



(21) 申请号 202110621990.0

(22) 申请日 2021.06.04

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113449906 A

(43) 申请公布日 2021.09.28

(73) 专利权人 北京迈格威科技有限公司

地址 100190 北京市海淀区科学院南路2号

融科资讯中心A座316-318

(72) 发明人 吴航 李佳骏

(74) 专利代理机构 北京隆源天恒知识产权代理

有限公司 11473

专利代理师 陈雪飞

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2023.01)

G06Q 10/087 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 106960300 A, 2017.07.18

田歆;汪寿阳;陈庆洪. 仓储配送中ABC管理的优化问题及其实证. 运筹与管理. 2008, (第04期), 全文.

审查员 海云龙

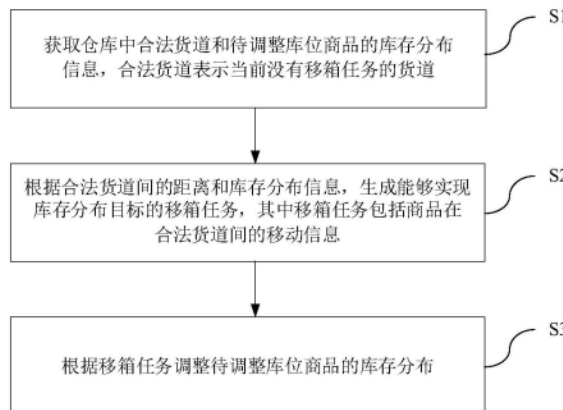
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种库位优化方法、装置、库存管理设备及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种库位优化方法、装置、库存管理设备及系统,涉及智能仓储技术领域,包括:获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道;根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息;根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。本发明通过充分结合仓库实际中遇到的需求直接计算较优的库位优化方案,提高了商品库位优化的有效性。



1. 一种库位优化方法,其特征在于,包括:

S1:获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道;

S2:根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息;所述移箱任务满足以下限制条件:对于每一所述合法货道,所述待调整库位商品不能在所述合法货道内的不同库位之间移动,从所述合法货道内移出的箱数不能超过所述合法货道内的原有箱数,以及移入所述合法货道内的箱数不能超过所述合法货道内的空位数;

所述S2具体包括:

S21:根据任意两个所述合法货道之间的距离、以及任意两个所述合法货道之间能够移动的所述待调整库位商品的箱数,确定能够实现所述库存分布目标的候选任务;

S22:根据每个候选任务中所述待调整库位商品在所述合法货道之间的总移动距离,确定所述移箱任务,其中所述移箱任务为总移动距离最小的候选任务;

S3:根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

2. 根据权利要求1所述的库位优化方法,其特征在于,所述获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息之前,还包括:

获取所述仓库中每种商品的箱数,并选取箱数最多的商品作为所述待调整库位商品。

3. 根据权利要求1所述的库位优化方法,其特征在于,所述根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布之后,还包括:

锁定当前分配了所述移箱任务的合法货道,并重新确定新的待调整库位商品;

根据其余合法货道和重新确定的新的待调整库位商品的库存分布信息生成新的移箱任务;

根据所述新的移箱任务调整所述新的待调整库位商品的库存分布。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的库位优化方法,其特征在于,

所述库存分布目标包括所述待调整库位商品的分布位置满足要求,和/或所述待调整库位商品在每一货道内的分布数量满足要求;

其中,每一货道内所述待调整库位商品的分布数量是根据所述货道内的原有箱数、从所述货道内移出和移入的箱数确定的。

5. 根据权利要求4所述的库位优化方法,其特征在于,所述根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务包括:

以所述合法货道为节点,以所述合法货道间的连接边为有向边,构建网络流模型,并运行带有上下界的最小费用可行流算法确定所述移箱任务,

其中,所述网络流模型包括源点和汇点,

所述源点到所述合法货道的流量上限为该合法货道内所述待调整库位商品的原有箱数,所述源点到所述合法货道的代价为零;

任意两个所述合法货道之间的流量无上限,代价为所述两个合法货道之间的距离;

对于每一所述合法货道:所述合法货道到所述汇点的流量上下限分别为所述待调整库位商品在所述合法货道的箱数上下限,从其他合法货道流入所述合法货道的总流量上限为所述合法货道内的空位数,所述合法货道到所述汇点的代价为零。

6. 根据权利要求5所述的库位优化方法,其特征在于,两个所述合法货道间的距离根据所述合法货道的出口位置确定。

7. 根据权利要求1所述的库位优化方法,其特征在于,所述根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布,包括:

根据所述移箱任务中需要移入一个合法货道内的移入箱数,确定在该合法货道内的移入停车位,使得满足所述移入箱数的空位对应的移入停车位的数量最少;

根据所述移箱任务中需要移出一个合法货道内的移出箱数,确定在该合法货道内的移出停车位,使得容纳有满足所述移出箱数的待调整库位商品的储位对应的移出停车位的数量最少。

8. 一种库位优化装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道;

处理模块,用于根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息;所述移箱任务满足以下限制条件:对于每一所述合法货道,所述待调整库位商品不能在所述合法货道内的不同库位之间移动,从所述合法货道内移出的箱数不能超过所述合法货道内的原有箱数,以及移入所述合法货道内的箱数不能超过所述合法货道内的空位数;具体包括:根据任意两个所述合法货道之间的距离、以及任意两个所述合法货道之间能够移动的所述待调整库位商品的箱数,确定能够实现所述库存分布目标的候选任务;根据每个候选任务中所述待调整库位商品在所述合法货道之间的总移动距离,确定所述移箱任务,其中所述移箱任务为总移动距离最小的候选任务;以及

优化模块,用于根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

9. 一种库存管理设备,其特征在于,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时,实现根据权利要求1-7中任一项所述的库位优化方法。

10. 一种库存管理系统,其特征在于,包括:

如权利要求9所述的库存管理设备;以及

搬运设备,用于根据库存管理设备生成的移箱任务在合法货道之间搬运待调整库位商品。

11. 一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时,实现根据权利要求1-7中任一项所述的库位优化方法。

一种库位优化方法、装置、库存管理设备及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能仓储技术领域,具体而言,涉及一种库位优化方法、装置、库存管理设备及系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着自动化技术、机械制造技术及计算机技术的飞速发展,当前企业的仓储系统发生了翻天覆地的变化。传统的货物堆积地面的方式已经被立体货架取代,人工分拣和信息记录货物的方式也已经被自动化的机械取代。截止目前,我国自动化立体仓库已经大范围地在制造行业和物流行业中得到了广泛的使用。

[0003] 在现代自动化轻型叉车仓库中,轻型叉车作为一种仓库自动化拣选器械可协助进行订单生产。仓库管理系统(Warehouse Management System,WMS)通过一定算法调度轻型叉车行驶到某些货架旁,叉车将所需容器(托盘或料箱)搬运至站点处,将容器放入与站点对接的传送带进行出库操作;叉车亦可从与入库站点对接的传送带取箱进行入库操作。叉车可从不同地方取出容器进行运载。为便于管理,每个箱内要求至多存放一种商品。

[0004] 在无人工作时,轻型叉车可不断取放仓库内的箱子从而移动其库位,库位优化的结果直接影响了仓库未来的工作效率。

发明内容

[0005] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题,为达上述目的,第一方面,本发明提供了一种库位优化方法,其包括:

[0006] 获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道;

[0007] 根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息;

[0008] 根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

[0009] 可选地,所述获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息之前,还包括:

[0010] 获取所述仓库中每种商品的箱数,并选取箱数最多的商品作为所述待调整库位商品。

[0011] 可选地,所述根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布之后,还包括:

[0012] 锁定当前分配了所述移箱任务的合法货道,并重新确定新的待调整库位商品;

[0013] 根据所述新的移箱任务调整所述新的待调整库位商品的库存分布。

[0014] 可选地,所述库存分布目标包括所述待调整库位商品的分布位置满足要求,和/或所述待调整库位商品在每一货道内的分布数量满足要求;

[0015] 其中,每一货道内所述待调整库位商品的分布数量是根据所述货道内的原有箱

数、从所述货道内移出和移入的箱数确定的。

[0016] 可选地,所述移箱任务满足以下限制条件:

[0017] 对于每一所述合法货道,所述待调整库位商品不能在所述合法货道内的不同库位之间移动,从所述合法货道内移出的箱数不能超过所述合法货道内的原有箱数,以及移入所述合法货道内的箱数不能超过所述合法货道内的空位数。

[0018] 可选地,所述根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务包括:

[0019] 根据任意两个所述合法货道之间的距离、以及任意两个所述合法货道之间能够移动的所述待调整库位商品的箱数,确定能够实现所述库存分布目标的候选任务;

[0020] 根据每个候选任务中所述待调整库位商品在所述合法货道之间的总移动距离,确定所述移箱任务,其中所述移箱任务为总移动距离最小的候选任务。

[0021] 可选地,所述根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务包括:

[0022] 以所述合法货道为节点,以所述合法货道间的连接边为有向边,构建网络流模型,并

[0023] 运行带有上下界的最小费用可行流算法确定所述移箱任务,

[0024] 其中,所述网络流模型包括源点和汇点,

[0025] 所述源点到所述合法货道的流量上限为该合法货道内所述待调整库位商品的原有箱数,所述源点到所述合法货道的代价为零;

[0026] 任意两个所述合法货道之间的流量无上限,代价为所述两个合法货道之间的距离;

[0027] 对于每一所述合法货道:所述合法货道到所述汇点的流量上下限分别为所述待调整库位商品在所述合法货道的箱数上下限,从其他合法货道流入所述合法货道的总流量上限为所述合法货道内的空位数,所述合法货道到所述汇点的代价为零。可选地,两个所述合法货道间的距离根据所述合法货道的出口位置确定。

[0028] 可选地,所述根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布,包括:

[0029] 根据所述移箱任务中需要移入一个合法货道内的移入箱数,确定在该合法货道内的移入停车位,使得满足所述移入箱数的空位对应的移入停车位的数量最少;

[0030] 根据所述移箱任务中需要移出一个合法货道内的移出箱数,确定在该合法货道内的移出停车位,使得容纳有满足所述移出箱数的待调整库位商品的储位对应的移出停车位的数量最少。

[0031] 为达上述目的,第二方面,本发明提供了一种库位优化装置,其包括:

[0032] 获取模块,用于获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道;

[0033] 处理模块,用于根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息;以及

[0034] 优化模块,用于根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

[0035] 使用本发明的库位优化方法或装置,通过定义当前没有移箱任务的合法货道,并

考虑商品的库存分布信息和合法货道之间的距离,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,有效提升商品库位分布优化效率。本发明充分结合仓库实际生产情况及实际中遇到的需求(例如库存优化、货道间任务执行情况等)直接计算较优的库位优化方案,提高了商品库位优化的有效性。

[0036] 为达上述目的,第三方面,本发明提供了一种库存管理设备其包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时,实现根据如上所述的库位优化方法。为达上述目的,第四方面,本发明提供了一种库存管理系统,其包括:

[0037] 如上所述的库存管理设备;以及

[0038] 搬运设备,用于根据库存管理设备生成的移箱任务在合法货道之间搬运待调整库位商品。

[0039] 使用本发明的库存管理系统,通过综合考虑仓库的商品库存分布信息及货道间任务并行执行情况,直接计算较优方案,生成多个互不影响可并行执行的移箱任务,有效提升库位优化效率,从而进一步提升仓库商品出入库效率。

[0040] 为达上述目的,第五方面,本发明提供了一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时,实现根据本发明第一方面所述的库位优化方法。

[0041] 根据本发明的非临时性计算机可读存储介质,具有与根据本发明第一方面的库位优化方法具有类似的有益效果,在此不再赘述。

附图说明

[0042] 图1为根据本发明实施例的库位优化方法的流程示意图;

[0043] 图2为根据本发明实施例的网络流模型的示意图;

[0044] 图3为根据本发明实施例的确定移箱任务的流程示意图;

[0045] 图4为根据本发明实施例的自动化叉车的示意图;

[0046] 图5为根据本发明实施例的库位优化装置的结构示意图。

具体实施方式

[0047] 下面将参照附图详细描述根据本发明的实施例,描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同附图标记表示相同或相似的要素。要说明的是,以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表本发明的所有实施方式。它们仅是与如权利要求书中所详述的、本发明公开的一些方面相一致的装置和方法的例子,本发明的范围并不局限于此。在不矛盾的前提下,本发明各个实施例中的特征可以相互组合。

[0048] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个、三个等,除非另有明确具体的限定。

[0049] 随着物联网、人工智能、大数据等智能化技术的发展,利用这些智能化技术对传统物流业进行转型升级的需求愈加强劲,智慧物流(Intelligent Logistics System)成为物

流领域的研究热点。智慧物流利用人工智能、大数据以及各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统 (GPS) 等物联网装置和技术,广泛应用于物料的运输、仓储、配送、包装、装卸和信息服务等基本活动环节,实现物料管理过程的智能化分析决策、自动化运作和高效率优化管理。物联网技术包括传感设备、RFID技术、激光红外扫描、红外感应识别等,物联网能够将物流中的物料与网络实现有效连接,并可实时监控物料,还可感知仓库的湿度、温度等环境数据,保障物料的储存环境。通过大数据技术可感知、采集物流中所有数据,上传至信息平台数据层,对数据进行过滤、挖掘、分析等作业,最终对业务流程(如运输、入库、存取、拣选、包装、分拣、出库、盘点、配送等环节)提供精准的数据支持。人工智能在物流中的应用方向可以大致分为两种:1) 以AI技术赋能的如无人卡车、AGV、AMR、叉车、穿梭车、堆垛机、无人配送车、无人机、服务机器人、机械臂、智能终端等智能设备代替部分人工;2) 通过计算机视觉、机器学习、运筹优化等技术或算法驱动的如运输设备管理系统、仓储管理、设备调度系统、订单分配系统等软件系统提高人工效率。随着智慧物流的研究和进步,该项技术在众多领域展开了应用,例如零售及电商、电子产品、烟草、医药、工业制造、鞋服、纺织、食品等领域。

[0050] 自动化立体仓库又称高层货架仓库,通过借助机械设施与计算机控制系统,实现货物出入库作业,是现代物流的重要组成部分。而随着现代物流企业对仓储的货位调度水平要求越来越高,自动化立体仓库的货位优化问题日益成为关注的焦点。

[0051] 例如在夜间无人工作时,轻型叉车可不断取放仓库内的箱子从而调整其库位,夜间库位优化的结果直接影响了仓库未来的工作效率。为了降低仓库生产成本,提升出入库效率,现有技术中常采用贪心或随机算法进行夜间库位优化操作。这种方式未综合考虑商品合理的库存分布,也未考虑移箱任务并行执行的情况,可能造成生产效率的降低。

[0052] 本发明考虑了仓库内商品的库存分布及货道间任务的并行执行情况,并采用网络流算法进行建模求解,可有效计算较优的库位优化方案,从而提高仓库商品库存分布优化效率。

[0053] 图1所示为根据本发明实施例的库位优化方法的流程示意图,包括步骤S1至S3。

[0054] 在步骤S1中,获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道。

[0055] 在本发明实施例中,一个仓库中具有多条货道用于存放各种商品,其中,商品存放在料箱中,便于自动化轻型叉车从货道取出料箱或将料箱放入货道,进行商品的出入库操作以及夜间库位调整和优化,便于提高日间的商品出入库效率。在需要进行库位优化时,统计当前哪些货道没有任务(即没有取放箱任务的目的地在该货道),则将该些货道定为合法货道,后续生成优化库位的移箱任务分配在这些合法货道进行,这样能够避免影响到其他任务的执行。在本发明实施例中,还获取待调整库位商品的库存分布信息,例如存放该种类商品的料箱分别存放在哪些合法货道的哪些位置 and 对应数量等。

[0056] 在本发明实施例中,所述步骤S1之前,还可以包括:获取所述仓库中每种商品的箱数,并选取箱数最多的商品作为所述待调整库位商品。优先针对箱数最多的商品进行库存分布的调整,有利于提升商品后续作业流程(如出入库)的作业效率。在本发明实施例中,可先根据每种商品的箱数进行排序,选取排序最靠前的一种商品作为待调整库位商品。可以理解的是,在本发明实施例中先根据箱数最多的一个种类的商品的库存分布信息生成移箱

任务进行库位优化后,再根据箱数排名第二多的另一种类的商品的库存分布信息生成移箱任务,并以此类推,直至完成整个仓库商品的库位优化。

[0057] 在步骤S2中,根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息。

[0058] 在本发明实施例中,所述库存分布目标包括所述待调整库位商品的分布位置满足要求,和/或所述待调整库位商品在每一货道内的分布数量满足要求库存分布目标。

[0059] 例如,待调整库位商品在每一货道内的分布数量满足要求库存分布目标,包括:待调整库位商品在同一货架上的数量满足预设的上下限数量,或,待调整库位商品在一个货道内的分布数量不能超出预设范围,所述预设范围可以是根据历史订单大数据估算出的能够满足订单需求的数据,也可根据其他方式进行设置。这样,能够使得同种商品的分布不会过于分散也不会过于集中。当设置限制条件为箱数限制时,即控制同一种商品在同一合法货道内的箱数的上下限。例如当设置该待调整库位商品在第*i*个合法货道的箱数的上限为 R_i 、下限为 L_i 时,即为要求满足 $L_i \leq a_i - \sum_j x_{i,j} + \sum_j x_{j,i} \leq R_i$ 。

[0060] 例如,待调整库位商品的分布位置满足要求,包括:待调整库位商品所在货道尽可能集中,且在同一货道中的储位尽可能相邻;或,该当前待调整库位商品所在的位置尽可能靠近站点;或,在同一货道中的储位尽可能在垂直方向上相邻。

[0061] 可以理解的是,所述库存分布目标可根据实际优化需求进行调整,本发明对此不作限制。由此,可结合仓库中实际情况对库存分布目标进行合理设置,使得该商品的后续作业流程更加高效。

[0062] 在本发明实施例中,S2中,根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,包括:根据任意两个所述合法货道之间的距离、以及任意两个所述合法货道之间能够移动的所述待调整库位商品的箱数,确定能够实现所述库存分布目标的候选任务;根据每个候选任务中所述待调整库位商品在所述合法货道之间的总移动距离,确定所述移箱任务,其中所述移箱任务为总移动距离最小的候选任务。例如,对于当前待调整库位商品,设第*i*个合法货道内含有该商品 a_i 箱,有 b_i 个空货位,一共有 P_i 个货位。设合法货道*i*到合法货道*j*的距离为 $\text{dist}_{i,j}$,从合法货道*i*移动到合法货道*j*的该商品的箱数为 $x_{i,j}$,则一个候选任务中该商品在合法货道间的移动总距离为 $\sum_i \sum_j x_{i,j} * \text{dist}_{i,j}$,其中总移动距离最小(即 $\min \sum_i \sum_j x_{i,j} * \text{dist}_{i,j}$)的候选任务被作为移箱任务。将能够实现库存分布目标的多个候选任务中,总移动距离最小的候选任务作为移箱任务,省了搬运资源,能够提升库存优化的效率。

[0063] 在本发明实施例中,所述合法货道间的距离根据所述合法货道的出口位置确定,即合法货道*i*到合法货道*j*的距离 $\text{dist}_{i,j}$ 可根据合法货道*i*和合法货道*j*的出口位置进行计算得到。例如合法货道*i*有两个出口*i1*和*i2*(类似于超市内一排货架的两端有出入口),合法货道*j*也有两个出口*j1*和*j2*,则分别计算出口*i1*到出口*j1*和*j2*的距离,以及出口*i2*到出口*j1*和*j2*的距离,选其中最短的距离作为 $\text{dist}_{i,j}$ 。可以理解的是,以上只是示例性的对合法货道间的距离给出解释,也可采用其他方式计算合法货道间的距离,本发明并不以此为限。

[0064] 在本发明实施例中,所述移箱任务满足以下限制条件:对于每一所述合法货道,所述待调整库位商品不能在所述合法货道内的不同库位之间移动,从所述合法货道内移出的箱数不能超过所述合法货道内的原有箱数,以及移入所述合法货道内的箱数不能超过所述

合法货道内的空位数。

[0065] 例如对于每一所述合法货道:每一货道内所述待调整库位商品的分布数量是根据所述货道内的原有箱数、从所述货道内移出和移入的箱数确定的。例如在第*i*个合法货道内原本含有该商品 a_i 箱,从当前第*i*个合法货道内移出的箱数为 $\sum_j x_{i,j}$,从其他合法货道移入的箱数为 $\sum_j x_{j,i}$,则该待调整库位商品在第*i*个合法货道的箱数为 $a_i - \sum_j x_{i,j} + \sum_j x_{j,i}$ 。

[0066] 在本发明实施例中,所述限制条件还包括对于每一所述合法货道:所述待调整库位商品不能在所述合法货道内的不同库位之间移动,即 $x_{i,i}=0$;以及从所述合法货道内移出的箱数不能超过该合法货道内的原有箱数,即 $\sum_j x_{i,j} \leq a_i$;以及移入同一所述合法货道内的箱数不能超过该合法货道内的空位数,即 $\sum_i x_{i,j} \leq b_j$ 。

[0067] 由此,可直接生成多个互不影响可并行执行的调整商品库存分布的移箱任务,提升库存优化效率。

[0068] 在步骤S3中,根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

[0069] 由此,根据上述移箱任务进行待调整库位商品的位置调整,由于考虑了仓库的实际分布信息,能更加有效地提升商品库位分布的优化效率,进一步提升仓库商品的出入库效率。

[0070] 在本发明实施例中,在步骤S3之后,还包括锁定当前分配了所述移箱任务的合法货道,并重新确定新的待调整库位商品;根据其余合法货道和重新确定的新的待调整库位商品的库存分布信息生成新的移箱任务;根据所述新的移箱任务调整所述新的待调整库位商品的库存分布。在本发明实施例中,锁住 $x_{i,j}>0$ 的所有合法货道*i*和*j*(即把货道*i*和*j*标记为不合法),并对其他种类的商品生成移箱任务,重复上述步骤直到没有移箱任务生成。由此保证了每次输出执行的移箱任务互不依赖干扰,可同时使用多辆搬运设备并行执行任务,实现移动效率最大化。可以理解的是,每隔一段时间(例如当移箱任务数量小于预设阈值时)执行上述库位优化方法,可更好地提升仓库的库位优化效率。

[0071] 在本发明实施例中,以所述合法货道为节点,以所述合法货道间的连接边为有向边,构建网络流模型,并运行带有上下界的最小费用可行流算法确定所述移箱任务。在本发明实施例中,设有*m*个合法货道,则有*m*个顶点代表这些合法货道,合法货道*i*到合法货道*j*之间的连接边为有向边。图2所示为根据本发明实施例的网络流模型的示意图,以3个合法货道为例进行说明,其中,*S*为网络流模型的源点,*T*为网络流模型的汇点,源点*S*到每个节点(即每个合法货道)有一条有向边连接,每个节点到汇点*T*也有一条有向边连接,每个合法货道间具有两条有向边连接。

[0072] 在本发明实施例中,所述源点到所述合法货道的流量上限为该合法货道内所述待调整库位商品的原有箱数,所述源点到所述合法货道的代价为零;任意两个所述合法货道之间的流量无上限,所述两个合法货道之间的代价为所述合法货道间的距离;对于每一所述合法货道:所述合法货道到所述汇点的流量上下限分别为所述待调整库位商品在同一所述合法货道的箱数上下限,从其他合法货道流入所述合法货道的总流量上限为所述合法货道内的空位数,所述合法货道到所述汇点的代价为零。例如从源点*S*到合法货道*i*的流量上限为 a_i ,代价为0。从合法货道*i*到合法货道*j*的有向边无流量上限,代价为 $\text{dist}_{i,j}$ 。从其他合法货道流入合法货道*j*的总流量上限为 b_j 。合法货道*j*到汇点*T*的流量上下限分别为 R_j 和 L_j ,代价为0。

[0073] 在本发明实施例中,运行带有上下界的网络流算法,求解可得到合法货道间的移箱数量 $x_{i,j}$,根据所述网络流模型可确定所述移箱数量、所述待移入商品和所述待移出商品的合法货道。可以理解的是,若不存在可行流,则表示目前该商品无法生成移箱任务,继续尝试下一商品。否则,存在可行流,合法货道 i 到合法货道 j 的流量即为 $x_{i,j}$ 。

[0074] 图3所示为根据本发明另一实施例的流程示意图,在根据移箱任务调整待调整库位商品的库存分布的过程中,还可以执行步骤S4至S5。

[0075] 在步骤S4中,根据所述移箱任务中需要移入一个合法货道内的移入箱数,确定在该合法货道内的移入停车位,使得满足所述移入箱数的空位对应的移入停车位的数量最少。例如,求出 $x_{i,j}$ 后,在合法货道 j 中寻找最少的停车位,使得一共有 $x_{i,j}$ 个空货位。

[0076] 在步骤S5中,根据所述移箱任务中需要移出一个合法货道内的移出箱数,确定在该合法货道内的移出停车位,使得容纳有满足所述移出箱数的待调整库位商品的储位对应的移出停车位的数量最少。例如,求出 $x_{i,j}$ 后,在合法货道 i 中寻找最少的停车位,使得可以取到 $x_{i,j}$ 个箱子。

[0077] 在本发明实施例中,通过确定最少停车位的来取放商品,可以提高取放效率。

[0078] 图4示出了本申请实施例提供的自动化叉车的示意图,即下图所示叉车200。参照图4,仓储系统中的叉车200包括车体210,车体210上设置有多个货位220以及能够在高度方向上自由移动的机械臂230。本申请并不限定叉车200上的多个货位220如何布局,例如,在一种实现方式中,叉车200的多个货位220可以沿高度方向设置,由于叉车200的机械臂230可沿高度方向自由移动,因此将多个货位220也设置为沿高度方向,一方面有利于机械臂230快速取出或放入货物,另一方面也有利于减少叉车200的前后移动,节省作业时间,节约工作站的占地面积。比如,图4中的叉车200沿高度方向设置了5个货位220,此外,机械臂230还可以再多夹持一件货物,即该叉车200最多一次可以处理6件货物。由此,通过在合法货道中寻找最少的停车位来取到所需箱数的商品进行库位调整,有效减少了取出商品的耗费时间,同时通过寻找最少的停车位来移入从其他合法货道搬运的商品,有效减少了放置商品的耗费时间,提高了库位优化的效率。

[0079] 采用本发明实施例的库位优化方法,通过定义当前没有移箱任务的合法货道,并考虑商品的库存分布信息,通过合理设置库存分布目标目标进行求解,生成多个可并行执行的移箱任务,并在确定一种商品的移箱任务后,锁定分配了移箱任务的合法货道,再继续生成其他种类商品的移箱任务直至没有移箱任务产生。本发明充分结合仓库实际生产情况及实际中遇到的需求(例如库存优化、货道间任务执行情况等)直接计算较优方案,提高了商品库位优化的有效性。

[0080] 本发明第二方面的实施例还提供了一种库位优化装置,用于执行上文描述的库位优化方法。图5所示为根据本发明实施例的库位优化装置500的结构示意图,包括获取模块501、处理模块502和优化模块503。

[0081] 获取模块501用于获取仓库中合法货道和待调整库位商品的库存分布信息,所述合法货道表示当前没有移箱任务的货道。

[0082] 处理模块502用于根据所述合法货道间的距离和所述库存分布信息,生成能够实现库存分布目标的移箱任务,其中所述移箱任务包括所述商品在所述合法货道间的移动信息。

[0083] 优化模块503用于根据所述移箱任务调整所述待调整库位商品的库存分布。

[0084] 在本发明实施例中,所述库位优化装置500还包括确定模块504(图5中未示出),用于获取所述仓库中每种商品的箱数,并选取箱数最多的商品作为所述待调整库位商品。

[0085] 在本发明实施例中,所述库位优化装置500还包括循环模块505(图5中未示出),用于锁定当前分配了所述移箱任务的合法货道,并重新确定新的待调整库位商品;还用于根据其余合法货道和重新确定的新的待调整库位商品的库存分布信息生成新的移箱任务;还用于根据所述新的移箱任务调整所述新的待调整库位商品的库存分布。

[0086] 在本发明实施例中,处理模块502还用于根据任意两个所述合法货道之间的距离、以及任意两个所述合法货道之间能够移动的所述待调整库位商品的箱数,确定能够实现所述库存分布目标的候选任务;还用于根据每个候选任务中所述待调整库位商品在所述合法货道之间的总移动距离,确定所述移箱任务,其中所述移箱任务为总移动距离最小的候选任务。

[0087] 在本发明实施例中,所述处理模块502还用于以所述合法货道为节点,以所述合法货道间的连接边为有向边,构建网络流模型,并运行带有上下界的最小费用可行流算法确定所述移箱任务,其中,所述网络流模型包括源点和汇点,所述源点到所述合法货道的流量上限为该合法货道内所述待调整库位商品的原有箱数,所述源点到所述合法货道的代价为零;任意两个所述合法货道之间的流量无上限,代价为所述两个合法货道之间的距离;对于每一所述合法货道:所述合法货道到所述汇点的流量上下限分别为所述待调整库位商品在所述合法货道的箱数上下限,从其他合法货道流入所述合法货道的总流量上限为所述合法货道内的空位数,所述合法货道到所述汇点的代价为零。

[0088] 在本发明实施例中,库位优化装置500还包括停车位模块506(图5中未示出),用于根据所述移箱任务中需要移入一个合法货道内的移入箱数,确定在该合法货道内的移入停车位,使得满足所述移入箱数的空位对应的移入停车位的数量最少;还用于根据所述移箱任务中需要移出一个合法货道内的移出箱数,确定在该合法货道内的移出停车位,使得容纳有满足所述移出箱数的待调整库位商品的储位对应的移出停车位的数量最少。

[0089] 所述库位优化装置500的各个模块的更具体实现方式可以参见对于本发明的库位优化方法的描述,且具有与之相似的有益效果,在此不再赘述。

[0090] 本发明第三方面的实施例还提供了一种库存管理设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时,实现根据如上所述的库位优化方法。

[0091] 本发明第四方面的实施例还提供了一种库存管理系统,包括如上所述的库存管理设备;以及搬运设备,用于根据库存管理设备生成的移箱任务在合法货道之间搬运待调整库位商品。

[0092] 采用本发明实施例的库存管理系统,通过综合考虑仓库的商品库存分布信息及货道间任务并行执行情况,直接计算较优的库位优化方案,生成多个互不影响可并行执行的移箱任务,有效提升库位优化效率,从而进一步提升仓库商品出入库效率。

[0093] 本发明第五方面的实施例提出了一种非临时性计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时,实现根据本发明第一方面所述的库位优化方法。

[0094] 一般来说,用于实现本发明方法的计算机指令的可以采用一个或多个计算机可读

的存储介质的任意组合来承载。非临时性计算机可读存储介质可以包括任何计算机可读介质,除了临时性地传播中的信号本身。

[0095] 计算机可读存储介质例如可以是,但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0096] 可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的设计语言,特别是可以使用适于神经网络计算的Python语言和基于TensorFlow、PyTorch等平台框架。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0097] 根据本发明第五方面的非临时性计算机可读存储介质,可以参照根据本发明第一方面实施例具体描述的内容实现,并具有与根据本发明第一方面实施例的库位优化方法具有类似的有益效果,在此不再赘述。

[0098] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,应当理解的是,上述实施例是示例性的,不能解释为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

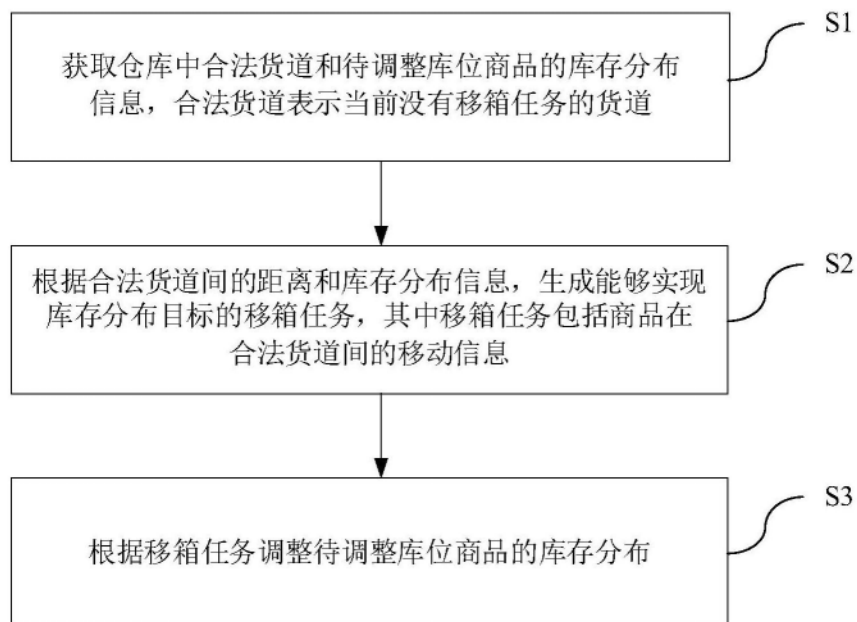


图1

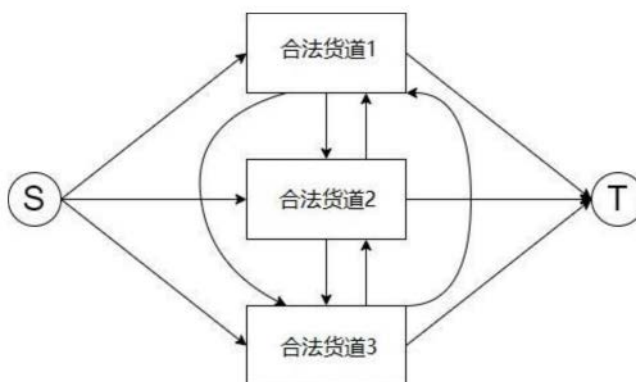


图2

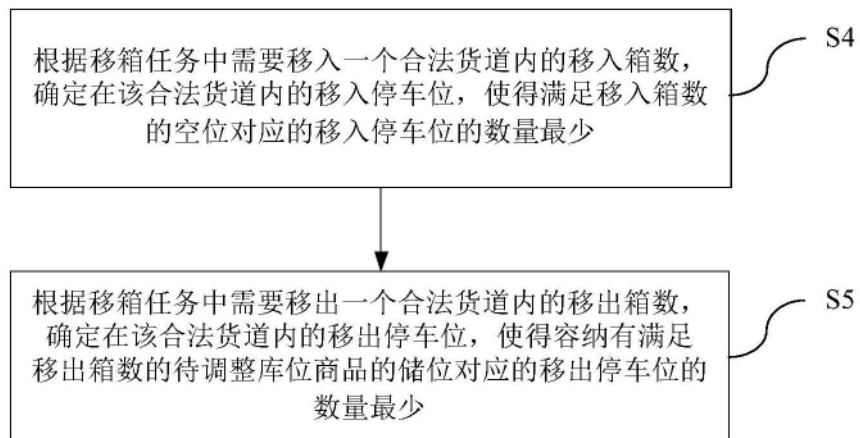


图3

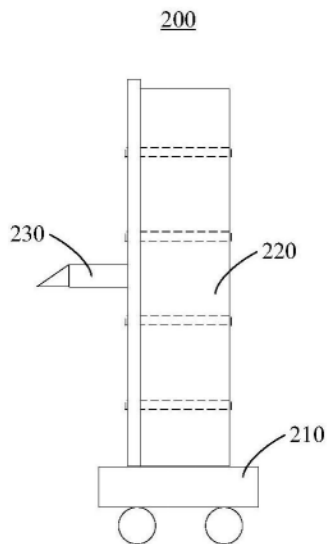


图4

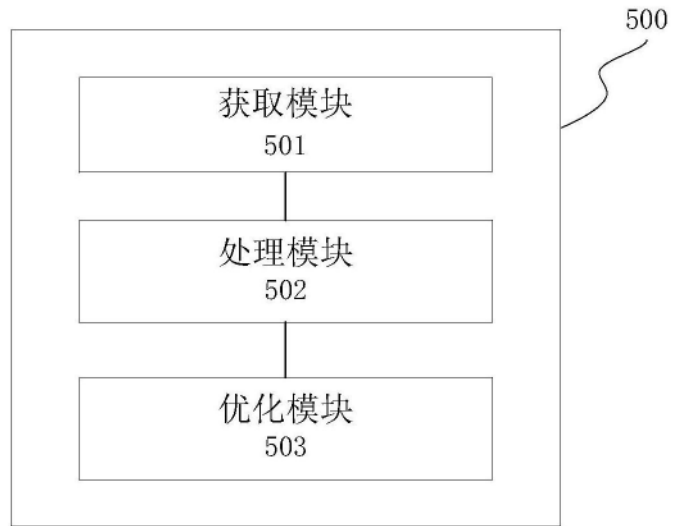


图5