



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115979294 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202310148934.9

(22) 申请日 2023.02.14

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 张毅 裴华鑫 姚丹亚 封硕

杨敬轩 李力

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

专利代理师 李丹 栗若木

(51) Int. Cl.

G01C 21/34 (2006.01)

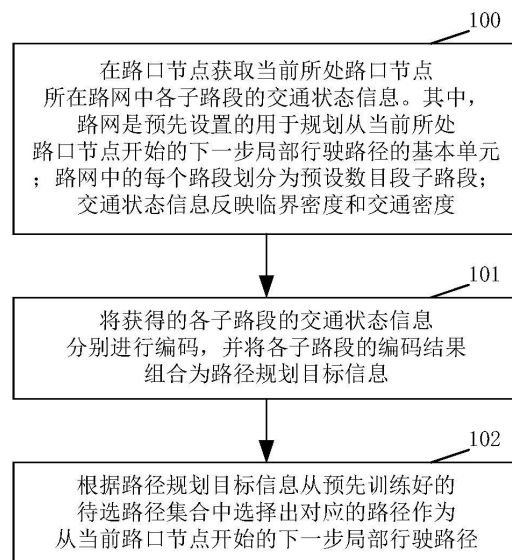
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

## (54) 发明名称

一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法及装置

## (57) 摘要

本申请公开了一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法及装置,利用获得的有限交通信息,提供合理的路径规划方法,有效缓解了交通拥堵、提升了交通安全,在车辆独立决策的基础上实现了路网整体性能的提升。



1. 一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法,其特征在于,包括:

在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息;其中,所述路网是预先设置的用于对规划从所述当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;所述路网中的每个路段划分为预设数目段子路段;所述交通状态信息反映临界密度和交通密度;

将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息;

根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为车辆从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

2. 根据权利要求1所述的自组织路径规划方法,其中,所述路网包括:所述当前所处路口节点、所述当前所处路口节点的所有下一路口节点,以及与所述当前所处路口节点连接的路段、与所述当前所处路口节点的所有下一路口节点连接的路段,进入所述当前所处路口节点的路段除外。

3. 根据权利要求1所述的自组织路径规划方法,其中,所述路网包括:所述当前所处路口节点、所述当前所处路口节点附近的预设的几个路口节点,以及与这些路口节点相连的路段,进入所述当前所处路口节点的路段除外。

4. 根据权利要求1、2或3所述的自组织路径规划方法,其中,按照预先设置的编码方式对所述获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码。

5. 根据权利要求4所述的自组织路径规划方法,其中,所述预先设置的编码方式包括独热编码方式。

6. 根据权利要求5所述的自组织路径规划方法,其中,所述按照独热编码方式对所述获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,包括:

根据所述临界密度 $n_c$ 划分交通密度空间,所述交通密度空间包括10个区间;其中,将 $0 \sim kn_c$ 的范围划分成9个同样大小的密度区间,分别对应状态向量的1~9维,将 $kn_c \sim \infty$ 单独划分为一个密度区间,对应状态向量的第10维;其中, $k$ 为预先设置的一常数;

按照所述独热编码方式编码,采用一个 $10 \times 1$ 的向量表示每个所述子路段内的交通状态信息,每一维依次分别对应所述交通密度空间的各区间。

7. 一种计算机可读存储介质,存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于执行权利要求1~权利要求6任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划方法。

8. 一种面向自动驾驶的自组织路径规划的设备,包括存储器和处理器,其中,存储器中存储有以下可被处理器执行的指令:用于执行权利要求1~权利要求6任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划的方法的步骤。

9. 一种面向自动驾驶的自组织路径规划装置,其特征在于,包括:获取模块、处理模块、路径选择模块;其中,

所述获取模块,用于在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息;其中,路网是预先设置的用于规划从当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;路网中的每个路段划分为预设数目段子路段;交通状态信息反映临界密度和交通密度;

所述处理模块,用于将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段

的编码结果组合为路径规划目标信息；

所述路径选择模块，用于根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

10. 根据权利要求9所述的自组织路径规划装置，还包括：训练模块，用于根据在所述路口节点获取的当前所处路口节点所在路网中各子路段的样本交通状态信息，对获得的各子路段的样本交通状态信息分别按照预先设置的编码方式进行编码，并将各子路段的样本编码结果组合为路径规划目标样本信息；将路径规划目标样本信息作为预先设置的训练模型的输入，将该路径规划目标样本信息在待选路径集合中对应的待选路径作为预先设置的训练模型的输出，对预先设置的训练模型的参数进行训练得到路径选择模型。

11. 根据权利要求10所述的自组织路径规划装置，其中，所述路径选择模块用于：将所述路径规划目标信息输入所述路径选择模型，所述路径选择模型从待选路径集合中选择出路径规划目标信息对应的路径并输出。

## 一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请涉及但不限于智能交通技术,尤指一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法及装置。

### 背景技术

[0002] 智能车路协同系统采用先进的无线通信和新一代互联网等技术,全方位实现车车、车路动态实时信息交互,并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车路协同安全和道路主动控制,充分实现人、车、路的有效协同,保证交通安全,提高通行效率,从而形成安全、高效和环保的道路交通系统。

[0003] 基于车路协同系统的自动驾驶是一种全新的技术路线。通过车路协同系统的辅助,能够大大降低对传感器精度和算法性能上的要求,是一种低成本、高精度、实时的自动驾驶解决方案。

[0004] 车辆在交通路网中的行驶路径规划是实现车路协同环境下自动驾驶的基本任务,合理的路径规划将有效缓解交通拥堵、提升交通安全。如何实现车路协同环境下自动驾驶的合理的路径规划是一个亟需解决的问题。

### 发明内容

[0005] 本申请提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法及装置,能够提供合理的路径规划方法,有效缓解交通拥堵、提升交通安全。

[0006] 本发明实施例提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法,包括:

[0007] 在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息;其中,所述路网是预先设置的用于规划从所述当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;所述路网中的每个路段划分为预设数目段子路段;所述交通状态信息反映临界密度和交通密度;

[0008] 将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息;

[0009] 根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为车辆从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

[0010] 在一种示例性实例中,所述路网包括:所述当前所处路口节点、所述当前所处路口节点的所有下一路口节点,以及与所述当前所处路口节点连接的路段、与所述当前所处路口节点的所有下一路口节点连接的路段,进入所述当前所处路口节点的路段除外。

[0011] 在一种示例性实例中,所述路网包括:所述当前所处路口节点、所述当前所处路口节点附近的预设的几个路口节点,以及与这些路口节点相连的路段,所述车辆进入其当前所处路口节点的路段除外。

[0012] 在一种示例性实例中,按照预先设置的编码方式对所述获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码。

[0013] 在一种示例性实例中,所述预先设置的编码方式包括独热编码方式。

[0014] 在一种示例性实例中,所述按照独热编码方式对所述获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,包括:

[0015] 根据所述临界密度 $n_c$ 划分交通密度空间,所述交通密度空间包括10个区间;其中,将 $0 \sim kn_c$ 的范围划分成9个同样大小的密度区间,分别对应状态向量的1~9维,将 $kn_c \sim \infty$ 单独划分为一个密度区间,对应状态向量的第10维;其中,k为预先设置的一常数;

[0016] 按照所述独热编码方式编码,采用一个 $10 \times 1$ 的向量表示每个所述子路段内的交通状态信息,每一维依次分别对应所述交通密度空间的各区间。

[0017] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于执行上述任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划方法。

[0018] 本申请实施例再提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划的设备,包括存储器和处理器,其中,存储器中存储有以下可被处理器执行的指令:用于执行上述任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划的方法的步骤。

[0019] 本申请实施例又提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划装置,包括:获取模块、处理模块、路径选择模块;其中,

[0020] 所述获取模块,用于在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息;其中,路网是预先设置的用于规划从当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;路网中的每个路段划分为预设数目段子路段;交通状态信息反映临界密度和交通密度;

[0021] 所述处理模块,用于将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息;

[0022] 所述路径选择模块,用于根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

[0023] 在一种示例性实例中,还包括:训练模块,用于根据在所述路口节点获取的当前所处路口节点所在路网中各子路段的样本交通状态信息,对获得的各子路段的样本交通状态信息分别按照预先设置的编码方式进行编码,并将各子路段的样本编码结果组合为路径规划目标样本信息;将路径规划目标样本信息作为预先设置的训练模型的输入,将该路径规划目标样本信息在待选路径集合中对应的待选路径作为预先设置的训练模型的输出,对预先设置的训练模型的参数进行训练得到路径选择模型。

[0024] 在一种示例性实例中,所述路径选择模块用于:将所述路径规划目标信息输入所述路径选择模型,所述路径选择模型从待选路径集合中选择出路径规划目标信息对应的路径并输出。

[0025] 本申请实施例提供的面向自动驾驶的自组织路径规划方法,利用获得的有限交通信息,提供合理的路径规划方法,有效缓解了交通拥堵、提升了交通安全,在车辆独立决策的基础上实现了路网整体性能的提升。

[0026] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

## 附图说明

[0027] 附图用来提供对本申请技术方案的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本申请的技术方案,并不构成对本申请技术方案的限制。

[0028] 图1为本申请实施例中面向自动驾驶的自组织路径规划方法的流程示意图;

[0029] 图2(a)为本申请实施例中路网第一实施例的演示示意图;

[0030] 图2(b)为本申请实施例中路网第二实施例的演示示意图;

[0031] 图2(c)为本申请实施例中路网第三实施例的演示示意图;

[0032] 图3(a)为本申请实施例中路网中每个路段划分为子路段的示意图;

[0033] 图3(b)为本申请实施例中路网中交通状态信息的示意图;

[0034] 图3(c)为本申请实施例中路网中采用One-Hot编码描述每个cell的交通状态信息的示意图;

[0035] 图4为本申请实施例中面向自动驾驶的自组织路径规划装置的组成结构示意图。

## 具体实施方式

[0036] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下文中将结合附图对本申请的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0037] 在本申请一个典型的配置中,计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

[0038] 内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

[0039] 计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定,计算机可读介质不包括非暂存电脑可读媒体(transitory media),如调制的数据信号和载波。

[0040] 在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行。并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0041] 未来一段时间内,交通系统中的车辆仅具有有限的信息交互能力,也就是说,车辆仅能获取有限的交通信息,这样,一方面,车辆难以获取全局交通路网内的车辆信息,另一方面,车辆之间的直接交互难以得到绝对的网络通信保障。

[0042] 相关技术中大多是在交通流分配的框架下为车流规划路线,以期望达到交通平衡。然而,相关技术中大多关注静态的、全局的车流路径规划,难以灵活地应对局部交通需求的变化。而且,相关技术提供的方法性能依赖简化后的交通流动力学模型,难以准确地刻

画真实交通系统的车流特性。再者,相关技术通常要求全局的交通信息,而在未来的很长一段时间内,车辆仅具有有限的信息交互能力,是很难满足其需求的。

[0043] 本申请发明人通过对目前基于车路协同系统的自动驾驶的研究,一方面,针对车辆仅能获取有限的交通信息,提出面向自动驾驶的自组织路径规划机制,通过优化局部的交通状态来实现路网总体性能的提升。另一方面,针对车辆之间的直接交互难以得到保证,提出在自组织路径规划机制的指导下,基于强化学习的路径规划方法,并通过设计奖励机制,在车辆独立决策的前提下实现车辆之间的间接交互,最终使得车辆的平均旅行时间得到降低。鉴于此,本申请实施例提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划方法,利用获得的有限交通信息,提供合理的路径规划方法,有效缓解交通拥堵、提升交通安全,在车辆独立决策的基础上实现路网整体性能的提升。

[0044] 图1为本申请实施例中面向自动驾驶的自组织路径规划方法的流程示意图,如图1所示,包括以下步骤:

[0045] 步骤100:在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息。

[0046] 其中,路网是预先设置的用于规划从当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;路网中的每个路段划分为预设数目段子路段。交通状态信息反映临界密度(critical density)和交通密度。

[0047] 在一种示例性实例中,以面向自动驾驶的车辆为例,路网可以至少包括:车辆当前所处路口节点、车辆当前所处路口节点的所有下一路口节点,以及与车辆当前所处路口节点连接的路段、与当前所处路口节点的所有下一路口节点连接的路段,车辆进入当前所处路口节点的路段除外。路网的演示示意图如图2(a)~图2(c)所示。

[0048] 如图2(a)所示,以路口节点0为车辆途径的一路口节点(即当前所处路口节点)为例,路口节点0所在的路网包括路口节点0、路口节点0的下一路口节点1、路口节点0的另一下一路口节点2和路口节点0左侧的下一路口节点(图2(a)中未示出),以及以下路段:路口节点0到路口节点1的路段1(Route1)、路口节点0到路口节点2的路段2(Route2)、路口节点0到其左侧路口节点(图2(a)中未示出)的路段、路口节点1到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段1重复只需取一条即可)、路口节点2到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段2重复只需取一条即可)、路口节点0左侧的下一路口节点到其上下左右方向的四条路段(图2(a)中未示出)(需要说明的是其右方的路段与路口节点0到其左侧路口节点(图2(a)中未示出)的路段重复,只需取一条即可),图2(a)中,车辆从路口节点0的上方驶入路口节点0,因此,路网中不包括路口节点0到其上方路口节点的路段。

[0049] 如图2(b)所示,假设车辆选择从路口节点0经路径2到达路口节点2(即当前所处路口节点),那么,路口节点2所在的路网包括路口节点2、路口节点2的下一路口节点3、路口节点2的另一下一路口节点4和路口节点2左侧的下一路口节点(图2(b)中未示出),以及以下路段:路口节点2到路口节点3的路段1(Route1)、路口节点2到路口节点4的路段2(Route2)、路口节点2到其左侧路口节点(图2(b)中未示出)的路段、路口节点3到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段1重复只需取一条即可)、路口节点4到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段2重复只需取一条即可)、路口节点2左侧的下一路口节点到其上下左右方向的四条路段(图2(b)中未示出)(需要说明的是其右方的路段与路口节点2到其

左侧路口节点(图2(b)中未示出)的路段重复,只需取一条即可),图2(b)中,车辆从路口节点2的上方驶入路口节点2,因此,路网中不包括路口节点2到其上方路口节点的路段。

[0050] 如图2(c)所示,假设车辆选择从路口节点2经路径1到达路口节点3(即当前所处路口节点),那么,路口节点3所在的路网包括路口节点3、路口节点3的下一路口节点5、路口节点3的另一下一路口节点6和路口节点3上侧的再下一路口节点7,以及以下路段:路口节点3到路口节点5的路段1(Route1)、路口节点3到路口节点6的路段2(Route2)、路口节点3到路口节点7的路段、路口节点5到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段1重复只需取一条即可)、路口节点6到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段2重复只需取一条即可),图2(c)中,车辆从路口节点3的左侧驶入路口节点3,因此,路网中不包括路口节点3到其左侧路口节点的路段。

[0051] 需要说明的是,图2(a)~图2(c)所示的实施例仅仅是一种路网设置的实施例,并不用于限定本申请的保护范围。

[0052] 在另一种示例性实例中,以面向自动驾驶的车辆为例,路网可以包括:车辆当前所处路口节点、车辆当前所处路口节点附近的预设的几个路口节点,以及与这些路口节点相连的路段,车辆进入其当前所处路口节点的路段除外。比如,仍以图2(a)~图2(c)为例,路网可以设置为车辆当前所处路口节点右方及右下方的几个节点构成,如图2(a)阴影部分大致所示,本实施例中,路口节点0所在的路网包括路口节点0、路口节点0的下一路口节点1、路口节点0的另一下一路口节点2和路口节点01,以及以下路段:路口节点0到路口节点1的路段1(Route1)、路口节点0到路口节点2的路段2(Route2)、路口节点0到其左侧路口节点(图2(a)中未示出)的路段、路口节点1到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段1重复只需取一条即可)、路口节点2到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,路段2重复只需取一条即可)、路口节点01到其上下左右方向的四条路段(需要说明的是,其上方和左方的路段重复只需取一条即可),图2(a)中,车辆从路口节点0的上方驶入路口节点0,因此,路网中不包括路口节点0到其上方路口节点的路段。图2(b)和图2(c)的路网如图中阴影部分大致所示,这里不再赘述。

[0053] 从上述关于路网的设置可见,路网可以根据实际场景按照不同的需求预先设置,具体设置的规模(即路网包括的路口节点和路段的数量)可以根据实际场景预先设置好,也就是说,对路网大小的设置可大可小,只要路网内的车辆能够实时获取到当前路网内的交通信息且该路网可视为全局路网的基本单元即可。

[0054] 在一种示例性实例中,路网中的每个路段被划分为预设数目个子路段,也称为Cell。如图3(a)所示,显示了路网中某路段的部分,该路段划分为多个预先设置的一定长度的Cell构成,不同路段上的Cell数目是预先设置的固定的数目。如图3(a)中所示,某路段或某路段的部分被划分为子路段1(Cell1)和子路段2。

[0055] 因为每个路段中包括的Cell的数量是一样的,因此,可以理解,对于各路段的长度可能不同的情况,不同的路段,其中划分出的Cell的长度也是可能不同的。举例来看,比如路段1为2公里(Km),路段2为6公里,预先设置的子路段的数目为5,那么,路段1被划分为5个Cell,每个Cell的长度可以为2Km除以5,等于0.4Km;路段2被划分为5个Cell,每个Cell的长度可以为6Km除以5,等于1.2Km。

[0056] 本申请发明人通过分析交通流动力学特性得到,临界密度(critical density)是



交通动力学中的一个关键参数,其中,临界密度表示路段上运行车流量达到最大时的交通密度。在一种示例性实例中,本申请实施例中的交通状态信息反映了critical density和交通密度。如图3(b)所示,横坐标表示交通密度(density),纵坐标表示车流量(flow),横坐标上对应车流量达到最大值的点为critical density。交通密度与critical density的大小关系对交通效率具有较大的影响,因此,本申请实施例中将critical density的信息作为交通状态信息中的一个信息,准确地表征了当前时刻的交通特性。本申请实施例中,基于车辆当前所处路口节点的路网(即局部路网)中各个Cell内当前时刻的交通状态作为规划下一步局部路径的基础,一方面,本申请实施例相对于直接考虑每辆车位置的方式而言,基于Cell的方法降低了计算量,且提高了路径估计的容错性;另一方面,本申请实施例基于Cell的方法更精确地描述了路网中当前的交通状态,为路径规划的优质性提供了保障。

[0057] 步骤101:将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息。

[0058] 在一种示例性实例中,可以按照预先设置的编码方式对获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码。在一种实施例中,预先设置的编码方式包括但不限于如独热编码(One-Hot Encoding)方式。One-Hot编码是将类别变量转换为机器学习算法易于利用的一种形式的过程,可以用于降低状态空间的规模。

[0059] 在一种实施例中,步骤101中可以采用One-Hot编码技术对各子路段的交通状态信息进行编码,包括:

[0060] 根据临界密度 $n_c$ 划分交通密度空间,交通密度空间包括10个区间。其中,将 $0 \sim kn_c$ 的范围划分成9个同样大小的密度区间,分别对应状态向量的1~9维,将 $kn_c \sim \infty$ 单独划分为一个密度区间,对应状态向量的第10维;其中,k为预先设置的一常数,比如 $k=1.5$ 、 $k=2$ 、 $k=3$ 等等。

[0061] 按照One-Hot编码,采用一个 $10 \times 1$ 的向量表示每个子路段内的交通状态信息,每一维依次分别对应交通密度空间的各区间。

[0062] 图3(c)是采用One-Hot编码描述每个cell的交通状态信息的示例,如图3(c)所示,采用one-hot编码技术,用一个 $10 \times 1$ 的向量表示每个Cell内的交通状态信息即本实施例中的交通密度信息,也就是说,该 $10 \times 1$ 的向量的某一维置1,表示当前时刻Cell内的交通密度处于该维所对应的交通密度空间的区间。本实施例中,以 $2n_c$ 为上界,其中, $n_c$ 表示critical density;将 $0 \sim 2n_c$ 划分成9个同样大小的密度区间,将 $2n_c \sim \infty$ 单独划分为一个密度区间,对应状态向量的第10维,如图3(c)所示,子路段1(Cell 1)的One-Hot编码信息为:0000100000,也就是说,当前时刻Cell 1内的交通密度处于交通密度空间中上限值为 $n_c$ 的区间。

[0063] 本申请实施例中的交通密度空间的区间划分机制,充分考虑了critical density信息。在一种实施例中,交通密度空间的区间划分可以根据交通需求大小、Cell长度、车速限制等因素进行动态调整。例如,可以根据实际的交通需求确定密度区间的长短,不一定以上述实施例中的 $2n_c$ 为上界进行划分。这种区间划分机制可以灵活地把控状态空间的规模且充分考虑了交通动力学特性。

[0064] 在一种示例性实例中,步骤101中的将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息,包括:

[0065] 按照预先设置的子路段所在路段的拼接顺序,将编码后得到的各子路段的编码结果串接起来形成路径规划目标信息。

[0066] 在路网设置好之后,路网中包括的路口节点和相应的路段是明确的,可以预先设置好路段的先后拼接顺序,对于不同的路网(即局部路网),都是按照相同的顺序来设置路段的先后拼接顺序的。举个例子来看,对于路口节点A,假设路网中仅包括路口节点A下方的路段A1和路口节点A右方的路段A2,路段A1包括Cell A11、Cell A12、Cell A13,路段A2包括Cell A21、Cell A22、Cell A23,假设预先设置的路段的先后拼接顺序是先下方路段后右方路段,那么,将编码后得到的各子路段的编码结果串接起来可以为:Cell A11的编码结果-Cell A12的编码结果-Cell A13的编码结果-Cell A21的编码结果-Cell A22的编码结果-Cell A23的编码结果,这里的连接符“-”在实际串接中是没有的,这里只是示意一个先后顺序;之后,假设到达路口节点B,对于路口节点B,假设路网中仅包括路口节点B下方的路段B1,路段B1包括Cell B11、Cell B12、Cell B13,将编码后得到的各子路段的编码结果串接起来可以为:Cell B11的编码结果-Cell B12的编码结果-Cell AB3的编码结果-0-0-0,这里,因为对于路口节点B,路网中没有路口节点B右方的路段,因此,该路段中各子路段的编码结果全部用0代替。

[0067] 步骤102:根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

[0068] 在一种示例性实例中,以面向自动驾驶的车辆为例,本步骤之前还可以包括:

[0069] 根据车辆在路口节点获取的当前所处路口节点所在路网中各子路段的样本交通状态信息,对获得的各子路段的样本交通状态信息分别按照预先设置的编码方式进行编码,并将各子路段的样本编码结果组合为路径规划目标样本信息;将路径规划目标样本信息作为预先设置的训练模型的输入,将该路径规划目标样本信息在待选路径集合中对应的待选路径作为预先设置的训练模型的输出,对预先设置的训练模型的参数进行训练得到路径选择模型。

[0070] 训练模型可以采用如深度Q学习(deep q learning)等,训练模型的选择并不用于限定本申请的保护范围。本申请实施例强调的是,在对训练模型进行训练的过程中,对路网、各子路段、交通状态信息的设计,以及对各子路段的交通状态信息的编码等均采用本申请实施例提供的自组织路径规划方法中步骤100和步骤101的方式。本申请实施例中的交通状态信息反映了critical density和交通密度,与直接采用每个Cell内的车辆数作为交通状态信息,直接地反应了交通流动力学特性,提高了训练待选路径集合的学习效果,而且状态空间不会过大,提升了训练待选路径集合的学习效率。

[0071] 在一种示例性实例中,步骤102中的根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径,可以包括:

[0072] 将路径规划目标信息输入预先训练好的路径选择模型,路径选择模型从待选路径集合中选择出路径规划目标信息对应的路径并输出。

[0073] 在一种实施例中,也可以是预先根据历史数据,按照历史数据显示的交通路况状态,预先设置好路径规划目标信息与待选路径集合中各路径的对应关系。这样,步骤102则直接根据该对应关系选择出路径规划目标信息对应的路径即可。

[0074] 交通系统具有较强的随机性、时变性和规模性,导致车辆很难对未来一段时间内

整个交通系统中的交通状态进行准确地预测。在这种情况下,如果按照相关技术依据对交通状态的预测,车辆在起点直接一次性决定其前往终点的路径,往往会取得较差的路径规划效果。而且,直接求解大规模路网内车辆的路径选择问题会产生极高的计算复杂度。再加上目前车辆的信息交互能力有限,车辆仅可获取局部的交通信息,且车辆之间的直接交互不能得到通信网络的绝对保证。因此,本申请实施例提供的面向自动驾驶的自组织路径规划方法是一种自组织车辆路径动态规划机制,车辆在确定好起点(origin)-目的地(destination)之后,在行驶途中每到一个路口节点就按照本申请实施例提供的自组织路径规划方法执行一次局部的路径规划,直至车辆到达目的地。本申请实施例通过分步解决若干个路网(即基本单元)的路径规划问题实现了车辆高效率到达终点。申请实施例提供的自组织路径规划机制的优点包括但不限于:车辆每次在路口节点会利用最新的交通状态信息,动态地求解有限时空区域内的路径规划问题,有效降低了交通系统的时变性和随机性对路径规划性能的负面影响;相较于直接求解车辆在整个路网内的路径规划问题,自组织机制有效地缩减了问题的规模,同时降低了对信息完备性的要求;自组织机制对路网的规模大小不敏感,可适应任意规模、任意交通出行(OD,Origin-Destination) pair数的交通路网。

[0075] 需要说明的是,为了描述方便,本文仅以面向自动驾驶的车辆为例进行了描述,但并不用于限定本申请的保护范围。本申请实施例提供的面向自动驾驶的自组织路径规划方法适用于面向自动驾驶的移动对象,如上述的车辆,还可以包括如面向自动驾驶的列车、飞行器等。

[0076] 本申请还提供一种计算机可读存储介质,存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于执行任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划方法。

[0077] 本申请再提供一种面向自动驾驶的自组织路径规划的设备,包括存储器和处理器,其中,存储器中存储有以下可被处理器执行的指令:用于执行上述任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划的方法的步骤。

[0078] 图4为本申请实施例中面向自动驾驶的自组织路径规划装置的组成结构示意图,如图4所示,至少包括:获取模块、处理模块、路径选择模块;其中,

[0079] 获取模块,用于在路口节点获取当前所处路口节点所在路网中各子路段的交通状态信息;其中,路网是预先设置的用于规划从当前所处路口节点开始的下一步局部行驶路径的基本单元;路网中的每个路段划分为预设数目段子路段。交通状态信息反映critical density和交通密度;

[0080] 处理模块,用于将获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码,并将各子路段的编码结果组合为路径规划目标信息;

[0081] 路径选择模块,用于根据路径规划目标信息从预先训练好的待选路径集合中选择出对应的路径作为从当前路口节点开始的下一步局部行驶路径。

[0082] 在一种示例性实例中,本申请实施例提供的面向自动驾驶的自组织路径规划装置还可以包括:训练模块,用于根据车辆在路口节点获取的当前所处路口节点所在路网中各子路段的样本交通状态信息,对获得的各子路段的样本交通状态信息分别按照预先设置的编码方式进行编码,并将各子路段的样本编码结果组合为路径规划目标样本信息;将路径规划目标样本信息作为预先设置的训练模型的输入,将该路径规划目标样本信息在待选路

径集合中对应的待选路径作为预先设置的训练模型的输出,对预先设置的训练模型的参数进行训练得到路径选择模型。

[0083] 在一种示例性实例中,路径选择模块可以用于:将路径规划目标信息输入预先训练好的路径选择模型,路径选择模型从待选路径集合中选择出路径规划目标信息对应的路径并输出。

[0084] 在一种示例性实例中,处理模块可以采用One-Hot编码技术对获得的各子路段的交通状态信息分别进行编码。One-Hot编码是将类别变量转换为机器学习算法易于利用的一种形式的过程,可以用于降低状态空间的规模。

[0085] 在一种示例性实例中,以面向自动驾驶的车辆为例,获取模块中的路网可以至少包括:车辆当前所处路口节点、车辆当前所处路口节点的所有下一路口节点,以及与车辆当前所处路口节点连接的路段、与当前所处路口节点的所有下一路口节点连接的路段,车辆进入当前所处路口节点的路段除外。

[0086] 在一种示例性实例中,以面向自动驾驶的车辆为例,获取模块中的路网可以至少包括:车辆当前所处路口节点、车辆当前所处路口节点附近的预设的几个路口节点,以及与这些路口节点相连的路段,车辆进入其当前所处路口节点的路段除外。

[0087] 本申请实施例中将critical density的信息作为交通状态信息中的一个信息,准确地表征了当前时刻的交通特性。本申请实施例中,基于车辆当前所处路口节点的路网(即局部路网)中各个Cell内当前时刻的交通状态作为规划下一步局部路径的基础,一方面,本申请实施例相对于直接考虑每辆车位置的方式而言,基于Cell的方法降低了计算量,且提高了路径估计的容错性;另一方面,本申请实施例基于Cell的方法更精确地描述了路网中当前的交通状态,为路径规划的优质性提供了保障。

[0088] 本申请实施例还提供一种自动驾驶车辆,包括上述任一项所述的面向自动驾驶的自组织路径规划装置。本申请实施例提供的自动驾驶的车辆提供了合理的路径规划方法,有效缓解了交通拥堵、提升了交通安全。

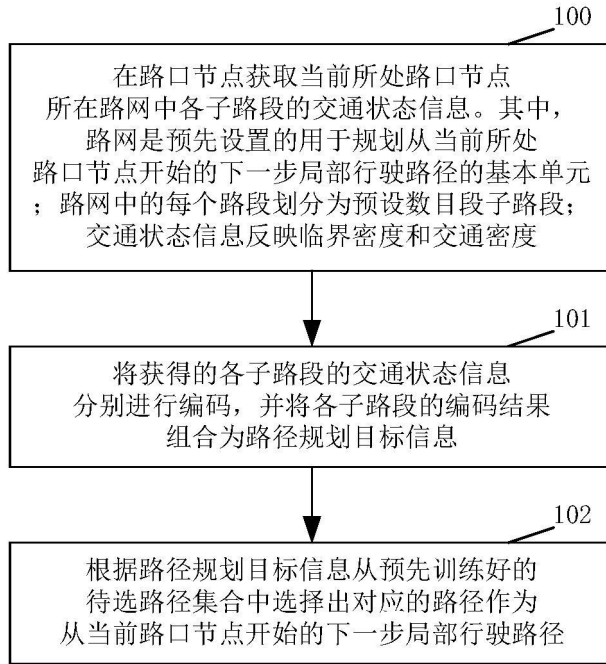


图1

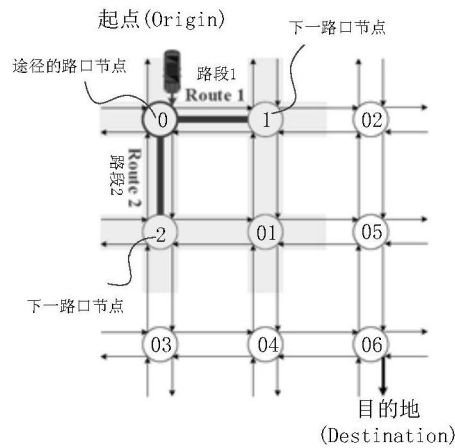


图2 (a)

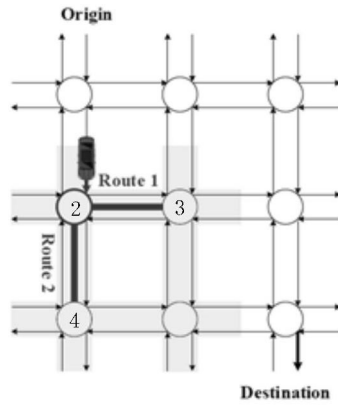


图2 (b)

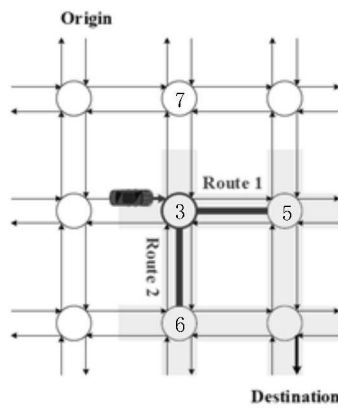


图2 (c)

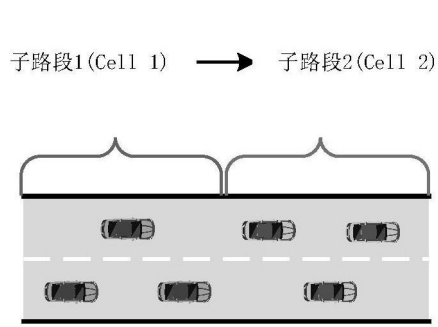


图3 (a)

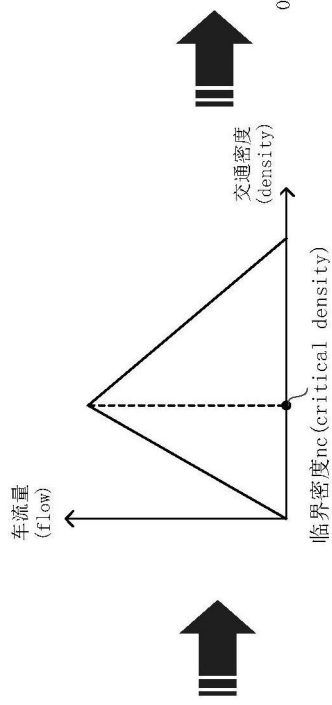


图3 (b)

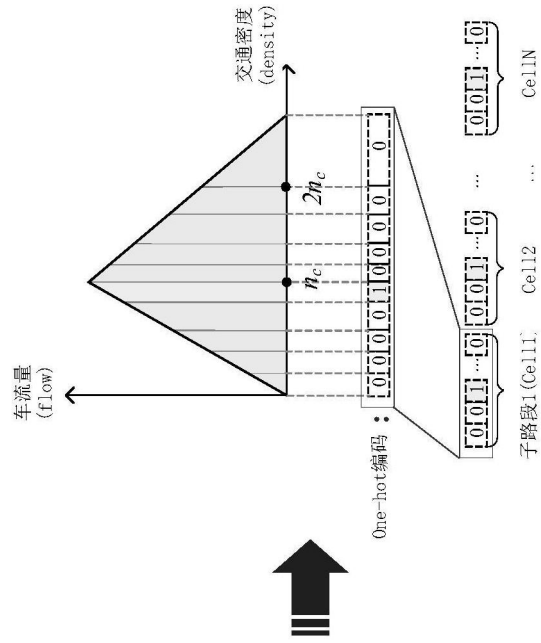


图3 (c)

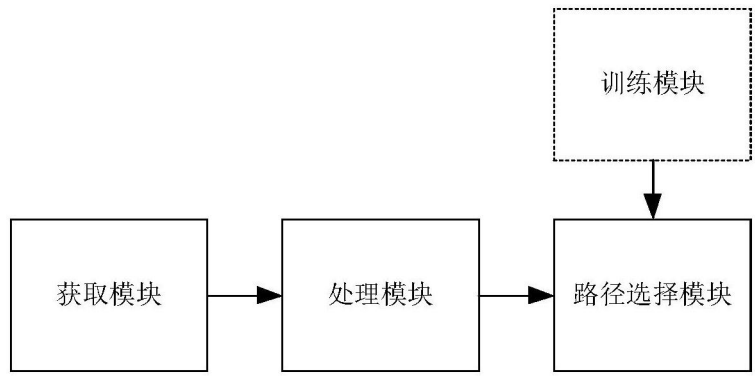


图4