

一种基于遗传算法的决策支持系统建模方法

张雷, 郑泽席, 宋万德

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:提出了一种具有实用价值的决策支持系统中的建模方法。该方法针对具体问题的特点,建立实体数据与模型库模型之间的遗传算法,再利用遗传算法自适应寻优及智能搜索技术,从模型库中获取与实体数据最相容的模型作为决策支持系统该次运行的决策模型。这一方法一定程度上克服了传统建模方法的部分缺点和局限性,使决策模型更加接近实体的运动或变化轨迹。

关键词:遗传算法;决策支持系统;建模方法

中图分类号:TP18 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)03-0027-03

在决策支持系统运作中,常得到某一实体的一批数据(如导弹的飞行诸元等),通过他描绘该实体的变化轨迹(如导弹的飞行弹道等)时,往往需要一个恰当的数学解析式,即需要建立该实体运动或变化的数学模型,这常常是决策支持系统模型库中必然要解决的问题。本文采用近年来迅速发展的一种全局优化方法——遗传算法的原理和思想,提出了一个具有实用价值的决策支持系统中的建模方法,该方法针对具体领域问题建立具体问题的遗传算法,利用该算法从全局出发,在模型库中找出与事实数据最相容的模型作为实体的运动轨迹模型。

1 遗传算法

遗传算法 GA(Genetic Algorithm)的基本思想是达尔文进化论和 Mendel 的遗传学说,是 J. H. Holland 根据生物进化的模型提出的一种优化算法。近年来,GA 在组合优化求解,人工生命等领域已显示出了它的应用前景和潜力,已成为国内外十分热门的研究课题。GA 本质上是一种把自然界优胜劣汰、适者生存的进化机制,和同一群体中个体与个体间的随机信息交换机制相结合的搜索算法。这种算法可用计算机程序实现,用以人工模拟自然选择和进化机制,并以强大的搜索能力解决复杂问题。GA 将问题的所有可能解构成一群“染色体”,并把它们置于问题的“环境”中,根据适者生存的原则,从中选择适应环境的“染色体”进行复制,即再生,通过交换两种基因操作产生出新一代具有更大适应性的“染色体”群,由此一代代地不断进化,最后收敛于一个最适应环境的个体上,求得问题的最优解。

GA 的主要优点在于(GA 的实现过程如图 1 所示):

- (1)GA 不直接和参数打交道,而是处理代表参数的数字串。
- (2)GA 在解空间中不只局限于一点,而是同时处理一群点,这样可以避免限于局部解。
- (3)GA 在寻优过程中,不需要目标函数的微分等,只需目标函数的值。
- (4)GA 的寻优规则不是定性的,而是由概率决定。
- (5)问题的最优解与初始条件无关,而且搜索最优解的能力极强。

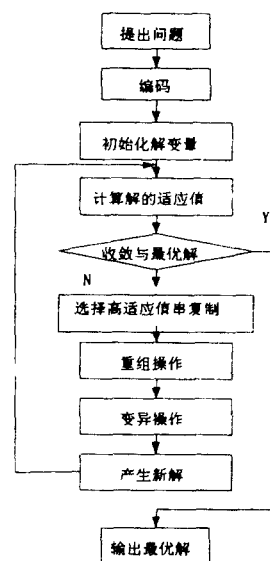


图 1 GA 的实现过程

2 建模方法

2.1 建立模型库

把某领域针对该问题的可行模型方程放入模型库中,在构造模型库过程中应充分考虑:(1)模型是否与实体对象相关;(2)模型主要参数及参数个数的确定;(3)模型中不同参数的变化范围。依据上述因素,选用一批可行相关模型 $y_i = f_i(x_j)$ (其中 x_j 为可能参数及实体数据参数)放入模型库,运行过程中,依 GA 在模型库中优选最相容的模型。

2.2 建模思想过程

取实体的数据,代入模型库中的每一个模型,计算其以下三个参数:(1)模型误差 $\Delta\alpha_i$;(2)单点最大绝对误差 $\Delta\beta_i$;(3)模型的正误差 $\Delta\gamma_i$;(4)模型的负误差 $\Delta\lambda_i$ 。

上述四个参数的计算方法及意义理解,与一般数学中的意义一致。整个系统的建模流程如图 2 所示。

2.3 具体遗传算法

在该建模方法中,应用 GA 的关键问题是:要有正确的编码和解码以及合适的目标函数 $f(\Delta\alpha_i, \Delta\beta_i, \Delta\gamma_i, \Delta\lambda_i)$ 。GA 的其它步骤则依此可进行,故在此重点介绍编码、解码和目标函数 $f(\Delta\alpha_i, \Delta\beta_i, \Delta\gamma_i, \Delta\lambda_i)$ 的确定。

2.3.1 编码

显然在该建模方法中,“染色体”即个体的 $\Delta\alpha_i, \Delta\beta_i, \Delta\gamma_i, \Delta\lambda_i$ 的值越小越好,即各种误差以小为佳,故依上述参数的变化特点及不同重要度,分别用三位二进制数表示“染色体”中的参数因素的串码,以 $\Delta\alpha_i$ 为例编码如下:

将 $\Delta\alpha_i$ 化为标准科学记数式 $a \cdot b \times 10^k$, 则:

当 $k < 0$ 时, $\Delta\alpha_i$ 的编码为 k 的二进制数;

当 $k \geq 0$ 时, $\Delta\alpha_i$ 的编码为 k 的二进制数的相反数;如:

$\Delta\alpha_i = 0.02$ 时,由 $0.02 = 2.0 \times 10^{-2}$, $\Delta\alpha_i$ 的编码为:010

$\Delta\alpha_i = 2.0$ 时,由 $2.0 = 2.0 \times 10^0$, $\Delta\alpha_i$ 的编码为:-000

对整个“染色体”的编码则为上述四个参数编码的组合:

$$\square abc \square def \square ghi \square jkl$$

其中: \square —— 代表串的符号

前三位 abc —— 为 $\Delta\alpha_i$ 的编码

次三位 def —— 为 $\Delta\beta_i$ 的编码

再次三位 ghi —— 为 $\Delta\gamma_i$ 的编码

最后三位 jkl —— 为 $\Delta\lambda_i$ 的编码

2.3.2 解码

依据上述编码,则解码可如下进行,整个串的解码对应于编码分为四个部分:

$$(\Delta\alpha_i) = \square (a \cdot 2^2 + b \cdot 2^1 + c \cdot 2^0)$$

$$(\Delta\beta_i) = \square (d \cdot 2^2 + e \cdot 2^1 + f \cdot 2^0)$$

$$(\Delta\gamma_i) = \square (g \cdot 2^2 + h \cdot 2^1 + i \cdot 2^0)$$

$$(\Delta\lambda_i) = \square (j \cdot 2^2 + k \cdot 2^1 + l \cdot 2^0)$$

其中: \square —— 代表串的符号

$(\Delta\alpha_i)$ —— 表示 $\Delta\alpha_i$ 部分的解码,其它类同。

2.3.3 目标函数

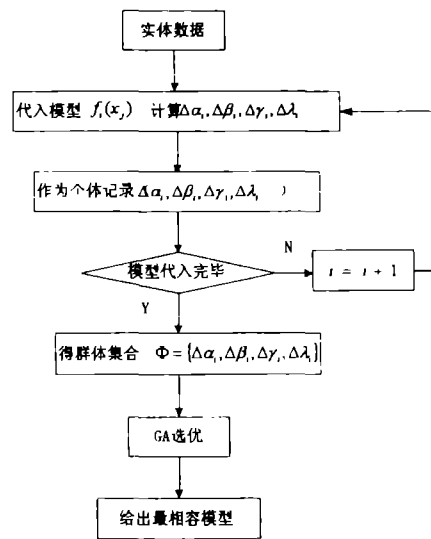


图 2 建模流程

依上述编码及解码可知,各部分解码越大,说明对应模型与实体变化轨迹更相容,由此依四个参数的不同重要度可取目标函数为:

$$f = k_1(\Delta\alpha_i) + k_2(\Delta\beta_i) + k_3(\Delta\gamma_i) + k_4(\Delta\lambda_i)$$

其中(k_i)为归一化向量,依具体问题确定。

3 结束语

遗传算法的全局性、并行性和易于与其它技术结合的特性,使其成为有可能解决传统搜索算法难以兼顾的全局优化与组合爆炸之间的矛盾的一种较好的方法。但应用其解决问题时,亦看到其存在的不足:尚未建立完整的理论体系,很多问题有待进一步研究;单纯的遗传算法的寻优未必总比传统的方法更优越。本文提出的建模方法,是对遗传算法在本领域应用的初步尝试,但在实际应用中,应注意以下两点:(1)该方法建立在实体的运动或变化轨迹以存在一批可行的描述模型,才能利用该方法找出最相容的模型;(2)在模型库中,应尽可能地加入许多可行的模型,这样才能发挥遗传算法的智能寻优技术以及计算机的高速运算处理能力。另外,后续工作可以考虑多种方法的有机结合,才有可能产生性能更优的优化求解算法。

参 考 文 献

- [1] 李士勇. 模糊控制. 神经控制和智能控制论[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1996.
- [2] 高洪深. 决策支持系统(DSS)理论·方法·案例[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [3] 韩桢祥. 模拟进化优化方法及应用[J]. 计算机科学,1995,22(2):47-56

A Modeling Method Based on Genetic Algorithm for the DSS

ZHANG Lei, ZHENG Ze-xi, SONG Wan-de
(The Missile Institute, AFEU., Sanyuan 713800, China)

Abstract: A valuable modeling method for the DSS is provided in this paper. The genetic algorithm between substance data and model of model base is established first of all. Then making use of adapting seeking superior and intelligence searching technique of the genetic algorithm, the best compatible model is obtained from the model base. This method conquers a part of the problems of traditional modeling method to a certain degree.

Key words: genetic algorithm; DSS; modeling method