

# 基于果蝇算法的 Boltzmann 机谐波检测

周爱国<sup>1</sup>, 余汉华<sup>1,2</sup>, 何怡刚<sup>2</sup>

(1. 中国国能电力工程有限公司, 上海 200061;

2. 湖南大学, 湖南 长沙 410082)

**摘要:** 基于传统网络的全局搜索易陷入局部极优及滤波器的静态滤波性能, 通过果蝇算法搜寻 Boltzmann 机结构, 不仅在优化网络结构的同时提高了搜寻精度, 还提高了滤波效率。通过对燃机发电机机端谐波检测, 验证了这种新方法对电力有源滤波器及谐波抑制有很大的改善作用。

**关键词:** 果蝇算法; Boltzmann 机; 发电机机端电流; 谐波检测

中图分类号: TP301.6

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)18-0066-03

## The Boltzmann machine harmonic detection based on fruit flies algorithm

Zhou Aiguo<sup>1</sup>, Yu Hanhua<sup>1,2</sup>, He Yigang<sup>2</sup>

(1. The China Sinogy Electric Engineering Co., LTD, Shanghai 200061, China;

2. Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract:** Based on the global search of traditional network easy to fall into the local excellent, and wave filter has the static filter performance, through the fruit flies algorithm search Boltzmann machine structure, not only optimize the network structure, improve the search precision, but also improves the filter efficiency. Through the harmonic detection to the gas turbine power generation, the article shows that the new method have great improvement for active power filter and harmonic control.

**Key words:** fruit flies algorithm; Boltzmann machine; generators; the harmonic detection

在达尔文生物进化论的基础上, 学者相继进行了遗传算法、PSO 算法、蚁群算法、鱼群算法、果蝇算法等智能群体算法的研究<sup>[1-3]</sup>。在神经网络基础上, 学者提出了优于 BP 网络和 Hopfield 网络的 Boltzmann 机<sup>[4]</sup>。其中, 由潘文超提出的果蝇算法通过嗅觉和视觉两方面实现搜寻, 加快了搜寻速度, 提高了搜寻精度<sup>[5]</sup>; Boltzmann 机结合了两种网络结构和学习算法的优点。基于此, 本文采用果蝇算法搜寻 Boltzmann 机结构, 实现对发电机机端电流检测研究。将此方法与传统网络滤波及滤波器滤波对比, 更体现了本文方法的优越性。

### 1 果蝇算法

果蝇算法 (FOA) 是继遗传算法、蚁群算法、粒子群算法等智能群体算法之后, 由潘文超提出的一种全新的演化式算法。通过对果蝇搜寻食物的研究, 分析出果蝇是通过嗅觉寻找食物的大概位置, 再用视觉确定食物的准确位置的觅食规律, 提出了果蝇优化算法。

果蝇群体同以往群体算法一样, 也是通过迭代搜寻得到最优值, 果蝇群体演化式搜索算法流程如图 1 所示。

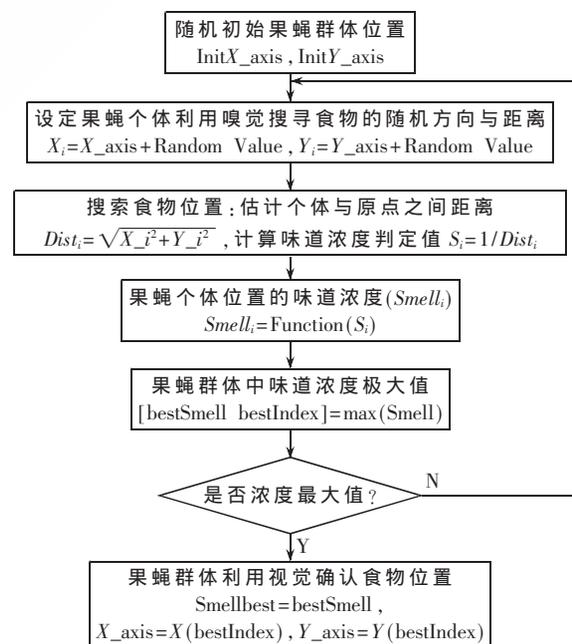


图 1 算法流程

# 技术与方法 Technique and Method

## 2 果蝇算法寻优 Boltzmann 机网络

Boltzmann 机网络结构没有明显的层次,通过神经元的互联实现网络状态按概率分布进行变化。神经元之间通过正向、逆向实现信息双向传递,即  $\omega_{ij} = \omega_{ji}$ 、 $\omega_{ii} = 0$ ,中间部分隐见神经元不受外部环境的约束。Boltzmann 机的每个神经元都具有随机的兴奋和抑制状态,其概率取决于神经元输入,图 2 表述了 Boltzmann 机网络结构形式。

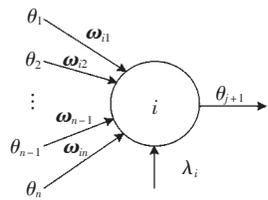


图 2 Boltzmann 机神经元结构

$i$  神经元的数学模型为:

$$u_i = \sum_j \omega_{ij} \theta_j + \lambda_i$$

果蝇算法寻优 Boltzmann 机通过果蝇算法对网络结构的权值和阈值进行优化,具体过程分为网络结构的确定、果蝇算法的优化和网络预测。算法流程如图 3 所示。

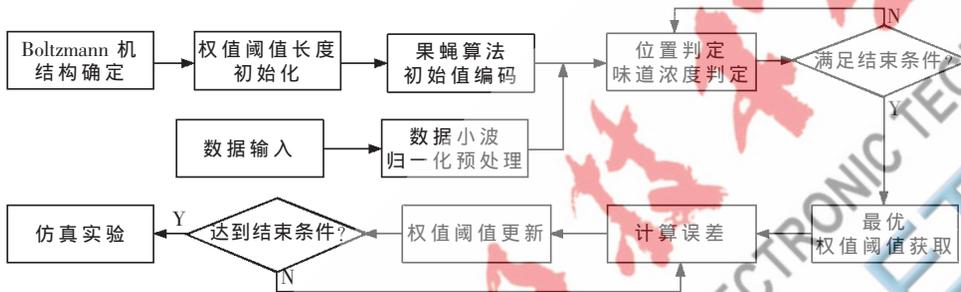


图 3 果蝇算法寻优 Boltzmann 机网络结构

## 3 仿真实现

通过对燃机发电机机端电流谐波检测,与传统网络搜寻结果相比,验证本文算法的优越性。通常,发电机机端短路都是采用低通滤波器实现 Matlab 的仿真,本文采用 Simlink 与 Matlab 语言的交互平台,用 Create Subsystem 实现代码模块化,模块分别为传统 Boltzmann 机网络模块和果蝇算法优化 Boltzmann 机网络模块。图 4 为实验仿真原理图,原理还涉及图 5~图 7 所示关于  $C_{32}$  变换、 $C_{32}$  变换、 $C_{pq}$  变换。

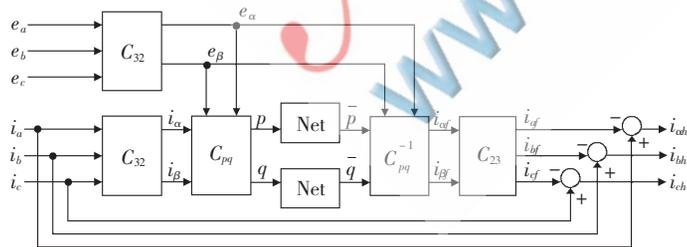


图 4 检测电流原理图

从图 8、图 9 能明显看出,果蝇算法搜索相比传统智能搜索算法优化过程和迭代步骤都得到了简化,说明从嗅觉和视觉两方面搜寻的高效性。从图 10~图 12 可以看出,在同样的原始输入波情况下,果蝇算法寻优后的基波效果明显优于传统滤波效果。

传统网络算法都是对合适的样本集,寻求一个参数

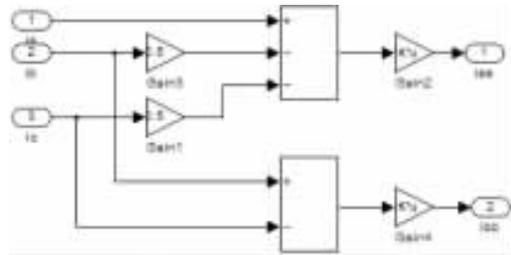


图 5 三相/二相变换模块  $C_{32}$

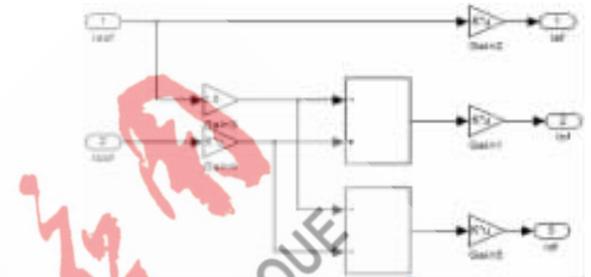


图 6 二相\三相变换模块  $C_{23}$

集使其能量函数最小,其缺陷是使网络容易陷入局部极小问题。果蝇算法通过嗅觉、视觉两方面的非线性寻优 Boltzmann 机结构并配合 Boltzmann 机的动态滤波优点,通过对燃机发电机机端谐波检测,说明本文方法可以明显改善谐波检测效果,提高滤波性能。

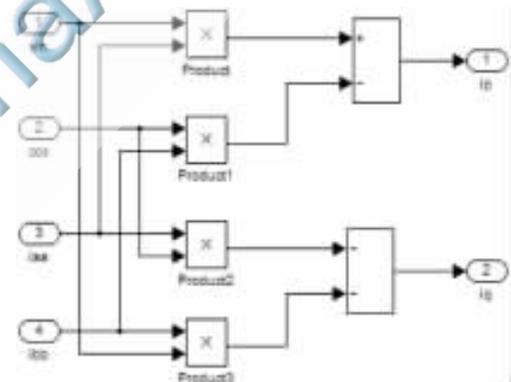


图 7  $i_p$ 、 $i_q$  运算模块  $C_{pq}$

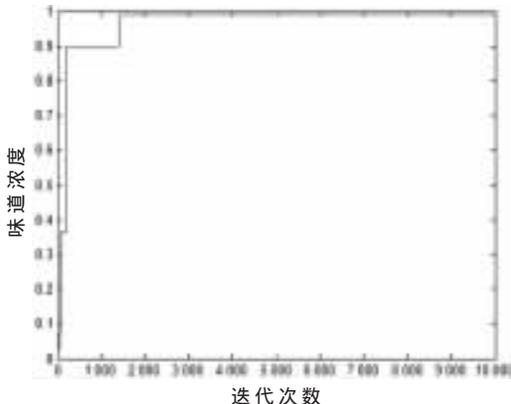


图 8 果蝇算法的优化过程

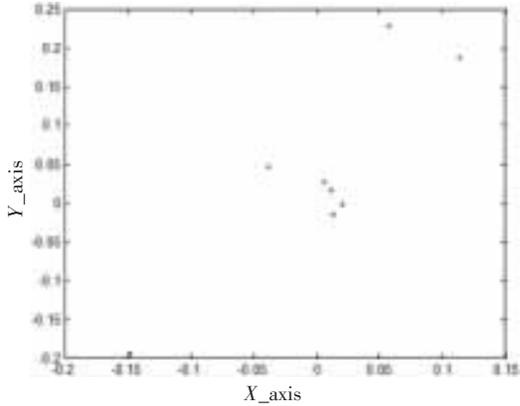


图9 果蝇算法的搜寻迭代路径

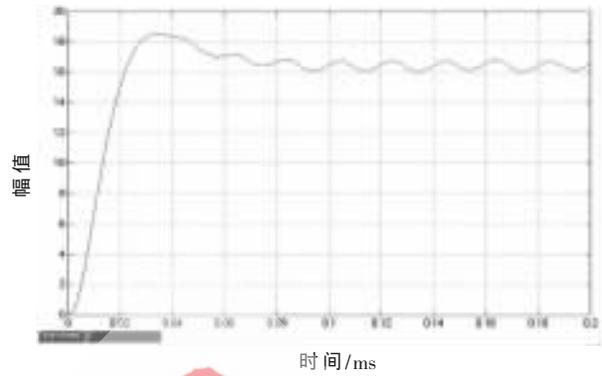


图11 果蝇算法寻优后的基波

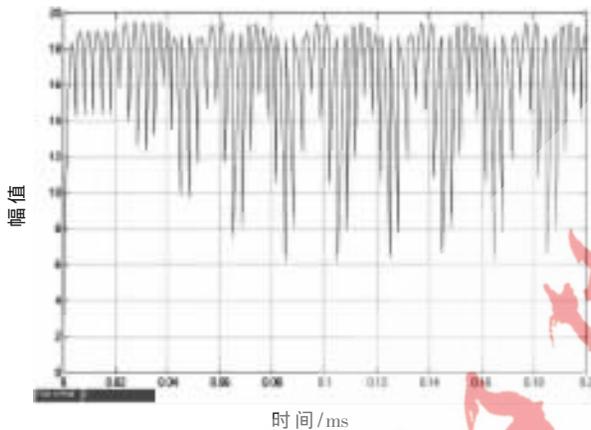


图10 原始输入波

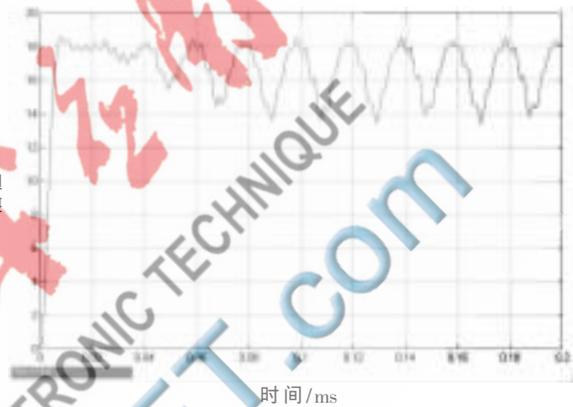


图12 传统网络结构滤波的基波

参考文献

[1] KENNEDY J, EBERHART R C. Particle swarm optimization [C]. Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 1995: 1942-1948.  
 [2] 谢宏, 何怡刚. 离散 Hopfield 神经网络在混烧控制系统故障诊断中的应用[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2007, 34(3): 33-35.  
 [3] 谭阳红, 何怡刚. 模拟电路故障诊断的小波方法[J]. 电工技术学报, 2005, 20(8): 89-93.  
 [4] 陈洁, 刘希玉, 姚树魁. 用遗传算法优化 Boltzmann 机[J].

计算机工程与应用, 2011, 47(7): 65-69.  
 [5] 潘文超. 果蝇最佳化演算法[M]. 台湾: 沧海书局出版社, 2011: 10-134.

(收稿日期: 2012-04-26)

作者简介:

周爱国, 男, 1974年生, 工程师, 主要研究方向: 电气设备故障诊断与应用。

余汉华, 男, 1985年生, 硕士, 主要研究方向: 模拟电路故障诊断。

何怡刚, 男, 1966年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 自动测试与诊断等。