

证书号第4304742号



发明专利证书

发明名称：一种智能停车库中存取车路径规划方法、装置及存储介质

发明人：范衡;姚利;谢红辉;朱贵杰;李冲;王宇鹏

专利号：ZL 2017 1 1155275.2

专利申请日：2017年11月20日

专利权人：汕头大学

地址：515000 广东省汕头市大学路243号

授权公告日：2021年03月16日

授权公告号：CN 107992036 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第 4304742 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 11 月 20 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

汕头大学

发明人：

范衡；姚利；谢红辉；朱贵杰；李冲；王宇鹏



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107992036 A

(43)申请公布日 2018.05.04

(21)申请号 201711155275.2

(22)申请日 2017.11.20

(71)申请人 汕头大学

地址 515000 广东省汕头市大学路243号

(72)发明人 范衡 姚利 谢红辉 朱贵杰

李冲 王宇鹏

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限

公司 44202

代理人 张泽思 周增元

(51) Int. Cl.

G05D 1/02(2006.01)

G06T 7/11(2017.01)

G06T 7/136(2017.01)

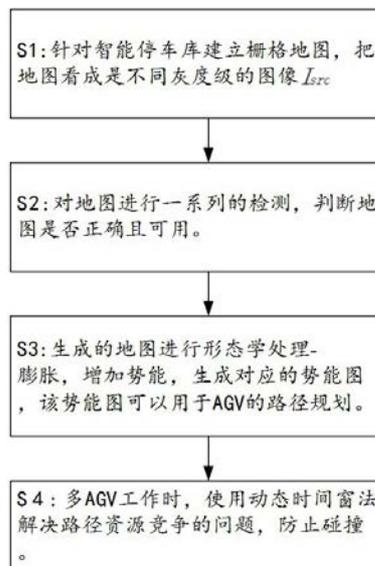
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种智能停车库中存取车路径规划方法、装置及存储介质

(57)摘要

本发明实施例公开了一种智能停车库中存取车路径规划方法,提出一种对于智能停车库环境的建模方式,并在此建模基础上结合图像处理的形态学膨胀操作实现AGV的路径规划问题,并提出基于动态时间窗法解决路径规划过程中的出现死锁、碰撞冲突等问题。解决智能停车库的环境建模问题,不再需要使用传感器来构建地图,并可以手动生成与停车场环境相似的地图用于AGV的工作。本发明实施例还提供了一种用于智能停车库中存取车路径规划的装置、存储介质,采用本发明,能够在有效避开路径资源竞争和冲突的前提下,在较短时间内顺利完成车辆的存取及停放任务。具有车辆存取自动化程度高、性价比高以及安全可靠性等优点。



1. 一种智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:对停车库中的各个元素以灰度值图像的方法进行建模,以得到二值化栅格地图;

S2:对所述栅格地图进行形态学膨胀,生成用于路径规划的泊车势能图;

S3:采用动态时间窗法解决多泊车路径资源竞争,从所述泊车势能图选取最优路径。

2. 根据权利要求1所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括以下步骤:

对所述停车库中的各个元素标记成具有对应数量灰度值的所述灰度图像,采用阈值分割方法对所述灰度图像进行预处理,以得到所述二值化栅格地图。

3. 根据权利要求2所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括以下步骤:

对所述栅格地图进行检测,并判断所述栅格地图是否正确的步骤。

4. 根据权利要求3所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述步骤S2具体还包括以下步骤:

判断所述栅格地图的进口和出口是否都有且只有一个,且进口和出口的坐标是否都在边界上,且不重合;

若是,则判断进口、出口、车位是否四连通,且每一个车位与过道四连通。

5. 根据权利要求4所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述判断进口、出口、车位是否四连通还包括以下步骤:

定义一个3*3的结构体元素;

使用所述结构体元素对所述二值化栅格地图的进口,出口以及车位进行膨胀处理,膨胀之后的位置元素若为1则是四连通的,否则所述二值化栅格地图是错误的。

6. 根据权利要求1或5所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述步骤S2还包括:

通过对所述停车库的进口处开始形态学膨胀,并不断的对每一次膨胀的位置增加其势能值;

对每次膨胀结果除去上一次形态学膨胀的像素点,并检测膨胀位置是否存在障碍物,并将障碍物和上一次的膨胀像素不再参与下一次的形态学膨胀;

不断的进行形态学膨胀并增加每个像素位置的势能值,生成所述泊车势能图。

7. 根据权利要求6所述的智能停车库中存取车路径规划方法,其特征在于,所述从所述泊车势能图选取最优路径通过以下方法进行:

从停车位势能处沿着势能下降的路径到出口即为最优路径。

8. 一种用于智能停车库中存取车路径规划的装置,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1~7任一项所述方法的步骤。

9. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1~7任一项所述方法的步骤。

一种智能停车库中存取车路径规划方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及智能停车场内存取车技术领域,尤其涉及一种用于智能停车库中AGV存取车的路径规划方法、装置及存储介质。

背景技术

[0002] 伴随科技与经济快速发展、城市规模不断扩张、城市人口密度的急剧上升、汽车保有量也急剧增加,城市停车位供应不足等问题,由此导致城市交通拥堵和停车位困难问题日益严重。那么在此背景下,如何最大限度使用有限土地资源为城市的发展提供更便捷的服务,并对与日俱增的汽车提供必要的停车位是当今许多大城市规划者亟待解决的难题,而基于AGV(Automated Guided Vehicle)的移动式智能停车库也就应运而生,且能够很好地解决了这一停车位的难题,并节省很大的土地资源,并提高了泊车效率,降低泊车事故等问题,目前也已经有许多公司在从事相关技术的研发。

[0003] 目前主要的技术是通过引导的技术,比如采用磁引导的方法为AGV导航和路径规划,需要在停车场内设置一定的轨迹和路线的磁条。或者采用激光雷达构建室内地图为AGV提供地图,这两种方法需要极大的投入与消耗。

发明内容

[0004] 本发明实施例所要解决的技术问题在于,提供一种智能停车库中存取车路径规划方法、装置及存储介质,可有效避开路径资源竞争和冲突,在较短时间内顺利完成车辆的存取及停放任务。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种智能停车库中存取车路径规划方法,包括以下步骤:

[0006] S1:对停车库中的各个元素以灰度值图像的方法进行建模,以得到二值化栅格地图;

[0007] S2:对所述栅格地图进行形态学膨胀,生成用于路径规划的泊车势能图;

[0008] S3:采用动态时间窗法解决多泊车路径资源竞争,从所述泊车势能图选取最优路径。

[0009] 进一步地,所述步骤S1具体包括以下步骤:

[0010] 对所述停车库中的各个元素标记成具有对应数量灰度值的所述灰度图像,采用阈值分割方法对所述灰度图像进行预处理,以得到所述二值化栅格地图。

[0011] 更进一步地,所述步骤S2具体包括以下步骤:

[0012] 对所述栅格地图进行检测,并判断所述栅格地图是否正确的步骤。

[0013] 更进一步地,所述步骤S2具体还包括以下步骤:

[0014] 判断所述栅格地图的进口和出口是否都有且只有一个,且进口和出口的坐标是否都在边界上,且不重合;

[0015] 若是,则判断进口、出口、车位是否四连通,且每一个车位与过道四连通。

- [0016] 更进一步地,所述判断进口、出口、车位是否四连通还包括以下步骤:
- [0017] 定义一个3*3的结构体元素;
- [0018] 使用所述结构体元素对所述二值化栅格地图的进口,出口以及车位进行膨胀处理,膨胀之后的位置元素若为1则是四连通的,否则所述二值化栅格地图是错误的。
- [0019] 更进一步地,所述步骤S2还包括:
- [0020] 通过对所述停车库的进口处开始形态学膨胀,并不断的对每一次膨胀的位置增加其势能值;
- [0021] 对每次膨胀结果除去上一次形态学膨胀的像素点,并检测膨胀位置是否存在障碍物,并将障碍物和上一次的膨胀像素不再参与下一次的形态学膨胀;
- [0022] 不断的进行形态学膨胀并增加每个像素位置的势能值,生成所述泊车势能图。
- [0023] 更进一步地,所述从所述泊车势能图选取最优路径通过以下方法进行:
- [0024] 从泊车位势能处沿着势能下降的路径到出口即为最优路径。
- [0025] 相应地,本发明实施例还提供了一种用于智能停车库中存取车路径规划的装置,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述方法的步骤。
- [0026] 相应地,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上述方法的步骤。
- [0027] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:能够通过获得对智能车库的泊车势能图和取车势能图,按照势能下降的路径搜索策略对AGV进行最优的路径规划。
- [0028] 1、本发明中,不仅阐述了如何对一个智能车库进行建模,并对停车场空间中的各种元素在使用栅格地图建模时进行标记,从而生成灰度图,用于后期的形态学膨胀处理生成势能图。
- [0029] 2、本发明中,从图像处理的角度阐述了如何生成势能图,并说明如何利用势能图中势能下降的方式给AGV规划出最优路径。
- [0030] 3、本发明中,提出了当多个AGV工作时,为每一个AGV分配优先级,在规划出最优路径后,引入动态时间窗法避免多AGV的路径资源竞争与冲突的问题。

附图说明

- [0031] 图1是本发明智能停车库中元素示意图;
- [0032] 图2为本发明结合形态学处理生成势能图的过程图;
- [0033] 图3为图2所示的地图经过形态学处理后生成的势能图;
- [0034] 图4是本发明实施例的各种元素可视化的示意图;
- [0035] 图5是图4发明实施例的势能图;
- [0036] 图6是生成势能图的流程图。

具体实施方式

- [0037] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。
- [0038] 针对目前在智能停车库中的AGV运输车路径规划的问题,本发明从对智能停车库

建模的角度,对停车场的进口、出口、障碍物、过道以及停车位,从图像处理的角度,根据不同元素生成不同的灰度级地图环境,并选择合适的结构体从形态学膨胀操作方式,把智能停车库的原始灰度级地图生成相应的泊车势能图和取车势能图,完成对泊车与取车的路径规划问题,该路径都是沿着势能下降的路径。并考虑多个AGV同时工作时路径资源竞争与冲突的问题,采用动态时间窗法有效的避开资源冲突。

[0039] 本发明实施例提供了一种智能停车库中的AGV运输车路径规划方法,使用图像处理的方法得到势能图,图4为形态学处理与势能图生成的具体实施过程,具体实施例结合图5所示解释如下:

[0040] (1) 将地图看成是一幅有5个灰度级的图像 I_{src} :进口I的灰度值为0,出口E的灰度值为1,停车位P的灰度值为2,过道X的灰度值为3,障碍物B的灰度值为4,使用阈值处理将各部分分割出来,将这5个等级的灰度值按照如下的阈值分割方法分割为二值图像:

$$[0041] \quad \text{进口: } I_I = \begin{cases} 1 & I_{src}=0 \\ 0 & I_{src} \neq 0 \end{cases}$$

$$[0042] \quad \text{出口: } I_E = \begin{cases} 1 & I_{src}=1 \\ 0 & I_{src} \neq 1 \end{cases}$$

$$[0043] \quad \text{停车位: } I_P = \begin{cases} 1 & I_{src}=2 \\ 0 & I_{src} \neq 2 \end{cases}$$

$$[0044] \quad \text{过道: } I_X = \begin{cases} 1 & I_{src}=3 \\ 0 & I_{src} \neq 3 \end{cases}$$

$$[0045] \quad \text{障碍物: } I_B = \begin{cases} 1 & I_{src}=4 \\ 0 & I_{src} \neq 4 \end{cases}$$

[0046] (2) 判断地图是否正确:

[0047] 对于上述生成的二值地图,需要判断地图的元素是否有错误,这是进行后期形态学操作的预处理工作,判断地图的进口和出口是否只有一个,且进口和出口都在边界上,且不重合。同时需要判断生成的地图的停车位是否可用,判断的方法是使用一个结构体元素检测每一个停车位与过道是否四连通。定义一个3*3的结构体se:

[0048]

0	1	0
1	1	1
0	1	0

[0049] 使用 $I_{x_dilate} = \text{imdilate}(I_x, se)$,对可行过道区域利用该结构体进行膨胀,其中 I_{x_dilate} 表示膨胀的结果, I_x 是过道二值图,se则是上表所示的十字型结构元。地图的合理性判断是对地图生成对应势能图的预处理。

[0050] (3) 使用形态学操作获得势能图的步骤:

[0051] 势能值生成分析:根据AGV的移动规则,并以图1为实例,以水平方向为X轴,以垂直方向为Y轴,那么从进口处,机器人移动第一步,能到达最远点(0,3),(1,4),(0,5),这三个点是进口位置的4邻域,在图中相应位置标注为1;机器人移动两步时可以到达的最远的

点是(0,2), (1,3) (2,4), 这些点是第一步达到最远点的4邻域, 在上图中相应位置标注为2; 依此类推, 第n步到达的最远的点的是第n-1步到达最远的点的4邻域, 在图中相应位置标注为n。得到的结果如图3。

[0052] 3.1、首先得到AGV在智能停车区域的可行过道, $I_{feasible_region}$ 是灰度值小于4的可行区域二值图:

[0053] $I_{feasible_region} = I < 4$

[0054] 3.2、机器人从进口位置走一步所达到的最远的位置是进口位置(0,4)的4连通(0,3), (1,4), (0,5), 因此, 仍然使用十字型结构体se, 使用结构体对 I_I 进行一次膨胀, I_{curr_step} 即为当前原始图像 I_I 一次膨胀的结果:

[0055] $I_{curr_step} = imdilate(I_I, se)$

[0056] 为了确保膨胀后AGV仍然在可行区域内, 所以需要计算:

[0057] $I_{curr_step} = I_{curr_step} \cap I_{feasible_region}$

[0058] 其中 I_{curr_step} 是膨胀后当前可行区域的迭代过程, 和 $I_{feasible_region}$ “与”操作, 用来除去不参与下一次膨胀的不可行区域。即 I_{curr_point} 中像素为1的点:

[0059] $I_{[1]curr_point} = I_{curr_step} - I_I$

[0060] 3.3、同样AGV走两步能到达的最远位置等价于对进行连续两次膨胀减去第一次膨胀后的位置, 每次膨胀后都要检测可行域:

[0061] $I_{curr_step} = imdilate(I_I, se) \cap I_{feasible_region}$

[0062] $I_{curr_step} = imdilate(I_{last_step}, se) \cap I_{feasible_region}$

[0063] $I_{[2]curr_point} = I_{curr_step} - I_{last_step}$

[0064] (4) 以此类推, AGV走n步到达最远位置等价于对 I_I 进行第n次膨胀减去对 I_I 进行第n-1次膨胀后的位置(每次膨胀后将结果图与 $I_{feasible_region}$ 进行“与”操作确保机器人在可行区域中), $I_{[n]curr_point}$ 用来表示AGV走了n步所能达到的可行区域:

[0065] $I_{[n]curr_point} = I_{curr_step} - I_{last_step}$

[0066] (5) 将每一步得到的 $I_{[i]curr_point}$ 表示AGV行走第i步达到的可行区域, 乘以对应的步数i叠加在一起得到势能图 I_{energy_map} :

$$I_{energy_map} = \sum_{i=1}^n i * I_{[i]curr_point}$$

[0067] 具体的实现结果如图5, 使用同样的方法可以得到以出口为零势能的势能图用于搜索停车位到出口的路径。

[0068] (6) 根据泊车势能图在智能停车库中的路径规划策略沿着坐标位置势能下降的顺序即为最优路径, 那么, 对于取车路径规划的问题, 同样适用沿着势能下降的顺序, 可以为取车AGV规划出最优路径。

[0069] 路径搜索策略: 根据图3所示, 标注了第n步能到达的最远位置, 该图上标注出了从每一点到进口位置所需要的最少的步数, 比如在右上角(5,1)号停车位到进口位置的最少步数是10, 如果将每个位置上标注的步数看作是一种势能, 则图3称为势能图, 那么从停车位到进口位置的最优路径是路径上所有位置的势能和最小的路径, 例如: 停车位(5,1)势能顺序为10→(5,0)、势能为9→(4,0)、势能8→(3,0)、势能7→(2,0)、势能6→(1,0)、势能5→(0,0)、势能4→(0,1)、势能3→(0,2)、势能2→(0,3)、势能1→进口位置(0,4)势能0,

从停车位到进口的路径的搜索方法是停车机器人每走一步都是往比当前位置势能小的方向走,最终能到达势能为0的进口位置。

[0070] 在过程中如果有多个AGV同时运行,便为给每一辆AGV分配优先级结合动态时间窗法,解决路径资源的竞争与冲突的问题,以达到快速且高效的存取车。

[0071] 本发明实施例还提供了一种智能停车库中存取车路径规划的装置,可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述一种用于图像相似度比对的装置可包括,但不仅限于处理器、存储器。本领域技术人员可以理解,所述示意图仅仅是一种智能停车库中存取车路径规划的装置,并不构成对一种智能停车库中存取车路径规划的限定,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,例如所述一种智能停车库中存取车路径规划的装置还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0072] 所述处理器可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等,所述处理器是所述一种智能停车库中存取车路径规划的控制中心,利用各种接口和线路连接整个一种智能停车库中存取车路径规划的各个部分。

[0073] 所述存储器可用于存储所述计算机程序和/或模块,所述处理器通过运行或执行存储在所述存储器内的计算机程序和/或模块,以及调用存储在存储器内的数据,实现所述一种智能停车库中存取车路径规划的各种功能。所述存储器可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序(比如声音播放功能、图像播放功能等等);存储数据区可存储根据手机的使用所创建的数据(比如音频数据、电话本等等)等。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如硬盘、内存、插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)、至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

[0074] 所述一种智能停车库中存取车路径规划的模块/单元如果以软件功能单元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,本发明实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0075] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

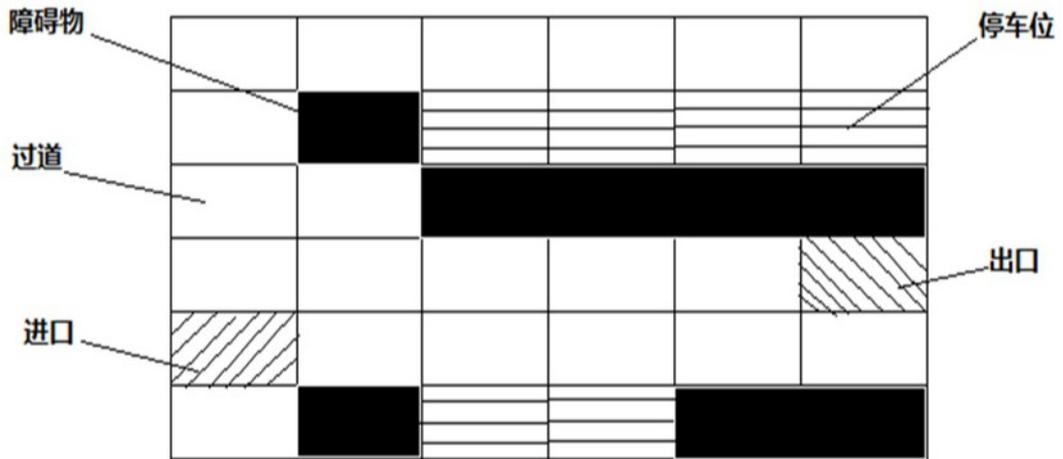


图 1

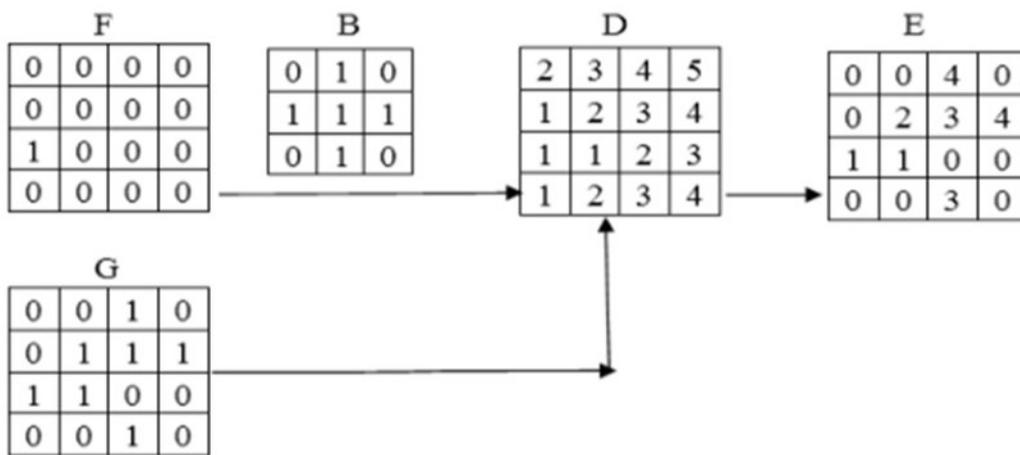


图 2

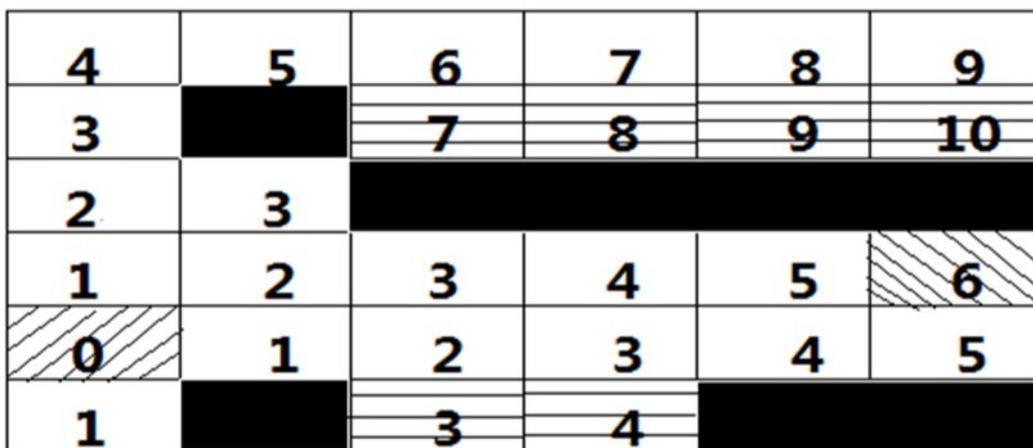


图 3

P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P	P	B		B	P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P	P	B		B	P	P	P	P	P	P	P	P
I																			
B		B	B	B															
P		P	P			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
P		P	P																
P		P	P			B	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
P		P	P			B	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
P		P	P																
P		P	P																
P		P	P			B	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
P		P	P			B	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
P		P	P																
B		B	B							B	B								E
										B	B								
P	P	P	P	P	B		B	P	P	P	P	P	P	P	B				

图 4

25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
									0	14	15	0							
									0	13	14	0							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	3	0	0	0	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4				9	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5				10	9	10													
6				11	10		0												
7				12	11		0												
8				13	12														
9				14	13														
10				15	14			0											
11				16	15			0											
12				17	16														
0	13	0	0	18	17					0	0								
15	14	15	16	17	18					0	0								
16	15	16	17	18	19														
				0		0													

图 5

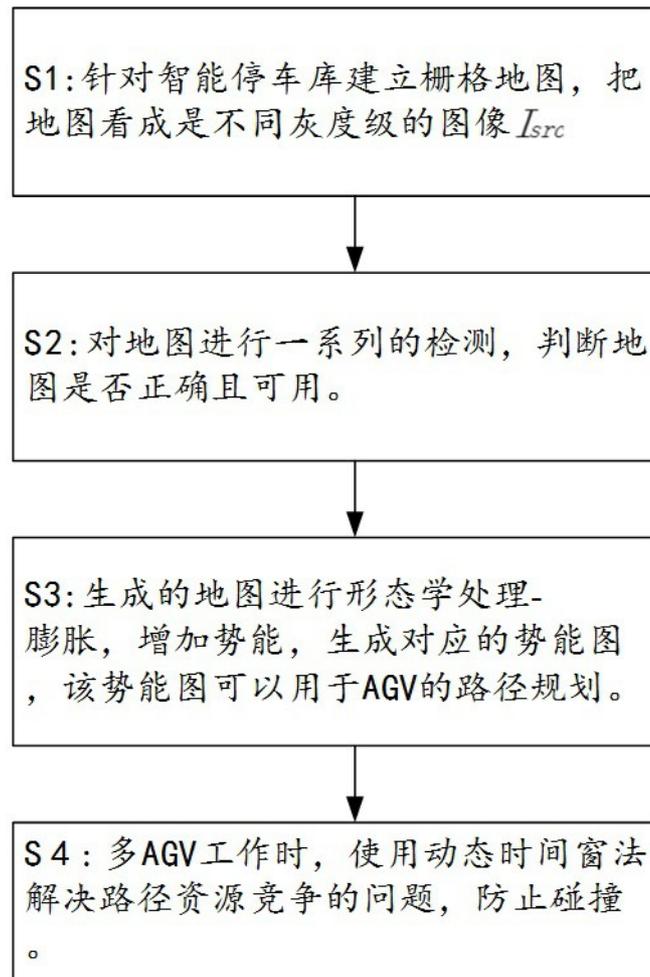


图6