

# 无线传感网络自私节点检测的软件设计与仿真

李 军

(临沂大学信息科学与工程学院, 山东 临沂 276000)

**摘要:** 传统的无线传感网络自私节点检测模式主要是通过分析自私节点特征后,与模式库内的特征值相比较,确定是否为自私节点特征行为,并作出防御模式。模式库内数据信息具有自我学习完善能力,可以通过不断学习发展识别新的自私行为,并在模式库中对此信息进行保留。但是,当模式库对无线传感网络中从未出现的自私行为特征进行检测时,会无法找到匹配值,模式库出现非正常运算。为此,提出一种基于信誉合作机制自私节点检测算法,通过网络数据信誉度原则对无线传感器中的数据按照一定规则进行融合,融合后的数据进入无线网络进行数据传输检测,将检测的输出结果与检测前的融合数据进行比较,可以判断出在数据传输过程,无线传感网络自私节点存在位置,实现对自私节点的检测。仿真实验表明,本文提出的检测方法原则上在无线传感网络中增加了结点数量,降低了无线网络的通信能力,实际上,对自私节点的检测的错误率不仅没有降低,而且检测的速度极周期得到了大幅度提升,可以广泛的应用。

**关键词:** 无线传感网络; 自私节点; 检测

**中图分类号:** TP18      **文献标识码:** A

## Design and Simulation of Selfish Node Detection in Wireless Sensor Network

LI Jun

(School of Information Science and Engineering, Linyi University, Linyi Shandong 276000, China)

**ABSTRACT:** A detection algorithm of selfish node in wireless sensor network is proposed based on reputation cooperation mechanism. The data in wireless sensor are integrated according to certain rule by using reputation principle of network data. The integrated data enter wireless network to achieve data transmission detection. It could judge out the position of selfish node during data transmission after comparing output result of detection with integrated data before detecting. Finally the detection of selfish node is implemented. The simulation results show that the method mentioned above increases node quantity in principle and reduces communication ability of wireless network. It reduces the error rate of detection and improves the speed and period apparently.

**KEYWORDS:** Wireless sensor network (WSN); Selfish node; Detection

### 1 引言

随着科学技术的发展,互联网络与人们工作、学习和生活已经密不可分,以及无线传感、嵌入式计算和通信等技术的快速发展和成熟,使得制作无线传感器网络的技术发展迅速,此类传感器具有信息采集功能、处理数据功能以及无线通信功能等。无线传感器网络中,将大量微型传感器也称节点部署在监测区域,构成一个多跳的自组织的网络系统,节点之间可以互相进行无线通信,将监测区域中的信息通过感知、采集、处理和传输得到系统所需要的数据。

传统的无线传感网络自私节点检测模式主要是通过分析自私节点特征后,与模式库内的特征值相比较,确定是否为自私节点特征行为,并作出防御模式。模式库内数据信息具有自我学习完善能力,可以通过不断学习发展识别新的自私行为,并在模式库中对此信息进行保留。但是,当模式库对无线传感网络中从未出现的自私行为特征进行检测时,会无法找到匹配值,模式库出现非正常运算。

提出一种基于信誉合作机制自私节点检测算法,通过网络数据信誉度原则对无线传感器中的数据按照一定规则进行融合,融合后的数据进入无线网络进行数据传输检测,将检测的输出结果与检测前的融合数据进行比较,可以判断出在数据传输过程,无线传感网络自私节点存在位置,

实现对自私节点的检测。仿真实验表明,本文提出的检测方法原则上在无线传感网络中增加了结点数量,降低了无线网络的通信能力,实际上,对自私节点的检测的错误率不仅没有降低,而且检测的速度极周期得到了大幅度提升,可以广泛的应用。

## 2 传统无线传感网络自私节点检测

### 2.1 无线传感网络结构

无线传感网络的体系一般由无线任务管理的节点、传感网络汇聚节点、传感器节点组成。如图1所示。

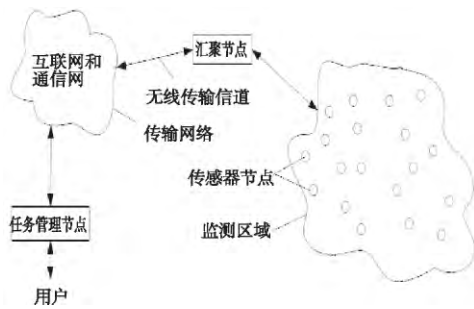


图1 无线传感网络自私节点检测体系

通过图1能够发现,自私节点随机分布在无线传感网络的监测区间内,收到的节点检测信号与其他节点的逐跳传输信号通过自组织方式另构成了通信网络。数据信号在传输的过程中也存在除自私节点处理的情况。

每一个传感器节点是构成无线传感网络的基本元素,任何一个传感器节点的供电能力、对传输数据的计算能力和数据存储能力都比较微弱,对此自私节点主要负责收集本地的数据信息,对传感网络数据进行处理,并且负责转发其他节点传输过来无法进行计算和处理的数据信息。

无线传感网络自私节点体系结构主要包括四个部分,即数据传输能量供应、数据传输感知模块、数据计算处理单元和无线传感辅助单元。

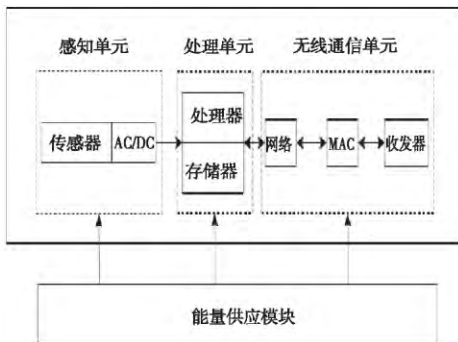


图2 自私节点体系结构图

数据传输能量供应主要是为自私节点在进行无线通信

与其他节点进行无线通信时提供能量。处理单元主要负责对无线传感网络自私节点检测数据进行存储和采集,感知单元主要负责对无线传感网络区域的数据进行监测。

### 2.2 无线传感器自私节点的安全机制

根据无线传感网络的网络协议,可以将网络检测分为应用层检测、传输层检测、网络层检测、数据层检测、物理层检测。无线传感网络数据检测过程中,大量数据连接请求以及各数据层之间出现服务被拒绝情况出现。具体分为黑洞检测、资源检测、数据传输方向检测、虫洞检测等。

无线传感器自私节点检测还可以从内部角度进行划分,此类检测关系到传感网络的外部攻击,外部攻击主要来自非网络层面,如人为破坏、伪基站等手段,该手段进行存在过程中,不能获得无线传感网络中加密数据信息。内部攻击,主要通过自私节点及其他节点的信任度,将攻击数据隐藏于网络数据中,通过自私节点的漏检来对网络内部数据进行窃取。

### 2.3 传统无线传感器网络自私节点检测

为统一检测步骤,将节点间通信及数据传输进行统一归类。由于无线传感网络原因,某些节点受数据影响成为自私节点,然而自私节点与正常节点在整个无线传感网络中达成了一致,正常节点需要一些检测方法对自私节点进行限制,减少自私节点带来的影响。

检测通常由三部分组成,一是自私行为检测、自私行为跟踪、针对自私行为决策。首先,在无线传感网络中检测自私行为,发现某节点有自私行为数据,就启动自私行为跟踪,确定定位该节点,最后执行决策检测出自私节点,并对访节点作出决策。

自私节点检测和防御主要由模式库和检测方法两部分构成。通过分析无线传感网络自私节点特征后,与模式库内的特征值相比较,确定是否为自私节点特征行为,并作出防御模式。模式库内数据信息具有自我学习完善能力,可以通过不断学习发展识别新的自私行为,并在模式库中对此信息进行保留。当模式库对无线传感网络中从未出现的自私行为进行检测时,会无法找到匹配值,模式库出现非正常运算。

无线传感网络节点通过监视网络区域内的自私节点行为。节点选择检测范围内数据传输的消息,将此数据信息作为检测算法的输入。无中心自私检测算法,对检测点区域内所有数据节点进行检测,无线传感网络中任何一个节点不按规定进行数据传送,或者传送数据信息有自私影响嫌疑,则检测记录该节点为可疑自私节点。在所有检测记录中,当某节点的记录次数超过某个预定的设置值,就判定该节点为自私节点。

## 3 基于信誉合作机制自私节点检测算法

无线传感网络中基于信誉合作机制的自私节点检测算法,主要是通过检测自私选择攻击和时间攻击。

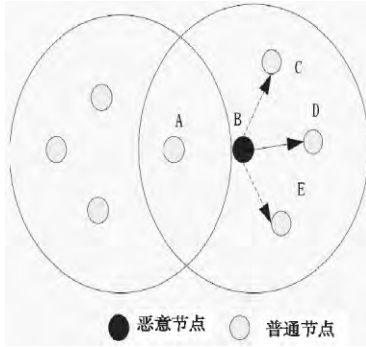


图3 自私性节点攻击检测示意图

### 3.1 自私性节点选择性攻击

当自私性节点收到上一传感网络跳点转发的数据信息及网络指令时,数据节点因受到自私影响而不转发而无线网络的内容数据或篡改原始数据后转发,或选择性的对网络数据进行转发。

假设自私节点在无线传感网络中只有规定概率的丢失数据和欺骗性数据被必定。不按规律进行某个固定节点的改写。自私节点受到时间影响,在无线传感网络中延长数据传输时间,用式(1)定义其属性。

$$T_{ir} = T_{id}/T_{ave} \quad (1)$$

$T_{id}$ 是 $i$ 我还节点是自私节点数据包传输的时间延误。 $T_{ave}$ 是数据在无线传感网络中平均延时的值。在当无线传感网络受到自私节点攻击时,节点会产生一个比较大时间差。提前确定无线传感网络阈值 $t$ ,规定在无线传感网络中正常节点中超过该值就设该点为嫌疑自私节点。

$$m(i, j) = \frac{1}{(2n_1 + 1)} \sum_{i=j-m} \sum_{k=l} |g(k, l)|$$

$$s(i, j) = \frac{1}{(2n_1 + 1)^2} \sum_{i=j-m} \sum_{k=l} |g(k, l) - m(i, j)| \quad (2)$$

式(2)中 $g(k, l)$ 为无线传感器中的自私节点检测数据, $m(i, j)$ 为传感器中提取无疑网络的数据信息 $g(k, l)$ 的计算平均值。该计算值反应了无线传感网络中自私节点特征提取值。标准差反映在无线传感网络中正常的数据节点之间的特征离散情况,方差越大,传感网络的数据特征分布越分散。

自私节点检测根据收到的无线传感网络数据包来判断节点的可靠性,该数据包中节点的ID,发送的数据、接收到传感数据信息时间及发送网络数据信息时间,具体情况如表1所示。

表1 自私节点检测数据

ID	DATA	RECEIVE	SENDTIME
ID	1	2	3
有嫌疑	S1	S2	SM
无嫌疑	U1	U2	UM

在无线传感网络中,传感器每隔时间 $t$ 向无线网络的N

个节点发送检测消息,并且根据消息指令要求将该指令发送至其检测节点的相信节点。发送检测信息数据极值用式(3)表示。

$$f_{imax} = \max\{f_1, f_2, \dots, f_m\} \quad (3)$$

并且满足条件:

$$C_\psi = \int \frac{|\psi(\omega)|}{|\omega|} d\omega < \infty \quad (4)$$

式(4)就是无线传感器中网络发送检测数据平移、伸展、生成另一个检测函数 $\{\psi_{ab}(t) | a, b \in R\}$ 。

当传感网络节点收到检测指令后,会将数据信息发送给传感器内所有节点,此时,自私节点收到信息后会有以下情况,收到信息后不会转发给其它节点,产生信息数据滞留,在检测记录器中记录一次。或是收到检测数据信息后将消息发送给部分节点,不是全部发送,产生一条数据少发的记录。或是收到检测数据后,将检测数据进行改写,然后再进行发送。或是故意延长检测数据的发送时间。

### 3.2 数据融合方案

无线传感网络数据融合应用于自私节点的检测,根据融合前后数据比较,可以有效将有损和无损的数据信息检测出来,根据无线传感网络的特征进行划分,可以得到多级别数据融合。

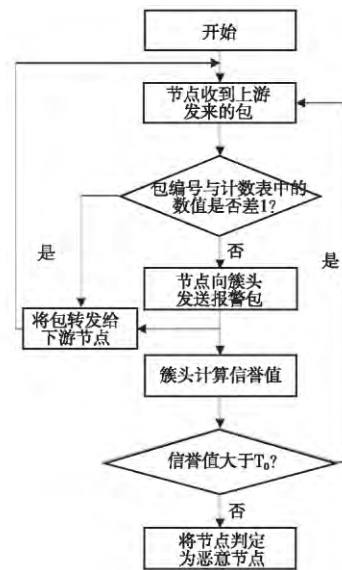


图4 自私节点发现流程图

在无线传感网络节点收集检测数据过程中,收集的数据基本是正态分布,而自私节点数据就为扭曲状态分布。在理想的状态下,检测数据在无线传感网络中频率分布与出现自私节点的概率可能不一致,距离大概为检测中心值的两倍左右。尤其是当自私节点存在于频率和理论状态之间的程度时,通过计算节点的信誉值,距离跨度越小,代表该检测数据越可信,反之,该检测数据越可疑,信誉度越低。

假设某节点输出检测数据频率在范围内,且概率为 $p_i$ ,

在此传感网络范围外的概率为  $1 - p_i$  ,则检测值与理想值偏离程度用式(5)表示。

$$D = l(1 - p_i) \log_2(\frac{1 - p_i}{0.32}) + p_i \log_2(\frac{p_i}{0.68}) \quad (5)$$

该检测数据信誉度为:

$$T_i = e^{\sqrt{D}} \quad (6)$$

一般情况下 ,信誉度越高的百分比越大 ,检测数据越信任融合数据。最后将融合结果发送给无线传感网络进行记录。

#### 4 实验结果分析处理

为验证差异的无线传感器中网络自私节点检测方法的有效性进行仿真实验。用 MATLAB 进行环境仿真。

测试系统配置:

服务器中央处理器 CPU5.00GHz intel( R) core( TM) i8  
测试服务器内存: 8.00GB

测试服务器软件配置:

WINDOWS7 专业版操作系统

物联网客户端配置: 内存 2GB CPU 个数: 1

物联网服务端配置: 内存 2GB CPU 个数: 4

无线传感网络自私节点检测过程较为复杂 ,首先对无线网络传感器中自私节点特征提取时间进行测试。目的在于测试在本文方法相对传统方法在自私节点特征提取时效的效果。其结果如图 5 所示。

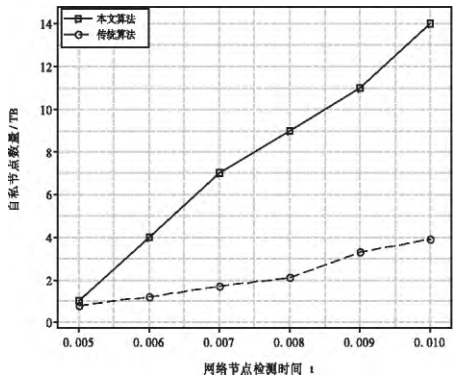


图5 压缩图像特征提取时间比较图

通过图 5 可以看出 ,在相同条件下进行无线网络传感器中自私节点特征提取的过程中 ,本文算法提取数据量明显高于传统算法 ,并且随着时间推移 ,本文算法融合成果几何倍的高于传统算法。

无线传感网络自私节点特征提取稳定性比较 ,其目的在于测试自私节点超大数据条件下无疑网络检测自私节点特征提取稳定性比较 ,共设置 40TB 自私节点数据进行特征提取 ,通过 CBKAL 软件进行测试。其结果如图 6 所示。

经过 35 分钟的测试 ,通过实验数据可以发现 ,基于统计特征融合的 SAR 压缩图像特征提取方法稳定率明显高于传

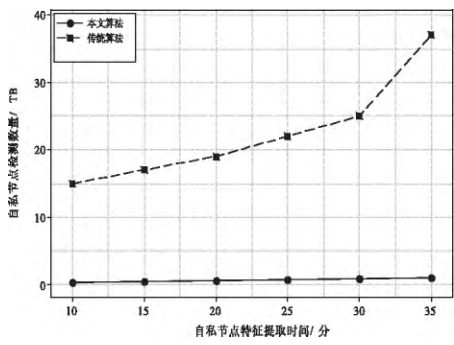


图6 两种方法图像特征提取稳定性比较图

统方法。

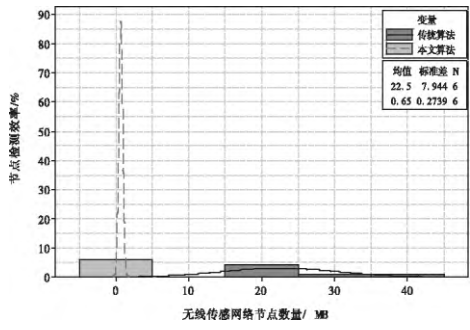


图7 两种方法图像特征提取频率比较图

通过图 7 可以发现 ,基于改进算法的无线传感网络自私节点特征提取方法在同等条件情况下检测频率是传统方法的 9 倍。

实验表明 ,基于无线传感网络自私节点检测方法比传统方法自私节点特征提取性能大大提高 ,改善了当模式库对无线传感网络中从未出现的自私行为进行检测时 ,会无法找到匹配值 ,模式库出现非正常运算的情况。提高了无线传感网络自私节点检测特征提取的时效性。

#### 5 结论

提出一种基于信誉合作机制自私节点检测算法 ,通过网络数据信誉度原则对无线传感器中的数据按照一定规则进行融合 ,融合后的数据进入无线网络进行数据传输检测 ,将检测的输出结果与检测前的融合数据进行比较 ,可以判断出在数据传输过程 ,无线传感网络自私节点存在位置 ,实现对自私节点的检测。仿真实验表明 ,本文提出的检测方法原则上在无线传感网络中增加了结点数量 ,降低了无线网络的通信能力 ,实际上 ,对自私节点的检测的错误率不仅没有降低 ,而且检测的速度极周期得到了大幅度提升 ,可以广泛的应用。

(下转第 305 页)



图2 文献[8]的识别效果



图3 文献[9]的识别效果

要优于其它几种算法,这主要是因为改进算法通过不同的摄像机获取各个角度的火灾信息进行火焰中心区域的定位,依据火焰中心具有的移动速率和火焰面积相对的变化速度完成了对大面积火灾现场的人员视觉识别定位,从而保障了算法的识别效果。

仿真证明,基于改进 Gabor 小波算法的大面积火灾现场的人员视觉识别定位方法识别的准确率高,定位精确度高。

## 5 结束语

针对采用当前的算法进行火灾现场的人员视觉识别定位时,没有考虑到人员的动态特征,存在识别与定位精确度低的问题。为此,提出了一种基于改进 Gabor 小波算法的大面积火灾现场的人员视觉识别定位方法。该方法先融合于色度方差原理对大面积火灾现场的人员目标区域进行定位,利用 Gabor 小波对火灾的烟雾纹理和面积边缘特征进行表述,组建火灾烟雾变化能量模型和方向角分布模型,提取火

灾烟雾变化中人员的动态特征,并对大面积火灾现场的人员动态特征进行识别,从而完成了对大面积火灾现场的人员视觉识别定位。仿真证明,基于改进 Gabor 小波算法的大面积火灾现场的人员视觉识别定位方法识别的准确率高,定位精确度高。

## 参考文献:

- [1] 赵群礼,周秋平,史君华. QR 二维码的图像识别技术探讨[J]. 合肥师范学院学报, 2013, 31: 24-26.
- [2] 马丽. 建筑内火灾中人员定位技术的选择[J]. 消防科学与技术, 2013, 32: 763-765.
- [3] 蒋先刚,丘赞立,熊娟. 基于 CMYK 空间的火灾区域粒子群优化快速定位方法[J]. 数据采集与处理, 2013, 28: 324-329.
- [4] 刘国光,等. 针对图像识别技术的仿真教学平台建设[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(2): 152-155.
- [5] 卢胜男,冯建利,段沛沛. 视频火灾识别方法研究综述[J]. 电视技术, 2013, 37: 179-184.
- [6] 高如新,王俊孟. 基于双目视觉的目标识别与定位[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2014, 33: 495-500.
- [7] 卢英,等. 高大空间火灾视频图像定位[J]. 消防科学与技术, 2014, 33: 302-305.
- [8] 吴秀敏,等. 基于火灾监控视频的人员疏散行为统计分析[J]. 火灾科学, 2013, 22: 10-16.
- [9] 胡玉玲,王飞跃,刘希未. 基于 ACP 方法的高层建筑火灾中人员疏散策略研究[J]. 自动化学报, 2014, 40(2): 185-196.
- [10] 赵哲,马晓璐. 基于三维地理定位的机场障碍物识别定位方法[J]. 计算机仿真, 2014, 31: 36-39.

## 【作者简介】

刘莹(1979-),女(汉族),河南郑州人,硕士研究生,讲师,主要研究方向:人工智能与模式识别。  
祝毅鸣(1982-),女(汉族),河南商丘人,硕士研究生,讲师,主要研究方向:网络信息安全及模式识别。



## 【作者简介】

李军(1978-),男(汉族),山东沂水人,讲师,研究方向:软件工程。



(上接第 249 页)

## 参考文献:

- [1] 李建中,高宏. 无线传感器网络的研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(1): 1-15.
- [2] 孙亭,杨永田,李立宏. 无线传感器网络技术发展现状[J]. 电子技术应用, 2006, 32(6): 1-5.
- [3] 徐子豪,张腾飞. 基于语音识别和无线传感网络的智能家居系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2012, 20: 180-182.
- [4] 郭剑岚,陈俞强,刘怡俊. 感知策略下的无线传感网络保密容量问题研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29: 1151-1156.
- [5] 王海涛. 无线传感网络中的分簇算法综述[J]. 传感器世界, 2011, 24: 6-10.
- [6] 刘华博,崔建明,戴鸿君. 基于多元分类的无线传感器网络恶意

节点检测算法[J]. 传感技术学报, 2011, 24(5): 771-777.

- [7] 高申勇,仇建,张颖,林炳,曾虹. 基于调度的无线自组网邻居节点检测算法研究[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35: 1179-1184.
- [8] 王菲. 无线传感网络低空干扰下的通信优化模型仿真[J]. 计算机仿真, 2015, 32(1): 331-334.
- [9] 沈海洋. 基于遗传 PSO 的无线传感网络覆盖优化算法研究[J]. 微电子学与计算机, 2013, 30: 148-151.