



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109765909 B

(45) 授权公告日 2022.03.08

(21) 申请号 201910171645.4  
 (22) 申请日 2019.03.07  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 109765909 A  
 (43) 申请公布日 2019.05.17  
 (73) 专利权人 北京主线科技有限公司  
 地址 100000 北京市海淀区中关村丹棱街1  
 号互联网金融中心1205室  
 (72) 发明人 何贝 张天雷 郑思仪 刘鹤云  
 (74) 专利代理机构 杭州裕阳联合专利代理有限  
 公司 33289  
 代理人 姚宇吉  
 (51) Int. Cl.  
 G05D 1/02 (2020.01)

(56) 对比文件  
 CN 105094036 A, 2015.11.25  
 CN 104089623 A, 2014.10.08  
 CN 105956748 A, 2016.09.21  
 CN 107422730 A, 2017.12.01  
 CN 107491085 A, 2017.12.19  
 US 2017122757 A1, 2017.05.04  
 张建同等. 多堆场集装箱卡车路径规划的混  
 合蚁群算法.《工业工程与管理》.2017,第22卷  
 (第2期),第89-96页.  
 程为平等.港口车辆作业智能导引系统设计  
 与实现.《科技资讯》.2016,(第35期),第4、5、7  
 页.

审查员 孔璐璐

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

V2X系统应用在港口的方法

(57) 摘要

本申请公开了一种V2X系统应用在港口的方法,包括以下步骤:步骤一构建V2X系统,V2X系统包括V2V、V2I、V2P以及V2N系统:a.构建V2V系统:在港口内行驶的有人驾驶卡车和无人驾驶卡车的车顶上安装定位装置;b.构建V2I系统:在每座岸桥和每座场桥上安装定位装置;c.构建V2P系统:在每个行走在港口的人员的安全帽上安装定位装置;以及d.构建V2N系统:通过港口内部的局域网,将每辆无人驾驶卡车连接到中控平台;步骤二数据上传:中控平台接收定位装置发出的信息;步骤三任务分配:中控平台安装有港口管理系统TOS系统,TOS系统通过匈牙利算法进行任务分配;步骤四路径规划:中控平台接收TOS系统的任务分配指令,无人驾驶卡车进行路径规划。



1. 一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一 构建V2X系统,V2X系统包括V2V、V2I、V2P以及V2N系统,具体如下:

a. 构建V2V系统:在港口内行驶的有人驾驶卡车和无人驾驶卡车的车顶上安装定位装置,通过所述定位装置采集每辆卡车的实时信息,采集的每辆卡车的实时信息通过4G模块广播发出;

b. 构建V2I系统:在每座岸桥和每座场桥上安装定位装置,通过所述定位装置采集每座岸桥和每座场桥的实时信息,采集的每座岸桥和每座场桥的实时信息通过4G模块广播发出;

c. 构建V2P系统:在每个行走在港口的人员的安全帽上安装定位装置,通过所述定位装置采集每个行走在港口的人员的实时信息,采集的每个行走在港口的人员的实时信息通过4G模块广播发出;

d. 构建V2N系统:通过港口内部的局域网,将每辆无人驾驶卡车连接到中控平台,从而使无人驾驶卡车与所述中控平台之间实现信息互传;

步骤二 数据上传:所述中控平台接收所述4G模块发出的信息;

步骤三 任务分配:所述中控平台安装有港口管理系统TOS系统,所述TOS系统分析所述中控平台接收到的信息并通过匈牙利算法进行任务分配;

步骤四 路径规划:所述中控平台接收TOS系统的任务分配指令并对无人驾驶卡车发出调度指令,无人驾驶卡车接收所述调度指令以后进行路径规划,所述路径规划包括全局路径规划以及局部路径规划,从而实现无人驾驶卡车在港口的行驶。

2. 如权利要求1所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,所述匈牙利算法的具体公式为:

$$\text{Min}Z = \sum \sum C_{ij} X_{ij};$$

其中,  $X_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{表示指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \\ 1 & \text{表示不指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \end{cases}$ ,  $C_{ij}$ 表示每辆无人驾驶卡车选择一项工作的消耗资源, $i=0\dots n, j=0\dots n$ ,  $\text{Min}Z$ 表示最终任务分配结果。

3. 如权利要求1所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,所述全局路径规划具体为:将港口中的每一个路口设为一个节点,如果两个节点之间有通路直达,将其边设为1,如果两个节点之间没有通路直达,将其边设为0,通过局部路径规划来规划。

4. 如权利要求3所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,所述局部路径规划具体为:将所述定位装置探测到的每个障碍物看作是不规则的多边形,计算无人驾驶卡车与障碍物之间的最近距离,得到无人驾驶卡车与障碍物之间的安全距离目标函数,从而规划出来的局部路径保证了无人驾驶卡车与障碍物之间距离小于最小安全距离。

5. 如权利要求1所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,安装在V2V系统中的定位装置为组合导航系统,所述组合导航系统包括差分GPS和惯性导航单元。

6. 如权利要求5所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,所述组合导航系统型号为导远ins550d。

7. 如权利要求1所述的一种V2X系统应用在港口的的方法,其特征在于,安装在V2I系统中的定位装置型号为Novotel GPS板卡。

8. 如权利要求1所述的一种V2X系统应用在港口的方法,其特征在于,安装在V2P系统中的定位装置型号为Novotel GPS板卡。

## V2X系统应用在港口的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车联网领域,特别涉及一种V2X系统应用在港口的方法。

### 背景技术

[0002] V2X (Vehicle to X),是未来智能交通运输系统的关键技术。它使得车与车、车与基站、基站与基站之间能够通信,从而获得实时路况、道路信息、行人信息等一系列交通信息,提高驾驶安全性、减少拥堵、提高交通效率、提供车载娱乐信息等。搭配了V2X系统的车型,在无人驾驶模式下,能够通过实时交通信息的分析,自动选择路况最佳的行驶路线,从而大大缓解交通堵塞。港口是无人驾驶一个重要的应用场所,港口天气变化剧烈,人车混杂,路口没有红绿灯,应用在港口的无人驾驶感知系统需24小时无间断工作。传统的应用在港口的无人驾驶感知系统沿用如图1所示常规的无人驾驶感知系统,其利用毫米波雷达和超声波雷达采集数据输出目标列表,利用激光雷达和相机采集数据输出点云和图像,进一步通过深度学习或者其他方法计算目标列表,最后融合结果来对周边环境进行感知。

[0003] 但传统的应用在港口的无人驾驶感知系统存在以下问题:一、传统无人驾驶卡车配置的低成本传感器不能很好的解决完备的感知问题,特别是对于本发明的研究场所港口,路口没有红绿灯,传统无人驾驶卡车快到路口的时候无法精确判断各个方向的无人驾驶卡车、行人以及场桥、岸桥的位置和速度,导致感知系统的输出结果不精确甚至错误,进而影响后续决策;二、港口以大型半挂卡车为主,将其以传统刚体进行描述时传感器算法会失效;三、港口存在大量例如岸桥、场桥以及集装箱等金属干扰物,这些干扰物的存在会使得毫米波雷达和超声波雷达失效;四、无人驾驶感知系统在港口需24小时无间断工作,加之复杂多变的天气情况,传感器的稳定性大大降低。因此,发明一种V2X系统应用在港口的方法意义重大。

### 发明内容

[0004] 针对上述无人驾驶卡车在港口行驶时,对周边环境感知不精确甚至错误的问题,本发明提出了一种V2X系统应用在港口的方法。

[0005] 本发明提供了一种V2X系统应用在港口的方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤一构建V2X系统,V2X系统包括V2V、V2I、V2P以及V2N系统,具体如下:

[0007] a. 构建V2V系统:在港口内行驶的有人驾驶卡车和无人驾驶卡车的车顶上安装定位装置,通过定位装置采集每辆卡车的实时信息,采集的每辆卡车的实时信息通过4G模块广播发出;

[0008] b. 构建V2I系统:在每座岸桥和每座场桥上安装定位装置,通过定位装置采集每座岸桥和每座场桥的实时信息,采集的每座岸桥和每座场桥的实时信息通过4G模块广播发出;

[0009] c. 构建V2P系统:在每个行走在港口的人员的安全帽上安装定位装置,通过定位装置采集每个行走在港口的人员的实时信息,采集的每个行走在港口的人员的实时信息通过

4G模块广播发出；

[0010] d. 构建V2N系统:通过港口内部的局域网,将每辆无人驾驶卡车连接到中控平台,从而使得无人驾驶卡车与中控平台之间实现信息互传;

[0011] 步骤二数据上传:中控平台接收4G模块发出的信息;

[0012] 步骤三任务分配:中控平台安装有港口管理系统TOS系统,TOS系统分析中控平台接收到的信息并通过匈牙利算法进行任务分配;

[0013] 步骤四路径规划:中控平台接收TOS系统的任务分配指令并对无人驾驶卡车发出调度指令,无人驾驶卡车接收调度指令以后进行路径规划,路径规划包括全局路径规划以及局部路径规划,从而实现无人驾驶卡车在港口的行驶。

[0014] 进一步的,匈牙利算法的具体公式为: $\text{Min}Z = \sum \sum C_{ij} X_{ij}$  ( $i=0 \dots n; j=0 \dots n$ ),其中,

$X_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{表示指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \\ 1 & \text{表示不指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \end{cases}$ ,  $C_{ij}$ 表示每辆无人驾驶

卡车选择一项工作的消耗资源,MinZ表示最终任务分配结果。

[0015] 进一步的,全局路径规划具体为:将港口中的每一个路口设为一个节点,如果两个节点之间有通路直达,将其边设为1,如果两个节点之间没有通路直达,将其边设为0,通过局部路径规划来规划。

[0016] 进一步的,将定位装置探测到的每个障碍物看作是不规则的多边形,计算无人驾驶卡车与障碍物之间的最近距离,得到无人驾驶卡车与障碍物之间的安全距离目标函数,从而规划出来的局部路径保证了无人驾驶卡车与障碍物之间距离小于最小安全距离。

[0017] 进一步的,安装在V2V系统中的定位装置为组合导航系统,组合导航系统包括差分GPS和惯性导航单元。

[0018] 进一步的,组合导航系统型号为导远ins550d。

[0019] 进一步的,安装在V2I系统中的定位装置型号为Novotel GPS板卡。

[0020] 进一步的,安装在V2P系统中的定位装置型号为Novotel GPS板卡。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 针对港口的特点,本发明构建了一种V2X系统应用在港口的的方法,其中V2X系统包括V2V、V2I、V2P以及V2N系统。通过构建适用于港口的定制的V2V、V2I、V2P以及V2N系统,本发明克服了传统港口的无人驾驶感知系统仅利用多传感器采集信息并进行融合从而导致算法以及传感器失效的问题,大大提高了港口无人驾驶感知系统的精度以及工作效率。

[0023] 本发明通过在V2V、V2I、V2P以及V2N系统上安装精度定制的定位装置,降低了成本,提高了经济效益。

#### 附图说明:

[0024] 图1是本发明传统的应用在港口的无人驾驶感知系统的示意图;

[0025] 图2是本发明V2X系统应用在港口的的方法流程图;

[0026] 图3是本发明无人驾驶卡车与障碍物之间距离计算的示意图。

**具体实施方式：**

[0027] 下面结合各附图，对本发明做详细描述。

[0028] 如图2所示，本发明提出一种V2X系统应用在港口的方法，其中V2X系统包括V2V、V2I、V2P以及V2N系统，V2X系统能够实时有效地感知周边信息；中控平台接收所有的信息，港口管理系统TOS系统分析中控平台接收到的信息并通过匈牙利算法进行任务分配；中控平台接收TOS系统的任务分配指令并对无人驾驶卡车发出调度指令，无人驾驶卡车接收调度指令以后进行路径规划，从而实现无人驾驶卡车在港口的行驶，具体步骤如下。

[0029] 步骤一：

[0030] a. 构建V2V系统：本发明中V代表的Vehicle包括港口内所有的有人驾驶卡车和无人驾驶卡车。为实现港口中卡车之间的信息互传，本发明在每辆卡车的车顶上安装了定位装置，通过定位装置采集每辆卡车的实时信息，采集的每辆卡车的实时信息通过4G模块广播发出。于本实施例中，定位装置为组合导航系统，用于测量每辆卡车的实时位置、速度以及姿态，其中组合导航系统包括差分GPS和惯性导航单元。组合导航系统将差分GPS和惯性导航单元的信息相结合，输出的定位数据频率较高，定位信息的精度比单一的导航系统精度高，两种定位导航数据进行融合，达到优势互补。于本实施例中，组合导航系统的型号为导远ins550d，其动态定位精度可达厘米量级。值得一提的是，上述定位装置是无人驾驶定位系统所必须的，所以并不会增加无人驾驶卡车的成本，而在有人驾驶卡车上安装组合导航系统是为了促进打造全智慧型港口所必须采取的措施，因此上述设计能够实现性能与成本的最优化。

[0031] b. 构建V2I系统：本发明I代表的Infrastructure包括港口中场桥和岸桥等基础设施，由于场桥和岸桥在港口中的位置不固定，需要定时更新它们在高精度地图上的位置。本发明将场桥和岸桥当成位置不固定的静止障碍物，在每个场桥和岸桥上安装定位装置从而获取场桥和岸桥的实时位置信息，并动态更新港口高精度地图的信息，采集的每座岸桥和每座场桥的实时信息通过4G模块广播发出，从而实现港口无人驾驶卡车与港口内位置不固定的基础设施之间信息互传。由于场桥和岸桥等基础设施通常静止或者缓慢移动，其定位装置采用能完成分米量级精度的装置即可，于本实施例中，该定位装置的型号为Novotel GPS板卡，采用该型号定位装置的V2I系统可以在保证作业要求的同时降低成本。

[0032] c. 构建V2P系统：本发明中P代表Pedestrian，指的是在港口行走的人员，出于安全考虑，在港口行走的人员都需要带安全帽。本发明在所有的安全帽上安装定位装置，从而获取每个人的实时位置，收集的每个行走在港口的人员的实时信息通过4G模块广播发出，V2P系统实现无人驾驶卡车与行人之间的信息互传。由于行人通常移动速度较慢，V2P系统采用能完成米量级定位精度的普通导航定位系统，于本实施例中，该定位装置的型号为Novotel GPS板卡，采用该型号定位装置的V2P系统可以在保证作业要求的同时降低成本。

[0033] d. 构建V2N系统：本发明中N代表Network，指的是港口内部的局域网，通过港口内部的局域网，将每辆无人驾驶卡车连接到中控平台，从而使得无人驾驶卡车与中控平台之间实现信息互传。采用星型的组网方式，最多同时满足连接不少于1000个网络点，V2N系统实现了无人驾驶卡车与中控平台之间的信息互传，中控平台可对无人驾驶卡车进行统一的管理和调度。

[0034] 步骤二：数据上传

[0035] 中控平台接收4G模块发出的信息。

[0036] 步骤三:任务分配

[0037] 中控平台安装有港口管理系统TOS系统,TOS系统分析中控平台接收到的信息并通过匈牙利算法进行任务分配。匈牙利算法是一种求解任务分配问题的组合优化算法,通过匈牙利算法解决怎样指派无人驾驶卡车完成某项工作,使消耗的总资源最小。

[0038] 匈牙利算法的具体公式为: $\text{Min}Z = \sum \sum C_{ij} X_{ij}$  ( $i=0 \dots n; j=0 \dots n$ ), 其中,

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{表示指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \\ 1 & \text{表示不指派第}i\text{个无人集卡完成第}j\text{项工作} \end{cases}, C_{ij} \text{表示每辆无人驾驶卡车}$$

选择一项工作的消耗资源,MinZ表示最终任务分配结果。

[0039] 步骤四:路径规划

[0040] 中控平台接收TOS系统的任务分配指令并对无人驾驶卡车发出调度指令,无人驾驶卡车接收调度指令以后进行路径规划,路径规划包括全局路径规划以及局部路径规划,通过路径规划,中控平台对每辆无人驾驶卡车进行调度,从而实现无人驾驶卡车在港口由起始点A行驶到终止点B。

[0041] a. 全局路径规划:将港口中的每一个路口设为一个节点,如果两个节点之间有通路直达,将其边设为1,如果两个节点之间没有通路直达,将其边设为0,通过局部路径规划来规划。

[0042] b. 局部路径规划:将除本车以外的所有周边参与者的信息都作为障碍物信息参与到局部规划运算中,利用本车当前的速度和位置信息提前监控和预判周边参与者的信息,进而获得更好的路线使得本车更好的通过路口。

[0043] 局部路径规划具体步骤为:将所述定位装置探测到的每个障碍物看作是不规则的多边形,计算无人驾驶卡车与障碍物之间的最近距离,得到无人驾驶卡车与障碍物之间的安全距离目标函数。

[0044] 具体的,由于车辆不是一个标准圆形或者是正多边形,所以不同方向上障碍物离车辆的最近距离不能直接用障碍物点到车辆中心点距离进行计算,如图3所示。将无人驾驶卡车抽象成一个椭圆形,卡车与障碍物的最近距离近似为圆心到障碍物最近边的距离减去圆心到椭圆边界的距离。

[0045] 首先得到椭圆边界点坐标为

$$[0046] \quad \begin{cases} x = a \cdot \cos \theta \\ y = b \cdot \sin \theta \end{cases} \quad (1)$$

[0047] (1)式中,a为椭圆的长轴半径,b为椭圆的短轴半径, $\theta$ 为无人驾驶卡车的车头朝向与无人驾驶卡车中心点到障碍物最近边的垂直线连线之间的夹角。

[0048] 所以,障碍物与无人驾驶卡车之间的实际距离可表示为

$$[0049] \quad l_r = l_0 - \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta} \quad (2)$$

[0050] (2)式中, $l_r$ 为障碍物与集卡构型之间的真实距离, $l_0$ 为无人驾驶卡车中心与障碍物之间的距离。

[0051] 进一步的,无人驾驶卡车与障碍物之间的安全距离目标函数可表示为

$$[0052] \quad f(s_i, \varepsilon, S, n) = \begin{cases} \left( \frac{-l_r - (-R_{obs} - \varepsilon)}{S} \right)^n & \text{if } l_r < R_{obs} - \varepsilon \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

[0053] (3) 式中,  $R_{obs}$  表示障碍物与无人驾驶卡车之间的最小安全距离,  $\varepsilon$  为松弛因子,  $S$  为比例缩放因子,  $s_i = [x_i, y_i, \beta_i]^T$  表示轨迹每个节点上横向位置坐标、纵向位置坐标以及航向角的集合。(3) 式为障碍物所影响的路径点的代价值, 如果在安全距离之外, 代价值为 0, 否则, 距离越近, 代价值越高。

[0054] 通过上述得出的无人驾驶卡车与障碍物之间的安全距离目标函数来对局部路径进行优化求解, 使最后规划出来的路径能保证无人驾驶卡车与障碍物之间距离小于最小安全距离, 不发生碰撞。

[0055] 针对港口的特点, 本发明构建了一种 V2X 系统应用在港口的方法, 其中 V2X 系统包括 V2V、V2I、V2P 以及 V2N 系统。通过构建适用于港口的定制的 V2V、V2I、V2P 以及 V2N 系统, 本发明克服了传统港口的无人驾驶感知系统仅利用多传感器采集信息并进行融合从而导致算法以及传感器失效的问题, 大大提高了港口无人驾驶感知系统的精度以及工作效率。

[0056] 以上所述仅为本发明的优选实施例, 并非因此即限制本发明的专利保护范围, 凡是运用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换, 直接或间接运用在其他相关的技术领域, 均同理包括在本发明的保护范围内。



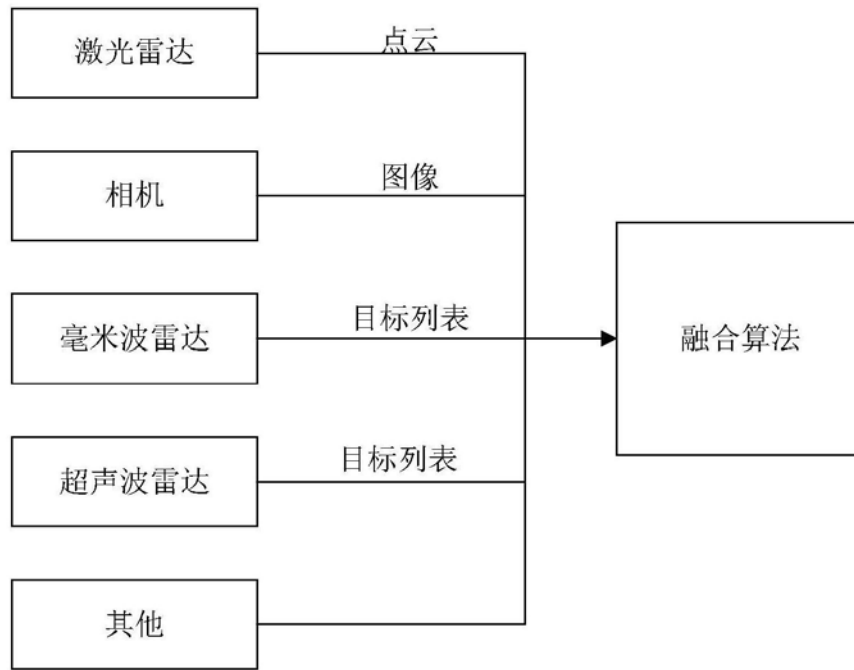


图1



图2

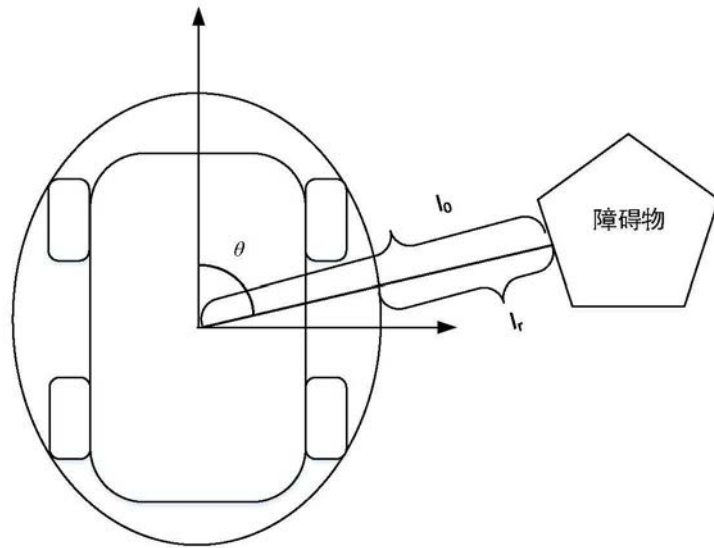


图3