第 25 卷第 4 期
2008 年 8 月

控 制 理 论 与 应 用
Control Theory & Applications

Vol. 25 No. 4
Aug. 2008

文章编号: 1000−8152(2008)04−0743−06

基于鲁棒优化理论的电梯群控调度策略

宗 群, 王维佳, 何彦昭

(天津大学 电气与自动化工程学院, 天津 300072)

摘要: 论文针对不确定线性优化问题, 研究其不确定集的选择, 初始不确定鲁棒优化模型的建立, 以及基于该模型的鲁棒对等式转化问题. 然后将鲁棒优化建模方法应用于电梯群控调度问题, 建立其鲁棒优化模型, 解决了交通流不确定性的影响, 从而使调度结果更为合理. 结合电梯群控虚拟仿真环境, 设计了电梯群控鲁棒优化调度算法, 并进行仿真验证. 通过与其他调度算法的比较, 证明了鲁棒优化调度算法在不同交通流下均具有优良的性能和适应能力. 实验表明, 鲁棒优化调度方法可以解决交通流预测误差的影响, 很好地改善电梯群控调度性能.

关键词: 不确定线性系统; 不确定优化; 鲁棒优化; 电梯群控调度

中图分类号: TP202 **文献标识码**: A

Elevator group scheduling based on robust optimization

ZONG Qun, WANG Wei-jia, HE Yan-zhao

(School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: For an uncertain linear programming problem, we study the determination of uncertain set, the establishment of the original robust-optimal-model (RO model), and the transformation of its robust counterpart. The RO modeling method is applied to elevator-group scheduling to setup its RO model and eliminate the impact of the traffic uncertainty, making the dispatching results more reasonable and efficient. In the simulation, virtual simulation environment of elevator-group control systems is utilized to program the RO scheduling algorithm. Comparing with other algorithms, it is verified that the RO algorithm has more advantages and suitability under different traffic flow. Simulation result shows that the RO algorithm can reduce the influence from traffic predict errors and greatly improve the performance of elevator group scheduling.

Key words: uncertain linear systems; uncertain optimization; robust optimization; elevator group scheduling

1 引言(Introduction)

随着建筑规模的扩大和电梯部数的增加, 建立良好的电梯群控系统来满足人们对垂直交通的服务要求是十分必要的, 同时尽量节约时间、避免能源浪费. 电梯群控系统实质上是一个在环境变化下的优化调度问题, 具有不确定性、非线性和控制目标多样化等特点. 该问题的研究对于道路交通、空中管理、海上运输、军事人员物资调配以及生产流程中的调度策略研究都有着重要的借鉴意义.

电梯群控系统中, 群控调度一直是研究的重点. 由于乘客对电梯服务的要求越来越高, 且电梯群控系统具有随机性和不确定性及优化的多目标性, 传统的调度方法难以达到高质量的性能要求. 已有的研究成果对电梯群控的关键问题仍未有很好的解决方法.

交通流不确定性是电梯群控调度的一个关键问题. 电梯调度的不确定性主要表现在交通流不确定, 即乘客到达时间、到达楼层、目的楼层的不确定. 目前的调度方法仅对当前交通流进行调度, 当前时刻最优, 但下一时刻难以保证最优. 因此解决交通流不确定性的影响是电梯群控调度的关键.

交通流定量预测是解决交通流不确定性对调度性能影响的基础. 但由于乘客到达的随机性以及目的楼层的不确定性, 预测误差在所难免. 因此, 若能在考虑预测交通流基础上, 尽量减小预测误差对调度结果的影响, 那么调度方案将更为合理.

针对“交通流不确定性”这一关键问题, 本文将电梯群控调度作为不确定优化问题进行处理. 近年来通过对鲁棒优化理论的深入研究, 发现可将其应用到许多不确定优化的实际问题中用以解决不

收稿日期: 2006−08−26; 收修改稿日期: 2007−05−22.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60574055); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20050056037); 天津市科技攻关重点项目(06YFGZGX01700).

确定性的影响. 鲁棒优化作为不确定优化问题的一个新的研究方向, 受到了各国专家学者的广泛重视. 在商业金融领域, 鲁棒优化应用于鲁棒投资选择问题[1]和鲁棒多阶段投资[2]等问题中; 在工程领域的应用中, 鲁棒优化为电力供应[3], 桁架－拓扑设计[4], 供应链管理[5]等问题提供了新的解决方法.

本文将鲁棒优化应用于电梯群控调度问题, 利用鲁棒优化方法的特性消除交通流预测误差的影响, 从而使调度结果更为合理. 论文重点研究了不确定线性系统鲁棒优化理论及其在电梯群控调度中的应用, 建立了电梯群控调度的鲁棒优化模型. 并利用电梯群控虚拟仿真环境对鲁棒优化调度算法进行了仿真验证.

2 不确定线性系统的鲁棒优化理论(RO theory of uncertain linear systems)

2.1 鲁棒优化的基本原理(Basic principle of RO)

鲁棒优化作为不确定优化理论的一个新的研究方向, 也是解决不确定优化问题的有效工具. 该理论的主要奠基人是A. Ben-Tal和A. Nemirovski, 提出了鲁棒优化理论的主要研究思路和总体框架.

定义 1 一个包含不确定性的优化问题可以如下描述:

$$\begin{aligned}&\min\ f(x,\xi)\\&\text{s.t. } g_i(x,\xi)\leqslant 0,\ \forall\xi\in U,\ i=1,\cdots,m.\end{aligned}\tag{1}$$

其中: ξ为不确定参数, U为不确定集. 如果是一个闭的有界集, 则称为鲁棒优化问题(robust optimization: RO).

目前鲁棒优化的研究方法和思想不尽相同, 本文是采用的是椭球体不确定集的鲁棒优化理论. 而且, 由于电梯群控优化调度问题的模型属于不确定线性优化, 因此论文主要针对不确定线性系统鲁棒优化理论进行研究, 并将其应用于电梯群控调度问题中.

2.2 不确定线性系统鲁棒优化问题建模的关键点(Key points of RO modeling for uncertain linear systems)

2.2.1 不确定集的选择(Selection of uncertain set)

定义 2 $U\in\mathbb{R}^{m\times n}$是椭球体不确定集, 若满足

1) 是有限多个椭球体的交集;

2) 是有界的;

3) Slater条件. 至少存在一个矩阵$A\in U$, 属于每一个椭球体的“相对内点”.

选择“椭球体”形式不确定集的原因如下[6]:

1) 从数学的观点来看, 它有简单的参数化表达式, 比较容易操作.

2) 如果椭球体, 尤其是椭球体交集的参数选择合适, 可以方便的将“椭球体不确定性”作为优化问题的输入进行处理.

3) 许多有概率分布的随机不确定数据都可以通过一个椭球体不确定集来表示.

4) 以椭球体不确定集表示的线性规划问题的鲁棒对等式是一个确定的锥二次规划问题.

2.2.2 原始优化问题的鲁棒对等式(RC of original optimization problem)

不确定线性优化的鲁棒对等式: 首先考虑一个不确定线性规划(LP, linear program)问题, 模型如下:

$$(P)=\big\{\min\big\{c^{\mathrm{T}}x: Ax+b\geqslant 0\big\}\big\}_{[A;b]\in U},\tag{2}$$

U为参数系数矩阵A,b所属的不确定集.

定理 1 一个带有椭球体或椭球体交集不确定性的线性规划问题的鲁棒对等式(P^*)是一个锥二次规划问题, 且其参数可由线性规划的结构参数m,n和定义不确定性椭球体集的参数表示[7].

上述定理具体地来讲, 当采用椭球体不确定集的情况下, 即

$$\begin{aligned}U=\{[A;b]=[A^0;b^0]+\sum_{j=1}^{k}u_j[A^j;b^j]+\\\sum_{p=1}^{q}v_p[C^p;d^p]|u^{\mathrm{T}}u\leqslant 1\}.\end{aligned}\tag{3}$$

此时, 问题(2)的鲁棒对等式为

$$\begin{cases}(P^*)\ \ \min\limits_{x}c^{\mathrm{T}}x\\\text{s.t. } C_i^px+d_i^p=0,\ p=1,\cdots,q,\\\quad A_i^0x+b_i^0\geqslant\sqrt{\sum\limits_{j=1}^{k}(A_i^jx+b_i^j)^2},\\\quad i=1,\cdots,m.\end{cases}\tag{4}$$

由定理1可以看出, 不确定线性规划问题可以转化为确定的锥二次优化问题. 而对于锥二次优化问题已经有很多成熟的求解方法(如求解凸优化问题的“内点法”). 与传统不确定优化方法相比, 鲁棒优化通过易于表达的椭球体不确定集将难于处理的无限优化问题转化为一个简单易处理的锥二次优化问题, 不仅在实际应用中取得良好的效果, 而且也为更为复杂的不确定优化问题的研究奠定了基础.

2.3 建模步骤(Modeling steps)

不确定线性系统RO模型的建模步骤如图1.

1) 建立系统机理优化模型. 确定优化目标、输入变量、输出变量、变量维数等. 总结系统的各种约束条件, 建立约束和变量之间的关系. 确定不确定参数, 并初步确定其变化范围.

2) 定义建模需要的变量、符号.

3) 建立不确定优化模型. 根据机理模型, 将目标函数、约束函数、不确定集用公式进行描述.

4) 转化为鲁棒对等问题. 根据定理1将上面得出的不确定优化模型转化为确定性的锥二次优化问题.

5) 建模后的求解工作. 不确定线性优化问题的

鲁棒优化模型最终都转化为锥二次优化问题, 后面的工作就是对锥二次优化问题的求解.

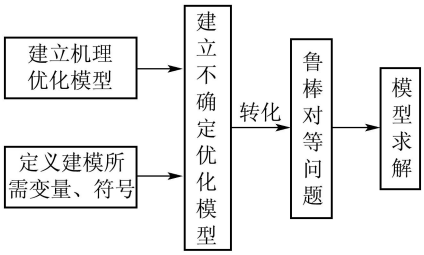

图 1　鲁棒优化模型的建模步骤

Fig. 1　Modeling procedure of RO model

3　电梯群控调度问题的鲁棒优化模型(RO model of elevator group scheduling)

3.1　建模的总体框架(Whole structure of model)

针对电梯群控调度的不确定性, 论文将电梯群控调度作为不确定优化问题进行处理. 目标函数、约束函数、决策变量、不确定参数等将是建立模型之前需要考虑的必备因素. 然后根据上节中总结的建模步骤进行电梯群控RO问题的建模.

3.1.1　建模思想与机理模型(Modeling method and theoretic model)

建立电梯群控系统的优化机理模型, 需将群控调度归纳为数学优化问题. 统计每层楼的乘客上下外呼总数. 计算每部电梯响应每层楼外呼的成本. 据此可建立电梯群控调度优化问题的机理模型:

1) 输入变量: 某楼层当前时刻实际的上、下外呼数, 某楼层未来时刻的上、下外呼数, 某电梯服务某楼层上、下外呼的服务成本.

2) 输出变量: 派梯号－派给某层外呼的电梯号.

3) 目标函数: $\sum$(某层上下外呼数×某电梯服务该层上下外呼的服务成本)+$\sum$(某层预测的上下外呼数×某电梯服务该层上下外呼的服务成本).

4) 不确定因素: 对交通流的预测误差.

3.1.2　符号和参数(Symbols and parameters)

基于上述建模思想和机理模型, 为了更方便的进行模型表达, 定义以下符号:

m为楼层数, n为电梯部数; P_{iu}为第i层楼上外呼的乘客数, $i=1,\cdots,m$; P_{id}为第i层楼下外呼的乘客数, $i=1,\cdots,m$; r_{iku}为第i层上呼用第k部电梯服务的成本; r_{ikd}为第i层下呼用第k部电梯服务的成本; $R_u=\{r_{iku}\}_{i,k}\in\mathbb{R}^{m\times n}$为上呼成本矩阵; $R_d=\{r_{ikd}\}_{i,k}\in\mathbb{R}^{m\times n}$为下呼成本矩阵; x_{iu}为第i层上呼的派梯方案, $i=1,\cdots,m$, $x_{iu}=(x_{iu1},x_{iu2},\cdots,x_{iun})^{\mathrm{T}}\in\mathbb{R}^{n\times 1}$, 其中: $x_{iuj}=(0,1)$, 0表示不派j号电梯, 1表示派j号电梯, $j=1,\cdots,n$; x_{id}为第i层下呼的派梯方案, $i=1,\cdots,m$, 且x_{id}与x_{iu}的具体组成类似.

3.2　电梯群控调度模型的必备因素(Necessary factors of scheduling modeling)

3.2.1　服务成本(Service cost)

通过对调度目标的分析, 这里采用候梯成本和电梯停靠次数作为成本函数的子项. 另外, 不仅考虑当前外呼, 而且考虑未来时刻的外呼.

1) 候梯时间成本子项:

设楼层号为p, 则电梯i服务该楼层外呼的候梯成本为

$$T_{wi}(p)=t+t_{fi}-t_p. \tag{5}$$

其中: t为当前时刻, t_{fi}为某电梯来服务该外呼所需的时间, t_p为外呼产生的时刻.

2) 停靠次数成本子项.

电梯i服务楼层p的外呼时, 未来停靠次数为C_{ip}.

根据上面的定义, 则电梯i来服务楼层p外呼的综合成本为

$$\begin{aligned}&R_i=\sqrt{\rho_w T_{wi}(p)^2+\rho_c C_{ip}^2},\\&\rho_w+\rho_c=1.\end{aligned} \tag{6}$$

其中ρ_w和ρ_c分别为T_{wi}和C_{ip}的权系数.

3.2.2　不确定因素(参数)–交通流预测误差(Uncertain factor-traffic predict error)

电梯交通流是一个典型的随机过程, 因此本文假设交通流符合泊松分布, 来对交通流进行预测[8]. 然而, 不管采用何种方法来预测交通流, 预测误差都是不可避免的. 事实上, 由于交通流本身是一个随机过程, 所以预测误差也是完全随机的. 即

$$P_i=P_i^*+\Delta P_i,\ \Delta P_i\in[-\sigma_i,\sigma_i]. \tag{7}$$

其中: P_i表示第i层实际的当前乘客外呼人数和实际的下一时刻乘客外呼人数的和, P_i^*表示第i层实际的当前乘客外呼人数和预测的下一时刻乘客外呼人数的和, ΔP_i表示预测误差, σ_i表示误差上限. 不失一般性, 假设误差在误差上下限内对称分布.

3.2.3　目标函数(Object function)

根据前面建立的电梯群控系统机理模型和符号参数表, 得出电梯群控调度问题的目标函数如下:

$$\sum_{i=1}^{m}P_{iu}(r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu}+\sum_{i=1}^{m}P_{id}(r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id}. \tag{8}$$

3.3　电梯群控调度问题的鲁棒优化模型(RO model of elevator group scheduling)

基于以上分析, 可以得出电梯群控调度问题的不确定优化模型如下:

$$\begin{aligned}\min\{&\sum_{i=1}^{m}P_{iu}(r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu}+\\&\sum_{i=1}^{m}P_{id}(r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id}\}_{P_{iu},P_{id}\in U}.\end{aligned} \tag{9}$$

将式(7)代入式(9), 上式转化为

$$\min\{\sum_{i=1}^{m}(P_{iu}^{*}(r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu}+P_{id}^{*}(r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id})+\sum_{i=1}^{m}(\Delta P_{iu}(r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu}+\Delta P_{id}(r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id})\}. \tag{10}$$

其中

$$\Delta P_{iu}\in[-\sigma_{iu},\ \sigma_{iu}],\Delta P_{id}\in[-\sigma_{id},\sigma_{id}].$$

取椭球体不确定集为

$$U=\left\{\sum_{i=1}^{m}\frac{(P_i-P_i^{*})^2}{\sigma_i^2}\leqslant\theta^2\right\}, \tag{11}$$

则式(10)中的不确定部分依照定理1, 可转换为如下形式的鲁棒对等式:

$$\begin{cases}\min\left\{\sum_{i=1}^{m}(P_{iu}^{*}(r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu}+\right.\\ \qquad\left.P_{id}^{*}(r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id})-\theta V^{1/2}(x)\right\},\\ V(x)=\\ \sum_{i=1}^{m}(((r_{iu})^{\mathrm{T}}x_{iu})^2\sigma_{iu}^2+((r_{id})^{\mathrm{T}}x_{id})^2\sigma_{id}^2).\end{cases} \tag{12}$$

至此, 已经成功地建立了电梯群控调度问题的鲁棒优化模型(公式(9)~(11)), 并将其转化为确定性的二次规划问题(公式(12)). 下面, 利用该模型结合电梯群控仿真平台来进行实验验证.

4 仿真验证(Simulation experiment)

结合作者前期开发的“电梯群控系统虚拟仿真环境”[9], 将鲁棒优化应用于电梯群控调度的研究, 并对鲁棒优化算法进行了仿真验证.

4.1 调度算法程序实现(Algorithm programming)

对于电梯群控优化调度这样的大型优化问题的求解, 为保证在解空间很大的情况下的求解的速率, 可利用专门的编程软件实现优化算法, 并进行求解. 论文借助于Visual C++强大的运算处理能力进行最优解的搜索, 实现了电梯群控调度的鲁棒优化算法, 并在电梯群控虚拟仿真环境下进行了仿真实验.

图2是鲁棒优化算法的整体程序流程. 首先进行内存区的分配和初始化, 统计每层楼的上下外呼数. 之后, 计算每部电梯服务每层楼上下外呼的服务成本, 并作为参数传给优化算法的目标函数的. 然后根据泊松分布预测每层楼的交通流情况. 将当前实际的与预测的交通流之和作为要处理的交通流标称值, 并产生预测误差的上下限, 作为不确定集. 最后, 确定目标函数, 求得最优解, 并将最优解转化为派梯方案输出.

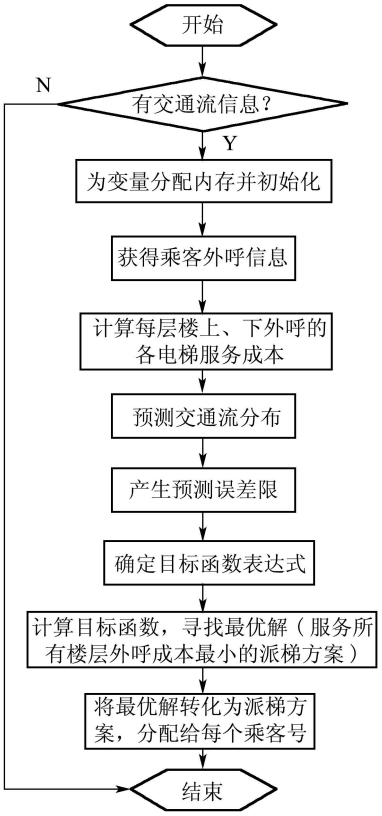

图 2 电梯群控调度鲁棒优化算法程序流程图

Fig. 2 Program flow diagram of group scheduling RO algorithm

4.2 电梯群控调度鲁棒优化算法仿真验证(Simulation of RO scheduling algorithm)

4.2.1 仿真环境设定(Setting of simulation environment)

仿真环境采用4部电梯16层大楼. 电梯参数和大楼参数如表1,2所示.

表 1 电梯参数设置

Table 1 Parameters of elevators

额定速度/$(\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1})$	1.75
加速度/$(\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2})$	1
加加速度/$(\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-3})$	1
额定容量/人	15
开关门时间/s	1
乘客转移时间/s	1

表 2 大楼参数设置

Table 2 Parameters of building

楼层数	16
门厅高度/m	4
其他层高/m	3

论文利用电梯虚拟仿真环境的交通流发生器产生4类交通流, 用于仿真比较:

交通流 1: 上高峰20分钟300人, 流入模式100%.

交通流 2: 随机层间20分钟150人, 层间模式84%.

交通流 3: 下高峰20分钟300人, 流出模式91%.

交通流 4: 上高峰–空闲–随机层间–空闲–下高峰800人.

4.2.2 仿真实验及结果分析(Simulation experiment and result analysis)

仿真实验选取的进行比较分析的调度算法为: 算法1: 最小等待时间算法(MT)[10]; 算法2: 静态分区算法(Static)[10]; 算法3: 鲁棒优化算法(RO). 3种算法的性能对比结果见表3.

静态分区算法　在强度较大的上高峰期间展现出更好的调度效果, 该方法通过分区将高到达率的人群分流. 对乘客目的楼层信息的间接获知必然减少了乘客的候梯时间. 但在其他3种交通路模式下, 由于乘客的分布楼层不均, 静态分区方法使得电梯利用不均衡, 从而乘客的候梯时间、乘梯时间、长候梯率都比较大.

最小等待时间算法　在各种交通流模式下都表现一般, 由于没有顾虑到交通流模式的变化, 造成它并不特别适合于某种交通流.

基于鲁棒优化的调度方法　除了在上高峰模式下不如静态分区算法外, 在后3种交通流下都是最佳的. 这正是鲁棒优化方法的先进建模理念所致, RO算法中加入了对交通流的预测, 并且对预测误差进行了补偿修正, 事实证明, 这确实使得调度算法的性能优于一般的电梯群控算法, 也是鲁棒优化算法优于其他调度算法的最重要的原因.

表 3　3种算法调度性能指标比较

Table 3　Scheduling performance of 3 different algorithms

		平均候梯时间/s	平均乘梯时间/s	长时间候梯率/%	乘客平均拥挤度	电梯启停次数
交通流 1	MT	37.96	77.3	20.3	11.47	255
	Static	25.84	39.45	11	5.95	240
	RO	35.98	78.75	19.3	11.39	245
交通流 2	MT	28.98	30.15	9.33	2.07	291
	Static	59.2	39.86	42.67	3.35	223
	RO	21.07	34	2.67	2.46	248
交通流 3	MT	46.12	41.36	19	8.14	174
	Static	33.56	40.27	16	7.71	166
	RO	27.48	39.55	10	9.492	183
交通流 4	MT	31.82	52.08	15	7.664	858
	Static	41.84	39.67	23	6.08	698
	RO	29.65	50.16	12.8	8.361	764

5 结论(Conclusion)

论文研究了不确定线性系统鲁棒优化模型及其在电梯群控调度中的应用. 鲁棒优化理论从运筹学的角度来解决电梯群控调度问题. 通过对电梯群控调度系统的深入分析, 结合鲁棒优化模型的核心思想, 建立了电梯群控调度的鲁棒优化模型. 然后利用电梯群控虚拟仿真环境实现了鲁棒优化算法, 进行了仿真验证. 仿真过程中, 通过与其他调度算法的比较, 证明了RO算法的优良性能和较强的适应能力. 实验表明, 在电梯群控调度中融入对未来交通流的预测能够很好地改善电梯群控调度性能.

参考文献(References):

[1] GOLDFARB D, IYENGAR G. Robust portfolio selection problem[J]. *Mathematics of Operations Research*, 2003, 28(1): 1 – 38.

[2] BEN-TAL A, MARGALIT T, NEMIROVSKI A. Robust modeling of multi-stage portfolio problems[M]//*High Performance Optimization*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2000: 303 – 328.

[3] MALCOLM S A, ZENIOS S A. Robust optimization of power system capacity expansion under uncertainty[J]. *Journal of Operational Research Society*, 1994, 45(9): 1040 – 1049.

[4] BEN-TAL A, NEMIROVSKI A. Robust truss topology design via semi-definite programming[J]. *SIAM Journal on Optimization*, 1997, 7(4): 991 –1016.

[5] BERTSIMAS D, THIELE A. A robust optimization approach to supply chain management[J]. *Lecture Notes in Computer Science*, 2004, 3064: 86 – 100.

[6] BEN-TAL A, NEMIROVSKI A. Robust solutions of uncertain linear programs[J]. *Operation Research Letters*, 1999, 25(1): 1 – 13.

[7] BEN-TAL A, NEMIROVSKI A. Robust convex optimization[J]. *Mathematics of Operations Research*, 1998, 23(4): 769 – 805.

[8] 张忠桢. 凸规划－投资组合与网络优化的旋转算法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.
(ZHANG Zhongzhen. *Convex Program-Pivoting Algorithms for*

Portfolio and Network Optimization[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2004.)

[9] ZONG Q, XUE L H, WANG Z S. Virtual simulation environments of elevator group control systems[J]. *Elevator World*, 2001, (11): 90 – 93.

[10] 邢关生. 基于强化学习算法的电梯动态调度策略的研究[D]. 天津: 天津大学, 2005.
(XING Guansheng. *The Research of Elevator Dynamic Scheduling Policy based on Reinforcement Learning Algorithm*[D]. Tianjin: Tianjin University, 2005.)

作者简介:

宗 群 (1961—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 国际电梯工程师协会(IAEE)会员, 研究领域为复杂系统建模与优化控制、电梯群控优化调度理论, E-mail: zongqun@tju.edu.cn;

王维佳 (1982—), 男, 博士研究生, 研究领域为复杂系统优化、鲁棒优化理论, E-mail: sprite_wang_2000@yahoo.com.cn;

何彦昭 (1981—), 男, 硕士, 研究领域为电梯群控优化调度.

第6届全国技术过程故障诊断与安全性学术会议

征 文 通 知

全国技术过程故障诊断与安全性学术会议是由中国自动化学会技术过程故障诊断与安全性专业委员会主办的全国性学术会议. 本会议的宗旨是为控制领域的专家、学者、工程师及研究生提供一个关于故障诊断、可靠性、安全性理论与技术最新进展的交流、传播平台. 自1999年首届会议召开以来, 已经成功举办了5届, 第6届全国技术过程故障诊断与安全性学术会议由华中科技大学承办, 将于2009年8月下旬在武汉市华中科技大学国际学术交流中心召开, 大会组委会热忱欢迎广大科技工作者参加本次会议.

一、征文范围

* 状态监测与故障诊断
* 人工智能与专家系统
* 故障预测与预测维护
* 系统辨识、状态与参数估计
* 安全性分析、设计与评估
* 自动测试技术
* 容错控制
* 测试信号处理
* 实时可靠性评估与预测
* 应用与实例分析
* 计算智能
* 其他

二、稿件要求

论文必须未公开发表过, 每篇论文的篇幅(含图、表)一般不超过6000字. 录用论文将在《华中科技大学学报》(自然科学版)增刊(2006, 2007年被EI收录)等学术刊物上刊登.

论文包括: 题目, 作者姓名, 作者单位信息, 中英文摘要(摘要为250字左右, 能够完整准确的反映论文的主要信息)、关键词, 正文, 参考文献, 作者简介和E-mail地址.

稿件的版式要求详见《华中科技大学学报》主页http://xb.hust.edu.cn 上的“投稿须知”栏目.

三、重要日期

论文投稿截止日期: 2009年3月15日

论文录用通知日期: 2009年4月1日

四、投稿方式

稿件按照华中科技大学学报投稿须知的要求编排后, 用word电子文档发送到会议组委会的电子信箱safeprocess@126.com.

联系人: 卫佳, 刘运源.

投稿时请在电子邮件中告知作者的通讯地址和联系电话.

中国自动化学会技术过程故障诊断与安全性专业委员会

2008年6月30日