

自适应逃逸粒子群算法的网络节点覆盖优化仿真

刘 伟, 崔永锋

(周口师范学院 计算机科学与技术学院, 河南 周口 466001)

摘 要: 研究无线传感器节点优化选择. 传统 LEACH 分簇算法中, 节点选择的随机性很大, 没有很好地参考节点中的多个属性, 通信的簇头分布也无规律, 算法把能量消耗分摊到所有的节点上, 一旦选择边沿节点作为簇头, 一些节点必须经过长距离的路由转发才能到达簇头, 造成通信效率较低. 为了避免上述缺陷, 提出了一种基于自适应逃逸粒子群算法的网络节点覆盖优化方法. 建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型, 准确描述网络节点覆盖问题. 利用自适应逃逸粒子群方法, 计算无线传感网络节点最优位置, 从而实现网络节点覆盖优化. 实验结果表明, 这种算法能够实现网络节点覆盖优化处理, 从而提高无线传感网络数据传递的效率.

关键词: 自适应逃逸粒子群; 网络覆盖率; 无线传感网络

中图分类号: F127

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2013)10—0165—04

Adaptive Escape Particle Swarm Algorithm of the Network Node Coverage Optimization Simulation

LIU Wei, CUI Yong-feng

(Department of Computer Science and Technology, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China)

Abstract: Research of wireless sensor node optimization choice. LEACH traditional clustering algorithm, the nodes choose the randomness is very big, not very good reference node of the multiple attribute, the communication of the cluster head distribution is also disordered, the algorithm the energy consumption apportioned to all the nodes, once selected edge node as the cluster head, some node must go through a long routing forward to get to cluster head, cause communication low efficiency. In order to avoid the defect, the article puts forward a method based on adaptive escape particle swarm algorithm of the network node coverage optimization method. Establish adaptive escape particle swarm optimization mathematical model, accurately described network node covering problems. Using adaptive escape particle swarm method, calculation of wireless sensor network node optimal position, so as to realize the network node coverage optimization. The experimental results show that this algorithm can realize network node coverage optimization processing, so as to improve the wireless sensor network data transmission efficiency.

Key words: adaptive escape particle swarm; network coverage; wireless sensor network

1 引言

传统 LEACH 分簇算法中, 节点选择的随机性很大, 没有很好地参考节点中的多个属性, 通信的簇头分布也无规律, 算法把能量消耗分摊到所有的节

点上, 一旦选择边沿节点作为簇头, 一些节点必须经过长距离的路由转发才能到达簇头, 造成通信效率较低. 节点分布随机性参数增大, 将造成网络节点空间位置参数增大. 网络节点空间位置参数增大, 将造成无线传感网络覆盖率降低^[1-7].

收稿日期: 2012-12-01; **修回日期:** 2013-02-27

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(102102210265); 河南省基础与前沿研究项目(132300410400); 河南省信息技术教育研究规划项目(ITE12064)

为了避免上述缺陷,提出了一种基于自适应逃逸粒子群算法的网络节点覆盖优化方法.建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型,准确描述网络节点覆盖问题.利用自适应逃逸粒子群方法,计算无线传感网络节点最优位置,从而实现网络节点覆盖优化.实验结果表明,这种算法能够实现网络节点覆盖优化处理,从而提高无线传感网络数据传递的效率.

2 网络节点覆盖优化方法

利用传统算法进行无线传感网络节点覆盖,无法避免由于节点选择的随机性增大造成的节点必须经过长距离的路由转发才能到达簇头的缺陷,从而降低了无线传感网络的通信效率.因此,提出了一种基于自适应逃逸粒子群算法的网络节点覆盖优化方法.

2.1 建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型

自适应逃逸粒子群算法,是将自适应调节算法与粒子群算法进行有机结合,利用该算法进行网络节点覆盖优化,能够有效提高无线传感网络覆盖率,从而提高无线传感网络的通信能力.

自适应逃逸粒子群算法,将生物的迁徙特征运用到节点搜索过程中,使粒子可以在全局或者局部范围中进行大范围搜索,提高了搜索的速度和准确性.

利用该算法进行网络节点覆盖优化,需要将无线传感网络中的信号波长和数据传递路径进行有序排列,对网络中全部节点的能量进行分析,根据无线传感网络拓扑结构,计算簇头到指定无线传感网络区域中具有充足能量的其他节点的最短路径.对无线传感网络的簇头进行随机选取,获取多种不同的粒子组合情况,将上述粒子线性组合成为初始粒子群.利用自适应方法,对无线传感网络节点进行选取和更新操作,直至获取符合无线传感网络节点覆盖优化要求的节点为止.建立其数学模型的过程如下所述:

对无线传感网络节点进行覆盖优化时,需要通过无线传感网络灵活的分配节点负载需求,计算无线传感网络达到最优性能的节点覆盖方案.

通常情况下,在无线传感网络中,网络节点的负载情况和网络节点能量对于网络优化处理都十分重要.为了准确描述网络节点覆盖优化问题的数学模型,需要定义下述数据: P 是无线传感网络中全部节点构成的数据集合, F 是所有数据传递路径构成的数据集合, B 是传递信号波长极大值, Q 是无线传感网络中全部节点方向向量构成的数据集合, B_k 是第 k 条数据传递路径上的节点构成的数据集合.

假设无线传感网络第 k 条数据传递路径中的节点没有充足的能量进行数据传递,则利用下述公式能够计算中断节点上的能量需求:

$$\sum_{q \in CQ_{j,l}} ECQ_{j,l}^{q,\mu} = EXQ_{j,l}^{n,\mu} \quad (1)$$

在上述路径中断的情况下,假设需要改变数据传递路径,则重新选取的数据传递路径中节点的能量需要符合下述需求:

$$T_{m,\mu} \geq \sum_{n \in B_n \in XQ_{j,l}} \epsilon_{m,q} ECQ_{j,l}^{q,\mu} \quad (2)$$

利用下述公式能够计算无线传感网络信息传递过程中节点需要耗费能量的极小值:

$$D = \min \left\{ \sum_{k=1}^F \sum_{\mu=1}^B s_k t_{k,\mu} \right\} \quad (3)$$

利用下述公式能够计算无线传感网络数据传递过程中经过最少节点进行信息传递需要选择的路径:

$$M = \sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^P \sum_{l=1}^F \epsilon_{l,q} ECQ_{j,l}^{q,\mu_{j,k}} \quad (4)$$

设置 β 、 χ 和 η 都是无线传感网络节点不同影响因素的权值系数,利用下述公式能够建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型:

$$P = \min [\beta \times D + \chi \times M + \eta \times N] \quad (5)$$

根据上面阐述的方法,能够建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型,准确描述网络节点覆盖问题,为无线传感网络节点覆盖优化奠定基础.

2.2 计算无线传感网络节点最优位置

设置无线传感网络空间的维度是 k , 自适应逃逸粒子群中粒子的数目是 n , 用 $Y_k = (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$ 能够描述第 j 个粒子的空间位置, 粒子运动速度能够用 $W_j = (w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jk})$ 进行描述, 粒子运行过程中最优空间位置能够用 $Q_j = (q_{j1}, q_{j2}, \dots, q_{jk})$ 描述, 利用下述公式能够计算全部粒子在全局搜索时的最优空间位置:

$$\begin{aligned} w_{jk}^{l+1} &= x(l) \times w_{jk}^l + d_1 s_{1k} (pbest_{jk}^l - y_{jk}^l) + d_2 s_{2k} (gbest_{jk}^l - y_{jk}^l) \\ y_{jk}^{l+1} &= y_{jk}^l + w_{jk}^{l+1} \end{aligned} \quad (6)$$

式中, d_1 是自适应逃逸粒子运行速度权值系数, d_2 是无线传感网络中全部粒子运行速度的权值系数, s_{1k} 和 s_{2k} 是在 $0 \sim 1$ 范围中选取的任意数值, y_{jk}^l 是自适应逃逸粒子 j 在第 l 次迭代处理过程中的第 k 维空间位置参数, w_{jk}^l 是与其对应的自适应逃逸粒子的运行速度, $pbest_{jk}^l$ 是自适应逃逸粒子 j 在第 k 维中的最优空间位置参数, $gbest_{jk}^l$ 是自适应逃逸粒子群在第 k 维的空间位置参数, x 是惯性权值系数, 能够

利用下述公式进行计算:

$$x(l) = 0.9 - 0.5 \times l / \max\text{-step} \quad (7)$$

式中, l 是利用自适应逃逸粒子群方法进行网络节点覆盖优化的迭代次数, $\max\text{-step}$ 是迭代处理次数极大值。

自适应逃逸粒子的运行速度和空间位置参数能够用 $\alpha(y, u)$ 表示, 根据上面的阐述能够获取的取 $\alpha(y, u)$ 值, 假设该取值是已知的, 则能够确定自适应逃逸粒子的分布情况。

设置自适应逃逸粒子群中粒子数目是 n , 每个粒子中的节点数目是 p , 每个粒子都用来描述一种无线传感网络节点分布方式, y_j 用来描述自适应逃逸粒子 j 的空间位置向量, $y = (y_{j1}, z_{j1}, y_{j2}, z_{j2}, \dots, y_{jp}, z_{jp})$ 。其中, y_j 是所有无线传感网络节点的横坐标和纵坐标。

利用下述公式能够计算无线传感网络节点的空间位置参数:

$$y(u-1) = q_k \pm \chi \cdot |nbest - y(u)| \cdot \ln\left(\frac{1}{V}\right) \quad (8)$$

式中

$$q_k = (\gamma_1 q_{jk} + \gamma_2 q_k) / (\gamma_1 + \gamma_2)$$

利用下述公式能够计算无线传感网络覆盖区域的空间位置参数:

$$mbest = \sum_{j=1}^N q_j / N = (\sum_{j=1}^N q_{j1} / N, \sum_{j=1}^N q_{j2} / N, \dots, \sum_{j=1}^N q_{jn} / N) \quad (9)$$

基于自适应逃逸粒子群算法的无线传感网络节点覆盖优化方法的主要步骤如下所述:

(1) 对无线传感网络节点空间位置进行初始化处理, 随机生成所有粒子的空间位置参数, 并计算此时的无线传感网络覆盖率。

(2) 计算自适应逃逸粒子群中全部粒子的最优空间位置参数和群体最优空间位置参数。

(3) 对所有自适应逃逸粒子的空间位置进行更新处理, 并计算与其对应的无线传感网络覆盖率。

(4) 将每次迭代处理后的无线传感网络覆盖率与 $pbest$ 进行对比, 假设大于 $pbest$ 的取值, 则更新 $pbest$ 的取值。

(5) 假设自适应逃逸粒子群算法的迭代处理次数达到极大值, 则结束上述运算, 从而获取无线传感网络节点的最优分布方式。

根据上面阐述的方法, 能够建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型, 准确描述网络节点覆盖问题。

利用自适应逃逸粒子群方法, 计算无线传感网络节点最优位置, 从而实现网络节点覆盖优化。

3 实验结果分析

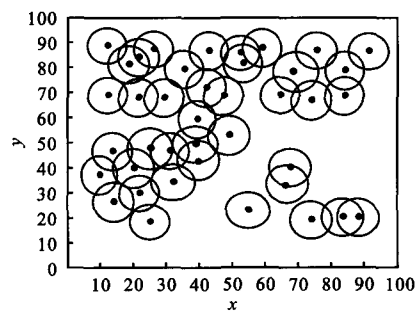
为了验证本文算法的有效性, 需要进行一次实验。实验过程中, 利用 MATLAB 软件进行无线传感网络覆盖优化仿真。设置无线传感网络目标区域是平面区域 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 。该无线传感网络中节点的数目是 40 个, 节点的感知半径是 $S_1 = 10 \text{ m}$, 节点的数据传递路径有效距离是 20 m , 无线传感网络覆盖率阈值是 $D_{th} = 0.8$, 迭代处理次数极大值 $\max\text{-step} = 300$ 。

将所有随机分布的无线传感网络节点空间位置进行整理, 能够得到表 1 所述的结果。

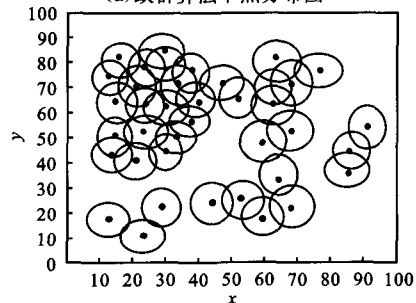
表 1 节点空间位置数据表

序号	节点 横坐标	节点 纵坐标	序号	节点 横坐标	节点 纵坐标
1	23	37	11	37	40
2	45	94	12	37	13
3	43	46	13	66	55
4	37	55	14	49	61
5	94	67	15	51	37
6	56	91	16	35	19
7	19	99	17	45	11
8	82	76	18	67	3
9	76	37	19	91	37
10	16	16	20	73	85

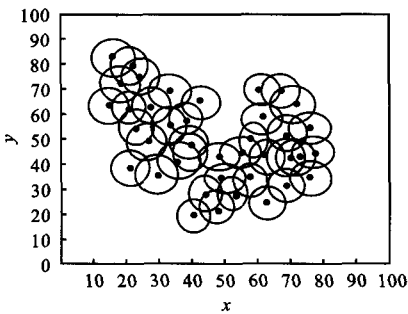
分别利用不同算法进行无线传感网络节点覆盖, 获取的结果能够用图 1 进行描述。



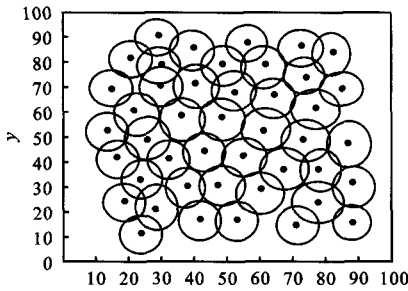
(a) 蚁群算法节点分布图



(b) 粒子群算法节点分布图



(c) LEACH 分簇算法节点分布图



(d) 自适应逃逸粒子群算法节点分布图

图 1 结果示意

图 1 中,矩形框用来描述无线传感网络覆盖目标区域,圆形用来描述节点感知半径,实心点用来表示这些节点的空间位置。

从图 1 能够得知,利用传统算法进行无线传感网络节点覆盖,节点分布的均匀性较差,而且重复覆盖区域较多。而利用本文算法进行无线传感网络节点覆盖,不仅节点覆盖均匀性高于传统算法,而且重复覆盖区域明显减少。

利用不同算法进行无线传感网络节点覆盖的网络覆盖率能够用图 2 进行描述。

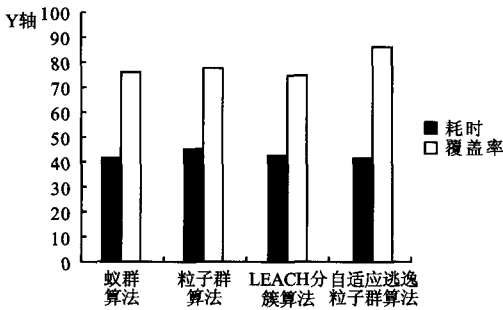


图 2 不同算法性能对比图

在图 2 中,利用本文算法进行网络节点覆盖的覆盖率高于传统算法。

将上述实验结果进行整理分析,能够得到表 2 所示的数据。

表 2 不同方法实验结果数据表

算法	耗时/s	覆盖率/%
蚁群算法	42	76
粒子群算法	45	78
LEACH 分簇算法	43	75
自适应逃逸粒子群算法	42	87

通过上述实验能够得知,利用本文算法进行无线传感网络节点覆盖,能够有效提高网络覆盖率。

4 结束语

本文提出了一种基于自适应逃逸粒子群算法的网络节点覆盖优化方法。建立自适应逃逸粒子群算法的数学模型,准确描述网络节点覆盖问题。利用自适应逃逸粒子群方法,计算无线传感网络节点最优位置,从而实现网络节点覆盖优化。实验结果表明,这种算法能够实现网络节点覆盖优化处理,从而提高无线传感网络数据传递的效率。

参考文献:

[1] 张静,黄宪通,杨新锋. 基于传感器网络节点配置优化仿真研究[J]. 计算机仿真,2012(2):85-88.

[2] 王建华,史明岳,王婷婷. 基于量子粒子群算法的移动节点覆盖优化[J]. 微电子学与计算机,2012,29(6):96-99.

[3] 李元振,廖建新,朱晓民,等. 基于粒子群算法的车载自组网服务节点部署[J]. 南京理工大学学报,2011,35(6):744-748.

[4] 刘志坤,刘忠,唐小明. 基于改进型粒子群优化的节点自定位算法[J]. 中南大学学报:自然科学版,2012,43(4):1371-1376.

[5] 李红升. 基于粒子群算法改进电力信息系统的安全研究[J]. 科技通报,2013,29(4):158-160.

[6] 张斌,毛剑琳,李海平,等. 群混合算法应用于异构传感网络节点的优化部署[J]. 计算机应用,2012,32(5):1228-1231.

[7] 路俊维,陈伟元. 基于遗传粒子群混合算法的测试节点优选方法研究[J]. 计算机测量与控制,2010,18(5):1036-1038.

作者简介:

刘伟男, (1975—), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机网络技术。

崔永锋男, (1978—), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机应用技术、工程优化算法。