

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2016.08.018
引用格式:范钧.混合智能算法在电子设备动态管理优化中的应用[J].电讯技术,2016,56(8):934-938.[FAN Jun. Application of hybrid intelligent algorithm in electronic equipment dynamic management optimization[J]. Telecommunication Engineering, 2016, 56(8):934-938.]

混合智能算法在电子设备动态管理优化中的应用*

范 钧**

(成都工业学院 电子工程学院,成都 611730)

摘 要:应用微分进化算法(DEA)与字典排序算法(DSA)相结合的智能算法优化管理电子设备动态货位,研究了基于分拣选路径、存取效率、支架稳定性的动态管理多目标优化问题,并与采用遗传算法(GA)的动态管理优化进行了比对,发现字典排序算法能够按照数字顺序大小构建基于分拣选路径、存取效率、支架稳定性等因素重要程度的多目标函数,微分进化算法则能对多目标函数实施有效优化。仿真结果表明,混合智能算法迭代步数少,收敛速度快,具有更好的执行效率。
关键词:电子设备;动态管理;混合算法;微分进化算法;字典排序算法;多目标优化
中图分类号:TN80;TP202 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2016)08-0934-05

Application of Hybrid Intelligent Algorithm in Electronic Equipment Dynamic Management Optimization

FAN Jun

(School of Electronic Engineering, Chengdu Technological University, Chengdu 611730, China)

Abstract: Hybrid intelligent algorithm combining differential evolution algorithm (DEA) with dictionary sorting algorithm (DSA) is proposed to manage dynamic electronic equipment goods allocation. The dynamic management multi-objective optimization problem based on chosen path, access efficiency and support stability is studied. Compared with the genetic algorithm (GA) dynamic management optimization, it is found that the DSA can construct the multi-objective function according to sequence number size, and the DEA can effectively optimize the multi-objective function. The simulation results show that the proposed hybrid intelligent algorithm has fewer iteration steps, faster convergence speed and better execution efficiency.
Key words: electronic equipment; dynamic management; hybrid algorithm; differential evolution algorithm; dictionary sorting algorithm; multi-objective optimization

1 引 言

对于现代电子设备的管理,使用者更多关注的是其越来越高的出入库运作效率,而不是其最基本的分配功能^[1]。传统管理的本质是电子设备在时间上的流动,每一种电子设备都会按其固定的货位号和数量排放。尽管这种模式有一些优点,确定的货位易于管理且具有抗高风险的功能,但是其固定的货位可能导致较低的空间利用率^[2]。相反,电子设备动态货位优化研究可以为每一种电子设备提供合适的分配模式,实现空间的最优配置^[3]。可见,电子设备动态货位优化的主要目的在于合理分配货位空间,有效实施物资的合理分配,从而避免物资进出库的低效率以及可能出现的高损耗。

近年来,国内外诸多学者对于电子设备动态货位及其优化得到许多卓有成效的研究成果。文献[1]提出了电子设备多学科优化的建模技术、优化策略及算法、优化流程及学科分层次优化关系,旨在降低电子设备重量。文献[2]提出了基于 PDCA

* 收稿日期:2016-05-16;修回日期:2016-07-08 Received date:2016-05-16;Revised date:2016-07-08

** 通信作者:fjun1980@163.com Corresponding author:fjun1980@163.com

(Plan Do Check Action)的电子设备可靠性分析的计算、设计、检测等方案,旨在提高设备可靠性。文献[3]构建了基于改进遗传算法的流水车间调度过程研究,通过引入线性自适应算子对交叉算子和变异算子加以改进,解决车间调度过程中物料流程混乱、设备负荷不均衡的问题。文献[4]选择吞吐量与库存性能作为中型电池生产商生产工艺优化技术的研究参数,以此达到相对较好的库存水平以及相对较高的吞吐量。文献[5]使用离散微分进化(Discrete Differential Evolution, DDE)算法与变邻域搜索(Variable Neighborhood Search, VND)算法相结合的混合算法解决了基于总完工时间的无等待流水车间调度优化管理问题。文献[6]使用蚁群算法优化管理基于完工时间最小化的流水车间调度问题。文献[7]构建了基于分支定界算法的非线性整数规划数学模型,实现了设备存储空间与材料成本的现代货位类存储管理决策。文献[8]以整体工作效率和空间利用率作为最优控制目标,构建不规则区域存储优化模型,继而提高存储效率。前述文献均针对电子设备或其相关研究领域动态管理优化问题的某一方面的指标进行优化设计,而优化控制通常情况下均是对若干要素的综合考虑。在电子设备动态管理优化控制研究中,目前的很多研究均具有较大的局限性。

基于此,本文针对电子设备动态管理过程中存在的诸多问题,构建电子设备动态货位管理优化的多目标函数,采用先进控制理论与算法,旨在实现分拣选路径最小化、分配区域最优化、存取效率快速化以及稳定性最优化,最终达到损耗最低化、效益最大化的目的。

2 电子设备动态管理系统

电子设备货位分配及其动态优化的整体结构如图 1 所示。

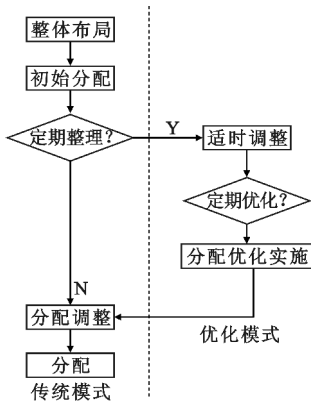


图 1 电子设备货位管理系统结构示意图

Fig. 1 Block diagram of dynamic electronic equipment goods allocation management system

由图 1 可见,电子设备货位管理系统主要分为分配整体布局、货位配置以及货位优化等 3 个部分。其中,分配整体布局主要指电子设备入库后,根据不同阶段应该具备的功能,大致可以分为初始区、中转区、分配区、分发区等功能区域;货位配置则主要是指电子设备入库后应该获得的最佳初始货位以及后期分发时应该具备的最佳分发顺序;货位优化则是指综合考虑时间周期、市场规律变化以及季节性流通等因素,实时地调整电子设备在货位管理系统中应该具备的最优分配货位,目的在于实现电子设备管理的高效、精准。

电子设备在进行初始分配操作后,获得一定的货位编码。对于传统模式,从电子设备初始分配到设备最终分发期间内,基本没有定期货位整理,这使得电子设备最终分发可能出现设备丢失、设备分发效率低下或者设备出现损耗等问题。如果采用优化模式,那么,电子设备一旦初始分配并获得初始货位编码后,通过定期的优化分配,电子设备便可在分配区域内定期获得优化后的货位编码,方便工作人员快速、准确、高效地查找对应电子设备所在区域并执行相应操作,此举可有效解决传统模式出现的短板。

3 电子设备动态管理多目标数学模型

根据前述货位管理系统功能结构,按照作业流程,电子设备动态管理系统主要分为初始、分区、分拣、上架、分发等 5 个步骤。按照经营范围以及品牌划分,电子设备动态管理系统主要规划自营区、样品区、外买区以及积压区等区域。因此,本文在构建电子设备动态管理系统多目标数学模型的过程中,采用目前广泛应用的作业关联分析法,选取物流流量作为主要判断依据,以其大小作为系统规划以及货位规划的依据。

对于一些系统而言,自动化立体承载支架和普通支架都在使用。由于成本限制,普通支架的使用会更多。系统的主要运作形式是叉车和手工操作。普通支架的存取操作主要是由叉车来完成。假设支架共计 m 排,每一排都有 n 列和 p 层。

入口处设为第 1 排,第一列设在离出口最近的那一列,最底层设为第 1 层,那么位于 x_k 排、 y_k 层、 z_k 列商品的相应坐标为 (x_k, y_k, z_k) ,入口坐标为 $(0, 0, 0)$ 。

同时,作出如下假设:

(1) 具有不同尺寸和重量的多种类型电子设备

分配在仓库；

(2)对于每一个货位上,只允许放置同样尺寸和重量的同类型电子设备；

(3)仓库中的第 k 类电子设备,周转系数是 P_k ,质量是 M_k , L 是货位单元格的长度。

通过动态分配原则,比如提高分拣选效率、支架和相关产品的稳定性,建立起如下多目标函数:

$$\begin{cases} \min f_1(x,y,z)=\sum_{x=1}^m\sum_{y=1}^n\sum_{z=1}^p(\frac{x}{v_x}+\frac{y}{v_y}+\frac{z}{k_zM_kN_k+B_z}) * L * P_k \\ \min f_2(x,y,z)=\frac{\sum_{y=1}^n\sum_{z=1}^pM_kN_k * L * P_k}{\sum_{y=1}^n\sum_{z=1}^pM_kN_k} \\ \min f_3(x,y,z)=\sum_{x=1}^m\sum_{y=1}^n\sum_{z=1}^p\sqrt{(x-v_x)^2+(y-v_y)^2+(z-v_z)^2} * Q \end{cases} \quad (1)$$

式中: N_k 表示第 k 类电子设备放置在某个空间货位时具有的数量; B_z 为任意一常数; k_z 为比例常数; v_x 、 v_y 分别表示沿 x 轴和 y 轴相关叉车参数的速度; (m_k,n_k,p_k) 表示某一电子设备的中心坐标; Q 表示来自主要客户订单统计数据的相关系数。

此外,式(1)中:函数 $\min f_2(x,y,z)$ 表示电子设备在空间货位 (x,y,z) 时具有最小重心,也就是具有最佳的支架稳定性;函数 $\min f_3(x,y,z)$ 表示电子设备分选分拣时具有最短的分析路径。

其中,约束条件如式(2)所示:

$$\text{s. t. } \begin{cases} 1 \leq x \leq m \\ 1 \leq y \leq n \\ 1 \leq z \leq p \end{cases} \quad (2)$$

4 混合优化算法

式(1)是一个多目标优化问题。由式(1)可知,电子设备动态管理系统主要考虑分拣选路径、存取效率以及支架承受力稳定性等 3 个主要问题。明显地,片面强调其中任意一个优化解都不足以解决多目标函数的优化问题,因此,需要相辅相成地看待电子设备动态管理系统的问题,既要考虑目标函数,又要兼顾约束条件。

多目标优化通常采用权重系数法将多目标函数转化为单目标函数,即针对式(1)中的 3 个目标函数,对应地定义 3 个权重系数,使其满足

$$\begin{cases} f(x)=\sum_{i=1}^3w_i f_i(x) \\ \text{s. t. } w_1+w_2+w_3=1 \end{cases} \quad (3)$$

这样,便可将前述多目标函数转化为单目标函数,再

应用其他先进算法进行有效分析,最终求解本课题涉及的多目标函数优化问题。

基于此,本文运用字典排序算法 (Dictionary Sorting Algorithm, DSA) 与微分进化算法 (Differential Evolution Algorithm, DEA) 相结合的混合算法求解多目标函数化简为单目标函数后的优化问题。首先,使用字典排序算法获取最重要的目标 (即第一目标)。然后,在不考虑其他目标的情况下,运用微分进化算法优化第一目标。当保持已优化目标的性能时,剩下目标也以同样方式得到优化。

为了更好地体现本文构建的混合智能算法的优越性,选取遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 作为比较算法。DEA 算法与 GA 算法相类似,均包含变异、交叉和选择操作,不断进化更新,判断停止条件等。其中,DEA 与 GA 最大的不同在于:DEA 的变异算子是通过种群中任意两个或者是多个个体做差值运算后再乘以系数的结果,而 GA 算法则是直接定义种群个体的概率函数。

基于 DEA 与 DSA 的混合智能算法的详细步骤如下:

(1)赋初值

随机建立带有 Np 个体的初始值,表达如下:

$$x_{i,j}^0=x_{\min}+\text{rad}(x_{\max}-x_{\min}) \quad (4)$$

式中: $i=1,2,\cdots,Np$; $j=1,2,\cdots,D$; $\text{rad}() \in [0,1]$ 。

对于每一个目标矢量,定义可变化变异算子 F 为

$$F=F_0 * 2^u \quad (5)$$

其中, u 定义为

$$u=1-\frac{G_m}{G_{\max}-G+1} \quad (6)$$

式(5)~(6)中: F_0 称之为变异算子; G_m 、 G 分别称之为最大进化步数与当前进化步数。

那么, F 可以变化为

$$F=F_{\min}+(F_{\max}-F_{\min})e^u \quad (7)$$

(2)杂交

为了加快收敛,杂交概率指数 CR 定义如下:

$$CR=(CR_{\max}-CR_{\min})[\frac{g}{G_{\max}}]^2+CR_{\min} \quad (8)$$

式中: g 表示实际步数; $G_{\max}$ 表示最大步数。

(3)选择

通过拟合,将测试矢量与目标向量进行比较,具有较小目标函数值的矢量将成为下一步数。

(4)终止准则

如果进化步数高于最大迭代数,或者精度能够

满足要求,则停止搜索;否则,回到第 2 步。

5 仿真分析

多目标混合智能算法在电子设备动态管理优化中的应用流程如图 2 所示。

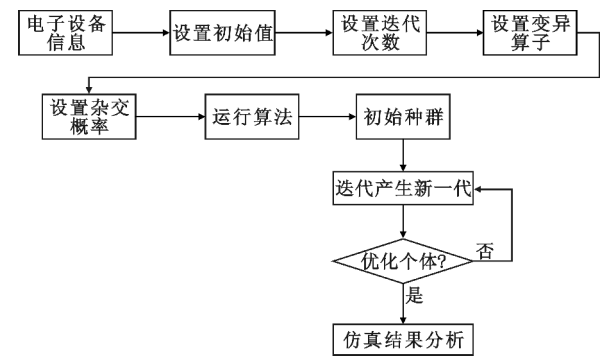


图 2 优化算法应用流程图
Fig. 2 Application flowchart of hybrid intelligent algorithm

由图 2 可见,仿真分析需要进行相应参数初始值设置,主要包括电子设备信息、迭代数量、种群次数、变异算子、杂交概率等。

本文选取设备区第 4 排、第 6 列、第 4 层支架所放置的 15 种电子设备信息作为初始参数之一,如表 1 所列。

表 1 电子设备货位管理初始化			
Tab. 1 Initialization of electronic equipment goods allocation management			
电子设备编码	周转系数	质量/kg	空间坐标
1	0.27	5.15	(1,4,2)
2	0.38	1.25	(2,4,1)
3	0.19	16.5	(3,2,1)
4	0.16	40.76	(1,3,4)
5	0.55	22.43	(3,1,4)
6	0.15	14.78	(1,1,1)
7	0.24	11.89	(2,4,2)
8	0.18	15.52	(1,1,4)
9	0.51	10.68	(3,2,2)
10	0.79	22.40	(4,4,4)
11	0.33	32.92	(2,2,3)
12	0.63	5.27	(1,4,3)
13	0.24	2.48	(3,3,4)
14	0.38	18.82	(4,3,4)
15	0.84	41.76	(4,4,2)

本文设置电子设备存取的初始速率为沿 x 、 y 、 z 轴方向叉车的速度分别是1 m/s、1 m/s、0.5 m/s。

此时,假设: $F_0=0.05$; $G_m=100$; $G_{\max}=100$; $CR=0.65$ 。

结合式(3)~(8),按照分拣选路径最优、存取效率最高、支架稳定性最好的综合性指标,可以得到动态分配的优化结果,如表 2 所列。

表 2 电子设备货位管理优化结果			
Tab. 2 Optimizaition result of electronic equipment goods allocation management			
电子设备编码	周转系数	质量/kg	空间坐标
1	0.27	5.15	(1,2,2)
2	0.38	1.25	(1,2,1)
3	0.19	16.5	(1,4,1)
4	0.16	40.76	(1,1,1)
5	0.55	22.43	(3,1,1)
6	0.15	14.78	(3,1,2)
7	0.24	11.89	(2,3,1)
8	0.18	15.52	(1,1,3)
9	0.51	10.68	(3,2,1)
10	0.79	22.40	(1,3,1)
11	0.33	32.92	(2,2,1)
12	0.63	5.27	(2,1,2)
13	0.24	2.48	(1,1,2)
14	0.38	18.82	(4,1,1)
15	0.84	41.76	(2,1,1)

以电子设备编码 1 为例,当周转系数为0.27、质量为5.15 kg时,没有优化之前,货位位于第 1 排、第 4 列、第 2 层,而在优化之后,货位则位于第 1 排、第 2 列、第 2 层。

以此类推,由表 2 可见,采用本文构建的混合算法,原先的动态货位分配均有不同程度的优化。

优化前与优化后的性能比较见表 3。

表 3 现代仓库货位优化前后性能分析表				
Tab. 3 Performance befor and after modern goods allocation optimization				
多目标函数	优化前	优化后	误差	百分比/%
第一个目标函数	59.510 0	42.030 0	17.480 0	29.37
第二个目标函数	2.976 5	1.760 9	1.215 6	40.84
第三个目标函数	0.785 1	0.348 6	0.436 5	55.60

从表 3 可以看出:优化效果非常明显,所有目标函数得到了实质性的改善;第三个目标函数,即产品的相关性优化结果最好,达到 55.6%。

为了证明本文所构建的多目标优化算法的有效

性,将其与遗传算法进行了对比。设: $F_0 = 0.05$;
 $G_m = 100$; $G_{max} = 1000$; $CR = 0.65$ 。同时,设定式(3)
中的3个权重系数分别为 $w_1 = 0.90$ 、 $w_2 = 0.05$ 、 $w_3 =$
 0.05 。仿真结果如图3所示。

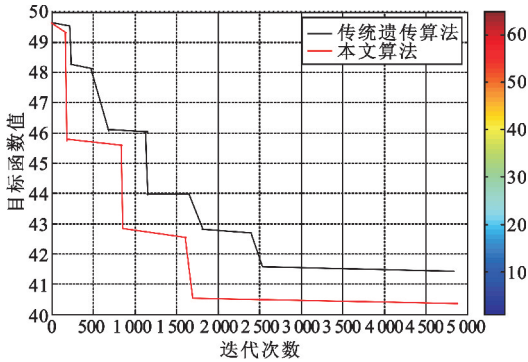


图3 多目标优化算法与遗传算法结果对比
Fig.3 Comparison between the proposed algorithm
and genetic algorithm

从图3中可以看出:传统遗传算法在大约超过
2 500次数时才会渐进收敛,目标值维持在41.5左
右;而本文的混合智能算法则在大约1 700次数时就
逐渐收敛,目标值相对较低,维持在40.6左右。因此,
相比于遗传算法,本文所构建的多目标混合智能
优化算法迭代次数更少,收敛速度更快,收敛目标值
更好。

6 结束语

电子设备动态管理系统中,动态分配比静态分
配更具优势。本文利用多目标函数来模拟和优化空
间货位,通过提出一种微分进化算法与字典排序算
法相结合的算法,求解模型和改善空间动态分配。
仿真结果显示,与传统遗传算法相比,本文构建的混
合智能算法具有更好的收敛性和目标函数值。因此,
相较于已经发表过的研究文献,本文构建的混合
智能算法具有更佳的动态分配效果。

但是,本文主要集中于电子设备在分拣选路径、
存取效率、支架稳定性等方面的综合问题,尚未涉及
诸如设备相关性、出入库效率、周转率等因素的影
响,因此,本文研究仍需继续深入并逐渐扩大涵盖因
素。今后,将继续进行电子设备动态管理的多目标、
非线性、复杂系统性的研究。

参考文献:

[1] 冯刚英. 电子设备多学科优化设计技术及其应用[J].
电讯技术,2012,52(3):35-38.
FENG Gangying. Multidisciplinary design optimization and
its application in electronic equipment[J]. Telecommuni-
cation Engineering,2012,52(3):379-383. (in Chinese)
[2] 生建友,翟助群. 电子设备基于PDCA循环的可靠性设
计[J]. 电讯技术,2014,54(1):112-117.
SHENG Jianyou,ZHAI Zhuqun. Reliability design based on
PDCA recycle for electronic equipment[J]. Telecommuni-
cation Engineering,2014,54(1):112-117. (in Chinese)
[3] ZHANG R,WEI W,JIANG Z,et al. Research and simula-
tion on flow-shop scheduling problem based on improved
genetic algorithm[C]//Proceedings of the 7th Interna-
tional Conference on Computer Science & Education. Mel-
bourne, VIC:IEEE,2012:916-921.
[4] MUPPANI P. Application of optimized production technol-
ogy in a capacity constrained flow shop: a case study in
automotive factory[J]. Computers Industrial Engineering,
2003,27(5):217-222.
[5] TASGETIREN P,KUNNATHUR A,VISWANATHAN I. A
discrete differential evolution algorithm for the no-wait
flowshop scheduling problem with total flow time criterion
[C]//Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Com-
putational Intelligence in Scheduling. New York, USA:
IEEE,2007:251-256.
[6] YU L,YE W,LU Z. Ant colony algorithms for permutation
flowshop scheduling to minimize make span/total flow
time of job[J]. European Journal of Operational Re-
search,2004,155(1):426-432.
[7] VENKATA R M,ADIL G K. A branch and bound algo-
rithm for class based storage location[J]. European Jour-
nal of Operational Research,2008,189(2):492-497
[8] ZHAO X,YUN C,HU J. Research on irregular storage lo-
cation assignment optimization of AS/RS[J]. Computer
Engineering and Applications,2012,48(4):222-227.

作者简介:



范 钧(1980—),女,四川仁寿人,2014
年获硕士学位,现为讲师,主要研究方向为电
子信息工程、自动化。

FAN Jun was born in Renshou,Sichuan Prov-
ince,in 1980. She received the M. S. degree in
2014. She is now a lecturer. Her research concerns
electronic information engineering and automation.

Email:fjun1980@163.com