

一类多测点系统的智能化决策方法

李敏远

(西安理工大学自动化工程系·西安, 710048)

摘要: 本文以人工智能原理和模糊推理为基础, 分析了一类多测点系统中决策测点的智能化方法, 并给出实现自动测试系统的智能化决策算法. 实验结果表明, 本文所述方法是成功的.

关键词: 测试系统; 智能决策; 模糊推理

1 引言

对于一个具有多个测点的动态测试系统, 要测取每个测点上被测变量的变化规律. 在这类系统中, 有一种只允许设置一个测量元件(如采用放射性测量仪器), 从而构成一种单测量元件多测点的测试系统. 这类系统要应用定位控制装置拖动测量元件去各测点进行分时测量, 当设计自动测试系统时, 显然存在测点决策问题. 本文根据人工智能原理和模糊推理方法, 提出一种在这类系统中决策测点的智能化方法.

2 问题的分析

假设测试系统有 M 个测点, 测量一次的平均时间为 T , 被测过程经历时间为 T_c , 系统测量次数的约束条件为

$$N = T_c/T \leq N_c. \quad (1)$$

采用巡回检测法测量时, 在同一个测点上的采样周期为 $M \cdot T$. 如果 M 较大, 则采样周期太长, 无法拟合出该测点被测变量的变化规律.

事实上, 每个测点的被测量变化的复杂程度不同, 描述其变化规律所需要的测量次数和采样周期也不同. 由于总的测量次数受(1)约束, 为使每一个测点上的测量数据分布最合理, 决策测点时应按照以下基本原则: 在不同测点上, 被测量变化过程复杂的, 测量次数多, 反之则少; 在同一测点上, 被测量变化复杂的时段, 测量数据采样

周期短, 反之采样周期长. 通过对实际动态过程的机理分析, 一般都具有对各测点被测量变化过程的定性知识. 下面以图1所示典型饱和和非线性变化过程为例分析测点决策过程.

测点搜索顺序. 在图1所示过程中, 应按测点座标递增顺序搜索测点的被测量初始变化时刻. 通过自学习方法, 对测点1的被测量开始变化时的测量次数进行学习, 并以此作为下一测点测量次数学习的初始值. 测点1的被测量开始变化后, 把学习得到的初始测量次数全部分配给测点1上. 在此期间, 测点2的被测量不会开始变化. 此后, 一方面去检测测点2的被测量开始变化时刻, 另一方面去测点1测量. 两者测量次数的分配比例, 根据过程变化快慢确定. 同时记忆学习本次测量次数修正值, 直到测点2的被测量开始变化, 再把学习得到的总的测量次

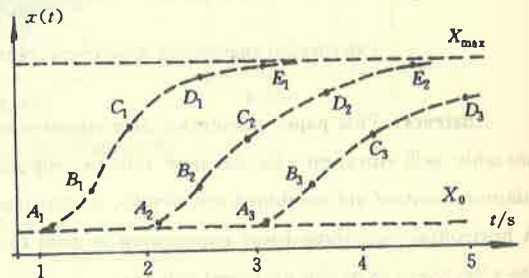


图1 饱和和非线性过程

数全部分配给测点 1 和测点 2. 以下过程同上.

测点排序和寻优原理. 设在 t 时刻已搜索到初始值的测点数为 K . 在分配自学习测量次数时, 有 K 个测点待分配. 由于各测点的被测量所处的状态不同, 应在 K 个测点中寻找被测量处在变化最复杂时段上的测点进行测量. 为此, 根据各测点被测量的变化状态, 定义测点要求测量的紧迫程度(以下简称紧迫度). 对已检测到初始值的 K 个测点按紧迫度排序, 没有搜索到初始值的测点紧迫度定义为零. 选取表征被测量变化状态的一组特征变量, 根据对动态过程的定性知识, 用语言推理方法求出测点的紧迫度. 例如, 在 $[A, B]$ 时段, 被测量变化最复杂, 紧迫度极高; 在 $[B, C]$ 时段, 被测量变化基本是线性规律, 紧迫度较低; 在 $[D, E]$ 时段, 被测量变化趋于平缓, 紧迫度更低, 等等. 上述推理过程可以归纳出若干个语言推理条件语句, 并用模糊集合定量描述特征变量和紧迫度. 应用模糊推理方法计算紧迫度, 对测点进行实时模糊排序, 决策时在 M 个测点中按紧迫度寻优. 从而把按决策目标分配测量次数, 转化成模糊排序和寻优问题.

3 智能化决策方法

3.1 初始值搜索

对于实际多测点动态测试系统, 初始值搜索的含义是对测点的被测量开始变化的时间排序, 一般根据对被测过程的定性知识和测点的空间位置确定, 测试系统按此顺序进行搜索测量. 设被测量开始变化的时间为 T_f , 对于第 i 个测点可以得出

$$T_f(i) = \min\{T_f \in (|x_i(t) - X_0| > \epsilon)\}. \quad (2)$$

式中 X_0 是初始值, $x(t)$ 是测量值, ϵ 是测量仪器允许误差. $T_f(i)$ 根据自学习方法求得.

当 $T_f(i) < t < T_f(i+1)$ 时, 有两种选择测量.

I) 进行寻优测量、排序; II) 检测 $i+1$ 测点的初始值, 并求 $T_f(i+1)$.

3.2 模糊排序

设用模糊集合表示的紧迫度为 P , 两维特征变量为 a 和 b , 分别是各自论域上的模糊子集. 根据实际过程具体情况, 也可选取更多的特征变量. 对于图 1 所示过程, a 和 b 可取为

$$a = \frac{x(t)}{X_{\max}}, \quad b = \alpha \cdot \frac{d^2 x(t)}{dt^2}, \quad (3)$$

其中 α 是常系数.

根据对动态过程的定性知识, 可总结出一个推理规则表. 表中每一个条件语句可表示为一个模糊关系

$$R_k = a_k \times b_k \times P_k, \quad (4)$$

由测量到的被测量 $x(t)$, 计算出相应的特征变量 a_k 和 b_k , 根据总的模糊关系, 可计算出相应的紧迫度, 并按测点座标存贮, 实现对测点的模糊排序.

3.3 模糊寻优

对于两维座标形式的 $n \times m$ 个测点, P 是一个模糊子集矩阵

$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & \cdots & p_{1,m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n,1} & p_{n,2} & \cdots & p_{n,m} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

求(5)中最大模糊数, 就可决策测点. (5)中各元素构成测试空间上的决策曲线, 曲线峰值所对应的座标即为最佳测点. 由于(5)中各元素时间参量不同, 决策时可用一次寻优多个测点和限制最小采样周期方法解决. 一次模糊寻优决策的测点数目, 根据实际过程快慢确定.

3.4 模糊寻优步长 L^*

L^* 是指在 $T_f(i+1) - T_f(i)$ 时间内,以智能方式进行模糊寻优的测量次数.对于测点 1, $L_1^* = \beta \cdot T_f(1)$. 其中 β 为折算系数. $T_f(1)$ 采用记忆学习法求取.对于测点 2, $L_2^* = L_1^* + \Delta L_2^*$. ΔL_2^* 是测点 2 步长修正值. 写成一般式

$$L_{i+1}^* = L_i^* + \Delta L_{i+1}^*. \quad (6)$$

3.5 智能化决策算法

根据上述分析结果,可得自动测试系统测点智能化决策算法流程如图 2 所示.

4 实验与结语

上述测点智能化决策方法已成功地应用于二维渗入土壤含水量自动测试系统中^[1,2]. 该系统设置有 72 个测点,按 8×9 二维座标排列,采用 γ 射线仪表测量土壤含水量.其中 $T = 15$ 秒, $T_c = 6$ 小时.采用巡回检测法测量时,同一测点采样周期为 18 分钟,测试的数据无法拟合出土壤含水量变化过程.采用智能化决策方法取得了良好的测试结果.

研究表明,对于单测量元件多测点动态测试系统,巡回检测法不能兼顾各个测点的测量数据合理分布.本文提出的智能化决策方法,为解决上述问题提供了一条有效途径,并可在测量次数受约束条件下,取得最佳测试结果.为一类多测点动态测试系统提供了一种新的尝试.

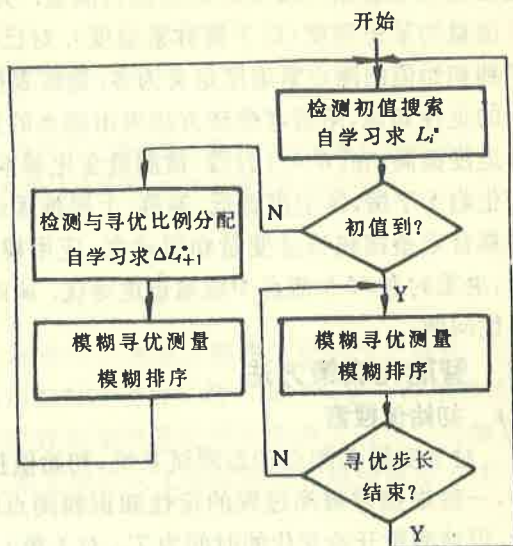


图 2 智能化决策算法流程

参 考 文 献

- 1 李敏远. 二维渗入土壤含水量全自动智能测试系统研究. 陕西机械学院硕士学位论文, 1988
- 2 沈晋等. 动力水文实验研究. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991

An Intelligent Decision Approach for a Class of Multi-Point Detecting System

LI Mingyuan

(Department of Automation Engineering, Xi'an University of Technology · Xi'an, 710048, PRC)

Abstract: Based on the theory of AI (artificial intelligence) and FR (fuzzy reasoning), the intelligent decision approach for a class of multi-point detecting system with mono-sensor is analyzed in this paper. The intelligent decision algorithm in realization of auto-detecting system is given. The experimental results show that the approach is successful.

Key words: detecting system; intelligent decision; fuzzy reasoning

本文作者简介

李敏远 1957 年生. 1982 年毕业于郑州工学院电机系并获学士学位, 1988 年在陕西机械学院自控系获工学硕士学位, 毕业后留校任教. 现为西安理工大学电力电子学科在职博士研究生. 目前主要研究方向为智能控制及其在电力电子系统中的应用.