



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108122423 A

(43)申请公布日 2018.06.05

(21)申请号 201611063679.4

(22)申请日 2016.11.28

(71)申请人 中国移动通信有限公司研究院  
地址 100053 北京市西城区宣武门西大街  
32号

申请人 中国移动通信集团公司

(72)发明人 张喆

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限  
公司 11243

代理人 许静 安利霞

(51)Int.Cl.  
G08G 1/0967(2006.01)

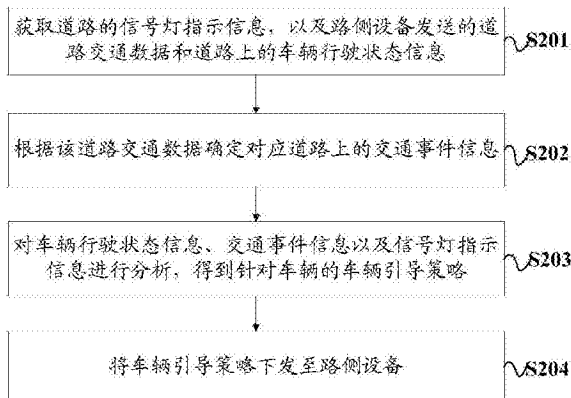
权利要求书4页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

一种车辆引导方法、装置及系统

(57)摘要

本发明公开了一种车辆引导方法、装置及系统,其方法包括:获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;根据该道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;将车辆引导策略下发至路侧设备。本发明的车辆引导方法综合车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息多种影响车辆行驶安全的因素,能够在更早的时间对车辆进行引导,使得车辆能够尽早采取相关措施,在减少信号灯路口等待时间和次数,提高通行效率的同时,还能保证车辆行驶的安全性。



1. 一种车辆引导方法,其特征在于,包括:

获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;

根据所述道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;

对所述车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;

将所述车辆引导策略下发至所述路侧设备。

2. 根据权利要求1所述的车辆引导方法,其特征在于,根据所述道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息的步骤包括:

根据道路上的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度,确定对应道路的交通事件信息。

3. 根据权利要求1所述的车辆引导方法,其特征在于,对所述车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略的步骤包括:

当所述交通事件信息指示道路故障时,根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第一车辆引导策略;

当所述交通事件信息指示道路拥堵时,根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第二车辆引导策略。

4. 根据权利要求3所述的车辆引导方法,其特征在于,当所述交通事件信息指示道路故障时,根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第一车辆引导策略的步骤包括:

当所述交通事件信息指示道路故障时,根据所述车辆行驶状态信息,检测第一车辆与故障道路之间的位置关系;

当所述第一车辆位于所述故障道路的上游区域时,检测与所述故障道路相邻的车道在第一预设范围内是否存在第二车辆;若存在,则在检测到第二车辆与前/后车辆之间的第一间隔距离超过第一距离阈值、且所述第一车辆与第二车辆之间的第一速度差值低于第一阈值时,确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道;

当所述第一车辆位于所述故障道路相邻的车道时,根据前/后车辆的行驶速度确定所述第一车辆的第一引导速度;

当所述第一车辆位于所述故障道路的下游区域时,检测所述故障道路前方的第二预设范围内是否存在第三车辆,若不存在,则确定引导所述第一车辆变道至所述故障道路所在车道,并根据信号灯指示信息确定所述第一车辆的第二引导速度。

5. 根据权利要求4所述的车辆引导方法,其特征在于,根据信号灯指示信息确定所述第一车辆的第二引导速度具体参照以下公式得到:

$$v_i = v_0 - at_{i1} + \sqrt{a^2 t_{i1}^2 - 2at_{i1}v_0 + 2aL_i}; \text{或者,}$$

$$v_i = v_0 + at_{i2} + \sqrt{a^2 t_{i2}^2 + 2at_{i2}v_0 - 2aL_i}$$

其中, $v_i$ 表示所述第一车辆的第二引导速度, $v_0$ 表示所述第一车辆的当前速度, $a$ 表示所

述第一车辆的加速度,  $t_{i1}$ 表示所述信号灯指示信息指示的距下一绿灯的时间间隔,  $t_{i2}$ 表示所述信号灯指示信息指示的距下一个红灯的时间间隔,  $L_i$ 表示所述第一车辆距离信号灯路口停车线的距离。

6. 根据权利要求3所述的车辆引导方法, 其特征在于, 当所述交通事件信息指示道路拥堵时, 根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第二车辆引导策略的步骤包括:

当所述交通事件信息指示道路拥堵时, 根据所述车辆行驶状态信息, 检测第一车辆的当前速度与所述拥堵道路中的第四车辆的平均速度的第二速度差值、以及所述第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离;

当所述第二速度差值高于第二阈值、且第二间隔距离低于第二距离阈值时, 直接检测与所述拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件, 并在具备变道条件时, 确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道;

否则, 根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定所述第一车辆的引导减速度。

7. 根据权利要求6所述的车辆引导方法, 其特征在于, 根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定所述第一车辆的引导减速度具体参照以下公式得到:

$$a_{\text{减}} = (v' - v) * v' / (vt'' + L)$$

其中,  $a_{\text{减}}$ 表示所述第一车辆的引导减速度,  $v$ 表示所述第一车辆的当前速度,  $v'$ 表示拥堵道路上第四车辆的平均速度,  $t''$ 表示信号灯指示信息中指示的红灯持续时间,  $L$ 表示所述第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离。

8. 根据权利要求6所述的车辆引导方法, 其特征在于, 根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定所述第一车辆的引导减速度的步骤之后, 还包括:

检测所述第一车辆的引导减速度是否低于所述第一车辆的最大减速度;

若是, 则检测与所述拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件, 并在具备变道条件时, 确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道。

9. 一种车辆引导装置, 其特征在于, 包括:

获取模块, 用于获取道路的信号灯指示信息, 以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;

确定模块, 用于根据所述道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;

处理模块, 用于对所述车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析, 得到针对车辆的车辆引导策略;

发送模块, 用于将所述车辆引导策略下发至所述路侧设备。

10. 根据权利要求9所述的车辆引导装置, 其特征在于, 所述确定模块包括:

确定单元, 用于根据道路上的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度, 确定对应道路的交通事件信息。

11. 根据权利要求9所述的车辆引导装置, 其特征在于, 所述处理模块包括:

第一处理单元, 用于当所述交通事件信息指示道路故障时, 根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第一车辆引导策略;

第二处理单元, 用于当所述交通事件信息指示道路拥堵时, 根据所述车辆行驶状态信

息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第二车辆引导策略。

12. 根据权利要求11所述的车辆引导装置,其特征在在于,所述第一处理单元包括:

第一检测子单元,用于当所述交通事件信息指示道路故障时,根据所述车辆行驶状态信息,检测第一车辆与故障道路之间的位置关系;

第一处理子单元,用于当所述第一车辆位于所述故障道路的上游区域时,检测与所述故障道路相邻的车道在第一预设范围内是否存在第二车辆;若存在,则在检测到第二车辆与前/后车辆之间的第一间隔距离超过第一距离阈值、且所述第一车辆与第二车辆之间的第一速度差值低于第一阈值时,确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道;

第二处理子单元,用于当所述第一车辆位于所述故障道路相邻的车道时,根据前/后车辆的行驶速度确定所述第一车辆的第一引导速度;

第三处理子单元,用于当所述第一车辆位于所述故障道路的下流区域时,检测所述故障道路前方的第二预设范围内是否存在第三车辆,若不存在,则确定引导所述第一车辆变道至所述故障道路所在车道,并根据信号灯指示信息确定所述第一车辆的第二引导速度。

13. 根据权利要求12所述的车辆引导装置,其特征在在于,根据信号灯指示信息确定所述第一车辆的第二引导速度具体参照以下公式得到:

$$v_i = v_0 - at_{i1} + \sqrt{a^2 t_{i1}^2 - 2at_{i1}v_0 + 2aL_i}; \text{或者,}$$

$$v_i = v_0 + at_{i2} + \sqrt{a^2 t_{i2}^2 + 2at_{i2}v_0 - 2aL_i}$$

其中, $v_i$ 表示所述第一车辆的第二引导速度, $v_0$ 表示所述第一车辆的当前速度, $a$ 表示所述第一车辆的加速度, $t_{i1}$ 表示所述信号灯指示信息指示的距下一绿灯的时间间隔, $t_{i2}$ 表示所述信号灯指示信息指示的距下一个红灯的时间间隔, $L_i$ 表示所述第一车辆距离信号灯路口停车线的距离。

14. 根据权利要求11所述的车辆引导装置,其特征在在于,所述第二处理单元包括:

第二检测子单元,用于当所述交通事件信息指示道路拥堵时,根据所述车辆行驶状态信息,检测第一车辆的当前速度与所述拥堵道路中的第四车辆的平均速度的第二速度差值、以及所述第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离;

第四处理子单元,用于当所述第二速度差值高于第二阈值、且第二间隔距离低于第二距离阈值时,直接检测与所述拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道;否则,根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定所述第一车辆的引导减速度。

15. 根据权利要求14所述的车辆引导装置,其特征在在于,根据所述车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定所述第一车辆的引导减速度具体参照以下公式得到:

$$a_{\text{减}} = (v' - v) * v' / (vt'' + L)$$

其中, $a_{\text{减}}$ 表示所述第一车辆的引导减速度, $v$ 表示所述第一车辆的当前速度, $v'$ 表示拥堵道路上第四车辆的平均速度, $t''$ 表示信号灯指示信息中指示的红灯持续时间, $L$ 表示所述第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离。

16. 根据权利要求14所述的车辆引导装置,其特征在在于,所述第二处理单元还包括:

第三检测子单元,用于检测所述第一车辆的引导减速度是否低于所述第一车辆的最大

减速度；

第五处理子单元,用于在引导减速度低于第一车辆的最大减速度时,检测与所述拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导所述第一车辆变道至相邻的车道。

17.一种车辆引导系统,其特征在于,包括如权利要求9~16任一项所述的车辆引导装置。

## 一种车辆引导方法、装置及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆引导技术领域,尤其涉及一种车辆引导方法、装置及系统。

### 背景技术

[0002] 车速引导是指车辆即将进入信号灯交叉路口时,以车速变化限制、行车安全限制等为约束条件,根据路口信号灯实时状态,给车辆提供建议行驶速度,减少车辆停车次数和等待时间。车速引导如图1所示,如果没有车速引导,车辆以自身速度行驶,到达交叉路口时正好处于红灯等待时间;如果有车速引导,在车辆进入一定范围内时给车辆提供建议速度,车辆加速或者减速后,可以保证车辆到达交叉路口时信号灯处于绿灯通行时间,车辆无需停车等待,这样通过车速引导可在一定程度上减少车辆停车等待的时间和等待的次数,优化道路通行情况。

[0003] 交通事件是指道路上发生的车辆交通事故、故障停车、管制等。交通事件对道路交通存在着严重的影响。而现有技术中的速度引导方法主要是根据车辆当前速度和信号灯相位,为车辆计算引导速度,使车辆能够不停车通过交叉口,主要考虑车辆即将到达交叉口时,基于车辆当前状态、信号灯相位为车辆计算引导速度,并没有考虑道路交通环境的影响;同时,如果车辆当前的速度与引导速度之间存在较大差异,车辆需要采取急加速或者急减速的操作以达到引导速度的要求,容易引发交通事故。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种车辆引导方法、装置及系统,解决了现有技术中车辆引导方法不考虑实际道路上的交通事件信息而引起的安全事故问题。

[0005] 依据本发明的一个方面,提供了一种车辆引导方法,包括:

[0006] 获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;

[0007] 根据该道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;

[0008] 对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;

[0009] 将车辆引导策略下发至路侧设备。

[0010] 依据本发明的再一个方面,还提供了一种车辆引导装置,包括:

[0011] 获取模块,用于获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;

[0012] 确定模块,用于根据该道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;

[0013] 处理模块,用于对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;

[0014] 发送模块,用于将车辆引导策略下发至所述路侧设备。

[0015] 依据本发明的再一个方面,还提供了一种车辆引导系统,包括如上所述的车辆引

导装置。

[0016] 本发明的实施例的有益效果是：通过综合考虑车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息等多种影响车辆行驶安全的因素，能够在更早的时间对车辆进行引导，使得车辆能够尽早采取相关措施，在减少信号灯路口等待时间和次数，提高通行效率的同时，还能保证车辆行驶的安全性。

## 附图说明

[0017] 图1表示现有技术中的车速引导示意图；

[0018] 图2表示本发明实施例一的车辆引导方法的流程示意图；

[0019] 图3表示本发明实施例二的车辆引导方法的流程示意图；

[0020] 图4表示本发明实施例二中步骤303的道路交通事件示意图；

[0021] 图5表示本发明实施例三的车辆引导装置的模块示意图；

[0022] 图6表示本发明的车辆引导系统的系统架构图。

## 具体实施方式

[0023] 下面将参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例。虽然附图中显示了本发明的示例性实施例，然而应当理解，可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明，并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0024] 实施例一

[0025] 如图2所示，本发明的实施例提供了一种车辆引导方法，具体包括以下步骤：

[0026] 步骤201：获取道路的信号灯指示信息，以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息。

[0027] 其中，该车辆引导方法应用于车辆引导系统的云端平台侧，亦可称为云端服务器侧。信号灯指示信息为信号灯通信设备发送至云端服务器的，该信号指示信息用于指示信号灯的相位变化。道路交通数据指的是实际道路的车辆流量、道路被占用等交通状态信息，该道路交通数据是：铺设于道路中的传感线圈将采集到的数据发送至路侧设备，路侧设备对接收到的数据进行处理并转发至云端服务器的。车辆行驶状态信息是：行驶在道路上的车辆将自身的行驶速度、加速度等状态信息发送至路侧设备，并由路测设备转发至云端服务器的。由于信号灯指示信息是基于现有信号灯通信设备发送的、道路交通数据是基于道路中现有的传感线圈采集的、车辆行驶状态信息是基于车辆现有通信设备采集的，因此该车辆引导方法无需增设新的硬件设备，节省了系统构建成本。

[0028] 步骤202：根据该道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息。

[0029] 云端服务器在接收到路侧设备发送的道路交通数据后，可对其进行分析，确定对应道路的交通事件信息。其中根据道路中车辆多少、占用时间等参数信息可学习或训练出对应的交通事件信息，具体地，交通事件信息用于指示道路中车辆事故、道路事故、道路故障、道路拥堵等实际路况信息。

[0030] 步骤203：对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析，得到针对车辆的车辆引导策略。

[0031] 综合考虑车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息可能得到较为准确和安全系数高的车辆引导策略,其中,上述三个参数中的任一项均有可能影响车辆的引导策略,即车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息中的任一项参数不同,所对应的车辆引导策略可能不同。

[0032] 步骤204:将车辆引导策略下发至路侧设备。

[0033] 云端服务器将分析得到的车辆引导策略下发至路侧设备,以使路侧设备指示车辆进行相应的行驶状态改变,其中,路测设备可通过广播或特殊信令的方式将车辆引导策略告知车辆,其具体告知方式不做具体限定。

[0034] 这样,本发明的车辆引导方法综合车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息多种影响车辆行驶安全的因素,能够在更早的时间对车辆进行引导,使得车辆能够尽早采取相关措施,在减少信号灯路口等待时间和次数,提高通行效率的同时,还能保证车辆行驶的安全性。

[0035] 实施例二

[0036] 以上实施例一简单介绍了本发明实施例的车辆引导方法,下面本实施例将结合附图和具体应用场景对其做进一步详细介绍。

[0037] 如图3所示,本发明实施例的车辆引导方法包括以下步骤:

[0038] 步骤301:获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息。

[0039] 其中,信号灯指示信息用于指示信号灯的相位变化,道路交通数据指的是实际道路的车辆流量、道路被占用等交通状态信息,由于信号灯指示信息是基于现有信号灯通信设备发送的、道路交通数据是基于道路中现有的传感线圈采集的、车辆行驶状态信息是基于车辆现有通信设备采集的,因此该车辆引导方法无需增设新的硬件设备,节省了系统构建成本。进一步地,道路交通数据具体包括:车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度等信息。

[0040] 具体地,在道路上一般都铺设现有成的传感线圈,当有车辆经过时传感线圈的信号被触发,将有车辆经过的信息记录下来,同时记录车辆经过传感线圈所用的时间,从而计算出车辆的行驶速度和道路的时间占有率。传感线圈均配备有通信设备,可将记录的信息发送至路侧设备。路侧设备基于接收到的传感线圈数据,计算对应道路断面的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度,并将对应的信息发送至云端服务器。

[0041] 进一步地,车辆在行驶过程中实时采集车辆的行驶状态,生成对应的车辆行驶状态信息,车载终端对其进行打包,并周期性(每隔一定时间)上传至路侧设备,其中车辆行驶状态信息包括:车辆行驶速度、加速度、位置信息等。路侧设备将其覆盖范围内所有车辆的车辆行驶状态信息收集起来,并基于车辆的身份信息(或车载设备的ID信息)和时间先后进行整理,并将整理后的数据一并发送至云端服务器。

[0042] 此外,信号灯处亦安装有通信设备,能够将信号灯指示信息发送至云端服务器。其中,信号灯指示信息包括:信号灯当前相位(何种灯亮)、信号灯到达下一相位所需的时间等。进一步地,信号灯处的通信设备在初始时将信号灯的固定相位发送至云端服务器,并在有信号灯相位变化时及时将变化后的相位信息发送至云端服务器。

[0043] 步骤302:根据道路上的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度,



确定对应道路的交通事件信息。

[0044] 其中,云端服务器根据路侧设备上传的道路上的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度对对应范围内的道路进行交通事件分析,得到对应的交通事件信息。即云端服务器利用BP神经网络、朴素贝叶斯等方法,对异常交通事件模型进行训练,基于获取到的道路交通数据对交通事件(如交通拥堵、交通事故等)进行识别,确定当前道路的交通事件信息。

[0045] 进一步地,为了保证车辆引导的响应距离,可将车速引导系统中常见的短距离通信(DSRC)替换为V2X通信方式,以将速度引导响应距离从100米增加至1000米甚至更远。另外,由于可以获知交通事件信息和增大车速引导的响应距离,能够提前为车辆计算引导速度,使车辆有充足的时间进行速度的变化,防止出现急加速或急减速的行为,同时能够在前方交通事件较为严重无法通行时,及时引导车辆向其他道路行驶。

[0046] 步骤303:当交通事件信息指示道路故障时,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第一车辆引导策略。

[0047] 其中,这里的道路故障尤其是指多车道道路中某一车道发生交通事故、或道路施工等造成的单车道无法使用的场景,当道路上发生交通事故、施工等事件时,如图4所示,这种类型的事件特点是占用部分道路,使得该路段上其他车辆必须绕行通过。在这种情况下,需要提前引导车辆在经过交通事件发生地点前进行换道,并且在经过交通事件发生后,引导部分车辆回到被占用车道。因此在车速的引导过程中,可将引导范围内的路段分为3部分,分别是故障道路的上游区域、故障道路周围范围内的相邻车道和故障道路的下游区域,下面将结合这三种位置场景对步骤303进行具体说明。

[0048] 具体地,当交通事件信息指示道路故障时,根据车辆行驶状态信息,检测第一车辆与故障道路之间的位置关系。

[0049] 当第一车辆位于故障道路的上游区域时,检测与故障道路相邻的车道在第一预设范围内是否存在第二车辆;若存在,则在检测到第二车辆与前/后车辆之间的第一间隔距离超过第一距离阈值、且第一车辆与第二车辆之间的第一速度差值低于第一阈值时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道。具体指的是,在故障道路的上游区域内,即车辆的行驶未受到故障道路的影响,这时需要引导即将通过故障道路(被占用车道或施工车道)的车辆依次换道至其他车道,使车辆在进入故障道路影响范围之前换至相邻车道行驶。假设有车辆为A,其当前速度是 $V_A$ ,在车辆进入速度引导范围内(如距离故障道路1000米以内)时,通过交通事件信息识别结果,判断车辆A是否需要换道,如果车辆A需要换道,则对A进行换道引导。具体引导方式如下:首先对车辆A所在车道的相邻车道距车辆A第一预设范围(如前后30米范围)内的车辆进行检测,主要检测相邻的车道上是否存在第二车辆(其中,检测到相邻的车道上的任何其他车辆均可视为第二车辆)、以及第二车辆与前车或后车之间的距离。假定车辆A的车长为 $L_A$ ,通过检测获知车辆A所在车道的相邻车道在30米范围内存在第二车辆B和C,继而检测车辆B和车辆C之间的间隔距离以及两车速度与车辆A的速度差值,若检测到车辆B和车辆C之间的距离大于或者等于第一距离阈值(如 $2*L_A$ ),则说明车辆A有可能可以换道至车辆B和C之间。再比较车辆A、B、C三车的速度,一般来说,同一车道上前后两车的速度基本相同,但不同车道上的速度可能会存在较大差异,即车辆B和C两车的速度差值较小且可认为基本相同,车辆A与车辆B、C之间的速度差值可能较大,比较车辆A和车辆B、C之间

的速度差值,若速度差值不超过第一阈值(如30%),则确定车辆A可以通过加速或者减速的方式换道至相邻的车道的车辆B和C之间。需要注意的是,引导车辆A加速时,需要考虑与车辆A前车之间的安全距离和道路最高限速;引导车辆A减速时,需要考虑与车辆A后车之间的安全距离,当所有换道条件均满足时,可以引导车辆A进行换道。进一步地,对于位于故障道路的上游区域的所有车辆,都实时进行上述换道引导判断,如果车辆运行到某一处时计算出车辆可以进行换道,则引导车辆换道并停止对该车辆的换道判断。如果对某些车辆,当其即将行驶至不可通行路段(如距离故障道路不足300米)时仍没有合适的换道时机,则提醒车辆减速慢行,同时对该车辆周边车道的检测范围由30米扩大至50米,当检测到有合适的换道机会时及时提醒车辆,保证该车辆在可以换道时及时换道,避免进入故障道路延长等待时间。

[0050] 当第一车辆位于故障道路相邻的车道时,根据前/后车辆的行驶速度确定第一车辆的第一引导速度。具体地,当第一车辆位于故障道路的相邻的车道且在故障道路的周边范围内(如与故障道路平行),由于故障道路上的车辆均换道至当前车道(与故障道路相邻的车道),使得该车道上的车辆流量增加,行车速度缓慢,车速不会出现大的变化(第一车辆前车或后车的车速与该周边范围内所有车辆的平均速度基本相同),因此可将第一车辆的前车或后车的速度作为第一车辆在该路段上的引导速度,向即将进入该范围内的车辆进行广播,提醒车辆采取合适的措施减速至该引导速度,避免出现急减速的行为和与前后车发生碰撞的问题。进一步地,假设第一车辆的前车或后车的行驶速度为 $V_1$ ,第一车辆的行驶速度为 $V_2$ ,第一车辆平缓的减速度为 $a$ ,那么系统至少需要提前在 $t=(V_1-V_2)/a$ 时间内对第一车辆发出引导通知,告知第一车辆开始以 $a$ 的减速度开始减速,以保证顺利通过故障道路路段。

[0051] 当第一车辆位于故障道路的下游区域时,检测故障道路前方的第二预设范围内是否存在第三车辆,若不存在,则确定引导第一车辆变道至故障道路所在车道,并根据信号灯指示信息确定第一车辆的第二引导速度。具体地,在故障道路的下游区域范围内,需要将相邻车道的车辆逐渐换回故障道路所在的车道,系统需要对车辆的换道行为进行引导,同时为车辆计算通过信号灯路口的引导速度。假设被阻塞的车道为 $X_0$ ,其两侧的车道分别为 $X_1$ 和 $X_2$ 。 $X_0$ 车道上不可通行路段的前方车辆非常稀疏,车道 $X_1$ 和 $X_2$ 上的车辆经过不可通行路段后,即可向 $X_0$ 车道进行换道。令车道 $X_1$ 和 $X_2$ 上、通过不可通行路段的第一车辆向 $X_0$ 车道换道,换道的顺序以两条车道上头车的位置决定,位置更靠近下游的车辆先换道至 $X_0$ 。当车道 $X_1$ 、 $X_2$ 上的头车都换道至 $X_0$ 时,实时检测 $X_0$ 车道上不可通行区域前方空隙的距离,即检测 $X_0$ 车道上距离故障道路的前方的第二预设范围内是否存在第三车辆(其中,位于 $X_0$ 车道、且在故障道路下游区域的任意车辆均可视为第三车辆),当不存在时,即不可通行区域前方空隙的距离大于第二预设范围(如2倍车长)时,即可允许第一车辆换道至 $X_0$ ,即检测车道 $X_1$ 和 $X_2$ 上即将驶离不可通行区域的车辆的位置,通知此时最先驶出不可通行区域的车辆换道至 $X_0$ 车道。一直重复上述实时检测和换道的过程,使车辆能够安全换道,提高通行效率。进一步地,对于不与车道 $X_0$ 相邻的其他车道,为了保证系统检测的实时性、减少不必要的运算,其车道上的车辆可以根据需求进行换道,系统不为其提供换道方案。

[0052] 当车辆通过故障道路,经过一系列的换道过程后,车辆即将进入信号灯交叉路口,此时为第一车辆提供交叉路口的通行引导速度,使车辆行驶速度变化至优化车速,然后车

辆以优化车速行驶并通过交叉路口。具体地,根据信号灯指示信息确定第一车辆的第二引导速度具体参照以下公式得到:

$$[0053] \quad v_i = v_0 - at_{i1} + \sqrt{a^2 t_{i1}^2 - 2at_{i1}v_0 + 2aL_i}; \text{或者,}$$

$$[0054] \quad v_i = v_0 + at_{i2} + \sqrt{a^2 t_{i2}^2 + 2at_{i2}v_0 - 2aL_i}$$

[0055] 其中, $v_i$ 表示第一车辆的第二引导速度, $v_0$ 表示第一车辆的当前速度, $a$ 表示第一车辆的加速度, $t_{i1}$ 表示信号灯指示信息指示的距下一绿灯的时间间隔, $t_{i2}$ 表示信号灯指示信息指示的距下一个红灯的时间间隔, $L_i$ 表示第一车辆距离信号灯路口停车线的距离。

[0056] 具体地,假设当前时刻为 $T_0$ 、第一车辆通过信号灯路口的停车线的时刻为 $T_i$ 、第一车辆的第二引导速度为 $v_i$ 、初始速度为 $v_0$ ,第一车辆距离信号灯路口停车线的距离为 $L_i$ ,第一车辆的加速度为 $a$ ,那么,

$$[0057] \quad T_i = T_0 + \left| \frac{v_i - v_0}{a} \right| + \frac{L_i - \left| \frac{v_i^2 - v_0^2}{2a} \right|}{v_i}$$

[0058] 假设信号灯指示信息指示的距下一绿灯的时间间隔为 $t_{i1}$ ,则 $t_{i1} = T_i - T_0$ ,那么,得到第一车辆减速或匀速行驶的第二引导速度为:

$$[0059] \quad v_i = v_0 - at_{i1} + \sqrt{a^2 t_{i1}^2 - 2at_{i1}v_0 + 2aL_i}$$

[0060] 假设信号灯指示信息指示的距下一红灯的时间间隔为 $t_{i2}$ ,则 $t_{i2} = T_i - T_0$ ,那么,得到第一车辆加速行驶的第二引导速度为:

$$[0061] \quad v_i = v_0 + at_{i2} + \sqrt{a^2 t_{i2}^2 + 2at_{i2}v_0 - 2aL_i}$$

[0062] 为了进一步保证第一车辆在换道后尽快变化至第二引导速度,在引导车辆进行换道时就将车辆的第二引导速度计算出来并告知车辆,使车辆在换道时即以该引导速度为目标以尽快优化行驶速度,避免出现急加速或急减速,保证车辆的通行安全。

[0063] 步骤304:当交通事件信息指示道路拥堵时,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第二车辆引导策略。

[0064] 其中,这里所说的道路拥堵指的是某一车道发生拥堵行驶缓慢,或所有车道均发生拥堵行驶缓慢的场景,例如早晚高峰、节假日出行或返程等场景。这种类型的时间特点是整个道路的交通流量增大、行车速度变得缓慢。进一步地,如果在车辆通过交叉口前100米范围内开始进行车速引导,此时车辆已经在缓慢行驶,无法大幅度改变行驶速度,导致车辆仍然需要长时间在交叉口处等待,致使车速引导失效。因此,为了保证车辆引导的响应距离,可将车速引导系统中常见的短距离通信(DSRC)替换为V2X通信方式,以将速度引导响应距离从100米增加至1000米甚至更远,以及时依据检测到的道路拥堵结果对车辆进行更早的车速引导,引导车辆提前改变速度,或者当交通拥堵较为严重时,及时引导车辆向其他路段行驶,达到分流的效果。

[0065] 当检测到发生道路拥堵时,可以获知拥堵路段上车辆的平均行驶速度、拥堵路段

的位置,从而可以计算出车辆与拥堵路段之间的距离、车辆当前速度与拥堵路段平均速度的差值,依据这两个差值对车辆进行相应的引导。具体地,当交通事件信息指示道路拥堵时,根据车辆行驶状态信息,检测第一车辆的当前速度与拥堵道路中的第四车辆的平均速度的第二速度差值、以及第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离;当第二速度差值高于第二阈值、且第二间隔距离低于第二距离阈值时,直接检测与拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道;否则,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定第一车辆的引导减速度。其中第二阈值一般不高于50%,表示车辆可通过正常加速或减速在较短时间内完成速度的变化。第二距离阈值指的是车辆通过正常加速或减速实现行驶速度变化所需要的距离,一般不低于400米,值得指出的是第二阈值和第二距离阈值的具体数值可通过经验值设定。

[0066] 进一步地,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定第一车辆的引导减速度具体参照以下公式得到:

$$[0067] \quad a_{\text{减}} = (v' - v) * v' / (vt'' + L)$$

[0068] 其中, $a_{\text{减}}$ 表示第一车辆的引导减速度, $v$ 表示第一车辆的当前速度, $v'$ 表示拥堵道路上第四车辆的平均速度, $t''$ 表示信号灯指示信息中指示的红灯持续时间, $L$ 表示第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离。由于计算出的 $a_{\text{减}}$ 可能超过车辆的最大减速度,因此在得到该引导减速度后,还需进行以下步骤:检测第一车辆的引导减速度是否低于第一车辆的最大减速度;若是,则检测与拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道。

[0069] 具体地,假设第一车辆的引导减速度为 $a_{\text{减}}$ ,第一车辆的当前速度为 $v$ ,拥堵道路上的车辆的平均速度为 $v'$ ,信号灯指示信息中指示的红灯持续时间为 $t''$ ,第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离为 $L$ ,拥堵道路距离信号灯路口停车线的距离为 $L'$ 。那么,

[0070] 当 $v/v' < 1.5$ 且 $L > 300$ 时,说明第一车辆的当前速度与拥堵道路中车辆的平均速度的第二速度差值低于第二阈值,且第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离高于第二距离阈值,即第一车辆行驶速度与拥堵道路上的车辆的平均速度之间的差值较小,且两者之间的距离较远,这时第一车辆可通过平缓的减速度进行减速。在第一车辆前方的车辆经过交叉路口所需的时间为 $t' = L'/v'$ ,假设拥堵道路上的车辆全部通过交叉路口时经历的红灯时长为 $t''$ ,那么第一车辆通过交叉口的最短时间为 $t' + t''$ ,那么第一车辆需要的减速度为:

$$[0071] \quad a_{\text{减}} = (v' - v) / (t' + t'') = (v' - v) * v' / (vt'' + L)。$$

[0072] 当 $v/v' \geq 1.5$ 且 $L > 300$ 时,说明虽然第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离高于第二距离阈值,但是第一车辆的当前速度与拥堵道路中车辆的平均速度的第二速度差值不低于第二阈值,这时第一车辆行驶速度与拥堵道路上车辆的平均速度之间的差值较大,但两者之间的距离较远。这时第一车辆存在通过平缓减速通过拥堵道路的可能,但亦存在不能通过的几率。这时在计算出第一车辆的减速度为 $a_{\text{减}} = (v' - v) / (t' + t'') = (v' - v) * v' / (vt'' + L)$ 之后,还需要将其与第一车辆最大可达到的减速度进行比较,如果 $a_{\text{减}}$ 高于车辆最大减速度,则可以引导第一车辆以该减速度进行减速,如果 $a_{\text{减}}$ 低于车辆最大减速度,那么车辆无法再特定的时间和距离下达到平均速度 $v'$ ,存在与前方车辆发生碰撞的风险,这时需要及时将车辆引导至其他无拥堵路段,避免与拥堵路段的车辆发生碰撞,其中,检测相邻车道是否具备变道条件的方式可参照步骤303中引导车辆向相邻车道换道的方式,故在此不再赘述。

[0073] 当 $v/v' < 1.5$ 且 $L \leq 300$ 时,说明虽然第一车辆的当前速度与拥堵道路中车辆的平均速度的第二速度差值低于第二阈值,但第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离低于第二距离阈值,这时虽然第一车辆行驶速度与拥堵道路上车辆的平均速度之间的差值较小,但两者之间的距离较近。这时第一车辆存在通过平缓减速通过拥堵道路的可能,但亦存在不能通过的几率。在计算得到第一车辆的减速度 $a_{减}$ 之后,还需要将其与第一车辆最大可达到的减速度进行比较,具体比较方式和处理结果与上述方式相似,故不在此赘述。

[0074] 当 $v/v' \geq 1.5$ 且 $L \leq 300$ 时,说明不仅第一车辆的当前速度与拥堵道路中车辆的平均速度的第二速度差值不低于第二阈值,且第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离低于第二距离阈值,这时不但第一车辆行驶速度与拥堵道路上车辆的平均速度之间的差值较大,且两者之间的距离较近。这时第一车辆几乎不存在通过平缓减速通过拥堵道路的可能,为了避免第一车辆与拥堵道路上的其他车辆相撞,此时需要紧急检测相邻车道是否存在可通行的可能,引导第一车辆向相邻车道进行变道;如果不能向其他车道变道,则需要提醒第一车辆所在车道的前方其他车辆向相邻车道进行换道,同时提醒第一车辆紧急减速且不换道,避免碰撞发生。

[0075] 步骤305:将车辆引导策略下发至路侧设备。

[0076] 云端服务器将分析得到的车辆引导策略(第一引导策略或第二引导策略)下发至路侧设备,以使路侧设备指示车辆进行相应的行驶状态改变,其中,路测设备可通过广播或特殊信令的方式将车辆引导策略告知车辆,其具体告知方式不做具体限定。

[0077] 综上,通过综合车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息多种影响车辆行驶安全的因素,能够在更早的时间对车辆进行引导,使得车辆能够尽早采取相关措施,在减少信号灯路口等待时间和次数,提高通行效率的同时,还能保证车辆行驶的安全性。

[0078] 实施例三

[0079] 以上实施例一和实施例二分别从不同场景介绍了本发明的车辆引导方法,下面本实施例将结合附图对其对应的装置作进一步介绍说明。

[0080] 如图5所示,本发明的实施例中的车辆引导装置,具体包括以下功能模块:

[0081] 获取模块51,用于获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;

[0082] 确定模块52,用于根据道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;

[0083] 处理模块53,用于对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;

[0084] 发送模块54,用于将车辆引导策略下发至路侧设备。

[0085] 其中,确定模块52包括:

[0086] 确定单元,用于根据道路上的车辆流量、被占用的时间占有率和通过车辆的平均速度,确定对应道路的交通事件信息。

[0087] 其中,处理模块53包括:

[0088] 第一处理单元,用于当交通事件信息指示道路故障时,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定针对车辆的第一车辆引导策略;

[0089] 第二处理单元,用于当交通事件信息指示道路拥堵时,根据车辆行驶状态信息以

及信号灯指示信息确定针对车辆的第二车辆引导策略。

[0090] 其中,第一处理单元包括:

[0091] 第一检测子单元,用于当交通事件信息指示道路故障时,根据车辆行驶状态信息,检测第一车辆与故障道路之间的位置关系;

[0092] 第一处理子单元,用于当第一车辆位于故障道路的上游区域时,检测与故障道路相邻的车道在第一预设范围内是否存在第二车辆;若存在,则在检测到第二车辆与前/后车辆之间的第一间隔距离超过第一距离阈值、且第一车辆与第二车辆之间的第一速度差值低于第一阈值时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道;

[0093] 第二处理子单元,用于当第一车辆位于故障道路相邻的车道时,根据前/后车辆的行驶速度确定第一车辆的第一引导速度;

[0094] 第三处理子单元,用于当第一车辆位于故障道路的下游区域时,检测故障道路前方的第二预设范围内是否存在第三车辆,若不存在,则确定引导第一车辆变道至故障道路所在车道,并根据信号灯指示信息确定第一车辆的第二引导速度。

[0095] 其中,根据信号灯指示信息确定第一车辆的第二引导速度具体参照以下公式得到:

$$[0096] \quad v_i = v_0 - at_{i1} + \sqrt{a^2 t_{i1}^2 - 2at_{i1}v_0 + 2aL_i}; \text{或者,}$$

$$[0097] \quad v_i = v_0 + at_{i2} + \sqrt{a^2 t_{i2}^2 + 2at_{i2}v_0 - 2aL_i}$$

[0098] 其中, $v_i$ 表示第一车辆的第二引导速度, $v_0$ 表示第一车辆的当前速度, $a$ 表示第一车辆的加速度, $t_{i1}$ 表示信号灯指示信息指示的距下一绿灯的时间间隔, $t_{i2}$ 表示信号灯指示信息指示的距下一个红灯的时间间隔, $L_i$ 表示第一车辆距离信号灯路口停车线的距离。

[0099] 其中,第二处理单元包括:

[0100] 第二检测子单元,用于当交通事件信息指示道路拥堵时,根据车辆行驶状态信息,检测第一车辆的当前速度与拥堵道路中的第四车辆的平均速度的第二速度差值、以及第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离;

[0101] 第四处理子单元,用于当第二速度差值高于第二阈值、且第二间隔距离低于第二距离阈值时,直接检测与拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道;否则,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定第一车辆的引导减速度。

[0102] 其中,根据车辆行驶状态信息以及信号灯指示信息确定第一车辆的引导减速度具体参照以下公式得到:

$$[0103] \quad a_{\text{减}} = (v' - v) * v' / (vt'' + L)$$

[0104] 其中, $a_{\text{减}}$ 表示第一车辆的引导减速度, $v$ 表示第一车辆的当前速度, $v'$ 表示拥堵道路上第四车辆的平均速度, $t''$ 表示信号灯指示信息中指示的红灯持续时间, $L$ 表示第一车辆与拥堵道路之间的第二间隔距离。

[0105] 其中,第二处理单元还包括:

[0106] 第三检测子单元,用于检测第一车辆的引导减速度是否低于第一车辆的最大减速度;

[0107] 第五处理子单元,用于在引导减速度低于第一车辆的最大减速度时,检测与拥堵道路相邻的车道是否具备变道条件,并在具备变道条件时,确定引导第一车辆变道至相邻的车道。

[0108] 需要说明的是,该装置是与上述车辆引导方法对应的装置,上述方法实施例中所有实现方式均适用于该装置的实施例中,也能达到相同的技术效果。

[0109] 进一步地,本发明实施例还提供了一种车辆引导系统,包括如上所述的车辆引导装置,具体地,该车辆引导装置可以是云端服务器,如图6所示,该车辆引导系统除了包括云端服务器外,还包括:设置于不同道路上的传感线圈、信号灯通信设备以及路侧设备。其中,传感线圈用于采集流经对应道路的车流信息、车辆行驶速度信息以及道路被占用时长信息等道路交通初始数据并发送至路侧设备,信号灯通信设备用于将红黄绿灯变换情况上报至云端服务器,路侧设备用于处理接收到的传感线圈上报道路交通初始数据,并将处理后的道路交通数据转发至云端服务器,路侧设备还可用于接收并转发不同车辆上报的自身车辆行驶状态信息。云端服务器用于获取道路的信号灯指示信息,以及路侧设备发送的道路交通数据和道路上的车辆行驶状态信息;根据道路交通数据确定对应道路上的交通事件信息;对车辆行驶状态信息、交通事件信息以及信号灯指示信息进行分析,得到针对车辆的车辆引导策略;继而将车辆引导策略下发至所述路侧设备,以使路侧设备将车辆引导策略发送至各个车辆,实现车辆的引导。

[0110] 以上所述的是本发明的优选实施方式,应当指出对于本技术领域的普通人员来说,在不脱离本发明所述的原理前提下还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也在本发明的保护范围内。

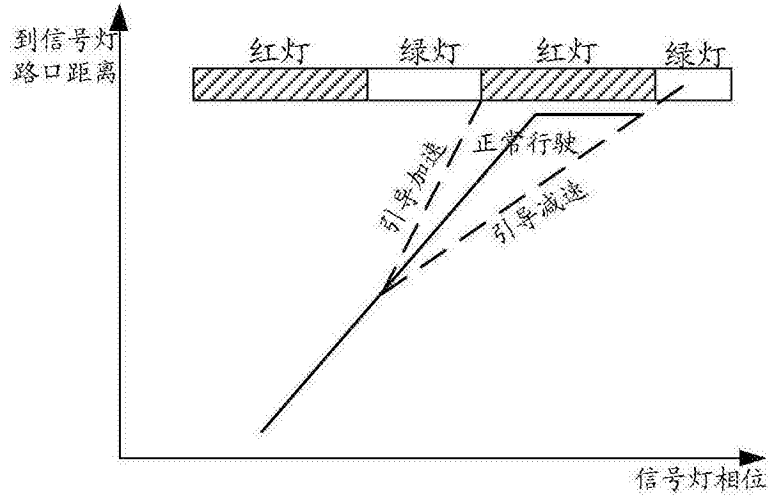


图1

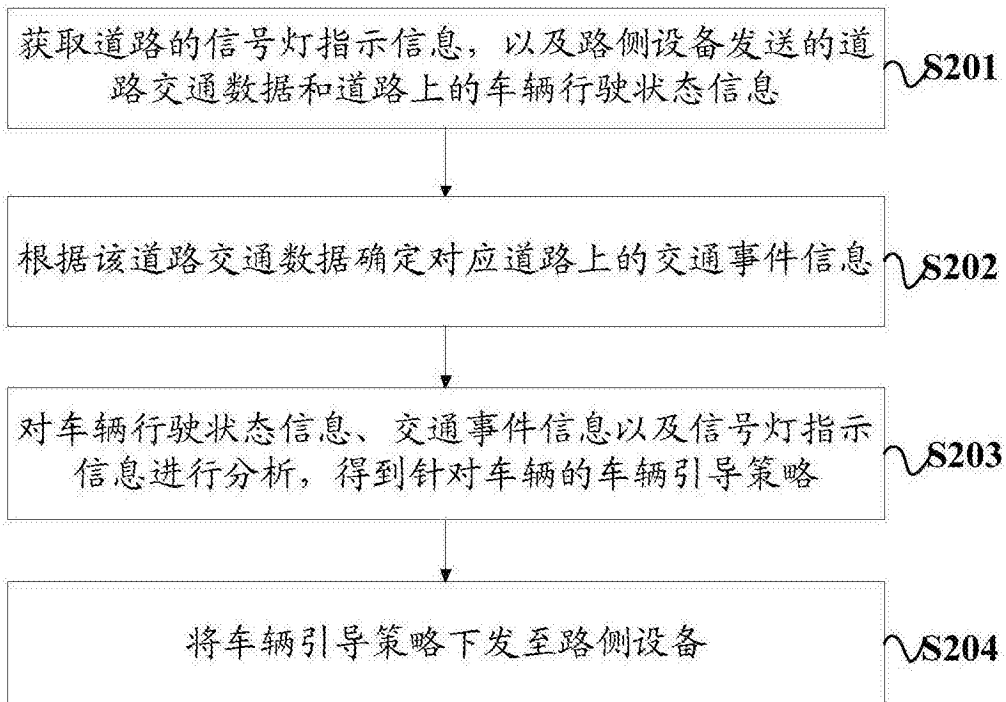


图2



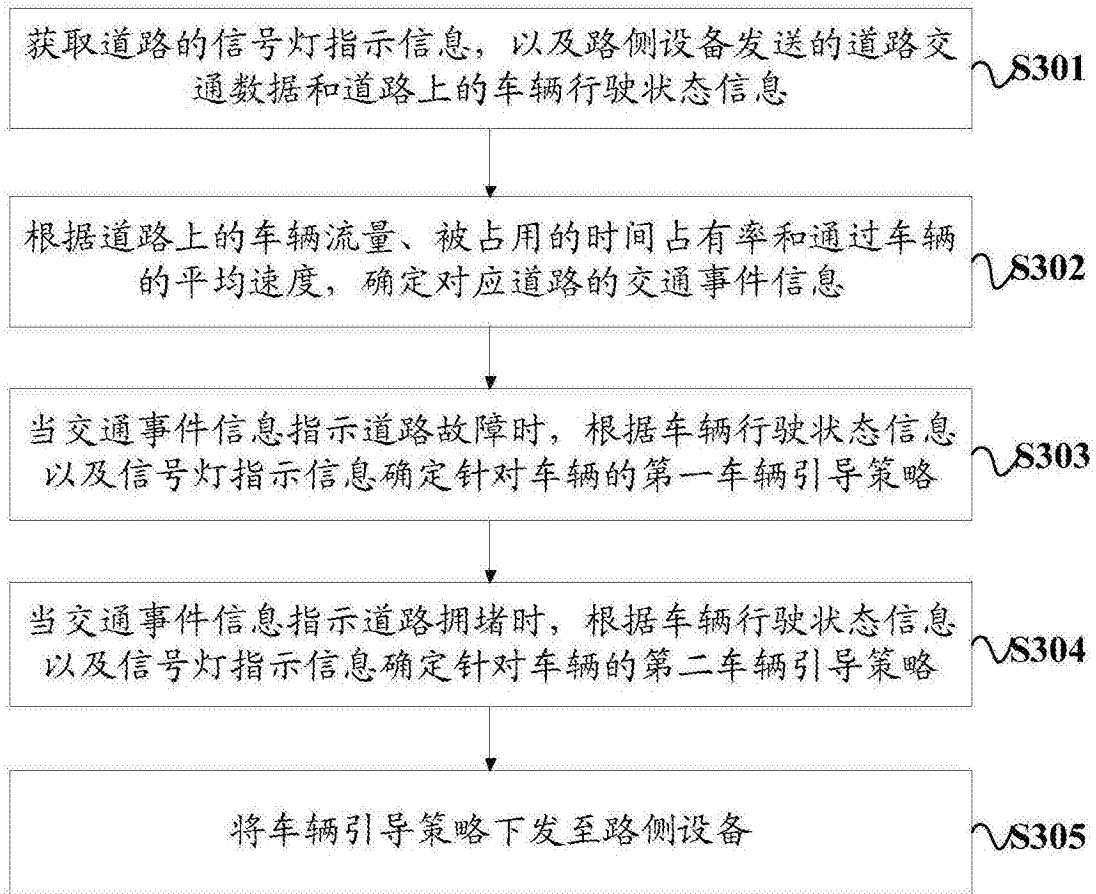


图3

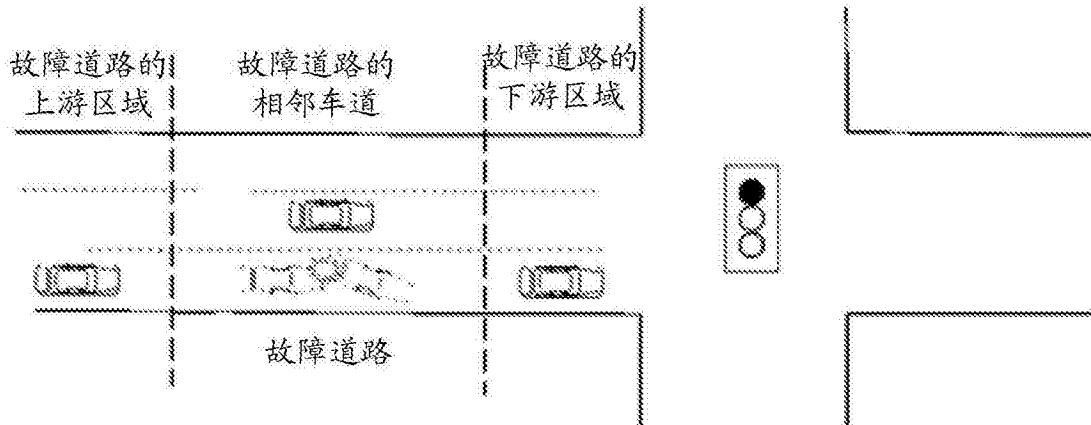


图4

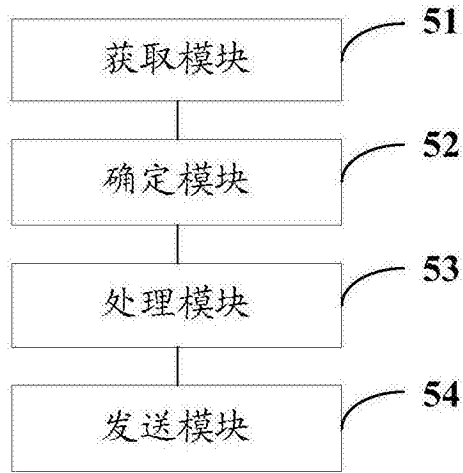


图5

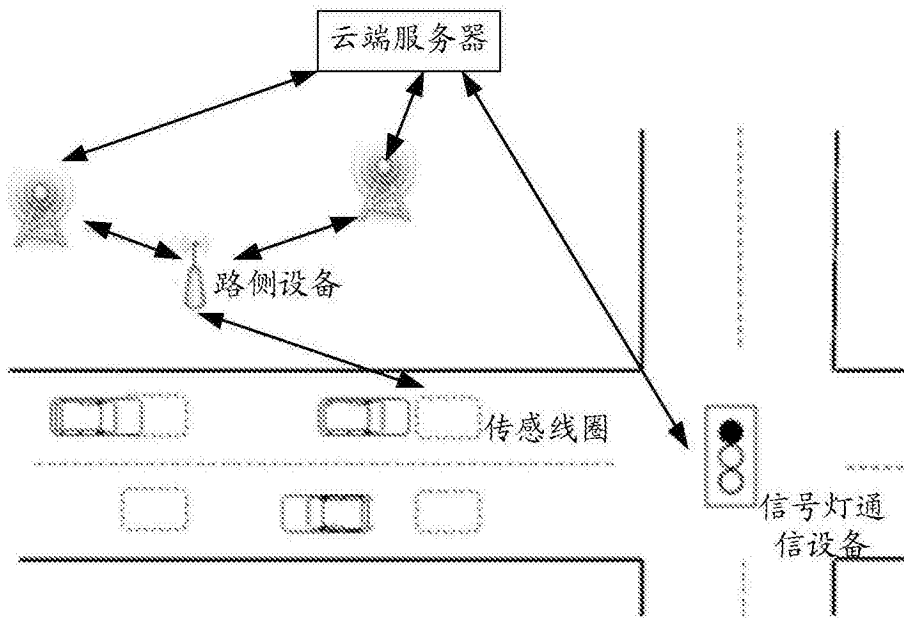


图6