



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111596658 A

(43)申请公布日 2020.08.28

(21)申请号 202010392358.9

(22)申请日 2020.05.11

(71)申请人 东莞理工学院

地址 523000 广东省东莞市松山湖科技产业园区大学路1号

(72)发明人 林盛鑫 刘华珠 陈雪芳 廖春萍

(74)专利代理机构 北京汇彩知识产权代理有限公司 11563

代理人 王敬波

(51)Int.Cl.

G05D 1/02(2020.01)

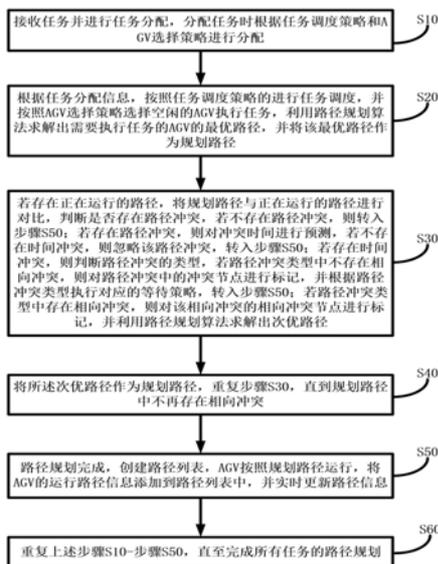
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统

(57)摘要

本发明公开了一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统,所述路径规划方法采用基于优先级的任务调度策略进行调度,可以合理地分配任务,有效提高调度系统的效率,同时采用基于优先级的AGV选择策略,并通过A*算法求出各AGV的最优路径,从而使得运行路径相对畅通,有效减少AGV等待时间,从而提高整个系统运行效率。本发明提供的多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统,能够广泛运用于制造业生产工厂,替代传统的人工搬运和传送带运输,加速工厂的智能化改造,减低劳动成本大大提高生产效率。



1. 一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法,其特征在于,所述路径规划方法包括:

S10、接收任务并进行任务分配,分配任务时根据任务调度策略和AGV选择策略进行分配;

S20、根据任务分配信息,按照任务调度策略的进行任务调度,并按照AGV选择策略选择空闲的AGV执行任务,利用路径规划算法求解出需要执行任务的AGV的最优路径,并将该最优路径作为规划路径;

S30、若存在正在运行的路径,将规划路径与正在运行的路径进行对比,判断是否存在路径冲突,若不存在路径冲突,则转入步骤S50;

若存在路径冲突,则对冲突时间进行预测,若不存在时间冲突,则忽略该路径冲突,转入步骤S50;若存在时间冲突,则判断路径冲突的类型,若路径冲突类型中不存在相向冲突,则对路径冲突中的冲突节点进行标记,并根据路径冲突类型执行对应的等待策略,转入步骤S50;若路径冲突类型中存在相向冲突,则对该相向冲突的相向冲突节点进行标记,并利用路径规划算法求解出次优路径;

S40、将所述次优路径作为规划路径,重复步骤S30,直到规划路径中不再存在相向冲突;

S50、路径规划完成,创建路径列表,AGV按照规划路径运行,将AGV的运行路径信息添加到路径列表中,并实时更新路径信息;

S60、重复上述步骤S10-步骤S50,直至完成所有任务的路径规划。

2. 根据权利要求1所述的路径规划方法,其特征在于,所述步骤S10中,所述任务调度策略包括:对任务进行优先级分配,建立任务列表,根据任务优先级的高低顺序进行排列,形成任务等待队列,若任务优先级相同,则根据任务的发布先后顺序进行排列,在任务调度时,根据任务列表的排列顺序依次调度。

3. 根据权利要求2所述的路径规划方法,其特征在于,所述任务调度策略还包括:设置一计时器,在利用路径规划算法求解最优路径时开启该计时器,当计时达到预设时间后,根据任务列表的排列顺序开启下一个任务调度。

4. 根据权利要求1所述的路径规划方法,其特征在于,所述步骤S10中,所述AGV选择策略包括:历遍所有空闲AGV,根据AGV当前位置点和任务转载点,利用路径规划算法求解出各空闲AGV的最优路径,通过对比各个空闲AGV的最优路径,选择运行距离最短的空闲AGV作为最优的AGV执行任务。

5. 根据权利要求4所述的路径规划方法,其特征在于,所述AGV选择策略还包括:AGV在接受任务调度前,对其进行电量检测,若AGV的电量低于预设值,则对该AGV进行充电,直到该AGV的电量大于或等于预设值才可接受任务调度。

6. 根据权利要求1所述的路径规划方法,其特征在于:所述步骤S30中,所述路径冲突类型包括追击冲突、节点冲突和相向冲突;

所述路径冲突类型对应的等待策略为:

若为追击冲突,后运行的AGV停止运行,待先运行的AGV运行到安全距离后再运行;

若为节点冲突,则对AGV进行优先级分配,在将要发生节点冲突时,判断各AGV的优先级,优先级低的AGV停止运行,待优先级高的AGV优先通过冲突节点后再运行优先级低的AGV。

7. 根据权利要求4所述的路径规划方法,其特征在于:在对AGV进行优先级分配时,其优先级分配方法如下:

步骤a:将每一辆AGV对其他AGV的所有冲突节点计算出来,并将冲突节点分类;

步骤b:比较每一辆AGV的冲突次数,将冲突数量多的AGV分配为低优先级,将冲突数量数量少的AGV分配为高优先级;

步骤c:如果冲突次数相同,则比较追击冲突的数量,将追击冲突数量多的分配为低优先级,将追击冲突数量少的分配为高优先级。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的路径规划方法,其特征在于:所述路径规划算法为A*算法。

9. 一种多AGV调度系统,其特征在于:所述调度系统包括调度控制装置和两辆以上的AGV,

所述AGV包括有主控制器,与该主控制器连接的导航模块,RFID传感器、红外避障模块、电量检测模块、物联网通信模块、电机驱动模块以及电源模块;

所述调度控制装置设置有物联网通信模块,所述调度控制装置通过物联网通信模块与各AGV进行通信,并利用所述权利要求1-8中任一项所述的路径规划方法对各AGV的进行调度控制。

10. 根据权利要求9所述的路径规划方法,其特征在于:所述导航模块为磁导航传感器。

一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统

技术领域

[0001] 本发明涉及AGV(自动导引车)路径规划领域,具体涉及一种基于物联网的多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统。

背景技术

[0002] 随着我国人口红利的逐渐丧失,人工工资不断上升对3C制造企业的成本端构成较大压力。如何能够在行业内保持相对较低的运营成本,是目前3C制造行业的企业面临的主要问题。从产品生产的整个加工过程来看,物料大部分时间都用于物料储存、装卸、运输和待加工状态。因此,提高工厂自动化程度,缩短非加工时间,是降低产品成本的主要途径。在工业4.0职能工厂的框架内,智能物流是工业4.0的核心组成部分,是连接供应和生产的重要环节,随着智能制造的不断发展,在生产制造过程中将融入智能制造工艺流程,提高企业竞争力,促进企业转型升级。

[0003] 自动导引车(Automated Guided Vehicle,AGV)已成为离散生产车间的主要物料配送方式,以物料搬运路径的高度自由等特点,开始逐步的替代传统的人工搬运,作为物流系统的主力军。

[0004] 现阶段AGV部署量日益增大,单AGV产品的技术水平相对成熟,发挥多AGV的协同作业能力才是该领域的研究核心与重点,面对大规模AGV集群调度,传统的集中式调度方式计算负载重,实时性差,急需寻求新的路径规划方法,其中无碰撞运行的路径规划是系统调度的基本要求,目前国内外的学者都在研究多AGV调度问题,也提出了一些算法,如交通控制法,基于时间窗的路径规划法,基于遗传的算法在线调度策略。目前多AGV调度的方法仍然不够成熟,导致AGV的利用率低,AGV的等待时间过长、任务分配不合理导致系统效率低等缺点。

[0005] 物联网技术使得参与生产活动的各单元具备了获取、处理、融合与交流生产过程数据的能力,为多AGV系统调度技术的研究开辟了新的方向。

发明内容

[0006] 本发明提供一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统,以解决现有技术中存在的至少一个问题。

[0007] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0008] 一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法,所述路径规划方法包括:

[0009] S10、接收任务并进行任务分配,分配任务时根据任务调度策略和AGV选择策略进行分配;

[0010] S20、根据任务分配信息,按照任务调度策略的进行任务调度,并按照AGV选择策略选择空闲的AGV执行任务,利用路径规划算法求解出需要执行任务的AGV的最优路径,并将该最优路径作为规划路径;

[0011] S30、若存在正在运行的路径,将规划路径与正在运行的路径进行对比,判断是否

存在路径冲突,若不存在路径冲突,则转入步骤S50;

[0012] 若存在路径冲突,则对冲突时间进行预测,若不存在时间冲突,则忽略该路径冲突,转入步骤S50;若存在时间冲突,则判断路径冲突的类型,若路径冲突类型中不存在相向冲突,则对路径冲突中的冲突节点进行标记,并根据路径冲突类型执行对应的等待策略,转入步骤S50;若路径冲突类型中存在相向冲突,则对该相向冲突的相向冲突节点进行标记,并利用路径规划算法求解出次优路径;

[0013] S40、将所述次优路径作为规划路径,重复步骤S30,直到规划路径中不再存在相向冲突;

[0014] S50、路径规划完成,创建路径列表,AGV按照规划路径运行,将AGV的运行路径信息添加到路径列表中,并实时更新路径信息;

[0015] S60、重复上述步骤S10-步骤S50,直至完成所有任务的路径规划。

[0016] 具体地,所述步骤S10中,所述任务调度策略包括:对任务进行优先级分配,建立任务列表,根据任务优先级的高低顺序进行排列,形成任务等待队列,若任务优先级相同,则根据任务的发布先后顺序进行排列,在任务调度时,根据任务列表的排列顺序依次调度。

[0017] 具体地,所述步骤S10中,所述AGV选择策略包括:历遍所有空闲AGV,根据AGV当前位置点和任务转载点,利用路径规划算法求解出各空闲AGV的最优路径,通过对比各个空闲AGV的最优路径,选择运行距离最短的空闲AGV作为最优的AGV执行任务。

[0018] 优选地,所述步骤S30中,所述路径冲突类型包括追击冲突、节点冲突和相向冲突;

[0019] 所述路径冲突类型对应的等待策略为:

[0020] 若为追击冲突,后运行的AGV停止运行,待先运行的AGV运行到安全距离后再运行;

[0021] 若为节点冲突,则对AGV进行优先级分配,在将要发生节点冲突时,判断各AGV的优先级,优先级低的AGV停止运行,待优先级高的AGV优先通过冲突节点后再运行优先级低的AGV。

[0022] 本发明还提供了一种多AGV调度系统,所述调度系统包括调度控制装置和两辆以上的AGV,所述AGV包括有主控制器,与该主控制器连接的导航模块,RFID传感器、红外避障模块、电量检测模块、物联网通信模块、电机驱动模块以及电源模块;

[0023] 所述调度控制装置设置有物联网模块及物联网通信模块,物联网通信模块通过物联网模块与调度控制装置连接,所述调度控制装置通过物联网通信模块与各AGV进行通信,并利用上述的路径规划方法对各AGV的进行调度控制。

[0024] 本发明提供的一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统,其采用基于优先级的任务调度策略进行调度,可以合理地分配任务,有效提高调度系统的效率,同时采用基于优先级的AGV选择策略,通过物联网技术实现多AGV互联,并通过A*算法求出各AGV的最优路径,从而使得运行路径相对畅通,有效减少AGV等待时间,从而提高整个系统运行效率。本发明提供的基于物联网的多AGV无碰撞运行的路径规划方法及调度系统,能够广泛运用于制造业生产工厂,替代传统的人工搬运和传送带运输,加速工厂的智能化改造,减低劳动成本大大提高生产效率。

附图说明

[0025] 附图1为本发明实施例1的路径规划方法流程示意图;

[0026] 附图2为本发明实施例2的调度系统的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 为了便于本领域技术人员的理解,下面结合附图对本发明作进一步的描述。

[0028] 实施例1

[0029] 如附图1所示,一种多AGV无碰撞运行的路径规划方法,所述路径规划方法包括:

[0030] S10、接收任务并进行任务分配,分配任务时根据任务调度策略和AGV选择策略进行分配;

[0031] S20、根据任务分配信息,按照任务调度策略的进行任务调度,并按照AGV选择策略选择空闲的AGV执行任务,利用路径规划算法求解出需要执行任务的AGV的最优路径,并将该最优路径作为规划路径;

[0032] S30、若存在正在运行的路径,将规划路径与正在运行的路径进行对比,判断是否存在路径冲突,若不存在路径冲突,则转入步骤S50;

[0033] 若存在路径冲突,则对冲突时间进行预测,若不存在时间冲突,则忽略该路径冲突,转入步骤S50;若存在时间冲突,则判断路径冲突的类型,若路径冲突类型中不存在相向冲突,则对路径冲突中的冲突节点进行标记,并根据路径冲突类型执行对应的等待策略,转入步骤S50;若路径冲突类型中存在相向冲突,则对该相向冲突的相向冲突节点进行标记,并利用路径规划算法求解出次优路径;

[0034] S40、将所述次优路径作为规划路径,重复步骤S30,直到规划路径中不再存在相向冲突;

[0035] S50、路径规划完成,创建路径列表,AGV按照规划路径运行,将AGV的运行路径信息添加到路径列表中,并实时更新路径信息;

[0036] S60、重复上述步骤S10-步骤S50,直至完成所有任务的路径规划。

[0037] 本发明实施例中,所述多AGV无碰撞运行的路径规划方法应用于多AGV调度系统中,该多AGV调度系统包括调度控制装置和两辆以上的AGV。作为优选,所述调度控制装置和各AGV均设置有物联网通信模块,所述物联网通信模块用于AGV之间的通信以及用于各AGV与调度控制装置的通信,即通过物联网技术实现多AGV互联,也就是说,本发明实施例的AGV调度系统基于物联网进行通信互联的。

[0038] 在AGV的路径规划算中,其可以为A*算法,Floyd算法,Dijkstra算法等,本实施例中,所述路径规划算法优选为A*算法;另外,本实施例中,将最短路径作为最优路径优。

[0039] 以下简要说明基于A*算法来对单辆AGV进行路径规划的原理:A*算法是建立在Dijkstra算法和BFS(最好优先搜索)算法基础上的算法,它采用启发函数来估算平面上起点到终点的距离代价值,是一种启发式搜索算法,启发式搜索就是在状态空间中搜索每一个能够到达的位置进行评估,得到最好的位置,再从这个位置进行搜索直到目标。这样可以避免大量没有必要的搜索路径,提高算法运行效率。A*算法的关键是启发函数,采用不同的估计函数,路径结果可能不同。启发函数定义为:

[0040] $f(n) = g(n) + h(n)$

[0041] 式中, $f(n)$ 为n节点的评价函数; $g(n)$ 是节点n的代价函数,表示从起始点到当前指定节点的移动代价值; $h(n)$ 为节点n的估计函数,表示从当前节点到终止位置的预估移动耗

费,这里的预测路径忽略障碍的存在,通过一些距离的计算方法求得h值。本实施例中采取曼哈顿(Manhattan)距离作为h的估计值,即当前节点到终止点的横向距离与纵向距离之和,公式如下:

$$[0042] \quad h(n) = |X_n - X_{end}| + |Y_n - Y_{end}|$$

[0043] A*算法最大的优点就是使用了启发函数,使得路径搜索具有方向性,搜索的方向智能地趋向终点,搜索节点数少,速度快。具体算法实现的步骤为:

[0044] 步骤一:初始化,输入起始点、目标点和地图信息。创建OPEN列表和CLOSE列表,将起始点放入OPEN列表中。

[0045] 步骤二:检查OPEN列表是否为空,不为空则进入循环。若OPEN列表为空,表示寻路失败,结束程序。

[0046] 步骤三:遍历OPEN列表,找出其中f值最小的节点,作为当前处理节点,并将其从OPEN列表中删除,加入CLOSE列表。如果当前处理节点为目标点,则表示寻路完成,退出循环(跳到步骤六)。

[0047] 步骤四:寻找当前处理节点周围能够到达的节点,从上下左右四个方向寻找,检查它是否在CLOSE列表中,若在则忽略。若不在,则检查它是否在OPEN列表中。如果它不在OPEN列表中,设置当前处理节点为它的父节点。计算它的f、g、h值,G通过其父节点的g值加上一格的代价值得到,h值由曼哈顿距离求得,f等于g与h之和。如果它已经在OPEN列表中,检查以新路径到达它的话,g值是否会更小,若新的g值比原来的还要大,表示以新路径运行不是明智的选择,则不需要操作,进入下一步。若新的g值更小,表示以新路径运行更优,则将其父节点修改为当前处理节点,重新计算g和f值。

[0048] 步骤五:如果寻路还未完成,返回步骤二。

[0049] 步骤六:通过目标点的父节点一个一个返回直到起始点,得到完整的路径。

[0050] 为了合理地分配任务,有效提高系统的效率,需要对任务调度策略进行合理的设置。本实施例中,所述步骤S10中,所述任务调度策略优选包括:对任务进行优先级分配,建立任务列表,根据任务优先级的高低顺序进行排列,形成任务等待队列,若任务优先级相同,则根据任务的发布先后顺序进行排列,在任务调度时,根据任务列表的排列顺序依次调度。

[0051] 可选地,所述任务调度策略还可以包括:设置一计时器,在利用路径规划算法求解最优路径时开启该计时器,当计时达到预设时间后,根据任务列表的排列顺序开启下一个任务调度。

[0052] 实际应用中,任务的优先级由人工设置,对于一般的任务,分配为低优先级,而对于特殊的紧急任务,则将其分配为高优先级,以便优先处理。若任务的优先级较相同,则根据任务的发布先后时间进行排序。作为优选,低优先级的任务中,还可以根据需要将任务再次细分,如可将低优先级分为最低优先级,普通低优先级等;对应地,高优先级的任务中,也可以根据需要将任务再次细分,如可分为最高优先级,普通高优先级等。

[0053] 如何选择空闲的AGV执行任务,使多辆AGV协调运作,避免出现碰撞等情况,所以需要合理地选择空闲的AGV执行任务,所以本实施例采用了AGV选择策略来实现。本实施例中,所述AGV选择策略优选包括:历遍所有空闲AGV,根据AGV当前位置点和任务转载点,利用路径规划算法(本实施例为A*算法)求解出各空闲AGV的最优路径,通过对比各个空闲AGV的最

优路径,选择运行距离最短的空闲AGV作为最优的AGV执行任务。

[0054] 作为优选,所述AGV选择策略还可以包括:AGV在接受任务调度前,对其进行电量检测,若AGV的电量低于预设值,则对该AGV进行充电,直到该AGV的电量大于或等于预设值才可接受任务调度。通过此策略,可以有效避免AGV在执行任务期间出现电量不足而无法继续运行的情况出现,避免道路阻塞或更复杂的情况出现。

[0055] 在本实施例中,所述步骤S30中,所述路径冲突类型包括追击冲突、节点冲突和相向冲突。其中,追击冲突,是指同向行驶的两辆AGV之间,若后面运行的AGV的速度大于前面一辆AGV的速度,将会发生追击碰撞的情况;节点冲突,则是指两辆AGV同时到达同一个节点,在经过该节点后行驶方向不同,此时若不采取相应措施,两AGV会在该节点发生碰撞的情况;相向冲突,则是指当两辆AGV相向行驶时,由于同一段路径只允许同时通过一辆AGV,会造成相向碰撞,导致死锁现象的情况。

[0056] 基于生产车间环境和AGV实际运行情况,上述的三种路径冲突的类型几乎包括了所有的路径冲突情况。本实施例中,对于上述三中路径冲突的解决策略为:对于追击冲突、节点冲突采用对应的等待策略,而对于相向冲突则不能采用等待策略,这是因为死锁现象会导致道路的阻塞,需要人工干预才能解决,因此当在求解出的最优路径中,若存在相向冲突,需要重新规划路径并求解出次优路径。

[0057] 为了使得运行路径相对畅通,有效减少AGV等待时间,本实施例关于路径冲突类型采用的对应的等待策略为:

[0058] 若为追击冲突,后运行的AGV停止运行,待先运行的AGV运行到安全距离后再运行;

[0059] 若为节点冲突,则对AGV进行优先级分配,在将要发生节点冲突时,判断各AGV的优先级,优先级低的AGV停止运行,待优先级高的AGV优先通过冲突节点后再运行优先级低的AGV。

[0060] 具体到本实施例本实施例在对AGV进行优先级分配时,其优先级分配方法如下:

[0061] 步骤a:将每一辆AGV对其他AGV的所有冲突节点计算出来,并将冲突节点分类;

[0062] 步骤b:比较每一辆AGV的冲突次数,将冲突数量多的AGV分配为低优先级,将冲突数量数量少的AGV分配为高优先级;

[0063] 步骤c:如果冲突次数相同,则比较追击冲突的数量,将追击冲突数量多的分配为低优先级,将追击冲突数量少的分配为高优先级。

[0064] 通过采取这样的等待策略,并对AGV划分优先级,能够使得路径更加通畅,并有效减少AGV等待时间,从而提高整个系统运行效率。

[0065] 实施例2

[0066] 本实施例提供了一种多AGV调度系统,如附图2所示,其包括调度控制装置和两辆以上的AGV;具体地,所述AGV包括有主控制器,与该主控制器连接的导航模块,RFID传感器、红外避障模块、电量检测模块、物联网通信模块、电机驱动模块以及电源模块;所述调度控制装置设置有物联网通信模块,所述调度控制装置通过物联网通信模块与各AGV进行通信。作为优选,所述导航模块优选为磁导航传感器。所述调度系统在对对各AGV的进行调度控制时,其采用实施例1所述的路径规划方法进行调度,具体的路径规划方法请参阅实施例1,在此不再赘述。

[0067] 其中,附图2中只画出其中一辆AGV的结构示意框图,实际上,AGV的数量可以和为2

俩,3辆,5辆、10辆等,具体数量可根据实际需要配置。

[0068] 本实施例中,AGV的主控制器负责接收调度控制装置的指令,分析各个传感器数据,并完成AGV所有动作的控制。所述磁导航传感器(型号优选为D-MNSV6-X8),通过感应预设路径上的磁带周围磁场强弱,将AGV相对于磁带路径偏离情况转化成8位数据传输到主控制器,主控制器通过算法完成导引功能。所述RFID传感器,用于在AGV运行时读取地图上的射频标签,完成对AGV的实时定位。所述红外避障传感器,用于在AGV前方短距离的扇形区域扫描检测障碍物,一旦检测到障碍物,立刻触发主控制器中断程序,防止AGV发生碰撞,保护生产车间设备。所述电量检测模块,用于检测并显示AGV电量,当电量值低于预设值时,产生报警信号,提示AGV进行充电,并控制AGV到相应的地方进行充电所述的。所述物联网通信模块,用于AGV之间的通信以及用于各AGV与调度控制装置的通信。即本发明中,通过物联网技术实现多AGV互联。利用物联网通信技术,可以使得AGV调度系统的数据传输及获取、数据处理能力更强,也使得AGV调度系统与其他设备的交互更方便,功能更强大。

[0069] 本实施例中,调度控制装置可以为PC机,PC机内装载有用于调度控制AGV的软件,通过该软件实现对AGV的相关调度操作。本实施例中,其采用选择磁导引作为AGV导航方式,磁导引式导航,相比于其他的导航方式,具有导航精度高、成本低、稳定性高等优点;磁导引式导航属于现有技术,在此不再详述。

[0070] 本发明实施例1提供的多AGV路径规划方法和实施例2提供的调度系统,其采用基于优先级的任务调度策略进行调度,可以合理地分配任务,有效提高调度系统的效率,同时采用基于优先级的AGV选择策略,并通过A*算法求出各AGV的最优路径,从而使得运行路径相对畅通,有效减少AGV等待时间,从而提高整个系统运行效率。本发明实施例提供的基于物联网的多AGV路径规划方法及调度系统,能够广泛运用于制造业生产工厂,替代传统的人工搬运和传送带运输,加速工厂的智能化改造,减低劳动成本大大提高生产效率。

[0071] 上述实施例中提到的内容为本发明较佳的实施方式,并非是对本发明的限定,在不脱离本发明构思的前提下,任何显而易见的替换均在本发明的保护范围之内。

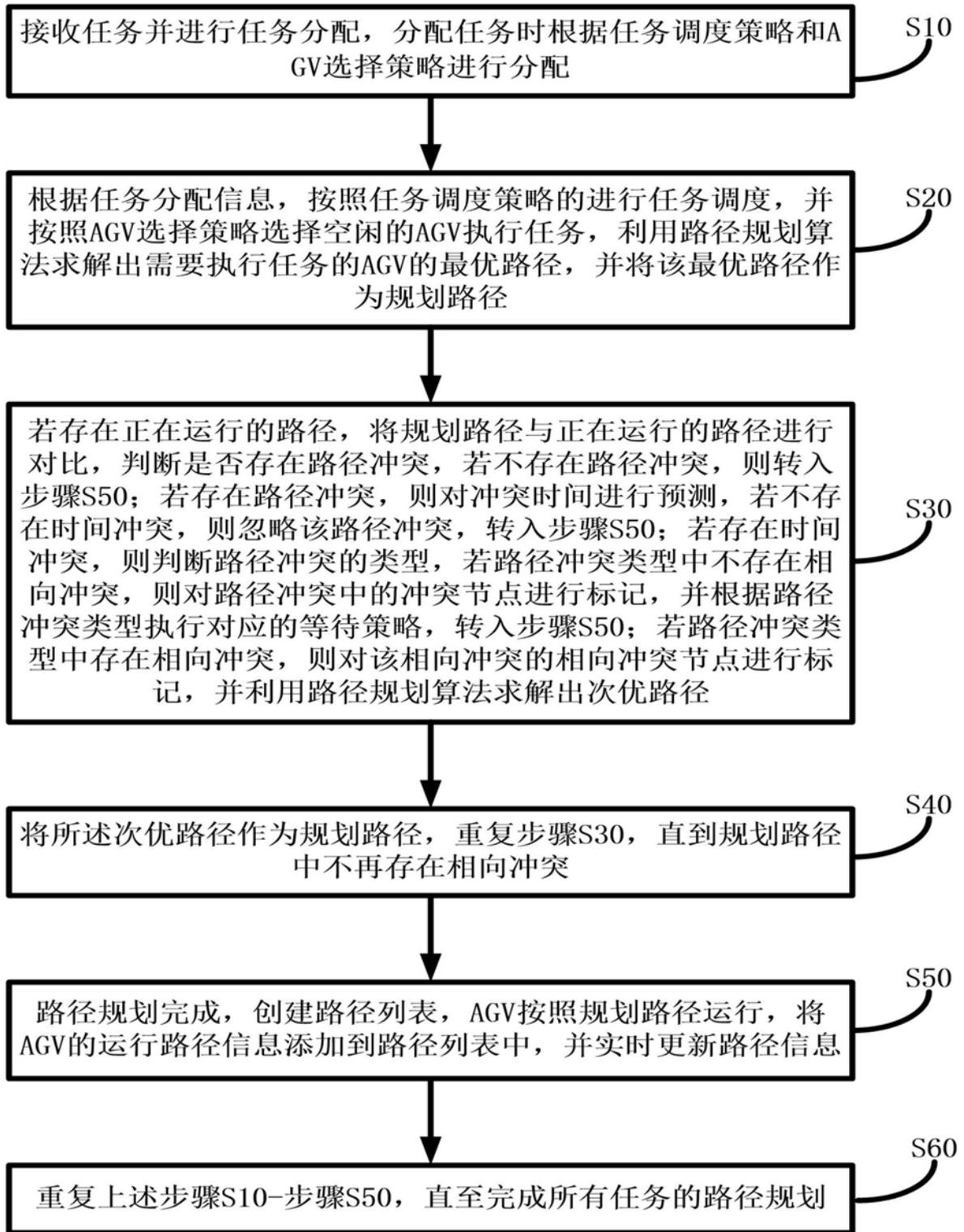


图1

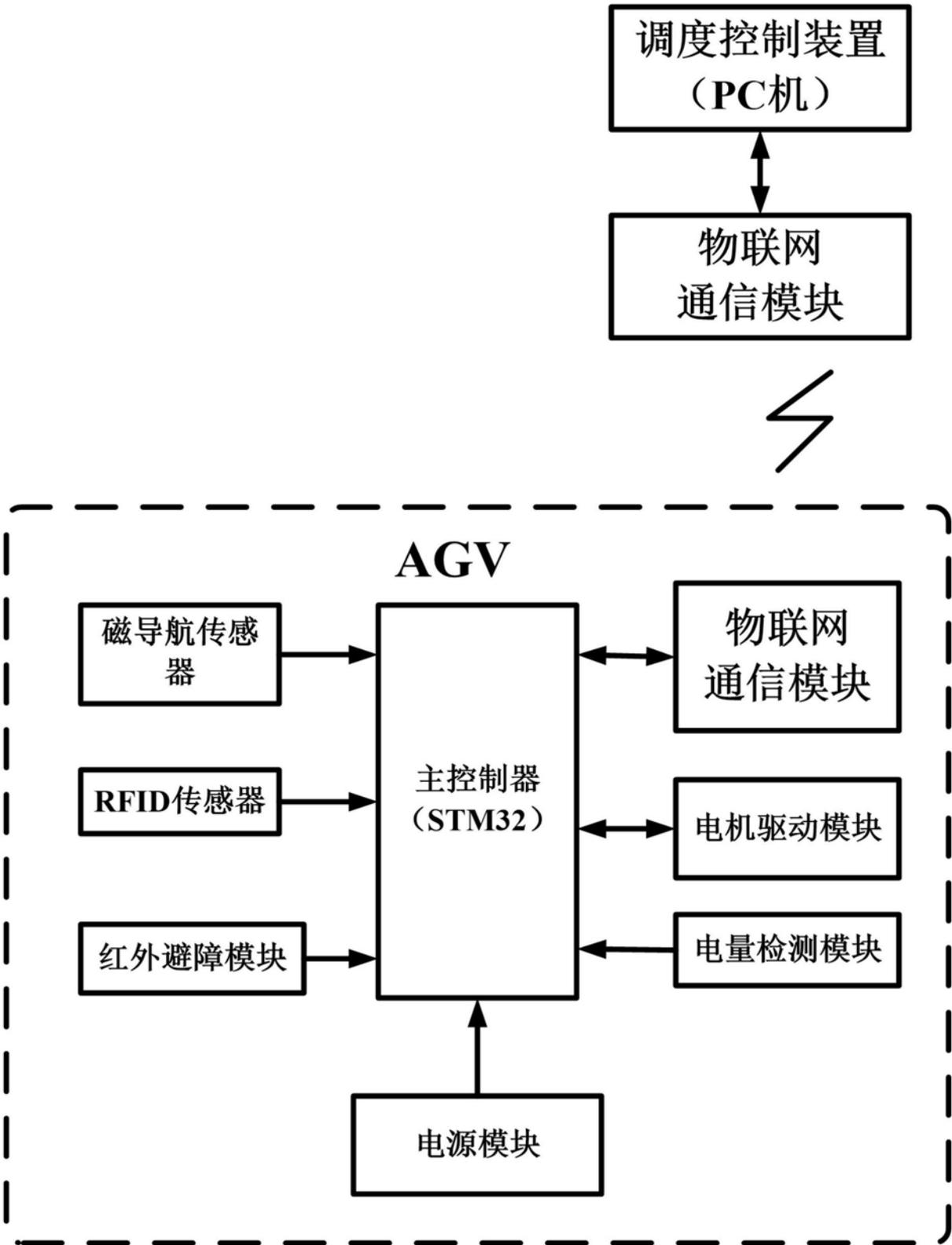


图2