

可视化自动仓储系统设计与货位优化

曹浪财, 罗 键*

(厦门大学信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 结合某电子贸易公司可视化仓储系统设计, 探讨了货位安排策略. 在仓储系统设计中, 针对电子产品时效性强、客户要求定制化的特点, 提出一种启发式策略出入库优化方法, 并且为提高货物拣选效率, 对货位存储情况采用平行坐标展开法进行可视化呈现. 结果表明系统实施后, 大大提高了仓储的敏捷性.

关键词: 货位优化; 货位可视化; 先进先出; 启发式策略; 敏捷

中图分类号: TP 391

文献标志码: A

文章编号: 0438-0479(2012)01-0046-05

随着现代科学技术和工业生产的不断进步, 物流产业作为国民经济中的一个新兴服务产业, 正在全球范围内迅速发展. 其中自动化仓储系统 (automated storage and retrieval systems, AS/RS) 是支持现代物流的基本环节之一. AS/RS 的出现不仅彻底改变了仓储行业劳动密集、效率低下的缺点, 而且拓展了仓库功能, 使之从单纯的保管型向综合的流通型方向发展. 图 1 是自动化立体仓库三维模型.

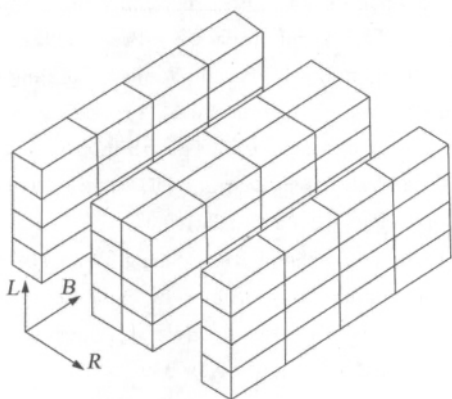


图 1 自动化立体仓库三维模型

Fig. 1 Three-dimensional model of AS/RS warehouse

为了提高 AS/RS 系统的性能, 国内外学者做了大量的研究. 文献[1]提出了库所双重着色赋时 Petri 网方法对系统建模, 并分析了 AS/RS 系统活动资源的行为特点和要求. 文献[2]针对 AS/RS 系统中的轨

道引导小车环路死锁现象, 提出了一种基于 Petri 网和有向图的死锁控制方法, 并提出了相应的死锁避免控制策略. 为了提高自动化立体仓库存取效率和方便货位管理, 文献[3]首先建立了系统货位优化的数学模型, 提出了基于离散粒子群算法的货位优化方法, 较好地缩短了小车行走时间. 以上文献中, 大多从自动化仓储系统建模、环路死锁、路径优化、货位优化某一方面着手研究如何提高系统的存储效率, 取得了一定的成果. 但是, 面对繁多的出入库流程和信息, 以及仓储错综复杂的货区和货物的码放, 物流信息化, 即快速、准确、直观地提取有效信息, 以满足物流服务及时性、安全性、准确性的需要, 是提高仓储作业效率的真正瓶颈, 而物流信息化的精髓是可视化.

因此综合运用无线网络、手持终端、条码和射频数据通信等信息技术、可视化技术以及管理信息系统知识, 构建一个可视化综合仓储管理系统具有其必要性.

1 系统总体设计

1.1 系统功能结构

本系统设计除一般的进销存管理系统之外, 更注重实现库存信息可视化、库存货物及其状态的可视化跟踪、可视化信息输出以及为管理者提供多方位、直观的可视化统计信息, 辅助他们决策. 本文根据某电子贸易公司企业需求, 结合可视化信息管理思想, 确定软件的功能结构模型如图 2 所示.

入库作业与优化模块: 根据不同的管理策略、货物属性、数量以及现有库存情况, 自动设定货物堆码位置、货物堆码顺序建议, 从而有效地利用现有仓库容量, 提高作业效率.

收稿日期: 2011-03-01

基金项目: 国家自然科学基金项目 (60975052)

* 通信作者: jianluo@xmu.edu.cn

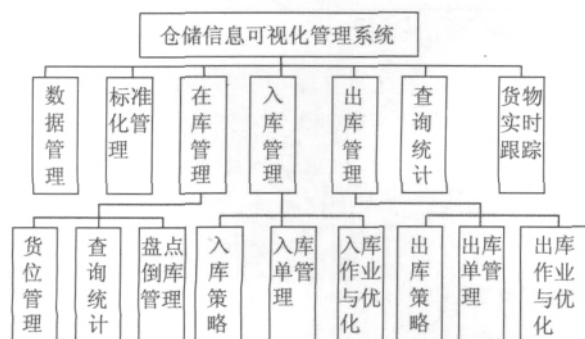


图 2 系统功能结构图

Fig. 2 System function structure

在库管理:主要是指物品在库期间的日常管理、清查盘点、存储时间检查,以及为了便于管理物品和更有效利用仓库容量而进行的并库、移库操作。

出库作业与优化模块:根据不同的管理策略、货物

属性、数量以及现有库存情况,自动拣定组合、确定货物位置、货物拣选顺序建议,支持紧急拣选,对超过一定时间的产品进行优先拣选。

货物实时跟踪模块:指对在途物资进行可视化监控管理,主要包括对运输车辆路线优化和物资的跟踪、管理、查询等一系列活动。系统实现时主要利用大型货运公司,如联邦快递(UPS)、顺丰快递(SF)提供的接口,利用他们的可视化的“点到点”跟踪货物运程服务系统,满足公司业务的需求。

1.2 系统概念模型

系统概念模型的设计情况直接关系到系统实现的效率。本系统涉及到的概念模型比较复杂,由于本文重点讨论入库作业与优化、出库作业与优化,图 3 展示的概念模型主要是和货位管理、出入库相关,其他部分概念模型没有展示。概念模型说明涉及到和货位分配策

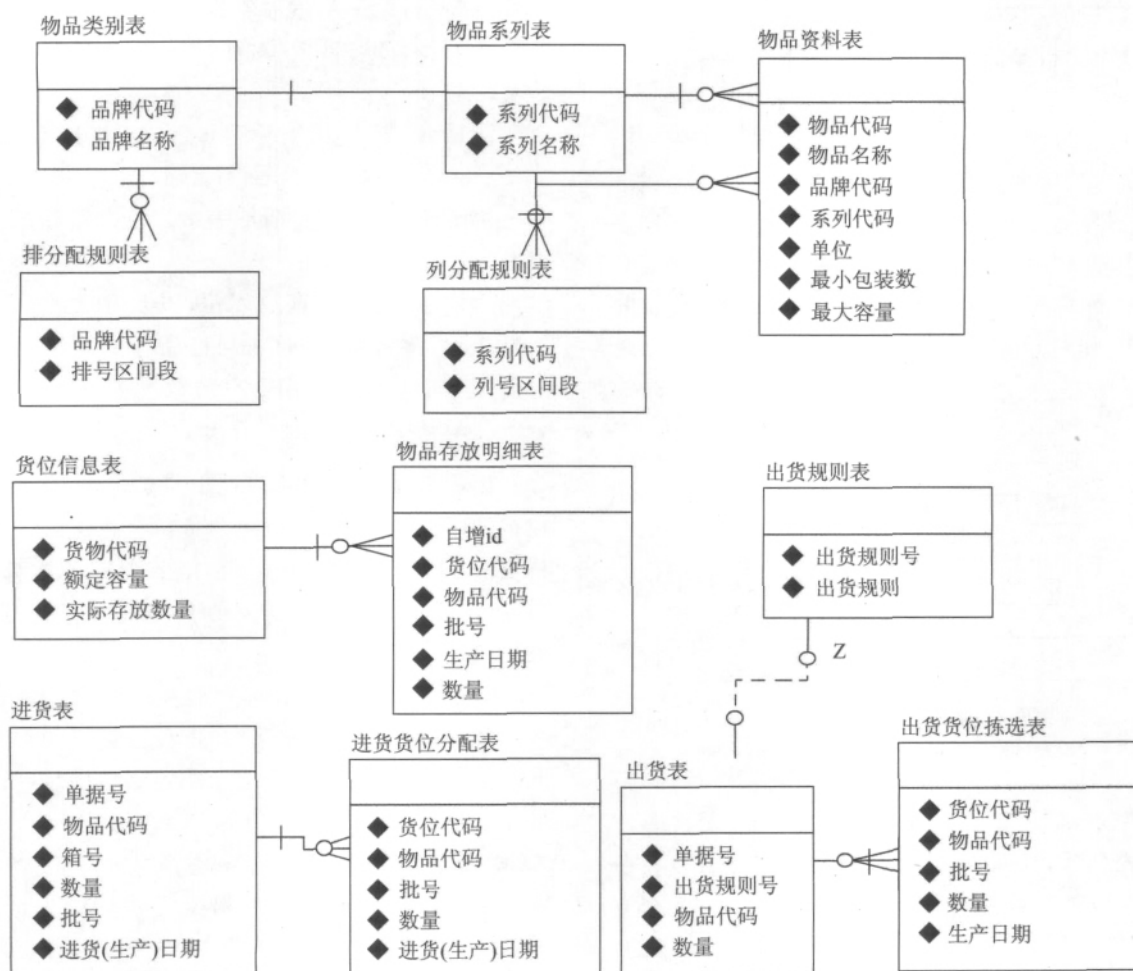


图 3 系统概念模型

Fig. 3 System conceptual model

略、出入库策略,论文在以下相应部分进行相应说明。

2 货位优化策略

货物在 AS/RS 中的初始位置是由货位存储策略配合货位分配原则来确定的。货位分配得合理能减少存取操作的工作量、减少盘库作业,缩短出入库移动的距离、缩短作业时间,甚至能够充分利用储存空间,从而加快货物周转,提高工作效率;并能使得货架受力情况良好,保证货架的稳定性并提高其可靠性^[4]。考虑到电子产品的多样性,在综合考虑多种原则的基础上,文中货位分配重点遵循分区存放原则。

1) 将黄金区域分配给高频率拣取的货物,从而最大化拣货效率以及最小化拣货成本。

2) 提高拣货准确性。电子产品相似的品牌系列很多,很容易出现拿混的情况,故产品应该分开,以减少拣取错误的机会。

货位存储策略包括:定位存储、随机存储、分类存储、分类随机存储和共享存储等。本文采用分类随机存储策略。分类随机存储是对每一类货品存放在固定库区位置上,但货位分配是随机的。首先采用文献^[3]建立的货位优化分配的数学模型,计算货位到出入库点的时间,作为货位的权值,根据货位权值从大到小的顺序将仓库划分为不同的区域,然后统计不同品牌产品的近期出入库频率,并按从大到小的顺序排序,最后依次将高出库频率的品牌安排高权值的货区,建立排分配规则表和列分配规则表。具体实施流程如图 4 所示。

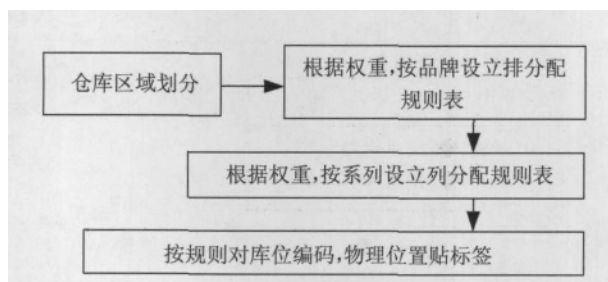


图 4 货位分配流程图

Fig. 4 Flow diagram of storage area assignment

例如货位编码为 12A26, 12 代表排号, A 代表层号, 26 代表列号, 具体 12 排存放的品牌可以查找排分配规则表, 26 列存放的产品系列可以查找列分配规则表。

3 启发式出入库算法

3.1 入库算法流程

入库算法流程实质上就是为入库分配空的货位, 本文提出二阶段启发式货位分配方法。

初始库位分配阶段: 根据入库产品信息, 找到相应的存放区位, 然后根据入库策略, 随机挑选一个空的货位存放。

货位优化阶段: 初始库位分配一般已经满足企业需要, 在追求效率的情况下, 可再根据货位优化策略, 建立优化目标函数, 优化找到最优货位^[3]。

具体入库算法流程如下:

第一步: 读取进货, 依次扫描入库产品信息, 从库存资料表中获取产品的品牌、系列、最小包装数。

第二步: 根据产品的品牌、系列读取排分配规则表和列分配规则表, 显示符合规则的空货位信息表(包括不足额定容量同类产品存放库位)以及该品名最近存放位置(假如存在库存情况); 同时, 根据最小包装数分析 Z 方向存放规则, 整件在下, 散货在上。在满足上述入库策略下, 产生初始存放货位。

第三步: 如有需要, 对初始存放货位进行二次货位优化。

第四步: 按扫描实际存放库位, 验证库位分配规则。

第五步: 修改进货明细表中库位字段, 方便以后查询。

第六步: 将实际存放库位, 以及存放的产品信息, 包括数量、批号、日期插入到物品存放明细表中, 同时修改库位信息表中的实际存放数量字段。

3.2 出库算法流程

出库算法流程指的是在出货策略指导下, 以最小化拣选时间为目标, 生成出库货位拣选表。电子产品的特点决定了其时效性强, 价格随着时间的推移贬值的很高, 产品的性能也会受到影响, 所以电子产品出库一般要遵循以下策略:

- 先进先出策略, 在客户对物品没有特别要求时, 尽可能地采用先进先出策略, 避免早期进的物品失效, 变成呆料。这个策略原则上在特定条件满足后, 都要满足。

- 指定日期范围拣选策略, 客户对物品的生产日期要求严格, 在购买时, 他们指定物品的生产日期范围, 这时, 虽然仓库中存在更早生产日期的物品, 为了符合客户的要求, 出货时只能在指定范围日期内做到先进先出。

- 指定批号规则拣选策略, 客户对物品的生产批

号有严格的要求,这时,在先进先出策略下,挑选符合批号的物品出货。

● 整箱优先策略,为了最小化拣选时间,在生成出库货位拣选表时,如果存在整箱物品,且出货数量大于箱数量时,优先拣选整箱的物品。

具体出库流程如下。

第一步:读取出仓单产品信息,依次扫描,显示存储该产品的所有货位,然后按指定的策略挑选货位,生成出库货位拣选表。

第二步:仓库人员按出库货位拣选表拣货,为提高拣货的准确性,根据仓库设备情况,可以采用机载智能设备显示出库货位拣选表,或采用智能数据处理终端设备拣选。

第三步:进一步扫描出库信息(品名,数量,库位,批号),对取货进行校验,然后审核出仓单。

第四步:修改物品存放明细表中的物品数量,修改库位信息表实际存放数量字段。

4 库存信息可视化呈现

自动化仓储系统信息化的精髓是可视化。信息可

视化是指运用计算机图形学和图像处理技术,将测量或科学计算过程中产生的数据及计算结果转换为图形或图像在屏幕上显示出来,并进行交互处理的理论、方法和技术,具有交互性、多维性、可视性等特点。在自动化仓储系统中主要包括系统存储信息的可视化、物品在途监控可视化、仓库实时监控可视化。其中物品在途监控可视化主要借助物流公司的全球定位系统。仓库实时监控可视化可通过在仓库现场安装视频监控设备,简单直观地对物资进行监控方法实现。本节主要探讨系统存储信息中库存状态的可视化方法。

传统的仓储系统主要用将平面图形、颜色加入库存信息管理系统中,使货位信息、库存信息和作业信息便于识别,增加它们的可读性,提高人机交互效率。比如文献[5]将平面仓库分隔成不同货区,同时用不同的颜色表示该货区的物品存储量。在文献[6]将货位的存放情况分为 5 类,并采用多页组件对货位可视化。文献[7]提出一种不规则立体仓库布置图的实现方法,在此基础上给出了计算最优路径的算法。对于立体化仓库,存储货位是一个三维空间,虽然文献[6]利用多页组件将其转换成二维空间,但查看不同排的信息需要在不同的页面进行切换,不能看到整个仓库的全貌,给应用

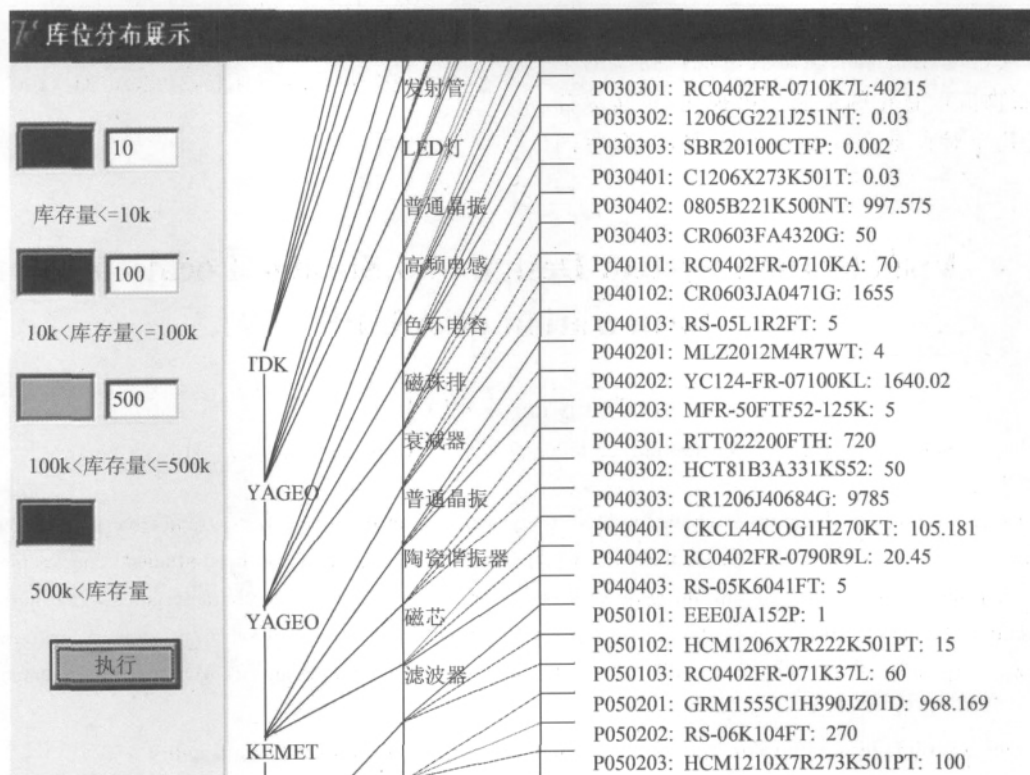


图 5 货位信息可视化

Fig. 5 Visualization of storage location

者带来不便. 本文采用平行坐标法对库位信息呈现, 这种方法可以表达多维信息, 且具有很好的扩展性.

平行坐标法是对多维空间的两维表示, 使多维数据的表示更加直观. 其思想就是将 N 维数据点映射到处于 N 条平行的坐标轴上的彼此相连的 $N-1$ 条线段. 这 $N-1$ 条线段与 N 条轴相交的 N 个点代表了数据点的 N 维数据.

图 5 展示了 10 排、4 列、3 层的仓库, 第 1 根平行线表示排, 第 2 根平行线表示列, 第 3 根平行线表示层数, 在第 3 根平行线右侧显示该库位的代码、物品代码、数量. 为了提供更好的视觉效果, 在界面左侧可以自定义不同颜色代表的数据容量范围. 例如, 在第 2 个框边输入 100, 图形连线将用 --- 表示库位在 10 k 到 100 k 的数量范围. 由于我们为品牌定义排存放区间, 为产品系列定义了列存放区间, 我们可以在第 1 根平行线上标示上产品品牌, 在第 2 根平行线上标示上产品的系列.

另外, 如果需要某个物品更加详细的信息, 可以直接点击此货位进入查询, 同样以可视化的方式显示该货区物品存放明细信息, 了解该产品历史进出货情况, 实现了库存信息的可视化及系统的可视化操作.

5 结 论

仓储技术及自动化仓储系统是支持现代物流的基本环节之一, 而物流信息化的精髓是可视化. 本文综合作者课题组近几年对自动仓储方面的研究, 结合厦门

某电子贸易有限公司实践应用, 对自动化仓储管理系统进行实现. 通过仓储信息可视化管理系统实施, 以及无线网络、手持终端、条码系统和射频数据通信等信息技术的运用, 可以降低仓储管理和系统操作难度, 使得原先复杂的数据操作转变为简单的视觉判断; 合理利用平面仓库的空间, 提高了仓库的存储能力; 提高了仓库作业的效率 and 数字化程度, 减轻了操作人员的劳动强度; 帮助企业提高管理水平.

参考文献:

- [1] 罗键, 何善君, 陈火国. 基于行为分析的 AS/RS 有色赋时 Petri 网模型研究[J]. 数学的实践与认识, 2008, 38(5): 59-65.
- [2] 吴长庆, 何善君, 罗键, 等. 自动小车存取系统中轨道导引小车环路死锁控制的研究[J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(9): 1766-1773.
- [3] 罗键, 钟寿贵, 吴长庆. 基于离散粒子群算法的 AVS/RS 货位优化[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2009, 48(2): 212-215.
- [4] 李梅娟, 陈雪波. 自动化仓储系统优化方法的研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [5] 郑荣, 董绍华. 平面仓库库存信息可视化管理系统的研究[J]. 物流技术, 2006(3): 194-196.
- [6] 顾君. 货位布局研究和图形化模拟仓库的实现[J]. 内蒙古科技与经济, 2007(2): 54-57.
- [7] 张海军, 朱杰, 岳溥麻, 等. 不规则立体仓库布置图的一种实现方法[J]. 系统工程, 2007, 25(2): 41-45.

Visualization System Design and Storage Location Optimization of AS/RS

CAO Lang-cai, LUO Jian*

(School of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: This paper investigates the storage arrangement strategy which is an important factor that affects the efficiency of logistics. First, combined with a visual warehouse designing, the strategy of goods assignment had been studied. Then, a method based on heuristic strategy had been proposed for the optimization of in/out warehouse to satisfy the characteristics of strong timeliness and customization requirements of electronics trade. Finally, in order to improve the efficiency of selecting, storage locations visually displayed with the way of parallel coordinates. The agility of warehouse would be improved significantly after the implementation of this system.

Key words: storage location optimization; storage location visualization; FIFO; heuristic strategy; agility