

散落架构下伪随机唤醒的自适应药品温湿度监控

章 慧, 蒋晓玲, 陈宏明

(淮阴工学院计算机工程学院, 江苏 淮安 223003)

摘 要: 药品存储过程中, 需要依据外界温湿度变化对药品存储环境进行自适应调节, 达到药品最佳储存温湿度. 传统方法基于随机分布模型, 采用 Wiener 进化迭代方法, 通过间断采集与闭环反馈对药品存储环境温湿度进行监测, 受制于进化方法的瑞利特性, 无法保证闭环反馈的稳健收敛. 提出一种散落架构下基于伪随机唤醒的自适应药品温湿度监控方法, 解决传统方法闭环反馈无法稳健收敛的问题, 进行药品的散落架构模型构建, 通过伪随机唤醒机制, 获得药品温湿度调控请求, 通过模糊反馈, 计算出最佳反馈闭环因子, 作用于模糊系统, 准确实现温湿度调控. 实验表明, 改进算法能实现对所有温湿度需求药品的自适应稳健闭环调控, 温度控制精度 0.1° , 相对湿度控制精度 0.5% , 算法收敛速度快, 且收敛稳健.

关键词: 散落架构; 伪随机; 自适应; 温湿度监控

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)10-0117-05

Adaptive Medicine Temperature and Humidity Monitoring Based on Pseudo Random Wake in Scattered Architecture

ZHANG Hui, JIANG Xiao-ling, CHEN Hong-ming

(College of Computer Science, Huaiyin Institute of Technology, Huaian 223004, China)

Abstract: In the medicine stored procedure, the outside temperature and humidity should change with the need of the medicine, the pharmaceuticals adaptive storage environment need to achieve for the optimum storage temperature and humidity. Random distribution model is used in traditional methods, an iterative approach Wiener evolution by intermittent loop feedback system is used for medicine storage temperature and humidity monitoring, subject to the evolutionary approach of Rayleigh characteristics, the guarantee is not steady convergence of the closed-loop feedback. An adaptive medicine temperature and humidity monitoring based on pseudo random wake in scattered architecture is proposed to solve the robust convergence problems in traditional method, the scattered medicines architecture model is constructed by pseudo-random wake-up mechanism, the temperature and humidity regulation is accessed to medicines by fuzzy feedback, the optimal feedback loop factor is calculated and acted on the fuzzy system to achieve accurate temperature and humidity regulation. Experimental results show that with the improved algorithm, the needs of all medicines temperature and humidity stable closed-loop adaptive control is realized, the temperature control accuracy is 0.1° , the relative humidity control accuracy is 0.5% , the algorithm is faster convergence.

Key words: scattered architectures; pseudo-random; adaptive; temperature and humidity monitoring

1 引言

药品质量问题是当前医药行业面临的普遍问

题, 由于流通环节限制, 常常需要存储一定量的药品以备所需, 但药品对存储环境的要求较高, 特别是某些特性药品, 对存储环境的温度湿度要较高要求, 一

收稿日期: 2014-01-17; 修回日期: 2014-03-09

基金项目: 淮安市产学研联合研究项目“国家级食品药品安全示范区远程监管系统的设计与实现”(HC201308)

且存储的温度湿度不合格,会导致药物疗效减少,甚至使得药物失效,而失效的药物作用于人体,不但不能救助患者,甚至可能带来生命危险.随着社会的发展^[1-2],传统的药品存储管理工作模式正面临着系列挑战,主要体现在:一是监控工作面广量大,监控效率低;二是存储监控方式落后,基本是靠传统的手工、人力方式去进行监控,达不到实时监测的效果^[3].

为解决传统药品温湿度监控存在的上述问题,近年来,许多学者对智能化自适应药品监控进行研究^[4],主要集中在采用 Wiener 进化迭代方法和自适应线性滤波方法实现对药品存储环境的智能温湿度监控.文献[5]中提出一种基于进化迭代方法的药品温湿度监控方法,通过对环境温度感知采集,获得当前环境温湿度对于药品存储的损害因子,依据损害因子,计算回归模型下的温湿度监控调整量,然后依据调整量实现温湿度控制,此方法响应特性好,但收敛不稳定.文献[6]中提出一种基于 Wiener 联合滤波方法的药品温湿度监控, Wiener 滤波存在信号平滑处理中的野值奇异点,所以,在特殊情况下,会导致温湿度监控的野值发散.文献[7]中提出一种基于自适应线性滤波的温湿度智能监控方法,通过线性预测,计算温湿度走向,依据线性反馈控制模型,提前对温湿度进行调节,此方法预测稳定,但响应较慢.

针对此问题,本文提出一种散落架构下基于伪随机唤醒的自适应药品温湿度监控方法.首先进行药品的散落架构模型构建,然后基于模型,通过伪随机唤醒机制,获得药品温湿度调控请求,并计算出最佳反馈闭环因子,实现稳健反馈控制.最后进行实验,验证算法性能,得出有效性结论.

2 药品散落架构模型建立及伪随机唤醒机制在模型中的应用

2.1 药品散落架构模型建立

本文在散落架构模型下采用伪随机唤醒机制进行自适应药品温湿度监控,需要首先建立药品温湿度监控的散落架构模型,通过散落架构模型,对监控系统中的所有监控对象进行建模,纳入模型分子,依据不同药品对温度的敏感特性,建立异构模型,采用异构加权方法,实现对所有待监控药品的均衡加权.

假设散落架构模型的药品异构初值等于单位药品最大值 $T_{old}(m-1)$,那么在散落架构模型迭代过程中,新药品数据应该优于上一次的药品最优值,如

果等于最优值,则散落架构模型异构值不进行改变,如果值优于上一次,则散落架构模型异构值进行交换 $T_{old}(m-1) = T_{new}(m)$,在变换过程中,药品加权则不断进行变化,药品加权级别进行调整,保证模型对于所有药品的容纳性.

为适应大药品容量动态异构加权的变化情况,并克服在差异性药品情况下的散落架构模型表征能力不足,有必要设置动态进化度 θ ,来保证大药品容量数据散落架构模型表征力.

$$\theta = \frac{T_{old}(m-1)}{T_{new}(m)} (0 < \theta \leq 1) \quad (1)$$

该参数考虑到大药品容量的运行状况,反映了大药品容量动态异构的运动和进化程度.数据分析时, θ 值的波动较大,说明大药品容量的数据变化率较大,针对散落架构模型算法,需要分析散落数据的散落因子,因此在搜寻散落因子的时间也较长.适当减少药品数据量而进行次优解求取,并基于次优方法实现最优寻找.通过动态因子获得单位时间内最佳散落架构模型表征能力.

散落架构模型动态因子的耦合程度, T_{size} 表示模型因子数量, $\sum_{i=1}^{T_{size}} T_{i(m)}$ 表示取得最优散落模型的大药品容量总和:

$$\vartheta = \frac{T_{size} * T_{new}(m)}{\sum_{i=1}^{T_{size}} T_{i(m)}} \quad (2)$$

当 ϑ 值越大,说明散落架构模型越分散,而如果 ϑ 趋向 1,说明散落架构模型存在局部最优解.因此可以适当的增加纳入分析范围药品的数量.

根据上面的定义,得到散落架构模型的函数 $u_{ij}^{(k+1)}$ 和权重因子 q 分别为

$$u_{ij}^{(k+1)} = q * u_{ij}^k + m_1 * r_1 * (T_{ij}^{old} - T_{ij}^k) + m_2 * r_2 * (T_j^{new} - T_{ij}^k) \quad (3)$$

$$q = \omega_{max} - \text{Iterator} * \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{\text{Iterator}_{max}} \quad (4)$$

式中, k 代表散落架构的模型级数, i, j 分别代表大药品容量分析和优化参数, $C1$ 和 $C2$ 代表大药品容量的训练因子,通常为常数, r_1 和 r_2 为 $[0, 1]$ 闭区间里利用代表药品属性的随机数, T_{ij}^{old} 和 T_j^{new} 分别表示第 i 个大药品容量模型在第 j 个位置的最优散落架构和第 j 个参数的最优异构因子. T_{ij}^k 和 V_{ij}^k 分别表示第 i 个和第 j 个动态权重因子, ω_{max} 表示散落架构模型下最大药品数量容量.

通过上面对于药品散落架构的分析构建,将所有

待分析药品纳入系统分析范畴,通过加权级别进行调整,保证模型对于所有药品的容纳性,采用动态异构加权,克服在差异性药品情况下的散落架构模型表征能力不足,得到散落架构模型存在局部最优解。

2.2 伪随机唤醒机制在散落模型中的应用

在上面构建药品散落架构模型的基础上,下面进行伪随机唤醒在药品标签散落架构模型中的分析,采用伪随机方法获得异构药品分布特性下的待查询值,通过唤醒方法,进行药品标签监控的数据交互,更新药品信息。

药品标签与查询唤醒主体之间进行信息数据交互时,如果药品标签的温湿度水平处于药品标签的最大动态唤醒因子权限之内,而对于其他药品标签端统一设定它的唤醒权限为0,则我们认为此药品需要进行唤醒操作。

$$Info_{super}(i, j) = \begin{cases} 1, \text{if}(level_{max} < us_i \leq \omega_{max}) \\ 0, \text{others} \end{cases} \quad (5)$$

式中, ω_{max} 表示拟定的药品标签端的最高温湿度水平, us_i 代表药品标签端的动态唤醒因子, $level_{max}$ 代表平均温湿度水平。

如果药品标签实体之间的温湿度水平处于药品标签的最大动态唤醒因子权限之内,而对于其他药品标签端统一设定它的唤醒权限,则认为是弱唤醒需求。

$$Info_{weak}(i, j) = \begin{cases} 1, \text{if}(us_i \leq \omega_{max}) \\ (1 - (\omega_{max} - us_i) / level_{max} - \omega_{max}), \text{others} \end{cases} \quad (6)$$

如果药品标签端的温湿度水平低于药品标签端设立的最小动态唤醒因子标准,则我们认为非唤醒需求。

$$Info_m(i, j) = us_i / level_{max} \quad (7)$$

对于唤醒实体和药品标签端合法性能的函数关系为:如果药品标签端的唤醒合法水平处于药品标签端的最高唤醒权限,则我们认为药品标签端符合强唤醒机制,执行唤醒。

$$law_{super}(i, j) = \begin{cases} 1, \text{if}(ul_i \leq \omega_{max}) \\ 0, \text{others} \end{cases} \quad (8)$$

如果药品标签端的数据合法水平处于药品标签端的上限与下限之间,则我们认为药品标签端的数据符合弱合法,应该在散落架构下执行选择性唤醒。

$$law_{weak}(i, j) = \begin{cases} 1, \text{if}(ul_i < \omega_{max}) \\ 1 - \exp(-\omega_{max} + 1 - ul_i) / \exp(\omega_{max} - 1), \text{others} \end{cases} \quad (9)$$

如果药品标签端的数据合法水平处于指数函数关系之下,则我们认为药品标签端的数据不合法,不执行唤醒。

$$law_m(i, j) = 1 + \exp(\omega s_i) / 1 - \exp(-1) \quad (10)$$

其中,在药品散落模型下,安全性验证由药品标签服务提供方来实现动态唤醒,在开始对药品标签进行唤醒时,假设药品标签信息的唤醒率 Tj_i 随着时间的增加,新的不确定唤醒因子出现,整个药品标签服务端对不安全唤醒响应较大,假设药品唤醒任务实体和药品标签保密性能的函数关系为:

$$Info_trust(i, j) = n_1 * law_m(i, j) + n_2 * Info(i, j) \quad (11)$$

式中, n_1, n_2 为药品标签服务端对药品标签合法性的判断权值。权值越高,则表征散落架构特性更好,对于药品唤醒的需求也就越大,唤醒响应随之线性增加。

通过上面对于散落架构下药品模型的分析,和伪随机唤醒方法的使用,设定唤醒权限,通过动态唤醒因子适应不同温湿度变化需求下的温湿度监控,对于唤醒实体和药品标签端合法性能的函数,建立关系模型分析。

3 自适应模糊反馈药品温湿度监控方法

3.1 自适应模糊反馈系统

自适应模糊控制器为传统模糊控制器衍生出的一种变形。传统模糊控制器从功能上划分,主要由四部分构成:模糊器自身、模糊内容知识库、模糊系统推理、去模糊器。自适应模糊控制器在经典模糊控制器的基础上,加入自适应推论下的模糊方法,对模糊控制器中的模糊化函数和模糊反馈进行改进,图1所示为自适应模糊反馈控制器结构。

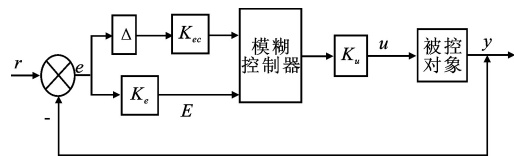


图1 自适应模糊控制器结构

从图1中可知,自适应模糊控制器为一个典型的全局负反馈自适应模糊控制系统。其中,模糊控制器为二输入和单输出结构。

自适应模糊控制器的设计主要包括三部分:

(1) 自适应模糊控制器输入/输出规范化比例因子,通过自适应方法实现精确量的模糊化,把模糊

控制语言变量转化为合适的模糊控制量;

(2) 自适应模糊控制算法的设计,通过多组输入输出模糊条件语句,构建多种模糊规则,计算出模糊控制规则输入输出间确定的模糊关系,并通过自适应模糊推理,推导模糊结果;

(3) 自适应模糊控制器输出模糊集合的去模糊化,确定自适应模糊控制的精确量。

3.2 自适应模糊反馈药品温湿度监控方法

自适应模糊控制器的时域的微分方程为

$$u(t) = K_P \left[e(t) + 1/T_I \int_0^t e(t) dt + T_D de(t)/dt \right] \quad (12)$$

而对于药品温湿度监控的反馈控制属于一种采样控制,它只能根据当前温湿度采样时刻的偏差值计算自适应模糊控制的控制量^[8],则自适应模糊控制作用的离散化形式表示为

$$u(k) = K_I e(k) + K_I \sum_{i=1}^k e(i) + K_D [e(k) - e(k-1)] \quad (13)$$

对于药品温湿度进行调控时,依据当前温湿度特性与药品自身需求温湿度之间的差,形成反馈控制增量,表示为

$$\Delta u(k) = K_P [e(k) - e(k-1)] + K_I e(k) + K_D [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \quad (14)$$

式中, K_P 为自适应温湿度控制对于药品自身的控制比例系数,药品温湿度控制对于微小步进控制量的积分系数, $K_I = K_P$, K_D 为微分控制系数, $K_D = K_P T_D / T$, T 为采样周期, T_I 为药品温湿度控制达到需求控制温湿度所需的积分时间, T_D 为药品温湿度控制达到需求控制温湿度所需的微分时间, $e(k)$ 为第 k 次温湿度采样时刻输入的偏差值。

为了减少残差,应提高积分项的运算精度。为此,可将矩形积分改为梯形积分,其计算公式为

$$\int_0^t e dt \approx \sum_{i=0}^k \frac{e(i) + e(i-1)}{2} T \quad (15)$$

式中, $e(i)$ 为第 i 次温湿度反馈控制误差, $e(i-1)$ 为第 $i-1$ 次温湿度反馈控制误差。在反馈误差平均积分基础上,从药品温湿度系统稳定性、响应速度、超调量等方面进行参数调节,达到最优药品温湿度控制。

4 实验与结果分析

为测试散落架构下基于伪随机唤醒的自适应药

品温湿度监控性能,通过不同温湿度控制需求下的自适应模糊控制方法完成控制。基于 Matlab2012 完成自适应模糊控制仿真实验。将自适应温湿度控制的输入语言变量 E 取值设置为 $[-3 \ 3]$,模糊隶属度判决函数类型为高斯型,将模糊化函数的输入语言变量 EC 范围设置为 $[-0.3 \ 0.3]$,输入温湿度范围采用随机数表示。模糊定义见表 1。

表 1 模糊定义

模糊定义	关系	模糊定义	关系
NB	负大	PB	正大
NM	负中	O	零
NS	负小	PS	正小
NO	负零	PM	正中

根据自适应模糊控制规则、自适应模糊推理关系和自适应反馈模型,得出其药品温湿度模糊控制规则见表 2。

表 2 药品温湿度模糊控制规则

NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB	NB
NB	NS	ZO	NM	NM	NM	NS	NS
NM	NS	ZO	NM	NM	NS	ZO	PS
NS	NM	NM	NS	NS	ZO	PS	PM
ZO	NM	NS	NS	ZO	PS	PS	PM
PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PM
PM	NS	ZO	PS	PM	PM	PM	PB
PB	NS	PS	PM	PM	PM	PM	PB

系统采用的自适应模糊控制器对药品温湿度进行模糊时,通过数据集合的模糊化,得到控制反馈因子,计算模糊控制量,作用于系统,得到模糊控制结果,如图 2 所示。

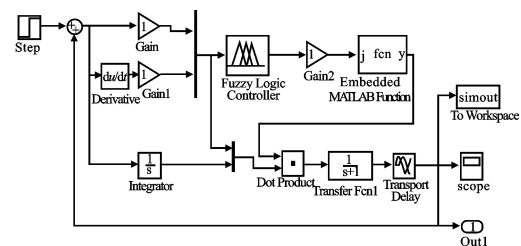


图 2 药品温湿度自适应模糊控制流程

从图 2 可知,药品温湿度控制经过自适应控制调节,得到微小自适应控制量,采用反馈控制误差进行迭代,得到超调量,反馈作用于系统自适应控制器,得到收敛后的温湿度误差。

自适应模糊控制的三角冲击响应特性如图 3 所示。

从图 3 可知,药品温湿度监控的自适应模糊控制对于三角冲击具有均衡性很好的响应,在不同的温湿度控制需求唤醒点上,均能得到等幅响应,表明系统对于所有温湿度范围控制需求的自适应特性。

采用 Wiener 法与本文方法进行比对,测试性能,

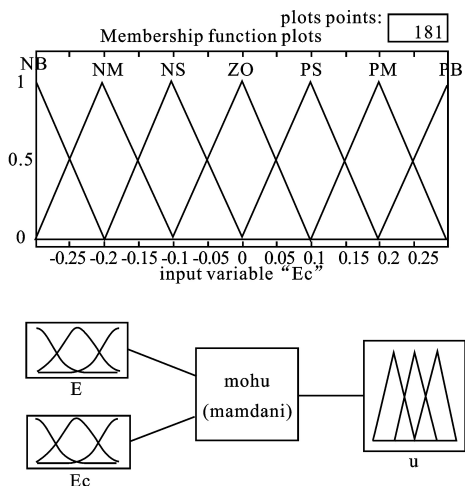


图3 自适应模糊控制的三角冲击响应
对一组需求温度为 10° , 相对湿度 20% 的药品进行温湿度自适应控制, 温度控制比较结果如图4所示。

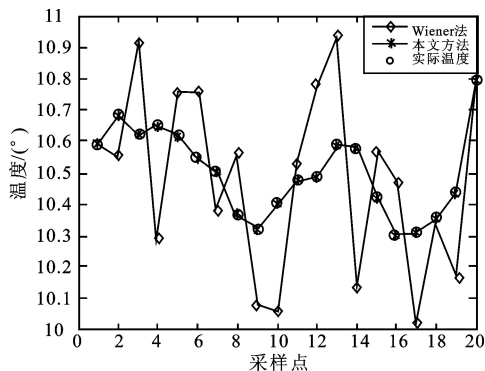


图4 温度控制比较

从图4可知,采用Winer法,对于精确温度控制的响应滞后,且控制误差大,而采用本文自适应模糊控制方法,控制精度高,蒙特卡洛实验结果显示,温度控制精度为 0.1° 。

相对湿度控制比较结果如图5所示。

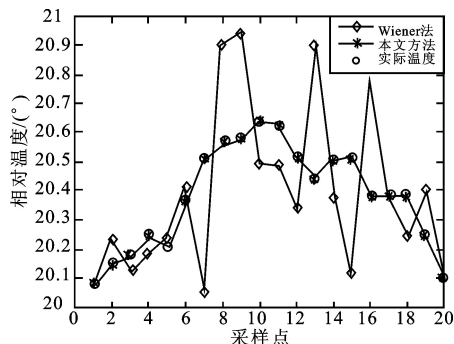


图5 相对湿度控制比较

从图5可知,采用Winer法,对于精确相对湿度控制误差大,而采用本文自适应模糊控制方法,控制精度为 0.5% 。

5 结束语

药品存储过程中,需要依据外界温湿度变化对药品存储环境进行自适应调节. 本文提出一种散落架构下基于伪随机唤醒的自适应药品温湿度监控方法, 建立药品温湿度监控的散落架构模型, 通过散落架构模型, 对监控系统中的所有监控对象进行建模, 采用异构加权方法, 实现对所有待监控药品的均衡加权. 解决传统方法闭环反馈无法稳健收敛的问题, 进行药品的散落架构模型构建, 采用伪随机方法获得异构药品分布特性下的待查询值, 通过唤醒方法, 进行药品标签监控的数据交互, 更新药品信息. 从药品温湿度系统稳定性、响应速度、超调量等方面进行参数调节, 达到最优药品温湿度控制. 与 Wiener 算法比较实验表明, 改进算法能实现对所有温湿度需求药品的自适应稳健闭环调控, 温度控制精度 0.1° , 相对湿度控制精度 0.5% 。

参考文献:

- [1] 薛飞, 杨友良, 孟凡伟, 等. 基于 Matlab GUI 串口通信的实时温度监控系统设计[J]. 计算机应用, 2014, 11(1): 292-296.
- [2] 吴福海, 黄俊, 李旭梅. 基于 DSP 的 SAW RFID 系统的设计及应用[J]. 电子技术应用, 2014, 19(1): 97-99, 103.
- [3] 谢小芳, 黄俊, 谭成宇. 基于 RFID 的电力温度监控系统的软件分析与设计[J]. 电子技术应用, 2013, 22(1): 23-26.
- [4] 杨帆, 陈茂林, 马新文, 等. 基于模糊 PID 算法的净化空调监控系统[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2014, 15(1): 120-123.
- [5] 李佩娟, 徐晓苏, 张小飞, 等. 基于极大后验估计和模糊控制的水下无源定位技术[J]. 控制与决策, 2014, 31(2): 363-367.
- [6] 唐昉, 周晓军, 魏燕定. 改善人-车综合性能的变传动比反馈方法[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2014, 21(3): 456-462.
- [7] 莫太平, 王丹, 王蒙. 基于 RBF 网络 PID 的远程实时温度监控系统[J]. 计算机测量与控制, 2013, 11(6): 1508-1510.
- [8] Yang Fan. Research on information fusion fault diagnosis system based on fuzzy neural network[J]. 2012 Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence Industrial Application, 2012.

作者简介:

章慧女, (1970-), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机应用等。