

无线信号感知与室内定位

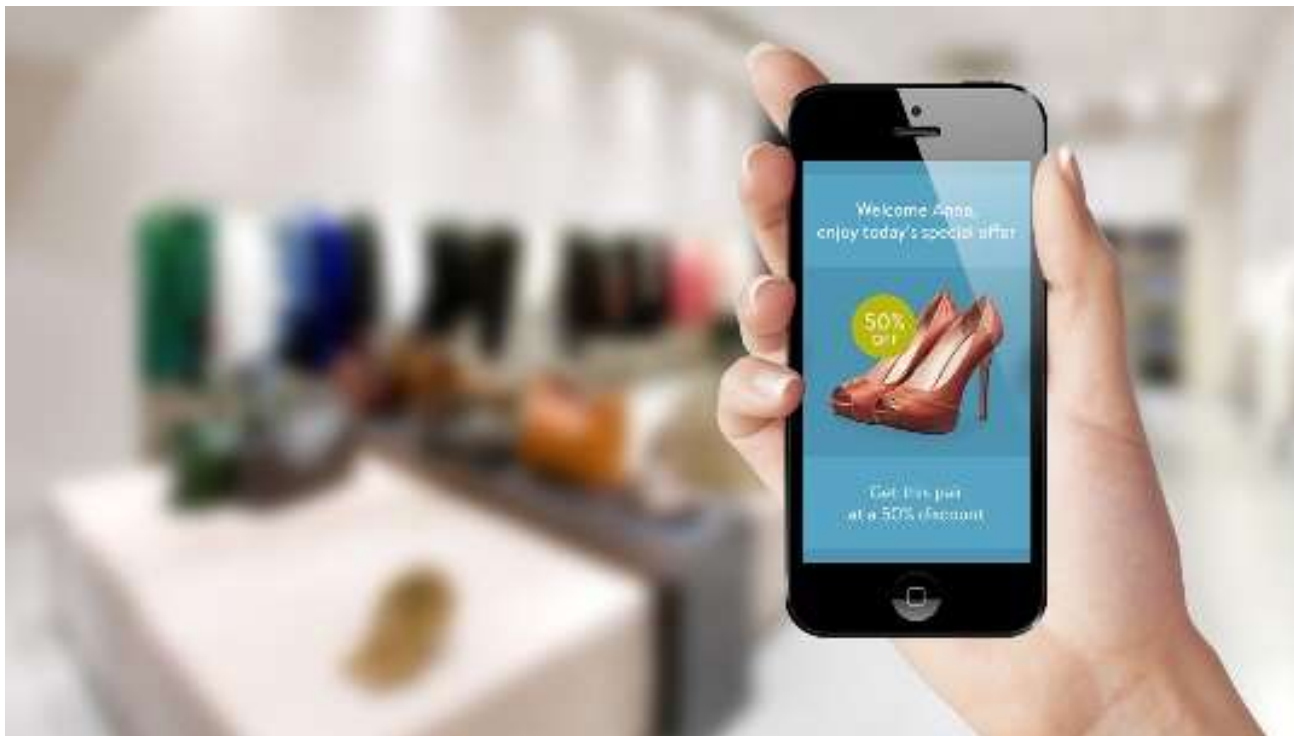


北京大学
计算机学院

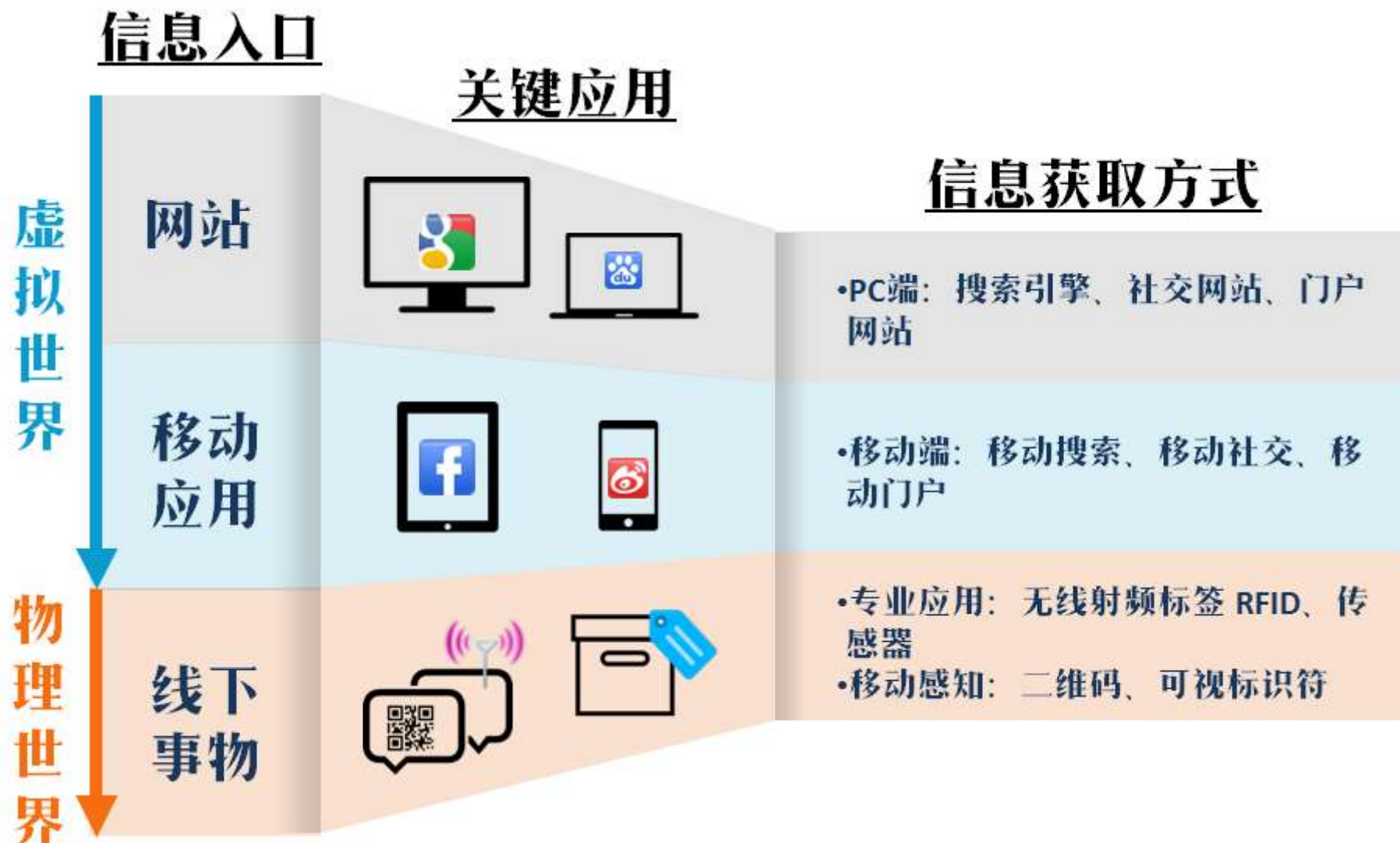
2022-04

Since 2000, 室内定位商业场景...

- Location based service (LBS)
- iBeacon
- iOS 室内定位数据库



从移动互联到万物互联：搜索、推荐到感知

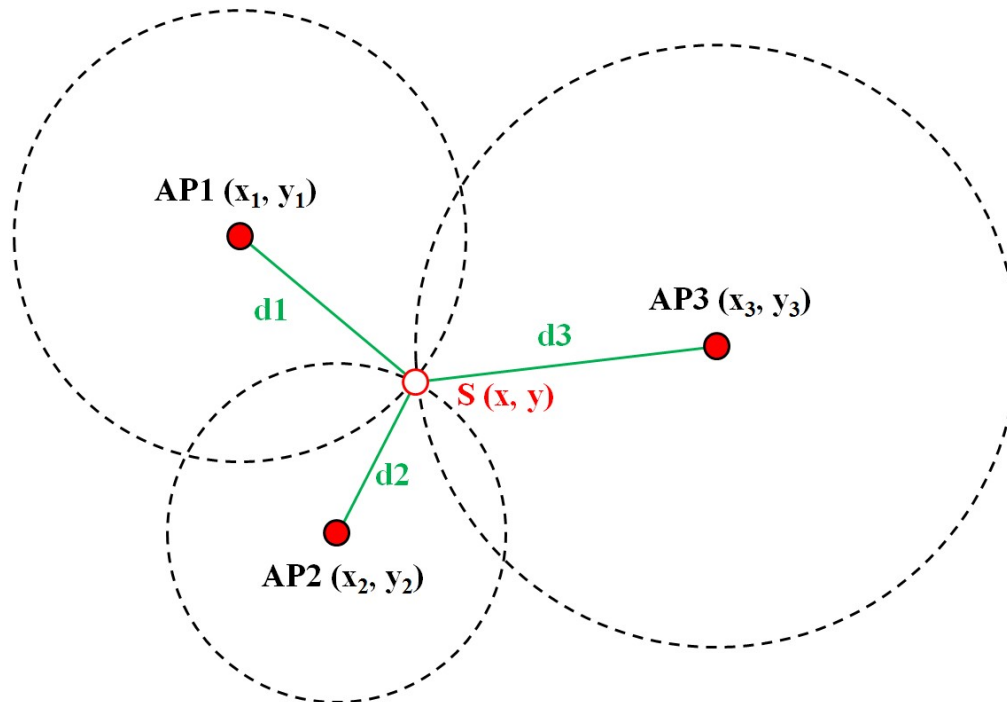


移动设备感知能力示意图

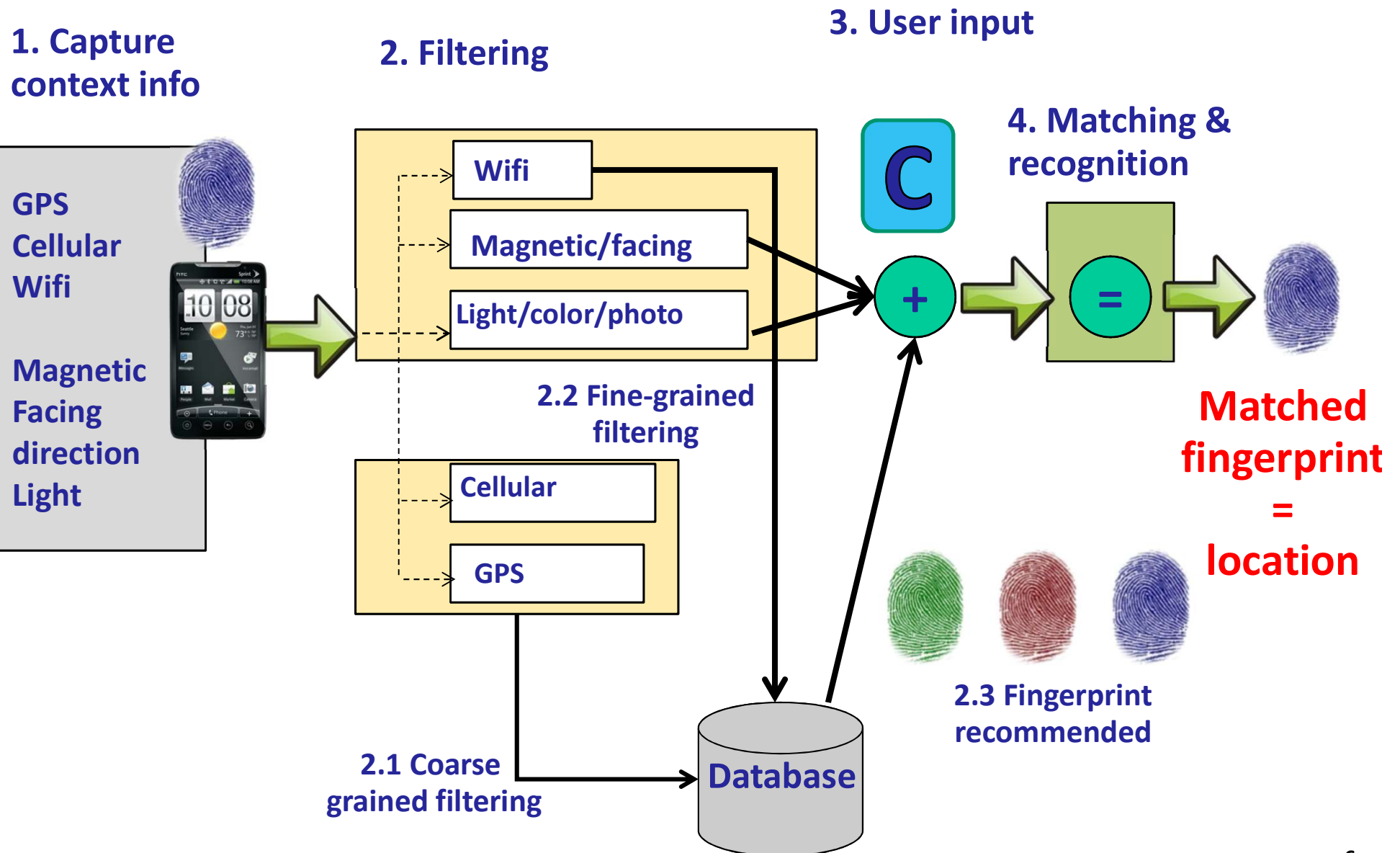
信息获取设备	所需传感器	信息获取技术与应用	限制条件
智能手机 	摄像头 	可视标签、字符码 	<ul style="list-style-type: none"> •受制于光线 •需近距离操作 •静态标签
	NFC芯片 	近场通信 	<ul style="list-style-type: none"> •需NFC芯片 •需近距离操作
	运动传感器 	动作识别 (摇一摇) 	<ul style="list-style-type: none"> •可识别动作较少
手环 手表 	无线接入 	与智能手机通信	<ul style="list-style-type: none"> •信息获取能力较弱
智能眼镜 	(深度)摄像头 	视觉识别、增强现实 	<ul style="list-style-type: none"> •价格昂贵 •信息获取能力类似于手机
智能头盔 			<ul style="list-style-type: none"> •价格昂贵 •未上市

三角定位方法（几何法）

- 输入：三个坐标，以及三段距离 $d1, d2, d3$
- 输出：位置坐标 $S(x, y)$



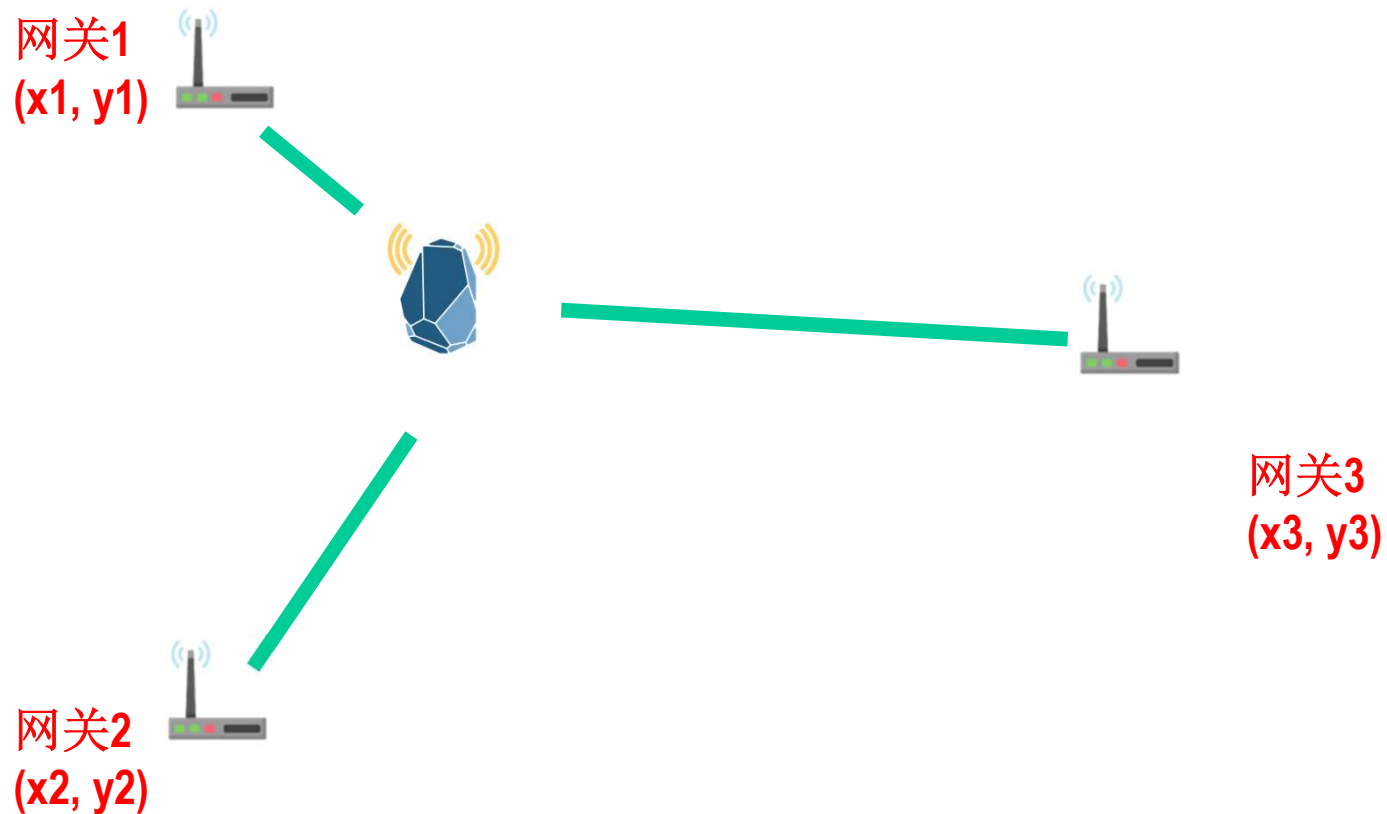
无线信号指纹定位法



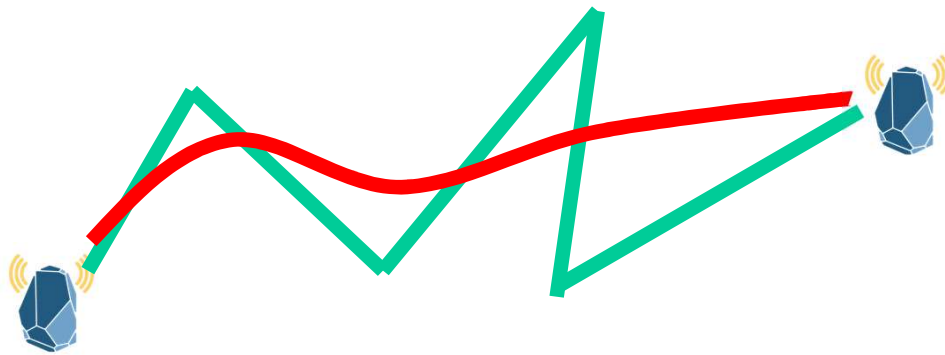
人员设备“无感”发现技术：蓝牙+WiFi感知

无感发现技术	可发现设备类型	安装环境	使用条件	注意事项
蓝牙信号感知 	手机; 电脑; 可穿戴设备; 	DC 5V供电; 网络连接; 充电宝大小	用户打开蓝牙	有的手机安卓系统（如华为）会自动关闭蓝牙
WiFi信号感知 	手机; 电脑; 	DC 5V供电; 网络连接; 充电宝大小	用户打开WiFi	可穿戴设备不支持WiFi

三角几何定位：计算某个mac地址设备的坐标



原始定位点连线→生成平滑的轨迹



异常处理4:

最简单就是滑动平均

往前+往后滑动2个点/3个点

每个时刻*i*的*x*和*y*坐标重新计算，
取滑动平均

$$x(i) = [x(i-2)+x(i-1)+x(i)+x(i+1)+x(i+2)]/5$$

$$y(i) = [y(i-2)+y(i-1)+y(i)+y(i+1)+y(i+2)]/5$$

多设备轨迹追踪

■ 设备轨迹追踪

- 给定多个用户设备ID或者MAC地址

■ 时间粒度可控

- 根据查询时间段长度，返回不同轨迹/位置粒度
- 10秒，30秒，60秒



navMesh轨迹约束



+ 轨迹平滑



+ 骨架约束



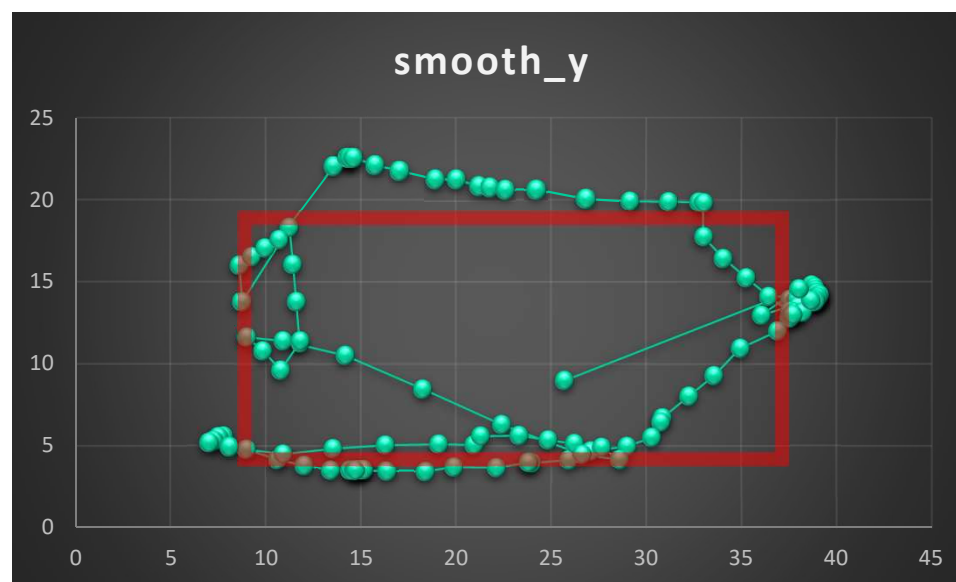
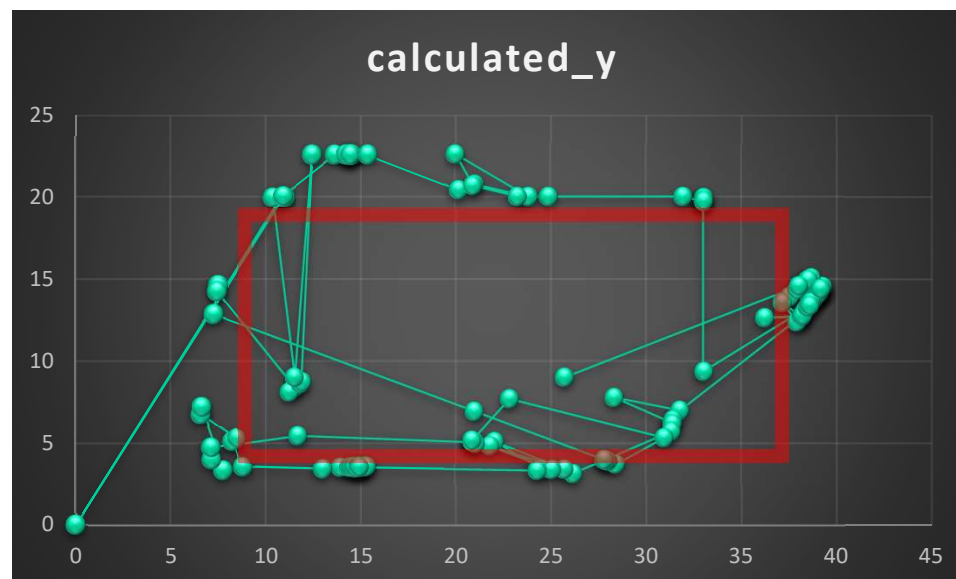
轨迹生成：定位点坐标连线、轨迹平滑

- 计算定位点
(坐标连线、右上图)

- 轨迹平滑
(右下图)

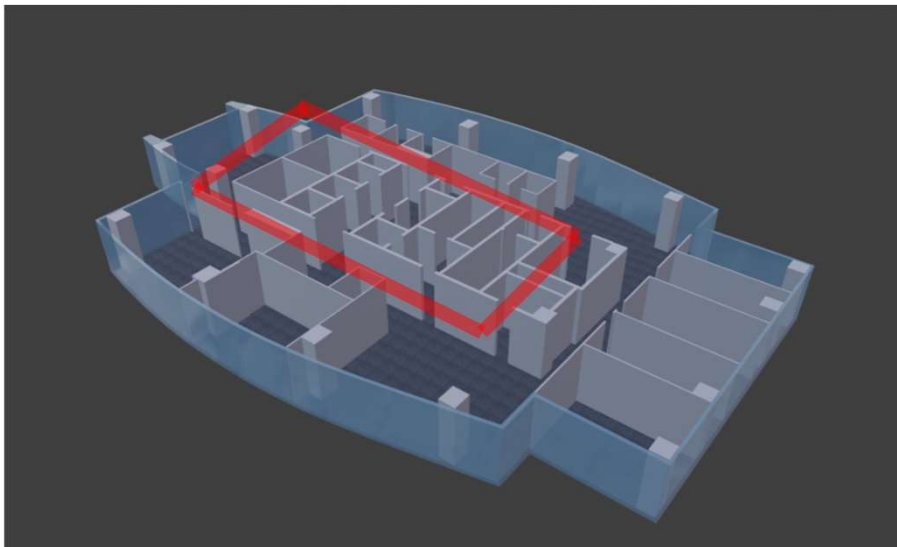
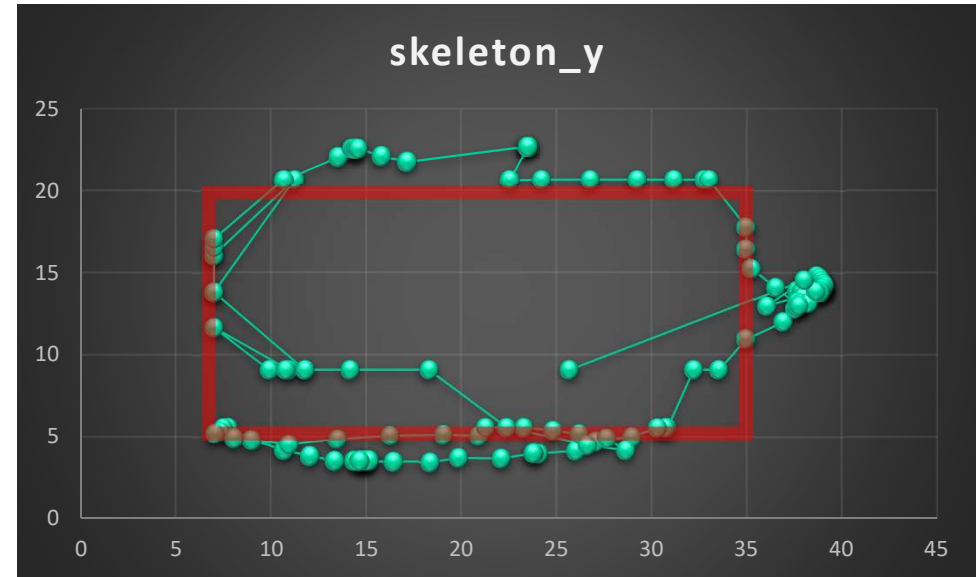
- 骨架道路约束

- 内部路由



轨迹生成：骨架道路约束、内部路由

- 定位点坐标连线
- 轨迹平滑
- 骨架道路约束 (右上图)
- 内部路由 (右下图)



室内定位与导航

- 设备位置监控 (右图)
- 实时轨迹生成 (下图)



实时轨迹生成



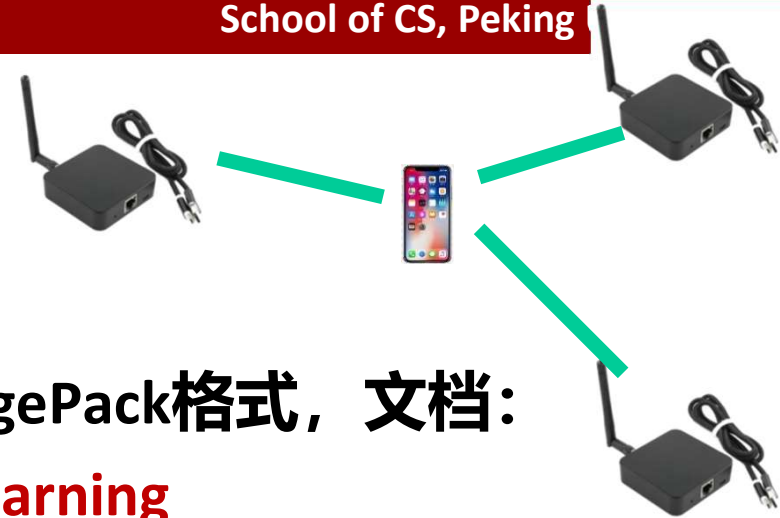
历史轨迹复现



Lab实现五个步骤

1. **读文档：蓝牙信号格式、wifi信号格式**
2. **搭建服务器，和数据库 MySQL**
3. **发送web请求，模拟采集蓝牙/wifi信号，发送到服务器**
4. **组长领取三台实验设备（无线网关），部署在室内环境，用无线网关设备采集蓝牙/wifi信号**
5. **用户手持蓝牙/wifi设备，服务器端计算手持设备位置**
6. **结果展示**

步骤1：读文档



- 蓝牙网关抓取的蓝牙信号，MessagePack格式，文档：
- <https://wiki.aprbrother.com/zh/#learning>
- 三台蓝牙网关 = 三台手机安装了BLE scanner app

```
00 12 3b 6a 1a 64 cf aa 02 01 06 1a ff 4c 00 02 15 b5 b1 82 c7 ea b1 49 88 aa 99 b5 c1 51 70 08
d9 00 01 cf 64 c5
```

Bytes	说明	示例
byte 1	advertising type, see the table below	00
byte 2 - 7	mac address for BLE device	12 3b 6a 1a 64 cf
byte 8	RSSI, minus 256 for real value	aa, $0xaa - 256 = -86$
byte 9 -	Advertisement data	02 01 06 1a ff 4c 00 02 15 b5 b1 82 c7 ea b1 49 88 aa 99 b5 c1 51 70 08 d9 00 01 cf 64 c5

步骤1：读文档

■ Wifi探针抓取的WiFi信号格式，JSON格式，文档：

数据格式为字符串 data=后面跟 json 字符串的数据（非纯 json 结构），解析时请先判断 Http post 的 content length，然后读取字符串，如下所示：

```
data={
    "id": "0010f377",    //嗅探器设备 id
    "mmac": "5e:cf:7f:10:f3:77", //嗅探器设备自身 WiFi mac
    "rate": "1", //发送频率
    "time": "Sat Jun 04 22:45:28 2016", //时间戳，采集到这些 mac 的时间
    "lat": "30.748093", //北半球，纬度
    "lon": "103.973083", //经度
    "mac": "9a:21:6a:7b:62:6a", //采集到的手机 mac 地址
    "rssi": "-30", //rssi，手机的信号强度，如 rssi=-75,则信号强度为-75dbm
    "range": "1.0", //手机距离嗅探器的测距距离字段，单位米
    "rssi1": "-31", "rssi2": "-32", "rssi3": "-33", "rssi4": "-34", //同一个周期内采集的同一个 mac 的信号强度，最多提供 5 个 rssi，供滤波算法使用
}
```



步骤5：手持设备定位

- **手持蓝牙设备 = 手机设置成ibeacon设备**
 - 蓝牙网关可以抓取手机设置成ibeacon的UUID
 - 三台蓝牙网关则可以定位
- **手持WiFi设备 = 手机连接附近的2.4G频段wifi热点/路由器**
 - WiFi网关/探针可以抓取手机连接附近热点所暴露的MAC地址
 - 三台WiFi网关/探针则可以定位

步骤6：结果展示

- 选取至少三个室内固定测试位置
- 手持设备在每个测试位置上，静止一段时间
- 计算定位位置，并且在网页中画出定位位置和测试位置，并显示误差

any
questions?

Thanks & 感谢观看