



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102721419 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 10

(21) 申请号 201210101121. 6

(22) 申请日 2012. 04. 09

(71) 申请人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区

(72) 发明人 沈永增

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公

司 33201

代理人 王兵 王利强

(51) Int. Cl.

G01C 21/34 (2006. 01)

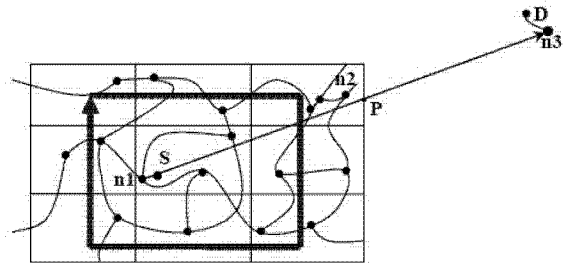
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法

(57) 摘要

一种嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法,包括以下步骤:1) 建立三级收敛域网格模型:设定网格中的某个结点,同该结点具备拓扑连接关系的当前网格以及包围当前网格一圈的外围网格中的所有结点区域定义为路段一级收敛区域;同该结点具备拓扑连接关系的包围当前网格外围第二圈网格中的所有结点区域定义为路段二级收敛区域;其余网格中具备通当前结点连接关系的结点区域定义为路段三级收敛区域;2) 使用所述三级收敛域网格模型,采用基于二维流型的空间拓扑数据检索算法进行最优路径搜索,得到分层寻优的最优路径。本发明能有效解决导航路径数据海量时的分批读入寻优问题、有利于海量路网的最优路径查找、快速性和准确性良好。



1. 一种嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

1)、建立三级收敛域网格模型:

设定网格中的某个结点,同该结点具备拓扑连接关系的当前网格以及包围当前网格一圈的外围网格中的所有结点区域定义为路段一级收敛区域;同该结点具备拓扑连接关系的包围当前网格外围第二圈网格中的所有结点区域定义为路段二级收敛区域;其余网格中具备通当前结点连接关系的结点区域定义为路段三级收敛区域;

在针对当前结点的各个收敛域中连接的路段信息中增加了组成路段的另外一个结点所在网格同当前结点所在网格的方向参数;

对于所述每一级收敛域的路段数据进行存储如下表 1:

序号	字段名称	字段类型	字段描述
1	Pid	int	记录号
2	Id	int	可达结点 id
3	Idadd	int	可达结点信息基表地址
4	Dadd	int	路段属性记录地址
5	ang	int	可达结点方向参数

表 1;

2) 使用所述三级收敛域网格模型对最优路径的空间拓扑数据进行检索,具体过程如下:

(2.1) 假设需要搜索从 S 到 D 的最优路径,单层上使用区域限制的流型算法:首先根据起始点的输入坐标值计算当前坐标点所属的网格编号,通过二级索引检索到当前网格中的所有结点,把当前坐标值与网格中的所有坐标值比较,求取离当前坐标结点最近的坐标点,作为起始搜索结点 n1;同理找到终点坐标点所在网格中与之最近的坐标结点,作为终点的搜索结点 n3;

(2.2) 做 n1 和 n3 的连线,确定最优路径的方向系数,连线交收敛域边界为 p 点,使用步骤 (2.1) 中的方法,求取 p 点所在网格中与 p 点最近的路网结点,定义为中间过渡结点 n2;

(2.3) 搜索 n1 点所在网格的一级收敛域网格,使用索引存储表读取收敛域中的所有结点,再根据收敛域路段表,读取收敛域中的所有结点的拓扑信息,使用领接多重表数据结构算法,把所有结点连接起来,在内存中组成一张路网链表,该链表的拓扑数据只限于当前网格所在的收敛域;

(2.4) 依照上述确定的收敛域中的起点、终点以及收敛域中的路网拓扑链表,使用最优

路径搜索算法求出从起点 n1 到中间过渡点 n2 的最优路径；

(2.5) 把 n2 作为搜索的起点重复步骤 (2.2)、(2.3)、(2.4),直到中间过渡点所在的网格与终点共属于同一级收敛域内,进行最后一次搜索,得到分层寻优的最优路径。

2. 如权利要求 1 所述的嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法,其特征在于:所述步骤 1) 中,所述三级收敛域的方向参数为 16 个。

嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于电子地图的地面交通导航路径搜索方法,尤其是一种嵌入式 GIS 导航路径搜索方法。

背景技术

[0002] GIS(Geographic Information System,地理信息系统)是一种用于采集、存储、管理、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术。嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,并且软、硬件可裁剪,对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用系统。目前,嵌入式系统已经广泛地渗入到科学研究、工程建设、军事、工业监控、商业、文化及人们日常生活的方方面面。随着道路信息越来越复杂,存储于嵌入式 GIS 设备外存中的道路信息数据量也越来越庞大(海量),从而难以将路网数据一次性地全部读入嵌入式设备工作内存中进行处理,由于每次读入嵌入式设备工作内存的路径数据量对于最优路径的查找远远不够,需要解决在从嵌入式设备外存数据库的海量数据中快速准确地找出最优路径拓扑数据块的问题。

发明内容

[0003] 为了克服已有 GIS 导航路径搜索方法的每次读入嵌入式设备工作内存的路径数据量受限、不利于最优路径查找、快速性和准确性较差的不足,本发明提供一种有效解决导航路径数据海量时的分批读入寻优问题、有利于海量路网的最优路径查找、快速性和准确性良好的嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法,所述方法包括以下步骤:

[0006] 1)、建立三级收敛域网格模型:

[0007] 设定网格中的某个结点,同该结点具备拓扑连接关系的当前网格以及包围当前网格一圈的外围网格中的所有结点区域定义为路段一级收敛区域;同该结点具备拓扑连接关系的包围当前网格外围第二圈网格中的所有结点区域定义为路段二级收敛区域;其余网格中具备通当前结点连接关系的结点区域定义为路段三级收敛区域;

[0008] 在针对当前结点的各个收敛域中连接的路段信息中增加了组成路段的另外一个结点所在网格同当前结点所在网格的方向参数;

[0009] 对于所述每一级收敛域的路段数据进行存储如下表 1:

[0010]

序号	字段名称	字段类型	字段描述
1	Pid	int	记录号

2	Id	int	可达结点 id
3	Idadd	int	可达结点信息基表地址
4	Dadd	int	路段属性记录地址
5	ang	int	可达结点方向参数

[0011] 表 1；

[0012] 2) 使用所述三级收敛域网格模型对最优路径的空间拓扑数据进行检索,具体过程如下：

[0013] (2.1) 假设需要搜索从 S 到 D 的最优路径,单层上使用区域限制的流型算法:首先根据起始点的输入坐标值计算当前坐标点所属的网格编号,通过二级索引检索到当前网格中的所有结点,把当前坐标值与网格中的所有坐标值比较,求取离当前坐标结点最近的坐标点,作为起始搜索结点 n1;同理找到终点坐标点所在网格中与之最近的坐标结点,作为终点的搜索结点 n3；

[0014] (2.2) 做 n1 和 n3 的连线,确定最优路径的方向系数,连线交收敛域边界为 p 点,使用步骤 (2.1) 中的方法,求取 p 点所在网格中与 p 点最近的路网结点,定义为中间过渡结点 n2；

[0015] (2.3) 搜索 n1 点所在网格的一级收敛域网格,使用索引存储表读取收敛域中的所有结点,再根据收敛域路段表,读取收敛域中的所有结点的拓扑信息,使用邻接多重表数据结构算法,把所有结点连接起来,在内存中组成一张路网链表,该链表的拓扑数据只限于当前网格所在的收敛域；

[0016] (2.4) 依照上述确定的收敛域中的起点、终点以及收敛域中的路网拓扑链表,使用最优路径搜索算法求出从起点 n1 到中间过渡点 n2 的最优路径；

[0017] (2.5) 把 n2 作为搜索的起点重复步骤 (2.2)、(2.3)、(2.4),直到中间过渡点所在的网格与终点共属于同一级收敛域内,进行最后一次搜索,得到分层寻优的最优路径。

[0018] 进一步,所述步骤 1) 中,所述三级收敛域的方向参数为 16 个。

[0019] 本发明的有益效果主要表现在:当嵌入式 GIS 的空间拓扑数据为海量(即远远超过嵌入式设备工作内存可以一次读入的数据量)时,本发明的二维流型分层寻优算法能有效解决导航路径数据的分批读入寻优问题。

附图说明

[0020] 图 1 是三级路段收敛域索引示意图。

[0021] 图 2 是二维流型算法示意图。

[0022] 图 3 是二维流型算法单级收敛域搜索图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0024] 参照图 1 ~ 图 3, 一种嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优方法, 所述方法包括以下步骤:

[0025] 1)、建立三级收敛域网格模型:

[0026] 以图 1 为例, 参照网格中的某个结点 (图 1 中黑色实心圆点), 同该结点具备拓扑连接关系的当前网格以及包围当前网格一圈的外围网格中的所有结点区域定义为路段一级收敛区域, 同该结点具备拓扑连接关系的包围当前网格外围第二圈网格中的所有结点区域定义为路段二级收敛区域, 其余网格中具备通当前结点连接关系的结点区域定义为路段三级收敛区域。考虑到底层网络包含了所有的拓扑连接信息, 因此二级收敛区域定义范围并非广泛, 如果对于高层网络拓扑结构而言, 则需要修改一级收敛区域以外的区域范围, 这样能够使得分配后的区域中的路段信息尽量保持数量相当, 方便数据的读取。另外为方便上层路径快速判断数据的可取性, 在针对当前结点的各个收敛域中连接的路段信息中增加了组成路段的另外一个结点所在网格同当前结点所在网格的方向参数, 本发明定义 16 个方向参数。

[0027] 对于上面每一级收敛域的路段数据进行存储如下 (表 1):

[0028] 表 1 某一级收敛域路段表

[0029]

序号	字段名称	字段类型	字段描述
1	Pid	int	记录号
2	Id	int	可达结点 id
3	Idadd	int	可达结点信息基表地址
4	Dadd	int	路段属性记录地址
5	ang	int	可达结点方向参数

[0030] 2) 基于二维流型空间拓扑数据检索:

[0031] 使用三级收敛域网格模型对最优路径的空间拓扑数据进行检索时, 为了快速方便地对不同收敛域中的空间拓扑数据进行检索, 本发明提出了一种基于二维流型的空间拓扑数据检索算法, 进行最优路径搜索。算法说明如下:

[0032] (2.1) 假设需要搜索从 S 到 D 的最优路径, 如图 2 所示, 单层上使用区域限制的二维流型算法。首先根据起始点的输入坐标值计算当前坐标点所属的网格编号, 通过二级索引检索到当前网格中的所有结点, 把当前坐标值与网格中的所有坐标值比较, 求取离当前

坐标结点最近的坐标点,作为起始搜索结点 n1。同理找到终点坐标点所在网格中与之最近的坐标结点,作为终点的搜索结点 n3。

[0033] (2.2) 做 n1 和 n3 的连线,确定最优路径的方向系数,连线交收敛域边界为 p 点,如图 3 所示,使用步骤 (2.1) 中的方法,求取 p 点所在网格中与 p 点最近的路网结点,定义为中间过渡结点 n2。这样该级收敛域中就确定了搜索的起点和终点。

[0034] (2.3) 搜索 n1 点所在网格的一级收敛域网格,使用索引存储表读取收敛域中的所有结点,再根据收敛域路段表,读取收敛域中的所有结点的拓扑信息,使用邻接多重表数据结构算法,把所有结点连接起来,在内存中组成一张路网链表,该链表的拓扑数据只限于当前网格所在的收敛域,因此每次读入拓扑数据的大小得到了限制。

[0035] (2.4) 确定了收敛域中的起点、终点以及收敛域中的路网拓扑链表,使用经典最优路径搜索算法就可以求出从起点 n1 到中间过渡点 n2 的最优路径。至此,第一个流型网格中的路网搜索完毕。

[0036] (2.5) 把 n2 作为搜索的起点重复步骤 (2.2)、(2.3)、(2.4),直到中间过渡点所在的网格与终点共属于同一级收敛域内,进行最后一次搜索。

[0037] 本实施例的验证使用 ARM-Linux 嵌入式开发平台,其硬件配置如下:S3C2440(主频 400MHz)、64M Nandflash、64M Sdram、显示屏分辨率为 480×272。软件开发使用 QT/Embedded 实现。

[0038] 验证本发明算法的嵌入式开发平台对拓扑数据使用邻接多重表的存储方法。通过对查找杭州剧院到杭州北站的最优路径,实验表明采用本发明算法对于最优路径的搜寻结果是正确的。

[0039] 导航路径寻优效率对比:

[0040] 方案一:对杭州市路网拓扑网格数据,使用穷举法进行分批读入内存,并进行最优路径的搜索。

[0041] 方案二:对杭州市路网拓扑网格数据,使用希尔伯特空间拓扑数据检索,并对分块数据分批读入内存,进行最优路径的搜索。

[0042] 方案三:对杭州市路网拓扑网格数据,使用本发明算法对空间拓扑数据进行检索,并对分块数据分批读入内存,进行最优路径的搜索。

[0043] 实验对比数据如下:

起始 ID	终点 ID	花费时间 (秒)		
		方案一	方案二	方案三
5	3453	8.35	3.87	2.82
2342	3564	7.96	3.09	2.41
54	4532	8.38	3.01	2.98
3423	6756	8.49	3.56	2.34
4321	5432	8.56	3.66	2.45

[0044] 在上述实验数据中,本发明算法在最优路径搜索中寻优效率是最高的。可以看出,

路网数据量越大,导航路径越复杂,寻优的速度也越快。

[0046] 本发明的实施平台为嵌入式系统,硬件核心部件为嵌入式芯片、海量路网数据存储器、工作内存。嵌入式芯片可以采用带 ARM9 内核或性能相近或以上的 MPU(Microprocessor Unit,微处理器)。海量路网数据存储器可以采用 SD 卡(Secure Digital Memory Card)、Nand Flash、电子硬盘等外部存储器。工作内存可以采用 DDR2/DDR II(Double Data Rate 2)或相近性能或以上的 SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory,同步动态随机存储器)内存。软件实施平台为在嵌入式操作系统上运行的应用程序。

[0047] 本发明算法可以采用能在上述嵌入式系统平台上运行的任意编程语言实现。

[0048] 下面以 ARM-Linux 嵌入式开发平台作为嵌入式系统为例加以详细说明。

[0049] 硬件配置如下:

[0050] MPU 芯片: S3C2440(主频 400MHz);

[0051] 操作系统与桌面应用外存:64MB Nandflash;

[0052] 海量路网数据外存: 4GB SD 卡;

[0053] 工作内存: 64MB SDRAM

[0054] LCD 彩色显示屏: 分辨率为 480×272。

[0055] 软件开发使用 QT/Embedded 工具。

[0056] 交叉开发环境和编译工具:

[0057] 主机系统:Fedora12。

[0058] 编译器版本:arm-linux-gcc/g++4.3.2。

[0059] 本实例在嵌入式系统 GUI(Graphical User Interface,图形用户界面)支持下实施本发明算法,采用 Qtopia 2.2.0 桌面作为嵌入式系统 GUI,在 Qtopia 2.2.0 桌面上的“GPS 中文导航”应用中,编程实现本发明的“嵌入式 GIS 导航路径二维流型分层寻优算法”,具体实施如下:

[0060] (1) 配置 qtopia-free-2.2.0

[0061] 配置命令为:

[0062] `$. /configure-qte '-embedded-no-xft-xplatform linux-arm-g++-qconfig qpe -depths16,32-no-qvfb-system-jpeg-gif'-qpe'-xplatform linux-arm-g++-edition pda -displaysize 240x320' -qt2 '-no-xft' -dqt '-no-xft'`

[0063] (2) 编译、安装 qtopia-free-2.2.0 桌面

[0064] 执行配置命令时,接受 Qtopia 免费版本的许可协议:

[0065] Do you accept the terms of the Qtopia Free Edition License? yes

[0066] 配置完成后,得到如下操作指示:

[0067] Qtopia is now configured.

[0068] Type "make" to build the qtopia bundle(and the tools,if required).

[0069] Type "make install" to install Qtopia.

[0070] Type "make cleaninstall" to install Qtopia after removing the image first(avoid stale files in the image).

[0071] Type "make clean" to clean the qtopia bundle.

- [0072] Type "make tools" to build the tools bundle.
- [0073] Type "make cleantools" to clean the tools bundle.
- [0074] To manually build a particular component(eg. because it failed to build)
- [0075] source the set...Env script. eg.../setQpeEnv ;cd\$QPEDIR ;make
- [0076] 执行“make”进行编译,将在以下目录中生成可执行文件和库文件:
- [0077] qtopia/bin
- [0078] qtopia/lib
- [0079] qtopia/plugins
- [0080] 字库文件在 qt2/lib/fonts/ 目录下。
- [0081] 然后执行“make install”进行安装,把所有必须的目录、文件复制到 qtopia/image/opt/Qtopia 目录下,至此编译工作完成。
- [0082] 让 qtopia 桌面在嵌入式系统上运行起来,需要制作运行脚本,实现设置环境变量的功能。Qtopia 桌面运行脚本内容如下:
- [0083] #! /bin/sh
- [0084] export set HOME = /root
- [0085] export set QTDIR = /opt/qt
- [0086] export set QPEDIR = /opt/qtopia
- [0087] export set KDEDIR = /opt/kde
- [0088] export set QWS_KEYBOARD = " USB:/dev/input/event1"
- [0089] export set QSW_MOUSE_PROTO = " TPanel:/dev/touchscreen/0"
- [0090] #export set QSW_MOUSE_PROTO = " USB:/dev/input/mouse0"
- [0091] export set PATH = \$QPEDIR/bin:\$PATH
- [0092] export set LD_LIBRARY_PATH = \$QTDIR/lib:\$QPEDIR/lib
- [0093] \$QPEDIR/bin/qpe > /dev/null 2 > /dev/null
- [0094] 上面 " #export set QWS_MOUSE_PROTO = " USB:/dev/input/mouse0 " " 和 " #export setQWS_MOUSE_PROTO = " TPanel:/dev/touchscreen/0" " 是决定使用 USB 鼠标还是触摸屏的配置语句,其中 " > /dev/nul12 > /dev/null" 决定是否在串口上面打印 qtopia 桌面的启动信息,有则不打印 qtopia 的启动信息,无则打印。
- [0095] 建立好脚本文件后将其复制到文件系统的“sbin/”目录下,然后设置其权限为可执行文件,同时修改文件系统的“etc/init.d/rcS”文件,在其中添加“qtopia&”的语句。就可以启动 Qtopia 桌面了。
- [0096] (3) 建立工程文件
- [0097] 工程文件 .pro 的建立使用命令:
- [0098] progen-t app. t-o gps. pro (gps. pro 为工程文件名),生成后需要修改
- [0099] CONFIG = qt warn_on release 为“CONFIG = qtopia warn_on release”
- [0100] (4) 编程实现“导航路径二维流型分层寻优算法”:
- [0101] 本算法可以采用任意编程语言实现,嵌入到导航软件的路径规划软件中具体实施。本实施举例采用在工程中建立算法实现文件 2DSearch. cpp 和头文件 2DSearch. h,在其中编写插槽函数实施本算法,然后将该插槽函数与 Qtopia 桌面的路径规划要求信号相连

接,达到导航路径寻优的目的。

[0102] (5) 建立 Makefile 文件

[0103] 使用如下命令来建立 Makefile 文件：

[0104] `tmake-o Makefile gps.pro(gps.pro 为工程文件名)`

[0105] 如果在程序中使用了双线程,需要手工在 Makefile 文件中的

[0106] `LIBS = $(SUBLIBS)-L$(QPEDIR)/lib-L$(QTDIR)/lib-lm-lqpe-lqtopia -lqte`
后加入 `-lpthread`

[0107] (6) 编译应用程序

[0108] 在输入了环境变量后使用 `make` 编译,生成可执行文件,例如 `gps_cn`。

[0109] (7) 移植应用程序

[0110] 移植应用程序需要 3 个文件,例如可执行文件 `gps_cn`、桌面启动器文件 `gps_cn.desktop` 和桌面图标文件 `gps`。桌面启动器文件的作用是将桌面图标、图标名称(例如“GPS 中文导航”)与可执行文件联系起来,具体内容如下：

[0111] [Desktop Entry]

[0112] `Comment = A Map Program// 说明`

[0113] `Exec = gps_cn// 可执行文件名称`

[0114] `Icon = gps// 图标名称`

[0115] `Name[] = GPS 中文导航 // 显示名称`

[0116] `Type = Application// 类型`

[0117] 移植可以分为 2 种情况,一种是将上述 3 个文件放置到文件系统中然后直接烧写到 Flash 中,另外一种是在文件系统烧写后,利用串口从放置有以上这 3 个文件的 SD 卡中拷贝到文件系统中。

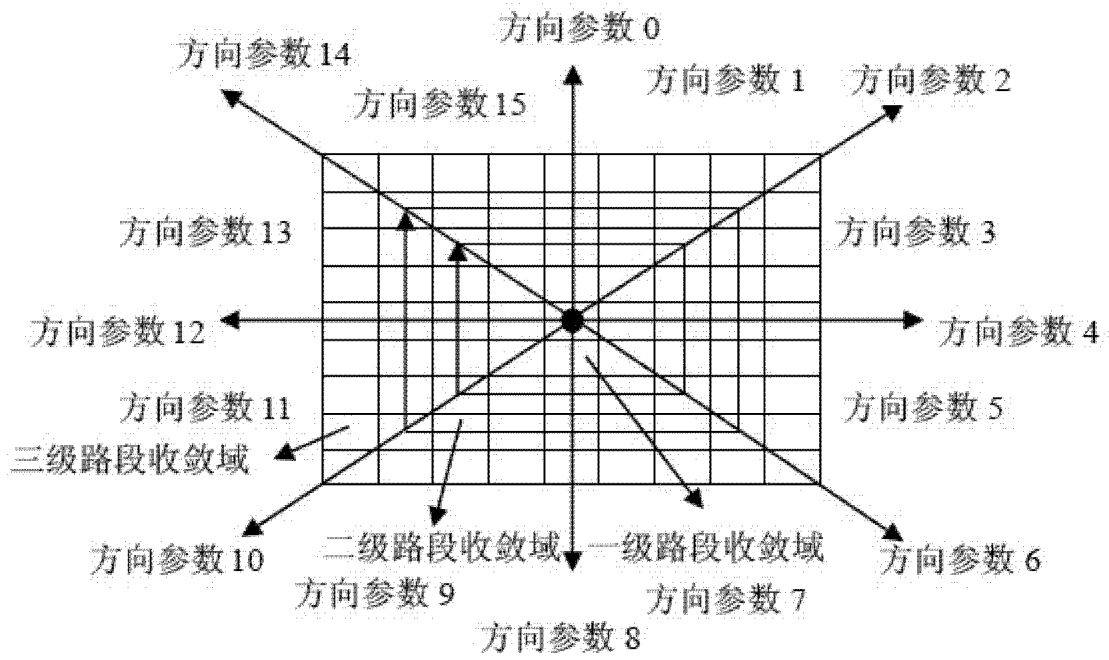


图 1

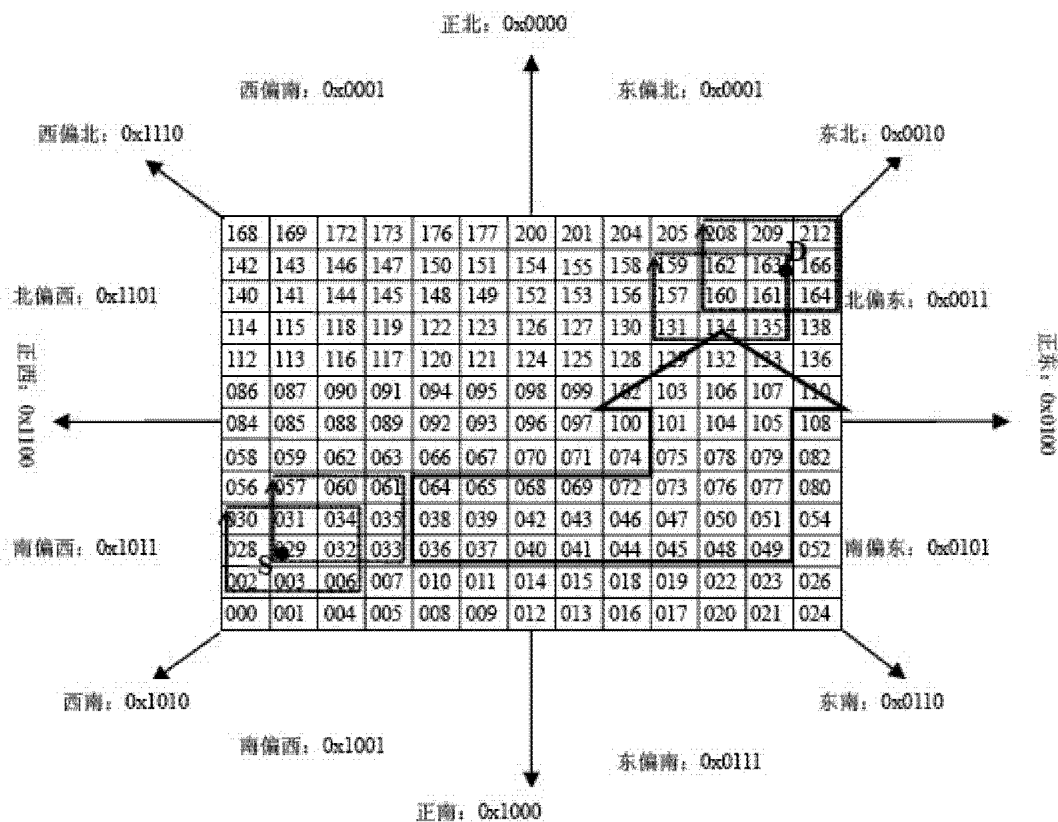


图 2

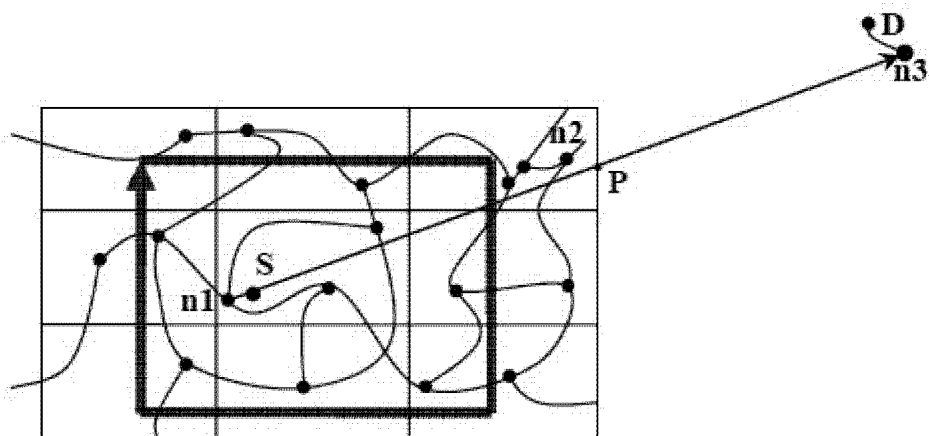


图 3