PSO粒子群优化算法的混沌时间序列优化

张浩
(厦门大学管理学院电子商务专业08级　福建厦门　361004)

摘　要:经典的PSO算法以只考虑了解应当完全朝着最优的方向前进,而忽视了以前走过的路径以及搜索结果,因此,考虑使用混沌时间序列的方法,记录每个搜索节点每n步的记录,推测出最佳的第n+1步记录,然后再重新回到经典改良算法的循环。就好比鸟在觅食的时候每只鸟不是一味的只顾着搜寻食物,而是适时的停歇下来回顾自己的觅食路径反思经验。另外,给出一个改良的评价函数来指导自适应性搜索。

关键词:PSO算法　混沌时间序列　评价函数
中图分类号:O174　　文献标识码:A　　文章编号:1674-098X(2011)09(b)-0023-01

1　粒子群算法

粒子位置向量表示为 $\vec{X}_i=(x_{i1},x_{i2},...,x_{id})$;粒子速度向量表示为; $\vec{V}_i=(v_{i1},v_{i2},...,v_{id})$;粒子个体历史最优位置记为 $\vec{P}_i=(p_{i1},p_{i2},...,p_{id})$ 群体历史最优位置(记为 $P_g=(p_{g1},p_{g2},...,p_{gd})$ 粒子根据如下的公式来更新自己的速度和新的位置

$$v[]=v[]+c1*rand()*(pbest[]-present[])$$

$$+c2*rand()*(gbest[]-present[])\quad (a)\qquad present[]=present[]+v[]\quad (b)$$

其中v[]是粒子的速度,persent[]是当前粒子的位置.pbest[] and gbest[]如前定义rand()是介于(0,1)之间的随机数.c1,c2是学习因子.通常c1=c2=2.在每一维粒子的速度都会被限制在一个最大速度Vmax,如果某一维更新后的速度超过用户设定的Vmax,那么这一维的速度就被限定为Vmax

2　混沌时间序列估计对粒子位置的扰动

2.1 PSO算法的一些缺点

首先,通过实验发现,PSO算法的在实际应用中,运行效果与它所采用的参数设置有较大的关系,这些参数如何取值仍然是一个待解决的问题。此外,在实验中发现,当PSO算法在接近或进入最优点区域时,它的收敛速度相对比较缓慢。为了解决这个问题,引入混沌时间序列估计对粒子位置作出适当的扰动,从而弱化初始参数导致的误差同时加快最优点附近的收敛速度。

2.2 混沌时间序列预测方法

根据Takens定理,时间序列可以看作是动态的系统在一个一维空间的映射。该系统的真实机理未知,却可通过相空间重构得到与之等价的系统。故混沌时间序列的预测算法通常是以重构相空间理论为基础,它是给定相空间中的一串迭代序列,如何构造一个非线性映射来表示这一动力系统,这样的非线性映射就作为预测模型。在本文的应用背景下,用混沌时间序列预测的方法来对PSO算法中的例子位置作扰动。

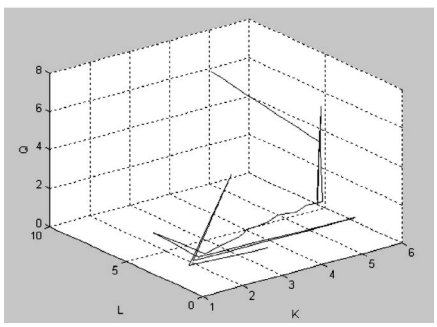

图1　绘制结果曲面

2.3 混沌时间序列的象空间和关联维数

设采样的时间间隔为τ,嵌入相空间维数为m,则形成时间漂移序列;

$$\begin{cases} Z_1(z_1,z_{1+t},...,z_{1+(m-1)t}) \\ Z_2(z_{1+t},z_{1+2t},...,z_{1+mt}) \\ .... \\ Z_N(z_{1+Nt},z_{1+(N+1)t},...,z_{1+(m+N)t}) \end{cases}$$ 计算向量 Z_i-Z_j 的欧拉距离 $d_i=\|Z_i-Z_j\|$,由于N个点,共有 N^2 个点对,定义评价指标r的平均距离为 $C(r)=\frac{1}{N^2}\sum_j^N\sum_j^N d(r-\|Z_i-Z_j\|)$ 其中 $d(x)=\begin{cases}1 & x\geq 0\\ 0 & x<0\end{cases}$ 如果吸引子存在,那么有 $C(r)\sim r^D$,即 $\ln C(r)\sim D\ln r$ 于是,有最佳的吸引子分为数D, $D=\lim_{r\to 0}\frac{\ln C(r)}{\ln r}$。而我们出于对后面算法的实际情况考虑,在此取时间间隔 $t=1$,而嵌入维数由于受算法迭代数的约束同时也要保证有不太小的N,满足关系式 $N>m+1$。

由实验发现当k取10时,m=3,N=6.

2.4 一阶加权模型的改进构造

加权一阶局域就是将相空间轨迹的最后一点作为中心点,把离中心点最近的若干轨迹点作为相关点,找出并根据'历史上情况最相似的情况'估计轨迹下一点的走向,最后从预测出的轨迹点的坐标中分离出预测值。

首先构造点的权值 $P_i=\frac{e^{\partial(d_i-d_o)}}{\sum_{i=1}^N e^{-\partial(d_i-d_o)}}$ 其中 $d_o=\min\{d_i\}$, ∂ 为参数,常常取1。

下面对N=6的情况有一阶拟合函数如 $\begin{pmatrix}Z_2\\Z_3\\Z_4\\Z_5\\Z_6\\Z_7\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}eZ_1\\eZ_2\\eZ_3\\eZ_4\\eZ_5\\eZ_6\end{pmatrix}\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}$ $e=(1,\ 1,\ ,...,\ 1)^T$ m维向量。a,b需要估计。由最小二乘法

$\sum_{i=1}^q P_i\left[Z_{i+1}-a-bZ_i\right]^2=\min$。

a,b求偏导,令其为0,得到:

$$\begin{cases} a\sum_{i=1}^q P_iZ_i+b\sum_{i=1}^q P_iZ_i^2=\sum_{i=1}^q P_iZ_iZ_{i+1} \\ a+b\sum_{i=1}^q P_iZ_i=\sum_{i=1}^q P_iZ_{i+1} \end{cases}$$

于是,可以用以往的数据,推算出最为拟合的新的数据,从而可以将该数据作为新的一轮循环的初始值。实际中处于对算法时间复杂度的考虑,可以借助专家系统或者构造经验表来判别a,b的取值。

2.5 算法的思想

在执行PSO经典算法的循环过程中,对于每个粒子for i=0;i<=m;i++每隔k步记录 $\vec{X}^j_i=(x^j_{i1},x^j_{i2},...,x^j_{id})$ forj=k-s:(k-s)—k的所有值(j表示算法进行的时间指针)。对每个记录的向量的各个维度for s=1;s<=d;s++进行混沌时间序列预测,即代入(2.2)式,从而得出第k+1个新的值,从而得到新的向量 $\vec{X}^{j'}_i$,清空记录矩阵。将 $\vec{X}^{j'}_i$ 作为新的搜索点继续原来的经典算法。

2.6 算法时间复杂度的增加记

$$\begin{cases} Z_1(z_1,z_{1+t},...,z_{1+(m-1)t}) \\ Z_2(z_{1+t},z_{1+2t},...,z_{1+mt}) \\ .... \\ Z_N(z_{1+Nt},z_{1+(N+1)t},...,z_{1+(m+N)t}) \end{cases}$$

为Z

则在一次矩阵乘法中复杂度为

$$O_B(\sum_{i=1}^N\sum_{j=1}^m\sum_{k=1}^N g(\max(z_{ij}),(z_{i+1,j})))$$
$$=O_B(n^3g(p\log_2 n))$$

在一次加法中

$$O_B(\sum_{i=1}^N\sum_{j=1}^m\sum_{k=1}^{N-1}\max(\sum_{h=1}^k z_{ij}z_{i+1,j}),(z_{ij}z_{i+1,j})))$$
$$=O_B(pn^3\log_2 n)。$$

一次运算增加的复杂度大约是 $O(n^3)$

2.7 仿真实验结果及讨论用matlab随机生成矩阵进行仿真模拟。以此仿真算法矩阵规模以及算法间隔次数对时间复杂度的影响。绘制结果曲面

实验上看k取10时,m=3,N=6.效果最好。

参考文献

[1] 王云鹏.线性时间选择算法时间复杂度深入研究.软件开发与设计.