



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108445503 B

(45) 授权公告日 2021. 09. 14

(21) 申请号 201810198483.9

(22) 申请日 2018.03.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108445503 A

(43) 申请公布日 2018.08.24

(73) 专利权人 吉林大学
地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72) 发明人 高镇海 安靖雅 胡宏宇

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 杜森垚

(51) Int. Cl.

G01S 17/931 (2020.01)

G01C 21/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107490382 A, 2017.12.19

US 2010098297 A1, 2010.04.22

CN 101900562 A, 2010.12.01

CN 102393744 A, 2012.03.28

刘多能. 基于人机智能融合的移动机器人路径规划方法研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2012, 全文.

Peyman Moghadam. Improving Path Planning and Mapping Based on Stereo Vision and Lidar.《IEEE Xplore》.2008, 384-389.

审查员 杨娜

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法, 包括基于激光雷达的目标障碍物识别算法、通过障碍物模糊标记可行驶区域覆盖算法与融合高精度地图的最优路径规划算法, 充分利用障碍物的位置信息, 模糊计算出可行驶区域, 通过与预先存储的高精度地图对比得到最优路径。本发明有利于无人驾驶车辆完成在城市工况下多障碍物区域进行路径选择和规划, 保障无人驾驶车辆实现自主驾驶的功能。



1. 一种基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法,其特征在于,包括:

S1. 基于激光雷达的目标障碍物识别算法,包括:

至少使用一个激光雷达采集无人驾驶过程的实时环境数据;

对当前环境数据预处理,对预处理后的点云数据栅格化,生成周围环境点云栅格地图;

选取一定的搜索半径对点云数据进行欧式聚类,得到障碍物信息;

S2. 通过障碍物模糊标记的可行驶区域覆盖算法,包括:

对障碍物坐标位置进行模糊标记;

对除障碍物外所有区域标记为可行驶区域;

S3. 融合高精度地图的最优路径规划算法,包括:

根据无人驾驶目的地位置、当前位置以及可行驶区域,拟合多条可行驶路径算法;

与高精度地图对比特征障碍物定位当前位置:引入预先存储的带有障碍物标记的高精度地图,将所扫描到的环境信息与高精度地图相匹配,将高精地图中预先标记好的障碍物1'与所述步骤S1获得的障碍物1进行匹配;

与高精度地图对比预定行驶轨迹得到最优轨迹:所述步骤S1获得的障碍物1与高精地图中预先标记的障碍物1'之间有平移关系;高精度地图所提供的可行驶路径1'与期望的路径1之间存在同样的平移关系;利用匹配障碍物之间的坐标变换,将整体高精度地图坐标变换其所匹配的实际环境中的障碍物坐标,路径坐标也随之改变,得到期望的最佳路径1。

基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车领域技术,特别涉及无人驾驶汽车在城市工况下的轨迹规划算法。

背景技术

[0002] 美国科学家对交通事故研究分析后指出事故原因均不同程度的涉及到驾驶员、道路环境因素,驾驶员因素占57%(英国为65%),且驾驶员-车辆-道路因素占94%(英国为95%)。我国道路交通事故因素的研究报告也指出由驾驶员因素而引起的交通事故率达到90%,其中每年因驾驶员疲劳驾驶事故发生率为40%,因此无论从保护环境、节约能源还是从道路交通安全方面都急需无人驾驶汽车技术的发展。

[0003] 路径规划算法在无人驾驶汽车研究范围中有着举足轻重的地位,是无人车导航系统的重要组成模块,是无人驾驶汽车顺利到达目标点的保障。无人驾驶路径规划是指在有障碍物的工作环境中,为无人车寻找从起始点到目标点的行驶路径,指引无人车在行驶过程中无碰撞的通过所有障碍物,到达目的地,它是汽车实现智能化和完全自主行驶的关键技术。

[0004] 轨迹规划算法有全局与局部两种,通常无人车全局路径规划分为三步:采用算法模型划分工作空间,设立包含障碍物等信息的搜索空间以及对该空间进行搜寻,寻找出最优路径。当无人车运行环境信息部分已知或完全未知时,无人驾驶汽车须通过车载传感器或摄像头实时获取环境信息,根据相应的局部路径规划算法引导无人车到达目标点。

[0005] 目前,大多数轨迹规划算法都根据传感器提供的障碍物信息寻找最优路径,然而在较为复杂的环境下,在短时间内搜索到最为合适的路径十分困难且鲁棒性差,若没有其他参考,很有可能产生错误判断导致交通事故的发生;目前无人驾驶可以利用高精度地图实现预定道路下的循迹驾驶,但高精度地图也存在一定误差,无法与实际环境信息完全一致。

[0006] 将高精度地图融合于轨迹规划算法将是一种可靠的,鲁棒性高的新的轨迹规划算法,如何将为无人驾驶的实时规划路径提供云端参照物,并结合实际障碍物位置准确判断最优路径,这是本领域研究人员目前需要解决的技术问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法,保障车辆完成复杂环境下的无人驾驶或测试任务,提高车辆行驶安全性。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法,包括:

[0009] 基于激光雷达的目标障碍物识别算法;

[0010] 通过障碍物模糊标记的可行驶区域覆盖算法;

[0011] 融合高精度地图的最优路径规划算法。

- [0012] 优选地,所述基于激光雷达的目标障碍物识别算法包括:
- [0013] 至少使用一个激光雷达采集无人驾驶过程的实时环境数据;
- [0014] 对当前环境数据预处理,对预处理后的点云数据栅格化,生成周围环境点云栅格地图;
- [0015] 选取一定的搜索半径对点云数据进行欧式聚类,得到障碍物信息。
- [0016] 优选地,所述通过障碍物模糊标记的可行驶区域覆盖算法包括:
- [0017] 对障碍物坐标位置进行模糊标记;
- [0018] 对除障碍物外所有区域标记为可行驶区域。
- [0019] 优选地,所述融合高精度地图的最优路径规划算法包括:
- [0020] 根据无人驾驶目的地位置、当前位置以及可行驶区域,拟合多条可行驶路径算法;
- [0021] 与高精度地图对比特征障碍物定位当前位置;
- [0022] 与高精度地图对比预定行驶轨迹得到最优轨迹。
- [0023] 优选地,所述高精度地图为预先存储的带有障碍物标记的高精度地图。
- [0024] 本发明所提供的轨迹规划算法可有效为车辆提供行驶轨迹,利用环境感知传感器提供的障碍物坐标与高精度地图对比融合即可快速高效生成行驶轨迹,为无人驾驶车辆在复杂工况下的测试及驾驶任务提供技术参考。

附图说明

- [0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。
- [0026] 图1为本发明实施例的路径规划算法实施流程图;
- [0027] 图2为本发明实施例的目标障碍物识别算法实现流程图;
- [0028] 图3为本发明实施例的融合高精度地图的最优路径规划算法实现流程图;
- [0029] 图4为本发明实施例的未融合高精度地图的路径规划示意图;
- [0030] 图5为本发明实施例的融合高精度地图最佳路径示意图;

具体实施方式

- [0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。
- [0032] 为了使本技术领域的技术人员更好地理解本发明方案,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。
- [0033] 如图1至图3所示为本发明实施例的路径规划算法实施流程图。图1为本发明路径规划整体算法流程框图;图2为本发明中环境感知障碍物识别部分算法流程图;图3为本发明中融合高精度地图部分算法流程图。
- [0034] 本发明提供一种基于激光雷达与高精度地图融合的无人驾驶路径规划算法,包

括：

- [0035] 基于激光雷达的目标障碍物识别算法；
- [0036] 通过障碍物模糊标记的可行驶区域覆盖算法；
- [0037] 融合高精度地图的最优路径规划算法。
- [0038] 优选地，所述基于激光雷达的目标障碍物识别算法包括：
- [0039] 至少使用一个激光雷达采集无人驾驶过程的实时环境数据；
- [0040] 对当前环境数据预处理，对预处理后的点云数据栅格化，生成周围环境点云栅格地图；
- [0041] 选取一定的搜索半径对点云数据进行欧式聚类，得到障碍物信息。
- [0042] 优选地，所述通过障碍物模糊标记的可行驶区域覆盖算法包括：
- [0043] 对障碍物坐标位置进行模糊标记；
- [0044] 对除障碍物外所有区域标记为可行驶区域。
- [0045] 优选地，所述融合高精度地图的最优路径规划算法包括：
- [0046] 根据无人驾驶目的地位置、当前位置以及可行驶区域，拟合多条可行驶路径算法；
- [0047] 与高精度地图对比特征障碍物定位当前位置；
- [0048] 与高精度地图对比预定行驶轨迹得到最优轨迹。

[0049] 如图1所示，本发明提供的路径算法依赖于感知设备提供的障碍物信息并对可行驶区域进行划分以便在安全范围内进行行驶路径的规划。由高精度地图可以预判前方障碍物以及行驶路径，但常常不完全一致，存在误差。通过实际障碍物位置与高精度地图中标记障碍物位置信息进行对比确定高精度地图与实际环境误差，纠正高精度地图路径，实现路径最优。

[0050] 概括来说，本算法的核心在于将高精度地图与传感器实时信息对比，降低了单独利用传感器信息规划路径的复杂度，减少了计算资源的占用，相比于单独利用高精度地图循迹也提高了其规划的准确度，避免因为地图与环境相差过大出现重大驾驶事故的可能。

[0051] 具体来说，如图2所示，在实时环境感知算法上，采用至少一个激光雷达采集实时环境信息，雷达采集的点云数据通常数据量非常大，需要进行预处理减少后期运算量保证算法的鲁棒性。通过滤波操作去除地面以及杂波的干扰，根据航向角可以判断车辆目前的行驶方向，我们主要关注前方和侧方近距离的障碍物信息。所以在进行滤波操作时裁剪掉侧方远距离环境信息，以减少数据量。对预处理后的点云数据栅格化，生成栅格地图以便于判断障碍物位置。通过欧式聚类算法选择合适的搜索半径（需结合实际测试）可以将离散的障碍物点云数据根据点云离散度聚合成不同的障碍物，并用坐标标记障碍物位置。如图4所示，图中，区域11表示为滤波后保留的数据范围，根据聚类算法可以将无序点云标记为图中的障碍物1、2、3、4、5边框。利用中心点的坐标(x,y,z)与障碍物序号一一对应。

[0052] 利用雷达获得障碍物信息后，在雷达可扫描的环境范围内，除标记障碍物外的区域模糊标记为可行驶区域，如图4中区域11内除障碍物1、2、3、4、5边框外的区域。为下一步与高精度地图融合确定路径的最大范围。如图4所示，引入预先存储的带有障碍物标记的高精度地图，将所扫描到的环境信息与高精度地图相匹配。将当前车辆所在位置的经纬度地图转换为车辆坐标系下的xyz坐标地图。如图5中所示，障碍物1'、2'、3'、4'、5'为高精度地图中预先标记的障碍物，将预先标记好的障碍物的位置信息与感知层获得的障碍物位置比

对,误差小于一定范围即可匹配为同一障碍物(只匹配静态障碍物)以此类推。关注于每一对匹配障碍物的误差,类似于图5中障碍物1与障碍物1'之间的对应关系,它们有类似平移的关系。同理,高精度地图所提供的可行驶路径1'与我们所期望的路径1之间也是这样的平行关系。所以利用匹配障碍物之间的坐标变换,将整体高精度地图坐标变换其所匹配的实际环境中的障碍物坐标,路径坐标也随之改变。得到期望的最佳路径1。

[0053] 以上对本发明所提供的无人驾驶汽车特殊在特殊工况下的轨迹规划算法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

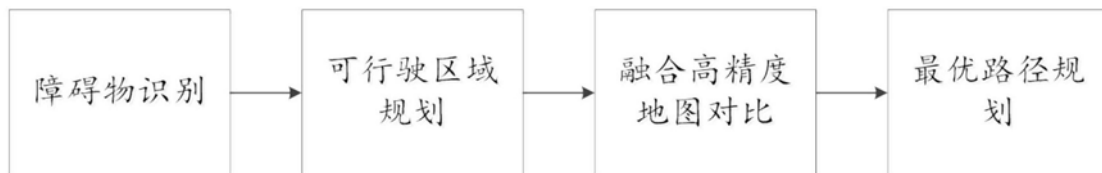


图1



图2

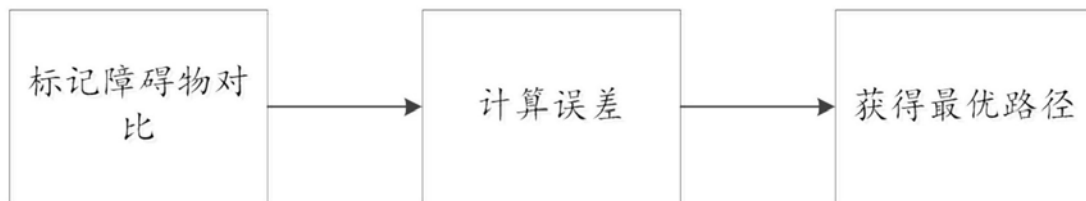


图3

