

一种无线浮标传感器网络覆盖优化算法的研究

蔡文郁, 苏 晨

(杭州电子科技大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要:无线浮标传感器网络是无线传感器网络应用于海洋监测领域的典型方式,而网络覆盖问题是衡量无线浮标传感器网络工作性能的重要指标之一。文中主要研究了一种适用于无线浮标传感器网络的覆盖优化算法。该算法的基本思想是在节点密集部署的监测区域中让每个节点与邻居节点交换信息以确定所要激活的最终候选节点,并将其他冗余节点设为休眠状态,以达到在所需的期望值下降低能量消耗的作用。不同网络规模的 Matlab 仿真结果分析可知该算法可以适当减少能耗,延长网络的寿命。

关键词:无线传感网络;覆盖优化;候选节点;冗余节点

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)12-0219-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.12.052

Study on Coverage Optimization Algorithm for Wireless Buoy Sensor Networks

CAI Wen-yu, SU Chen

(College of Information Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Wireless buoy sensor network is a typical way of wireless sensor networks used in the field of marine monitoring, and network coverage is one of the important indicators to measure wireless buoy sensor network performance. The main aim is to present a coverage optimization algorithm for wireless buoy sensor networks. The basic idea of the algorithm is to make sensor nodes exchange information with their neighbors in the monitoring area to determine which ones to be finally activated, and other redundant nodes will be set to sleeping state, which can make coverage keep in the required expectations, reduce the energy cost. The results of Matlab simulation for different network size show that the algorithm may be appropriate to reduce the energy consumption and prolong the life of the network.

Key words: wireless buoy sensor networks (WBSNs); coverage optimization; candidate node; redundant node

0 引言

无线传感器网络(Wireless Sensor Networks, WSNs)是当前国际上一个热点的研究领域,它是伴随无线通信、嵌入式传感器技术以及分布式信息处理技术的发展而新兴的一种信息获取技术^[1-2]。WSNs是由部署在监测区域内大量的微型节点通过无线电通信形成的一个多跳的自组织网络系统,其主要功能是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域里被监测对象的信息,通过无线方式发送至用户终端,从而实现信息的传播。无线浮标传感器网络(Wireless Buoy Sensor Networks, WBSNs)^[3-4]是无线传感器网络应用于海洋监测领域的一种典型方式,如图1所示:漂浮于海洋表

层的浮标传感器节点通过串行口获取挂载在下面的测量传感器的数据,采集到的传感器数据通过无线射频通信传输到邻接的另一浮标传感器节点,经过几次传输以后最终传递到汇聚节点,汇聚节点通过铱星卫星模块将数据传输到陆地接收系统,陆地接收系统的服务器软件负责多个浮标传感器节点数据的显示、统计、处理。

在无线浮标传感器网络中,大量的浮标节点感知区域的数据信息后将其进行融合处理发送给基站的工作人员。在这一过程中,涉及到无线浮标传感器网络的许多重要机制,其中第一步就是对目标区域进行覆盖,它是衡量无线浮标传感器网络工作性能的重要指

收稿日期:2013-01-17

修回日期:2013-05-08

网络出版时间:2013-09-29

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61102067);浙江省“海洋机电装备技术”重中之重学科开放基金;浙江省自然科学基金(LQ12F03006);厦门大学水声通信与海洋信息技术教育部重点实验室开放课题

作者简介:蔡文郁(1979-),男,博士,副教授,研究方向为无线通信、物联网、无线传感网及嵌入式技术的研究。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130929.1521.005.html>

标之一,是无线浮标传感器网络配置首先面临的关键问题,通过对覆盖问题的研究可以寻找提高无线浮标传感器网络服务质量的方法^[5-7]。从能量的角度考虑,浮标节点密度较高,使得位置相近的节点搜集到的数据会高度相关、冗余度大;另外,位于同一区域中的节点数越多,信道竞争就会越严重,数据包冲突的可能性也越大。因此有必要通过调度节点的休眠或唤醒状态使相关性较强的节点交替工作,从而节省能量,延长网络的寿命,同时又能保证网络的覆盖率。

文中主要研究了一种适用于无线浮标传感器网络的覆盖优化算法。该算法的基本思想是在节点密集部署的监测区域内让每个节点与邻居节点交换信息以确定所要激活的节点数,并将其余的节点设为休眠状态,将其关闭,通过这种算法可以使监测区域的覆盖率保持在所需的期望值同时延长了网络的寿命。

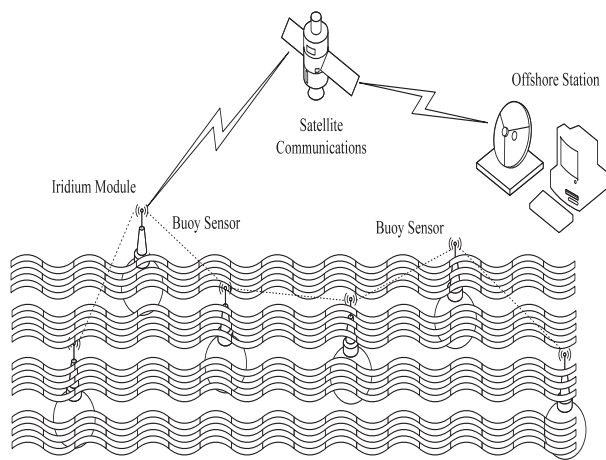


图1 无线浮标传感器网络

1 问题描述

1.1 相关定义

定义1:如果被监测的目标区域中的每个点至少被一个浮标节点所覆盖,那么称此区域被传感器网络完全覆盖。

定义2:如果一个节点的覆盖范围完全被目标区域中的其他节点所覆盖,那么此节点就称为冗余节点。

定义3:如果被监测的目标区域内的点完全没有被任何浮标节点覆盖,那么此节点称为漏洞点。

为了更好地理解三个基本概念^[8],如图2所示,矩形区域代表被监测的目标区域, A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 分别是区域里的四个浮标节点,其中 A_4 是冗余节点, S 是漏洞点。

1.2 假设模型

在无线浮标传感器网络覆盖问题的研究中,影响传感器网络对区域或目标监测性能的因素很多,而浮标节点的感知模型是研究覆盖问题的前提。浮标节点

的感知模型构建了节点物理位置与空间位置的几何关系,可以看作是传感器感知函数的服务质量的数量。因此,浮标节点的感知模型直接决定着其监测能力和覆盖范围。在该算法中,采用布尔感知模型(即0-1感知模型)。它的优点是比较简单并且容易建模。

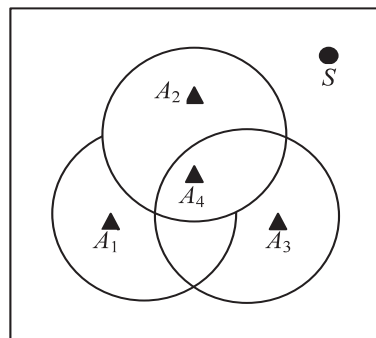


图2 目标区域的浮标节点

对于此算法的研究基于以下假设:

(1)通信半径:文中提出了一个二维圆周平面的通信覆盖模型,每个节点的通信范围为 r_c 。

(2)感知区域:即每个浮标节点所能感知的物理世界的最大范围。现实应用中,节点的感知范围由节点本身的硬件特性等条件决定。在网络覆盖研究中,浮标节点的感知范围往往是通过节点的感知模型确定^[9],在该设计基于的布尔模型中,感知区域即为感知半径。对监测点 χ ,坐标为 (x_i, y_i) 的点 S_i 的感知区域为 R_i ,它是指所有的被可靠感知的目标 Γ_i 。

(3)该设计使用的是布尔类型的感知模型。一个感知节点 S_i 只能感知区域 R_i 的信息内容。假设给定感知半径为 r_s ,布尔模型^[10]为:

$$O[\chi(S_i), \chi(\Gamma_i)] = \begin{cases} \alpha, d(\chi(S_i), \chi(\Gamma_i)) < r_s \\ 0, \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\chi(S_i)$ 表示感知节点的位置; $\chi(\Gamma_i)$ 表示目标的位置; $d(\chi(S_i), \chi(\Gamma_i))$ 表示感知节点和目标监测点的欧几里德距离。假设通信范围 r_c 是 r_s 的两倍。

(4)感知节点服从均匀分布,并且随机分布在二维平面区域内。

(5)所有节点都同时进入感知状态,并且在能量、通信和处理能力等方面都具有相同的能力。

2 算法流程

该算法通过选出一组浮标节点,通过活跃候选节点、关闭冗余节点的方式使每个参与点在监测区域至少被一个浮标节点覆盖。

该算法的具体步骤如下,流程图如图3所示。

(1)将浮标节点部署于监测区域并进行初始化。每个浮标节点广播“hello”的消息。设置定时器

“ T_1 ”,用来保证浮标节点有足够的时间发现邻居节点。当定时器“ T_1 ”期满时,每个节点保存其邻居节点的信息,然后每个节点随机产生一个在 0 和 1 之间的活跃概率值。

(2)对每个节点活跃概率值与预先设定的概率阈值 P 进行比较。如果节点的随机活跃概率值小于预先设定的阈值 P ,那么将它设置为“活跃候选节点”,并向邻居节点发送信息(active candidate message)表示该节点已经成为“活跃候选节点”。该信息包含此节点的活跃概率值。

(3)设置定时器“ T_2 ”,用来保证每个“活跃候选节点”能够成功地从它的邻居节点中的“活跃候选节点”处收到信息(active candidate message)。当定时器期满,其邻居节点中的候选节点按活跃概率值降序存储。如果节点的活跃概率值大于邻居节点中“活跃候选节点”活跃概率的最大值,那么将该“活跃候选节点”设置为正式的活跃节点,并且向它的邻居节点广播一个消息(final active message)。如果节点的活跃概率值小于邻居节点中的“活跃候选节点”的活跃概率的最大值,那么又可以分为两种情况:

- a. 如果该节点没有收到 final active message,那么将该节点设置为正式的活跃节点;
- b. 如果收到 final active message,那么将该节点设置为休眠状态。

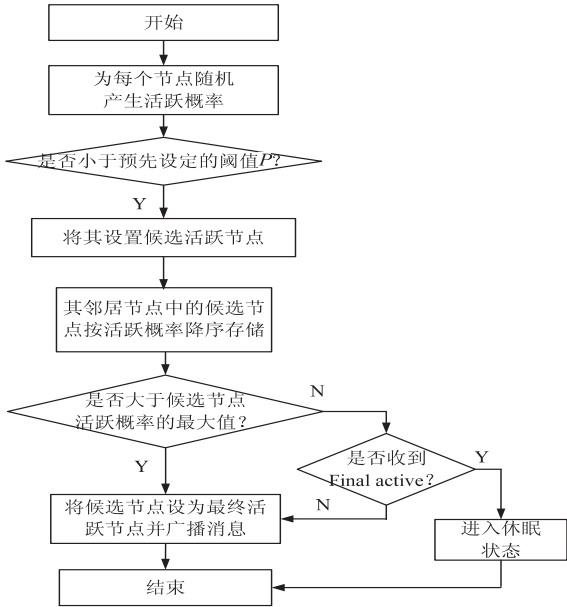


图 3 算法流程图

3 算法结果及仿真分析

文中提出的算法使用 MATLAB7.0 仿真平台进行仿真实验^[11-12],并且对结果进行分析。该算法通过无线浮标传感器网络用最少的浮标节点数目达到最大的覆盖率。假设浮标节点随机分散在一个 100 m * 100

m 的监测区域。

图 4 从一系列不同网络规模(节点数目为 200 ~ 600)的实验中得出了结论,其中感知半径为 20 m。对于每一个网络规模来说均值和标准偏差都是存在的,可以观察到它们随着活跃节点数目的减少而有显著的改善。当节点数目是 200 时,对应的活跃节点数目是 40;当节点数目是 400 时,对应的活跃节点数目是 80;当节点增加到 600 时,对应的就是 86。因此增加网络规模,活跃节点的数目只是略有增加。从而证明了通过活跃候选节点、关闭冗余节点的方式可以使每个参与点在监测区域至少被一个浮标节点覆盖,提高网络的覆盖率。

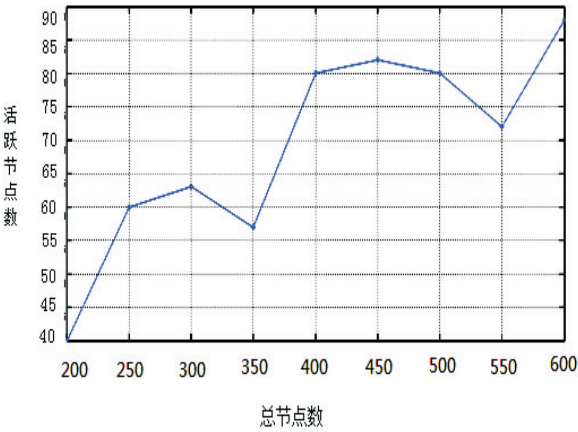


图 4 总节点数与活跃节点数的关系图

4 结束语

文中针对无线浮标传感器网络的覆盖控制方法提出了一种解决能量消耗的途径,就是在保证一定的服务质量条件下,如何在浮标节点随机部署后选择怎样有效减少网络中的冗余节点,提高无线浮标传感器网络的覆盖率。文中主要通过对覆盖率、感知半径以及节点数量之间的关系来进行研究,并最终通过仿真得出相关结论。从结果可以验证运用该算法可以适当减少能耗,延长网络的寿命。当然,该算法没有考虑障碍物和环境恶劣等对算法模型的影响,需要在以后的研究中进一步改进,才能更好地适用。

参考文献:

[1] 孙利民,李建中,陈渝,等. 无线传感器网络[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

[2] 曹晓梅,李万雷,杨庚. 无线传感器网络安全数据融合研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(11):229-234.

[3] Cai Wenyu, Liu Jingbiao, Zhang Xueting. CDS-based coverage control algorithm for buoys sensor networks [C]//Proc of OCEANS 2010. Sydney: IEEE, 2010:1-5.

表 1 基本功能测试		
测试类别	测试内容	效果
桌面访问模式	首次网络联接,40 台同时启动,需要配置镜像文件	大约 4 到 5 分钟,速度与操作系统大小和网络带宽有关
	正常启动	比单机要快,20 秒左右
	跨网段远程访问	可以
	通过移动终端 IPAD 访问	不可以
	虚拟桌面可利用当地资源	可以
桌面提供模式	本地离线模式	可以使用本地系统,不影响教学
	日常办公、视频、制图、编程软件使用等	可以,跟单机一样
	多系统平台	可以
	终端上网控制	可以
安全防护	支持外设及应用软件控制	可以
	设备资产变动监控	可以
	可远程维护	可以
使用便利性	服务器系统维护更新	可以,终端同步更新
	个人系统环境定制	可以

具有很好的兼容性,可适应不同硬件配置的终端计算机,简化系统维护管理工作量,可创建多平台系统环境,实现教学环境多样化的需求。在服务器端可轻易对常见的外设端口类型(USB、串口、并口、软驱等)进行远程控制设置,实现系统升级、软件安装与服务器的同步更新,用户环境和数据可随个人帐号在终端任意迁移,而且在网络中断或者服务器停止工作的情况下,终端计算机会自动从本地硬盘系统接入,最大限度保障教学的连续性。从测试使用结果看,该桌面虚拟化平台系统在功能上完全达到预期的设计要求。

4 结束语

总体来说,通过桌面虚拟化技术能够帮助学校构建弹性灵活的管理架构,解决高校机房、多媒体教室所

面临的各种问题。尽管桌面虚拟化技术存在前期成本投入大、网络带宽资源要求高、对管理人员的技术能力要求更专业等问题,但从长期看,由于其成本和管理上的巨大优势,将毫无疑问地成为未来发展的趋势,推动高校信息化建设走向一个更加科学、开放的体制。

参考文献:

[1] 常伟鹏. 浅谈桌面虚拟化技术在高校信息化建设中的应用[J]. 中国信息界,2012(6):36-37.

[2] 崔炜荣. 桌面虚拟化在高校公共机房中的应用探讨[J]. 电子世界,2012(11):8-9.

[3] Mell P,Grance T. The definition of cloud computing[R]. [s. l.]:National Institute of Standards and Technology,2011.

[4] Luis M V,Rodero L,Caceres J,et al. A break in the clouds: Toward a cloud definition[J]. ACM SIGCOMM computer communication review,2009(1):50-55.

[5] 桌面虚拟化实践. TT 虚拟化[EB/OL]. [2012-06-20]. [http://www. searchvirtual. com. cn/guide/vdipractice. htm](http://www.searchvirtual.com.cn/guide/vdipractice.htm).

[6] 王庆波,金 津,何 乐,等. 虚拟化与云计算[M]. 北京:电子工业出版社,2010.

[7] 木须虎,虚拟化技术社区. 2012 中国虚拟化及云计算技术年度市场研究报告[R/OL]. [2013-01-14]. [http://www. cloudguide. com. cn/news/show/id/2731. html](http://www.cloudguide.com.cn/news/show/id/2731.html).

[8] David C. HP VDI moves to center stage[J]. ZDNet,2011(8):19-21.

[9] 孙 宇,陈煜欣. 桌面虚拟化及其安全技术研究[J]. 信息安全与通信保密,2012(6):87-88.

[10] Vsesystem. 两种主流桌面虚拟化的对决[EB/OL]. [2012-10-14]. [http://www. vesystem. com/Article/ShowInfo. asp? InfoID=224](http://www.vsesystem.com/Article/ShowInfo.asp?InfoID=224).

[11] 王春海. 中小企业虚拟机解决方案大全[M]. 北京:电子工业出版社,2010.

[12] 阮建华. 桌面虚拟技术在高校实验机房中的应用[J]. 福建商业高等专科学校学报,2012(2):101-108.

[13] 和信创天科技有限公司. VEMS 系统 2.0 产品白皮书[EB/OL]. [2012-10-14]. [http://www. vesystem. com/upload-files/fwzc/2010-9/hxxnzdglbps. pdf](http://www.vsesystem.com/upload-files/fwzc/2010-9/hxxnzdglbps.pdf).

+++++

(上接第 221 页)

[4] 蔡文郁,刘敬彪,章雪挺. 一种海洋浮标传感监测网:中国,200920294859. 2[P]. 2010-08-18.

[5] 阳娣兰,谢 政,陈 挚,等. 无线传感器网络中能耗均衡的覆盖控制算法[J]. 计算机工程与科学,2008,30(12):15-18.

[6] Huang C F,Tseng Y C. The coverage problem in a wireless sensor network [C]//Proc of the ACM int’l workshop on wireless sensor networks and applications (WSNA). New York:ACM Press,2003:115-121.

[7] 高德民,钱焕延,徐 江,等. 无线传感器网络随机分布模型及覆盖控制研究[J]. 传感技术学报,2011,24(3):412-417.

[8] 蒋丽萍. 无线浮标传感器网络覆盖控制研究[D]. 镇江:江苏大学,2009.

[9] 林梅金,苏彩红,王 飞. 无线传感器网络覆盖优化算法研究[J]. 计算机仿真,2011,28(3):178-181.

[10] Feng X,Kumar P R. The number of neighbors needed for connectivity of wireless networks[J]. Wireless networks,2004,10(2):169-181.

[11] 秦襄培. MATLAB 图像处理与界面编程宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2009.

[12] 徐 飞,施晓红. MATLAB 应用图像处理[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.

一种无线浮标传感器网络覆盖优化算法的研究

作者：[蔡文郁](#)，[苏晨](#)，[CAI Wen-yu](#)，[SU Chen](#)
作者单位：[杭州电子科技大学 信息工程学院, 浙江 杭州, 310018](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(12)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201312052.aspx