

# 基于微服务架构的室内导航系统

刘宜桐 梁路晞

南京工业大学浦江学院

DOI:10.12238/pe.v3i3.13599

**[摘要]** 本论文对基于微服务架构的室内导航系统展开研究。结果表明,该系统能够在复杂室内环境中提高定位的精确程度以及导航的效率,并且该系统通过运用Wi-Fi指纹定位技术,借助KNN算法、弗洛伊德最短路径算法以及行人航位推算技术来优化路径规划,以此提升导航的准确程度。具体而言,EasyAR达成3D实景导航,可提供直观的引导信息,YOLOv5算法用于车牌识别,优化停车场的导航流程。并且微服务架构可提高系统的模块化特性、可扩展性以及灵活性,方便后续进行优化以及功能的扩展。基于此,本文围绕该系统架构、核心技术、功能实现以及市场应用展开深入分析,同时探讨其未来的发展前景。

**[关键词]** 微服务架构; KNN算法; YOLOv5算法; 室内导航

**中图分类号:** TN965 **文献标识码:** A

## Indoor Navigation System Based on Microservice Architecture

Yitong Liu Luxi Liang

Pujiang Institute, Nanjing Tech University

**[Abstract]** This paper studies the indoor navigation system based on microservice architecture, which can improve the accuracy of positioning in complex indoor environment and improve the efficiency of navigation. The system uses Wi-Fi fingerprint positioning technology, and optimizes path planning with the help of information algorithm, Freud shortest path algorithm and pedestrian dead estimation technology. Improve navigation accuracy by doing so. EasyAR implements 3D real navigation, which can provide users with intuitive guidance information. YOLOv5 algorithm is used for license plate recognition, which can optimize the navigation process of the parking lot. Microservice architecture can improve the modular characteristics, scalability and flexibility of the system, which is convenient for the subsequent optimization of the system and conducive to the expansion of functions. This paper focuses on the system architecture, core technology, function realization and market application, and also discusses the future development prospect of this system.

**[Key words]** Microservice architecture; KNN algorithm; YOLOv5 algorithm; Indoor navigation

## 引言

城市化进程加快以及生活水平的提升,使得人们对于室内导航的需求逐渐增加。并且随着智能手机与移动互联网的普及,加上室内定位技术持续发展,室内导航系统已成为人们生活里不可缺少的一部分。

本研究基于微服务架构设计了一套室内导航系统,运用Wi-Fi指纹定位技术,利用KNN算法、弗洛伊德最短路径算法以及行人航位推算技术来优化导航路径,以此提高定位精度与导航效率。系统集成EasyAR实现3D实景导航,并且结合YOLOv5目标检测算法开展车牌识别,提高停车场导航功能。微服务架构的引入提高了系统的模块化、可扩展性与灵活性,让其可适应不同场景的需求,支持后续的优化和升级。

## 1 相关技术与理论基础

### 1.1 室内定位技术

#### 1.1.1 Wi-Fi指纹定位原理

Wi-Fi指纹定位是基于信号特征匹配的室内定位技术,借助测量无线信号强度以对设备所处位置加以估算,该系统于目标区域的多个参考点处采集Wi-Fi信号强度,构建指纹数据库,其中每个参考点均存储着自身的地理坐标以及与之对应的RSSI特征向量,用户设备会实时扫描周围的Wi-Fi信号,并把这些信号与数据库里的指纹信息进行匹配,计算当前所在位置<sup>[1]</sup>。

通过数据采集模块构建指纹数据库,采用ArrayList<KNND ata>数据结构从数据库提取指纹信息。在接收到当前未知位置的Wi-Fi信号强度后,通过doPost()方法进行处理,利用disCal()方法计算这一位置与指纹库中各数据点的欧式距离,以此作为评估相似性的依据。通过knnCal()方法对所有欧式距离进行排

序,选取前K个最近邻的指纹坐标,进而通过求平均值的方法估算出当前实际位置。

### 1.1.2 K最近邻算法

K最近邻算法作为一种常见的分类方式,会考察一个样本周边最相近的K个样本的特征来判定该样本应属于哪一类别,如果一个新采集到的样本,其周边K个“邻居”大多属于某一类别,那么这个新样本大概率也就属于此类,在Wi-Fi定位系统里,可将每个接入点(AP)所接收到的信号强度视为一个向量,假定为 $[h_1, h_2, \dots, h_n]$ 。在前期构建指纹数据库时,需选取M个参考位置点,并记录下它们各自的信号强度向量,记为 $[h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{in}]$ ,其中, $i=1,2, \dots, M$ 当需要对一个未知位置进行定位时,系统会检测当前接收到的信号强度 $h=[h_1, h_2, \dots, h_n]$ ,将其与指纹库中的参考点进行比对,计算其与每个参考点的距离来判断位置。距离的计算一般使用下列公式:

$$D_i = \sqrt[q]{\sum_{j=1}^N (h_i - h_{ij})^q}$$

$D_i$ 表示未知点与第i个参考点之间的距离,N是AP的数量, $h_i$ 是当前检测到的第i个AP的信号强度,而 $h_{ij}$ 是第i个参考点处该AP的信号强度。实际使用中,往往会取 $q=2$ ,也就是欧几里得距离,这样定位效果较为稳定。距离公式变为:

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^N (h_i - h_{ij})^2}, i=1,2, \dots, M$$

从所有参考点中选出距离最近的K个,把它们作为判断依据。然后根据这K个点的位置坐标,取平均值来估算当前的位置:

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K (x_i, y_i)$$

## 1.2 路径规划方法

### 1.2.1 弗洛伊德算法

弗洛伊德算法作为一种多源最短路径计算方法,其有简洁且经典的特性,在整个系统运行过程中,室内定位组件负责确定起点位置,而用户则借助交互输入的方式设定终点,Android应用借助Twaiting()函数,将起点以及终点的坐标信息传输至服务器端,服务器端借助doPost()函数接收这些数据并进行初始化操作,采用矩阵结构来存储各个节点之间的距离信息。服务器调用floyMethod()函数执行弗洛伊德算法,生成最佳路径规划,路径详情经由getList()函数回传给Android客户端,客户端创建PathView对象,用于展示规划的路径。

### 1.2.2 行人航位推算算法

本研究的系统设计中,我们采用ArrayList<KNNDATA>数据结构从数据库提取指纹信息,并在doPost()方法中接收初始位置的Wi-Fi信号强度。利用disCal()函数计算当前位置与指纹数据库中样本的欧式距离,以此作为衡量匹配程度的依据。knnCal()

方法对这些距离进行排序,选取前K个最接近的指纹坐标,并通过中值算法估算起点的精确位置。在定位过程中,我们借助加速度传感器的回调函数Step()估算步数,以及方向传感器的回调函数Orient()获取行走方向。通过下列公式来计算当前的位置信息,从而实现行人航位推算。

$$\begin{cases} x_n = x_{n-1} + d * \cos a \\ y_n = y_{n-1} + d * \sin a \end{cases}, (n > 1)$$

## 1.3 AR导航技术

EasyAR作为一款增强现实开发工具,支持2D及3D实景导航功能。在摄像头获取实时画面后,EasyAR可于3D空间中投影虚拟路线、目标位置标记等各类信息,使得用户可以直观地感受到立体导航指引<sup>[2]</sup>。结合Wi-Fi定位以及路径规划算法,可提供更为直观且精准的引导,提升用户体验以及导航效率。

## 1.4 车牌识别技术

本系统主要使用YOLOv5算法达成车牌识别功能。YOLOv5综合了两种不同的CSP组件,CSP把特征图分成两个子路径,分别进行处理后融合,提高了特征表达及计算效率,组件CBS用于把输入特征图划分成两部分,并且在其中一部分上开展卷积操作。主干网络采用CSP1\_X组件,而Neck段采用CSP2\_X组件,这里的X代表残差组件的数量,借助运用两个不同的CSP组件,可融合残差,提升模型的表达能力,另外使用的SPPF是一种空间金字塔池化融合结构,用于获取不同尺度的上下文信息。它对输入特征图进行多尺度的池化操作,然后将池化后的特征融合到一起<sup>[3]</sup>。

## 1.5 微服务架构

本系统运用微服务架构,将室内导航功能模块化处理,实现定位、路径规划、导航渲染、用户管理以及数据分析等多项独立服务。定位微服务负责Wi-Fi指纹匹配与坐标计算任务,路径规划微服务借助弗洛伊德算法来计算最优路线,导航渲染微服务运用EasyAR生成2D/3D实景导航界面,用户管理微服务处理用户账户、权限以及交互数据,数据分析微服务整合导航数据,用以优化系统性能与用户体验。

## 2 系统框架与设计

### 2.1 B/S三层架构

系统采用B/S(Browser/Server)三层架构,主要包括表示层、业务层和数据库层,如图2-1所示。

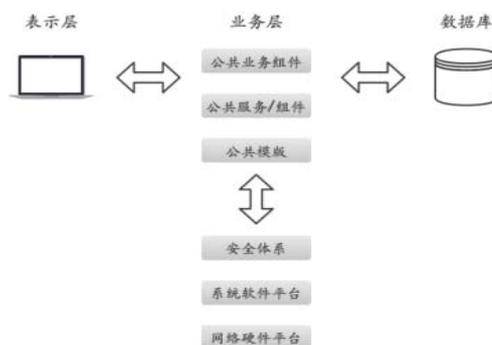


图2-1 系统体系框架图

## 2.2 Wi-Fi指纹定位架构

Wi-Fi指纹定位采用基站与数据采集设备,通过数据传输单元,将定位数据传输至业务层,系统计算用户位置,并结合位置指纹对比,提高定位精度。最终计算结果由微服务框架进行调度,并推送至客户端进行展示,如图2-2所示。

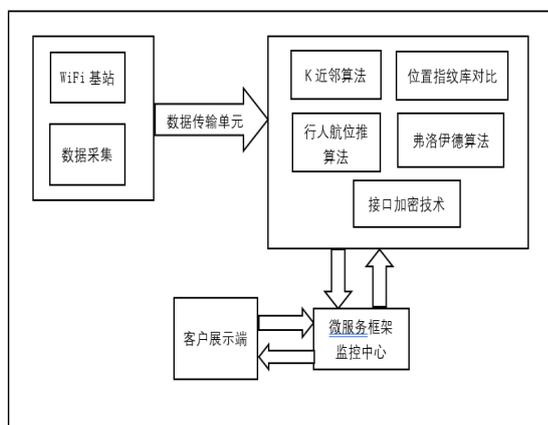


图2-2 Wi-Fi指纹定位框架图

## 3 系统实现

### 3.1 Web端功能

Web端是整个系统的管理和数据交互中心,提供用户管理、停车场管理、车辆信息管理功能。用户通过Web端登录页面进行身份验证,管理员可对用户信息进行管理,如图3-1所示。

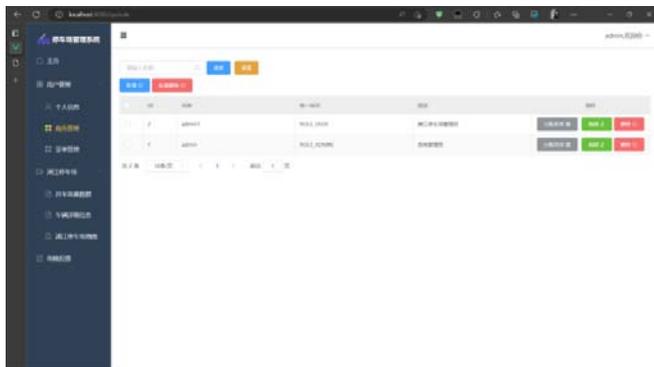


图3-1 角色管理界面

停车场地图界面实时展示车位占用情况,用户可查询可用车位,管理者可监控整体车流量,如图3-2所示。

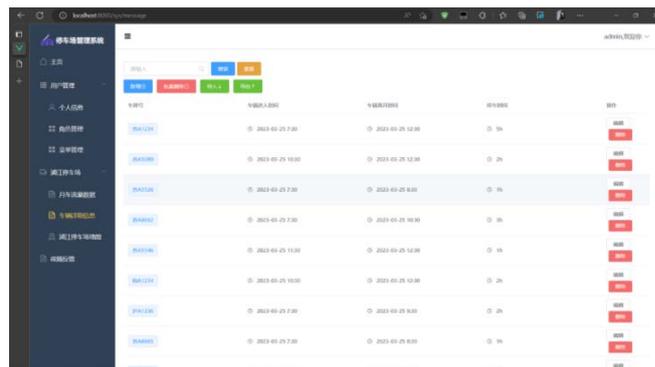


图3-2 车辆管理界面

### 3.2 数据库与服务器架构

该系统运用MySQL来存储用户信息、车辆数据以及停车记录等内容。服务器采用云端部署模式,并结合负载均衡策略,保障在高并发访问情况下系统可稳定运行。

## 4 结语

本文介绍了基于微服务架构的室内导航系统的设计、实现以及优化改进情况,围绕Wi-Fi指纹定位与KNN算法、弗洛伊德路径规划、EasyAR实景导航以及YOLOv5车牌识别等技术层面展开了讨论。结果表明,基于微服务架构所进行的设计提升了系统的模块化程度与灵活性。未来需要强化多数据源融合、实时动态环境适应能力以及智能决策算法的应用,会促使室内导航系统达成更高精度、更广覆盖范围和更优质的用户体验。

### 【基金项目】

浦江学院2024年大创项目《基于微服务架构的室内导航系统》;项目编号: PJ202413905088。

### 【参考文献】

- [1]柳鑫.基于WiFi指纹的室内定位算法研究与实现[D].南京信息工程大学,2024.
- [2]陈宁凡,何成,钟璐,等.增强现实室内导览系统应用设计[J].科技视界,2022,(28):28-30.
- [3]张裕松,毛跃辉,梁博,等.基于改进的YOLOv5人体目标检测算法研究及应用[J].家电科技,2023,(S1):115-121.

### 作者简介:

刘宜桐(2005--),男,辽宁大连人,本科,研究方向:微服务架构、室内定位。