

关于粒子群优化算法的报告

作者：王天宇

学号：1500012614

【摘要】:

群智能算法是人们根据某些生物依赖于环境的特殊生存原理,模仿其种群的生存方式而设计的求解问题的算法。近年来,依托于某些集群生物的自然生态系统机制而产生了若干群智能算法,如粒子群优化算法,蚁群优化算法,人工蜂群算法,人工鱼群算法,细菌迷失优化算法等。这些算法有效的提高了对于某些问题的处理效率。本文主要介绍群智能算法中的粒子群优化算法,包括其起源、生态机理、在各领域的应用以及在应用中的优缺点。

【关键词】:

群智能算法、粒子群优化算法、起源、机理、优缺点、改进

【正文】:

一、 粒子群优化算法的起源和机理

粒子群优化算法属于群智能算法的一种,而群智能算法的核心思想就是,若干个个体组成的群体通过他们之间的相互合作而表现出远复杂于个体本身的功能。而粒子群优化算法则是基于动物学家Heppner¹对于鸟群能够如此一致的飞行、突然转向、翻转、分散再聚集的研究²。粒子群优化算法的机理则是社会生物学家Wilson提出的:“至少从理论上说,群体中的单个成员在搜寻食物的过程中能够利用其他成员曾经勘测和发现的关于食物位置的信息,在事先不确定食物的方位时,这种信息的利用是至关重要的,这种信息分享的机制远远超过了由于群体成员之间的竞争导致的不利之处。”³

最初的粒子群优化算法(简称PSO)只是在设想如何模拟鸟类的觅食过程,即在某一空间内,一群鸟随机搜索食物,在这个区域只有一块食物,而鸟儿是如何选择最优路线的。在算法中就将每一个优化问题的解都简化为搜索空间中的一只鸟,并将该鸟简化为一个粒子。且在PSO算法中每一个粒子的初始速度是随机不定的,在这之后粒子的速度将会朝着全体粒子中最优方向和个体最优方向靠近。通过迭代找到最优方向即最优解。而在每一次迭代中,粒子通过跟踪两个最有方向来不断得调整自己的位置。这就是粒子群优化算法的基本原理。

事实上，每一只鸟儿的规则都十分简单，即只追踪周围相邻的有限只鸟，最终却使群体产生了复杂的行为。即复杂的全局是由简单的规则通过相互作用而产生的。

二、 粒子群优化算法在应用中的优缺点

粒子群优化算法的优点是显而易见的，即优化作用。粒子群算法规则简单，却有着收敛速度快的特点。同时，粒子群算法还具有不要目标函数的梯度信息，算法易于编程实现等特点。每个简单规则之间的相互作用产生了普通算法难以达到的优化作用。

下面主要介绍粒子群算法尚存在的不足之处。

正如许多新事物所表现的那样，PSO算法在最初并不那么完美。首要的问题是在实际应用中粒子群优化算法往往出现过早收敛的问题。其收敛快的特点同样也是导致PSO算法不足的一个原因。在该算法的早期，算法的精度低，易发散。且当加速系数、最大速度过大时，粒子群很有可能会错过最优解，算法不再收敛，即对于有多个局部极值的状况有可能会陷入到局部最优解中；而即便粒子群算法收敛了，由于所有的粒子都向最优解方向聚集，导致了所有的粒子趋向某一个点，也就导致了整个算法收敛的速度实际上是在不断地减慢的。同时算法的收敛也就存在着一个极限。且在早期所能达到的精度低于GA⁴。

三、对于粒子群算法的相关改进

对于粒子群算法的改进后产生了混合PSO算法模型、协同PSO算法模型、免疫PSO算法模型、离散二进制PSO算法模型、基于种群密度的PSO算法模型。这里主要对混合算法模型进行介绍。

1. 针对于粒子群算法容易出现陷入局部最优解的状况，Lovbjerg、Rasmussen和Krink⁵于2000年提出将进化算法中的交叉操作引入PSO算法的HPSO模型。交叉机制首先以一定的交叉概率，从所有的粒子中选择待交叉的粒子，然后两两随机组合，进行交叉操作产生后代粒子，新的后代粒子将有利于避免陷入局部最优解。因为，交叉操作使后代粒子继承了双亲粒子的特点，在理论上加强了对粒子间区域的搜索能力。例如，两个双亲粒子均处于不同的局部最优区域，那么两者交叉产生的后代粒子往往能够摆脱局部最优，从而获得改进的搜索结果。

文献的结果显示，HPSO算法的速度比较快，搜索速度也相对较高，但是HPSO算法

引入了较多待调整的参数，因此对于使用者的经验有一定的要求。⁶

2. 在基本PSO算法的后期，粒子群回想局部最优或全局最优收敛，此时，每个粒子的历史最优、所有粒子的历史最优解中的每个粒子的当前位置都会趋向于同一点，而每个粒子运动速度趋于零。此时，若该点是局部最优解则算法将出现早熟收敛，而针对这个问题有人提出对将出现早熟收敛的状况进行提前预判，使算法跳出局部最优。这时候就产生了变异法。

变异算法包含两个过程：

首先，确定变异的时机。很多参数都可以作为表现粒子群的收敛程度，他们的大小和变化情况可以作为确定变异时机的依据。

其次，实施变异策略，变异措施有重新初始化位置、重新初始化速度、高斯变异等。

根据雷秀娟所言，最终解的优劣依赖于变异率的大小，过大和过小的变异率都不利于求得较高质量的解。当变异率过大时，频繁的变异对接的质量的提高是不利的，前一次变异所带来的求得更好解得机会还没来得及被充分利用，新的变异又发生，新的变异终止了正在进行的优化过程。当变异率过小时，如此少的变异对于解的质量的改善是有限度的。⁷

【结论】

本文对粒子群算法的起源、优缺点和改进方法进行了介绍。目前，粒子群算法仍然存在着不足，仍需要改进。同时，不难看出，随着时间的推进，PSO算法必然会给更多的实际应用带来新的思路。

【参考文献】

【1】Heppner F., U.Grenander. A stochastic nonlinear model for coordinated bird flocks 【C】 //S.Krasener. Ed., The Ubiquity of Chaos .AAAS Publications, Washington DC, 1990.

【2】雷秀娟.《群智能优化算法及其应用》第一章第4页.

【3】雷秀娟.《群智能优化算法及其应用》第一章第5页.

【4】徐海, 刘石, 马勇等. 基于改进粒子群算法优化的模糊逻辑系统自学习算法【J】. 计算机工程与应用, 2000, (7) 62页.

【5】 Yuan QingQ., De Bao S., Tong Zparticle Swarm Optimization with Mutation Opertor//Proceedings of 2004 Inernational Conference on Machine Learning and Cybernetics 2004. 4:2251-2256

【6】 雷秀娟.《群智能优化算法及其应用》第四章第110页.

【7】 雷秀娟.《群智能优化算法及其应用》第四章第111页.