



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103383817 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201310330853. 7

(22) 申请日 2013. 07. 31

(71) 申请人 银江股份有限公司

地址 310030 浙江省杭州市益乐路 223 号 1 幢 1 层

(72) 发明人 成鸿飞 王辉 成华丽

(74) 专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限公司 33241

代理人 王利强

(51) Int. Cl.

G08G 1/07(2006. 01)

G08G 1/08(2006. 01)

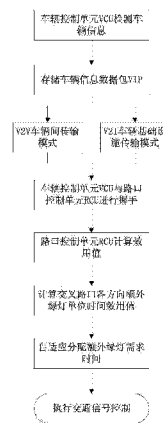
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法

(57) 摘要

一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法,包括:步骤1:实时检测车辆内乘客数量、乘客乘车时间、车辆能耗大小以及车辆污染排放大小,并存储成车辆信息数据包VIP的格式;步骤2:将驶向交叉路口I_{j,k}等待绿灯的车辆V_i和已经到达交叉路口I_{j,k}等待红灯的车辆V_w的VIP车辆信息数据包传输给路口控制单元RCU,车辆V_i和车辆V_w位于交叉路口I_{j,k}的相对方向;步骤3:计算车辆V_i的额外绿灯分配时间t_{g_i}和车辆V_i的综合效用U_{g_i};计算车辆V_w的红灯等待时间t_{r_w},以及车辆V_w的综合效用U_{r_w};步骤4:计算交叉路口各个方向的额外绿灯分配时间的单位效用值大小,并选取其中效用值最大的方向确定分配额外需求的绿灯通过时间。本发明能最大化的满足乘客候时短、车辆能耗低和车辆污染小的目标。



1. 一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法,其特征在于:所述交通信号控制方法包括以下步骤:

步骤1:实时检测车辆内乘客数量、乘客乘车时间、车辆能耗大小以及车辆污染排放大小,并存储成车辆信息数据包VIP的格式;

步骤2:将驶向交叉路口 $I_{j,k}$ 等待绿灯的车辆 V_i 和已经到达交叉路口 $I_{j,k}$ 等待红灯的车辆 V_w 的VIP车辆信息数据包传输给路口控制单元RCU,车辆 V_i 和车辆 V_w 位于交叉路口 $I_{j,k}$ 的相对方向;

步骤3:路口控制单元RCU计算车辆 V_i 的额外绿灯分配时间 t_{V_i} 和车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} ,

首先计算车辆 V_i 到达交叉路口的时间 $t_{V_i}^a$ 和路口绿灯剩余时间

$$t_{V_i}^a = l \times \int_{v_{\min}(\rho)}^{v_{\max}(\rho)} \frac{1}{s_{V_i}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{(s_{V_i}-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} ds_{V_i}$$

其中, σ 为车辆行驶速度的标准差, μ 为车辆行驶速度的均值,车辆密度 ρ 描述的路口前车辆的拥塞情况,根据车辆 V_i 当前节点 N_b 和交叉路口所在节点 N_a 之间的车辆数量以及节点之间的距离 l 来计算, α 为增益因子,车辆密度 ρ 的计算公式如下:

$$\rho = \alpha \times \frac{N_a - N_b}{l}$$

若路口 $I_{j,k}$ 的绿灯剩余时间为 $t_{j,k}$,则路口为车辆 V_i 分配的额外绿灯时间 t_{V_i} 通过下式计算:

$$t_{V_i} = t_{V_i}^a - t_{j,k}$$

根据权重计算车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} ,如下式:

$$U_{V_i} = W_1 p_{V_i} + W_2 f_{V_i} + W_3 e_{V_i} + W_4 h_{V_i}$$

$$W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

其中, p_{V_i} 为表征车辆内乘客数量的参数, f_{V_i} 为表征车辆当前能耗情况的参数, e_{V_i} 为表征车辆的污染排放情况的参数, h_{V_i} 为表征乘客平均乘车时间;

同时路口控制单元RCU得到车辆 V_w 的红灯等待时间 t_{V_w} ,根据权重计算车辆 V_w 的综合效用 U_{V_w} ,如下式:

$$U_{V_w} = W_1 p_{V_w} + W_2 f_{V_w} + W_3 e_{V_w} + W_4 h_{V_w}$$

$$W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

其中, p_{V_w} 为表征车辆内乘客数量的参数, f_{V_w} 为表征车辆当前能耗情况的参数, e_{V_w} 为表征车辆的污染排放情况的参数, h_{V_w} 为表征乘客平均乘车时间;

计算车辆 V_i 的效用与时间的乘积减去车辆 V_w 的效用与时间的乘积的差值,所得即为交

叉路口某一方向上整体效用值；

步骤 4：路口控制单元 RCU 计算交叉路口各个方向的额外绿灯分配时间的单位效用值大小，并选取其中效用值最大的方向确定分配额外需求的绿灯通过时间。

2. 如权利要求 1 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述车辆信息数据包 VIP 包括基于效用因子的乘客数量、乘客乘车时间，车辆能耗大小、车辆污染排放大小、车辆类型、车辆速度、车辆方向和车辆位置辅助信息。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述步骤 1 中，车辆控制单元 VCU 实时检测车辆内乘客数量，乘客乘车时间，车辆能耗大小以及车辆污染排放大小，所述车辆控制单元 VCU 装载在车辆中。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述步骤 2 中，车辆信息数据包传输方式包含车辆对道路基础设施传输方式和车辆对车辆间传输方式，经过多跳传输至交叉路口控制单元。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述步骤 3 中，需要额外绿灯通过路口的车辆 V_i ，其对应额外绿灯分配时间为 t_{V_i} ；对应方向需要等待红灯车辆 V_w ，其对应等待红灯时间为 t_{V_w} ，则某一方向 d 整体效用值

$$U_{j,k}^d = \left(\sum_{i=1}^n p_{V_i} \times U_{V_i} \right) \times t_{V_i} - \left(\sum_{w=1}^n p_{V_w} \times U_{V_w} \right) \times t_{V_w}, \quad p_{V_i} \text{ 和 } p_{V_w} \text{ 表示车辆类型优先级参数即不同的车}$$

辆分配不同的优先级参数，公共交通车辆比私人交通车辆优先级更高。

6. 如权利要求 4 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述车辆信息数据包通过无线传感器网络在车辆内部传输，通过车辆对车辆无线网络 IEEE802.11P 和 IEEE1609.X 扩展标准在车辆之间传输。

7. 如权利要求 6 所述的基于效用的交叉路口交通信号控制方法，其特征在于：所述步骤 2 中，无基地台式组网技术包括 WLAN、红外传输、毫米波、Zigbee 和蓝牙。

一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能交通领域,涉及一种交叉路口交通信号控制方法。

背景技术

[0002] 随着城市化的深入和人口聚集效应,城市道路交通面临越来越多的挑战,各大城市都面临不同程度的道路拥挤和出行困难的情况,已有的道路规划常常难以跟上车辆数量增加幅度并且城市交通问题也不能完全通过道路增多来解决。

[0003] 智能交通技术(Intelligent Transportation Systems, ITS)的出现提供了城市出行的一整套解决方案,早在1950年代第一代的交通模型研究聚焦在建设和扩大高速公路网络,研究者和工程师对交通系统的运营和管理做了一些卓有成效的研究;1980年代随着信息技术的发展催生交通技术的向更轻量级、更迅速和更智能的方向发展,随后Gage和McDowell在1995年首次提出智能交通技术,智能交通技术的提出标志着第二代交通模型的诞生;2000年后也即第三代的交通模型研究是由无线网络技术带来的,在一个交通模型中的所有元素包括乘客、车辆和基础设施的可靠任意互联通过无线网络实现,导致更实时的数据收集、更及时的控制反应和更智能的出行规划。智能交通系统理论与技术发展迅速,其本质是基于通信技术实现运输系统信息化。在信息化环境下,驾驶员的路径选择行为将发生根本性改变,路径选择决定了交通流量,进而决定了信号配时方案,因此如何将交通信号控制系统与交通流诱导系统、动态信息采集系统、道路定价技术等ITS子系统集成成为发展方向。

[0004] 当前对智能交通技术的研究需要收集车辆类型、车辆速度、环境、乘客数量、道路饱和度等信息并用于实时的车辆流量分发和路口交通信号控制,智能交通技术的发展是要满足对已有的交通资源的最合理分配从而使得道路得到最高效的利用和乘客最高效用的出行。已有的路口交通信号控制方法立足于减少道路拥塞,如缩减道路车辆的平均等待时间,减小路口车辆的平均等待队列长度等。但是这些做法很少根据乘客乘车效用来控制交通信号,且车辆时常或偶然的启动和停止都会增加能耗和排放更多尾气造成环境污染,仅仅考虑平均等待时间来确定交通信号控制策略已不能满足智慧城市建设下新型智能交通技术低碳、环保和高效的要求。

发明内容

[0005] 为了克服已有交叉路口交通信号控制方法的仅仅关注通行效率、不能兼顾能耗和污染的不足,本发明综合考虑通行效率、乘客乘车时间、能耗和污染,提供了一种在道路基础设施基础上能最大化的满足乘客候时短、车辆能耗低和车辆污染小的目标的基于效用的交叉路口交通信号控制方法,能够满足智慧城市对智能交通系统高效、低碳和环保的要求。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0007] 一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法,所述交通信号控制方法包括以下步骤:

[0008] 步骤 1:实时检测车辆内乘客数量、乘客乘车时间,车辆能耗大小以及车辆污染排放大小,并存储成车辆信息数据包 VIP 的格式;

[0009] 步骤 2:将驶向交叉路口 $I_{j,k}$ 等待绿灯的车辆 V_i 和已经到达交叉路口 $I_{j,k}$ 等待红灯的车辆 V_w 的 VIP 车辆信息数据包传输给路口控制单元 RCU,车辆 V_i 和车辆 V_w 位于交叉路口 $I_{j,k}$ 的相对方向;

[0010] 步骤 3:路口控制单元 RCU 计算车辆 V_i 的额外绿灯分配时间 t_{V_i} 和车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} ,

[0011] 首先计算车辆 V_i 到达交叉路口的时间 $t_{V_i}^a$,

$$[0012] \quad t_{V_i}^a = l \times \int_{v_{\min}(\rho)}^{v_{\max}(\rho)} \frac{1}{s_{V_i}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{(s_{V_i}-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} ds_{V_i}$$

[0013] 其中, σ 为车辆行驶速度的标准差, μ 为车辆行驶速度的均值。车辆密度 ρ 描述路口前车辆的拥塞情况,可以根据车辆 V_i 当前节点 N_b 和交叉路口所在节点 N_a 之间的车辆数量以及节点之间的距离 l 来计算, α 为增益因子可通过大量实验测出,用于反映车辆密度 ρ 大小,即:

$$[0014] \quad \rho = \alpha \times \frac{N_a - N_b}{l}$$

[0015] 若路口 $I_{j,k}$ 的绿灯剩余时间为 $t_{j,k}$,则路口为车辆 V_i 分配的额外绿灯时间 t_{V_i} 通过下式计算:

$$[0016] \quad t_{V_i} = t_{V_i}^a - t_{j,k}$$

[0017] 其次,根据权重计算车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} ,如下式:

$$[0018] \quad U_{V_i} = W_1 p_{V_i} + W_2 f_{V_i} + W_3 e_{V_i} + W_4 h_{V_i}$$

$$[0019] \quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

[0020] 其中, p_{V_i} 为表征车辆 V_i 内乘客数量的参数、 f_{V_i} 为表征车辆 V_i 当前能耗情况的参数, e_{V_i} 为表征车辆 V_i 的污染排放情况的参数, h_{V_i} 为表征车辆 V_i 的乘客平均乘车时间, W_i , $i = 1, 2, 3, 4$ 为表征对应影响因子的权重参数;

[0021] 同时路口控制单元 RCU 得到车辆 V_w 的红灯等待时间 t_{V_w} ,根据权重计算车辆 V_w 的综合效用 U_{V_w} ,如下式:

$$[0022] \quad U_{V_w} = W_1 p_{V_w} + W_2 f_{V_w} + W_3 e_{V_w} + W_4 h_{V_w}$$

$$[0023] \quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

[0024] 其中, p_{V_w} 为表征车辆 V_w 内乘客数量的参数、 f_{V_w} 为表征车辆 V_w 当前能耗情况的参数, e_{V_w} 为表征车辆 V_w 的污染排放情况的参数, h_{V_w} 为表征车辆 V_w 的乘客平均乘车时间, W_i , $i = 1, 2, 3$ 为表征对应影响因子的权重参数;

[0025] 再次,计算车辆 V_i 的效用与时间的乘积减去车辆 V_w 的效用与时间的乘积的差值,

所得即为交叉路口某一方向上整体效用值；

[0026] 步骤4：路口控制单元 RCU 计算交叉路口各个方向的额外绿灯分配时间的单位效用值大小，并选取其中效用值最大的方向确定分配额外需求的绿灯通过时间。

[0027] 进一步，所述车辆信息数据包 VIP 包括基于效用因子的乘客数量、乘客乘车时间、车辆能耗大小、车辆污染排放大小、车辆类型、车辆速度、车辆方向和车辆位置辅助信息。

[0028] 更进一步，所述步骤1中，车辆控制单元 VCU 实时检测车辆内乘客数量，乘客乘车时间，车辆能耗大小以及车辆污染排放大小，所述车辆控制单元 VCU 装载在车辆中。

[0029] 所述步骤2中，车辆信息数据包传输方式包含车辆对道路基础设施传输方式和车辆对车辆间传输方式，经过多跳传输至交叉路口控制单元。

[0030] 所述步骤3中，需要额外绿灯通过路口的车辆 V_i ，其对应额外绿灯分配时间为 t_{V_i} ；对应方向需要等待红灯车辆 V_w ，其对应等待红灯时间为 t_{V_w} ，则某一方向 d 整体效用值

$$U_{j,k}^d = \left(\sum_{i=1}^n p_{V_i} \times U_{V_i} \right) \times t_{V_i} - \left(\sum_{w=1}^n p_{V_w} \times U_{V_w} \right) \times t_{V_w}, \text{ 其中, } p_{V_i} \text{ 和 } p_{V_w} \text{ 表示车辆类型优先级参数即不同的车辆分配不同的优先级参数, 公共交通车辆比私人交通车辆优先级更高。}$$

不同的车辆分配不同的优先级参数，公共交通车辆比私人交通车辆优先级更高。

[0031] 所述车辆信息数据包通过无线传感器网络在车辆内部传输，通过车辆对车辆无线网络 IEEE802.11P 和 IEEE1609.X 扩展标准在车辆之间传输。

[0032] 所述步骤2中，无基地台式组网技术包括 WLAN、红外传输、毫米波、Zigbee 和蓝牙。

[0033] 本发明的有益效果主要表现在：综合考虑了交叉路口交通信号控制面临的高效、低碳和环保的要求，通过计算乘客数量、乘客乘车时间，车辆能耗和车辆污染排放四个影响因子的综合效用来确定路口额外绿灯分配方案，满足智慧城市对智能交通优化出行的要求。

附图说明

[0034] 图1是应用场景模拟图。

[0035] 图2是车辆信息数据包封装格式图。

[0036] 图3是基于效用的交叉路口交通信号控制流程图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0038] 参照图1~图3，一种基于效用的交叉路口交通信号控制方法，所述交通信号控制方法包括以下步骤：

[0039] 步骤1：实时检测车辆内乘客数量、乘客乘车时间、车辆能耗大小以及车辆污染排放大小，并存储成车辆信息数据包 VIP 的格式；

[0040] 步骤2：将驶向交叉路口 $I_{j,k}$ 等待绿灯的车辆 V_i 和已经到达交叉路口 $I_{j,k}$ 等待红灯的车辆 V_w 的 VIP 车辆信息数据包传输给路口控制单元 RCU，车辆 V_i 和车辆 V_w 位于交叉路口 $I_{j,k}$ 的相对方向；

[0041] 步骤3：路口控制单元 RCU 计算车辆 V_i 的额外绿灯分配时间 t_{V_i} 和车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} ，

[0042] 首先计算车辆 V_i 到达交叉路口的时间 $t_{V_i}^a$ 和路口绿灯剩余时间

$$[0043] \quad t_{V_i}^a = l \times \int_{v^{\min}(\rho)}^{v^{\max}(\rho)} \frac{1}{s_{V_i}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\left(\frac{s_{V_i}-\mu}{2\sigma^2}\right)} ds_{V_i}$$

[0044] 其中, σ 为车辆行驶速度的标准差, μ 为车辆行驶速度的均值, 车辆密度 ρ 描述的路口前车辆的拥塞情况, 可以根据车辆 V_i 当前节点 N_b 和交叉路口所在节点 N_a 之间的车辆数量以及节点之间的距离 l 来计算, α 为增益因子可通过大量实验测出, 用于反映车辆密度大小, 即:

$$[0045] \quad \rho = \alpha \times \frac{N_a - N_b}{l}$$

[0046] 若路口 $I_{j,k}$ 的绿灯剩余时间为 $t_{j,k}$, 则路口为车辆 V_i 分配的额外绿灯时间 t_{V_i} 通过下式计算:

$$[0047] \quad t_{V_i} = t_{V_i}^a - t_{j,k}$$

[0048] 根据权重可以计算车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} , 如下式:

$$[0049] \quad U_{V_i} = W_1 p_{V_i} + W_2 f_{V_i} + W_3 e_{V_i} + W_4 h_{V_i}$$

$$[0050] \quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

[0051] 其中, p_{V_i} 为表征车辆内乘客数量的参数, f_{V_i} 为表征车辆当前能耗情况的参数, e_{V_i} 为表征车辆的污染排放情况的参数, h_{V_i} 为表征车辆 V_i 的乘客平均乘车时间;

[0052] 同时路口控制单元 RCU 得到车辆 V_w 的红灯等待时间 T_{V_w} , 根据权重计算车辆 V_w 的综合效用 U_{V_w} , 如下式:

$$[0053] \quad U_{V_w} = W_1 p_{V_w} + W_2 f_{V_w} + W_3 e_{V_w} + W_4 h_{V_w}$$

$$[0054] \quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

[0055] 其中, p_{V_w} 为表征车辆内乘客数量的参数, f_{V_w} 为表征车辆当前能耗情况的参数, e_{V_w} 为表征车辆的污染排放情况的参数, h_{V_w} 为表征车辆 V_w 的乘客平均乘车时间;

[0056] 计算车辆 V_i 的效用与时间的乘积减去车辆 V_w 的效用与时间的乘积的差值, 所得即为交叉路口某一方向上整体效用值;

[0057] 步骤 4: 路口控制单元 RCU 计算交叉路口各个方向的额外绿灯分配时间的单位效用值大小, 并选取其中效用值最大的方向确定分配额外需求的绿灯通过时间。

[0058] 图 1 说明了本方法的一个典型应用场景, 在单一的交叉十字路口车辆和交叉路口之间通过车辆对车辆和车辆对基础设施的方式传输车辆信息数据包 VIP。当车辆接近一个交叉路口时, 车辆上装置的嵌入式系统平台车辆控制单元 VCU 与该交叉路口的 RCU 单元完成无线通信的第一次握手, 然后 VCU 实时检测车辆当前的乘客数量、车辆能耗和车辆污染排放情况并将其封装成 VIP 数据包格式, VIP 数据包格式如图 2 所示。车辆控制单元 VCU 将实时检测数据以直接传输 V2I (vehicle to infrastructure, 车辆对道路基础设施) 方式

或间接传输 V2V (vehicle to vehicle, 车辆对车辆) 的方式传送至该路口 RCU 单元, 这样交叉路口控制单元 RCU 能实时的根据接收到 VIP 数据包估测路况信息并为之分配额外绿灯时间。

[0059] 接下来需要计算车辆 V_i 到达交叉路口的时间 $t_{V_i}^a$ 和路口绿灯剩余时间, 如果车辆达到交叉路口的时间大于该路口绿灯还剩余的时间, 则路口需要分配额外的绿灯时间才能保证车辆通过路口。车辆 V_i 到达路口的时间与路口整体车辆密度 ρ 、车辆 V_i 的当前速度 s_{V_i} 以及车辆当前节点与交叉路口节点之间的距离 l 有关, 一般认为车辆行驶速度服从正态分布, 即到达时间可以通过下式估计 (H. Liu, H. Zuylen, H. Lint, Y. Chen and K. Zhang, "Prediction of Urban Travel Times with Intersection Delays," Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Vienna, Austria, Sep. 2005. 即: H. 刘, H. Zuylen, H. Lint, Y. 陈和 K. 张, "关于交叉口延误的城市交通旅行时间估计", 第 8 届国际智能交通系统 IEEE 论文集, 维也纳, 奥地利, 2005 年 9 月):

$$[0060] \quad t_{V_i}^a = l \times \int_{v^{\min}(\rho)}^{v^{\max}(\rho)} \frac{1}{s_{V_i}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(s_{V_i}-\mu)^2}{2\sigma^2}} ds_{V_i}$$

[0061] 其中, σ 为车辆行驶速度的标准差, μ 为车辆行驶速度的均值, 车辆密度 ρ 描述的路口前车辆的拥塞情况, 可以根据车辆 V_i 当前节点 N_b 和交叉路口所在节点 N_a 之间的车辆数量以及节点之间的距离 l 来计算, α 为增益因子可通过大量实验测出, 用于反映车辆密度 ρ 大小, 即:

$$[0062] \quad \rho = \alpha \times \frac{N_a - N_b}{l}$$

[0063] 显然, 交叉路口控制单元分配的额外绿灯时间应该是车辆 V_i 的到达时间与路口当前绿灯剩余时间的差值, 若路口 (j, k) 的绿灯剩余时间为 $t_{j,k}$, 则路口为车辆 V_i 分配的额外绿灯时间 t_{V_i} 可以通过下式计算:

$$[0064] \quad t_{V_i} = t_{V_i}^a - t_{j,k}$$

[0065] 如果额外绿灯时间 t_{V_i} 小于或等于 0, 则表示车辆 V_i 在当前实时的交通信号灯下可以按照预定的路线通过路口 (j, k); 反之如果 t_{V_i} 大于 0, 则表示交叉路口控制单元 RCU 需要额外分配 t_{V_i} 时间保证车辆的直接通过。

[0066] 在多方向和多车辆等待通过路口的时候, 交叉路口控制单元 RCU 需要根据每个车辆传送的 VIP 数据包来计算每个车辆的综合效用以及路口某一具体方向的整体效用来为交通信号灯控制提供决策依据。本发明提出的每个车辆的效用包括车辆内乘客数量 P_{V_i} , 乘客平均乘车时间 h_{V_i} , 车辆当前能耗情况 f_{V_i} 以及车辆的污染排放情况 e_{V_i} , 则根据权重可以计算车辆 V_i 的综合效用 U_{V_i} , 如下式:

$$[0067] \quad U_{V_i} = W_1 P_{V_i} + W_2 f_{V_i} + W_3 e_{V_i} + W_4 h_{V_i}$$

$$[0068] \quad W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$$

[0069] 式中 p_{V_i} 即车辆内乘客的数量, 车辆 V_i 中乘客的平均乘车时间 h_{V_i} 是对车辆 V_i 内所

有 N 个乘客在当前路口下已经历的乘车时间进行平均也即是 $h_{V_i} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i$ 其中 h_i 为第 i 个

乘客的乘车时间, 即该乘客自上车到车辆到达路口所花费时间。车辆能耗的计算与车辆重量 M_{V_i} , 车辆当前的速度 s_{V_i} 以及车辆的加速度 a_{V_i} 有关, 即车辆能耗 f_{V_i} 计算公式 (R. Akcilek and M. Besley, "Operating Cost, Fuel Consumption and Emission Models in aaSIDRA and aaMotion," Proceeding of the 25th conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR), Adelaide, Australia, Dec. 2003. 即: 埃克斯莱, 贝斯利. aaSIDRA 和 aaMotion 中的运营成本、燃料消耗和排放模型, 第 25 届澳洲交通研究院会议论文集, 澳大利亚, 阿德莱德, 2003 年 9 月) 如下:

$$[0070] \quad f_{V_i} = \left\{ \alpha_{V_i} + \beta_1 R_T s_{V_i} + [\beta_2 M_{V_i} a_{V_i}^2 s_{V_i} / 1000]_{a_{V_i} > 0} \right\} \Delta t$$

[0071] 式中 α_{V_i} 为常数因子, β_1 和 β_2 分别为参数因子, R_T 表示驱动车辆的总体牵引力, 即滚动阻力, 空气阻力, 过弯阻力, 惯性力和档位动力的总和。一般认为, 车辆污染排放情况与车辆能耗情况成正相关关系, 在智能交通领域通常是将车辆能耗乘以一个能耗效率因子 f_{CO_2} 来表示, 即:

$$[0072] \quad e_{V_i} = f_{CO_2} \times f_{V_i}$$

[0073] 通过以上方法可以完成所述步骤 2 和步骤 3 的变量和参数计算, 这些计算数据被应用于交叉路口控制单元 RCU 的交通信号控制策略中。当路口绿灯结束时, RCU 单元根据所收集到的实时 VIP 数据包信息以及计算数据来决定是否为某一方向来车提供额外的绿灯分配时间以保障车辆通过。在这个决策过程中, RCU 必须选择一个效用最大的方向来使得整体流量配置最高效。

[0074] 显然对于路口中等待分配额外绿灯通过的车辆 V_i 而言, 其通过路口是以对应方向需要因此等待红灯的车辆 V_w 为代价的。设定车辆 V_i 对应额外绿灯分配时间为 $t_{V_i}^d$, 车辆 V_w 对应等待红灯时间为 t_{V_w} , 则该方向整体效用值可根据下式计算:

$$[0075] \quad U_{j,k}^d = \left(\sum_{i=1}^n p_{V_i} \times U_{V_i} \right) \times t_{V_i}^d - \left(\sum_{w=1}^m p_{V_w} \times U_{V_w} \right) \times t_{V_w}$$

[0076] 其中, p_{V_i} 和 p_{V_w} 表示车辆类型优先级参数即不同的车辆分配不同的优先级参数, 公共交通车辆比私人交通车辆优先级更高。

[0077] 由于效用值的计算建立在额外绿灯分配的基础上, 需要计算各个方向单位额外绿灯分配时间的整体效用值大小, 并以此作为交叉路口控制单元 RCU 对车流量疏导决策的最终依据。

$$[0078] \quad \text{average_} U_{j,k}^d = \frac{U_{j,k}^d}{t_{j,k}^d}$$

[0079] 在实时接收到交叉路口各个方向车辆的整体效用值, 交叉路口控制单元可以为单

位绿灯时间整体效用值最大的方向分配额外需求的绿灯通过时间 $t_{j,k}^d$ 。这样依据本发明提供的基于效用的交出路口交通信号控制方法完成任意单个交叉路口的交通信号控制过程以及车流量疏导过程。

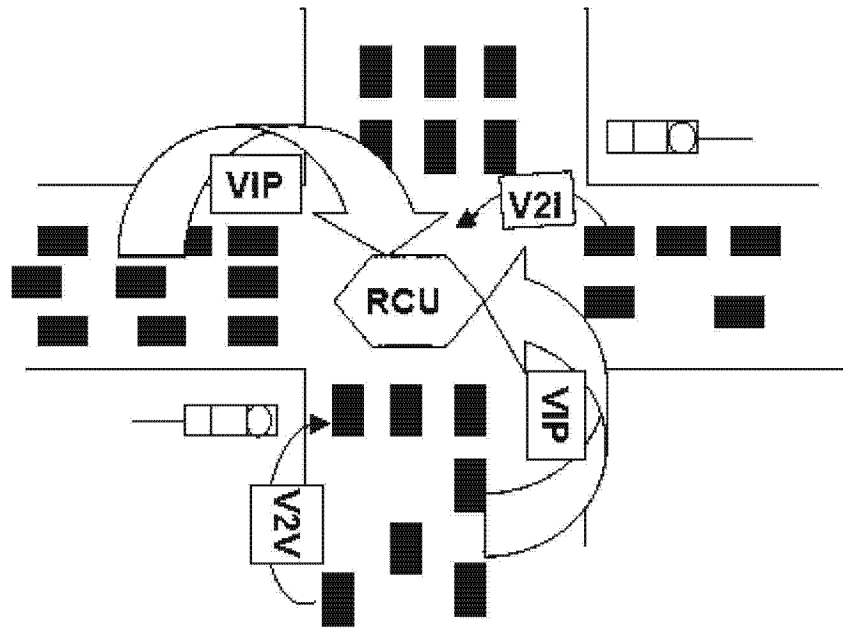


图 1

车辆信息数据包VIP (Vehicle Information Packet)				
乘客数量数据		实时能耗数据		重量
实时污染排放数据			乘客乘车时间	
类型	方向	位置	速度	加速度

图 2

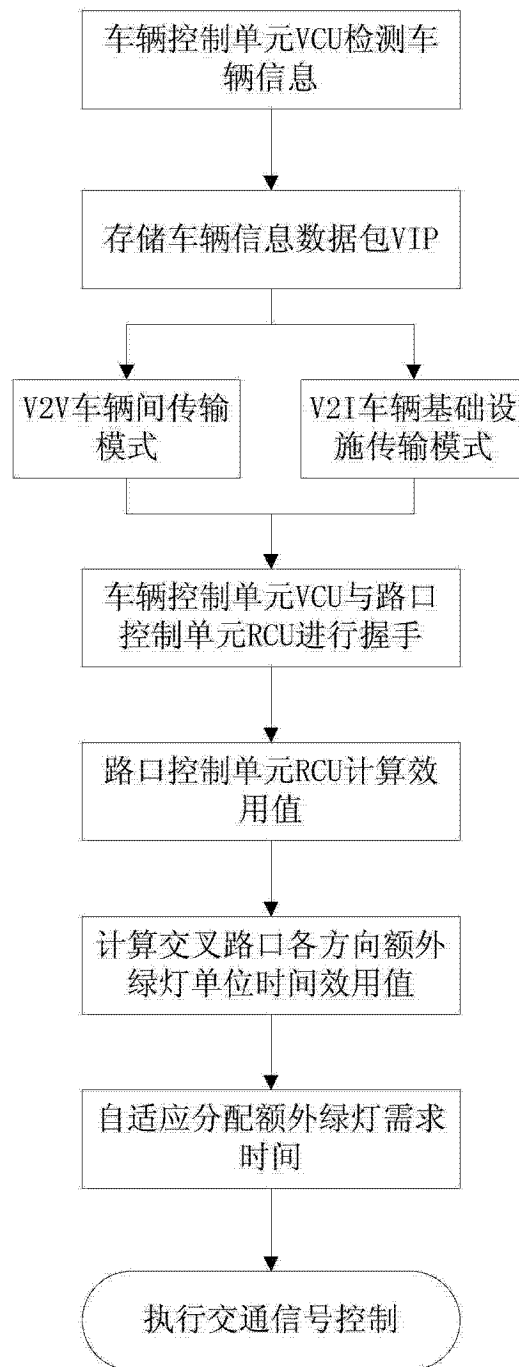


图 3