

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 5 日 (05.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/042789 A1

(51) 国际专利分类号:
G08G 1/07 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/096138

(22) 国际申请日: 2019 年 7 月 16 日 (16.07.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810984108.7 2018年8月28日 (28.08.2018) CN

(71) 申请人: 大连理工大学(DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 邹广宇(ZOU, Guangyu); 中国辽宁省大连市凌工路2号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 石丹(SHI, Dan); 中国辽宁省大连市凌工路2号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 张莉莉(ZHANG, Lili); 中国辽宁省大连市凌工路2号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) **Title:** REAL-TIME REGULATION METHOD FOR INTELLIGENT TRAFFIC LIGHTS BASED ON DIGITAL PHEROMONES

(54) 发明名称: 一种基于数字信息素的智能交通信号灯实时调控方法

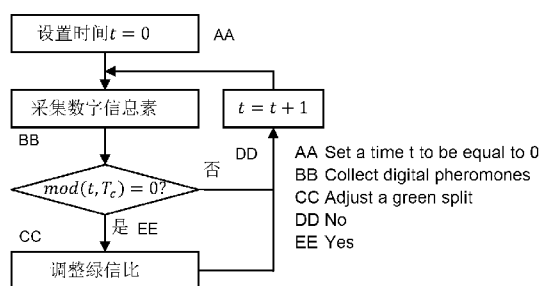


图 2

(57) **Abstract:** Provided is a real-time regulation method for intelligent traffic lights based on digital pheromones. In the method, digital pheromones are used as a medium to realize the real-time regulation of intelligent traffic lights such that a traffic flow can be predicted and a smooth green split is also realized. Firstly, digital pheromones are collected, accumulation, evaporation and diffusion behaviors are carried out in sequence, and the digital pheromones are updated; and the green split of traffic lights is then regulated. The diffusion of the digital pheromones enables the pheromones to arrive at traffic lights earlier than a traffic flow, thus having a prediction function. Moreover, the evaporation of the digital pheromones has information of the previous traffic flow, thus having a memory function. The prediction and memory characteristics of the digital pheromones are the key to the superiority of the digital pheromones over simple traffic flow information. Thus, an intelligent traffic light system based on digital pheromones has an incomparable advantage compared with intelligent traffic lights in the past that are only based on a traffic flow.

(57) 摘要：一种基于数字信息素的智能交通信号灯实时调控方法。该方法利用数字信息素作为媒介实现既能预测车流也可以平滑绿信比的智能交通信号灯实时调控。首先采集数字信息素，依次进行累积、蒸发和扩散三个行为，更新数字信息素；而后，调控交通信号灯绿信比。数字信息素的扩散使得信息素可以早于车流到达交通信号灯，从而具有预测的作用。另一方面，数字信息素的蒸发具有之前车流的信息，从而具有记忆功能。数字信息素的预测与记忆特性，是数字信息素优于单纯车流信息的关键所在。使得基于数字信息素的智能信号灯系统具有以往单纯基于车流的智能信号灯无法比拟的优势。

一种基于数字信息素的智能交通信号灯实时调控方法

技术领域

本发明属于计算机应用技术领域，涉及一种基于自组织理论的智能交通信号灯实时调控方法。

背景技术

近年来，随着互联网和嵌入式技术的飞速发展，越来越多的智能交通信号系统被应用到城市交通系统中，以期减轻不断加剧的道路拥堵。已有的智能交通信号系统的一个基本原则是根据实时车流动态地改变不同方向上信号灯的绿信比，即，某方向上的绿灯时长与此方向上的车流成正比。然后由于实际车流变化的不可预见性和突然性，如何预测车流和避免信号灯绿信比的剧烈波动是制约智能交通系统信号灯广泛应用的一大挑战。

数字信息素可以被看作是在自然界中相互联系的个体间传递信息的生物化学物质（Kasinger H, Bauer B and Denzinger J. Design pattern for self-organizing emergent systems based on digital infochemicals. In: Proceedings of the sixth IEEE conference and workshops on engineering of autonomic and autonomous systems, 2009.）。当接收到这种信息素，会触发接收者相应的行为。信息素可以分为在同类个体间传播以及在不同类个体间传播两种。蚁群算法（Colormi A. and Dorigo M. Distributed optimization by ant colonies. In: Proceedings of actes de la premiere conference europeenne sur la vie artificielle, Paris, France, 1991.）是数字信息素一个很好的例子。自然界中的蚂蚁在运动过程中会在经过的路径上留下信息素。同时，信息素开始挥发。蚂蚁在选择路径时会选择信息素更浓的那个方向。随着时间的推移，最短路径上的信息素堆积的要比更长路径上的多。其原因是最短路径上蚂蚁来往的时间要短，所以相同时间区间内，最短路径上蚂蚁走过的次数更多，也就导致了更多的信息素的堆积。另一方面，更多的信息素也会吸引更多的蚂蚁，

这样进一步强化最短路径上的信息素含量。最终，几乎所有的蚂蚁都走在蚁巢和食物间的最短路径上。

与自然界中的信息素类似，数字信息素已经被作为一种个体间协调配合的机制而应用于具有涌现特性分布式的复杂自适应系统中，使得多智能体模型中同种或异种个体可以相互间通信。本发明利用数字信息素作为媒介来控制交通信号灯，以期实现预测车流和预防绿信比剧烈抖动的目的。

发明内容

为了解决现有智能交通信号灯存在的问题，本发明利用数字信息素作为媒介实现一个既能预测车流也可以平滑绿信比的智能交通信号灯实时调控方法。传统交通信号灯实时调控方法是直接根据实时车流数据动态调整绿信比，其问题是车流的不可预测性和震荡性会导致信号灯时长的剧烈变化。本发明在车流和信号灯控制系统之间加入了一层数字信息素，如图 1 所示。数字信息素源于车流但不同于车流，由于数字信息素的蒸发和扩散机制，可以实现平滑绿信比和预测车流的功能。

本发明的技术方案如图 2 所示。在 t 时刻，首先采集由实时车流生成的数字信息素。之后判断 t 时刻是否是一个信号灯控制周期的开始，即 $\text{mod}(t, T_c) = 0$ 。如果是一个控制周期的开始时刻，则根据上一周期的信息素调整下一周期的绿信比；如果不是，则进行 $t + 1$ 时刻的数字信息素采集工作。此过程循环往复，不断迭代更新。

具体技术方案为：

步骤一，采集数字信息素；

数字信息素源于车流。车辆在所经过的道路上留下数字信息素。为了简化计算复杂度，根据目标要求，将道路划分成若干个单元格，如图 3 所示。在时刻 t ，

系统根据实时车流自动采集单元格内的数字信息素，依次进行累积、蒸发和扩散三个行为，更新数字信息素；

所述累积行为指不同车辆所遗留的信息素在同一个单元格内累加；

$$\rho_{i,t} = \rho_{i,t-1} + n_{i,t} \quad (1)$$

其中， $\rho_{i,t-1}$ 是第*i*个单元格内*t*−1时刻数字信息素的总量； $n_{i,t}$ 是第*i*个单元格内*t*时刻车辆数； $\rho_{i,t}$ 是第*i*个单元格内*t*时刻累积后的数字信息素的总量；

所述蒸发行为指信息素随着时间的推移而慢慢减少；

$$\rho'_{i,t} = (1 - \rho_v)\rho_{i,t} \quad (2)$$

其中， $\rho_{i,t}$ 是第*i*个单元格内*t*时刻数字信息素的总量； ρ_v 是蒸发率； $\rho'_{i,t}$ 是单位时间内经过蒸发之后所留下的信息素总量；

所述扩散行为指沿着车辆行驶的方向，信息素扩散到周围区域；

$$\rho''_{i,t} = (1 - \rho_p)\rho'_{i,t} \quad (3)$$

其中， $\rho'_{i,t}$ 是单位时间内经过蒸发之后所留下的信息素总量； ρ_p 是扩散率，即可以扩散到周围区域的信息素的百分比； $\rho''_{i,t}$ 是扩散之后第*i*个单元格所留下的信息素的量；

一个单元格中的信息素在扩散的同时，也在接收其他单元格所扩散过来的信息素。这里，采用同步更新，即所有单元格同时扩散，而后再同时接收来自其他单元格扩散过来的信息素：

$$\rho'''_{i,t} = \rho''_{i,t} + \sum_{j \in \Phi} \rho_j^p \quad (4)$$

其中， Φ 是在单位时间内可以扩散到单元格*i*的所有上游单元格集合； ρ_j^p 是从单元格*j*扩散出去的均匀喷洒到所途径单元格的数字信息素；

$$\rho_j^p = \frac{\rho_p \rho'_{j,t}}{v\tau/C_s} \quad (5)$$

其中, $\rho'_{j,t}$ 是蒸发之后所留下的信息素; $\rho_p \rho'_{j,t}$ 是可以扩散出去的信息素的总量; v 是信息素扩散的速度, τ 是单位时间段长度, $v\tau$ 是单位时间内数字信息素可以传播的距离; C_s 是单元格的长度; $v\tau/C_s$ 是单位时间内信息素扩散所进过的单元格个数;

步骤二, 调控交通信号灯绿信比;

当时刻 t 为交通信号灯一个控制周期的开始时刻, 即 $\text{mod}(t, T_c) = 0$, 则交通信号灯根据上个控制周期内的路口各个方向上的数字信息素总量调整下一周期信号灯的绿信比:

$$T_i^G = \frac{D_i}{\sum_j D_j} T_c \quad (7)$$

其中, T_i^G 是第 i 个相位的绿灯时长, D_i 是第 i 个相位是绿灯的车道上的数字信息素总量; $\sum_j D_j$ 是信号灯所有相位对应车道上的数字信息素总量; T_c 是信号灯周期;

若时刻 t 不是交通信号灯一个控制周期的开始时刻, 则进行 $t+1$ 时刻的步骤一的数字信息素采集工作, 此过程循环往复, 不断迭代更新。

进一步地, 上述方法作为交通仿真模型, 采用离散化时间策略, 选用时间间隔是 1 秒, 单元格的长度是 1 米; 公式 (5) 简化为:

$$\rho_{j,t}^p = \frac{\rho_p \rho'_{j,t}}{v} \quad (6)$$

本发明的有益效果为, 数字信息素的扩散使得信息素可以早于车流到达交通信号灯, 从而具有预测的作用。另一方面, 数字信息素的蒸发具有之前车流的信息, 从而具有记忆功能。数字信息素的预测与记忆特性, 是数字信息素优于单纯车流信息的关键所在。使得基于数字信息素的智能信号灯系统具有以往单纯基于车流的智能信号灯无法比拟的优势。

附图说明

图 1 基于数字信息素的交通信号灯架构图

图 2 基于数字信息素的交通信号灯实时调控流程图

图 3 道路上的数字信息素示意图。

图 4 交通路口的数字信息素示意图。

图 5 主干道一天交通流量变化图。

图 6 三种信号灯调度策略比较；(a)平均等待时长箱线图，(b)平均等待队列长度箱线图。

具体实施方式

以双向三车道为例描述数字信息素，如图 3 所示。数字信息素由车辆在运行过程中所留下。为了准确掌握车辆的运行轨迹，采用离散时间仿真策略，即间隔固定时间更新车辆位置状态信息。不失一般性，时间间隔定为 1 秒，即每秒刷新车辆的位置信息。考虑到彼此相隔很近的数字信息素对于信号灯的影响差别不大，把每条车道等分成固定长度的单元格，一个单元格中的车辆所产生的信息素累积到一起作为一个整体。这种离散化的方式也可以极大地减少计算工作量。下面的算例中单元格的长度设为 10m。

假设在时间 0，单元格 $C_{5,1}$ 中有 2 辆车，则其中的信息素 $\rho_{5,1}$ 为 2。

首先考虑蒸发。假设蒸发率 ρ_v 为 0.2/s，即每秒钟 20% 的数字信息素蒸发掉。则 $\rho_{5,1}$ 变为 1.6。

再考虑扩散。假设扩散率 ρ_p 为 0.3/s，即每秒钟 30% 的数字信息素向下游扩散。则 $\rho_{5,1}$ 变为 1.12。

假设扩散速度与车辆行驶速度一致， $100\text{km/hr} = 28\text{m/s}$ ，则每秒钟的扩散距离为 28 米，相当于 3 个单元格。扩散出去的信息素均匀地喷洒到下游紧挨着的 3 个单元格中，即 $C_{4,1}$ ， $C_{3,1}$ ， $C_{2,1}$ ，每个单元格的信息素增加 $1.6 \times 0.3 / 3 = 0.16$ 。

单元格 $C_{5,1}$ 也接受来自于上游 3 个单元格扩散过来的信息素。假设 $C_{6,1}$, $C_{7,1}$, $C_{8,1}$ 分别扩散过来的信息素为 0.1, 0.21, 0.08, 则 $\rho_{5,1}$ 在 0 时刻最后变为 $1.12+0.1+0.21+0.08 = 1.51$ 。

假设在下一时刻, 即时间 1, 单元格 $C_{5,1}$ 中有 3 辆车, 则其中的信息素 $\rho_{5,1}$ 在上一时刻 1.51 的基础上增加 3, 变为 4.51。

首先考虑蒸发。假设蒸发率 ρ_v 为 0.2/s, 即每秒钟 20% 的数字信息素蒸发掉。则 $\rho_{5,1}$ 变为 3.608。

再考虑扩散。假设扩散率 ρ_p 为 0.3/s, 即每秒钟 30% 的数字信息素向下游扩散。则 $\rho_{5,1}$ 变为 2.5256。扩散出去的信息素均匀地喷洒到下游紧挨着的 3 个单元格中, 即 $C_{4,1}$, $C_{3,1}$, $C_{2,1}$, 每个单元格的信息素增加 $3.608*0.3/3 = 0.3608$ 。

综上, 道路上的数字信息素遵循着上述规则, 循环往复地进行累积、蒸发、和扩散三个过程, 其数值也随着车流的变化而动态更新。本发明所提出的智能交通信号系统就是基于动态更新的信息素而动态改变信号灯时长, 以达到减轻拥堵的目的。

考虑如图 4 所示的路口, $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ 分别为交叉路口四个方向的数字信息素。为简化计算, 这里只考虑直行车辆。根据公式 7, 我们可以得出, 东西方向上的绿灯时长为 $T_G^{WE} = T_R^{NS} = \frac{\rho_2 + \rho_4}{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4} T_C$ 。这里, T_G^{WE} 和 T_R^{NS} 分别为东西方向上绿灯时长以及南北方向上的红灯时长。 T_C 为一个信号灯控制周期。南北方向上的绿灯时长为 $T_G^{NS} = T_R^{WE} = \frac{\rho_1 + \rho_3}{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4} T_C$ 。

为检验基于数字信息素的交通信号系统的效率, 将其与固定时长调度策略和基于触发器的调度策略进行对比。固定时长调度策略通过过往交通流量预先设定交通灯的时长, 一经设定不再改变。基于触发器的调度策略意味着主干道路上的

绿灯保持常亮直到支路上有车要通过，则支路上的信号灯变绿并保持一个相对短的固定时间。基于触发器的调度策略是为保障主干道路上的车流畅通。

为比较这三种信号灯调度策略，采用具有早晚高峰的真实的车流数据进行测试，如图 5 所示。每一种调度策略运行 10 次，而后比较在其控制下所产生的平均等待时长和平均队列长度。其比较结果如图 6 所示。从图中不难看出，相比于其他两种调度策略，基于数字信息素的交通灯控制策略具有更短的排队长度和更短的等待时长。

权 利 要 求 书

1.一种基于数字信息素的智能交通信号灯实时调控方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤一，采集数字信息素；

根据目标要求，将道路划分成若干个单元格，在时刻 t ，系统根据实时车流自动采集单元格内的数字信息素，依次进行累积、蒸发和扩散三个行为，更新数字信息素；

所述累积行为指不同车辆所遗留的信息素在同一个单元格内累加；

$$\rho_{i,t} = \rho_{i,t-1} + n_{i,t} \quad (1)$$

其中， $\rho_{i,t-1}$ 是第 i 个单元格内 $t-1$ 时刻数字信息素的总量； $n_{i,t}$ 是第 i 个单元格内 t 时刻车辆数； $\rho_{i,t}$ 是第 i 个单元格内 t 时刻累积后的数字信息素的总量；

所述蒸发行为指信息素随着时间的推移而慢慢减少；

$$\rho'_{i,t} = (1 - \rho_v)\rho_{i,t} \quad (2)$$

其中， $\rho_{i,t}$ 是第 i 个单元格内 t 时刻数字信息素的总量； ρ_v 是蒸发率； $\rho'_{i,t}$ 是单位时间内经过蒸发之后所留下的信息素总量；

所述扩散行为指沿着车辆行驶的方向，信息素扩散到周围区域；

$$\rho''_{i,t} = (1 - \rho_p)\rho'_{i,t} \quad (3)$$

其中， $\rho'_{i,t}$ 是单位时间内经过蒸发之后所留下的信息素总量； ρ_p 是扩散率，即可以扩散到周围区域的信息素的百分比； $\rho''_{i,t}$ 是扩散之后第 i 个单元格所留下的信息素的量；

采用同步更新，即所有单元格同时扩散，而后再同时接收来自其他单元格扩散过来的信息素：

$$\rho'''_{i,t} = \rho''_{i,t} + \sum_{j \in \Phi} \rho''_{j,t} \quad (4)$$

其中, Φ 是在单位时间内可以扩散到单元格*i*的所有上游单元格集合; $\rho_{j,t}^p$ 是从单元格*j*扩散出去的均匀喷洒到所途径单元格的数字信息素;

$$\rho_{j,t}^p = \frac{\rho_p \rho_{j,t}'}{v\tau/C_s} \quad (5)$$

其中, $\rho_{j,t}'$ 是蒸发之后所留下的信息素; $\rho_p \rho_{j,t}'$ 是可以扩散出去的信息素的总量; v 是信息素扩散的速度, τ 是单位时间段长度, $v\tau$ 是单位时间内数字信息素可以传播的距离; C_s 是单元格的长度; $v\tau/C_s$ 是单位时间内信息素扩散所进过的单元格个数;

步骤二, 调控交通信号灯绿信比;

当时刻 t 为交通信号灯一个控制周期的开始时刻, 即 $\text{mod}(t, T_c) = 0$, 则交通信号灯根据上个控制周期内的路口各个方向上的数字信息素总量调整下一周期信号灯的绿信比:

$$T_i^G = \frac{D_i}{\sum_j D_j} T_c \quad (7)$$

其中, T_i^G 是第 i 个相位的绿灯时长, D_i 是第 i 个相位是绿灯的车道上的数字信息素总量; $\sum_j D_j$ 是信号灯所有相位对应车道上的数字信息素总量; T_c 是信号灯周期;

若时刻 t 不是交通信号灯一个控制周期的开始时刻, 则进行 $t + 1$ 时刻的步骤一的数字信息素采集工作, 此过程循环往复, 不断迭代更新。

2.根据权利要求 1 所述的一种基于数字信息素的智能交通信号灯实时调控方法, 其特征在于, 作为交通仿真模型, 采用离散化时间策略, 选用时间间隔是 1 秒, 单元格的长度是 1 米; 公式 (5) 简化为:

$$\rho_{j,t}^p = \frac{\rho_p \rho_{j,t}'}{v} \quad (6)$$

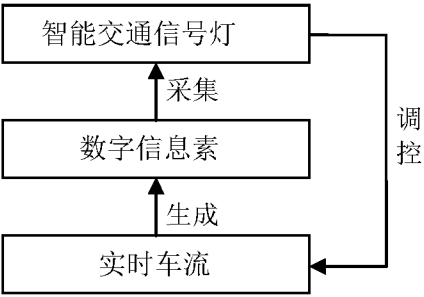


图 1

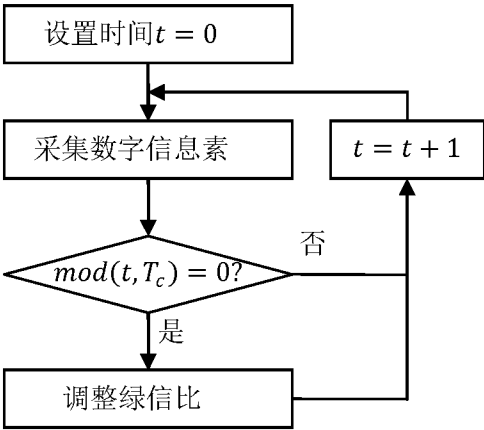


图 2

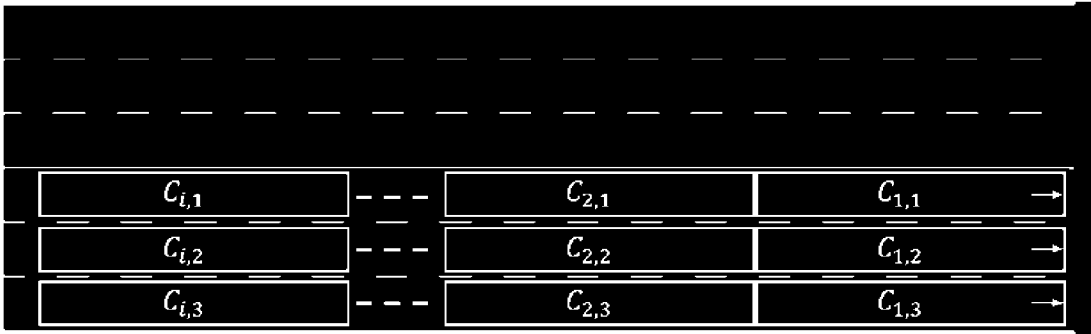


图 3

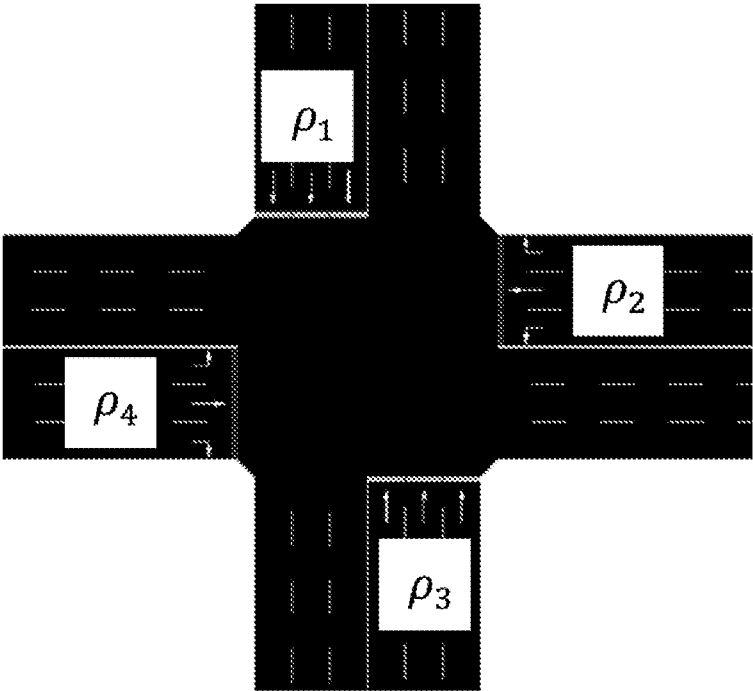


图 4

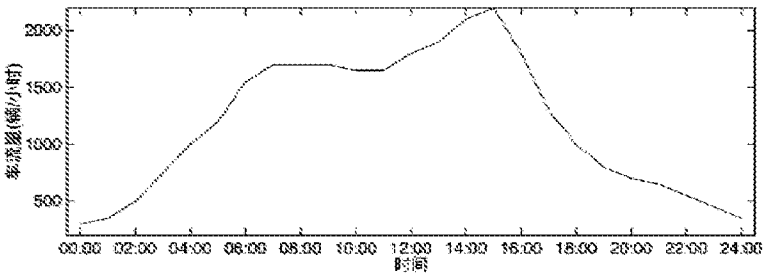
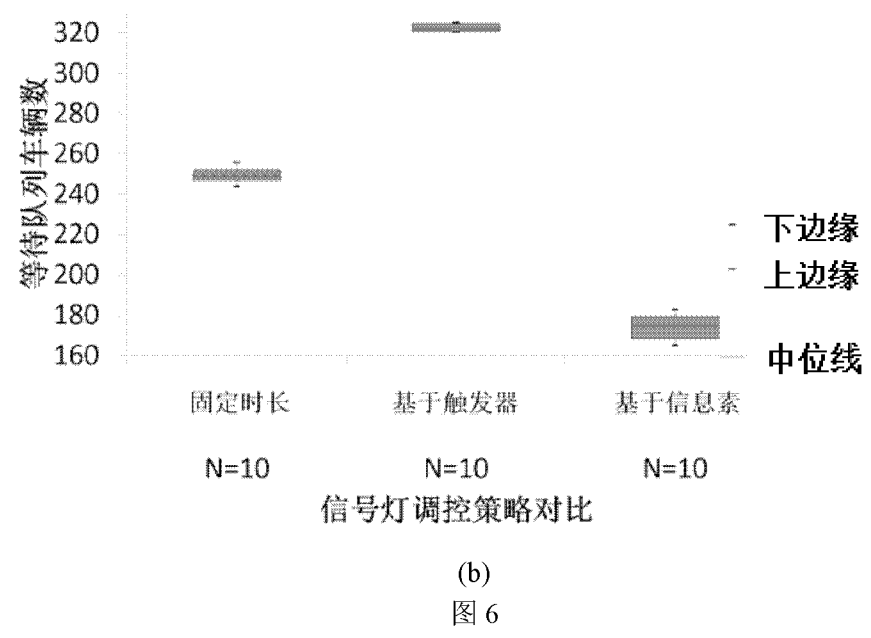
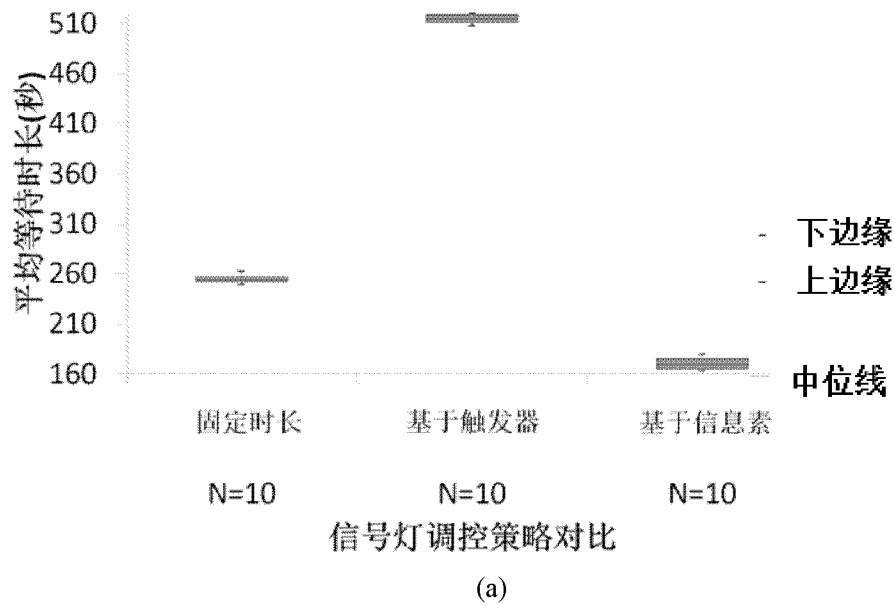


图 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/096138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/07(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G; G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT; CNABS; TWABS; CNKI: 交通, 信号灯, 红绿灯, 信息素, 蒸发, 扩散, 蚁群算法, 绿信比, 绿灯, 时间, 时长, 周期,
ven: traffic, signal, light, lamp, pheromone, evaporat+, diffuse, ant, colony, optimization, ACO, green, ratio, time, period**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109035811 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 December 2018 (2018-12-18) entire document	1, 2
A	CN 104766484 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 08 July 2015 (2015-07-08) description, paragraphs [0055]-[0133]	1, 2
A	CN 108399740 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 August 2018 (2018-08-14) entire document	1, 2
A	CN 107730922 A (NORTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 23 February 2018 (2018-02-23) entire document	1, 2
A	US 2004054513 A1 (NESTOR INC.) 18 March 2004 (2004-03-18) entire document	1, 2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2019

Date of mailing of the international search report

22 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/096138

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109035811	A	18 December 2018	CN	109035811	B	20 August 2019
CN	104766484	A	08 July 2015	CN	104766484	B	14 November 2017
CN	108399740	A	14 August 2018	None			
CN	107730922	A	23 February 2018	None			
US	2004054513	A1	18 March 2004	WO	0031707	A9	22 November 2001
				US	6188329	B1	13 February 2001
				US	6950789	B2	27 September 2005
				EP	1147665	A1	24 October 2001
				EP	1138029	A1	04 October 2001
				AU	1918200	A	13 June 2000
				AU	1631600	A	13 June 2000
				WO	0031969	A1	02 June 2000
				WO	0031706	A1	02 June 2000
				WO	0031707	A1	02 June 2000
				AU	2027500	A	13 June 2000
				AU	761072	B2	29 May 2003
				AU	761072	C	10 July 2003
				US	6573929	B1	03 June 2003
				AU	755840	B2	19 December 2002
				US	6281808	B1	28 August 2001
				US	6647361	B1	11 November 2003
				WO	0031706	A8	12 October 2000
				EP	1147665	A4	13 July 2005
				EP	1138029	A4	13 July 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/096138

A. 主题的分类 G08G 1/07 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G08G; G06Q 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT; CNABS; TWABS; CNKI: 交通, 信号灯, 红绿灯, 信息素, 蒸发, 扩散, 蚁群算法, 绿信比, 绿灯, 时间, 时长, 周期 ven: traffic, signal, light, lamp, pheromone, evaporat+, diffuse, ant, colony, optimization, AC0, green, ratio, time, period																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109035811 A (大连理工大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104766484 A (南京邮电大学) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 说明书第0055-0133段</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108399740 A (华南理工大学) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107730922 A (北方工业大学) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004054513 A1 (NESTOR INC) 2004年 3月 18日 (2004 - 03 - 18) 全文</td> <td>1-2</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109035811 A (大连理工大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-2	A	CN 104766484 A (南京邮电大学) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 说明书第0055-0133段	1-2	A	CN 108399740 A (华南理工大学) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 全文	1-2	A	CN 107730922 A (北方工业大学) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 全文	1-2	A	US 2004054513 A1 (NESTOR INC) 2004年 3月 18日 (2004 - 03 - 18) 全文	1-2
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 109035811 A (大连理工大学) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-2																		
A	CN 104766484 A (南京邮电大学) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 说明书第0055-0133段	1-2																		
A	CN 108399740 A (华南理工大学) 2018年 8月 14日 (2018 - 08 - 14) 全文	1-2																		
A	CN 107730922 A (北方工业大学) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23) 全文	1-2																		
A	US 2004054513 A1 (NESTOR INC) 2004年 3月 18日 (2004 - 03 - 18) 全文	1-2																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2019年 10月 14日		国际检索报告邮寄日期 2019年 10月 22日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 申丽娟 电话号码 86-(010)-62089905																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/096138

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109035811	A	2018年 12月 18日	CN	109035811 B 2019年 8月 20日
CN	104766484	A	2015年 7月 8日	CN	104766484 B 2017年 11月 14日
CN	108399740	A	2018年 8月 14日	无	
CN	107730922	A	2018年 2月 23日	无	
US	2004054513	A1	2004年 3月 18日	WO	0031707 A9 2001年 11月 22日
				US	6188329 B1 2001年 2月 13日
				US	6950789 B2 2005年 9月 27日
				EP	1147665 A1 2001年 10月 24日
				EP	1138029 A1 2001年 10月 4日
				AU	1918200 A 2000年 6月 13日
				AU	1631600 A 2000年 6月 13日
				WO	0031969 A1 2000年 6月 2日
				WO	0031706 A1 2000年 6月 2日
				WO	0031707 A1 2000年 6月 2日
				AU	2027500 A 2000年 6月 13日
				AU	761072 B2 2003年 5月 29日
				AU	761072 C 2003年 7月 10日
				US	6573929 B1 2003年 6月 3日
				AU	755840 B2 2002年 12月 19日
				US	6281808 B1 2001年 8月 28日
				US	6647361 B1 2003年 11月 11日
				WO	0031706 A8 2000年 10月 12日
				EP	1147665 A4 2005年 7月 13日
				EP	1138029 A4 2005年 7月 13日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)