

# 基于 LBS 的停车位共享平台设计

史 伟,张青云,李 帅

(辽宁工业大学 电子与信息工程学院,辽宁 锦州 121001)

**摘 要:**城市停车难问题越来越突出,而小区等场所仍闲置大量车位没有被充分利用,因此造成了有车无位,有位空留的矛盾状况。为解决供求矛盾,合理调度可共享的停车位资源,文中提出一个基于共享经济的停车位共享平台。该平台将硬件与软件相结合,在硬件方面,设计出了一款停车地锁,达到智能看守停车位的效果;在软件方面,采用室内定位算法、协同过滤车位推荐算法及车辆预测算法,实现对停车位的智能化管理。该共享平台的设计基于 LBS(位置服务)定位技术,以共享经济为设计理念,旨在实现停车位的精准定位及路线导航,为需要停车位的用户提供可利用的车位资源,节约寻找时间。该共享平台既能解决城市停车难问题,又能在一定程度上缓解交通压力,使城市资源得到充分利用。

**关键词:**停车位共享;LBS 定位;推荐算法;预测算法;共享经济

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2019)11-0149-05

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.030

## Design of Sharing Platform for Parking Spaces Based on LBS

SHI Wei,ZHANG Qing-yun,LI Shuai

(School of Electronics and Information Engineering,Liaoning University of Technology,Jinzhou 121001,China)

**Abstract:**The difficulty of parking in cities is becoming more and more prominent,and a large number of parking spaces in residential areas are still not fully utilized,so there is a contradiction between cars and parking spaces. In order to solve the contradiction between supply and demand and reasonably arrange the shared parking space resources,we propose a parking space sharing platform based on the sharing economy. The platform combines the design of hardware with software. In hardware,a parking lock is designed to achieve the effect of intelligent guarding parking space. In software,the indoor positioning algorithm,the collaborative filtering algorithm and the vehicle prediction algorithm are used to realize the intelligent management of parking space. The design of the shared platform is based on LBS(location-based service) technology. Taking the sharing economy as the design concept,we aim to realize the precise positioning and the route navigation of the parking space,so as to provide the available parking space resources for the users who need the parking space and save searching time for them. The shared platform can not only solve the problem of parking difficulty and alleviate traffic pressure to a certain extent,but also make full use of the urban resources.

**Key words:**sharing parking space;LBS;recommendation algorithm;prediction algorithm;sharing economy

## 0 引言

随着经济和社会的发展,私家车的数量急剧增长,然而城市停车位数量却增长缓慢,造成停车位供不应求,停车位难找的情况时有发生。此外,一些车主的违章停车行为严重影响了正常的交通秩序,使得城市停车难<sup>[1]</sup>的问题愈加严峻。停车位受到城市空间和地理位置的限制,现已趋于饱和,但由于停车锁和停车位的位置过于分散等原因,大量分布于城市中的私人停车位无法得到有效利用<sup>[2]</sup>。因此,亟需一种管理方法来集中管理空闲分散的停车位,以解决一方面没地方

停车,另一方面空闲的私人停车位不能被充分利用的矛盾问题。

现在市面上有很多停车相关的软件,例如:停车宝、ETCP 停车、慧停车+、无忧停车等等。这些软件大多数是基于 LBS 定位技术<sup>[3]</sup>的服务软件,将互联网与停车场端相结合<sup>[4]</sup>,为用户提供方便,但同时也具有一定的局限性。这些软件只针对各地的停车场进行开发,用户使用软件只能查找周边的停车场,对于私人闲置的停车位并无涉及。对此,部分学者顺应如今火热的共享经济<sup>[5]</sup>潮流并结合车位资源紧缺的现状,提出

收稿日期:2018-11-12

修回日期:2019-03-12

网络出版时间:2019-06-27

基金项目:国家自然科学基金(61802161);辽宁省自然科学基金(20170540434)

作者简介:史 伟(1978-),女,硕士,实验师,研究方向为物联网技术与应用。

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190627.1054.008.html>

了私人车位共享模式<sup>[6-7]</sup>。文中在现有共享模型的基础上设计出了基于 LBS 的停车位共享平台。该平台将商家车位、停车场、私家车位汇集为一体,为车主寻找空闲车位,打破车主找不到车位而车位闲置的窘境,实现最大程度的双赢,并收获巨大的经济效益。

1 总体设计

基于 LBS 的停车位共享平台由用户端和停车场端两部分组成。在硬件方面,主要包括智能地锁的各个组成硬件,实现看守车位的功能;在软件方面,使用定位算法<sup>[8-10]</sup>、协同过滤推荐算法<sup>[11-12]</sup>和车位预测算法<sup>[13-15]</sup>对用户的停车时间、出车时间和车位预定等信息进行智能化管理,达到停车位共享的效果。

1.1 体系结构

平台的体系结构如图 1 所示。

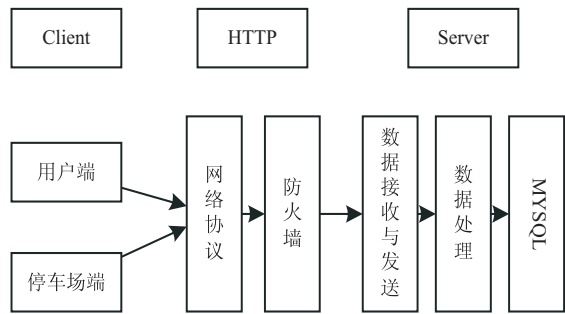


图 1 体系结构

软件 Server 包含数据接收和发送、数据缓存、数据处理及数据库四部分。平台通过 JSP 编写数据接口,实现数据的接收及发送,同时为了缓解数据库读取压力,加入了数据缓存模块和缓冲数据<sup>[16]</sup>,然后根据用户的需求对数据库进行操作,调取相关数据。在 Client 中,软件基于 Android 系统开发,实现软件的相关功能,Server 与 Client 通过 http 协议进行通信。

1.2 系统逻辑

在图 2 所示的系统逻辑图中,软件由数据库资源层、应用集成层、展示层及服务层四部分组成。

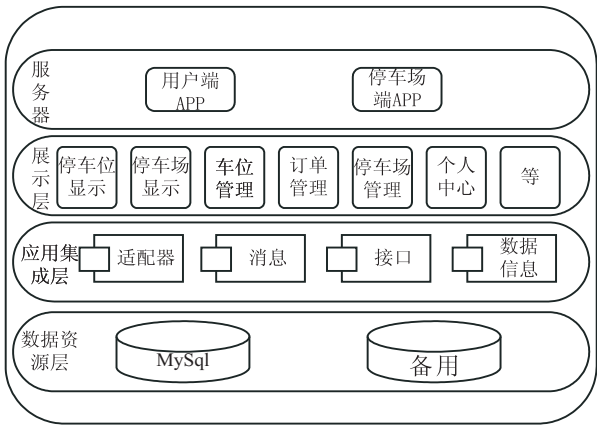


图 2 系统逻辑

数据资源层包括两个数据库,其中一个为备用数据库,以保证数据的安全性。应用集成层则包含适配器、消息、接口及数据信息。展示层包含平台拥有的相关功能。服务层则为用户端 APP 和停车场端 APP。

2 系统硬件设计

智能地锁为平台的重要组成部分,可在无人看守的情况下看守车位,同时也为共享车位提供了基础,如图 3 所示。

结构原理图

- 1.摇臂组件
- 2.控制组件
- 3.开关组件
- 4.分离组件
- 5.动力组件
- 6.报警组件
- 7.天线组件
- 8.电池组件
- 9.轴承组件

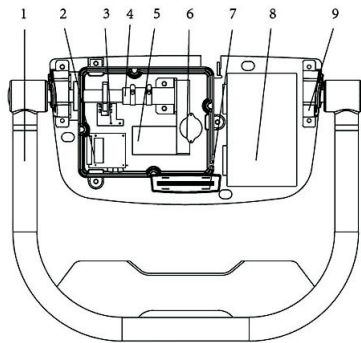


图 3 停车地锁结构

智能地锁硬件由摇臂组件、控制组件、开关组件、分离组件、动力组件、报警组件、天线组件、电池组件及轴承组件九部分组成。地锁外壳上印有地锁唯一标识的二维码,使地锁与相关车位的车主账户相关联。当预约车位成功后,扫描地锁上的二维码,即可解除地锁,平台开始自动计时。智能地锁控制组件包含联网模块,实时与平台进行相关的数据传输。

3 软件设计

3.1 系统流程

通过调查问卷确定了平台的主体框架,将车位共享划分为按时收费和按次收费两种经营模式,拥有闲置车位的用户根据自己的实际情况将闲置车位以其中一种模式把相关信息发布于平台,需要车位的用户在平台上查找自己心仪的停车地点。平台针对停车难问题开发,着力于解决闲置车位资源浪费的现状,为需要车位的用户提供一个找车位的平台。平台由移动端 APP 和智能地锁组成,用户通过移动端 APP 发布、寻找停车位。预约成功后,到达车位地点,扫描智能地锁上的二维码即可解除地锁,计时停车。平台有效地促进了私人资源和公共资源的合理分配,部分解决了政府难以应对公共车位供不应求的现状。平台分为四个部分:找车位、找停车场、发布车位及发布停车场,其流程如图 4 所示。

3.2 算法设计

3.2.1 室内定位算法

三边测量法<sup>[9]</sup>(trilateration)原理如图 5 所示,已

知  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个锚节点的位置坐标分别为  $(x_a, x_a)$ ， $(x_b, x_b)$ ， $(x_c, x_c)$ ，它们到目标节点  $D$  的距离分别为  $d_a$ ， $d_b$ ， $d_c$ ，假设目标节点  $D$  的坐标为  $(x, y)$ 。

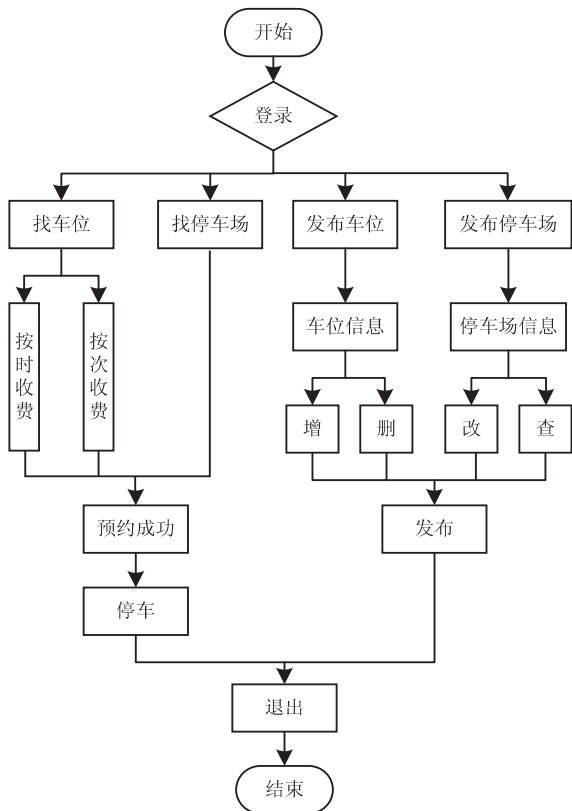


图 4 系统流程

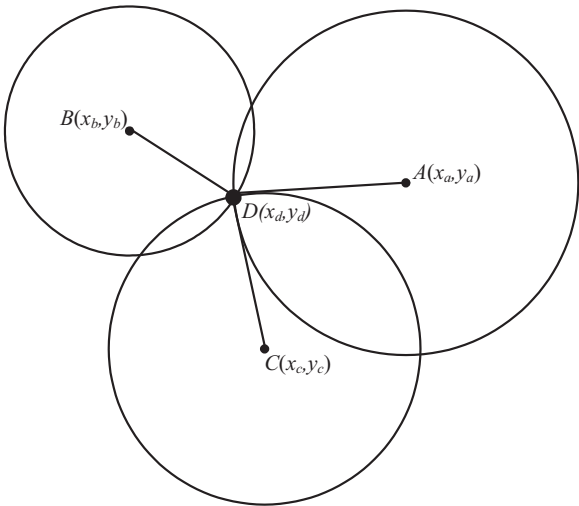


图 5 三边测量法

那么存在下列公式：

$$\begin{cases} \sqrt{(x-x_a)^2+(y-y_a)^2}=d_a \\ \sqrt{(x-x_b)^2+(y-y_b)^2}=d_b \\ \sqrt{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}=d_c \end{cases} \quad (1)$$

由式 1 可得  $D$  点的坐标为：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 2(x_a-x_c)2(y_a-y_c) \\ 2(x_b-x_c)2(y_b-y_c) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_a^2-x_c^2+y_a^2-y_c^2+d_c^2-d_a^2 \\ x_b^2-x_c^2+y_b^2-y_c^2+d_c^2-d_b^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

对此可以准确地计算出目标点的位置坐标,在 GPS 较弱的建筑内使用该定位能最大程度地定位车辆及车位的位置,方便用户使用。

### 3.2.2 协同过滤车位推荐算法

当用户在搜索空闲车位时,平台利用协同过滤推荐算法<sup>[12]</sup>并结合用户的历史订单情况和当时所在位置,为用户推荐最近、最适合的停车场及停车位。

协同过滤车位推荐算法如下：

(1)表示:在基于用户的协同过滤推荐算法的推荐系统中,输入的数据通常被表示为  $R_{m \times n}$  矩阵形式,  $m$  表示用户数量,  $n$  表示项目数量,  $R_{i,j}$  则表示第  $i$  个用户对第  $j$  个项目的评估值。评估值可以是用户的偏好(喜欢/不喜欢)或消费(购买/未购买)状态,表示为二进制的 0 或 1,也可以是用户对项目的等级评价,表示为十进制的 0~9 十个等级。

(2)形成邻居:基于用户的协同过滤推荐算法的核心思想是为需要推荐服务的用户寻找偏好度相似的“最近邻居”集(nearest-neighbor)。“最近邻居”集是根据不同用户的兴趣点偏好相似程度来进行排序的,如:根据用户  $n$  产生一个“最近邻居”集  $N = \{N_1, N_2, \dots, N_s\}$ ,其中用户  $n$  不属于集合  $N$ ,  $N_1$  到  $N_s$  按照降序排列。

图 6 为形成邻居的概念图。该图示意了最近邻居的形成过程:利用欧几里得距离公式计算目标用户 6 与其他用户之间的相似度,以用户 6 为中心,选择相似度最大的  $k=5$  个用户作为用户 6 的最近邻居。用户之间的相似度还可以使用 Pearson 距离、余弦相似度和 Jaccard 相似度等方法进行计算。

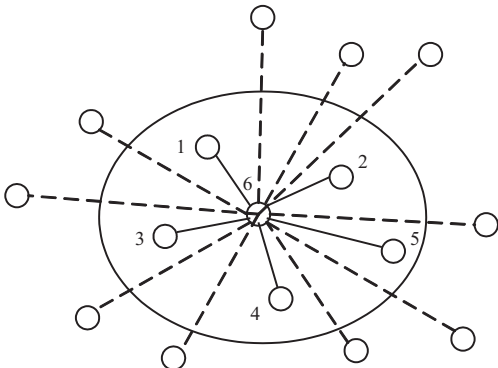


图 6 形成邻居的概念图

确定邻居用户有两种方法:一是预先确定一个相似性阈值,将计算后的相似性与阈值进行比较,若相似性大于阈值,则该用户可以作为目标用户的邻居用户,

若小于,则反之;二是预先确定一个邻居数  $N$ ,选取相关性较大的前  $N$  个用户作为目标用户的邻居用户。

(3)产生推荐:根据目标用户的“最近邻居”集,可以计算出两类结果:用户对其他项目的兴趣程度的预测值,以及以 TopN 形式进行推荐的推荐集。

### 3.2.3 车辆预测算法

车辆预测算法的数据基础为停车场多日的停车记录,以小时为单位统计停车场的停车状况。该算法以 k-means 聚类算法<sup>[15]</sup>为基础进行了相应的改进。k-means 聚类算法首先在包含  $n$  个数据对象的数据集  $A$  中随机选择  $k$  个对象,每个对象代表一个初始聚类质心。平台需对停车场未来七个小时的车辆情况进行预测,即  $k$  取值为 7。对于除去质心的其余  $n - k$  个对象,根据该对象和每个聚类质心之间的距离,将其分配到与之最相近的聚类集群中。然后,通过计算得出每个聚类的新质心。重复以上过程,直到标准函数收敛为止。计算时,通常采用平方误差准则函数(squared-error criterion)作为标准函数,即

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} |p - m|^2 \tag{3}$$

其中,  $E$  是数据集  $A$  中所有对象的误差平方和;  $p$  是数据集  $A$  中的一个数据对象;  $m$  是聚类  $C$  的质心,即

$$m_i = \frac{\sum_{q \in C_i} q}{\|C_i\|} \tag{4}$$

k-means 聚类算法步骤如下:

(1)从数据集  $A$  中随机选择  $k$  个对象作为聚类的初始质心,记为  $C_1, C_2, \dots, C_k$ ;

(2)计算其余各个对象到质心的距离,将其分配到与之最相近的聚类集群中。每个聚类集群用其中所有对象的均值来表示,最相近的聚类集群是指该点与聚类质心的距离最小。对于每个数据对象  $V_i$ ,找出与它距离最小的质心  $C_j$ ,将  $V_i$  分配到第  $j$  组;

(3)将所有的数据对象都分配到与之相对应的聚类中,然后重新计算每个聚类的质心  $C_j$ ;

(4)重复执行步骤 2 和步骤 3,直到标准函数收敛为止。

通过 k-means 聚类算法的计算,即可根据该停车场多日的停车状况进行统计分析,估算出未来几小时的车辆停留情况,停车场管理员可以根据预测做出相关的防范措施。

### 3.3 用户端

用户端由找停车位、找停车场、发布车位及个人中心四部分组成,如图 7 所示。

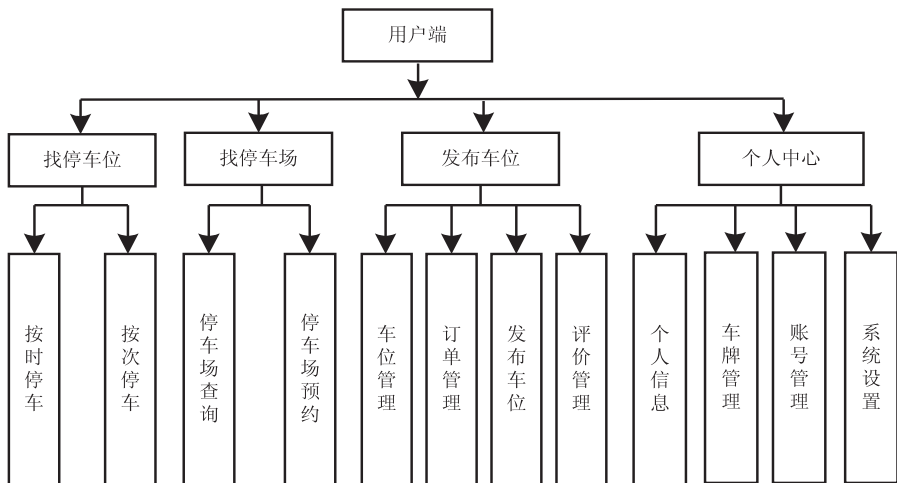


图 7 用户端功能

在找停车位部分中,有按时收费和按次收费两种模式。按时收费需由下单的用户填写预计的到达时间并支付一小时的车位押金,支付成功后软件提供相应的订单二维码。预定后十五分钟内可以免费取消订单;十五分钟至半小时,取消订单则需扣除押金的一半;预定半小时后用户不能取消订单。预定时间一小时后,如果车辆仍没有到达车位,则车位变为开放状态,其他用户可以预定。按次收费则需用户预约时支付全部费用,软件提供停车二维码。车位开始时间十五分钟前可以免费取消订单,之后则不能取消订单。找停车场则包括停车场查询和停车场预约两部分。查

找心仪的停车场,填写相应的信息预约停车场,软件提供停车二维码,入库时向停车场管理员提供二维码。发布车位中,拥有闲置车位的用户可以将自己的车位发布在平台上,供需要车位的用户查看。用户可以管理自己的车位情况、查看订单信息、发布车位等。发布停车场中,停车场管理员可以管理停车场的相关信息,对相关数据进行增删改查操作。个人中心中用户可以更改个人信息、管理车牌、更改系统设置等。

### 3.4 停车场端

停车场端由信息管理、信息查询、数据统计和个人中心四部分组成,如图 8 所示。



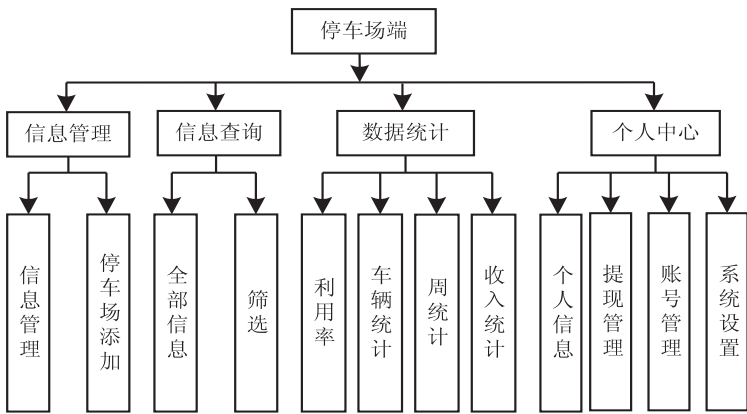


图 8 停车场端功能

信息管理包含车位信息管理和停车场的添加删除功能,停车场管理员可以对停车场进行相关的信息管理。信息查询中停车场管理员可以查看历史车辆的相关信息,例如车牌、停车时间、费用等,同时也可以查看停车场内车辆的相关信息。数据统计则是对停车场的各项数据的统计,其中包括停车场利用率、车辆统计、周统计及收入统计等。个人中心中,停车场管理员可以更改个人的相关信息、更改软件的相关设置等。

3.5 软件界面

用户端主界面能够适应手机屏幕,除包括四个日常地图操作按钮和个人中心几大功能模块外,在地图下方提供找停车场、找车位两个功能按钮。

用户端的个人中心界面包括用户管理及商家管理两部分,用户及商家可以在该界面管理自己的车位订单。同时软件提供更改个人信息的功能,并可更改软件设置及反馈软件的相关问题。

4 结束语

在共享经济的背景下,对传统停车模式进行创新,设计了基于 LBS 的停车位共享平台,实现了车位利用率的最大化。采用 LBS 定位技术,同时结合车位推荐算法、车位预测算法及 k-means 数据统计算法,使用户能在最短的时间内找到自己心仪的停车地点。并从平台内部进行相关的优化,给用户带来更好的使用体验。同时结合平台开发了一款智能地锁,实现看守车位的功能。该平台的设计有助于解决停车难问题,缓解交通压力。

参考文献:

[1] HOSSEINI A,POURAHMAD A,TAEED A,et al. Renewal strategies and neighborhood participation on urban blight [J]. International Journal of Sustainable Built Environment, 2017,6(1):113-121.

[2] CHAO Lei,OUYANG Yanfeng. 智能城市停车管理的动态

预约和定价研究[J]. 城市规划学刊,2017(5):124-125.

[3] 陈泽伟,张海涛. LBS 连续查询的匿名序列规则挖掘方法研究[J]. 计算机技术与发展,2017,27(6):124-129.

[4] 康正宁,周振华. 试论“互联网+停车”模式[J]. 上海经济研究,2017(3):115-122.

[5] 刘  珍,汤  云.“互联网+”环境下共享经济的发展研究[J]. 现代商贸工业,2018(35):20-21.

[6] 姚恩建,张正超,张嘉霖,等. 居住区共享泊位资源配置模型及算法[J]. 交通运输系统工程与信息,2017,17(2):160-167.

[7] 薛  蕾,蒋朝惠. 基于 ESB 的智慧城市共享平台设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2013,23(3):218-222.

[8] 张美燕,蔡文郁,周丽萍. 无线 Zigbee 传感网 RSSI 定位技术研究[J]. 计算机技术与发展,2014,24(10):238-240.

[9] NI L,LIU Yunhao,LAU Y C,et al. LANDMARC: indoor location sensing using active RFID[J]. Wireless Networks, 2004,10(6):701-710.

[10] 李方敏,张  韬,刘  凯,等. 基于距离测量和位置指纹的室内定位方法研究[J]. 计算机学报,2019,42(2):339-350.

[11] 张朝恒,何小卫,陈勇兵. 基于社交网络信息的协同过滤推荐算法[J]. 计算机技术与发展,2017,27(12):28-34.

[12] 马宏伟,张光卫,李  鹏. 协同过滤推荐算法综述[J]. 小型微型计算机系统,2009,30(7):1282-1288.

[13] 杨月平,王  箭. 基于 k-匿名的多源数据融合算法研究[J]. 计算机技术与发展,2017,27(5):102-107.

[14] 熊开玲,彭俊杰,杨晓飞,等. 基于核密度估计的 K-means 聚类优化[J]. 计算机技术与发展,2017,27(2):1-5.

[15] BLUM A,DWORK C,MCSHERRY F,et al. Practical privacy: the sulq framework [C]//Proceedings of the twenty-fourth ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on principles of database system. [s. l.]:ACM,2005:128-138.

[16] KOPONEN T,CHAWLA M,CHUN B G,et al. A data-oriented (and beyond) network architecture [J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review,2007,37(4):181-192.