



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109976320 A
(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201711441555.X

(22)申请日 2017.12.27

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 王智凝 刘意杨 白洪飞 邢韵
杨仁枫 曾鹏

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 李巨智

(51)Int.Cl.
G05D 1/02(2006.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

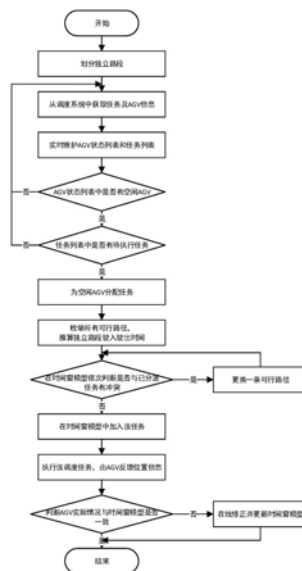
(54)发明名称

一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,根据车间布局信息和路径信息,提取AGV的操作点位,并通过操作点位划分独立路段;调度系统实时更新AGV状态列表和实时任务列表,并为空闲AGV分配实时任务列表中任务,并告知AGV起点和终点;建立可行路径列表,判断是否有可行路径,在时间窗模型中添加该可行路径对应的任务,AGV执行该任务,并实时反馈当前AGV位置信息;判断当前AGV位置信息与时间窗模型中AGV的位置信息是否一致,在线修正时间窗模型,并同步更新。本发明减少由于实际误差造成的误差累积,解决了多AGV的路径冲突问题,是一种新的适用于任意环境、任意数量AGV的动态路径规划解决方案,适合推广使用。

CN 109976320 A



1. 一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1:根据车间布局信息和路径信息,提取AGV的操作点位,并通过操作点位划分独立路段;

步骤2:调度系统实时更新AGV状态列表和实时任务列表,并为空闲AGV分配实时任务列表中第一个任务,并告知AGV当前任务的起点和终点;

步骤3:根据任务的起点和终点,建立可行路径列表,并判断该可行路径列表中是否有可行路径,如果是,则执行步骤4,否则等待分配新任务;

步骤4:在时间窗模型中添加该可行路径对应的任务,给AGV发送指令,AGV执行该任务,并实时反馈当前AGV位置信息;

步骤5:判断当前AGV位置信息与时间窗模型中AGV的位置信息是否一致,如果是,则继续执行任务,否则在线修正时间窗模型,并同步更新。

2. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述独立路段为连通两个相邻操作点位的路段。

3. 根据权利要求1或2所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述操作点位包括工位点、仓库点、转弯点、定位点、充电点和备用点。

4. 根据权利要求3所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述工位点是需要进行上料和下料操作的AGV进行上料或下料操作的区域,包括上料区和下料区,上料区和下料区可以共用同一区域或者为相对独立区域;

上料区,用于存放AGV从前一个工序运输来待加工的货物;

下料区,用于存放该工位加工之后待取走的货物。

5. 根据权利要求3所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述仓库点为用于存放各个工位点所需运送件的区域。

6. 根据权利要求3所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述转弯点为AGV需要执行转弯命令的区域,包括L型转弯点、T型转弯点和十字型转弯点。

7. 根据权利要求3所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述定位点为在长直路段中识别AGV信息的区域,用于当AGV经过定位点时,反馈AGV当前位置。

8. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述AGV状态列表用于实时维护各个AGV的运行状态,根据AGV的剩余任务时间按由小到大排序,且将无任务的AGV排在有任务的AGV之前;所述各个AGV的运行状态包括速度、电量、当前位置、当前有无任务。

9. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述实时任务列表包括AGV所需执行的任务,且任务按照优先级排序,优先级相同的任务按照收到任务时间先后排序。

10. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述可行路径列表用于根据任务的起点和终点,枚举所有可行路径,并按照可行路径总长度由短到长排序,并用独立路段的序列形式表示。

11. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述判断该可行路径列表中是否有可行路径包括以下过程:

对可行路径列表中的可行路径依次进行判断,判断内容为:根据推算出的各个独立路段的驶入时间和驶出时间,在时间窗模型中逐个判断是否冲突;

如果存在不冲突路径,则该可行路径列表中有可行路径,如果不存在,则该可行路径列表中无可行路径。

12. 根据权利要求1所述的基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,其特征在于:所述在线修正时间窗模型为:依次修改在当前时间点还未执行的任务,根据反馈的当前时间点的AGV位置信息与时间窗模型中的AGV位置信息对比:

如果提前,则在时间窗模型中对当前时间点还未执行的任务按照该提前量进行提前修正;

如果滞后,则在时间窗模型中对当前时间点还未执行的任务按照该滞后量进行滞后修正。

一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法

技术领域

[0001] 本发明涉及AGV路径规划领域,具体地说是一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法。

背景技术

[0002] 随着工业4.0与中国制造2025的到来,制造业,尤其是离散制造业的自动化、信息化的发展成为了企业转型升级的方向。自动导引小车(Automated Guided Vehicle,AGV)是离散制造业实现自动化和信息化的重要手段。针对离散制造业中面向柔性生产的特点,各个工位需要具备一定的灵活性,传统的传送带、人力推车等物流运输方式效率低下,不能满足柔性生产的需求,在仓库、车间以及各工位之间使用AGV成为大势所需。

[0003] 在物流运输中,同时使用多台AGV就必须考虑如何避免AGV之间相互碰撞的问题。利用时间窗对车间进行整体的时空规划,即确定运输任务后,在给AGV分配路径时,提前预知可能发生冲突的路段,提前避开。但是多AGV实际运行中,可能会由于种种原因导致行驶时间与预测时间有误差,随着调度系统运行时间越来越长,误差也会累积,导致调度系统与实际情况产生严重偏差。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,以缩小产生的误差,提高调度系统的准确性和效率。结合现场反馈回来的实际信息,对时间窗规划的结果进行在线修正,减少了由于实际误差造成的误差累积,解决了多AGV的路径冲突问题。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于时间窗在线修正的多AGV路径规划方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤1:根据车间布局信息和路径信息,提取AGV的操作点位,并通过操作点位划分独立路段;

[0008] 步骤2:调度系统实时更新AGV状态列表和实时任务列表,并为空闲AGV分配实时任务列表中第一个任务,并告知AGV当前任务的起点和终点;

[0009] 步骤3:根据任务的起点和终点,建立可行路径列表,并判断该可行路径列表中是否有可行路径,如果是,则执行步骤4,否则等待分配新任务;

[0010] 步骤4:在时间窗模型中添加该可行路径对应的任务,给AGV发送指令,AGV执行该任务,并实时反馈当前AGV位置信息;

[0011] 步骤5:判断当前AGV位置信息与时间窗模型中AGV的位置信息是否一致,如果是,则继续执行任务,否则在线修正时间窗模型,并同步更新。

[0012] 所述独立路段为连通两个相邻操作点位的路段。

[0013] 所述操作点位包括工位点、仓库点、转弯点、定位点、充电点和备用点。

[0014] 所述工位点是需要进行上料和下料操作的AGV进行上料或下料操作的区域,包括

上料区和下料区,上料区和下料区可以共用同一区域或者为相对独立区域;

[0015] 上料区,用于存放AGV从前一个工序运输来待加工的货物;

[0016] 下料区,用于存放该工位加工之后待取走的货物。

[0017] 所述仓库点为用于存放各个工位点所需运送件的区域。

[0018] 所述转弯点为AGV需要执行转弯命令的区域,包括L型转弯点、T型转弯点和十字型转弯点。

[0019] 所述定位点为在长直路段中识别AGV信息的区域,用于当AGV经过定位点时,反馈AGV当前位置。

[0020] 所述AGV状态列表用于实时维护各个AGV的运行状态,根据AGV的剩余任务时间按由小到大排序,且将无任务的AGV排在有任务的AGV之前;所述各个AGV的运行状态包括速度、电量、当前位置、当前有无任务。

[0021] 所述实时任务列表包括AGV所需执行的任务,且任务按照优先级排序,优先级相同的任务按照收到任务时间先后排序。

[0022] 所述可行路径列表用于根据任务的起点和终点,枚举所有可行路径,并按照可行路径总长度由短到长排序,并用独立路段的序列形式表示。

[0023] 所述判断该可行路径列表中是否有可行路径包括以下过程:

[0024] 对可行路径列表中的可行路径依次进行判断,判断内容为:根据推算出的各个独立路段的驶入时间和驶出时间,在时间窗模型中逐个判断是否冲突;

[0025] 如果存在不冲突路径,则该可行路径列表中有可行路径,如果不存在,则该可行路径列表中无可行路径。

[0026] 所述在线修正时间窗模型为:依次修改在当前时间点还未执行的任务,根据反馈的当前时间点的AGV位置信息与时间窗模型中的AGV位置信息对比:

[0027] 如果提前,则在时间窗模型中对当前时间点还未执行的任务按照该提前量进行提前修正;

[0028] 如果滞后,则在时间窗模型中对当前时间点还未执行的任务按照该滞后量进行滞后修正。

[0029] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0030] 本发明对时间窗规划的结果进行在线修正,减少了由于实际误差造成的误差累积,提高调度系统的准确性和效率。

附图说明

[0031] 图1是本发明的方法流程图;

[0032] 图2是本发明数据关联图;

[0033] 图3是示例地图模型图;

[0034] 图4是时间窗冲突示意图;

[0035] 图5是时间窗冲突规划示意图;

[0036] 图6是时间窗AGV位置反馈在线修正示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0038] 本发明包括以下步骤：

[0039] (1) 根据车间布局和路径信息，提取出AGV需要操作（停靠、改变方向、充电或者反馈信息）的点位，包括：工位点、仓库点、拐弯点、定位点、充电点和备用点。

[0040] 工位点：车间中需要由AGV进行上下料的设备都需要布置工位点，工位点分为上料区和下料区。其中上料区用于存放AGV从前一个工序运输来待加工的货物；下料区用于存放该工位加工之后待取走的货物。对于调度算法而言，在分配任务的时候统一分配成工位点，但是在给AGV发指令的时候，要根据送料任务还是取料任务分派不同的位置点。

[0041] 仓库点：仓库中用于存放各个工位所需的原材料、半加工品以及成品。仓库点是AGV运输过程中的起点，从仓库中拿取原材料送入第一个加工单元；仓库点也是AGV运输过程中的终点，从最后一个加工单元得到的成品也要放入仓库点。仓库点只是分派任务中的一个统一称谓，AGV具体执行任务时，会根据仓库中的储料情况以及位置信息分派具体位置坐标信息给AGV执行。

[0042] 拐弯点：AGV在拐弯点的时候需要进行拐弯操作，拐弯点可以根据能够拐弯方向的数量分为L型、T型和十字型。在拐弯点，AGV需要执行转弯命令，故对于以上三种类型的拐弯点，处理方式也不同。在L型拐弯点，只需要考虑来自对面方向的冲突；在T型拐弯点，需要考虑两个方向的冲突；在十字型拐弯点，需要考虑其他3个方向的冲突。

[0043] 定位点：在较长的直线路段上加装位置传感器，反馈AGV驶入、驶出路段的时间以及用于识别AGV的信息。当AGV行驶在较长的直线路段时，从AGV驶入到驶出的时间太长，调度系统难以得到在此期间内发生报警或者碰撞等突发信息，故需添加定位点。

[0044] 充电点：用于AGV充电停靠，AGV在充电点反馈电量信息，电量信息是调度系统需要考虑的其中一个因素。

[0045] 备用点：预留一些备用点用于AGV临时调度停靠，增加调度系统灵活性。

[0046] (2) 调度系统需要实时维护AGV状态列表和一个任务实时列表。

[0047] a. AGV状态列表：实时维护各个AGV的运行状态，包括速度、电量、当前位置、当前有无任务。按照剩余任务时间排序，无任务的AGV排列在最前。

[0048] b. 任务实时列表：根据任务优先级排列所有需要调度的任务，若优先级相同，则按照时间先后排序。

[0049] 当AGV状态列表显示有空闲（未分派任务）的AGV小车时，调度系统会为该AGV分配任务实时列表中最前面的任务，并告知该任务的起点、终点。

[0050] (3) 对于调度系统下发的给定起点和终点的任务，从AGV当前位置起，枚举出全部可行的路径，存入可行路径列表。根据AGV速度，计算出通过每个独立路段的时间，并推算每个独立路段驶入和驶出时间。

[0051] 可行路径列表：按照可行路径总长度从短到长排序，并用独立路段的序列形式记录。

[0052] (4) 在时间窗模型中，对(3)中的任务提出的每个独立路段，验证其可行性，即根据推算出的每个独立路段的驶入和驶出时间，在时间窗模型中逐个进行判断。

[0053] a. 若无冲突，则进入(5)。

[0054] b. 若计划的某个独立路段与已经分派任务的时间窗模型冲突，则从可行路径列表

中提取未判断过的第一条(剩余可行路径中距离最短)路径继续进行判断。如果存在不冲突的可行路径,则进入(5);如果所有可行路径都存在冲突,则给AGV发送等待指令。

[0055] (5) 在时间窗模型中添加该任务,给AGV发送指令,AGV执行该任务。

[0056] (6) AGV途径(1)中各点位时,反馈位置信息,动态修改AGV状态列表。

[0057] (7) 根据(6)中信息动态修正时间窗,顺次修改在当前时间点还未执行的任务,根据反馈信息提前或推迟,该过程即为在线修正过程。

[0058] 如图1所示为本发明的方法流程图。

[0059] 步骤S1:划分独立路段,部署车间的布局和路径信息,提取AGV的操作点位,通过点位划分出AGV相互独立的运行路段。

[0060] 步骤S2:从调度系统中获取任务及AGV信息和任务信息。AGV信息包括AGV运行速度、当前位置、当前有无任务。任务信息包括AGV的起点和终点信息,任务ID,任务优先级。通过上述信息可计算AGV通过每个独立路段的时间,是推算AGV驶入、驶出每个独立路段的前提。

[0061] 步骤S3:实时维护AGV状态列表和任务列表。根据加装在现场点位中的传感器反馈回来的AGV的位置信息,动态修改AGV状态列表,追踪任务执行状态,并结合调度系统下发的任务指令实时更新任务列表。

[0062] 步骤S4:判断AGV状态列表中是否有空闲AGV,若有则进入步骤S5,若无则返回步骤S2。

[0063] 步骤S5:判断任务列表中是否有待执行任务,若有则进入步骤S6,若无则返回步骤S2。

[0064] 步骤S6:为空闲AGV分配任务,主要包括AGV运行的起点和终点信息。

[0065] 步骤S7:枚举该任务所有可行路径,并推算出独立路段的驶入驶出时间。

[0066] 步骤S8:在时间窗模型依次判断,每一条可行路径加入到时间窗模型中,是否与已分派任务冲突,若有冲突则更换另一条可行路径,即返回S8,若无冲突则进入步骤S9。

[0067] 步骤S9:在时间窗模型中加入该任务,并且根据推算出的各个独立路段的驶入驶出时间,更新时间窗。

[0068] 步骤S10:执行该调度任务,并实时监控AGV的反馈位置信息。

[0069] 步骤S11:判断AGV实际位置信息是否与时间窗模型一致,若不一致则在线修正时间窗模型并同步更新,若一致则继续执行该调度任务直到AGV到达目标点。

[0070] 如图2所示是本发明数据关联图。

[0071] 实时任务列表提供任务的起点、终点以及优先级等信息,同时结合场地环境所提供的车间布局和路径信息,构建AGV的可行路径列表;在时间窗模型中规划各AGV的执行指令,并依据AGV状态列表实时提供的位置反馈信息,对时间窗进行在线修正,对尚未执行的安排依次修正,提前或者推迟。

[0072] 所述的场地环境包括车间布局和路径信息,AGV反馈的位置信息以及系统返回的任务信息。

[0073] 所述的AGV状态列表,实时维护各个AGV的运行状态,包括速度、电量、当前位置、当前有无任务。按照剩余任务时间排序,无任务的AGV排列在最前。

[0074] 所述的实时任务列表,包括起点终点信息,运行优先级等。根据任务优先级排列所

有需要调度的任务,若优先级相同,则按照时间先后排序。

[0075] 所述的可行路径列表,从AGV当前位置起,枚举出全部可行的路径,存入可行路径列表。并根据AGV速度,计算出通过每个独立路段的时间,并推算每个独立路段驶入和驶出时间。

[0076] 所述的时间窗模型,对任务列表中任务包含的每个独立路段,根据推算出的每个独立路段的驶入和驶出时间,在时间窗模型中逐个进行判断。

[0077] 所述的实际运行环境,通过现场传感器直接采集AGV的运行位置。

[0078] 如图3所示为本发明的示例地图模型图。

[0079] 包括A1至A16,共16个工作点,各点的距离信息如图所示。假设AGV1和AGV2在运行过程中保持同一速度匀速运动,那么AGV的运行时间和路程成正比,在工作点停留的时间忽略不计。

[0080] 如图4所示为本发明的时间窗冲突示意图。

[0081] 举例说明时间窗任务冲突。以两台AGV调度情况为例,图中AGV1首先接到任务,从A1点运行到A12点,AGV2由2t时间开始由A5点运行到A15点。针对调度系统下发的给定起点和终点的任务,可以枚举出两台AGV从当前位置起,全部可行的路径,并依据时间原则,将AGV通过每个独立路段的时间标注在时间窗模型中。如图4所示,在时间窗的重叠处,两辆AGV在9t出现了任务冲突情况,即在该时刻,两辆AGV可能运行在同一路段,可能引发碰撞事故。

[0082]

| | |
|------|-----------------------------|
| AGV1 | 路径 A1—A2—A3—A7—A11—A12 |
| | 时间 0t--2t--6t--9t--11t--17t |
| AGV2 | 路径 A5—A6—A7—A11—A15 |
| | 时间 2t--4t--8t--10t--11t |

[0083] 表1

[0084] 如图5所示为本发明的时间窗冲突规划示意图。

[0085] 举例说明时间窗冲突规划方法。以图3所述的任务冲突为例,依据任务优先级,对AGV2进行修订,从可行路径列表中提取一条新的路径,重新进行判断,避免在同一时段与AGV1运行在同一路段。将最优路径更新到任务列表中,实现AGV的冲突处理。

[0086]

| | |
|------|-----------------------------|
| AGV1 | 路径 A1—A2—A3—A7—A11—A12 |
| | 时间 0t--2t--6t--9t--11t--17t |
| AGV2 | 路径 A5—A6—A10—A14—A15 |
| | 时间 2t--4t--6t--7t--11t |

[0087] 表2

[0088] 如图6所示为本发明的时间窗AGV位置反馈在线修正示意图。

[0089] 根据AGV1提供的位置反馈,到达A3位置的实际时间为7T,比原计划延迟的1T,那么在此时,时间窗内尚未执行的路径,统一延迟1T的时间,保证系统调度的稳定运行。

[0090] 综上所述,本发明针对多AGV实时在线路径规划问题,提出了一种基于时间窗的在线规划方法。利用时间窗对现场多AGV进行整体路径规划,并通过各路径点反馈的AGV实际位置信息对路径规划方法进行在线修正。首先将场地路径划分成若干互相独立互不重叠的路径段,在每个路线段的起点和终点加装传感器,能够获得AGV驶入该路段的信息。并在在时间窗模型中,把任意给定起点和终点的调度任务分解成若干互相独立的路段,结合AGV的速度,计算AGV在各个独立路段占用的时间,同时检测该任务的各个路段在空间规划的可行性。根据各个独立路段反馈回来的AGV驶入驶出信息,对时间窗模型进行在线修正,减少由于实际误差造成的误差累积,解决了多AGV的路径冲突问题。这是一种新的适用于任意环境、任意数量AGV的动态路径规划解决方案,适合推广使用。

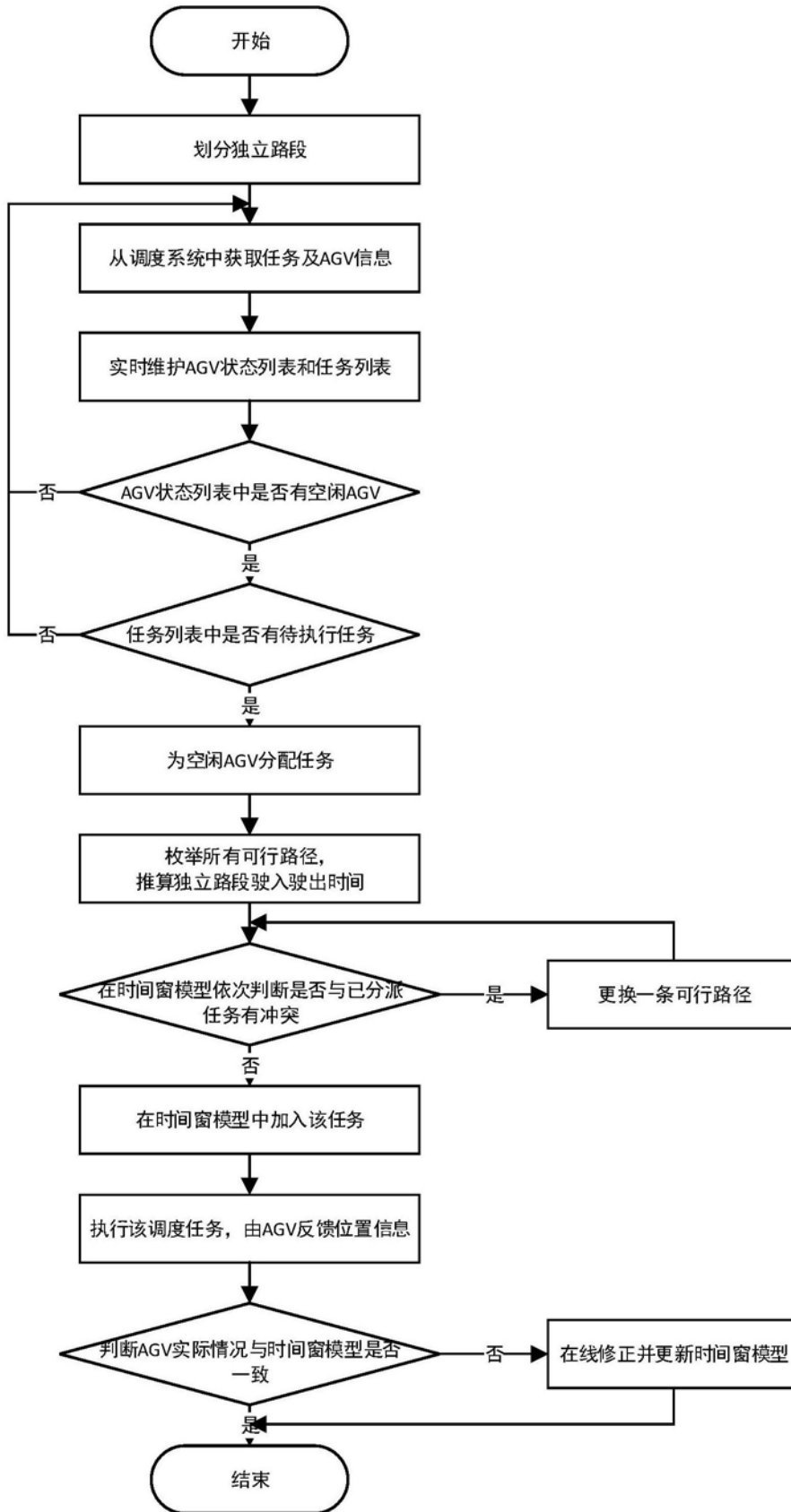


图1

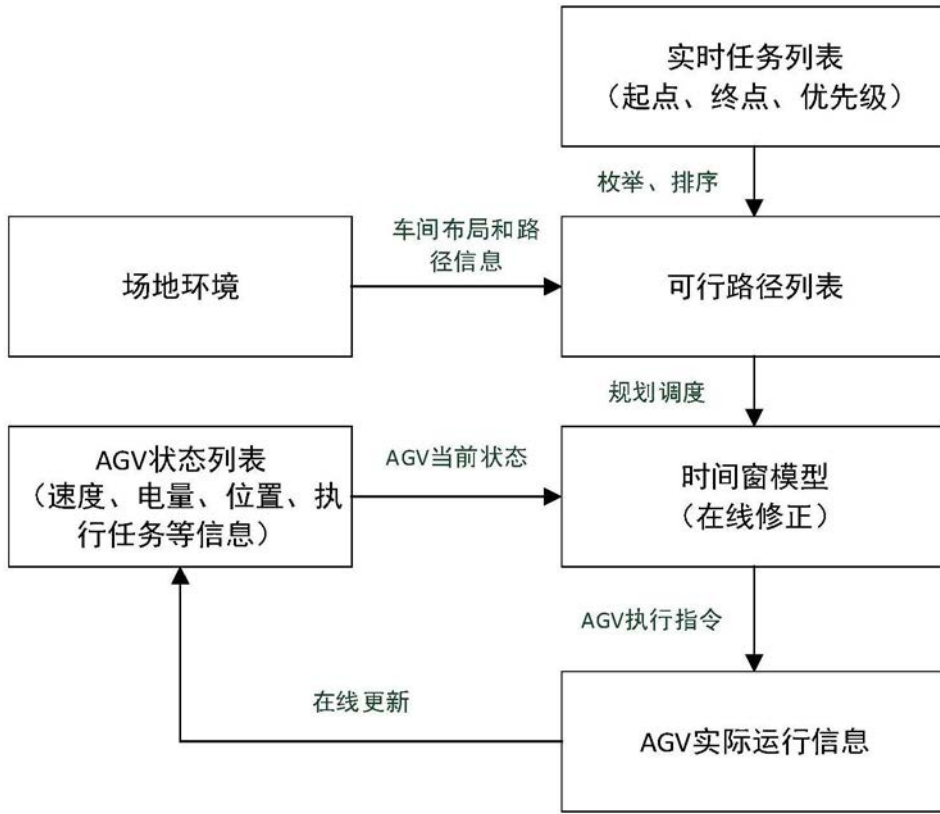


图2

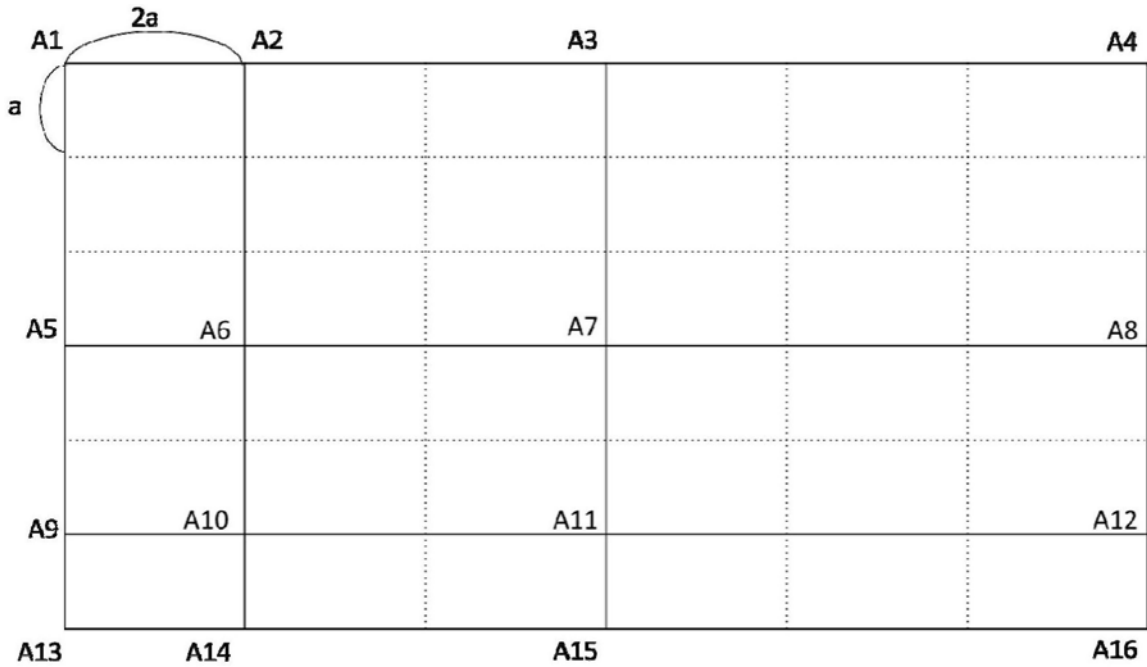


图3

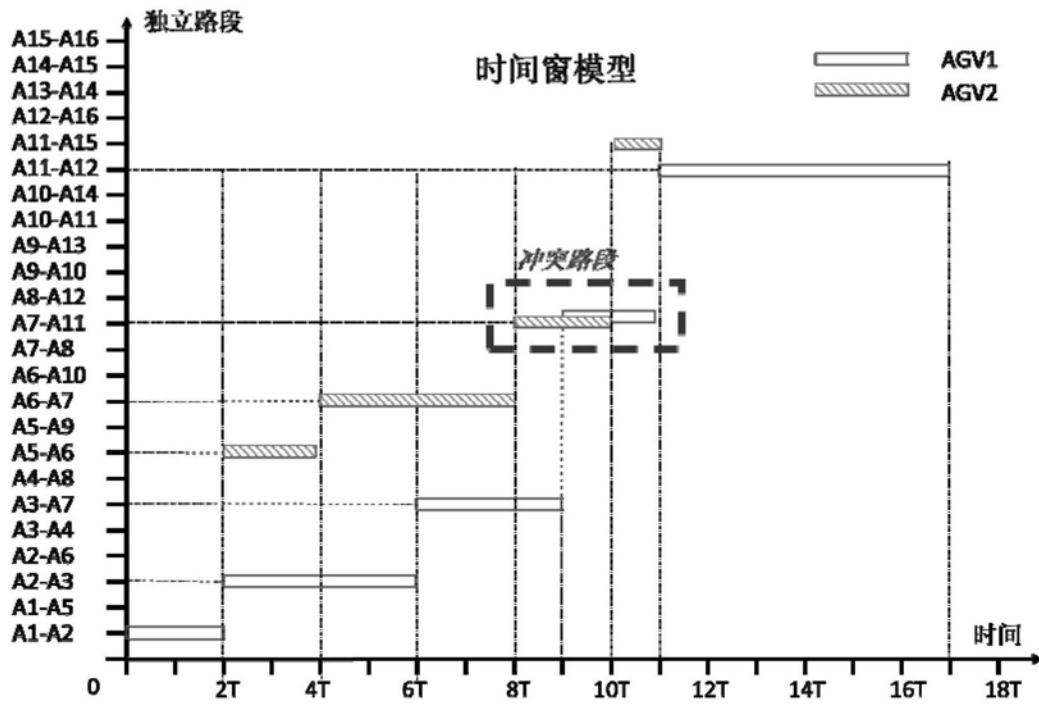


图4

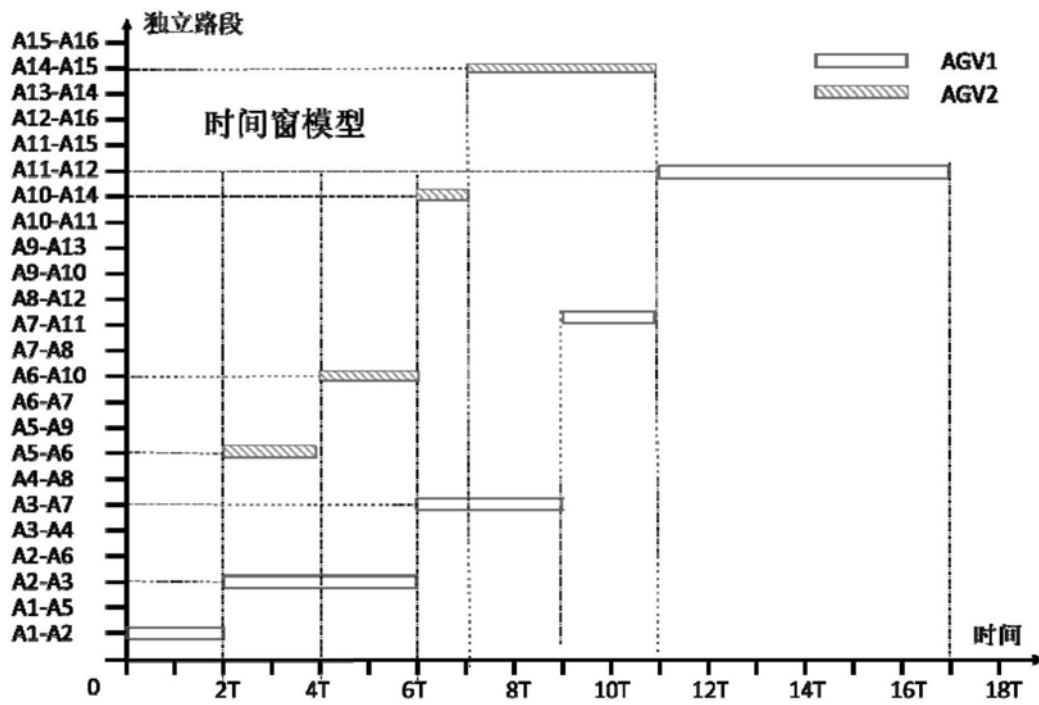


图5

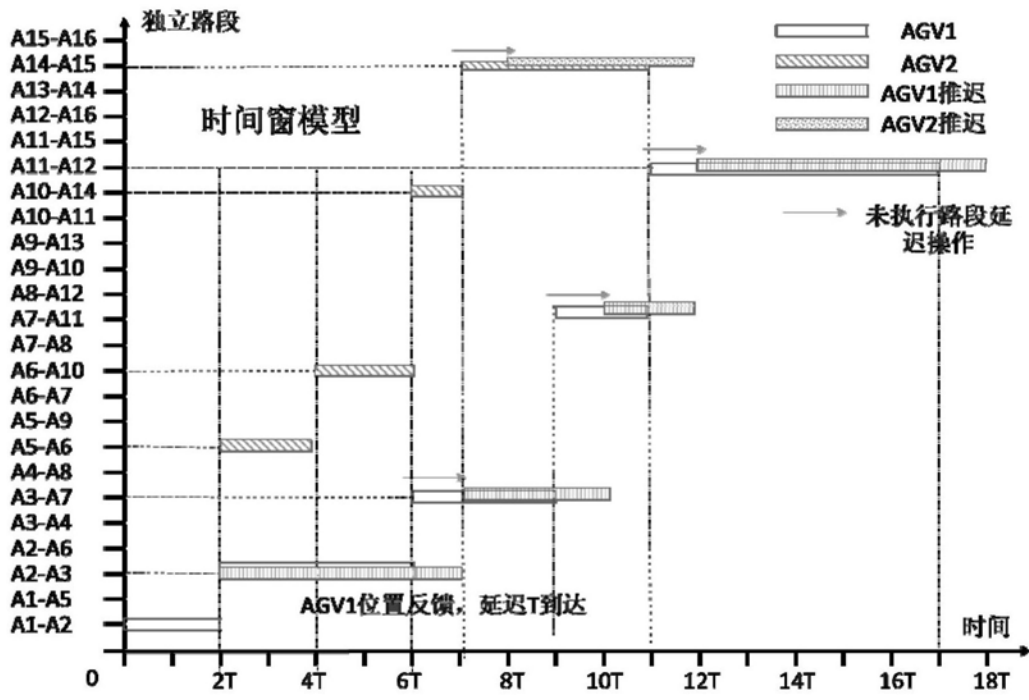


图6