



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113570875 B

(45) 授权公告日 2022.08.02

(21) 申请号 202110838055.X

CN 102649432 A, 2012.08.29

(22) 申请日 2021.07.23

CN 109147348 A, 2019.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105551276 A, 2016.05.04

申请公布号 CN 113570875 A

CN 107862121 A, 2018.03.30

(43) 申请公布日 2021.10.29

CN 111753377 A, 2020.10.09

(73) 专利权人 厦门理工学院

US 2015149069 A1, 2015.05.28

地址 361024 福建省厦门市集美区理工路  
600号

US 2013041621 A1, 2013.02.14

CN 109993984 A, 2019.07.09

(72) 发明人 高秀晶 汪锦文 黄红武 刘欣  
段慧洁

何彬等.汽车节能驾驶实时控制模型的构建  
与实验方法研究.《机械设计与制造》.2013,(第  
09期),

(74) 专利代理机构 厦门智慧呈睿知识产权代理  
事务所(普通合伙) 35222

王东磊等.低排放导向的交叉口速度引导策  
略研究.《交通运输研究》.2016,(第01期),

专利代理师 郭福利

何乐乐等.基于VII的定时信号灯交叉口车  
辆通行引导策略.《安徽建筑工业学院学报(自然  
科学版)》.2010,(第04期),

(51) Int. Cl.

G08G 1/052 (2006.01)

靳秋思等.车辆通过交叉口的生态驾驶轨迹  
优化研究.《安全与环境工程》.2015,(第03期),

(56) 对比文件

CN 104794915 A, 2015.07.22

CN 108961753 A, 2018.12.07

CN 112669617 A, 2021.04.16

CN 112562326 A, 2021.03.26

CN 108257402 A, 2018.07.06

赵红星等.基于定数理论过饱和交叉口车辆  
能耗研究.《交通运输系统工程与信息》.2017,  
(第05期),

审查员 袁珑瑜

权利要求书3页 说明书12页 附图5页

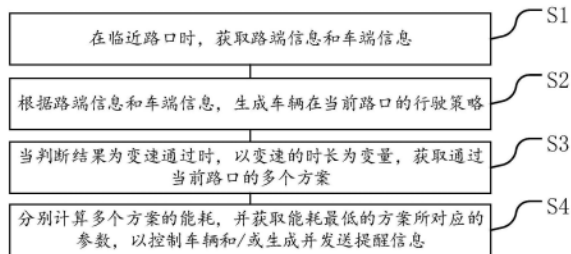
(54) 发明名称

一种绿波车速计算方法、装置,设备和存储  
介质

获取能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆  
和/或生成并发送提醒信息。按照该绿波车速进  
行行驶,能够减少车辆在路口等待的频率。

(57) 摘要

本发明实施例提供一种绿波车速计算方法、  
装置,设备和存储介质,涉及智能通行技术领域。  
其中,这种绿波车速计算方法包含步骤S1至步骤  
S4。S1、在临近路口时,获取路端信息和车端信  
息。其中,路端信息包括信号灯信息,配时信息,  
当前位置到路口的距离。车端信息包括当前车  
速。S2、根据路端信息和车端信息,生成车辆在当  
前路口的行驶策略。其中,行驶策略包括匀速通  
过、变速通过和减速停车。S3、当判断结果为变  
速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前  
路口的多个方案。S4、分别计算多个方案的能耗,并



CN 113570875 B

1. 一种绿波车速计算方法,其特征在于,包含:

在临近路口时,获取路端信息和车端信息;其中,所述路端信息包括信号灯信息、配时信息和当前位置到路口的距离;所述车端信息包括当前车速;

根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略;其中,行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车;

当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案;

分别计算所述多个方案的能耗,并获取所述能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息;

所述变速通过包括加速通过和减速通过;当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案,具体包括:

当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个所述加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ;以获得加速通过

当前路口的多个方案;其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加速通过速度

$v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ ;式中, $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为

现在绿色灯色转变到下一个灯色的剩余时间或为此时一个绿灯周期时间加上此时红色灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_a$ 为加速时长;

当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个所述减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ ;以获得减速通过

当前路口的多个方案;其中,减速度 $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ ,减速通过速度

$v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$ ;式中, $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为

现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_d$ 为减速时长用以计算加速通过的加速能耗模型为:

$$F = \int_0^{t_a} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j} * (v_0 + a_a * t)^i * a_a^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_a^i)} * t_v$$

用以计算减速通过的减速能耗模型为:

$$F = \int_0^{t_d} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j} * (v_0 - a_d * t)^i * a_d^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_d^i)} * t_v$$

其中, $F$ 为总能耗, $t_a$ 为加速时长, $t_d$ 为减速时长, $i$ 为加速通过速度和减速通过速度的指数, $j$ 为加速度和减速度的指数, $L_{i,j}$ 为加速通过的拟合系数, $M_{i,j}$ 为减速通过的拟合系数, $v_0$ 为车辆的当前速度, $a_a$ 为加速度, $a_d$ 为减速度, $t$ 为加速时长或减速时长, $L_{i,0}$ 为匀速行驶时的拟合系数, $v_a$ 为加速通过速度, $v_d$ 为减速通过速度, $t_v$ 为加速或减速后匀速行驶至路口的时间。

2. 根据权利要求1所述的绿波车速计算方法,其特征在于,拟合系数由传统VT-Micro模型结合实测实验得到;

分别计算所述多个方案的能耗,并获取所述能耗最低的方案所对应的参数,具体包括:  
分别计算所述多个方案的总能耗;并根据所述总能耗和所述距离计算单位距离的平均能耗;

获取所述平均能耗最低的方案所对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ,或减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。

3. 根据权利要求1所述的绿波车速计算方法,其特征在于,所述变速通过包括加速通过和减速通过;所述配时信息包括红灯周期 $tr^{\wedge}$ 、绿灯周期 $tg^{\wedge}$ 和当前灯色的剩余时间 $t_c$ ;

根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略;具体包括:

当判断到当前灯色信息为绿灯时:

根据所述配时信息、所述距离和所述当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过;否则,判断以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过;否则,判断以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过;否则,判定减速停车。

4. 根据权利要求3所述的绿波车速计算方法,其特征在于,根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略,还包括:

当判断到当前灯色信息为红灯时:

根据所述配时信息、所述距离 $du$ 和所述当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过;否则,判断匀速行驶到路口时是否经过一个绿灯周期 $tg^{\wedge}$ ;

当判断匀速行驶到路口时经过了一个绿灯周期 $tg^{\wedge}$ ,则判断以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过;否则,判断以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过;否则,判定减速停车;

当判断到匀速行驶到路口时未经过一个绿灯周期 $tg^{\wedge}$ ,则判断以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能否通过当前路口;

当判断到以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过;否则,判定减速停车;

其中,所述第一速度和所述第三速度为道路最大限速;所述第二速度、所述第四速度和所述第五速度为道路最小限速。

5. 一种绿波车速计算装置,其特征在于,包含:

信息获取模块,用于在临近路口时,获取路端信息和车端信息;其中,所述路端信息包括信号灯信息、配时信息和当前位置到路口的距离;所述车端信息包括当前车速;

策略生成模块,用于根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略;其中,行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车;

方案获取模块,用于当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案;

方案选择模块,用于分别计算所述多个方案的能耗,并获取所述能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息;

所述变速通过包括加速通过和减速通过;所述方案获取模块包括:

加速方案获取单元,用于当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个所述加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ;以获得加速通过当前路口的多个方案;其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加速通

过速度 $v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ ;式中, $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为现在绿色灯色转变到下一个灯色的剩余时间或为此时一个绿灯周期时间加上此时红色灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_a$ 为加速时长;

减速方案获取单元,用于当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个所述减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ ;以获得减速通过当前路口的多个方案;其中,减速度 $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ ,减速通

过速度 $v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_d}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$ ;式中, $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_d$ 为减速时长

用以计算加速通过的加速能耗模型为:

$$F = \int_0^{t_a} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j} * (v_0 + a_a * t)^i * a_a^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_a^i)} * t_v$$

用以计算减速通过的减速能耗模型为:

$$F = \int_0^{t_d} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j} * (v_0 - a_d * t)^i * a_d^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_d^i)} * t_v$$

其中, $F$ 为总能耗, $t_a$ 为加速时长, $t_d$ 为减速时长, $i$ 为加速通过速度和减速通过速度的指数, $j$ 为加速度和减速度的指数, $L_{i,j}$ 为加速通过的拟合系数, $M_{i,j}$ 为减速通过的拟合系数, $v_0$ 为车辆的当前速度, $a_a$ 为加速度, $a_d$ 为减速度, $t$ 为加速时长或减速时长, $L_{i,0}$ 为匀速行驶时的拟合系数, $v_a$ 为加速通过速度, $v_d$ 为减速通过速度, $t_v$ 为加速或减速后匀速行驶至路口的时间。

6. 一种绿波车速计算设备,其特征在于,包括处理器、存储器,以及存储在所述存储器内的计算机程序;所述计算机程序能够被所述处理器执行,以实现如权利要求1至4任意一项所述的绿波车速计算方法。

7. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行如权利要求1至4任意一项所述的绿波车速计算方法。

## 一种绿波车速计算方法、装置,设备和存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能通行技术领域,具体而言,涉及一种绿波车速计算方法、装置,设备和存储介质。

### 背景技术

[0002] 随着工业化的快速发展,城市化以及机动化的进程加快,汽车工业也随之快速发展,这就极大的为人们的出行提供了方便,也加快了社会经济的发展与进步。虽然汽车工业的快速发展提高的人们的出行效率,但随之带来了交通拥堵、能源消耗、以及排放污染等一系列能源和环境问题。其中,交叉路口是被认为是高能耗、高排放、高污染的主要路况之一。

[0003] 特别地,在红灯前长时间怠速停车,会造成大量的能源浪费和尾气排放。有鉴于此,申请人在研究了现有的技术后特提出本申请。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种绿波车速计算方法、装置,设备和存储介质,以改善相关技术中的汽车在路口遇到红灯被迫怠速停车从而造成能源浪费和环境污染的问题。

[0005] 第一方面、

[0006] 本发明实施例提供了一种绿波车速计算方法,其包含步骤S1至步骤S4。

[0007] S1、在临近路口时,获取路端信息和车端信息;其中,所述路端信息包括信号灯信息,配时信息,当前位置到路口的距离;所述车端信息包括当前车速;

[0008] S2、根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略;其中,行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车;

[0009] S3、当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案;

[0010] S4、分别计算所述多个方案的能耗,并获取所述能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息。

[0011] 可选地,所述变速通过包括加速通过和减速通过;则,步骤S3具体包括:

[0012] S31、当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个所述加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ;以获

得加速通过当前路口的多个方案;其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加速通过速度

$v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ ;  $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离,  $v_0$ 为车辆的当前速度,  $t_c$ 为现在灯

色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为绿灯)或为此时一个绿灯周期时间加上此时灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为红色),  $t_a$ 为加速时长;

[0013] S32、当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个所述减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ ;以获

得减速通过当前路口的多个方案；其中，减速度  $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ ，减速通过速度

$v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_d}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$ ； $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离， $v_0$ 为车辆的当前速度， $t_c$ 为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间， $t_d$ 为减速时长。

[0014] 可选地，

[0015] 用以计算加速通过的加速能耗模型为：

$$[0016] \quad F = \int_0^{t_a} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j} * (v_0 + a_a * t)^i * a_a^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_a^i)} * t_v$$

[0017] 用以计算减速通过的减速能耗模型为：

$$[0018] \quad F = \int_0^{t_d} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j} * (v_0 - a_d * t)^i * a_d^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_d^i)} * t_v$$

[0019] 其中， $F$ 为总能耗， $t_a$ 为加速时长， $t_d$ 为减速时长， $i$ 为加速通过速度和减速通过速度的指数， $j$ 为加速度和减速度的指数， $L_{i,j}$ 为加速通过的拟合系数， $M_{i,j}$ 为减速通过的拟合系数， $v_0$ 为车辆的当前速度， $a_a$ 为加速度， $a_d$ 为减速度， $t$ 为加速时长或减速时长， $L_{i,0}$ 为匀速行驶时的拟合系数， $v_a$ 为加速通过速度， $v_d$ 为减速通过速度， $t_v$ 为加速或减速后匀速行驶至路口的时间。

[0020] 可选地，拟合系数由传统VT-Micro模型结合实测实验得到；

[0021] 可选地，步骤S4，具体包括：

[0022] S41、分别计算所述多个方案的总能耗；并根据所述总能耗和所述距离计算单位距离的平均能耗；

[0023] S42、获取所述平均能耗最低的方案所对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ，或减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。

[0024] 可选地，所述变速通过包括加速通过和减速通过；所述配时信息包括红灯周期 $t_r$ 、绿灯周期 $t_g$ 和当前灯色的剩余时间 $t_c$ ；则，步骤S2具体包括：

[0025] 当判断到当前灯色信息为绿灯时：

[0026] S201、根据所述配时信息、所述距离和所述当前车速，判断匀速行驶能否通过当前路口；

[0027] S202、当判断到匀速行驶能通过当前路口时，判定匀速通过；否则，判断以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能否通过当前路口；

[0028] S203、当判断到以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能通过当前路口时，判定加速通过；否则，判断以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能否通过当前路口；

[0029] S204、当判断到以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能通过当前路口时，判定减速通过；否则，判定减速停车。

[0030] 可选地，步骤S2还包括：

[0031] 当判断到当前灯色信息为红灯时：

[0032] S205、根据所述配时信息、所述距离 $d_u$ 和所述当前车速，判断匀速行驶能否通过当前路口；

[0033] S206、当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过;否则,判断匀速行驶到路口时是否经过一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ ;

[0034] S207、当判断匀速行驶到路口时经过了一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ ,则判断以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能否通过当前路口;

[0035] S208、当判断到以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过;否则,判断以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能否通过当前路口;

[0036] S209、当判断到以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过;否则,判定减速停车;

[0037] S210、当判断到匀速行驶到路口时未经过一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ ,则判断以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能否通过当前路口;

[0038] S211、当判断到以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过;否则,判定减速停车;

[0039] 可选地,所述第一速度和所述第三速度为道路最大限速;所述第二速度、所述第四速度和所述第五速度为道路最小限速。

[0040] 第二方面、

[0041] 本发明实施例提供了一种绿波车速计算装置,其包含:

[0042] 信息获取模块,用于在临近路口时,获取路端信息和车端信息;其中,所述路端信息包括信号灯信息,配时信息,当前位置到路口的距离;所述车端信息包括当前车速;

[0043] 策略生成模块,用于根据所述路端信息和所述车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略;其中,行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车;

[0044] 方案获取模块,用于当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案;

[0045] 方案选择模块,用于分别计算所述多个方案的能耗,并获取所述能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息。

[0046] 可选地,所述变速通过包括加速通过和减速通过;则,所述方案获取模块包括:

[0047] 加速方案获取单元,用于当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个所述加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ;

以获得加速通过当前路口的多个方案;其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加

速通过速度 $v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ ;  $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离,  $v_0$ 为车辆的当前速度,

$t_c$ 为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为绿灯)或为此时一个绿灯周期时间加上此时灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为红色),  $t_a$ 为加速时长;

[0048] 减速方案获取单元,用于当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个所述减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ ;

以获得减速通过当前路口的多个方案;其中,减速度 $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ ,减

速通过速度  $v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_d}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$  ;  $d_u$  为车辆所在位置到路口的距离,  $v_0$  为车辆的当前速度,  $t_c$  为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间,  $t_d$  为减速时长。

[0049] 第三方面、

[0050] 本发明实施例提供了一种绿波车速计算设备, 其包括处理器、存储器, 以及存储在所述存储器内的计算机程序; 所述计算机程序能够被所述处理器执行, 以实现如第一方面所说的绿波车速计算方法。

[0051] 第四方面、

[0052] 本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序, 其中, 在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行如第一方面所说的绿波车速计算方法。

[0053] 通过采用上述技术方案, 本发明可以取得以下技术效果:

[0054] 根据本发明实施例提供的绿波车速计算方法所计算出来的车速进行行驶, 能够保证到达路口时, 绝大部分情况下信号灯都处于绿灯。而不需要在路口停车怠速等待。避免了长时间停车而导致的尾气增加, 具有很好的实际意义。

[0055] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂, 下文特举较佳实施例, 并配合所附图, 作详细说明如下。

## 附图说明

[0056] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案, 下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍, 应当理解, 以下附图仅示出了本发明的某些实施例, 因此不应被看作是对范围的限定, 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, 还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0057] 图1是本发明第一实施例提供的绿波车速计算方法的流程示意图。

[0058] 图2是本发明第一实施例提供的初始信号灯颜色为绿色的工况分类。

[0059] 图3是本发明第一实施例提供的初始信号灯颜色为红色的工况分类。

[0060] 图4是本发明第一实施例提供的绿波车速计算方法的第一判断逻辑框图。

[0061] 图5是本发明第一实施例提供的绿波车速计算方法的第二判断逻辑框图。

[0062] 图6是本发明第一实施例提供的绿波车速计算方法的第三判断逻辑框图。

[0063] 图7是本发明第二实施例提供的绿波车速计算装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0064] 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。

[0065] 为了更好的理解本发明的技术方案, 下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0066] 应当明确, 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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0067] 在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本发明。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。

[0068] 应当理解,本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0069] 取决于语境,如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”或“响应于检测”。类似地,取决于语境,短语“如果确定”或“如果检测(陈述的条件或事件)”可以被解释成为“当确定时”或“响应于确定”或“当检测(陈述的条件或事件)时”或“响应于检测(陈述的条件或事件)”。

[0070] 实施例中提及的“第一\第二”仅仅是是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序,可以理解地,“第一\第二”在允许的情况下可以互换特定的顺序或先后次序。应该理解“第一\第二”区分的对象在适当情况下可以互换,以使这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些内容以外的顺序实施。

[0071] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述:

[0072] 实施例一:

[0073] 如图1至图6所示,本发明第一实施例提供一种绿波车速计算方法,其可以由安装在汽车内的绿波通行控制器、电子控制单元,或者云端的服务器来执行。特别地,由绿波通行控制器、电子控制单元,或者云端的服务器中的一个或者多个服务器来执行,以实现如下步骤(至少包含;步骤S1至步骤S4)。

[0074] S1、在临近路口时,获取路端信息和车端信息。其中,路端信息包括信号灯信息,配时信息,当前位置到路口的距离。车端信息包括当前车速。

[0075] 需要说明的是,变速通过包括加速通过和减速通过。配时信息包括红灯周期 $tr^{\wedge}$ 、绿灯周期 $tg^{\wedge}$ 和当前灯色的剩余时间 $t_c$ 。

[0076] 可以理解的是,绿波车速是指汽车按照该车速进行行驶,达到路口时,信号灯刚好为绿灯,汽车刚好可以直接通过路口,而不需要停车等待。具体地,在汽车行驶到临近路口时,车载终端和路面终端进行通讯,以获得路面设备的信息。并且通过车载定位装置获取车辆和路口的距离,以及当前的车速。

[0077] S2、根据路端信息和车端信息,生成车辆在当前路口的行驶策略。其中,行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车。

[0078] 可以理解的是,正常情况下,一个红绿灯的红灯时长 $tr^{\wedge}$ 和绿灯时长 $tg^{\wedge}$ 在一定的时间内是固定的,因此红绿灯具有一个较为稳定的周期SPAT。当车辆匀速到达路口所需时间T大于信号灯的一个周期SPAT的情况时,车辆的绿波通行将造成周期重复。因此,本发明针对T不大于SPAT进行工况分类。

[0079] 此外,信号灯为黄色的情况,根据我国交通法规,可视为红灯情况,因此,本发明仅对初始信号(即 $T \leq SPAT$ 时的信号灯颜色)为绿色或者红色进行工况分类,由于不同信号路口的SPAT不同且车辆接收到路端信息的初始距离不同,

[0080] 在本实施例中,  $T$ 表示车辆不做任何驾驶行为,以当时速度匀速到信号灯路口所需要的时间;  $SPAT$ 表示信号灯的一个周期的时间;  $tr^{\wedge}$ 和  $tg^{\wedge}$ 表示红灯和绿灯的整个周期时间;  $tr1$ 和  $tg1$ 分别表示从路端设备获取的红灯和绿灯的剩余时间,  $tr2$ 和  $tg2$ 表示在进入下一个红(绿)灯还需要  $tr2$ 或  $tg2$ 时间到达信号灯所在的路口;  $V$ 为本车车速、 $d_u$ 为车辆距离红绿灯路口的距离,并用剩余时间  $tc$ 表示初始信号灯颜色的剩余时间(即  $tc = tg1$ 或者  $tc = tr1$ )进行工况分类。

[0081] 根据不同  $SPAT$ 和不同车速情况下,当车载终端接收到路面终端发送的信号灯信息时,初始信号灯颜色为绿色的工况分类如图2所示。

[0082] 当初始信号灯颜色为绿色时候,在一个  $SPAT$ 内不存在  $tr2$ 。

[0083] 工况1:  $T = SPAT$ ,且  $tg1 = tg^{\wedge}$ 、 $tr1 = tr^{\wedge}$ 且  $tg2 = 0$ ,即  $T = tg1 + tr1 = tg1 + tr^{\wedge}$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色刚好由红色变为绿色;

[0084] 工况2:  $T = SPAT$ ,且  $tg1 > 0$ ,  $tg2 > 0$ ,即  $SPAT = T > (tg1 + tr^{\wedge})$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为绿色;

[0085] 工况3:  $T < SPAT$ ,且  $tg1 \geq T$ ,  $tg2 = 0$ ;即  $T \leq tg1$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为绿色;

[0086] 工况4:  $T < SPAT$ ,且  $tg1 > 0$ ,  $tg2 > 0$ ;即  $(tg1 + tr^{\wedge}) < T < SPAT$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为绿色;

[0087] 工况5:  $T < SPAT$ ,且  $0 < tg1 < tg^{\wedge}$ ,  $tg2 = 0$ ;即  $tg1 \leq T < tg1 + tr^{\wedge}$ 。匀速到达路口时,信号灯颜色为红色。

[0088] 当车载终端接收到路面终端发送的信号灯信息时,初始信号灯颜色为红色的工况分类如图3所示。

[0089] 当初始信号灯颜色为红色时候,在一个  $SPAT$ 内不存在  $tg2$ 。

[0090] 工况6:  $T = SPAT$ ,且  $tr1 = tr^{\wedge}$ 、 $tg1 = tg^{\wedge}$ ;即  $T = tr1 + tg^{\wedge} = tr^{\wedge} + tg^{\wedge}$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色刚好为绿色;

[0091] 工况7:  $T < SPAT$ ,且  $tr1 < tr^{\wedge}$ 、 $tg1 < tg^{\wedge}$ ;即  $tr1 < T < tr1 + tg^{\wedge}$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为绿色;

[0092] 工况8:  $T = SPAT$ ,且  $tr1 > 0$ 、 $tr2 > 0$ ;即  $tr1 + tg^{\wedge} < T = SPAT$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为红色;

[0093] 工况9:  $T < SPAT$ ,且  $tr1 > 0$ 、 $tr2 > 0$ ;即  $tr1 + tg^{\wedge} < T < SPAT$ ;匀速到达路口时,信号灯颜色仍然为红色;

[0094] 工况10:  $T < SPAT$ ,且  $tr1 = T$ 。即  $T < tr1$ ,匀速到达路口时,信号灯颜色为红色;

[0095] 而在面对以上10种工况的时候,需要判断汽车能否通过当前路口。具体地,如图4至5所示,步骤S2具体包括:

[0096] 当判断到当前灯色信息为绿灯时:

[0097] S201、根据配时信息、距离和当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口。

[0098] S202、当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过。否则,判断以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0099] S203、当判断到以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过。否则,判断以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0100] S204、当判断到以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0101] 当判断到当前灯色信息为红灯时:

[0102] S205、根据配时信息、距离 $d_u$ 和当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口。

[0103] S206、当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过。否则,判断匀速行驶到路口时是否经过一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ 。

[0104] S207、当判断匀速行驶到路口时经过了一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ ,则判断以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0105] S208、当判断到以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过。否则,判断以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0106] S209、当判断到以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0107] S210、当判断到匀速行驶到路口时未经过一个绿灯周期 $t_g^{\wedge}$ ,则判断以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0108] S211、当判断到以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0109] 具体地,在紧邻路口的时候,首先判断路口的信号灯,当前是红灯还是绿灯。然后判断匀速能否通过,如果匀速无法通过再判断加速能否通过,如果加速也无法通过再判断减速能否通过。如果三种方案都无法通过,则只能在路口停车进行等待。

[0110] 可以理解的是,匀速行驶时的驾驶体验最好。因此,本实施例优先判断匀速行驶能否通过,再判断加速能否通过,最后判断减速能否通过。加速通过,能够节省司机的时间,更为人性化。

[0111] 并且在初始信号灯颜色为红色时,考虑了,到达路口时,是否经过了一个绿灯周期,在没有经过绿灯周期时,加速行驶明显无法通过路口。因此,直接计算减速行驶,能否通过当前路口,大大节省了计算量,具有很好的实际意义。

[0112] 在上述实施例的基础上,本发明一可选实施例中,第一速度和第三速度为道路最大限速。第二速度、第四速度和第五速度为道路最小限速。在其它实施例中,第一速度和第三速度可以为在最高限速以下的不同的速度,第二速度、第四速度和第五速度可以为在最低限速以上的不同速度,本发明对此不做具体限定。

[0113] S3、当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案。在本实施例中,采用先加减速后匀速的方案,不仅车辆操作更为容易。而且能够大大的降低计算量。具体地,步骤S3包括:

[0114] S31、当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ 。以获得加速通过当前路口的多个方案。其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加速通过速度

$v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ 。 $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为现在灯

色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为绿灯)或为此时一个绿灯周期时间加上此时

灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为红色),  $t_a$ 为加速时长。

[0115] S32、当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。以获得减速通过当前路口的多个方案。其中,减速度 $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ , 减速通过速度

$v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$ 。 $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_d$ 为减速时长。

[0116] 在本实施例中,以加速或者减速的时长为变量,以到达路口的距离,灯色切换的时间等参数作为参考,能够保证车辆到达路口时为绿灯。优选地,车辆到达路口后刚好由绿灯切换为红灯。从而让车辆通过路口的平均速度最低。

[0117] S4、分别计算多个方案的能耗,并获取能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息。在本实施例中,通过能耗来选择通过当前路口的具体方案,能够大大降低汽车对环境的污染,具有很好的实际意义。具体地,步骤S4包括:

[0118] S41、分别计算多个方案的总能耗。并根据总能耗和距离计算单位距离的平均能耗。

[0119] S42、获取平均能耗最低的方案所对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ,或减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。

[0120] 在本实施例中,采用穷举法穷举出当下工况中的可能的运动轨迹,然后计算出每种运动轨迹的平均油耗,再通过比选的方法选出最优(油耗最低)的方案。获取最优加速度、最优减速度及其通过路口的速度。

[0121] 可以理解的是,当车辆为L3级别以上的自动驾驶车辆时,汽车还可根据计算得到的最优加速度、最优减速度及其通过路口的速度进行行驶,以避免在路口停车等待,减少汽车对环境的污染。

[0122] 可以理解的是,当车辆为L3级别以上的自动驾驶车辆时,汽车还可根据计算得到的最优加速度、最优减速度及其通过路口的速度进行行驶,以避免在路口停车等待,减少汽车对环境的污染。

[0122] 用以计算加速通过的加速能耗模型为:

$$[0123] \quad F = \int_0^{t_a} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j} * (v_0 + a_a * t)^i * a_a^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_a^i)} * t_v$$

[0124] 用以计算减速通过的减速能耗模型为:

$$[0125] \quad F = \int_0^{t_d} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j} * (v_0 - a_d * t)^i * a_d^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_d^i)} * t_v$$

[0126] 其中, $F$ 为总能耗, $t_a$ 为加速时长, $t_d$ 为减速时长, $i$ 为加速通过速度和减速通过速度的指数, $j$ 为加速度和减速度的指数, $L_{i,j}$ 为加速通过的拟合系数, $M_{i,j}$ 为减速通过的拟合系数, $v_0$ 为车辆的当前速度, $a_a$ 为加速度, $a_d$ 为减速度, $t$ 为加速时长或减速时长, $L_{i,0}$ 为匀速行驶时的拟合系数, $v_a$ 为加速通过速度, $v_d$ 为减速通过速度, $t_v$ 为加速或减速后匀速行驶至路口的时间。

[0127] 在上述实施例的基础上,本发明一可选实施例中,拟合系数由传统VT-Micro模型结合实测实验得到。具体地:本发明是在传统VT-micro模型上结合实测实验得到的拟合系数来对汽车的最优行驶轨迹进行规划,确定最优加速度或最优减速度。具体的能耗模型如

下式所示：

$$[0128] \quad MOE_e = \begin{cases} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j}^e * v^i * a^j)} \\ e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j}^e * v^i * a^j)} \end{cases}$$

[0129] 表1拟合系数

|        |            |            |             |             |             |           |
|--------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|        |            | $V^0$      | $V^1$       | $V^2$       | $V^3$       |           |
| [0130] | $a \geq 0$ | $a^0$      | -7.73452    | 0.2799      | -0.0002228  | 1.09E-06  |
|        |            | $a^1$      | 0.22946     | 0.0068      | -0.00004402 | 4.80E-08  |
|        |            | $a^2$      | -0.00561    | -0.00077221 | 7.9E-07     | 3.27E-08  |
|        |            | $a^3$      | 9.77E-05    | 0.00000838  | 8.17E-07    | -7.79E-09 |
| [0130] | $a < 0$    |            | $V^0$       | $V^1$       | $V^2$       | $V^3$     |
|        |            | $a^0$      | -7.73452    | 0.02804     | -0.00021988 | 1.08E-06  |
|        |            | $a^1$      | -0.01799    | 0.00772     | -0.00005219 | 2.47E-07  |
|        |            | $a^2$      | -0.00427    | 0.00083744  | -7.44E-06   | 4.87E-08  |
|        | $a^3$      | 0.00018829 | -0.00003387 | 2.77E-07    | 3.79E-10    |           |

[0131] 根据本发明实施例提供的绿波车速计算方法所计算出来的车速进行行驶，能够保证到达路口时，路口的信号灯处于绿灯，直接通过当前路口，而不需要在路口停车怠速等待。避免了长时间停车而导致的尾气增加，具有很好的实际意义。

[0132] 本发明结合现有的VT-micro油耗模型和拟合参数，利用车路协同环境下车路之间实时双向通信的特点，利用交叉口红绿灯和车辆当前的状态信息，给出合理的通行方案，可以有效的降低车辆的平均行程时间、平均延误时间、平均停车次数以及平均能源消耗。本发明基于路口的红绿灯实时信息和车辆实时信息，结合不同通行工况、符合人因工程特性。最大程度地实现最优能耗和绿波通行，达到节能减排、提高交通运输效率和红绿灯路口利用率的效果。

[0133] 实施例二、

[0134] 如图7所示，本发明实施例提供了一种绿波车速计算装置，其包含信息获取模块1、策略生成模块2、方案获取模块3和方案选择模块4。

[0135] 信息获取模块1，用于在临近路口时，获取路端信息和车端信息。其中，路端信息包括信号灯信息，配时信息，当前位置到路口的距离。车端信息包括当前车速。可选地，变速通过包括加速通过和减速通过。配时信息包括红灯周期 $\hat{tr}$ 、绿灯周期 $\hat{tg}$ 和当前灯色的剩余时间 $t_c$ 。

[0136] 策略生成模块2，用于根据路端信息和车端信息，生成车辆在当前路口的行驶策略。其中，行驶策略包括匀速通过、变速通过和减速停车。可选地，策略生成模块2，具体包

括：

[0137] 当判断到当前灯色信息为绿灯时：

[0138] 第一判断单元,用于根据配时信息、距离和当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口。

[0139] 第二判断单元,用于当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过。否则,判断以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0140] 第三判断单元,用于当判断到以最大加速度加速至第一速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过。否则,判断以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0141] 第四判断单元,用于当判断到以最大减速度减速至第二速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0142] 可选地,步骤S2还包括：

[0143] 当判断到当前灯色信息为红灯时：

[0144] 第五判断单元,用于根据配时信息、距离 $d_u$ 和当前车速,判断匀速行驶能否通过当前路口。

[0145] 第六判断单元,用于当判断到匀速行驶能通过当前路口时,判定匀速通过。否则,判断匀速行驶到路口时是否经过一个绿灯周期 $t_{g^{\wedge}}$ 。

[0146] 第七判断单元,用于当判断匀速行驶到路口时经过了一个绿灯周期 $t_{g^{\wedge}}$ ,则判断以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0147] 第八判断单元,用于当判断到以最大加速度加速至第三速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定加速通过。否则,判断以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0148] 第九判断单元,用于当判断到以最大减速度减速至第四速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0149] 第十判断单元,用于当判断到匀速行驶到路口时未经过一个绿灯周期 $t_{g^{\wedge}}$ ,则判断以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能否通过当前路口。

[0150] 第十一判断单元,用于当判断到以最大减速度减速至第五速度后匀速行驶能通过当前路口时,判定减速通过。否则,判定减速停车。

[0151] 可选地,第一速度和第三速度为道路最大限速。第二速度、第四速度和第五速度为道路最小限速。

[0152] 方案获取模块3,用于当判断结果为变速通过时,以变速的时长为变量,获取通过当前路口的多个方案。可选地,方案获取模块3包括：

[0153] 加速方案获取单元,用于当判断结果为加速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个加速时长,并计算各个加速时长对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ 。以获得加速通过当前路口的多个方案。其中,加速度 $a_a = \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c * t_a - \frac{1}{2} * t_a^2}$ ,加速通

过速度 $v_a = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_a}$ 。 $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为

现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为绿灯)或为此时一个绿灯周期时间加

上此时灯色转变到下一个灯色的剩余时间(此时灯色为红色),  $t_a$ 为加速时长。

[0154] 减速方案获取单元,用于当判断结果为减速通过时,以车辆到达路口时是绿灯为条件,根据预设的步长,获取多个减速时长,并计算各个减速时长对应的减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。以获得减速通过当前路口的多个方案。其中,减速度 $a_d = \frac{d_u - v_0 * t_c}{\frac{1}{2} * t_d^2 - t_c * t_d}$ , 减速通

过速度 $v_d = v_0 + \frac{d_u - v_0 * t_c}{t_c - \frac{1}{2} * t_d}$ 。 $d_u$ 为车辆所在位置到路口的距离, $v_0$ 为车辆的当前速度, $t_c$ 为现在灯色转变到下一个灯色的剩余时间, $t_d$ 为减速时长。

[0155] 方案选择模块4,用于分别计算多个方案的能耗,并获取能耗最低的方案所对应的参数,以控制车辆和/或生成并发送提醒信息。可选地,方案选择模块4具体包括:

[0156] 平均能耗计算单元,用于分别计算多个方案的总能耗。并根据总能耗和距离计算单位距离的平均能耗。

[0157] 方案获取单元,用于获取平均能耗最低的方案所对应的加速度 $a_a$ 和加速通过速度 $v_a$ ,或减速度 $a_d$ 和减速通过速度 $v_d$ 。

[0158] 可选地,

[0159] 用以计算加速通过的加速能耗模型为:

$$[0160] \quad F = \int_0^{t_a} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (L_{i,j} * (v_0 + a_a * t)^i * a_a^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_a^i)} * t_v$$

[0161] 用以计算减速通过的减速能耗模型为:

$$[0162] \quad F = \int_0^{t_d} e^{\sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 (M_{i,j} * (v_0 - a_d * t)^i * a_d^j)} * dt + e^{\sum_{i=0}^3 (L_{i,0} * v_d^i)} * t_v$$

[0163] 其中, $F$ 为总能耗, $t_a$ 为加速时长, $t_d$ 为减速时长, $i$ 为加速通过速度和减速通过速度的指数, $j$ 为加速度和减速度的指数, $L_{i,j}$ 为加速通过的拟合系数, $M_{i,j}$ 为减速通过的拟合系数, $v_0$ 为车辆的当前速度, $a_a$ 为加速度, $a_d$ 为减速度, $t$ 为加速时长或减速时长, $L_{i,0}$ 为匀速行驶时的拟合系数, $v_a$ 为加速通过速度, $v_d$ 为减速通过速度, $t_v$ 为加速或减速后匀速行驶至路口的时间。拟合系数由传统VT-Micro模型结合实测实验得到。

[0164] 根据本发明实施例提供的绿波车速计算方法所计算出来的车速进行行驶,能够保证到达路口时,路口的信号灯处于绿灯,直接通过当前路口,而不需要在路口停车怠速等待。避免了长时间停车而导致的尾气增加,具有很好的实际意义。

[0165] 本发明结合现有的VT-micro油耗模型和拟合参数,利用车路协同环境下车路之间实时双向通信的特点,利用交叉口红绿灯和车辆当前的状态信息,给出合理的通行方案,可以有效的降低车辆的平均行程时间、平均延误时间、平均停车次数以及平均能源消耗。本发明基于路口的红绿灯实时信息和车辆实时信息,结合不同通行工况、符合人因工程特性。最大程度地实现最优能耗和绿波通行,达到节能减排、提高交通运输效率和红绿灯路口利用率的效果。

[0166] 实施例三、

[0167] 本发明实施例提供了一种绿波车速计算设备,其包括处理器、存储器,以及存储在存储器内的计算机程序。计算机程序能够被处理器执行,以实现如实施例一所说的绿波车

速计算方法。根据本发明实施例提供的绿波车速计算方法所计算出来的车速进行行驶,能够保证到达路口时,路口的信号灯处于绿灯,直接通过当前路口,而不需要在路口停车怠速等待。避免了长时间停车而导致的尾气增加,具有很好的实际意义。

[0168] 实施例四、

[0169] 本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质,其特征在于,计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在计算机程序运行时控制计算机可读存储介质所在设备执行如实施例一所说的绿波车速计算方法。

[0170] 在本发明实施例所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置和方法实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0171] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一起形成一个独立的部分,也可以是各个模块单独存在,也可以两个或两个以上模块集成形成一个独立的部分。

[0172] 所述功能如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,电子设备,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。需要说明的是,在本文中,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。

[0173] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



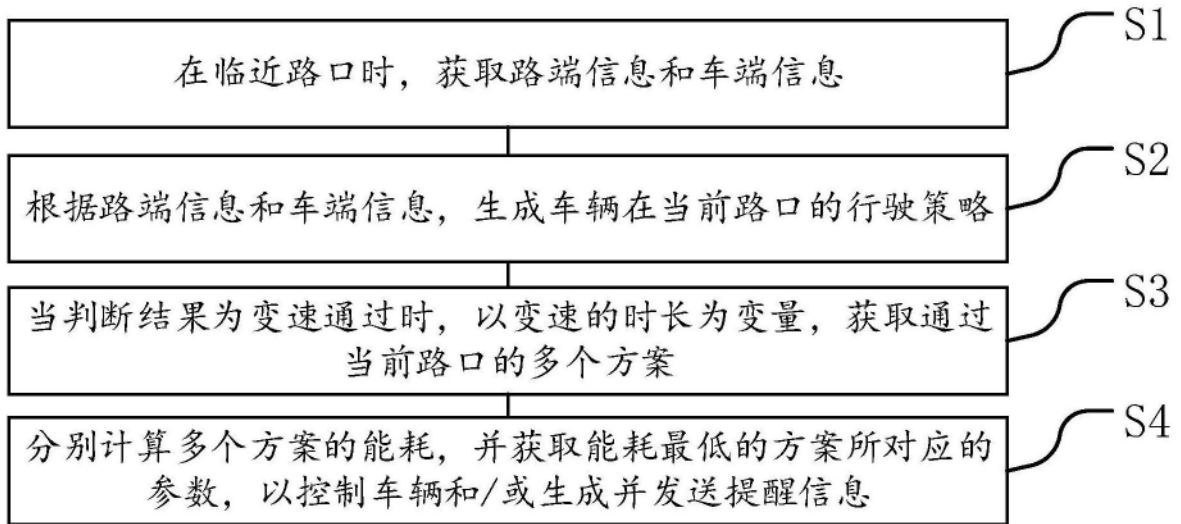


图1

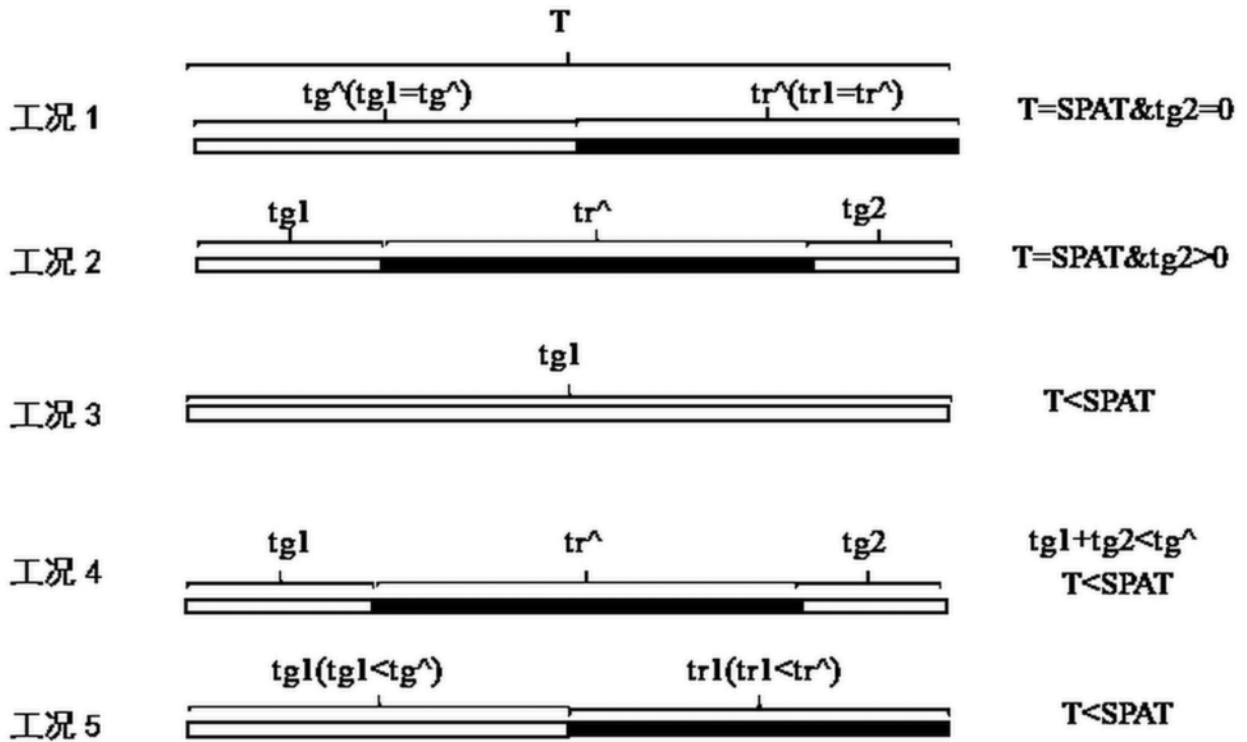


图2

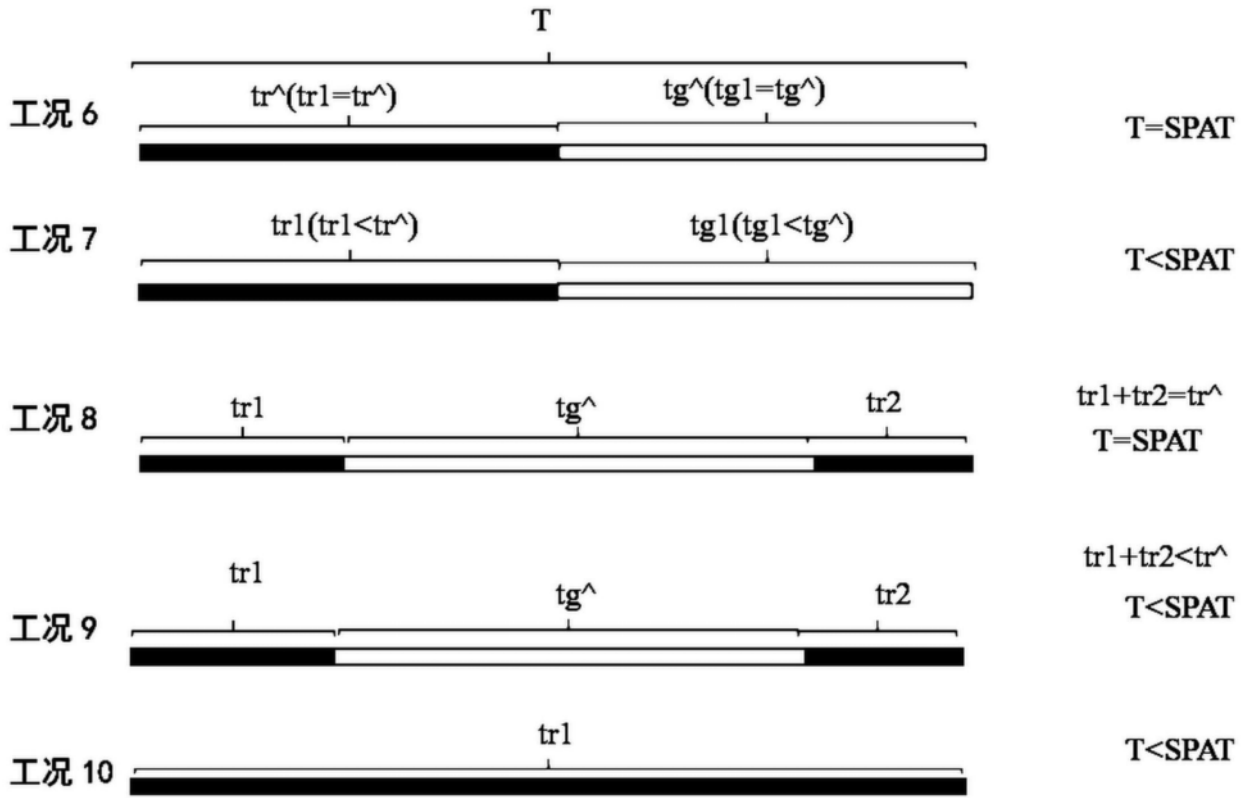


图3

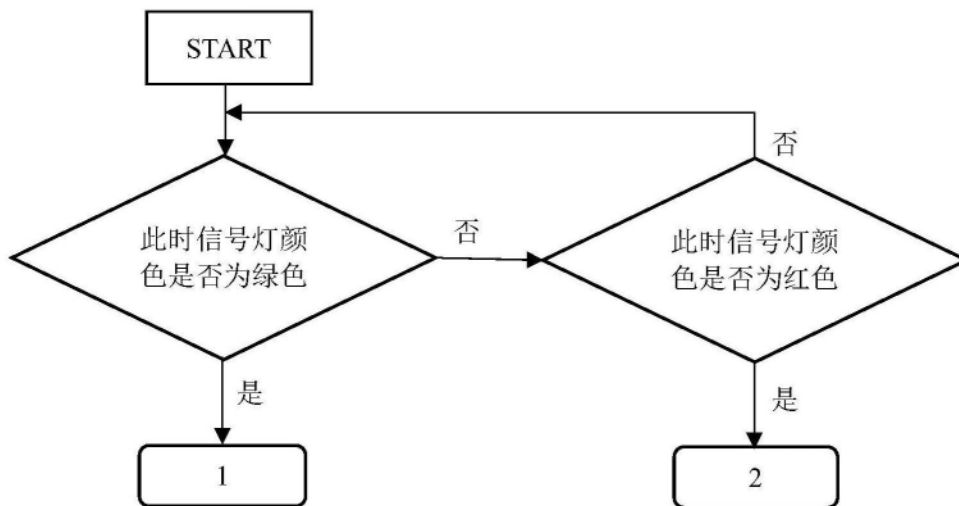


图4

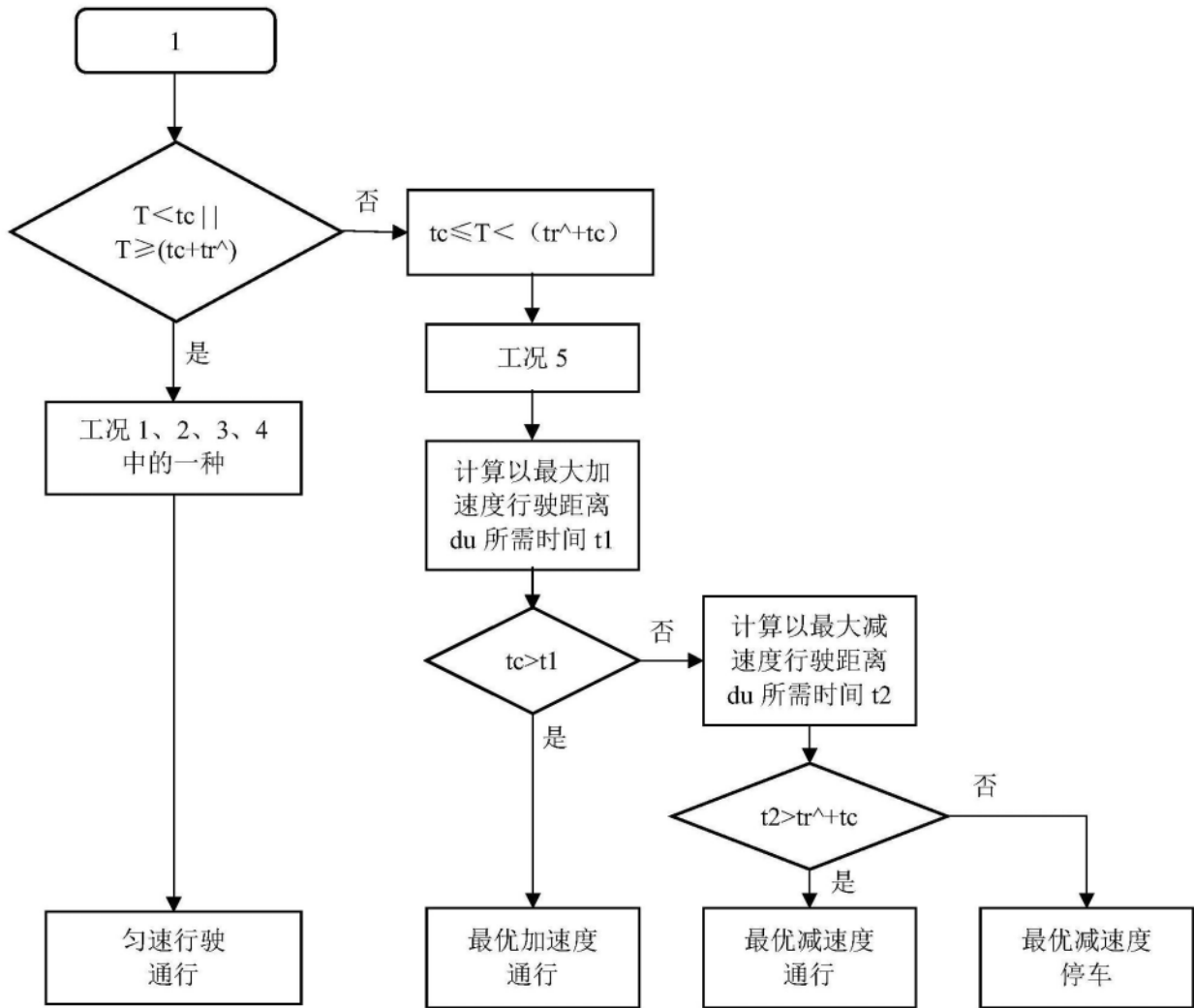


图5

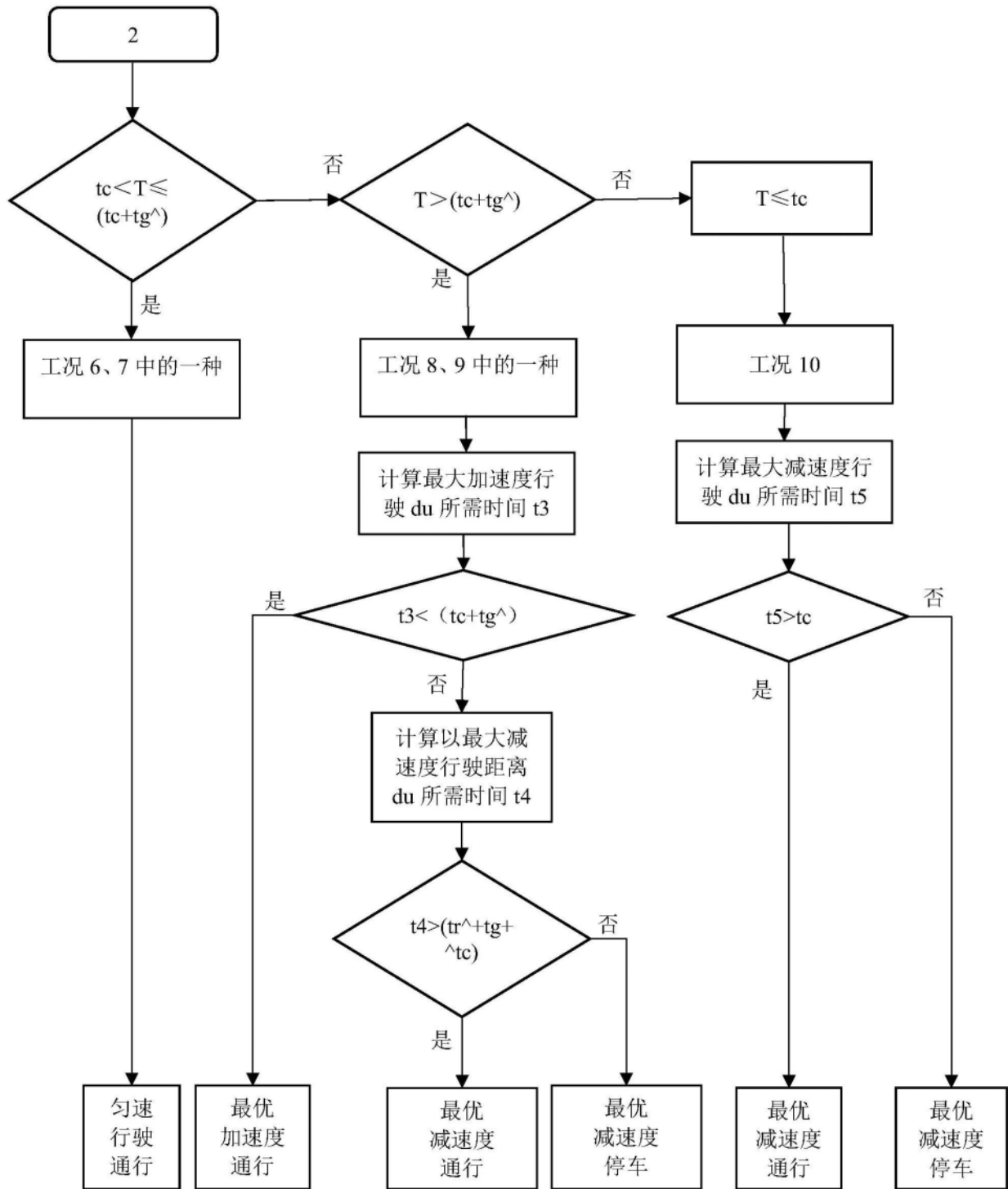


图6

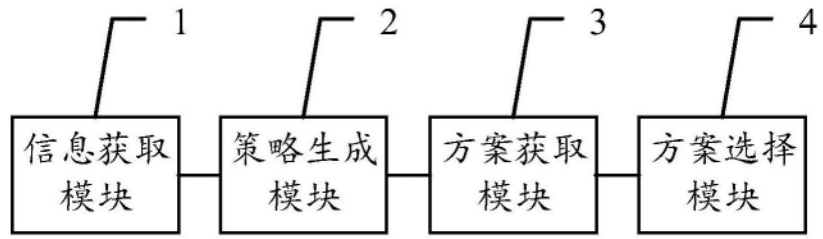


图7