

基于 AR 技术的大型地下停车场反向寻车系统设计

蒋方艳, 颜路梦, 张笑语, 代桂东, 王先惠, 韦凌翔

(盐城工学院 材料科学与工程学院, 江苏 盐城 224000)

摘要:为有效解决大型地下停车场反向寻车困难的问题,设计了以 AR 技术为核心的大型地下停车场反向寻车系统。通过线圈探测器、视频图像识别技术和 Wi-Fi 定位技术分别准确定位车辆车位信息和车主位置信息,使用现实增强(AR)技术将虚拟的导航路线实时匹配到真实的停车场环境中,通过微信平台实时传输相关信息与用户进行交互,实现路线导航的三维立体化。仿真结果表明,该地下停车场的反向寻车系统可有效辅助车主快速、准确地找到自己的车位。

关键词:AR;快速反向寻车;大型地下停车场;信息共享;三维立体

中图分类号:U491;U495 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2018)01-0064-06

随着社会进步、经济发展、人们生活水平的不断提高,汽车保有量也在逐年攀升^[1],随之而来的便是大型配套地下停车场的增多。与地上停车场相比,大型地下停车场内部空间较大、障碍物较多、光线不足,现有的标志标线不能很好地辅助车主找寻车辆,导致车主在地下停车场找车时,经常会迷失方向,找不到自己的车辆^[2]。因此,反向寻车系统成了公众关注的一个热点。

目前,反向寻车系统主要有刷卡寻车系统、基于视频识别的寻车系统和基于无线网络定位的寻车系统^[3]。刷卡寻车系统中 IC 卡需随身携带,容易丢失,且这些系统需要车主根据显示屏提供的特定路线找寻车辆,然而大型地下停车场出入口繁多、路线复杂,车位又没有独特的标志,司机在这样的状况下仅根据路线特征寻找车辆具有一定的难度。为此,本文将现实增强(Augmented Reality, AR)技术运用到地下停车场的反向寻车系统中。这一技术将虚拟信息投放到现实世界中,真实的环境和虚拟的物体实时叠加到同一个画面或空间,车主通过手机提供的路线可以直接导航找寻车辆,有效解决了车主找寻车辆时位置不清、方向迷失的问题。

1 系统功能分析

1.1 反向寻车功能

本文所设计的大型地下停车场反向寻车系统中,用户通过移动设备即可对停车位置进行快速搜索,得到抵达停车位置的最佳路线,并根据屏幕中的路线找到自己的车辆。

1.2 实现寻车路线的立体化

通过 AR 技术将一系列指路信息、寻车路线的虚拟模型渲染到真实的停车场环境,车主在寻找车辆的过程中,只需使用已有的移动设备^[4],即可获得指引信息。若车主方位改变,其移动设备屏幕上所显示的相关虚拟指引信息也会随着摄像机的角度而发生改变,使寻车路线更加真实化和立体化。

1.3 实现寻车路线路况的实时化

当车主寻找车辆时,其移动设备屏幕上会显示出利用 Dijkstra 法计算出的最短路线,若车主未按最短路线寻车,系统将根据车主位置重新规划路线。在车主驶离停车场时,系统会根据停车场实时路况的检测信息对各条路线进行标注。如果某条路线比较拥堵,则会显示为红色,而

橙色表示中度拥堵,绿色表示畅通。车主可依情况自行选择路线,驶离停车场。

2 系统结构设计

2.1 系统结构

系统结构设计如图 1 所示,系统以 AR 技术为核心,将由车辆探测器、视频图像识别技术获取的车位车牌信息和 Wi-Fi 定位确定的车主位置信息,通过 C/S 结构实现在停车场管理系统与用户移动终端之间的交互。

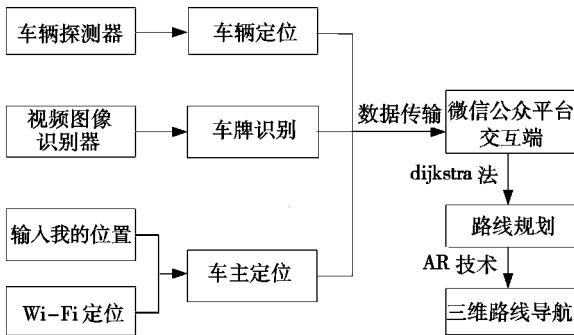


图 1 系统结构设计图
Fig. 1 System structure design

2.2 微信公众平台设计

AR 技术还可以通过 HTML5 嵌入到微信中,实现基于微信公众平台的信息交换发布和三维空间的路线导航。在互联网的微信公众号编辑器中,设计公众平台,如图 2 所示。公众号平台设有 4 个选项,分别是开始找车、停车场地图(图 3)、Wi-Fi 定位和我,其中“我”的里面包括停车场选择、我的账户和帮助三个功能。点击开始找车,回复输入车牌号;车主输入车牌号,回复输入我的位置或点击 Wi-Fi 定位。用户完成此项操作后,屏幕即跳出最优路线进入 AR 导航(图 4)。

3 系统功能实现

3.1 增强现实的实现

3.1.1 AR 技术的工作原理

AR 技术工作原理如图 5 所示,当用户使用移动设备寻找车位时,用户的位置、角度都是不断变化的,需要使用三维注册技术的帮助。三维注册技术是将整个停车场作为一个立方体的空间结构,将它的顶点作为空间坐标系的原点,移动设备中摄像机的光轴就是使用者的视线。当车主位于停车场某一位置时,可以从摄像机的角度拍摄到三条空间坐标轴,并将其拍摄到的三条空间坐标



图 2 微信公众平台设计界面
Fig. 2 WeChat public platform design interface



图 3 停车平面地图
Fig. 3 Parking plane map



图 4 AR 导航界面
Fig. 4 AR navigation interface

轴相关数据信号传输到数据管理专用的计算机端,由它计算并提取各坐标轴相对应的图像。由于摄像机拍摄的角度不同,所提取的各坐标轴长短、方向都是不一样的,所以形成的图像也各不相同。当车主移动到不同位置时,计算机就可以利用这些参数确定摄像机在停车场中位置和方向,从而实现对车主的定位跟踪。同时,计算机根据图象中坐标轴所在的位置和角度确定虚拟物体和指路信息所应该放置的位置和方向,从而实现停车场的三维环境注册^[5]。确定好虚拟模型应该放置的位置和角度后,就需要使用跟踪配准技术将计算机中的虚拟模型与停车场中的真实场景相互结合:先从摄像头的视线确定真实环境和虚拟

指引信息之间的位置关系,再将虚拟指引信息按正确的位置和角度放置。由于停车场的空间是固定的,所以可以使用基于硬件跟踪器的跟踪配准方法中的主动式,将发射器和跟踪器安装在停车场中的固定位置,并使用相应的设备进行支撑,就可以跟踪到目标信息^[6]。最后使用相关的三维渲染技术将虚拟景物渲染到真实场景中,使得寻车路线充分立体化。

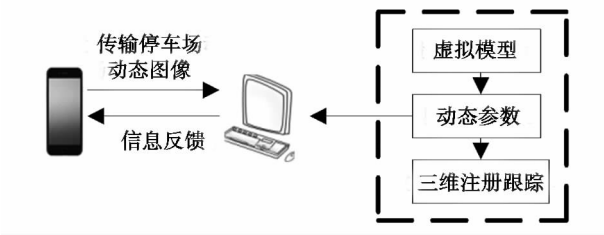


图 5 AR 工作原理图
Fig. 5 Working principle diagram of AR

整个 AR 平台包括:面向移动 APP 例如微信所需要的 SDK,此软件开发包需要支持脚本语言

且兼容于 IOS、Android、Windows 等主流移动设备系统;支持对周边环境能够有效识别的云识别 API,使车主在移动自身位置时,即使识别对象被遮挡,也能够通过快速转动摄像头,满足稳定识别的需求;可以接入应用中兼容 IOS、Android 等系统的通用 AR 浏览器。除此之外,还需要基于 Web 的 AR 管理后台等以支持系统的稳定运行。

3.1.2 AR 技术在反向寻车系统中的实施

AR 技术在反向寻车系统中的实施流程如图 6 所示。在实现 3.2、3.3 和 3.4 三步后,将得到的最短路径导入停车场三维立体地图中,利用上述技术制作路线的 3D 模型,并对其适当美化,最后通过无线网络向用户所持有的移动设备传输路线,进行 AR 导航。图 7 为现实场景和增强现实效果对比图,从中可以看出:在增强现实后的图中,车主在此寻车时,无论是单纯的路线,还是周围的环境、路况信息以及相应的指引标志,都可以在屏幕中有直观的显示,从而达到最舒适的体验效果。

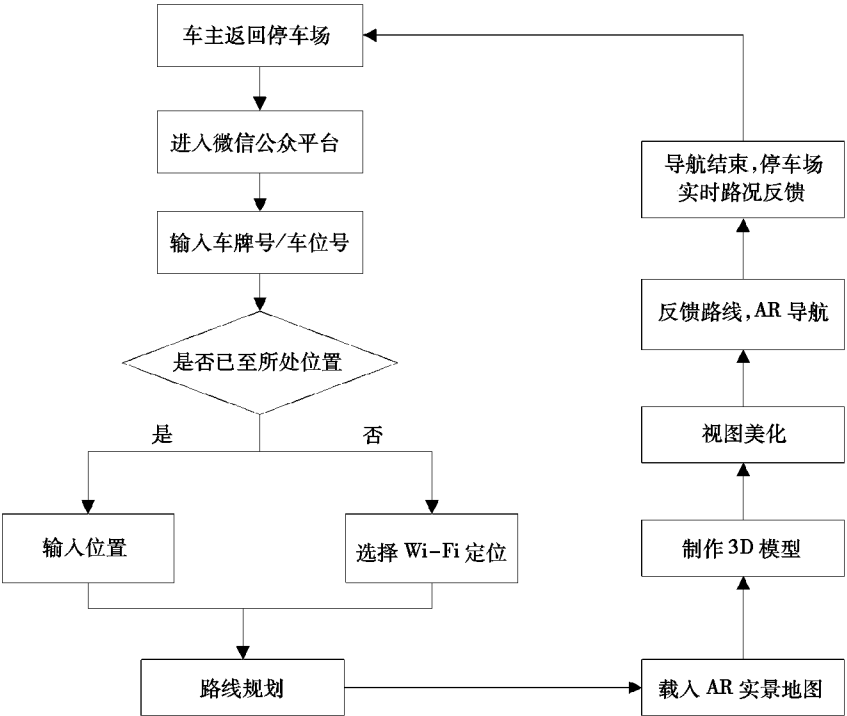


图 6 AR 技术实施流程图
Fig. 6 Implementation flow chart of AR technology

3.2 定位系统的集成

3.2.1 车辆精确定位

采用线圈式车辆探测器和视频图像识别技术

实现车辆的精确定位,其定位流程如图 8 所示。在定位前,将地下停车场的每个车位以三维坐标 (X,Y,Z) 载入地下停车场地图,再在每个车位前



图 7 现实场景和增强现实效果对比
Fig. 7 Comparison of realistic and augmented reality effects

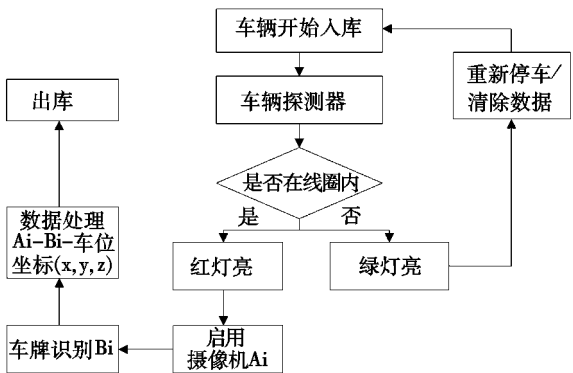


图 8 车辆定位流程图
Fig. 8 Vehicle location flow chart

安装以车位号 (如 A_i) 标记的摄像机装置 (摄像机装置包括图像捕获设备和存储介质)^[7], 并将地下线圈和车辆探测器开关相连接。

车辆停车时要根据线圈电感量的变化判断车辆是否停放正确, 其标志是: 红灯亮表示停放正确, 绿灯亮则需要重新停车。若红灯亮, 则锁定车位并打开摄像机进行车牌图像采集, 然后将采集的车牌图像传输至停车场的管理计算机。经定位车牌位置, 分析车牌模块, 分割与识别字符, 最后输出车牌号 (B_i), 并令车位坐标 $(X, Y, Z) = B_i =$

A_i , 即可使车主在输入自己的车牌号或车位号时确定车辆位置。

3.2.2 车主精确定位

获取车主的位置包括车主输入我的位置信息或点击 Wi-Fi 定位。Wi-Fi 定位选用三点定位法, 其定位流程如图 9 所示 (图中 DTE 为数据终端设备的简称, 用于对整体定位流程中的数据进行接收和处理)。当车主返回停车场时, 其移动设备首先连接其中一个 Wi-Fi, 再侦测周围的 AP (无线网络接入点, 即 Wi-Fi), 并检测其信号的强弱, 然后将检测信息发送给 相应的定位服务器, 用于计算车主的位置信息^[8]。由于移动设备距离三个无线接入点的位置不同, 移动设备上的无线信号场强也不同, 所以无须担心信号干扰这一问题。

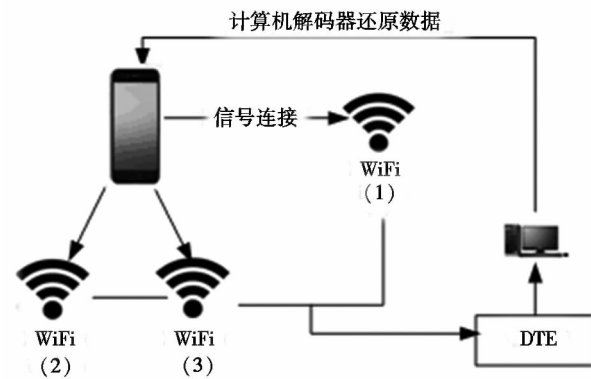


图 9 Wi-Fi 定位流程图
Fig. 9 Wi-Fi positioning flow chart

3.3 实时道路信息的采集与处理

为引导车辆选择最合理的离开路径, 避免局部拥堵, 均衡路网交通流量, 设计了图 10 左半边所示的处理流程: 通过停车场摄像头实时扫描路段信息, 并将采集到的信息实时传输至云端进行数据处理, 计算出每条路段上的拥堵指数 X , 并将其转换为路线颜色导入到停车场地图。由图 10 可知, 当 $8 \leq X \leq 10$ 时, 路线颜色为红色表示严重拥堵; 当 $4 \leq X < 8$ 时, 路线颜色为橙色表示中度拥堵; 当 $0 \leq X < 4$ 时, 路线颜色为绿色表示畅通。当车辆驶离停车场, 用户可根据手机地图信息来选择合适的出口路径, 大大地提高了停车场车位的管理效率。

3.4 最短路径的规划

图 10 右半边所示, 将大型地下停车场的道路交叉口和停车入口作为网络图中的节点进行标记 (如 1、2、3……), 以相邻两节点间的距离 D_{ij} 为权值。车主反向寻车时, 用移动设备将其位置和车

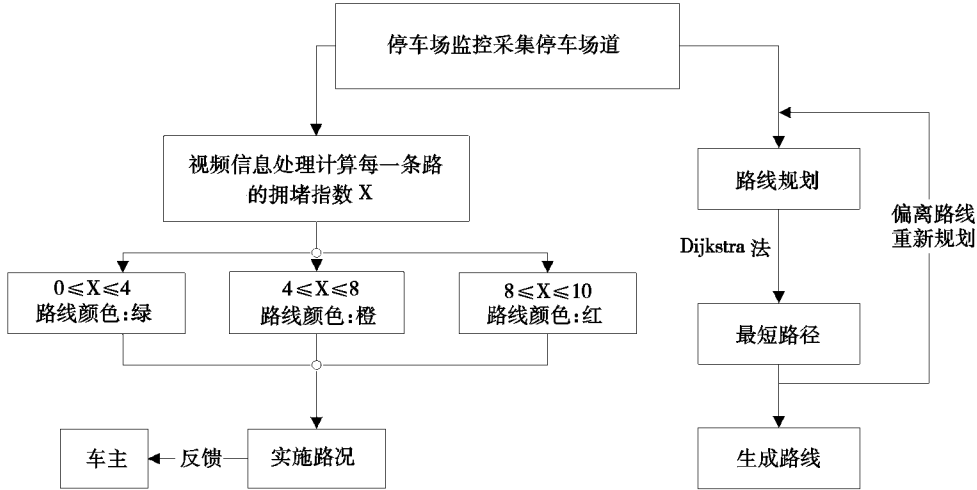


图 10 实时路况处理流程图
Fig. 10 Real time traffic flow chart

牌号输入停车场管理系统后,系统通过车主位置查询将距车主较近的两个节点设为起始节点,两个节点距车主的距离分别为 $D1$ 和 $D2$;通过车辆位置查询将距车辆较近的两个节点设为终止节点,这两个节点到车辆的距离分别为 $D3$ 和 $D4$ ^[9],根据以下 Dijkstra 法计算起点与终点之间的最短路径。

- (1)给起始点标上 P 标号,令 $P(i) = 0$;其余各点均标上 $T_0(j)$,并令 $T_0(j) = \infty$ 。
- (2)查询与 i 相连且是 T 标号的点,修改其 T 标号,令 $T_1(j) = \min[T(j), P(i) + D_{ij}]$,并将其标号改为 $P(j_0) = T_1(j_0)$ 。
- (3)重复步骤(2)直至算法结束。
- (4)在算出的 4 条路径的权值中分别加上起始节点到车主的距离和终止节点到车位的距离,选择出权值最小的路线。
- (5)利用反向追踪法,得出最短路径;通过 3.1 的方法将其载入 AR 导航,实现反向寻车功能。
- (6)若车主偏离路线,则重复上述步骤(1)~(5)。

4 仿真测试

依托建立的大型地下停车场反向寻车系统仿真平台,结合 MATLAB 软件和数据库技术,实现

停车仿真模块与通信仿真模块间的数据传递与共享,构建车路协同一体化仿真系统的基础上,模拟微观停车行为,采用网络仿真工具 NS2 对车载网络进行细粒度无线通信过程的模拟;通过对 trace 文件的分析得到网络通信的带宽、延迟、传输跳数、丢包率等性能参数,在此过程中, MATLAB 可完成对复杂内容的控制计算,系统仿真平台对相关网络参数的综合仿真,以保障设计系统仿真平台的稳定性和实时性。随后对上述基于 AR 技术的大型地下停车场反向寻车系统的仿真系统进行程序运行测试,并对其实时反应速度与结果进行分析。仿真结果显示系统运行正常,可实现大型地下停车场的反向寻车功能。

5 结论

本文通过线圈探测器、视频图像识别技术和 Wi-Fi 定位技术分别准确定位车辆车位信息和车主位置信息,使用现实增强(AR)技术将虚拟的导航路线实时匹配到真实的停车场环境中,并通过微信平台实时传输相关信息,以与用户进行交互,实现路线导航的三维立体化。仿真结果表明,该地下停车场的反向寻车系统可有效解决车主在大型地下停车场车流密集时的道路拥堵、停车和寻车难等问题,有效提升了大型地下停车场的使用效率。

参考文献:

[1] 牛春亮,李明泽,马莉莎,等. 中心城区停车场现状调查及未来发展对策研究:以大连市为例[J]. 黑龙江科技信息, 2016(30):296.

[2] 冯小刚,杜军威. 适用于反向寻车的停车场地图设计[J]. 电脑知识与技术,2014,10(36):8692-8694.

[3] 郭芝源,李臻,李维龙. 基于二维码的停车场反向寻车系统设计[J]. 物联网技术,2015,5(10):42-43.

[4] Papagiannakis G, Singh G, Magnenat-Thalmann N. A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems[J]. Computer Animation & Virtual Worlds,2008,19(1):3-22.

[5] 冯鑫森. 移动增强现实技术研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2016.

[6] 高智,虞锦东,刘嘉敏. 基于标识位置变化的移动增强现实的研究[J]. 软件工程,2016,19(1):25-27.

[7] Mcgrath M J, David M W A, Thorpe J. Video and audio information processing:US7409144[P/OL]. 2008-08-05. [2017-04-25]. http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%280898e6bb0ec3ce4a26c620f11b13937%29&filter=sc_long_sign&tn=SE_xueshusource_2kduw22v&sc_vurl=http%3A%2F%2Fwww.freepatentsonline.com%2F7409144.html&ie=utf-8&sc_us=15534440845741443288.

[8] 陆霞. WiFi 定位技术:基于质心定位的三边定位算法的研究[J]. 电脑知识与技术,2013,9(25):5765-5767.

[9] 彭红星,解凤玲. 改进 Dijkstra 算法在停车诱导系统中的应用与仿真[J]. 计算机应用,2011,31(S2):63-66.

Design of Reverse Car-finding System for Large Underground Parking Lot Based on AR Technology

JIANG Fangyan, YAN Lumeng, ZHANG Xiaoyu, DAI Guidong, WANG Xianhui, WEI Lingxiang
(School of Material Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract:In order to effectively solve the problem of reverse car-finding in large – scale underground parking lots, a reverse car-finding system for large underground parking lots with AR technology as the core was designed. Through the coil detector, the video image recognition technology and the Wi – Fi positioning technology, the information of vehicle parking and the information of the owner position are accurately located. Real-world augmentation (AR) technology is used to match virtual navigation routes in real-time to the real parking environment. Interacting with users through the WeChat platform in real time transmission of relevant information, the 3D stereoscopic route navigation is realized. The simulation results show that the reverse car finding system of the underground parking lot can effectively assist the owner to find its own parking space quickly and accurately.

Keywords:AR; fast reverse car-finding; large underground parking lot; information sharing; three-dimensional

(责任编辑:李华云)