



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107605219 B

(45)授权公告日 2019.05.10

(21)申请号 201710791726.5

(22)申请日 2017.09.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107605219 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(73)专利权人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

(72)发明人 陈江平 包文韬 刘亚奇

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 魏波

(51)Int.Cl.
E04H 6/42(2006.01)

(56)对比文件

- CN 106781623 A,2017.05.31,
- CN 105301558 A,2016.02.03,
- CN 204250041 U,2015.04.08,
- CN 106781656 A,2017.05.31,
- CN 104408968 A,2015.03.11,
- CN 105554878 A,2016.05.04,
- CN 105702085 A,2016.06.22,
- CN 105737833 A,2016.07.06,
- CN 106162868 A,2016.11.23,
- CN 107107919 A,2017.08.29,

审查员 于娜

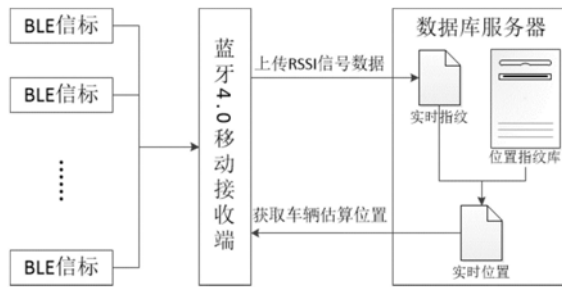
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统及方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统及方法,系统包括BLE信标、服务器、车载智能终端、移动智能终端;本发明首先根据车载智能终端实时获取服务器提供的停车场统计数据,形成室内引导提示驶入选定的楼层。然后利用BLE指纹定位技术,快速获取并引导车辆到达距离最近的空车位。最后,车载移动终端根据雷达模块数据,实现车辆周围的实时测距和定位。根据车位线与车辆的空间关系实现泊车路径的自动规划,最终实现自动泊车。本发明通过对自适应的多空间尺度的车辆位置定位策略的研究,使得停车过程更加精细化和量化,为后续更加自动化、智能化的室内反向寻车和自动泊车等业务奠定了基础。



1. 一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法,采用基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统;其特征在于:所述系统包括BLE蓝牙信标、服务器、车载智能终端、移动智能终端;

所述BLE蓝牙信标若干,分别设置在室内停车场预定位置处;

所述移动智能终端用于采集每个位置指纹点的四个BLE蓝牙信标节点的信号数据,并上传到服务器构建位置指纹库;一个位置指纹点对应一个停车区域;

所述服务器包括实时指纹构建模块、位置指纹库;所述实时指纹构建模块,用于将移动智能终端实时上传的RSSI信号数据,转换为BLE蓝牙信标位置指纹信息;所述位置指纹库用于存储当前室内停车场的BLE蓝牙信标位置指纹;

所述车载智能终端包括车载雷达模块、车载视频模块、切换控制子系统,车载雷达模块和车载视频模块分别实时采集雷达距离数据和车载视频数据,车载智能终端将两种数据的分析结果反馈给切换控制子系统,切换控制子系统将控制结果作用于车载雷达模块和车载视频模块上,进而调整车辆的状态;

所述方法包括以下步骤:

步骤1:构建位置指纹库;

具体实现过程是:采集停车场的基础数据,包括停车场包括的楼层、每个楼层的停车位总容量、每个楼层的室内基础地图,上传到服务器构建位置指纹库;

假定第j个位置上采集到的第i个信标节点的蓝牙信号强度值RSSI平均值为 $L_{i,j}$,则第j个位置的位置指纹定义为向量 $\bar{P}_j = (L_{1,j}, L_{2,j}, \dots, L_{n,j})$, $i=1, 2, \dots, n$, $j=1, 2, \dots, m$ n表示BLE蓝牙信标总数, m表示位置指纹点的总数,对应于室内停车场划分的停车区域数目;向量 \bar{P}_j 即为位置点 (x_j, y_j) 的位置指纹;由向量 \bar{P}_j 和第j个位置上采集到的第i个信标节点的位置坐标 (x_j, y_j) 所组成的向量映射数据表就是最终建立的位置指纹库;

步骤2:停车场楼层定位;

步骤3:车辆位置的在线定位;

步骤4:切换控制决策;

步骤5:车辆精定位与泊车。

2. 根据权利要求1所述的基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法,其特征在于,步骤2的具体实现过程是:车辆在进入停车场后,车载智能终端实时获取来自服务器提供的停车场统计数据,车主选定楼层后,车辆根据室内引导提示驶入选定的楼层。

3. 根据权利要求1所述的基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法,其特征在于,步骤3的具体实现过程是:

车载智能终端或移动智能终端实时采集当前车辆所在位置k接收到的第i个信标节点的多组蓝牙信号强度值RSSI的平均值为 $L_{i,k}$,将当前车辆位置的指纹向量表示为 $\bar{P} = (L_{1,k}, L_{2,k}, \dots, L_{n,k})$,上传到服务器,服务器将对该指纹向量与位置指纹库逐条记录进行距离计算,计算公式为:

$$d(\bar{P}, \bar{P}_j) = \sqrt{(\bar{P} - \bar{P}_j)^T \Sigma^{-1} (\bar{P} - \bar{P}_j)};$$

其中 Σ^{-1} 为当前车辆位置指纹 \overline{P} 与指纹数据库中第 j 条指纹的协方差矩阵；根据距离最小来确定与 \overline{P} 最相似的指纹，返回该指纹对应的坐标数据 $(\overline{x_j}, \overline{y_j})$ 作为车辆位置的定位结果。

4. 根据权利要求1所述的基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法，其特征在于，步骤4的具体实现过程是：车辆在室内行进的过程中，实时地通过BLE蓝牙信标获取自身位置，然后决策出车辆即将需要停放的停车区域，当车辆抵达选定的停车区域后，通过切换控制子系统关闭BLE蓝牙信标指纹定位，切换到车辆精定位与泊车阶段；

所述决策出车辆即将需要停放的停车区域，通过如下方案实现：

当由车主自行决定停车区域时，车主直接根据每个停车区域的空余车位数据显示结果，自主选择目的停车区域；或者当车主通过移动智能终端提前预定好空余车位后，车辆将直接驶向预定的车位所在停车区域；

当由车载智能终端自动决策停车区域时，车辆在行进过程中实时定位，同时实时从服务器获取当前位置所在的停车区域的空余车位数，当空余车位数大于阈值即可选定该区域。

5. 根据权利要求1所述的基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法，其特征在于，步骤5的具体实现过程是：车辆选定空闲停车区域后，车载智能终端启动车载雷达模块，车载智能终端自动获取前车车距报警雷达、侧向测距雷达以及倒车雷达数据，分析当前车辆所处的区域的障碍物分布情况，然后分两种情况进行处理：

若在自由泊车范围内无任何其它障碍车辆，切换控制子系统将自动关闭车载雷达模块，直接到达最近停车位附近，然后切换控制子系统开启车载视频模块，获取车辆前方和侧方视频数据，进行车位线检测，根据几何物理模型构建泊车路径，实现自动泊车过程；

若在自由泊车范围内有其它障碍车辆，车辆在行进中实时获取雷达测距数据，同时切换控制子系统开启车载视频模块，获取车辆前方和侧方视频数据，进行车位线检测，综合雷达测距数据和车位检测结果，分析得到安全的泊车路径，实现自动泊车过程。

6. 根据权利要求5所述的基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法，其特征在于：所述根据几何物理模型构建泊车路径，是根据车辆的平面模型与车位线之间的垂直、平行、斜交关系，建立数学模型，计算出车辆的最佳行驶相对角度与距离，控制车辆按照实时计算的运动轨迹自动泊车。

一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于物联网技术领域,涉及一种面向自动驾驶领域的室内智能停车解决系统及方法,具体涉及一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统及方法。

背景技术

[0002] 近年来随着城市化进程不断加快,城市机动车拥有量急剧增长,截至2016年底全国机动车保有量达到了2.9亿辆,其中汽车就有1.94亿量。然而一方面落后的停车位建设现状带来的是巨大的停车位缺口,所有的一线城市均存在150万个停车位以上的缺口。另一方面,在现有的停车场管理体系下,仅有的部分稀缺的停车位还存在大量的资源浪费现象,主要集中在落后的室内停车服务中,车辆的室内引导智能化水平不高,室内车辆的无序流动造成的车位浪费、安全性差等问题。“停车难”问题日益严峻,亟待新的解决方案。

[0003] 目前的停车场管理系统主要由出入口IC卡读写设备、道闸控制系统、车辆检测线圈、摄像系统、系统管理软件和数据库等软硬件组成,车辆进入停车场时,检测到车辆时摄像并提示刷卡、取卡、放行,室内由人工引导员或者利用电子屏,引导车辆驶入空余车位,车辆驶出时需要刷卡和费用结算。这一过程存在着数字化水平不高,基础设施不完善,过度依赖人工引导与值守,运营成本大等问题。

[0004] 传统的室内车辆定位与导航,由于GPS信号在室内和地下空间基本无信号,因而常使用普通蓝牙、WiFi或者布设视频探针,但这些方法信号覆盖范围小,硬件投入成本高,并且对于不同规模室内停车场可扩展性差。而低功耗蓝牙(BLE)技术,能够有效解决耗电量大、成本高、信号覆盖范围小、定位精度差等不足。BLE使用蓝牙4.0协议,不同于传统的蓝牙技术,一颗纽扣电池可对BLE芯片稳定供电一年以上,而且信号覆盖范围相比于WiFi的10米距离增加到了100米,不仅降低了成本,而且可以有效提升定位的精度。因此利用BLE实现停车位和车辆的室内定位,将有效提升室内停车场的数字化水平和服务质量。

[0005] 经过对现有停车技术的文献检索,暂无面向无人驾驶的室内停车场定位导航与自动泊车技术方案被提出。相关的文献中,作者顾雍舟在发明专利“卫星定位导航互联网+智能停车系统”专利申请号:201510269789.5公开号:CN105096651A中,提出了一种基于卫星定位导航互联网+智能停车系统,引入充电桩,实现远程停车位的预定、自助充电和缴费,解决停车位的资源利用问题;重庆甲虫网络科技有限公司在发明专利“一种基于物联网的智慧停车系统”专利申请号201510655750.7申请公开号:CN105185158A中,提出一种基于物联网的智慧停车系统,对预订用户和非预订用户都能自动放行和计费;深圳市航盛电子股份有限公司在发明专利“一种基于蓝牙信标的车机定位系统”专利申请号:201410473813.2申请公开号:CN104244183A中,利用低功耗蓝牙BLE蓝牙信标实现室内停车场的反向查找。

[0006] 这些专利只针对特定的停车场提供定制化的软硬件解决方案,不仅成本高,而且对于不同空间规模的停车场,无法自适应地进行应用扩展,因而限制了系统方案在市场上的广泛推广和应用。本发明针对这些问题,创新性地提出一种多空间尺度自适应的解决方案,主要利用BLE芯片以及车载摄像头和雷达等设备,实现停车场室内车辆的自动定位、导

航以及泊车过程,不仅能够保持较好的定位精度和较低的成本投入,还针对不同停车场具有较好的扩展性与适用性,从而有效缓解停车难题。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明基于低功耗蓝牙(BLE)信号指纹、车载测距雷达、车载视频等多源数据,针对不同规模的室内停车场类型,提供了一种自适应的多空间尺度定位导航与自动泊车系统及方法,能够在停车场不同空间尺度上使用不同的室内定位导航策略,为面向无人驾驶的场景应用提供了一种室内的停车解决方案,对智慧城市建设具有重大意义。

[0008] 本发明的系统所采用的技术方案是:一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统,其特征在于:包括BLE蓝牙信标、服务器、车载智能终端、移动智能终端;

[0009] 所述BLE蓝牙信标若干,分别设置在室内停车场预定位置处;

[0010] 所述移动智能终端用于采集每个位置指纹点的四个BLE蓝牙信标节点的信号数据,并上传到服务器构建位置指纹库;一个位置指纹点对应一个停车区域;

[0011] 所述服务器包括实时指纹构建模块、位置指纹库;所述实时指纹构建模块,用于将移动接收端实时上传的RSSI信号数据,转换为BLE蓝牙信标位置指纹信息;所述位置指纹库用于存储当前室内停车场的BLE蓝牙信标位置指纹;

[0012] 所述车载智能终端包括车载雷达模块、车载视频模块、切换控制子系统,车载雷达模块和车载视频模块分别实时采集雷达距离数据和车载视频数据,车载智能终端将两种数据的分析结果反馈给切换控制子系统,切换控制子系统将控制结果作用于车载雷达模块和车载视频模块上,进而调整车辆的状态。

[0013] 本发明的方法所采用的技术方案是:一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0014] 步骤1:构建位置指纹库;

[0015] 步骤2:停车场楼层定位;

[0016] 步骤3:车辆位置的在线定位;

[0017] 步骤4:切换控制决策;

[0018] 步骤5:车辆精定位与泊车。

[0019] 相对于现有技术,本发明的有益效果是

[0020] (1) 本发明提出的自适应的多空间尺度的车辆位置定位策略,能够有效适应多种规模类型的停车场,并且这种多阶段的车辆定位策略,使得停车过程更加精细化和定量化,具备较强的可扩展性,为实现自动化、智能化的室内反向寻车和自动泊车等奠定了基础。

[0021] (2) 本发明充分使用了蓝牙信号数据、雷达数据以及车载视频数据,结合简单有效地多模块控制策略,能够较好地改善传统的单一定位方式精度低、鲁棒性差的问题,使得本方案在室内停车场中的实用性较强。

[0022] (3) 本发明的应用,将极大地提高城市室内停车场的智能化水平,特别是极大地减少了大中型室内停车场的人力成本,改善了室内停车场的管理效率和车主用户的停车效率。

附图说明

- [0023] 图1是本发明实施例的室内停车场示意图；
[0024] 图2是本发明实施例的系统原理图；
[0025] 图3是本发明实施例的车载智能终端工作原理图；
[0026] 图4是本发明实施例的阿克曼原理示意图。

具体实施方式

[0027] 为了便于本领域普通技术人员理解和实施本发明，下面结合附图及实施例对本发明作进一步的详细描述，应当理解，此处所描述的实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

[0028] 根据最新的《JGJ100-2015车库建筑设计规范》，车库建筑规模及停车当量数规定为：不超过50的为小型停车场，不超过300的为中型停车场，不超过1000的为大型停车场，超过1000的为特大型停车场。而基于蓝牙4.0协议的低功耗蓝牙技术，信号覆盖半径为100米，所以对于不同规模类型的室内停车场，需要设立不同数量的BLE蓝牙信标节点，作为蓝牙信号的发射器。

[0029] 为了描述方便，以一个典型的中型规模的停车场为例，本发明提供的室内停车场，如图1所示。

[0030] 请见图2和图3，本发明提供一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车系统，包括BLE信标、服务器、车载智能终端、移动智能终端；

[0031] BLE信标若干，分别设置在室内停车场预定位置处；

[0032] 移动智能终端用于采集每个位置指纹点的四个BLE信标节点的信号数据，并上传到服务器构建位置指纹库；一个位置指纹点对应一个停车区域；

[0033] 服务器包括实时指纹构建模块、位置指纹库；所述实时指纹构建模块，用于将移动智能终端实时上传的RSSI信号数据，转换为BLE蓝牙信标位置指纹信息；所述位置指纹库用于存储当前室内停车场的BLE蓝牙信标位置指纹；

[0034] 车载智能终端包括车载雷达模块、车载视频模块、切换控制子系统，车载雷达模块和车载视频模块分别实时采集雷达距离数据和车载视频数据，车载智能终端将两种数据的分析结果反馈给切换控制子系统，切换控制子系统将控制结果作用于车载雷达模块和车载视频模块上，进而调整车辆的状态。

[0035] 针对车辆在进入停车场后，需要快速找到空闲的停车位，进而实现自动化停车的应用场景，并结合不同规模类型的室内停车场的建造共性，将车辆的停车过程划分为三种不同空间尺度下的应用阶段：楼层定位、区域粗定位与导航、车辆精定位与泊车，对应的目标位置分别为停车楼层、停车区域、停车车位，并且对于不同阶段之间的自适应控制切换，提供了简易可行的解决方案。

[0036] 本发明提供一种基于BLE的自适应室内停车导航与自动泊车方法，包括以下阶段：

[0037] 阶段一：楼层定位；

[0038] 是指车辆首先进入停车场后确定进入第几个楼层的阶段。在有人驾驶场景下，车主可以通过移动智能终端连接车载智能终端，或者基于车载智能终端的APP，决定停车的目

标楼层;无人驾驶场景下,系统将自动快速检索到空余车位较多且距离较近的停车楼层,作为目标停车楼层。

[0039] 阶段二:区域粗定位与导航;

[0040] 车辆在进入楼层内部后,需要快速找到还有空余车位且距离最近的停车区域。本发明利用BLE指纹定位技术,实现手机或者车辆终端的亚米级定位,位置将精确到具体某个车位附近。利用本阶段的室内定位结果,引导车辆达到目标停车区域,而目标停车区域的选取,将自适应地通过实时BLE定位结果和切换控制子系统进行决断。

[0041] 阶段三:车辆精定位与泊车;

[0042] 车辆到达停车场室内的空闲区域附近后,车辆启动车载雷达模块,实现车辆周围小范围内的实时测距和定位,并且引导车辆找到空余的停车位。在泊车的过程中,利用切换控制子系统,实现车载雷达模块到车载视频模块的切换,通过视频数据实现车位线的自动识别,根据车位线与车辆的空间关系实现泊车路径的自动规划,最终实现自动泊车。

[0043] 本发明具体包含以下几个步骤:

[0044] 步骤1:楼层定位:

[0045] 在此阶段实施之前,需要采集停车场的基础数据,包括停车场有哪些楼层、每个楼层的停车位总容量、每个楼层的室内基础地图,以及每个停车位的实时占用状态。楼层分布数据、停车位总容量、室内地图数据通过停车场方一次性提供,停车位实时占用状态通过二维码或者RFID标签实时获取。获取数据后,保存在数据库服务器中,并每间隔10秒钟更新车位占用状态,可视化显示在移动智能终端或者车载操作系统的终端显示屏上。

[0046] 车辆在进入停车场后,车载智能终端实时获取来自服务器提供的停车场统计数据,通过车载终端液晶屏显示不同车库楼层的停车位总数。车主选定楼层后,车辆根据室内引导提示驶入选定的楼层。

[0047] 步骤2:区域粗定位与导航;

[0048] 在此阶段实时之前,需要在服务器中先离线建立位置指纹库,然后当车辆进入停车场的楼层室内后,实施车辆的在线定位过程,即使用基于BLE指纹定位室内车辆定位方法,得到车辆的实时位置。车辆在驾驶过程中不断获得位置,结合室内地图实现室内导航。

[0049] 具体包含有2个阶段:BLE位置指纹库的离线构建,车辆位置在线定位。BLE位置指纹库离线构建阶段,将实现停车区域位置与蓝牙信号特征之间的映射关系表的建立;车辆位置在线定位阶段,驶入停车场室内的车辆实时采集接收来自停车场的BLE信号数据,通过移动网络上传到服务器,与离线建立的BLE指纹库进行特征比对,从而获得车辆当前所在的停车区域位置。

[0050] 步骤2中BLE位置指纹库的构建与车辆位置定位过程;

[0051] 对于一个中型规模的停车场,以5-10个紧邻的停车位划分为一个停车区域,每个停车区域作为一个位置指纹点,最终将室内停车场平面空间实现完备地划分,尽可能使得位置指纹点空间分布均匀,并进行统一的编号,如A、B、……、J,指纹库建立的具体步骤如下:

[0052] 步骤2.1:数据的采集与上传;

[0053] 在停车场布设一定数量的蓝牙信标节点,信标节点为人为布设在已知位置 (X_i, Y_i) (其中 $i=1, 2, \dots, n$)的BLE蓝牙信号发射器,本发明拟采用TI公司低功耗蓝牙芯片CC2541

作为信标节点。然后设计和实现简单的信号数据采集的APP,能够自动扫描当前手机周围的所有蓝牙信号。APP将对每个停车区域的固定位置点 (x_j, y_j) (其中 $j=1, 2, \dots, m$)采集所有 n 个信标节点的广播数据参数,包括信标节点的唯一标识码UUID以及车辆终端接收到的蓝牙信号强度值RSSI。由于RSSI信号稳定性较差,在每个位置处会采集10次RSSI值,然后取平均结果作为采集到的RSSI,最后将每个停车区域采集到的参数 (x_j, y_j) , UUID以及RSSI数据上传到服务器。

[0054] 步骤2.2:离线构建位置特征指纹库;

[0055] 将移动智能终端采集的信号数据以及位置指纹点的位置编号,通过3G/4G移动通信网络上传到服务器。服务器接收数据后,对RSSI信号数据进行预处理,包括剔除异常值、平均平滑等,得到每个位置编号对应的位置指纹记录。所有位置指纹点的数据均处理完成后,将构建当前室内停车场的BLE位置指纹库,并且定期更新BLE位置指纹库以矫正BLE芯片老化带来的误差。

[0056] 假定第 j 个位置上采集到的第 i 个信标节点的平均RSSI值为 $L_{i,j}$,则第 j 个位置的位置指纹定义为向量 $\vec{P}_j = (L_{1,j}, L_{2,j}, \dots, L_{n,j})$,于是向量 \vec{P}_j 即为位置点 (x_j, y_j) 的位置指纹。由向量 \vec{P}_j 和位置坐标 (x_j, y_j) 所组成的向量映射数据表就是最终建立的位置指纹数据库。

[0057] 步骤2.3:车辆位置的在线定位;

[0058] 当车辆进入特定楼层后,进行车辆的实时在线定位。首先通过具备蓝牙4.0协议的移动智能终端或者车载智能终端,实时采集所有信标节点的信号数据RSSI,然后上传到服务器,按照位置指纹库的构建过程中的位置指纹记录的生成过程,生成当前车辆位置的实时指纹。然后扫描构建好的位置指纹库,找出指纹库中马氏距离最小的记录,得到其位置指纹点的编号,进而获取车辆的估算位置。该位置数据通过3G/4G移动通信网络返回给移动智能终端或者车载智能终端,从而实现停车场室内车辆的在线定位。车辆然后通过切换控制子系统,实时进行停车区域的选择决策,最终进入选定的停车区域。

[0059] 通过车载智能终端或移动智能终端实时采集当前车辆所在位置 k 接收到的第 i 个信标节点的多组蓝牙信号强度值RSSI的平均值 $L_{i,k}$,将当前车辆位置的指纹向量表示为 $\vec{P} = (L_{1,k}, L_{2,k}, \dots, L_{n,k})$,上传到服务器,服务器将对该RSSI与位置指纹库逐条记录进行距离计算。考虑到 n 个不同的信标节点在空间分布上具有一定的相关性,因此使用马氏距离(Mahalanobis Distance),计算公式为:

$$[0060] \quad d(\vec{P}, \vec{P}_j) = \sqrt{(\vec{P} - \vec{P}_j)^T \Sigma^{-1} (\vec{P} - \vec{P}_j)} \quad (1);$$

[0061] 其中 Σ^{-1} 为当前车辆位置指纹 \vec{P} 与指纹数据库中第 j 条指纹的协方差矩阵。根据距离最小来确定与 \vec{P} 最相似的指纹,返回该指纹对应的坐标数据 $(\overline{x_j}, \overline{y_j})$ 作为车辆位置的定位结果。

[0062] 步骤3:切换控制决策过程。

[0063] 车辆在室内行进的过程中,实时地通过BLE获取自身位置,接下来就需要决策出车辆即将需要停放的停车区域,当车辆抵达选定的停车区域后,通过切换控制子系统关闭BLE指纹定位,切换到所述阶段三,即车辆精定位与泊车阶段。此处的切换控制通过如下方案实

现:

[0064] (1) 由车主自行决定停车区域。

[0065] 车主直接根据每个停车区域的空余车位数据显示结果,自主选择目的停车区域;或者当车主通过移动智能终端提前预定好了空余车位后,车辆将直接驶向预定的车位所在停车区域。

[0066] (2) 由车辆终端自动决策停车区域。

[0067] 车辆在行进过程中除了实时定位之外,还需要实时从服务器获取当前位置所在的停车区域的空余车位数,当空余车位数大于阈值(默认0,可由车主设定)即可选定该区域。公式表达为:

$$[0068] \quad S_{BLE}^{(i,j)} = \begin{cases} 0, & N_{free}^{(i,j)} > 0 \\ 1, & N_{free}^{(i,j)} = 0 \end{cases} \quad (2);$$

[0069] 其中 $S_{BLE}^{(i,j)}$ 用1和0分别表示处于位置(i, j)时切换控制开启和关闭BLE室内指纹定位, $N_{free}^{(i,j)}$ 表示位置(i, j)处的停车区域的空余车位数。

[0070] 步骤4: 车辆精定位与泊车阶段,车辆选定空闲停车区域后,车载智能终端会启动雷达系统,车载智能终端自动获取前车车距报警雷达、侧向测距雷达以及倒车雷达等雷达模块数据,分析当前车辆所处的区域的障碍物分布情况,有两种情况:

[0071] (1) 若在自由泊车范围内无任何其它障碍车辆,切换控制子系统将自动关闭雷达系统,直接到达最近停车位附近,然后切换控制子系统开启车载摄像系统,获取车辆前方和侧方视频数据,进行车位线检测,根据几何物理模型构建泊车路径,实现自动泊车过程;

[0072] (2) 若在自由泊车范围内有其它障碍车辆,车辆在行进中实时获取雷达测距数据,同时切换控制子系统开启车载摄像系统,获取车辆前方和侧方视频数据,进行车位线检测,综合雷达测距数据和车位检测结果,分析得到安全的泊车路径,实现自动泊车过程。

[0073] 可以看到,所述切换控制子系统在此阶段继续发挥作用,公式表述为:

$$[0074] \quad S_{radar} = \begin{cases} 0, & \|r\| > T \\ 1, & \|r\| \leq T \end{cases} \quad (3);$$

[0075] 其中 S_{radar} 分别用1和0表示切换控制子系统开启和关闭车载雷达测距系统, $\|r\|$ 表示雷达测距系统的测算的障碍物测距, T 表示自由泊车区域半径常数。

[0076] 其中车位线检测,分别采用一系列图像处理技术,具体包括图像滤波去噪、图像增强、边缘检测、直线提取等步骤,这些步骤涉及的算法在工业应用中已相当成熟,不作详述;

[0077] 泊车路径的自动构建,根据阿克曼原理,汽车在运动过程中,为了保证转向的平稳、安全,车轮的偏转必须满足如下原理:在前轮定位角等于零、运动系统为刚性、行驶过程无侧向力的前提下,整个转向过程中全部车轮必须绕同一瞬间中心相对于地面作圆周运动。如图4所示,图中的内外轮转向角满足以下关系:

$$[0078] \quad \frac{B}{L} = \cot \alpha - \cot \beta \quad (4);$$

[0079] 于是,根据车辆的平面模型与车位线之间的几何关系(垂直、平行、斜交),建立数学模型,可快速计算出车辆的最佳行驶轨迹(相对角度与距离),系统控制车辆按照实时计

算的运动轨迹自动泊车。

[0080] 本发明针对车辆在进入停车场后,需要快速找到空闲的停车位,进而实现自动化停车的应用场景,并结合不同规模类型的室内停车场的建造共性,将车辆的停车过程划分为三种不同空间尺度下的应用阶段:楼层定位、区域粗定位与导航、车辆精定位与泊车,对应的目标位置分别为停车楼层、停车区域、停车车位,并且对于不同阶段之间的自适应控制切换,提供了简易可行的解决方案。

[0081] 应当理解的是,本说明书未详细阐述的部分均属于现有技术。

[0082] 应当理解的是,上述针对较佳实施例的描述较为详细,并不能因此而认为是对本发明专利保护范围的限制,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明权利要求所保护的范围情况下,还可以做出替换或变形,均落入本发明的保护范围之内,本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

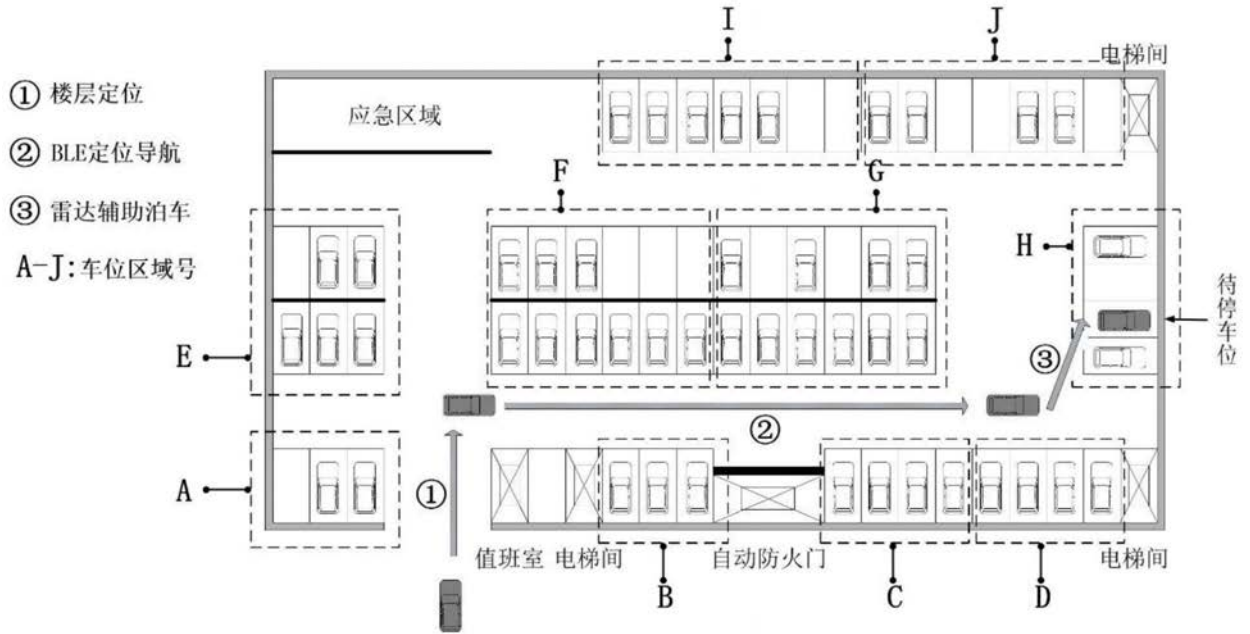


图1

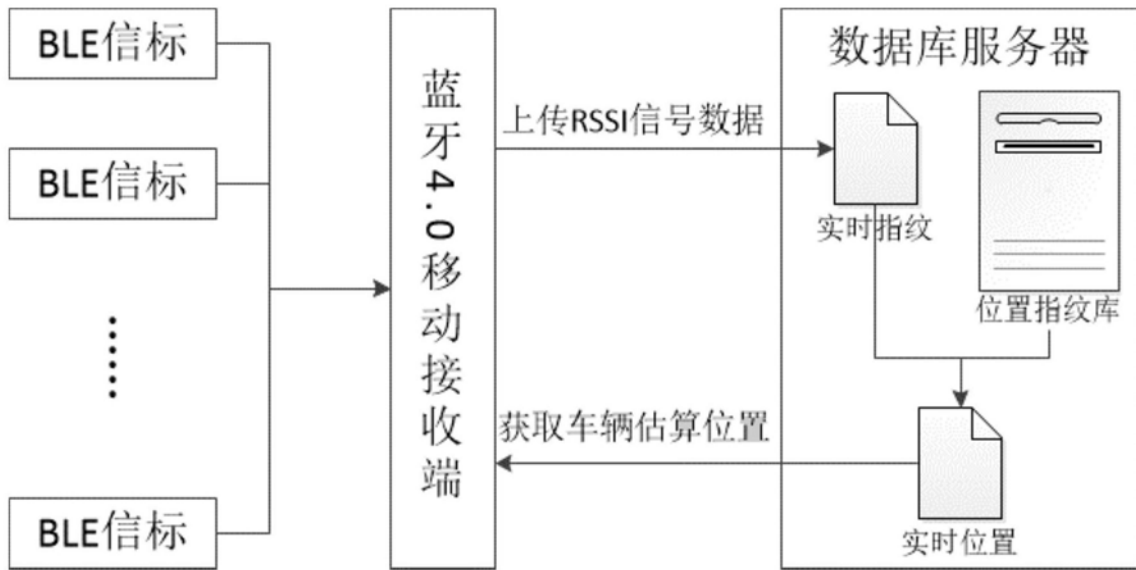


图2

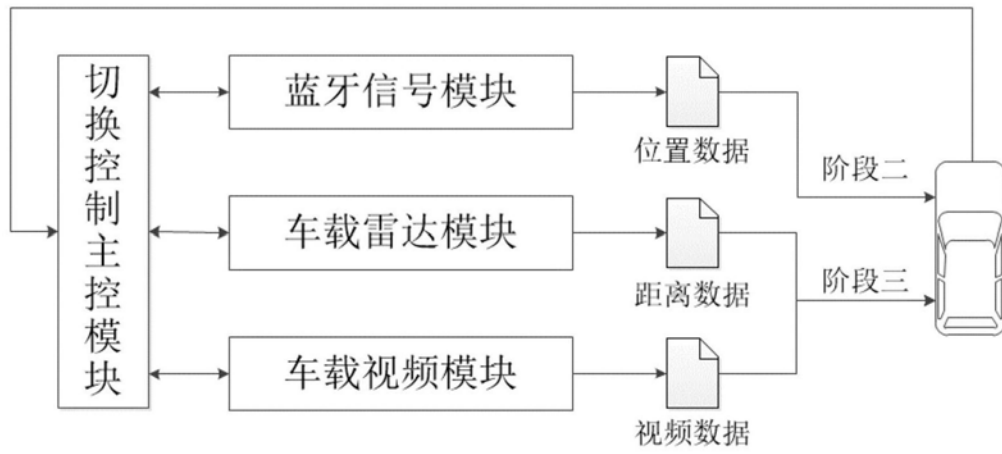


图3

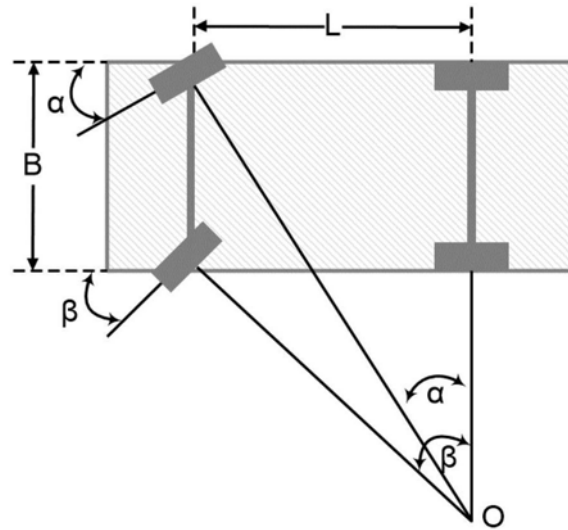


图4