



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111489552 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 22

(21) 申请号 202010330775.0

(22) 申请日 2020.04.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111489552 A

(43) 申请公布日 2020.08.04

(73) 专利权人 科大讯飞股份有限公司
地址 230088 安徽省合肥市高新区望江西
路666号

专利权人 讯飞智元信息科技有限公司

(72) 发明人 吕志伟 张文 谭昶 范磊 高杰
郑超

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 杨华

(51) Int.Cl.

G08G 1/01 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104794897 A, 2015.07.22

CN 109448384 A, 2019.03.08

JP 2018112824 A, 2018.07.19

CN 110853377 A, 2020.02.28

审查员 张小绿

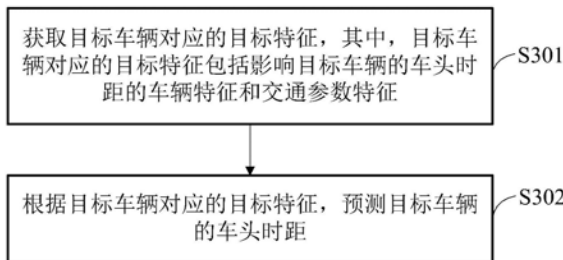
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

一种车头时距预测方法、装置、设备及存储
介质

(57) 摘要

本申请提供了一种车头时距预测方法、装置、设备及存储介质,其中,车头时距预测方法包括:获取目标车辆对应的目标特征,目标车辆对应的目标特征包括影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响目标车辆的车头时距的车辆特征包括目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征;根据目标车辆对应的目标特征,预测目标车辆的车头时距。本申请从交叉口排队车辆的车头时距的特点出发,提出获取对车头时距影响较大的车辆特征和交通参数,进而根据影响车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测车辆的车头时距,通过本申请提出的车头时距预测方法预测出的车头时距能够较准确地反映交叉口的通行情况。



1. 一种车头时距预测方法,其特征在于,包括:

获取目标车辆对应的目标特征,其中,所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征,所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆;

根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距;

其中,所述根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距,包括:利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距;

所述利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距,包括:

将所述目标车辆的车辆特征、相关车辆的车辆特征输入所述车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征所述目标车辆及相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生的具体影响的特征;

将所述能够表征所述目标车辆及相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生的具体影响的特征、所述交通参数特征输入所述车头时距预测模型的车头时距预测模块,所述车头时距预测模型的车头时距预测模块输出所述目标车辆的车头时距;

所述相关车辆包括以下车辆中的一个或多个:

所述目标车辆所在车道上、所述目标车辆之前的相邻车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、所述目标车辆之前的车辆,所述目标车辆所在车道的右侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,所述目标车辆所在车道的右侧车道上、所述目标车辆之前的车辆。

2. 根据权利要求1所述的车头时距预测方法,其特征在于,所述目标车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述目标车辆的车辆类型、所述目标车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述目标车辆的历史车速、所述目标车辆的历史车辆启动时间;

所述相关车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述相关车辆的车辆类型、所述相关车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述相关车辆的车头时距、所述相关车辆的历史车速、所述相关车辆的历史车辆启动时间。

3. 根据权利要求1所述的车头时距预测方法,其特征在于,影响所述目标车辆的车头时距的交通参数特征包括以下特征中的一种或多种的组合:

所述目标车辆所在车道的转弯半径、所述目标车辆所在车道的宽度、所述目标车辆所在车道的功能、所述目标车辆的预测时段。

4. 根据权利要求1所述的车头时距预测方法,其特征在于,所述车头时距预测模型采用多个标注有真实车头时距的训练样本训练得到,每个训练样本为一车辆对应的目标特征,一车辆对应的目标特征包括影响该车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征;

所述车头时距预测模型的训练过程包括:

获取训练样本和该训练样本对应的真实车头时距;

将获取的训练样本输入车头时距预测模型,获得车头时距预测模型预测的车头时距;

根据预测的车头时距和所述训练样本对应的真实车头时距,确定车头时距预测模型的

预测损失；

根据所述车头时距预测模型的预测损失，更新车头时距预测模型的参数。

5. 一种车头时距预测装置，其特征在于，包括：特征获取模块和车头时距预测模块；

所述特征获取模块，用于获取目标车辆对应的目标特征，其中，所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征，影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征，以及相关车辆的车辆特征，所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆；

所述车头时距预测模块，用于根据所述目标车辆对应的目标特征，预测所述目标车辆的车头时距；

其中，所述车头时距预测模块，具体用于利用所述目标车辆对应的目标特征，以及预先建立的车头时距预测模型，预测所述目标车辆的车头时距；

所述车头时距预测模块在利用所述目标车辆对应的目标特征，以及预先建立的车头时距预测模型，预测所述目标车辆的车头时距时，具体用于：

将所述目标车辆的车辆特征、相关车辆的车辆特征输入所述车头时距预测模型的特征预测模块，预测能够表征所述目标车辆及相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生的具体影响的特征；将所述能够表征所述目标车辆及相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生的具体影响的特征、所述交通参数特征输入所述车头时距预测模型的车头时距预测模块，所述车头时距预测模型的车头时距预测模块输出所述目标车辆的车头时距；

所述相关车辆包括以下车辆中的一个或多个：

所述目标车辆所在车道上、所述目标车辆之前的相邻车辆，所述目标车辆所在车道的左侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆，所述目标车辆所在车道的左侧车道上、所述目标车辆之前的车辆，所述目标车辆所在车道的右侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆，所述目标车辆所在车道的右侧车道上、所述目标车辆之前的车辆。

6. 一种车头时距预测设备，其特征在于，包括：存储器和处理器；

所述存储器，用于存储程序；

所述处理器，用于执行所述程序，实现如权利要求1~4中任一项所述的车头时距预测方法的各个步骤。

7. 一种可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时，实现如权利要求1~4中任一项所述的车头时距预测方法的各个步骤。

一种车头时距预测方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及智能交通技术领域,尤其涉及一种车头时距预测方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 随着我国经济的飞速发展以及城镇化水平的不断推进,城市汽车的保有量不断增加,城市的交通压力不断增大,北京、上海、广州、深圳等城市的汽车保有量已经超过300万辆,交通拥堵、交通事故等问题日益突出。为了有效的缓解交通压力,提升人们的生活质量,全国各地的政府部门都在大力倡导发展智能交通,建立智能交通系统,从而促进城市的健康发展,智能交通系统是否合理,交通管理手段是否与时俱进,已经成为了衡量一个城市交通发展的标杆。

[0003] 交通仿真模型作为智能交通系统中一个重要的模块,可用于交通系统规划及控制方案的详细评估,更好地理解并掌握交通系统局部和细节,对于功能较完善的交通系统尤为适用。根据仿真模型对交通系统描述的粗细程度,可将交通仿真模型分为宏观、微观和中观三种类型。由于微观交通仿真模型能够非常细致地描述系统实体和它们之间的相互作用,因此,其已成为交通仿真的主流模型。

[0004] 车头时距是微观交通仿真模型的一个重要参数。车头时距指的是,两连续车辆通过某一断面的时间间隔,而一车辆的车头时距可定义为该车辆的车头和其后向相邻车辆的车头到达某条线(比如停止线)的时间间隔。车头时距直接反映了路段的通行能力,直接决定了路段的饱和流率,是计算通行能力、信号优化配时以及描述仿真精度最基本和最常用的参数。然而,在进行交叉口交通流模拟时,如何获得车辆的车头时距是目前亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供了一种车头时距预测方法、装置、设备及存储介质,用以获得交叉口车辆的车头时距,其技术方案如下:

[0006] 一种车头时距预测方法,包括:

[0007] 获取目标车辆对应的目标特征,其中,所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征,所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆;

[0008] 根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距。

[0009] 可选的,所述相关车辆包括以下车辆中的一个或多个:

[0010] 所述目标车辆所在车道上、所述目标车辆之前的相邻车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、所述目标车辆之前的车辆,所述目标车辆所在车道的右侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,

所述目标车辆所在车道的右侧车道上、所述目标车辆之前的车辆。

[0011] 可选的,所述目标车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述目标车辆的车辆类型、所述目标车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述目标车辆的历史车速、所述目标车辆的历史车辆启动时间;

[0012] 所述相关车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述相关车辆的车辆类型、所述相关车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述相关车辆的车头时距、所述相关车辆的历史车速、所述相关车辆的历史车辆启动时间。

[0013] 可选的,影响所述目标车辆的车头时距的交通参数特征包括以下特征中的一种或多种的组合:

[0014] 所述目标车辆所在车道的转弯半径、所述目标车辆所在车道的宽度、所述目标车辆所在车道的功能、所述目标车辆的预测时段。

[0015] 可选的,所述根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距,包括:

[0016] 利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距;

[0017] 其中,所述车头时距预测模型采用多个标注有真实车头时距的训练样本训练得到,每个训练样本为一车辆对应的目标特征,一车辆对应的目标特征包括影响该车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征。

[0018] 可选的,所述利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距,包括:

[0019] 利用所述相关车辆的车辆特征,以及所述车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征所述相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生影响的特征;

[0020] 利用预测的特征、所述目标车辆的车辆特征、所述交通参数特征以及所述车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测所述目标车辆的车头时距。

[0021] 可选的,所述利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距,包括:

[0022] 利用所述目标车辆的车辆特征、所述相关车辆的车辆特征,以及所述车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征所述目标车辆及所述相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生影响的特征;

[0023] 利用预测的特征、所述交通参数特征以及所述车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测所述目标车辆的车头时距。

[0024] 可选的,所述车头时距预测模型的训练过程包括:

[0025] 获取训练样本和该训练样本对应的真实车头时距;

[0026] 将获取的训练样本输入车头时距预测模型,获得车头时距预测模型预测的车头时距;

[0027] 根据预测的车头时距和所述训练样本对应的真实车头时距,确定车头时距预测模型的预测损失;

[0028] 根据所述车头时距预测模型的预测损失,更新车头时距预测模型的参数。

[0029] 一种车头时距预测装置,包括:特征获取模块和车头时距预测模块;

[0030] 所述特征获取模块,用于获取目标车辆对应的目标特征,其中,所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征,所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆;

[0031] 所述车头时距预测模块,根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距。

[0032] 一种车头时距预测设备,包括:存储器和处理器;

[0033] 所述存储器,用于存储程序;

[0034] 所述处理器,用于执行所述程序,实现上述任一项所述的车头时距预测方法的各个步骤。

[0035] 一种可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时,实现上述任一项所述的车头时距预测方法的各个步骤。

[0036] 经由上述方案可知,本申请提供的车头时距预测方法首先获取影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,然后根据影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测目标车辆的车头时距。影响车头时距的因素众多,本申请从交叉口排队车辆的车头时距的特点出发,提出获取对车头时距影响较大的车辆特征和交通参数,进而根据影响车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测车辆的车头时距,通过本申请提出的车头时距预测方法预测出的车头时距能够较准确地反映交叉口的通行情况。

附图说明

[0037] 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。

[0038] 图1为十字型路口车辆在停止线前排队的示意图;

[0039] 图2为理想情况下,车辆队列中各车辆的车头时距所存在规律的示意图;

[0040] 图3为本申请实施例提供的车头时距预测方法的流程示意图;

[0041] 图4为本申请实施例提供的目标车辆的相关车辆的示意图;

[0042] 图5为本申请实施例提供的建立车头时距预测模型的流程示意图;

[0043] 图6为本申请实施例提供的利用车头时距预测模型预测目标车辆的车头时距的一示意图;

[0044] 图7为本申请实施例提供的利用车头时距预测模型预测目标车辆的车头时距的另一示意图;

[0045] 图8为本申请实施例提供的车头时距预测装置的结构示意图;

[0046] 图9为本申请实施例提供的车头时距预测设备的结构示意图。

具体实施方式

[0047] 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。

[0048] 本申请首先结合图1对车头时距进行说明:图1示出了十字型路口车辆在停止线前排队的情景,以停止线为断面,当路口的某一个或几个方向绿灯亮起时,排队车辆依次通过停止线,同一车道上的两个连续车辆经过停止线的时间间隔即为车头时距。对于某个车道的第一辆车而言,其车头时距为,绿灯启亮(或者第一辆车的车头到达停止线)至第二辆车的车头到达停止线所经历的时间,第二辆车的车头时距为,第二辆车的车头到达停止线至第三辆车的车头到达停止线所经历的时间,其它车辆以此类推。

[0049] 为了能够获得交叉口车辆的车头时距,本案发明人进行了研究,在研究的过程中发现:目前存在大量比较成熟的、用于预测车头时距的分布模型,比如负指数分布模型、移位对数正态分布模型、Cowan M3分布模型等,但是,这些分布模型在完整、准确地刻画实际交通中各种复杂情况方面还存在不足,而且,已有的分布模型主要是基于高等级道路或高速公路路段交通流,对城市道路交叉口附近机动车交通行为特性的考虑不够全面,也就是说,利用已有的分布模型确定的车头时距并不能准确反映实际城市道路交叉口的通行情况。另外,本案发明人在研究的过程中还发现:国外也有对于车头时距的研究,但是,其针对的对象比较单一,比如,在有的研究中仅以小客车作为研究对象,这样的研究结论与实际情况相比,偏差较大。

[0050] 为了能够获得准确反映实际城市道路交叉口的通行情况的车头时距,本案发明人继续进行研究,通过研究发现,交叉口排队车辆的车头时距存在一定的特点,具体体现在:在绿灯启亮时刻,车辆队列中第一辆车的驾驶人对此作出反应,起动并加速驶离车道,第一个车头时距占用较多的绿灯时间,车辆队列中第二辆车通过停止线时,其车速比第一辆车的车速高,第二个车头时距仍然比较长,但比第一个车头时距短,以此类推,第三个车头时距相对也比较长,但比第二个车头时距短,后续的部分车辆仍然会存在这个规律,但是,经过了部分车辆后,由于不存在起动反应和加速效应,因此,后续车辆会保持稳定的车头时距,即,理想情况下,车辆队列中各车辆的车头时距存在图2示出的规律。

[0051] 本案发明人在上述发现的基础上,进一步研究影响城市道路交叉口的车头时距的因素以及车辆队列消散所存在波动性,最终提出了一种能够比较准确地预测出城市道路交叉口的车头时距的预测方法,该方法可应用于具有数据处理能力的终端(比如,PC、智能手机、PAD、笔记本等),还可应用于服务器(可以为单个服务器,也可以为多个服务器,还可以为服务器集群),接下来通过下述实施例对本申请提供的车头时距预测方法进行介绍。

[0052] 第一实施例

[0053] 请参阅图3,示出了本实施例提供的一种车头时距预测方法的流程示意图,该方法可以包括:

[0054] 步骤S301:获取目标车辆对应的目标特征。

[0055] 本实施例中,目标车辆对应的目标特征为影响目标车辆的车头时距的特征,具体的,目标车辆对应的目标特征可以包括影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征。

[0056] 本申请从车头时距的特点出发,同时考虑交叉口车辆队列消散所存在波动性,提出获取对车头时距影响较大的车辆特征和交通参数特征。

[0057] 其中,影响目标车辆的车头时距的车辆特征可以包括目标车辆的车辆特征,以及其相关车辆的车辆特征,影响目标车辆的车头时距的交通参数特征可以包括目标车辆所在车道的特征,和/或目标车辆的预测时段。

[0058] 步骤S302:根据目标车辆对应的目标特征,预测目标车辆的车头时距。

[0059] 具体的,根据目标车辆对应的目标特征,预测目标车辆的车头时距的过程可以包括:利用目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测目标车辆的车头时距。

[0060] 其中,车头时距预测模型采用大量标注有真实车头时距的训练样本训练得到,每个训练样本为一车辆对应的目标特征,而一车辆对应的目标特征包括影响该车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征。

[0061] 本申请实施例提供的车头时距预测方法,首先获取影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,然后根据影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测目标车辆的车头时距。影响车头时距的因素众多,本申请从交叉口排队车辆的车头时距的特点出发,提出获取对车头时距影响较大的车辆特征和交通参数,进而根据影响车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测车辆的车头时距,通过本申请实施例提出的车头时距预测方法预测出的车头时距能够较准确地反映交叉口的通行情况。

[0062] 第二实施例

[0063] 本实施例对上述实施例的“步骤S301:获取目标车辆对应的目标特征”中“目标车辆对应的目标特征”进行详细介绍。

[0064] 上述实施例提到,目标车辆对应的目标特征可以包括影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响目标车辆的车头时距的车辆特征可以包括目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征,本实施例首先结合图4对“相关车辆”进行介绍。

[0065] 相关车辆为目标车辆周围的车辆中影响目标车辆的车头时距的车辆。具体的,请参阅图4,相关车辆可以包括以下车辆中的一个或多个:目标车辆400所在车道上、目标车辆400之前的相邻车辆401,目标车辆400所在车道的左侧车道上、与目标车辆400相邻的车辆402,目标车辆400所在车道的左侧车道上、目标车辆400之前的车辆403,目标车辆400所在车道的右侧车道上、与目标车辆400相邻的车辆404,目标车辆400所在车道的右侧车道上、目标车辆400之前的车辆405。优选的,相关车辆可以包括上述提到的所有车辆。

[0066] 接下来对“目标车辆的车辆特征”以及“相关车辆的车辆特征”进行介绍。

[0067] 目标车辆的车辆特征可以包括以下特征中的一种或多种的组合:目标车辆的车辆类型、目标车辆在其所在的车辆队列中的位置、目标车辆的历史车速、目标车辆的历史车辆启动时间等。

[0068] 为了能够获得更加准确的预测结果,目标车辆的车辆特征优选为包括目标车辆的车辆类型以及目标车辆在其所在的车辆队列中的位置。

[0069] 相关车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:相关车辆的车辆类型、相关车辆在其所在的车辆队列中的位置、相关车辆的车头时距、相关车辆的历史车速、相关车辆的历史车辆启动时间等。

[0070] 为了能够获得更加准确的预测结果,目标车辆的车辆特征优选为包括相关车辆的车辆类型、相关车辆在其所在的车辆队列中的位置以及相关车辆的车头时距。

[0071] 需要说明的是,一车辆的车辆类型为已有机动车类型中的一种,比如,一车辆的车辆类型为以下类型中的一种:小汽车、面包车、公共汽车、货车、电动三轮车。一车辆在其所在的车辆队列中的位置指的是该车辆是车辆队列中的第几辆车,如图1示出的任一车辆队列,距离停止线最近的是该车辆队列中的第一辆车,往后依次为车辆队列中的第二辆车、第三辆车,以此类推。

[0072] 最后对影响目标车辆的车头时距的交通参数特征进行介绍。

[0073] 影响目标车辆的车头时距的交通参数可以包括以下特征中的一种或多种的组合:目标车辆所在车道的转弯半径、目标车辆所在车道的宽度、目标车辆所在车道的功能、目标车辆的预测时段。

[0074] 为了能够获得更加准确的预测结果,影响目标车辆的车头时距的交通参数优选为包括目标车辆所在车道的转弯半径、目标车辆所在车道的宽度、目标车辆所在车道的功能以及目标车辆的预测时段。

[0075] 其中,目标车辆所在车道的转弯半径通常在4~12米之间,目标车辆所在车道的宽度通常在3~5米之间。目标车辆所在车道的功能为已有车道功能中的一种,比如,目标车辆所在车道为普通机动车道、公交车道、匝道、快速路车道中的一种。目标车辆的预测时段可以为早高峰时段、平峰时段、晚高峰时段、午高峰时段中的一种。

[0076] 第三实施例

[0077] 第一实施例中提到,可“利用目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测目标车辆的车头时距”,本实施例对建立车头时距预测模型的过程进行介绍。

[0078] 请参阅图5,示出了建立车头时距预测模型的具体实现过程的流程示意图,可以包括:

[0079] 步骤S501:从训练样本集中获取一训练样本。

[0080] 其中,训练样本集中包括多个训练样本,训练样本集中的每个训练样本均对应有真实车头时距。一训练样本对应的真实车头时距为该训练样本对应的车辆的真实车头时距,一训练样本对应的车辆为交叉口的车辆队列中的一车辆。

[0081] 需要说明的是,训练样本为一车辆对应的目标特征,一车辆对应的目标特征与上述目标车辆对应的目标特征类似,即一车辆对应的目标特征包括影响该车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,其中,影响该车辆的车头时距的车辆特征包括该车辆的车辆特征以及其相关车辆的车辆特征,一车辆的相关车辆即为该车辆周围的车辆中,影响该车辆的车头时距的车辆。

[0082] 步骤S502:利用训练样本和车头时距预测模型,预测训练样本对应车辆的车头时距。

[0083] 具体的,将训练样本输入车头时距预测模型,获得车头时距预测模型预测的车头时距。

[0084] 步骤S503:根据车头时距预测模型预测的车头时距以及训练样本对应的真实车头时距,确定车头时距预测模型的预测损失。

[0085] 步骤S504:根据车头时距预测模型的预测损失,更新车头时距预测模型的参数。

[0086] 按上述过程进行多次迭代训练,直至达到预设的训练迭代次数,或者车头时距预

测模型的预测效果满足要求,训练结束后得到的模型即为构建的车头时距预测模型。

[0087] 可选的,本实施例中的车头时距预测模型可以包括:特征预测模块和车头时距预测模块。

[0088] 基于此,在一种可能的实现方式中,上述“步骤S502:利用训练样本和车头时距预测模型,预测训练样本所对应车辆的车头时距”的实现过程可以包括:

[0089] 步骤a1、利用训练样本所对应车辆的相关车辆的车辆特征,以及车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征训练样本所对应车辆的相关车辆对训练样本所对应车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0090] 具体的,将训练样本所对应车辆的相关车辆的车辆特征输入车头时距预测模型的特征预测模块,获得特征预测模块输出的、能够表征训练样本所对应车辆的相关车辆对训练样本所对应车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0091] 可选的,车头时距预测模型的特征预测模块可以为长短期记忆网络(Long Short-Term Memory,LSTM)。

[0092] 需要说明的是,LSTM是循环神经网络(Recurrent Neural Network,RNN)的一个优秀的变种模型,其继承了RNN的大部分特性,同时解决了梯度反传过程由于逐步缩减而产生的梯度消失问题,因此,LSTM非常适合用于处理与时间序列高度相关的问题,而车辆队列中各车辆的车头时距组成的序列本质上是时间序列,相应的,其具有时间序列的特点,因此,本申请可使用LSTM捕获序列特征。

[0093] 在本实现方式中,对于一车辆,LSTM能够捕获反映该车辆的相关车辆对该车辆的车头时距所产生影响的特征,比如,车辆x所在车道上,位于车辆x之前的车辆y是大货车,那么车辆x的驾驶人出于安全考虑,启动延误会增加,车头时距也会相应增大,LSTM根据车辆y的车辆特征会捕获能够车辆y对车辆x的车头时距所产生影响的特征。

[0094] 步骤a2、利用预测的特征、训练样本所对应车辆的车辆特征、影响训练样本所对应车辆的车头时距的交通参数特征以及车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测训练样本所对应车辆的车头时距。

[0095] 具体的,将特征预测模块预测的特征、训练样本所对应车辆的车辆特征、影响训练样本所对应车辆的车头时距的交通参数特征输入车头时距预测模型的车头时距预测模块,获得车头时距预测模块输出的、训练样本所对应车辆的车头时距。

[0096] 可选的,车头时距预测模型的车头时距预测模块可以但不限定为深度神经网络(Deep Neural Networks,DNN)。DNN可通过下式表征:

$$[0097] \quad \begin{cases} y_b = f\left(w_{0b} + \sum_{a=1}^s x_a w_{ab}\right) \\ z_c = f\left(v_{0c} + \sum_{b=1}^m y_b v_{bc}\right) \end{cases} \quad (1)$$

[0098] 其中, x_a 、 y_b 和 z_c 分别表示输入层、隐含层和输出层节点, w_{0b} 、 w_{ab} 、 v_{0c} 和 v_{bc} 分别表示输入层与隐含层和隐含层与输出层之间的偏置和连接权重, s 和 m 分别表示输入层和隐含层单元的数量,网络的激励函数 $f(x)$ 采用双曲正切函数。

[0099] 在另一种可能的实现方式中,“步骤S502:利用训练样本和车头时距预测模型,预

测训练样本所对应车辆的车头时距”的实现过程可以包括：

[0100] 步骤b1、利用训练样本所对应车辆的车辆特征、训练样本所对应车辆的相关车辆的车辆特征，以及车头时距预测模型的特征预测模块，预测能够表征训练样本所对应车辆、训练样本所对应车辆的相关车辆对训练样本所对应车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0101] 具体的，将训练样本所对应车辆的车辆特征、训练样本所对应车辆的相关车辆的车辆特征输入车头时距预测模型的特征预测模块，获得特征预测模块输出的能够表征训练样本所对应车辆、训练样本所对应车辆的相关车辆对训练样本所对应车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0102] 可选的，车头时距预测模型的特征预测模块可以但不限定为LSTM。在本实现方式中，对于一车辆而言，LSTM能够捕获反映该车辆以及该车辆的相关车辆对该车辆的车头时距所产生影响的特征，比如，车辆x所在车道上，位于车辆x之前的车辆y是大货车，那么车辆x的驾驶人出于安全考虑，启动延迟会增加，车头时距也会相应增大，LSTM根据车辆y的车辆特征会捕获能够反映车辆y对车辆x的车头时距所产生影响的特征，再比如，车辆x所在车道的左侧车道上，位于车辆x之前的车辆z为重型货车或电动三轮车，假设车辆x在左转道上，那么车辆x的驾驶员左转时会考虑安全因素，启动延迟会增加，车头时距也会相应增大，LSTM会根据车辆x的车辆特征和车辆z的车辆特征捕获能够反映车辆x和车辆z对车辆x的车头时距所产生影响的特征。

[0103] 步骤b2、利用预测的特征、影响训练样本所对应车辆的车头时距的交通参数特征以及车头时距预测模型的车头时距预测模块，预测训练样本所对应车辆的车头时距。

[0104] 具体的，将特征预测模块预测的特征、影响训练样本所对应车辆的车头时距的交通参数特征输入车头时距预测模型的车头时距预测模块，获得车头时距预测模块输出的、训练样本所对应车辆的车头时距。

[0105] 可选的，车头时距预测模型的车头时距预测模块可以但不限定为DNN。

[0106] 第四实施例

[0107] 本实施例在第三实施例的基础上，对第一实施例中的“步骤S302：根据目标车辆对应的目标特征，预测目标车辆的车头时距”的具体实现过程进行介绍。

[0108] 第一实施例中提到，可“利用目标车辆对应的目标特征，以及预先建立的车头时距预测模型，预测目标车辆的车头时距”，本实施例对该过程进行介绍。

[0109] 需要说明的是，若建立车头时距预测模型时，步骤S502采用步骤a1~a2实现，则“利用目标车辆对应的目标特征，以及预先建立的车头时距预测模型，预测目标车辆的车头时距”的过程可以包括：

[0110] 步骤c1：利用目标车辆的相关车辆的车辆特征，以及车头时距预测模型的特征预测模块，预测能够表征相关车辆对目标车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0111] 请参阅图6，示出了利用车头时距预测模型预测目标车辆的车头时距的一示意图，如图6所示，将相关车辆的车辆特征输入车头时距预测模型的特征预测模块，特征预测模块输出能够表征相关车辆对目标车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0112] 步骤c2：利用预测的特征、目标车辆的车辆特征、影响目标车辆的车头时距的交通参数特征以及车头时距预测模型的车头时距预测模块，预测目标车辆的车头时距。

[0113] 具体的，如图6所示，将特征预测模块预测的特征、目标车辆的车辆特征以及影响

目标车辆的车头时距的交通参数特征输入车头时距预测模型的车头时距预测模块,车头时距预测模块输出目标车辆的车头时距。

[0114] 需要说明的是,若建立车头时距预测模型时,步骤S502采用步骤b1~b2实现,则“利用目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测目标车辆的车头时距”的过程可以包括:

[0115] 步骤d1:利用目标车辆的车辆特征、相关车辆的车辆特征,以及车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征目标车辆及相关车辆对目标车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0116] 请参阅图7,示出了利用车头时距预测模型预测目标车辆的车头时距的一示意图,如图7所示,将目标车辆的车辆特征、相关车辆的车辆特征输入车头时距预测模型的特征预测模块,特征预测模块输出能够表征目标车辆及相关车辆对目标车辆的车头时距所产生影响的特征。

[0117] 步骤d2:利用预测的特征、交通参数特征以及车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测目标车辆的车头时距。

[0118] 具体的,如图7所示,将特征预测模块预测的特征以及影响目标车辆的车头时距的交通参数特征输入车头时距预测模型的车头时距预测模块,车头时距预测模块输出目标车辆的车头时距。

[0119] 第五实施例

[0120] 本实施例还提供了一种车头时距预测装置,下面对实施例提供的车头时距预测装置进行描述,下文描述的车头时距预测装置与上文描述的车头时距预测方法可相互对应参照。

[0121] 请参阅图8,示出了本申请实施例提供的车头时距预测装置的结构示意图,可以包括:特征获取模块801和车头时距预测模块802。

[0122] 特征获取模块801,用于获取目标车辆对应的目标特征。

[0123] 其中,所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征,以及相关车辆的车辆特征,所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆。

[0124] 车头时距预测模块802,根据所述目标车辆对应的目标特征,预测所述目标车辆的车头时距。

[0125] 可选的,所述相关车辆包括以下车辆中的一个或多个:所述目标车辆所在车道上、所述目标车辆之前的相邻车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,所述目标车辆所在车道的左侧车道上、所述目标车辆之前的车辆,所述目标车辆所在车道的右侧车道上、与所述目标车辆相邻的车辆,所述目标车辆所在车道的右侧车道上、所述目标车辆之前的车辆。

[0126] 可选的,所述目标车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述目标车辆的车辆类型、所述目标车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述目标车辆的历史车速、所述目标车辆的历史车辆启动时间。

[0127] 可选的,所述相关车辆的车辆特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述相

关车辆的车辆类型、所述相关车辆在其所在的车辆队列中的位置、所述相关车辆的车头时距、所述相关车辆的历史车速、所述相关车辆的历史车辆启动时间。

[0128] 可选的,影响所述目标车辆的车头时距的交通参数特征包括以下特征中的一种或多种的组合:所述目标车辆所在车道的转弯半径、所述目标车辆所在车道的宽度、所述目标车辆所在车道的功能、所述目标车辆的预测时段。

[0129] 可选的,车头时距预测模块802,具体用于利用所述目标车辆对应的目标特征,以及预先建立的车头时距预测模型,预测所述目标车辆的车头时距。

[0130] 其中,所述车头时距预测模型采用多个标注有真实车头时距的训练样本训练得到,每个训练样本为一车辆对应的目标特征,一车辆对应的目标特征包括影响该车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征。

[0131] 可选的,车头时距预测模块802,具体用于利用所述相关车辆的车辆特征,以及所述车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生影响的特征;以及利用预测的特征、所述目标车辆的车辆特征、所述交通参数特征以及所述车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测所述目标车辆的车头时距。

[0132] 可选的,车头时距预测模块802,具体用于利用所述目标车辆的车辆特征、所述相关车辆的车辆特征,以及所述车头时距预测模型的特征预测模块,预测能够表征所述目标车辆及所述相关车辆对所述目标车辆的车头时距所产生影响的特征;以及利用预测的特征、所述交通参数特征以及所述车头时距预测模型的车头时距预测模块,预测所述目标车辆的车头时距。

[0133] 可选的,本实施例提供的车头时距预测装置还可以包括模型构建模块。模型构建模块,用于构建车头时距预测模型。

[0134] 模型构建模块在构建车头时距预测模型时,具体用于获取训练样本和该训练样本对应的真实车头时距;将获取的训练样本输入车头时距预测模型,获得车头时距预测模型预测的车头时距;根据预测的车头时距和所述训练样本对应的真实车头时距,确定车头时距预测模型的预测损失;根据所述车头时距预测模型的预测损失,更新车头时距预测模型的参数。

[0135] 本申请实施例提供的车头时距预测装置,首先获取影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征,然后根据影响目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测目标车辆的车头时距。影响车头时距的因素众多,本申请从交叉口排队车辆的车头时距的特点出发,提出获取对车头时距影响较大的车辆特征和交通参数,进而根据影响车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征预测车辆的车头时距,通过本申请实施例提出的车头时距预测装置预测出的车头时距能够较准确地反映交叉口的通行情况。

[0136] 第六实施例

[0137] 本申请实施例还提供了一种车头时距预测设备,请参阅图9,示出了该车头时距预测设备的结构示意图,该车头时距预测设备可以包括:至少一个处理器901,至少一个通信接口902,至少一个存储器903和至少一个通信总线904;

[0138] 在本申请实施例中,处理器901、通信接口902、存储器903、通信总线904的数量为至少一个,且处理器901、通信接口902、存储器903通过通信总线904完成相互间的通信;

[0139] 处理器901可能是一个中央处理器CPU,或者是特定集成电路ASIC (Application

Specific Integrated Circuit), 或者是被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路等;

[0140] 存储器903可能包含高速RAM存储器, 也可能还包括非易失性存储器(non-volatile memory)等, 例如至少一个磁盘存储器;

[0141] 其中, 存储器存储有程序, 处理器可调用存储器存储的程序, 所述程序用于:

[0142] 获取目标车辆对应的目标特征, 其中, 所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征, 影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征, 以及相关车辆的车辆特征, 所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆;

[0143] 根据所述目标车辆对应的目标特征, 预测所述目标车辆的车头时距。

[0144] 可选的, 所述程序的细化功能和扩展功能可参照上文描述。

[0145] 第七实施例

[0146] 本申请实施例还提供一种可读存储介质, 该可读存储介质可存储有适于处理器执行的程序, 所述程序用于:

[0147] 获取目标车辆对应的目标特征, 其中, 所述目标车辆对应的目标特征包括影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征和交通参数特征, 影响所述目标车辆的车头时距的车辆特征包括所述目标车辆的车辆特征, 以及相关车辆的车辆特征, 所述相关车辆为所述目标车辆周围的车辆中影响所述目标车辆的车头时距的车辆;

[0148] 根据所述目标车辆对应的目标特征, 预测所述目标车辆的车头时距。

[0149] 最后, 还需要说明的是, 在本文中, 诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来, 而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0150] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处, 各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0151] 对所公开的实施例的上述说明, 使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下, 在其它实施例中实现。因此, 本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

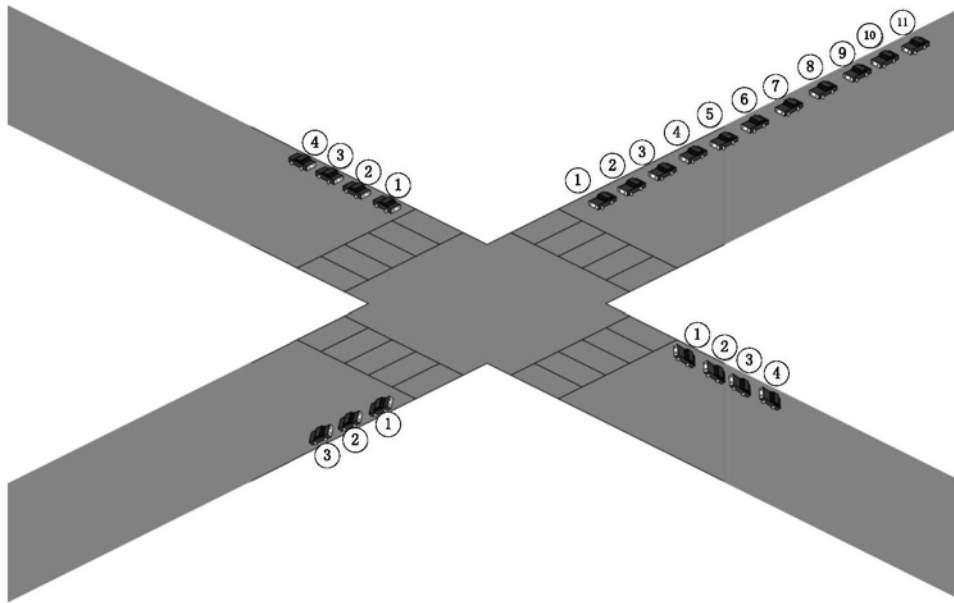


图1

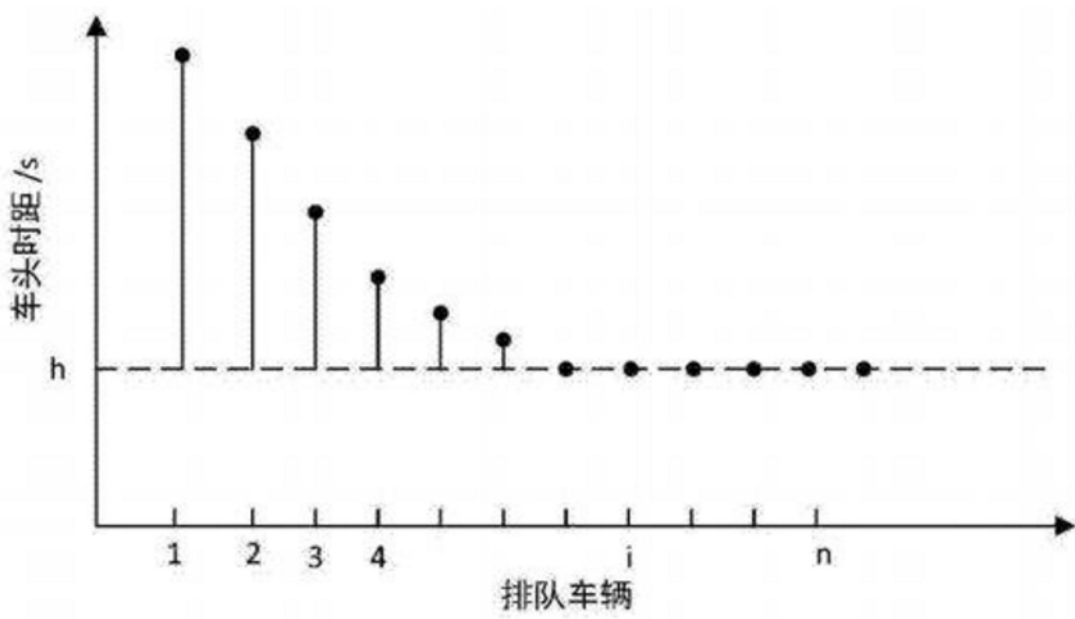


图2

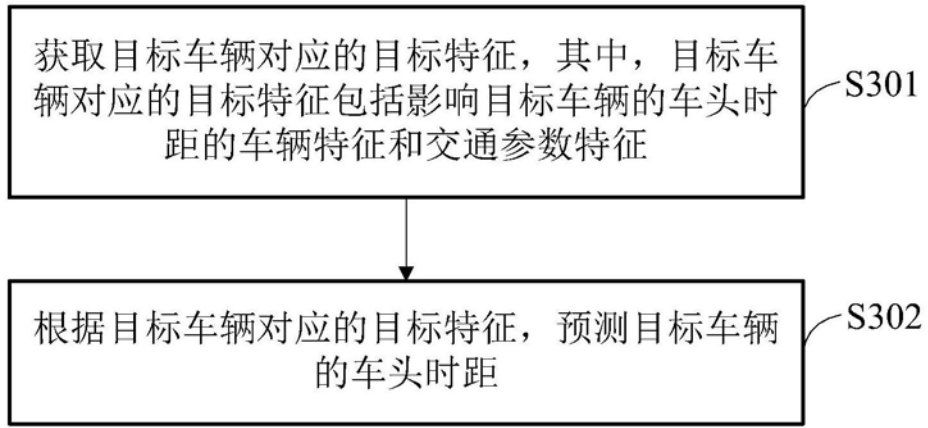


图3

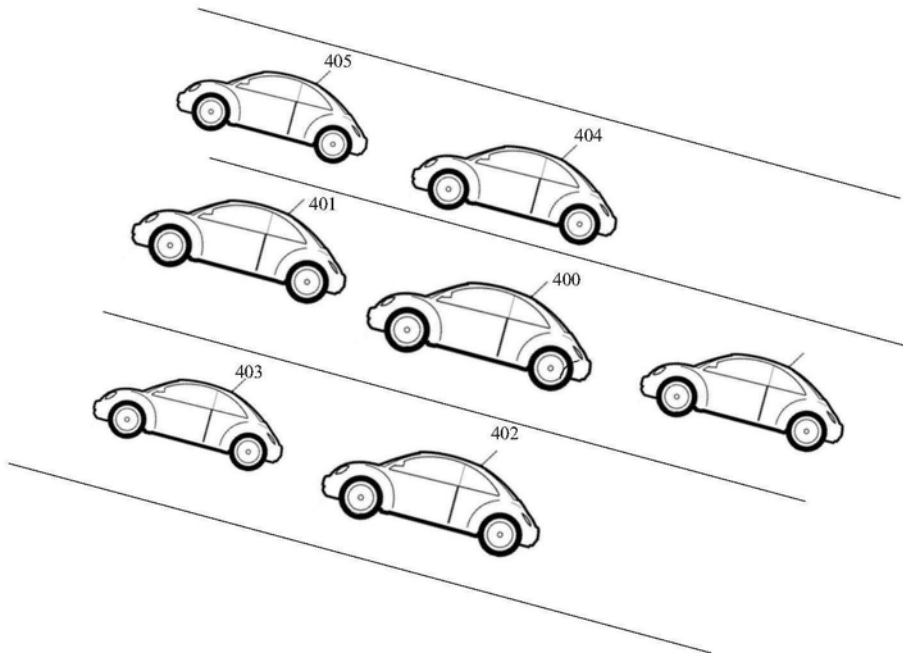


图4

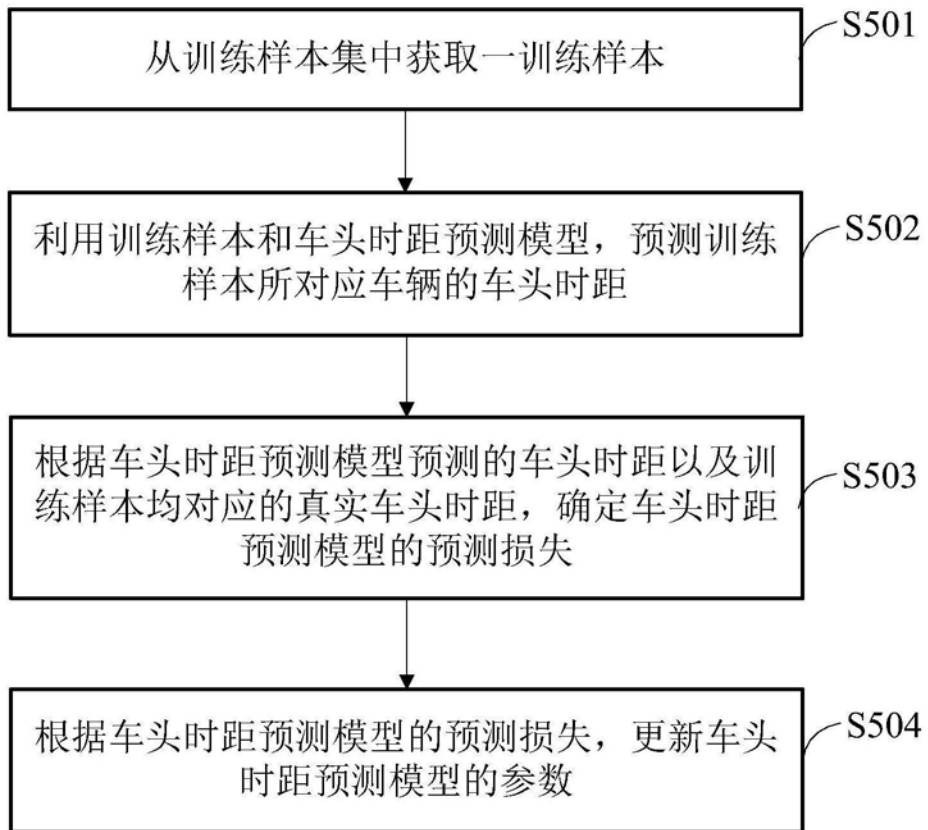


图5

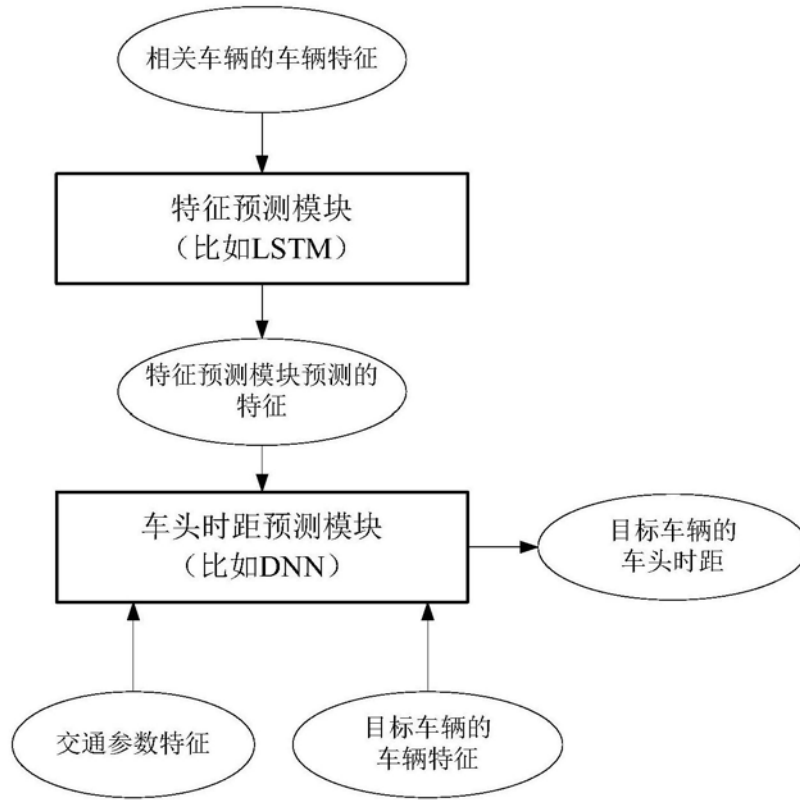


图6

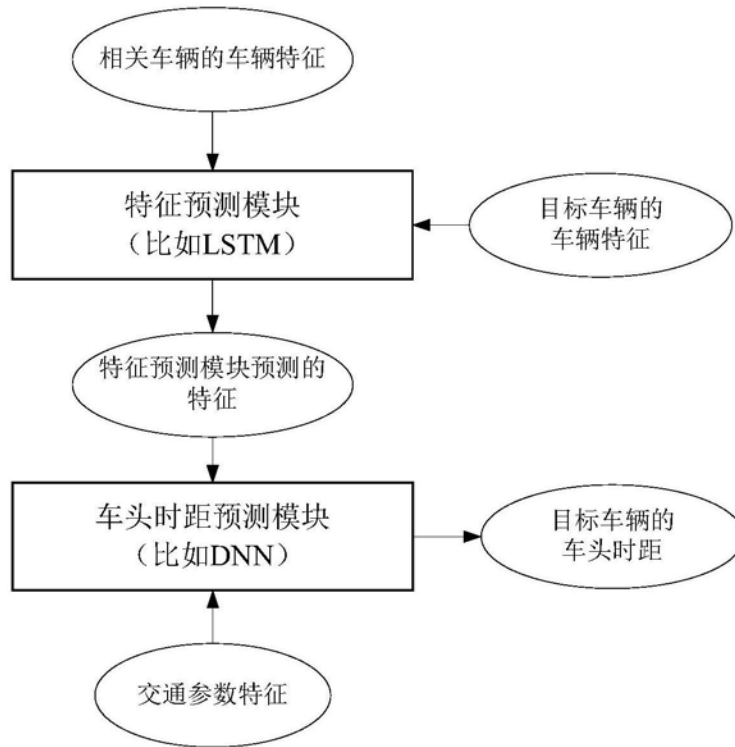


图7

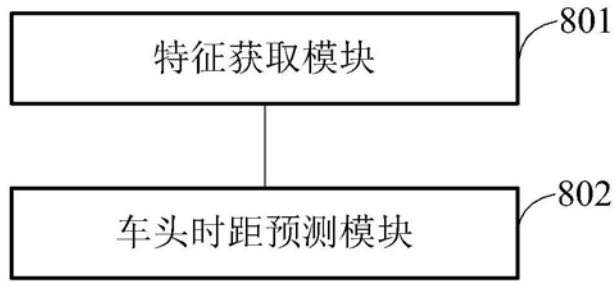


图8

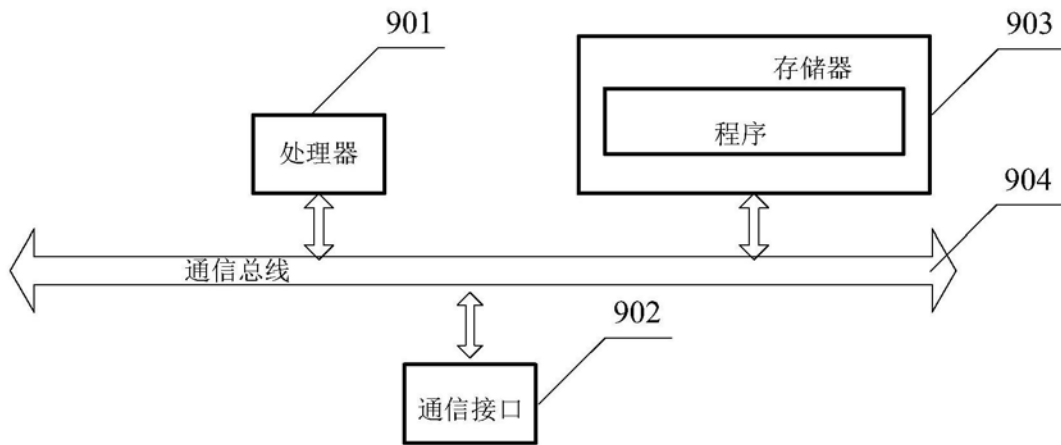


图9