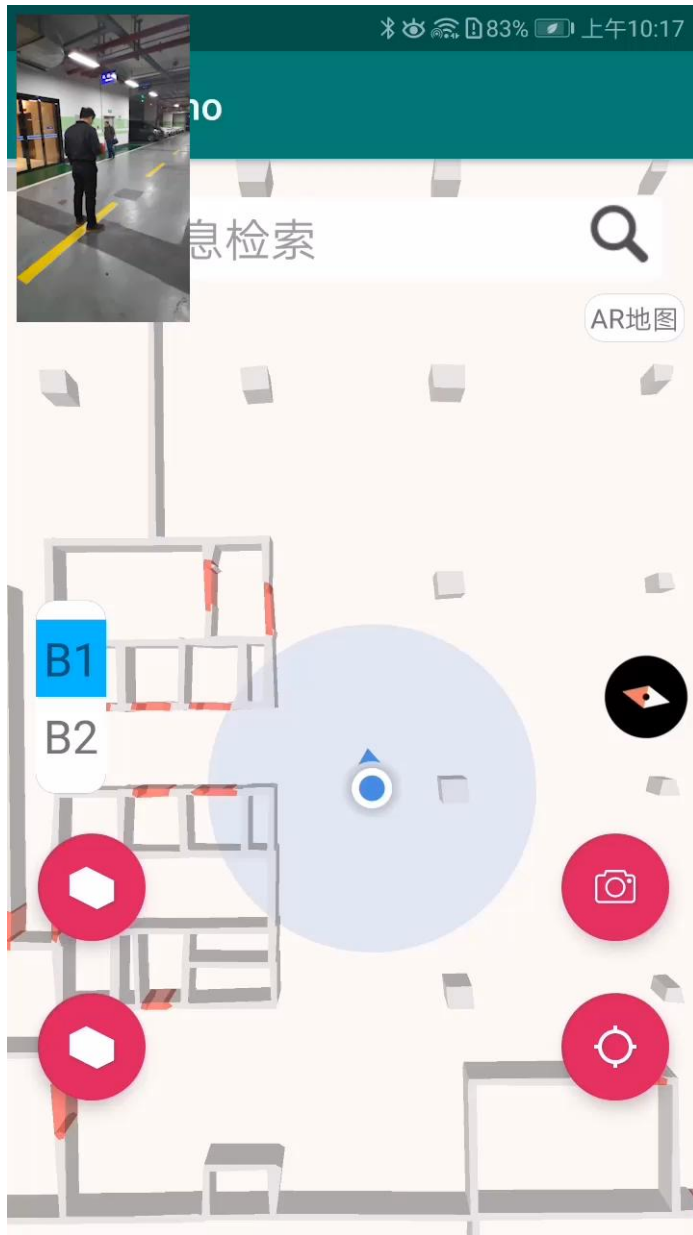


融合定位效果



融合定位精度

多源融合室内定位Demo



/03

应用列表





应用列表

序号	地点	应用场景
1	赣南医学院第一附属医院	医院智能引导
2	武汉依讯北斗公司办公室	办公场景
3	武汉遥感与空间信息技术研究院大楼	办公场景
4	武汉市十一医院	就医引导
5	武汉市测绘院	智能停车

技术小结

- 主要的技术方案采用WiFi/蓝牙无线电信号、IMU传感器等**手机内置的低成本传感器**，这些传感器是常见的，也很容易制作成专用的可穿戴定位标签；
- 主要的技术路线是**多源融合定位**，通过领先的自适应多源融合算法融合多种定位源，自主感知运动情景，达到较好的定位精度、可用性和广域覆盖连续定位；
- 本方案的特点是**低成本、高可用、满足应用需求的精度**。利用现有的WiFi信号等基础设施，自主研发定位基础数据采集装备，极大提高数据采集和维护效率，使得整体方案低成本、易于部署与维护，可用性高，适合面向手机应用的**海量用户和大范围覆盖**；
- 技术方案**成熟度**较高，具有**多种大型室内场景**的实地部署应用案例。

Thanks

