

(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 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107584 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/04 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/122838

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 21 日 (21.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811451960.4 2018 年 11 月 30 日 (30.11.2018) CN

(71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司 (PING AN TECHNOLOGY(SHENZHEN)CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 李思原 (LI, Siyuan); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 (CENFO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新技术产业园北区松坪山路 3 号奥特讯电力大厦 201, Guangdong 518057 (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,

(54) **Title:** PATH PLANNING METHOD AND APPARATUS BASED ON IMPROVED ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM, TERMINAL AND MEDIUM

(54) 发明名称: 基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质

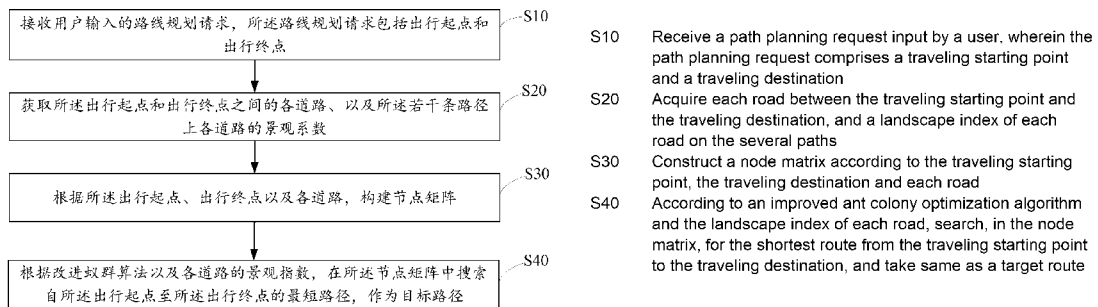


图 2

(57) **Abstract:** The present application belongs to the technical field of machine learning, and a path planning method and apparatus based on an improved ant colony optimization algorithm, a terminal and a medium are disclosed. The method comprises: by means of receiving a path planning request input by a user, acquiring each road between a traveling starting point and a traveling destination, and a landscape index of each road, wherein the path planning request comprises the traveling starting point and the traveling destination; according to the traveling starting point, the traveling destination and each road, constructing a node matrix; and according to an improved ant colony optimization algorithm and the landscape index of each road, searching, in the node matrix, for the shortest route from the traveling starting point to the traveling destination, and taking same as a target route. A journey can be the shortest or the traveling distance can be the shortest while taking into consideration a human landscape resource factor for travel, thus solving the technical problem in the prior art that map navigation fails to consider the human landscape resource factor for travel of a user.

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))。

(57) 摘要: 本申请属于机器学习技术领域,公开了一种基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质,通过接收用户输入的路线规划请求,所述路线规划请求包括出行起点和出行终点,获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数,根据所述出行起点、出行终点以及各道路,构建节点矩阵,根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径,作为目标路径,在考虑出行人文景观资源因素的同时,行程最短或距离最短,解决现有技术地图导航缺乏考虑用户出行的人文景观资源因素的技术问题。

基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质

本申请要求于 2018 年 11 月 30 日提交中国专利局、申请号为 201811451960.4、发明名称为“基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在申请中。

技术领域

本申请涉及机器学习技术领域，尤其涉及一种基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质。

背景技术

随着互联网技术的快速发展，智能终端产品越来越多的应用软件出现在人们的生活中，例如各种电子地图，用户只需在电子地图客户端中输入出行地和目的地，就能获取到电子地图服务器端为用户规划的出行路线，为用户提供导航服务。

然而，市面上的地图导航软件大部分是基于距离最短或时间最短，而没有考虑用户出行的人文景观资源因素。

发明内容

本申请的主要目的在于提供了一种基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质，旨在解决现有技术地图导航缺乏考虑用户出行的人文景观资源因素的技术问题。

为实现上述目的，本申请提供了一种基于改进蚁群算法的路线规划方法，包括如下步骤：

接收用户输入的路线规划请求，所述路线规划请求包括出行起点和出行终点；

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数；

根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径,作为目标路径。

基于上述发明目的,本申请还提供一种基于改进蚁群算法的路线规划装置,包括:

接收模块,用于接收用户输入的路线规划请求,所述路线规划请求包括出行起点和出行终点;

获取模块,用于获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数;

构建模块,用于根据所述出行起点、出行终点以及各道路,构建节点矩阵;

查找模块,用于根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径,作为目标路径。

基于上述发明目的,本申请还提供一种终端,所述终端包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机可读指令,所述计算机可读指令配置为实现如上述的基于改进蚁群算法的路线规划方法的步骤。

基于上述发明目的,本申请还提供一种存储介质,所述存储介质上存储有计算机可读指令,所述计算机可读指令被处理器执行时实现如上述的基于改进蚁群算法的路线规划方法的步骤。

本实施例的基于改进蚁群算法的路线规划方法、装置、终端及介质,通过接收用户输入的路线规划请求,所述路线规划请求包括出行起点和出行终点,获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数,根据所述出行起点、出行终点以及各道路,构建节点矩阵,根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径,作为目标路径,在考虑出行人文景观资源因素的同时,行程最短或距离最短,解决现有技术地图导航缺乏考虑用户出行的人文景观资源因素的技术问题。

附图说明

图1是本申请实施例方案涉及的硬件运行环境的终端的结构示意图；

图2为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第一实施例的流程示意图；

图3为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第二实施例的流程示意图；

图4为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第三实施例的流程示意图；

图5为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第四实施例的流程示意图；

图6为本申请基于改进蚁群算法的路线规划装置第一实施例的结构框图。

本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

参照图 1，图 1 为本申请实施例方案涉及的硬件运行环境的终端结构示意图。

如图 1 所示，该终端可以包括：处理器 1001，例如中央处理器（Central Processing Unit, CPU），通信总线 1002、用户接口 1003，网络接口 1004，存储器 1005。其中，通信总线 1002 用于实现这些组件之间的连接通信。用户接口 1003 可以包括显示屏（Display）、输入模块比如键盘（Keyboard），可选用户接口 1003 还可以包括标准的有线接口、无线接口。网络接口 1004 可选的可以包括标准的有线接口、无线接口（如无线保真（Wireless-Fidelity, WI-FI）接口）。存储器 1005 可以是高速的随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）存储器，也可以是稳定的非易失性存储器（Non-Volatile Memory，

NVM), 例如磁盘存储器。存储器 1005 可选的还可以是独立于前述处理器 1001 的存储装置。

本领域技术人员可以理解, 图 1 中示出的结构并不构成对终端的限定, 可以包括比图示更多或更少的部件, 或者组合某些部件, 或者不同的部件布置。

如图 1 所示, 作为一种存储介质的存储器 1005 中可以包括操作系统、数据存储模块、网络通信模块、用户接口模块以及计算机可读指令。

在图 1 所示的终端中, 网络接口 1004 主要用于与网络服务器进行数据通信; 用户接口 1003 主要用于与用户进行数据交互; 本申请终端中的处理器 1001、存储器 1005 可以设置在终端中, 所述终端通过处理器 1001 调用存储器 1005 中存储的计算机可读指令, 并执行本申请实施例提供的基于改进蚁群算法的路线规划方法。

本申请实施例提供了一种基于改进蚁群算法的路线规划方法, 参看图 2, 图 2 为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第一实施例的流程示意图。

本实施例中, 所述基于改进蚁群算法的路线规划方法包括如下步骤:

步骤 S10: 接收用户输入的路线规划请求, 所述路线规划请求包括出行起点和出行终点;

需要说明的是, 本实施例方法的执行主体为终端。用户输入的路线规划请求通常是用户在电子地图上输入出行的出行起点以及出行终点。

电子地图是一种可视化数字地图为背景, 用文本、图片、图标、声音、动画、视频等多媒体为表现手段, 以硬件设备为处理平台来展示城市、企业、旅游景点等区域综合面貌的现代信息产品。

步骤 S20: 获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数;

需要说明的是, 从所述出行起点到所述出行终点可能存在若干条可以通行的路径, 而每条路径都是由很多道路组成, 确定从所述出行

起点到所述出行终点的各道路后，然后基于各道路的景观指数，查找距离最短的路径，即目标路径，该目标路径结合了景观指数，而不仅是考虑距离问题。

人文景观可以分为文物古迹、革命活动地、现代经济、技术、文化、艺术、科学活动场所形成的景观（例如高水准的音乐厅）等、地区和民族的特殊人文景观，因此，路线规划可以根据不同的主题而定，例如红色旅游路线、艺术旅游路线、小众化的旅游路线等等。

各道路的景观指数可以是根据用户评价得到，也可以是基于街景图像分析得到，街景图像分析主要是分析绿化率，例如绿化率低的道路，一般考虑为景观指数较低的道路。街景图像的获取可以采用常规的获取方式，也可以采用例如接收采集车发送的摄像文件，从摄像文件中得到。

具体实现时，路线规划请求中通常包括出行主题，例如当出行主题为红色旅游路线时，与红色旅游路线对应的景点通常为革命活动地；根据出行的出行起点以及出行终点，确定出行起点与出行终点间对应的革命活动地景点；根据各道路与其中一个革命活动地景点的距离中最近距离，确定各道路的景观指数。若出行主题为艺术旅游路线时，与艺术旅游路线对应的景点为艺术场所；而小众旅游路线通常可以是根据例如绿化环境、山水等。

步骤 S30：根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

具体实现时，构建节点矩阵，将出行起点、出行终点分别作为起始节点、终止节点，而再根据自起始节点到终止节点的各道路的端点，确定蚂蚁选择时的节点。例如，起点为 A，终点为 B，A 到 B 可能会经过道路上 C 到 D，则 C、D 作为蚂蚁可能会选择的节点。

步骤 S40：根据改进蚁群算法以及各道路的景观，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

具体实现时，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,修正所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点的概率,直至蚂蚁访问完所有节点;

计算每个蚂蚁经过的路径长度,将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径;所述改进蚁群算法模型为:

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} \cdot \lambda_{ij} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中, $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率;

$allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合;

α 表示信息启发式因子;

β 表示期望启发式因子;

i 表示当前节点;

j 表示下一目标节点;

s 表示节点结合;

$\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数;

$\tau_{ij}(t)$ 表示信息素;

λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

改进蚁群算法通过在常规蚁群算法中引入了景观指数,以此来修正所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点的概率。

在另一方案中,也可以常规的蚁群算法,而节点之间的距离结合景观指数考虑,具体实现时,所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数,在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤,包括:

根据改进蚁群算法,所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点;

根据各道路的景观指数以及修正函数,修正当前节点至下一节点的距离,直至蚂蚁访问完所有节点;

计算每个蚂蚁经过的路径长度,将自所述出行起点至所述出行终

点的最短路径作为目标路径；其中，

修正函数为： $d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}}$ ；

所述改进蚁群算法为：

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases} ;$$

其中， $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率；

$allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合；

α 表示信息启发式因子；

β 表示期望启发式因子；

i 表示当前节点；

j 表示下一目标节点；

s 表示节点结合；

$\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数， $\eta_{ij} = \frac{1}{|d'_{ij}|}$ ， $d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}}$ ；

d_{ij} 表示两个节点间的距离；

$\tau_{ij}(t)$ 表示信息素；

λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

本方案中改进蚁群算法是通过两个节点间的距离进行修正，通过对当前节点与下一目标节点的边长（距离）结合景观指数来进行修正，修正前为 d_{ij} ，修改后为 $d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}}$ ，景观指数越高，则修正后的距离越小，被选择的概率将增大；反之，景观指数越低，则修正后的距离越大。被选择的概率将减小。

通常需要对景观指数进行处理，例如景观指数默认值为 1。

改进蚁群算法是用来寻解决寻优问题的，蚁群算法的基本原理大致如下：

- 1、蚂蚁在路径上释放信息素；
- 2、碰到还没走过的路口，就随机挑选一条路走。同时，释放与

路径长度有关的信息素；

3、信息素浓度与路径长度成反比，后来的蚂蚁再次碰到该路口时，就选择信息素浓度较高路径；

4、最优路径上的信息素浓度越来越大；

5、最终蚁群找到最优寻食路径。

本方案通过在基本蚁群算法中加入了景观指数 λ_{ij} ，在蚂蚁选择下一目标节点时的选择概率会结合景观指数来选择，蚂蚁选择下一目标节点时道路的景观指数 λ_{ij} 越大，则选择的概率越大，例如，按基本蚁群算法选择下一节点 A 的概率为 0.8，选择下一节点 B 的概率为 0.5，选择下一节点 C 的概率为 0.2，而从当前节点到下一节点 A 之间的道路的景观指数 0.1，而从当前节点到下一节点 B 之间的道路的景观指数为 0.8，从当前节点到下一节点 C 之间的道路的景观指数为 0.2，则采用本方案考虑景观指数后蚂蚁实际选择 A、B、C 的概率分别为 0.08、0.4、0.04。

一般情况下，TSP 问题求解中，假设蚁群算法中的每只蚂蚁具有以下特征：

每次移动，每只蚂蚁在其经过的支路 (i, j) 上都留下信息素。

蚂蚁选择城市的概率与城市之间的距离和当前连接支路上所包含的信息素余量有关。

为了强制蚂蚁进行合法的移动，直到一次移动完成后，才允许蚂蚁游走已访问过的城市（这可由禁忌表来控制）；例如：用禁忌表 tabuk ($j=1, 2, 3, \dots, m$) 来记录蚂蚁 k 当前走过的城市，集合随着 tabuk 进化过程作动态调整。在搜索过程中，蚂蚁根据各条路径上的信息量以及路径的启发信息来计算状态转移概率。

结合到本方案中， $P_{ij}^k(t)$ 表示在 t 时刻蚂蚁 k 考虑景观指数后由当前节点 i 转移到目标访问节点 j 的状态转移概率，

$\tau_{ij}(t)$ 为 t 时刻边 (i, j) 上的信息量；

$\text{allowed}_k = \{C - \text{tabu}_k\}$ 表示蚂蚁 k 下一步允许选择的节点；

α 为信息启发式因子，表示轨迹的相对重要性；

β 为期望启发式因子，反映了蚂蚁在运动过程中启发信息在蚂蚁

选择路径中的受重视程度；

$$\eta_{ij} = \frac{1}{|d_{ij}|}, d_{ij} \text{ 表示两节点间的距离, 其取值范围可量化为 } (1 \sim 10).$$

优选地, 在本方案中, 也可以是考虑景观指数后, 将 d_{ij} 经过修正, 例如修正后的 $d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}}$, 同一道路景观指数越大, 修正后的 d'_{ij} 越

小, 被选择可能性将增大。

进一步地, 为了保证最终获得的路线是最优的, 本方案会根据实际情况进行改进蚁群算法的迭代, 直至迭代次数达到预设的迭代次数 (可调, 如, 50 次、100 次等), 然后将最后一次获取的路径作为最终的目标路径, 即结合了景观指数, 且距离最短的路径。

本申请通过接收用户输入的路线规划请求, 所述路线规划请求包括出行起点和出行终点, 获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数, 根据所述出行起点、出行终点以及各道路, 构建节点矩阵, 根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数, 在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径, 作为目标路径, 在考虑出行人文景观资源因素的同时, 行程最短或距离最短, 解决现有技术地图导航缺乏考虑用户出行的人文景观资源因素的技术问题。

参考图 3, 图 3 为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第二实施例的流程示意图。

基于上述第一实施例, 在本实施例中, 所述步骤 S20, 包括:

步骤 S201: 获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路信息;

需要说明的是, 用户输入的路线规划请求通常是用户在电子地图上输入出行的出行起点以及出行终点。各道路信息可以是各道路绿化信息, 也可以是用户的评价信息, 也可以是道路的街景图像。

步骤 S202: 根据所述各道路信息, 确定各道路的景观指数。

具体实现时, 根据所述各道路信息, 确定各道路的景观指数, 可

以是根据各道路绿化信息、人文信息综合考虑确定各道路的景观指数，也可以是结合用户的评价信息对各道路的景观指数进行修正，也可以是结合道路的街景图像分析道路的绿化率、人文信息等来确定景观指数，也可以同时考虑以上信息综合分析各道路的景观指数。

参考图 4，图 4 为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第三实施例的流程示意图。

基于上述第二实施例，所述路线规划请求还包括出行主题，在本实施例中，所述步骤 S202，具体包括：

步骤 S2021：根据各道路信息以及所述出行主题，确定所述各道路的景观指数；

需要说明的是，所述出行主题可以为例如红色旅游路线、艺术旅游路线、小众化的旅游路线等等，也可以是用户自定义，定义不同的主题，以及与该主题对应的景点。景观指数也跟随出行主题变化而变化，例如出行主题要求山多，则离山靠近的道路的景观指数会相应的高些。

另外，所述各道路的景观指数也可以包括道路安全历史评价，通过获取用户对道路安全的评价，来修正道路的景观指数；也可以包括通过获取街景图像，通过分析街景图像来确定绿化率等，以此判断景观指数；也可以是街景图像和道路安全评价结合起来，综合考虑景观指数。

参考图 5，图 5 为本申请基于改进蚁群算法的路线规划方法第四实施例的流程示意图。

基于上述第三实施例，在本实施例中，所述步骤 S2021，具体包括：

步骤 S2021a：根据出行主题，获取与所述出行主题对应的景点节点；

需要说明的是，通常出行主题与景点具有对应关系或映射关系，也可以是用户自定义的，例如红色旅游路线，对应的景点可能有西安八路军西安办事处纪念馆、西安事变纪念馆、延安市洛川县洛川会议旧址纪念馆、枣园旧址、杨家岭旧址、王家坪旧址、凤凰山旧址、清

凉山旧址、瓦窑堡会议旧址、“四八”烈士陵园、子长县子长烈士纪念馆、南泥湾革命旧址。

步骤 S2021b: 根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息, 确定所述各道路的景观指数。

具体实现时, 所述根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息, 确定所述各道路的景观指数, 包括:

根据所述出行主题对应的景点以及各道路信息, 确定各道路与所述景点的最短距离;

根据各道路与所述景点的最短距离, 确定各道路的景观指数。

此外, 本申请实施例还提出一种计算机可读存储介质, 所述计算机可读存储介质可以为非易失性可读存储介质。

所述计算机可读存储介质上存储有计算机可读指令, 所述计算机可读指令被处理器执行时实现如上文所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法的步骤。

参照图 6, 图 6 为本申请基于改进蚁群算法的路线规划装置第一实施例的结构框图。

如图 6 所示, 本申请实施例提出的基于改进蚁群算法的路线规划装置包括:

接收模块 601, 用于接收用户输入的路线规划请求, 所述路线规划请求包括出行起点和出行终点;

需要说明的是, 本实施例方法的执行主体为终端。用户输入的路线规划请求通常是用户在电子地图上输入出行的出行起点以及出行终点。

获取模块 602, 用于获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数;

需要说明的是, 从所述出行起点到所述出行终点可能存在若干条可以通行的路径, 而每条路径都是由很多道路组成, 确定从所述出行起点到所述出行终点的各道路后, 然后基于各道路的景观指数, 查找距离最短的路径, 即目标路径, 该目标路径结合了景观指数, 而不仅是考虑距离问题。

构建模块 603，用于根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

查找模块 604，用于根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

本申请基于改进蚁群算法的路线规划装置的其他实施例或具体实现方式可参照上述各方法实施例，此处不再赘述。

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、物品或者系统不仅包括那些要素，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、物品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者系统中还存在另外的相同要素。

上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到上述 实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通 过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本申请的 技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献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（如只读存储器/随机存取存储器、磁碟、光 盘）中，包括若干指令用以使得一台终端设备（可以是手机，计算机，服务器，空调器，或者网络设备）执行本申请各个实施例所述的方法。

以上仅为本申请的优选实施例，并非因此限制本申请的专利范围，凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权 利 要 求 书

1、一种基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，包括如下步骤：

接收用户输入的路线规划请求，所述路线规划请求包括出行起点和出行终点；

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数；

根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

2、如权利要求 1 所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，修正所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点的概率，直至蚂蚁访问完所有节点；

计算每个蚂蚁经过的路径长度，将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径；其中，所述改进蚁群算法为：

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} \cdot \lambda_{ij} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases} ;$$

其中， $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率； $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合； α 表示信息启发式因子； β 表示期望启发式因子；i 表示当前节点；j 表示下一目标节点；s 表示节点集合； $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数； $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素； λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

3、如权利要求 1 所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法，所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点；

根据各道路的景观指数以及修正函数，修正当前节点至下一节点的距离，直至蚂蚁访问完所有节点；

计算每个蚂蚁经过的路径长度，将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径；其中，

$$\text{修正函数为：} d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}};$$

所述改进蚁群算法为：

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中， $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率； $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合； α 表示信息启发式因子； β 表示期望启发式因子；i 表示当前节点；j 表示下一目标节点；s 表示节点结合； $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数， $\eta_{ij} = \frac{1}{|d'_{ij}|}$ ； d_{ij} 表示两个节点间的距离； $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素； λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

4、如权利要求 1 所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数的步骤，包括：

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路信息；

根据所述各道路信息，确定各道路的景观指数。

5、如权利要求4所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述路线规划请求还包括出行主题；

相应地，所述根据所述各道路信息，确定各道路的景观指数的步骤，包括：

根据各道路信息以及所述出行主题，确定所述各道路的景观指数。

6、如权利要求5所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述根据各道路信息以及所述出行主题，确定所述各道路的景观指数的步骤，包括：

根据出行主题，获取与所述出行主题对应的景点节点；

根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息，确定所述各道路的景观指数。

7、如权利要求6所述的基于改进蚁群算法的路线规划方法，其特征在于，所述根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息，确定所述各道路的景观指数的步骤，包括：

根据所述出行主题对应的景点以及各道路信息，确定各道路与所述景点的最短距离；

根据各道路与所述景点的最短距离，确定各道路的景观指数。

8、一种基于改进蚁群算法的路线规划装置，其特征在于，包括：

接收模块，用于接收用户输入的路线规划请求，所述路线规划请求包括出行起点和出行终点；

获取模块，用于获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数；

构建模块，用于根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

查找模块，用于根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

9、一种终端，其特征在于，所述终端包括：存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机可读指令，所

述计算机可读指令配置为实现以下步骤：

接收用户输入的路线规划请求，所述路线规划请求包括出行起点和出行终点；

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数；

根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

10、如权利要求9所述的终端，其特征在于，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，修正所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点的概率，直至蚂蚁访问完所有节点；

计算每个蚂蚁经过的路径长度，将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径；其中，所述改进蚁群算法为：

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} \cdot \lambda_{ij} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中， $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率； $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合； α 表示信息启发式因子； β 表示期望启发式因子；i 表示当前节点；j 表示下一目标节点；s 表示节点结合； $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数； $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素； λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

11、如权利要求9所述的终端，其特征在于，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法，所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点；

根据各道路的景观指数以及修正函数,修正当前节点至下一节点的距离,直至蚂蚁访问完所有节点;

计算每个蚂蚁经过的路径长度,将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径;其中,

修正函数为: $d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}}$;

所述改进蚁群算法为:

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中, $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率; $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合; α 表示信息启发式因子; β 表示期望启发式因子; i 表示当前节点; j 表示下一目标节点; s 表示节点结合; $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数, $\eta_{ij} = \frac{1}{|d_{ij}|}$; d_{ij} 表示两个节点间的距离; $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素; λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

12、如权利要求 9 所述的终端,其特征在于,所述获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数的步骤,包括:

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路信息;

根据所述各道路信息,确定各道路的景观指数。

13、如权利要求 12 所述的终端,其特征在于,所述路线规划请求还包括出行主题;

相应地,所述根据所述各道路信息,确定各道路的景观指数的步骤,包括:

根据各道路信息以及所述出行主题,确定所述各道路的景观指数。

14、如权利要求 13 所述的终端，其特征在于，所述根据各道路信息以及所述出行主题，确定所述各道路的景观指数的步骤，包括：

根据出行主题，获取与所述出行主题对应的景点节点；

根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息，确定所述各道路的景观指数。

15、如权利要求 14 所述的终端，其特征在于，所述根据所述出行主题对应的景点节点以及各道路信息，确定所述各道路的景观指数的步骤，包括：

根据所述出行主题对应的景点以及各道路信息，确定各道路与所述景点的最短距离；

根据各道路与所述景点的最短距离，确定各道路的景观指数。

16、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上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令被处理器执行时实现以下步骤：

接收用户输入的路线规划请求，所述路线规划请求包括出行起点和出行终点；

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数；

根据所述出行起点、出行终点以及各道路，构建节点矩阵；

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径，作为目标路径。

17、如权利要求 16 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤，包括：

根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数，修正所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点的概率，直至蚂蚁访问完所有节点；

计算每个蚂蚁经过的路径长度，将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径；其中，所述改进蚁群算法为：

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} \cdot \lambda_{ij} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中, $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率; $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合; α 表示信息启发式因子; β 表示期望启发式因子; i 表示当前节点; j 表示下一目标节点; s 表示节点结合; $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数; $\tau_{ij}(t)$ 表示信息素; λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

18、如权利要求 16 所述的计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述根据改进蚁群算法以及各道路的景观指数, 在所述节点矩阵中搜索自所述出行起点至所述出行终点的最短路径的步骤, 包括:

根据改进蚁群算法, 所有蚂蚁在所述节点矩阵中自当前节点访问下一节点;

根据各道路的景观指数以及修正函数, 修正当前节点至下一节点的距离, 直至蚂蚁访问完所有节点;

计算每个蚂蚁经过的路径长度, 将自所述出行起点至所述出行终点的最短路径作为目标路径; 其中,

$$\text{修正函数为: } d'_{ij} = \frac{d_{ij}}{\lambda_{ij}};$$

所述改进蚁群算法为:

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}(t)]^\beta}{\sum_{s \in allowed_k} [\tau_{is}(t)]^\alpha [\eta_{is}(t)]^\beta} & \text{若 } j \in allowed_k \\ 0 & \text{else} \end{cases};$$

其中, $p_{ij}^k(t)$ 为蚂蚁 k 选择 j 节点的概率; $allowed_k$ 表示蚂蚁 k 接下来可能会挑选的目的节点集合; α 表示信息启发式因子; β 表示期望启发式因子; i 表示当前节点; j 表示下一目标节点; s 表示节点结

合； $\eta_{ij}(t)$ 表示启发函数， $\eta_{ij} = \frac{1}{|d_{ij}|}$ ； d_{ij} 表示两个节点间的距离； $\tau_{ij}(t)$ 表

示信息素； λ_{ij} 为下一目标节点对应的道路的景观指数。

19、如权利要求 16 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路的景观指数的步骤，包括：

获取所述出行起点和出行终点之间的各道路、以及所述各道路信息；

根据所述各道路信息，确定各道路的景观指数。

20、如权利要求 19 所述的计算机可读存储介质，其特征在于，所述路线规划请求还包括出行主题；

相应地，所述根据所述各道路信息，确定各道路的景观指数的步骤，包括：

根据各道路信息以及所述出行主题，确定所述各道路的景观指数。

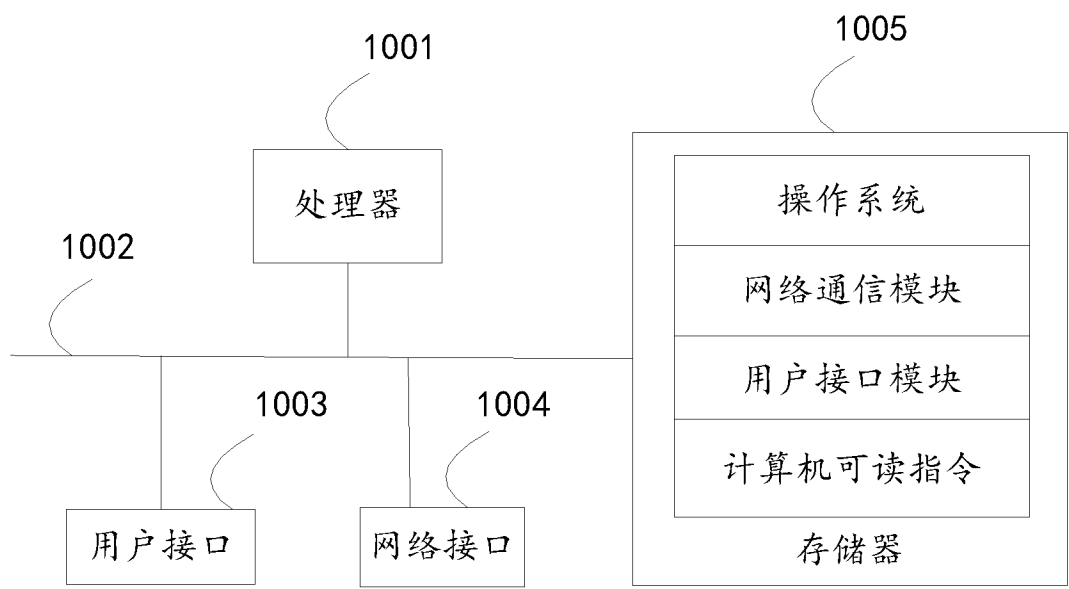


图 1

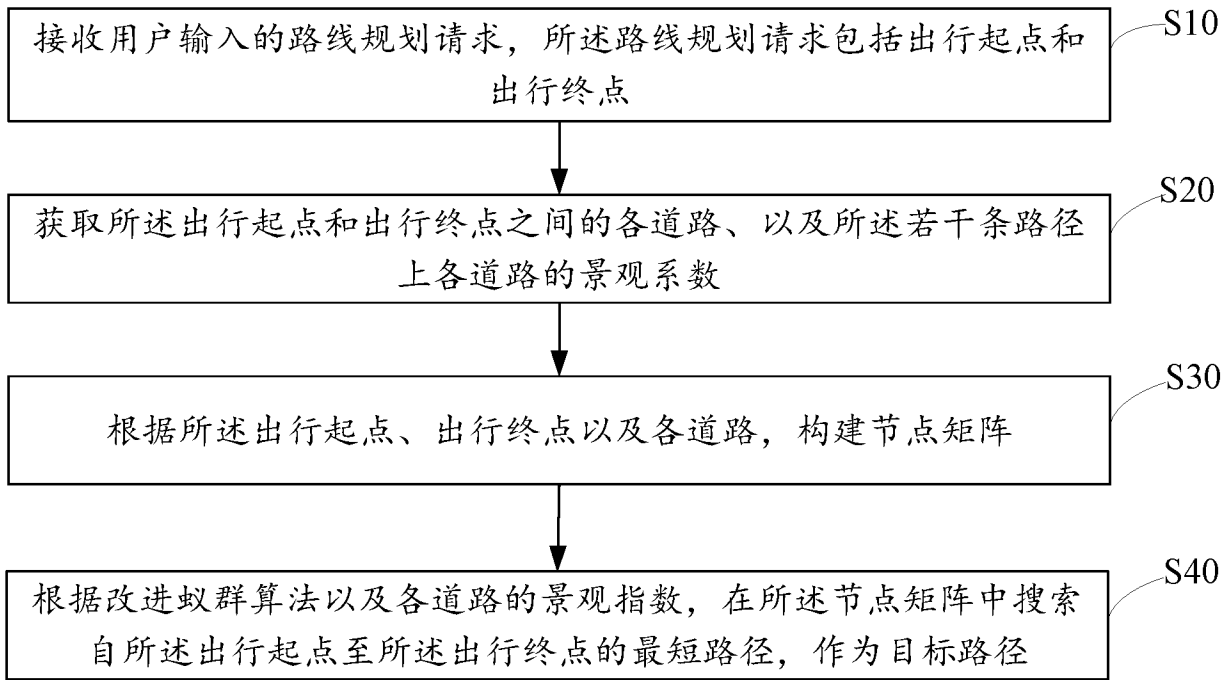


图 2

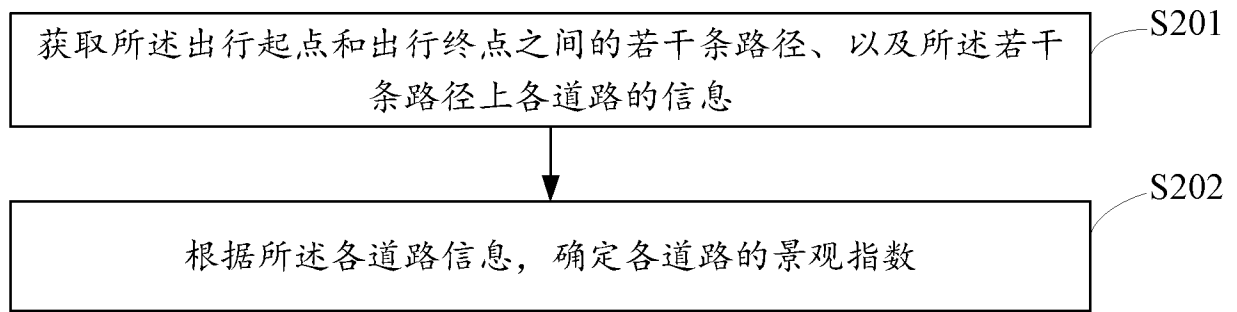


图 3

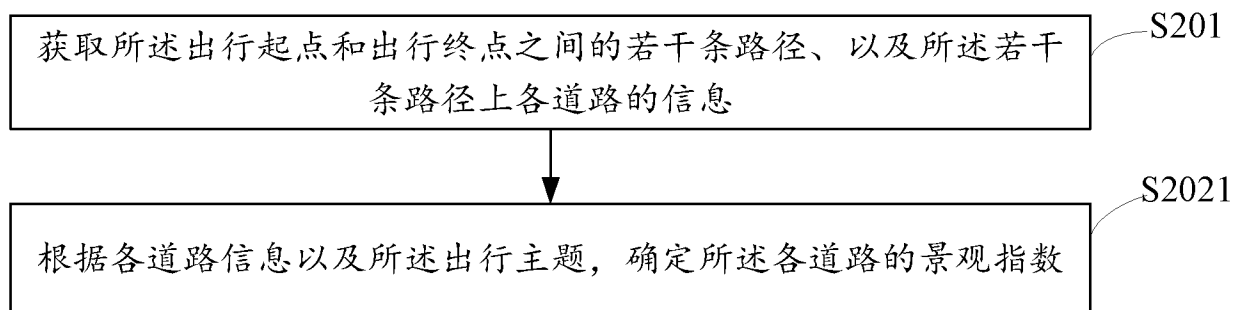


图 4

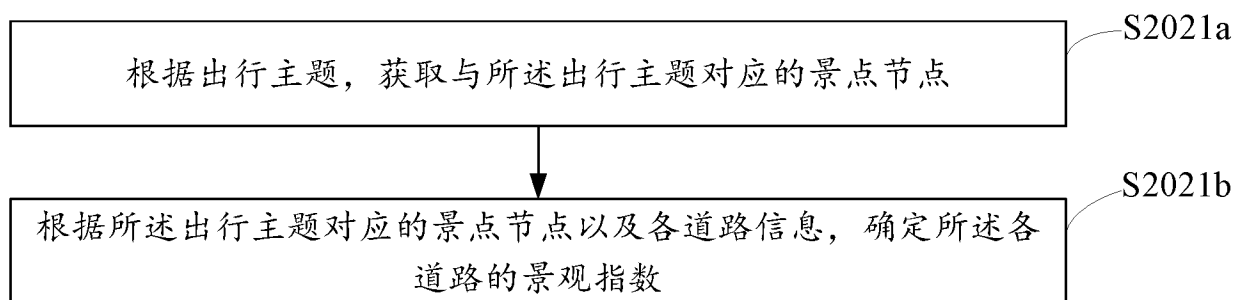


图 5

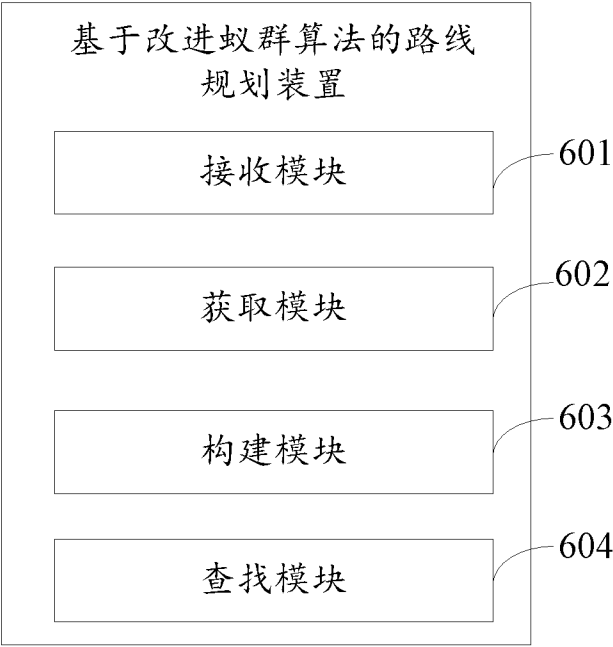


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/122838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/04(2012.01)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)

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)

SIPOABS; DWPI; CNABS; CNTXT; CNKI: 景观, 规划, 路径, 路线, 优化, 最优, 距离, 蚁群, 概率, 权重, 指数, 函数, 改进, 修正, landscape, plan, road, route, path, optimal, optimi+, distance, ant colony, probability, weight, index, function, improve, correct, modify, amend

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	蔡伟麟 (CAI, Weilin). "古村落游览路径生成模型的研究和应用 (Research and Application of the Tour Path Model for Ancient Villages)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑 2017年第5期 (Electronic Technology & Information Science, China Master's Theses Full-text Database), 2017, no. 5, 15 May 2017 (2017-05-15), main body, pages 24-30	1, 3-9, 11-16, 18-20
Y	蔡伟麟 (CAI, Weilin). "古村落游览路径生成模型的研究和应用 (Research and Application of the Tour Path Model for Ancient Villages)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑 2017年第5期 (Electronic Technology & Information Science, China Master's Theses Full-text Database), 2017, no. 5, 15 May 2017 (2017-05-15), main body, pages 24-30	2, 10, 17
Y	CN 106779212 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs 31-35	2, 10, 17



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

20 August 2019

Date of mailing of the international search report

28 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/122838**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106225788 A (UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-20
A	CN 106168801 A (JIANGSU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 30 November 2016 (2016-11-30) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/122838

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106779212	A	31 May 2017	None			
CN	106225788	A	14 December 2016	CN	106225788	B	19 April 2019
CN	106168801	A	30 November 2016	CN	106168801	B	02 July 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/122838

A. 主题的分类 G06Q 10/04 (2012.01) 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) 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)) SIPOABS; DWPI; CNABS; CNTXT; CNKI: 景观, 规划, 路径, 路线, 优化, 最优, 距离, 蚁群, 概率, 权重, 指数, 函数, 改进, 修正, landscape, plan, road, route, path, optimal, optimi+, distance, ant colony, probability, weight, index, function, improve, correct, modify, amend																				
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>X</td> <td>蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页</td> <td>1, 3-9, 11-16, 18-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页</td> <td>2, 10, 17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106779212 A (南京邮电大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第31-35段</td> <td>2, 10, 17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106225788 A (上海理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106168801 A (江苏理工学院等) 2016年 11月 30日 (2016 - 11 - 30) 全文</td> <td>1-20</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	X	蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页	1, 3-9, 11-16, 18-20	Y	蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页	2, 10, 17	Y	CN 106779212 A (南京邮电大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第31-35段	2, 10, 17	A	CN 106225788 A (上海理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-20	A	CN 106168801 A (江苏理工学院等) 2016年 11月 30日 (2016 - 11 - 30) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页	1, 3-9, 11-16, 18-20																		
Y	蔡伟麟. "古村落游览路径生成模型的研究和应用" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科学辑 2017年第5期, 2017年 5月 15日 (2017 - 05 - 15), 正文第24-30页	2, 10, 17																		
Y	CN 106779212 A (南京邮电大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第31-35段	2, 10, 17																		
A	CN 106225788 A (上海理工大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-20																		
A	CN 106168801 A (江苏理工学院等) 2016年 11月 30日 (2016 - 11 - 30) 全文	1-20																		
☐ 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		国际检索报告邮寄日期																		
2019年 8月 20日		2019年 8月 28日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
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		吴广平 电话号码 (86-10) 62411829																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/122838

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	106779212	A	2017年 5月 31日	无	
CN	106225788	A	2016年 12月 14日	CN	106225788 B 2019年 4月 19日
CN	106168801	A	2016年 11月 30日	CN	106168801 B 2019年 7月 2日