

演化式果蝇算法及其应用研究

胡能发

(韩山师范学院 信息工程部, 广东 潮州 521041)

摘要:现实中的大量问题都可以转化为函数优化问题,而寻找优化问题的通用高效算法,是智能计算所要达到的主要目的之一。文中基于果蝇觅食行为的社会特性,设计了一种求解函数优化问题的演化式果蝇算法。该算法首先定义了果蝇味道浓度判定值及果蝇味道浓度判定函数,针对多维度问题,提出了距离分量及味道浓度判定值分量的概念,并将其用于引导果蝇搜索过程之中,得到了较理想的寻优结果。实验表明,算法具有较高的效率、良好的全局性能及普适性。

关键词:果蝇算法;优化;味道浓度;判定值;判定函数

中图分类号:TP274

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)07-0131-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.07.033

Evolutionary Fruit Algorithm and Its Application Research

HU Neng-fa

(Department of Information Engineering, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, China)

Abstract: Large number of problems in reality may convert into function optimization problem, and the general and efficient algorithm of search for optimization problems is one of the main purposes of intelligent computing achieving. In this paper, based on the fruit foraging behavior characteristics of the group, designed a evolutionary fruit algorithm for solving function optimization problem. The algorithm firstly defines the fruit smell concentration determination value and fruit smell concentration detection function, and then for the multi-dimensional problem, puts forward the concept of distance components and smell concentration determination value component, and uses to guide the search process of fruit, getting the ideal optimization results. The numerical experiments show that the algorithm has high efficiency, global performance and good universality.

Key words: fruit algorithm; optimization; smell concentration; decision value; decision function

0 引言

演化式算法经过近四十年的研究,已取得了飞速发展,证明了这是一种十分行之有效的方法。其算法种类繁多,已广泛应用于神经网络、模式识别、图像处理、机器学习、函数优化等多个领域,其主要算法也用来解决各种复杂的实际问题,如工程优化设计、问题求解、人工智能、控制系统、计算机科学、决策系统等。

演化式算法具有智能性和本质并行性的主要特点,同时具有过程性、多解性、不确定性、统计性、全局性、鲁棒性等基本特性。因此,多年来对其主要算法的探究一直都是研究的热点之一。演化计算最初只有三个主要分枝,即遗传算法、演化规划及演化策略^[1-3]。但随着研究的深入,人们先后提出了多种不同的演化式智能算法,如蚁群算法、粒子群算法、人工鱼群优化算法以及免疫算法等等。

1989年, Sgoss等通过著名的双桥实验^[4]对阿根廷蚂蚁的觅食行为进行了研究,受蚂蚁行为的启发, Colomni和Dorigo等人于1992年提出蚁群算法与蚁群系统^[5]。随着对蚁群算法的深入研究,相继出现了连续优化问题的蚁群算法、具有变异特征的蚁群算法、自适应蚁群算法等。

粒子群算法^[6]是一类基于群智能的随机优化算法,因受到人工生命研究中对鸟群的社会行为的模拟所得到的结论的启发,由Kennedy和Eberhart于1995年提出,由于算法收敛的速度快、设置参数少、实现简单,它问世后立刻引起了优化及与优化相关领域的学者们的广泛关注。1997年Kennedy和Eberhart再次提出了二进制粒子群优化算法,即把粒子群算法和遗传算法的交叉、变异特性结合,有效地提高粒子群算法的收敛速度,但存在容易陷入局部解的缺陷。次年, Shi

收稿日期:2012-09-06

修回日期:2012-12-13

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:广东省科技计划项目(2008B080701018)

作者简介:胡能发(1962-),男,湖北荆州人,硕士,副教授,主要研究领域为智能计算、软件工程。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1631.044.html>

和 Eberhart 把粒子惯性权重融入粒子群速度中去,但仍然没有摆脱局部极优点的束缚。1999 年, Clerc 在粒子群算法方程中引入收缩因子,保证算法的收敛性,但算法只适用于分类问题。

1999 年涂晓媛博士将人工生命的方法引入到计算机动画的创作中,2002 年李晓磊等提出了人工鱼群优化算法^[7]。它主要模拟鱼的觅食、聚群、追尾和随机行为,从构造单条鱼的底层行为做起,通过鱼群中各个体的局部寻优从而达到群体全局寻优的目的。人工鱼群算法具有良好的求取全局极值的能力,并具有对初值和参数选择不敏感、鲁棒性强、简单、易实现等优点,已经在神经网络、参数估计等诸多方面得到了应用。但人工鱼群算法在实际应用当中也存在一些问题,其中最主要的是早熟现象、收敛速度较慢等。为解决早熟收敛问题,又相继出现了惯性权重法、杂交算法、自适应变异法等改进方法,但这些改进不同程度地降低了收敛速度;因此压缩因子法、量子进化算法等效率更高的算法又被提出。

演化式果蝇算法是一种基于果蝇觅食行为的全局优化算法,由中国台湾学者潘文超于 2011 年 6 月提出,用于金融预警模型的研究中^[8,9]。由于果蝇的感知能力优于其它物种,其嗅觉能嗅到 40km 以外的食物源,对漂浮在空气中的各种气味有着超强的感知和搜索能力,而且在食物附近能使用敏锐的视觉发现食物及同伴,最终顺利地飞向目的地。果蝇算法有很好的群体智能性,其应用领域相当广泛,特别是在函数优化、神经网络、支持向量回归参数优化、财务管理、企业风险预警方面有着重要的应用价值。当然,由于果蝇算法提出的时间不长,其理论问题还处于探索之中,其应用领域有待于进一步地推广。

1 果蝇算法

1.1 果蝇算法的基本思想

依据果蝇的基本生理特性,将其寻找食物的过程进行仿真模拟,从而获得具有良好全局性能的寻优方法。其主要的依据是果蝇敏锐的嗅觉系统对食物味道超强的感知能力。食物的味道越浓,果蝇对其感知能力就越强,而食物的味道的浓度对于果蝇来说与果蝇与食物的距离有关,距离越远,其味道就越小,果蝇搜索食物的过程就是不断地从味道小的地方到达味道更浓的地方的过程。如图 1 所示,其中 n 只果蝇从果蝇群体初始位置沿随机方向飞出,然后所有果蝇再飞往食物味道浓度最高的果蝇位置,形成新的果蝇群体位置,再飞出,不断循环反复,直到找到食物源。

1.2 果蝇算法寻优的基本步骤

与其它演化算法类似,果蝇算法在寻优的过程中

具有一定的随机性,为了引导果蝇群体朝着正确的方向行进,算法中引入了味道浓度判定值及味道浓度判定函数,其功能类似于其它演化算法的适应函数。

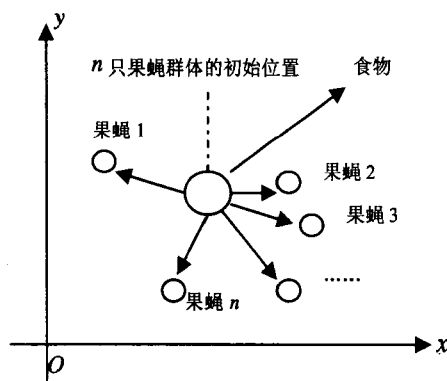


图 1 果蝇群体搜索食物示意图

对于一维问题,设所求问题的一般模型为:

$y = \max_{x \in D} f(x)$, 其中 D 为问题的可行解,则第 i 只果蝇所在位置 (x_i, y_i) 的味道浓度判定值定义为 $s_i = \frac{1}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2}}$, 味道浓度判定函数的值为 $f(s_i) = f\left(\frac{1}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2}}\right)$ 。

具体算法为:

- (1) 随机产生含有 n 只果蝇群体的初始群体位置,其中 n 称为群体的规模;
- (2) for $i = 1:n$
果蝇 i 移动随机方向和距离;
end
- (3) for $i = 1:n$
计算果蝇 i 所在位置的浓度判定值;
计算果蝇 i 所在位置的味道浓度;
end
- (4) 找出果蝇群体中味道浓度最高的果蝇,记录其位置坐标 P 及味道浓度 $f\left(\frac{1}{d(P)}\right)$ ($d(P)$ 为 P 点到原点的距离);然后所有果蝇利用视觉飞往位置 P ;
- (5) 保存当前味道浓度最大的值 $f\left(\frac{1}{d(Q)}\right)$ 及位置 Q , 如果 $f\left(\frac{1}{d(P)}\right) > f\left(\frac{1}{d(Q)}\right)$ 转(2), 否则转(6);
- (6) 输出最优解 $\frac{1}{d(Q)}$ 及最优值 $f\left(\frac{1}{d(Q)}\right)$ 。

上述算法对于一维优化问题的求解比较容易,为了使算法适应于多维情况,首先将算法中距离定义为距离分量,然后再定义并求出果蝇味道浓度判定值的分量。

设所求问题的一般模型为:

$$y = \max_{x \in D} f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

其中 D 为问题的可行解,则第 i 只果蝇所在位置的坐标 P 定义为 $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}, y_i)$, $d(P) = (d(P_1), d(P_2), \dots, d(P_n))$, 其中 $d(P_j) = \sqrt{x_{ij}^2 + y_i^2}$ ($j = 1, 2, \dots, n$), 则 P 点的味道浓度判定值分量为:

$$(s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{in}) = \left(\frac{1}{d(P_1)}, \frac{1}{d(P_2)}, \dots, \frac{1}{d(P_n)} \right) = \left(\frac{1}{\sqrt{x_{i1}^2 + y_i^2}}, \frac{1}{\sqrt{x_{i2}^2 + y_i^2}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{x_{in}^2 + y_i^2}} \right)$$

P 点的味道浓度判定函数的值为:

$$f\left(\frac{1}{d(P_1)}, \frac{1}{d(P_2)}, \dots, \frac{1}{d(P_n)}\right) = f\left(\frac{1}{\sqrt{x_{i1}^2 + y_i^2}}, \frac{1}{\sqrt{x_{i2}^2 + y_i^2}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{x_{in}^2 + y_i^2}}\right)$$

2 实验分析

文中选取了几个实例进行测试,结果发现,算法都能求出全局最优解,但算法的性能与果蝇群体的规模大小有关,果蝇群体越大,寻优能力越强。

实例 1: $\text{Max } f(x) = \frac{\sin x}{x}$

算法所得最优解为 NaN (Matlab 无穷小符号),最优值为 1.0000。

实例 2: 解方程:

$$\left| \sin(30x) \right| \left(1 - \frac{|x|}{2} \right) - 0.9739626 = 0$$

该问题可转换为解

$$\min f(x) = \left| \left| \sin(30x) \right| \left(1 - \frac{|x|}{2} \right) - 0.9739626 \right| \text{ 问题。}$$

算法所得最优解为 0.0518,最优值为 1.6518×10^{-10} ,最优值变化过程及果蝇群体轨迹如图 2 所示。

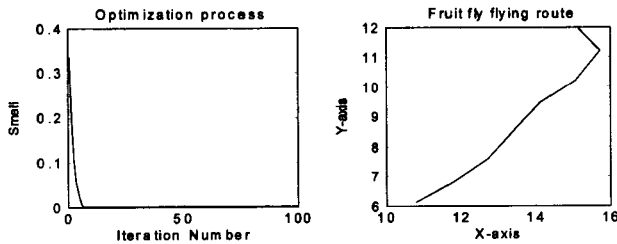


图 2 实例 2 果蝇寻优曲线及搜索轨迹

实例 3: $\min f(x) = x^2 + y^2$

所得最优解为 (0.0045, 0.0045), 最优值为 4.0907×10^{-5} 。最优值变化过程及果蝇群体轨迹如图 3 所示。

实例 2 是一个峰值极多且密集的函数,在对其测试中,发现算法经常陷入局部解,其性能远不如实例 1。算法求得的最好解为 0.0518,局部解为 0.1565、0.2612 等。这说明对这类问题的求解,果蝇算法需进一步地改进,以获得更好的全局性能。实例 3 是一个多维优化问题,其果蝇群移动时有两个分量,味道浓度依赖于这两个分量。图 5,6 是实例 2,3 果蝇群体 n 分别为 3,10,100 时的寻优曲线及果蝇搜索轨迹对比图。

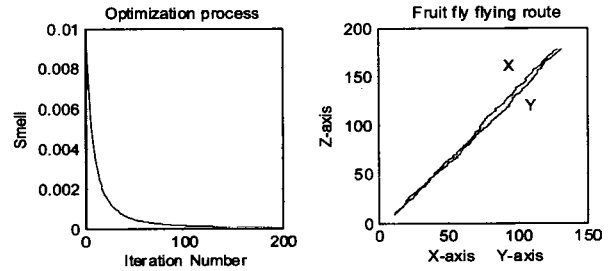


图 3 实例 3 果蝇寻优曲线及搜索轨迹

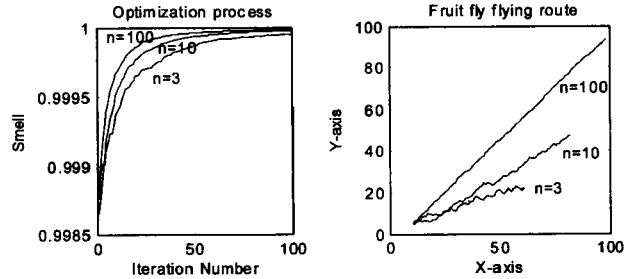


图 4 实例 1 果蝇寻优曲线及果蝇轨迹对比图

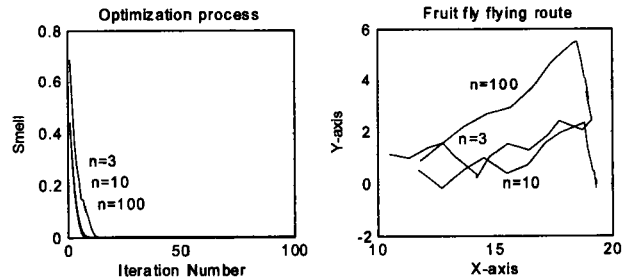


图 5 实例 2 果蝇寻优曲线及果蝇轨迹对比图

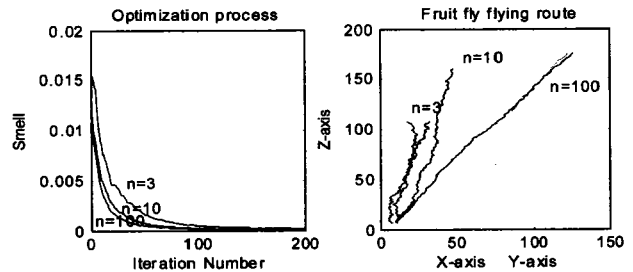


图 6 实例 3 果蝇寻优曲线及果蝇轨迹对比图

4 结束语

果蝇算法是一种全新的演化式仿生算法,具有很好的群体智能性,其应用前景非常广泛。由于对它的研究才刚刚起步,在研究中发现有许多问题需要进一步探讨,在此仅列举几点:

(下转第 137 页)



图5 helloweb.cgi 页面

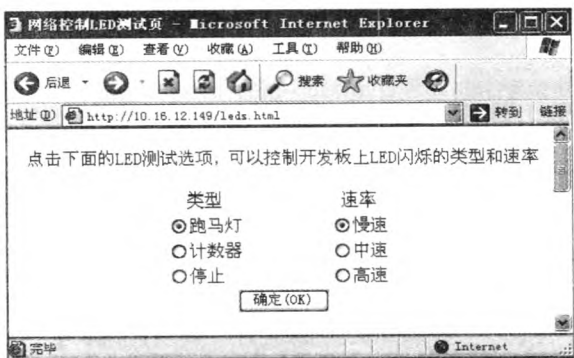


图6 LED 控制页面

平台的嵌入式 Web 服务器的开发技术。与 Linux 系统上的 Apache 服务器相比,文中实现的嵌入式 Web 服务器占用系统资源少,运行效率高,其特有的连接处理方式和直接调用操作系统的文件读取方式,大大提高了系统的性能。符合小客户端要求以及开发成本低等应用场合,使其可以在工业控制自动化、信息家电及智

能仪表等多个领域有较高的应用价值。

参考文献:

[1] 廖 斌,叶玮琼. 基于 ARM 的嵌入式 SMTP 远程控制设计[J]. 微计算机信息,2007,23(4-2):19-21.

[2] Han Guangjie, Guan Mo,Zhao Hai. EWS:Providing Internet Connectivity for non-PC Devices[C]//Proc. of IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control. [s. l.]:[s. n.],2004:349-354.

[3] 位玉静,李跃辉,任勋益,等. 嵌入式 Web 服务器的构建[J]. 计算机技术与发展,2011,21(7):217-220.

[4] 王 莉,周 伟. 嵌入式 Web 服务器的设计与实现[J]. 计算机工程与应用,2012,46(14):90-93.

[5] Samsung S3C2440 说明书[EB/OL]. 2012-09-20. <http://www.ec21.com/ks-samsung-s3c2440/>.

[6] 华清远见嵌入式培训中心. 嵌入式 Linux 系统开发标准教程[M]. 第2版. 北京:人民邮电出版社,2009.

[7] 天嵌公司. Linux 系统移植手册 step_by_step[EB/OL]. 2012-02-15. <http://bbs.embedsky.net>.

[8] Larry D,Jon N. Boa Webserver[EB/OL]. 2010-04-17. <http://www.boa.org>.

[9] 刘志东,纪金水,杨锋英. 嵌入式 Web 服务器技术探究[J]. 电脑知识与技术,2011,7(27):6613-6614.

[10] Wang Zhenxing, Ren Xianyi. A Study on CGI of Embedded Web Server[C]//Proc. of International Symposium on Computer Science and Computational Technology. [s. l.]:[s. n.],2008:480-483.

[11] 顾明海. 基于 Linux 的嵌入式 WEB 服务器的研究与实现[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2011.

(上接第133页)

- (1)多维问题的距离表达形式,不使用距离分量,采用向量的模来表达距离是否更为合理;
- (2)如何更准确地刻画 outcomes 味道浓度判定值的表达形式,特别是多维问题的表达形式等;
- (3)对于多维问题,如何寻求果蝇群体的移动距离与位置的最佳表达方式;
- (4)怎样优化果蝇移动的随机距离与方向,使算法具有更好的全局性能;
- (5)对于高维度非数值问题,如何编码,使其合理地表达出味道浓度判定值及味道浓度判定函数;
- (6)果蝇群体的规模、果蝇群体初始位置、果蝇个体的随机飞行距离与方向对算法的性能有何必然联系。

参考文献:

[1] 刘 勇,康立山,陈毓屏. 非数值并行算法-遗传算法[M]. 北京:科学出版社,1995.

[2] Fogel L,Owens A J,Walsh M J. Artificial Intelligence through

Simulated Evolution[M]. New York:John Wiley,1966.

[3] Schwefel H P. Evolution and Optimum Seeking[M]. New York:John Wiley & Sons,1995.

[4] Sgoss S A,Deneubourg J L,Posteels J M. Self organized shortcuts in the argentine ant[J]. Naturwissenschaften,1989,76(12):579-581.

[5] Colomi A,Dorigo M,Maniezzo V. An investigation of some properties of an "ant algorithm"[C]//Proceeding of the Parallel Problem Solving from Nature Conference. Brussels, Belgium;Elsevier Publishing,1992:509-520.

[6] 崔逊学. 多目标进化算法及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,2006.

[7] 李晓磊,邵之江,钱积新. 一种基于动物自治体的寻优模式:鱼群算法[J]. 系统工程理论与实践,2002,22(11):32-38.

[8] Pan W T. A New fruit fly optimization algorithm:taking the financial distress model as an example[J]. Knowledge-Based Systems,2012,26(1):69-74.

[9] 潘文超. 果蝇最佳化演算法[M]. 台湾:沧海书局,2011.

演化式果蝇算法及其应用研究

作者: 胡能发, HU Neng-fa
作者单位: 韩山师范学院信息工程部, 广东潮州, 521041
刊名: 计算机技术与发展 ISTIC
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2013, 23(7)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201307033.aspx