**建筑施工升降梯装载双机器人调度算法专利技术交底书**

**一、背景技术（最接近的现有技术）**

|  |
| --- |
| 发明的技术背景，或者别人是怎么做的，存在什么缺点？  现有的电梯算法，主要承载对象是人，主流算法为LOOK算法：只有在当前方向上没有请求时才会改变方向，并且在运行过程中只会在有同向请求的楼层停靠直到满载。  现有的承载机器人的电梯算法很少，考虑到多机器人之间的冲突，现有承载方式都是一部电梯里面只允许进一个机器人，主要的算法有:先来先服务(FCFS)算法、最短寻找楼层时间优先(SSTF)算法。  LOOK算法算是相当成熟且相对实用的算法，但是当承载对象是机器人时缺点比较明显：机器人移动不像人那样迅速，且机器人所占用空间较大，因此当涉及到多机器人之间的相互避让时需要花费很长时间，甚至有时效率可能比其他算法都低。  先来先服务(FCFS)算法简单、公平，能确保每个请求依次得到处理，不会出现一个请求长时间得不到处理得情况。该算法在载荷轻松时性能尚可接受，一旦载荷较大时，该算法性能就会严重下降，效率极低。  最短寻找楼层时间优先(SSTF)算法是指完成当前运输任务后寻找最近的任务请求去完成，该算法可以保证每个任务平均响应时间较短，但是响应时间方差很大，原因是先到达的任务请求可能因为位置关系长时间得不到响应，也就是所谓的“饿死”现象。  显而易见，目前的电梯算法并不适用于建筑工艺繁杂的建筑机器人运输，我们提出的一部升降梯搭乘两个机器人LOOK改进调度算法是基于LOOK算法的原理并加以改进，考虑到机器人实际尺寸较大，因此一部升降梯内最多只允许搭乘两个机器人，且考虑到升降梯梯口只允许过一个机器人，两机器人的避让所花费时间较长，因此改进算法中不会出现两机器人发生要避让的情况，该算法可以实现建筑机器人的垂直调度运输并在运输效率相比于当前其他算法有显著提高。 |

**二、主要改进点及解决的技术问题**

|  |
| --- |
| 1. 最主要/关键的技术问题   LOOK改进算法的原理以及逻辑   1. 次要问题（如有多个，依次列出）   算法模拟进行算法性能评估 |

**三、技术效果（详细阐述）**

|  |
| --- |
| 1.解决一部升降梯每次只能运输一个机器人所带来的效率低的问题，使运输效率提高；  2.解决两机器人需避让的问题，机器人到达目标楼层只需驶出电梯即可；  3.解决一个机器人的任务请求长时间得不到响应的问题；  4.当所有任务请求都完成时，升降梯将重新返回预先设定楼层，该楼层是任务请求多的楼层，可以提高运输效率。 |

**四、具体实施方案以及附图（重点部分，详细阐述）**

|  |
| --- |
| 需要注意：   1. 不能只有原理描述或仅作功能介绍，每一功能都应有相应的实现方案。 2. 图文结合详细阐述具体的实施方式（组成部件+部件连接关系+工作过程/原理+对应的技术效果），力求使阅读者快速明白技术方案内容，可配合结构图、流程图、原理框图、电路图、时序图等进行说明。 3. 英文缩写应有中文注释。 4. 产品专利需提供CAD结构图，并标记各部件名称；控制、软件、业务方法，需提供流程图。     **升降梯结构示意图如上图：**  其中首层是从单开门进出，其他楼层时从双开门进出。  **说明：下面所说的电梯都是指上图中用于建筑施工的升降梯**  **升降梯内设定两个停靠点以及电梯内路径**：  停靠点是基于机器人大小以及电梯本身大小设置的点位，其中点的设定是为了精准控制机器人在升降梯内的行进和停靠，更是为了避免两机器人相隔过近发生干扰；升降梯内路径也是路网的一部分，路径的设定是为了更精准控制机器人驶入以及驶出电梯的路线，以采用资源管控算法避免机器人之间的碰撞  **算法步骤：**  **S1：**升降梯停靠在预定楼层startfloor，接到第一个任务请求，升降梯由静止开始朝着第一个任务的起始楼层运动.  升降梯上行时方向direction= True，升降梯下行时direction= False。  其中任务task的格式是一个元组，task=(起始楼层,目标楼层,方向，任务到达时间)  **例**：task1 = (1, 10, True, 0.5) 代表task1该任务是在t = 0.5s时收到请求从1楼上行到10楼，该task1中的接收时间t是为了更好模拟计算算法的优劣性，在实际施工时task列表中可以只需要 task=（起始楼层，目标楼层），方向可以根据楼层关系进行计算。  **S2：**接受任务请求的线程每收到一个任务会将任务请求存入请求列表tasklist中，正在执行的任务存放在执行任务列表excutelist内，其中每从请求列表tasklist中接取到一个任务至执行任务列表excutelist中，该任务在tasklist中删除。  **说明：**在当前楼层接到某一个建筑机器人，那么该机器人的task任务则存放至执行任务列表excutelist中，并从请求列表tasklist中删除，表示该机器人已进入电梯正准备执行该任务。所以正在执行的任务就是电梯内现有机器人的任务  **S3：**升降梯朝着第一个任务请求运动时，此时没有正在执行的任务，但是随时可能有任务请求进来任务列表。升降梯运动时有惯性，所以需要预先减速到停止，也就是说不能升降梯已到了4楼，此时刚好有一个同方向的起始楼层为4楼的订单，这时是不会停下来接取该机器人的。  **原理：**因此我们使用的算法是：以升降梯上行为例，当楼层向上取整为n层时，也就是在（n-1）层和n层之间时，遍历任务列表，判断以n+1为起始楼层是否有同向任务请求，若有，会在n+1层接取第一个机器人，若有多个，会接取两个，目标楼层高的先进停靠在内部点，目标楼层低的停靠在靠门口点，此时不会判断n层，因为不够升降梯减速在n层停靠。  **说明**：该算法升降梯只能同时接取不超过两个机器人，也就是说正在执行的任务列表长度不能超过二，并且当前升降梯内若已有一个机器人，根据算法第二个可接取的机器人任务必须满足以下条件：   * + - 1. 机器人任务方向（上行还是下行）必须跟升降梯当前运动方向一致       2. 机器人的目标楼层必须低于或等于已在升降梯内另一机器人目标楼层，这样机器人出电梯不需避让       3. 机器人任务请求必须满足升降梯有充足的时间减速，以便在当前楼层停靠   **S4：**若升降梯内机器人数量达到二，则不会再判断当前方向是否还有任务请求，直到有机器人出梯，此时有空闲点位，而且可接取的机器人依然需要满足S3中说明中的条件。  **S5：**在执行任务列表中机器人的目标楼层停靠，若当前层有机器人出梯，有机器人可以上梯，先出后上。机器人出梯后，把该机器人任务从执行任务列表excutelist内删除。  **S6：**沿着当前方向一直运动，循环S2-S5，直到执行任务列表excutelist为空，并且当前方向上无任务请求时，升降梯进行转向并判断转向后当前层是否有任务请求。  **S7：**继续循环S2-S6，直到所有任务请求完成，并且任务列表tasklist和执行任务excutelist列表都为空时，升降梯返回至预定楼层startfloor。  **通过使用本发明，可以现实以下效果：**  当建筑施工场地有多个机器人在不同楼层有任务请求时，能充分利用升降梯内空间通过同时运输两个机器人并且两个不会产生需避让情况，在保证机器人之间运输安全的同时大大提高了机器人垂直运输效率，实现了将所有任务请求完成的时间大大缩短，也就缩短了工期。  **具体实施方案：**  **1.不同情形下算法处理方案**  **S101：升降梯内两机器人排布方案**  1.电梯向上行驶时，两机器人中目标楼层高的机器人先进入电梯，并停在电梯单开门侧停靠点，目标楼层低的机器人后进入电梯，并停在电梯双开门侧停靠点。  2.电梯向下行驶时，两机器人中目标楼层低的机器人先进入电梯，并停在电梯单开门侧停靠点，目标楼层高的机器人后进入电梯，并停在电梯双开门侧停靠点。  **首层特殊情况处理：**  **如上图所示，因为首层时从单开门进出，其他楼层时双开门进出，所以当首层有两个机器人进入电梯时，应当让目标楼层低的先进电梯，目标楼层高的后进电梯。**  **S102：当电梯为空时，有机器人要进入电梯**  第一辆进入电梯的机器人停在电梯双开门侧停靠点  **S103：当电梯内有一辆机器人，有机器人要进入电梯**  **当电梯上行时**  A．若待进入电梯的机器人的目标楼层低于已进入机器人目标楼层，待进入电梯机器人在进电梯口等待，已进入机器人则行驶至电梯单开门侧停靠点。等到电梯行驶至待进入机器人所在楼层，待进入机器人进入电梯即可。  B. 若待进入电梯的机器人的目标楼层高于已进入机器人目标楼层，则电梯放弃接送该机器人。  例：电梯上行，此时电梯内机器人的任务task=（1，10，True, 0）,这时候在3楼有3  个任务请求，分别是task1=（3, 12, True, 1）、task2=(3, 8, True,1)、task3=(3, 1, False,1)  其中task1目标楼层比已在电梯内task目标楼层高，所以不会接送，task3因为方向跟当前  电梯运行方向不一样，所以不会接送，task2满足接送条件，会接送。  **电梯下行时**：原理与电梯上行时一致。  **S104：当电梯内有两辆机器人**  此时电梯会忽略其他订单，直到有机器人出梯  **S105：机器人出梯**  **只有一个机器人出梯：**  机器人直接出梯  **两个机器人都在同层下：**  采用OpenTCS资源管控算法，让靠近双门侧的先出电梯，待路径资源未被占用时，第二辆机器人再出，避免两机器人碰撞。  当两机器人都是在首层下梯时，则是靠近单门侧的先出电梯，后续原理一致。  **2.该LOOK改进调度算法与现有电梯算法模拟结果展示**  测试参数    其中有冲突机器人耗时是电梯开门时间、机器人避让时间、电梯关门时间之和  **实验结果（单位：s）：**    **图示**    **实验结论**  经过数据实验，发现LOOK改进算法高于目前实际运行的先来先服务算法（FCFS），高出  的多少跟以下因素有关：  建筑层数：建筑层数越高，LOOK改进算法相对于FCFS算法的运行效率越高。  机器人运动速度：机器人进出电梯的耗时越短，比如无冲突时间越少，LOOK改进算法相  对于FCFS算法的运行效率越高。  LOOK改进算法的运行效率也高于LOOK算法。LOOK改进算法是4个算法中效率最高，适  用于当前一梯两机的情景，相比FCFS算法有明显的提升。建筑层数越高，LOOK改进效果越  好。因此采用LOOK改进算法。同时，要通过合理的手段降低机器人运动时间，比如安排  更短的路径、减少机器人冲突等。 |

**五、其他拓展方案**

|  |
| --- |
| 1、说明哪些技术手段是必不可少的？可以省略的？其他替代方案？  该算法原理去避免两机器人进行避让必不可少，因为在实际建筑施工中，两机器人去作避让算法进行避让，让两机器人依次通过相当花费时间，倒不如使用算法去规避产生避让的情况。  该算法中最后返回预定楼层必不可少，因为在复杂的建筑施工环境下，往往工作量集中于某一楼层，返回预定楼层在建筑施工中可节约大量时间，也可以避免材料因为等待时间过长导致材料变性。  2、是否还有其他应用场景/场合/领域？  该算法同样可运用于垂直调度运输室内机器人，涉及到垂直调度中避让时间长的场所都可以运用到。 |

**六、重要技术创新主体提醒**

|  |
| --- |
| 借鉴的技术文献，主要同行竞争对手、科研机构信息、专家名称等。 |