基于混沌变异粒子群的物种物联网监测技术研究

林桂亚
(浙江警官职业学院, 杭州 310018)

摘　要: 研究了各类生物物种及其生存环境的监测和保护物联网技术。针对已有的生物物种监测系统存在大规模监测数据冗余度高、汇聚融合粗糙、系统部署及维护较难等问题,提出了一种基于混沌变异粒子群的物联网物种监测技术。该技术根据监测区域内物种种类进行区分建立监测分簇,构建监测子系统,结合种群状态及其环境变化进行粒子变异操作,子系统间通过移动代理节点汇聚和转发数据,对全局数据实施混沌扰动以达到高精度数据挖掘和融合。此外,对于监测节点设计了高效和具有自判读功能模块,使系统具有自适应调节能力。仿真实验和数学分析表明,该技术对复杂物种监测实现了自适应维护和全局数据融合判读功能,有效改善了通信性能。

关键词: 物联网; 物种监测; 粒子群; 混沌变异
中图分类号: TP393　　**文献标志码**: A　　**文章编号**: 1001-3695(2012)04-1371-03
doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.04.047

Application and research of plant species monitoring Internet of Things technology based on particle swarm with chaotic mutation

LIN Gui-ya
(*Zhejiang Police Vocational Academy*, *Hangzhou* 310018, *China*)

Abstract: This paper researched the monitoring problem of the plant species based on Internet of Things. In view of massive monitoring data redundancy and high convergence, rough, system deployment and maintenance more difficult problems in the existed biological species monitoring system, this paper proposed a networking species monitoring technology based on the chaotic mutation particle swarm optimizatio. The technology, according to the monitoring region's species to establish monitoring cluster, construct monitoring subsystem and implement particle mutation operation combined with the population status and environmental change. Subsystems aggregated and forwarded data by the mobile agent node, it had reached high precision data mining and fusion using data on global implementation of chaos. In addition, for monitoring node, it designed efficient interpretation function module, so that the system had adjustment capability. Simulation experiment and mathematical analysis show that, the technology achieves complex species monitoring system maintenance and global data fusion interpretation function, improves the communication performance.

Key words: Internet of things; plant species monitoring; particle swarm; chaotic mutation

0　引言

面对各类生物物种濒临灭绝的现象[1,2],学术界和工业界已经研究了一系列生物物种监测系统[3,4],但大部分监测系统存在对于大规模数据处理时的高冗余度、数据融合性能差、难以提供有效通信性能等问题[5]。因此,采用集传感、远程遥测监控和数据判读技术于一身的物联网技术实施物种生存状态及其环境的监测成为国内外研究人员追踪的热点之一[6~12]。文献[6]针对医学图像配准问题,给出了一种基于措施和特殊的混沌变异量子的粒子群优化。文献[7]给出了一种基于分工合作的粒子群优化算法。文献[8]将基于混沌小生境粒子群优化算法用于红外小目标图像分割技术。文献[9]将经济负荷调度算法应用于利基量子遗传算法提出了一种新的单元含阈点效应技术。文献[10~12]分别将混沌粒子群应用于物种生存环境监测。

但这些研究仍存在一些不足。例如文献[6~9]忽略了物种生存状态特性对于混沌粒子群算法应用时的影响。文献[10~12]主要是研究物种生存环境的监测问题,未对物种自身生存状态实时信息的数据进行采集等操作。本文基于物联网技术,在文献[11,12]的模型系统基础上,提出了一种物种生命状态体征及其生存环境实时监控系统。该系统采用分布式自组织异步通信方式,在监测区域建立若干个监测分簇及其监测子系统,在监测传感器节点上搭建采集信息判读和数据挖掘功能模块,子系统内根据种群状态及其环境变化进行非优胜粒子变异操作,子系统间对全局数据实施混沌扰动,然后通过移动代理节点汇聚和融合监测数据,在保证数据融合度和数据传输能效的同时有效地降低了物种监测系统部署和维护成本。

1　物种生命体征及其环境监测原理

1.1　混沌变异粒子群数学建模

实际问题中的每个先验解可用粒子群的粒子表示,每个粒子采用位置和速度标记。粒子适应度目标矩阵表示粒子位置,

收稿日期: 2011-09-19; **修回日期**: 2011-10-20
作者简介: 林桂亚(1979-),讲师,主要研究方向为计算机网络及数据库(linguiya@zjjy.com.cn).

用于衡量粒子优化程度。工作流程为:首先针对实际问题的先验解初始化随机粒子,然后通过对待选解轮询迭代后得到最优值。如式(1)~(4)所示。

$$f_n = x_n - \overset{\infty}{\gamma}_n \tag{1}$$

$$f_{n+1} = x_n + K_n - \gamma\hat{x}_n \tag{2}$$

$$\overset{\approx}{f}_n = \lambda s_n + \varphi\varepsilon_n \tag{3}$$

$$\varepsilon_n = \hat{x}_n - x_n \tag{4}$$

其中:f_n 为根据实际问题先验解建立的粒子群矩阵。经一轮迭代后得到优化矩阵 f_{n+1},然后由式(3)得到优化解矩阵。式(4)表示式(3)中用到的每个粒子的位置和速度表征的参考值。

根据式(1)~(4)建立的数学模型给出应用于物种监测的工作流程如下:

a)根据物联网控制中心物种监测需求启动相应功能模块。

b)移动代理节点周期性地广播轮询消息。

c)根据式(1)~(4)选择最优解。

d)根据控制中心反馈的控制信息和最优解对采集到的数据进行分簇内数据融合,然后转 c),如果单位时间内数据融合完毕,则转 e)。

e)若该分簇内数据融合完毕,将融合序列发送给基站或移动代理节点。

从上述分析中可以看出,物联网监测系统中,物种生态环境监测区域由若干个分簇区域即子系统组成,为了延长监测系统生存周期分簇实时监测簇头节点性状,并实现簇内自适应簇头节点竞争机制。子系统间通过移动代理节点,一方面实时收集各分簇簇头节点汇聚的数据,若发现某分簇区域内簇头节点失效或该区域出现隐蔽站现象,导致监测区域出现盲点,致使网络瘫痪,难以实时监测濒危植物数据及其生态环境。

此外,为了提高系统性能,在代理节点处对全局数据实施混沌扰动,已达到高精度数据挖掘和融合,工作步骤如式(5)~(9)所示。

a)对于代理节点收集到的全局数据建立矩阵 K,并采用式(5)进行初始化。

$$f = R^{\mathrm{T}}K \tag{5}$$

b)系统监测因子与全局数据进行融合。

$$f_i = [r_0, r_1, \cdots, r_n]\begin{bmatrix} k_0 \\ k_1 \\ \vdots \\ k_n \end{bmatrix} \tag{6}$$

c)对融合数据 f_i 进行转置,得到矩阵。

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & k_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{N1} & r_{N2} & \cdots & k_{Nn} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}^{\mathrm{T}} \tag{7}$$

d)根据已有混沌数据进行扰动。

$$f_{i+1} = K^{\mathrm{T}}W \tag{8}$$

e)对于混沌扰动后的矩阵进行高精度提炼。

$$\overset{\triangleright}{f}_j = (\sum_{i=1}^{k} \| k_i - k_j \|^2 / (\bigcap_{i+1}^{N} \| w_i - w_j \| \beta)^{1/2} \tag{9}$$

其中:f 表示代理节点收到的监测子系统融合后的数据矩阵。由式(5)~(7)处理后得到如式(8)所示的混沌平滑系数矩阵,结合式(9)可得到优化后的低冗余度有效解矩阵 $\overset{\triangleright}{f}_j$。

1.2 基于混沌变异粒子群的监测节点设计

为了方便在监测节点上使用混沌变异粒子群算法[11],本文在节点上作如下设置:采用基于几何光学双线地面反射模型,使用具有多径效应的直射波、折射波和散射波等多路径传播模型[12],不仅考虑传播损耗还考虑了发送节点和接收节点之间的地面反射损耗、绕射损耗等功率损耗。在双线地面反射模型中,监测分簇区域内的簇头节点以及子系统间部署的移动代理节点接收信号功率为

$$P_r = \frac{P_t h_t^2 h_r^2}{R_e^{\ 4}\Re} \tag{10}$$

其中:P_t 为信号发射功率;h_t 和 h_r 为发送天线和接收天线的高度;R_e 为地球半径,$\Re$ 表示发射天线顶点和接收天线顶点之间的视距距离。无线电波信号在大气中传播时系统损耗参考值为

$$\chi = \prod\sqrt{\frac{h_t^2 h_r^2}{P_r}} \tag{11}$$

式(10)(11)中各类参数值根据物种监测物联网系统中部署的监测传感器节点无线电波信号发射模块的实际情况进行设置。

每个监测节点上采用变异粒子群算法后,数据冗余度为

$$f_i = \frac{f_i - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}} \tag{12}$$

在监测分簇区域内的簇头节点以及子系统间部署的移动代理节点上,采用混沌干扰后数据融合度为

$$W_j = \prod_{i \in \overset{\triangleright}{f}_j} (\frac{\acute{\delta} - \Re_i}{\Re}) \tag{13}$$

其中:j 表示混沌干扰次数;w_j 表示第 j 次轮询混沌干扰后数据融合度。

2 物种及其生存环境监测系统实现

本章设计并实现了一种基于混沌变异粒子群的物种生存状态及其生存环境实时监测系统,如图 1 所示。该系统由以下部分组成:

a)根据物种监测需求将监测区域划分为若干个监测分簇,不同分簇采集和转发某一种物种的生命体征及其生存环境数据。

b)不同分簇之间通过移动代理节点群选择最佳节点负责数据汇聚和融合。

c)每个监测传感器节点根据 1.2 节基于混沌变异粒子群的监测节点设计模型构建。

d)控制中心由服务器群组成,通过互联网与监测系统建立通信,主要负责接收数据、数据挖掘、数据判读以及向监测系统反馈控制消息。

3 仿真实验及评价

采用 NS-2 工具仿真实现本文所提出的物种物联网监测节点各项功能以及网络部署,采用 MATLAB 工具依据式(1)~(4)实现变异粒子群操作,根据式(5)~(9)实现混沌干扰操作。基于混沌变异粒子群的物种物联网监测技术用 PCM-IOT 表示,分别从网络的吞吐率、平均端到端时延和丢包率等方面

进行性能分析。

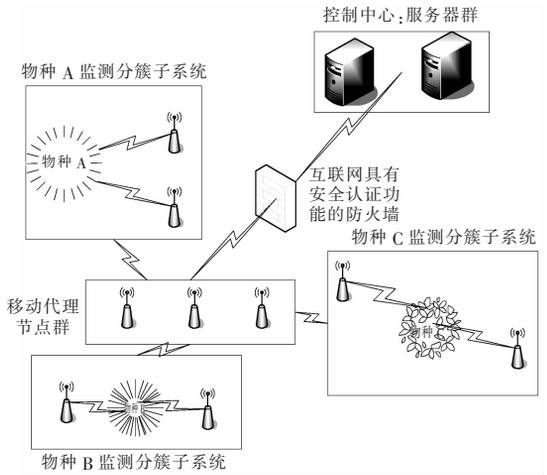

图 1　物种及其生存环境监测系统体系结构

监测区域拓扑范围为 1 km × 1 km,实验为 3600 s,随机部署 200 个监测节点,移动代理节点群共部署 20 个节点,其他参数如表 1 所示。

表 1　仿真实验参数设置

参数	取值	参数	取值
温度	±1 ℃	ACK 和控制信息长度	500 bit
湿度	±25%	工作频率	800 MHz
风速度	[±1.5, ±3.8]	无线电波的波长	0.4 m
簇内节点数	50	h_t	1.85 m
信道速率	2 Mbps	h_r	1.9 m
链路时延	0.8 μs		

图 2 给出了该系统 3600 s 的监测过程中传统监测系统与 PCM-IOT 网络吞吐率情况。可以看出,在刚开始阶段两者的网络吞吐率差距较小,1500 s 后 PCM-IOT 的网络吞吐率降低速度明显低于传统监测系统,然而传统监测系统开始迅速下降,而且因为节点采集的数据冗余度较高使得系统的有效性能下降。对于 PCM-IOT 而言,采用了基于混沌变异粒子群技术,不仅改善了系统的数据汇聚能力而且降低了冗余度。

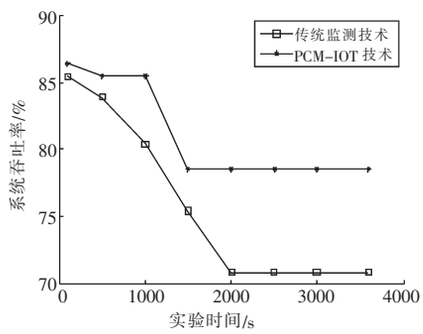

图 2　网络吞吐量

图 3 和 4 表示两种监测系统的端到端时延和丢包率变化趋势。可以发现,PCM-IOT 始终可以在较短的端到端时延内有效传输数据而且为数据传输提供了较高的可靠性。

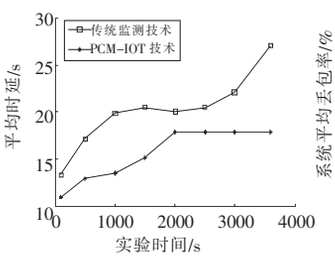

图 3　平均端到端时延

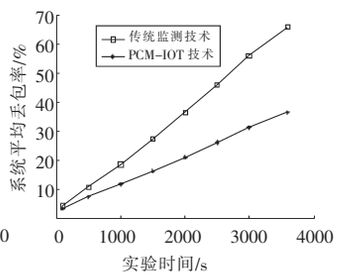

图 4　系统平均丢包率

4　结束语

本文提出了一种基于物联网技术对各类物种采用混沌变异粒子群算法进行实时监控和管理的监测系统。该系统根据监测物种的特性及其生存环境区域划分为若干个监测子系统,分簇区域内采用变异粒子群算法进行数据挖掘和汇聚,降低了大规模数据冗余度;子系统间通过移动代理节点采用对收集到的大规模数据进行混沌干扰,提高了融合度使得监控系统具有较高的自适应调节能力。实验和分析证明,该技术在监测动态性、监测节点以及监测网络的能效和维护管理等方面具有良好的性能。

参考文献:

[1] LUND T. Simple and sensitive in situ algae fluorescence sensor based on fibre optics[J]. Microwaves, Optics and Antennas, IEE Proceedings H,1984,131(1):49-53.

[2] WILLIAMS D T,GREEN A E S. A new continuum-source atomic absorption spectrometer[J]. Review of Scientific Instruments,1994,65(11):3339-3343.

[3] FERRAZZOLI P,PALOSCIA S,PAMPALONI P,*et al*. The potential of multifrequency polarimetric SAR in assessing agricultural and arboreous biomass [J]. IEEE Trans on Geoscience and Remote Sensing,1997,35(1):5-17.

[4] ROBERTS D A,DENNISON P E,GARDNER M E,*et al*. Evaluation of the potential of Hyperion for fire danger assessment by comparison to the airborne visible/infrared imaging spectrometer [J]. IEEE Trans on Geoscience and Remote Sensing,2003,41(6):1297-1310.

[5] 王铁君, 邬月春. 基于混沌自适应变异粒子群算法的铁路空车调配[J]. 计算机应用研究,2011,28(4):1276-1278,1282.

[6] LI Hua,ZHANG Yu,WANG A. Medical image registration based on JS measure and niche chaotic mutation quantum-behaved particle swarm optimization[C]//Proc of the 6th International Conference on Wireless Communications Networking and Mobile Computing. 2010:1-4.

[7] 李静, 吴陈. 一种基于分工合作的粒子群优化算法[J]. 科学技术与工程,2009,9(16):4806-4808.

[8] WU Jia-ming,WU Yi-quan. Infrared small target image segmentation based on niche chaotic mutation particle swarm optimization(NCPSO)[C]//Proc of the 2nd International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics. 2010:74-78.

[9] HUANG Yu,ZHANG De-li,LI Yong-ling,*et al*. Economic load dispatch using a novel niche quantum genetic algorithm for units with valve-point effect[C]//Proc of International Conference on Machine Learning and Cybernetics. 2011:1386-1390.

[10] JIA Kun,WU Bing-fang,TIAN Yi-chen,*et al*. Spectral discrimination of opium poppy using field spectrometry[J]. IEEE Trans on Geoscience and Remote Sensing,2011,49(9):3414-3422.

[11] GUO Wei,FANG Guo-hua,HUANG Xian-feng. An improved chaotic artificial fish swarm algorithm and its application in optimizing cascade hydropower stations[C]//Proc of International Conference on Business Management and Electronic Information. 2011: 217-220.

[12] REN Jian,ZHANG Ke-heng,ZHAO Jing-hu,*et al*. A distributed clone selection algorithm with its application in image enhancement[C]//Proc of International Conference on Multimedia and Signal Processing. 2011:171-174.