

文章编号:1671-251X(2017)03-0071-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2017.03.016

王凤瑛,吴琳杨,梁泉泉,等.一种适用于井下的 ZigBee 路由算法[J].工矿自动化,2017,43(3):71-73.

一种适用于井下的 ZigBee 路由算法

王凤瑛, 吴琳杨, 梁泉泉, 卫阿盈, 刘思琳, 朱永乾, 殷立杰

(山东科技大学 电子通信与物理学院, 山东 青岛 266590)

摘要:针对煤矿井下 ZigBee 无线传感器网络中节点能量补充不便的问题,提出了一种适用于井下的 ZigBee 路由算法。该算法通过引入邻居表,减少节点间数据传输的跳数;采用动态控制节点剩余能量阈值的方法,充分使用网络中节点的剩余能量。仿真结果表明,该算法减少了节点在路由过程中消耗的能量,延长了网络的运行时间。

关键词:ZigBee; 路由算法; 节点剩余能量; 邻居表

中图分类号:TD655

文献标志码:A

网络出版时间:2017-02-28 17:09

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20170301.1515.016.html>

A ZigBee routing algorithm adapted to underground coal mine

WANG Fengying, WU Linyang, LIANG Quanquan, WEI Aying,

LIU Silin, ZHU Yongqian, YIN Lijie

(College of Electronic Communication and Physics, Shandong University of

Science and Technology, Qingdao 266590, China)

Abstract:For problem of inconvenient energy supplement of node in ZigBee wireless sensor network of underground coal mine, a ZigBee routing algorithm adapted to underground coal mine was proposed. In the algorithm, neighbor table is adopted to reduce data transmission hops among nodes, and residual energy of node in the network is sufficiently utilized by use of dynamic control of node residual energy threshold. The simulation results show that the algorithm reduces energy consumption of node in routing process and extends running time of the network.

Key words:ZigBee; route algorithm; residual energy of node; neighbor table

0 引言

ZigBee 技术在无线传感器网络中的应用,提高了无线网络的效率,该技术的关键部分是其路由算法。在 ZigBee 路由算法研究中,有对树路由算法^[1]或 AODVjr 路由算法^[2]的改进研究,如参考文献[3]针对树路由算法的参数和目的节点地址进行了研究,参考文献[4]提出通过反馈方式来平衡负载的 AODVjr 算法;有对树路由算法和 AODVjr 路由算法结合后算法的研究,如参考文献[5]提出将路由表引入 ZBR 算法^[6],从而降低路由算法数据传输的平

均跳数;有根据实际环境对路由算法的研究,如参考文献[7]结合机场噪声特点优化 ZigBee 路由算法,参考文献[8]结合古树名木监控管理系统的实际应用特点,从延长网络寿命角度改进 ZigBee 路由算法。

煤矿井下环境复杂,巷道分支多,空间狭小,电磁干扰严重^[9],部署在巷道中的 ZigBee 节点易受干扰而发生故障,影响数据传输,且各节点的能量有限,在井下环境中不便补充节点能量^[10],应从各方面尽可能减少能量消耗。本文根据井下环境特点对 ZigBee 路由算法进行改进,并对改进的路由算法进

收稿日期:2016-12-13;修回日期:2017-01-22;责任编辑:盛男。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61471224,61071087)。

作者简介:王凤瑛(1966—),女,山东莱阳人,副教授,硕士,主要研究方向为无线通信技术,E-mail:mxqwfp@163.com。

行测试分析。

1 ZigBee 路由算法

在 ZigBee 网络中,节点类型分为协调器节点、路由节点和终端节点^[11]。协调器节点负责网络建立和数据初始化,路由节点负责数据存储、转发和路由发现、维护,终端节点为数据采集器。根据节点能量和存储空间的不同,将路由节点分为 RN-^[12]和 RN+^[13]2 种。

在井下应用中,等级树路由算法数据传输路径单一,可能会造成监测数据不能到达协调器节点,导致井上收不到监测信息,尤其当井下发生事故时,采集的井下数据量较大^[14],深度低的节点传输负荷量变大,其能量消耗过快,影响整个网络系统的数据传输。而 AODVjr 路由算法在选择优化路径时,没有考虑低能量节点保护,会加快低能量节点失效速度,使其失去数据传输作用。

2 适用于井下的 ZigBee 路由算法

从单个节点来看,考虑减少节点的能量消耗,延长节点的使用寿命;从整个网络性能来看,找到消耗网络能量小的路由。根据煤矿井下的实际特点,从以下方面改进 ZigBee 路由算法。

(1) 选择跳数少的路径。设置邻居表存储内容为节点类型、节点跳数、节点能量、节点地址。网络中每个路由节点通过邻居表记录该节点与其邻居节点的关系。路由节点进行数据转发时,先向其 1 跳范围的节点发送广播请求。收到广播请求的邻居节点将自己的信息回复给该路由节点。路由节点根据回复的信息,选择 1 个较有优势的邻居节点,作为下一跳的地址。网络运行后实时对邻居表中的信息进行更新。

(2) 充分使用网络中各节点的能量。假设节点的剩余能量为 E ,剩余能量阈值为 E_c 。当 $E \geq E_c$ 时,可进行数据传输;当 $E < E_c$ 时,不能进行数据传输,需重新选择其他路由^[15]。

节点剩余能量定义:

$$E = \frac{\alpha_1 \sqrt{E_0}}{t(d+1)} \quad (1)$$

式中: α_1 为常数; E_0 为节点的初始能量; t 为节点工作时间; d 为节点的深度。

节点剩余能量阈值定义:

$$E_c = \alpha_2 \sqrt{E_0} \quad (2)$$

式中 α_2 为常数。

无线网络运行中,节点的能量不断减少,当其减少到小于 E_c 时,该节点不能再进行数据传输,因此期望 E_c 的值可以相应减小。由此设置动态的节点剩余能量阈值 $E_c(x) = \alpha(x) \sqrt{E_0}$,令 $\alpha(x) = \frac{N-x}{Nx}$,其中, N 为网络中节点总数, x 为某一条路由路径上已完成的跳数($1 \leq x < N$)。由于 $\alpha'(x) = \frac{1}{-x^2} < 0$, $\alpha''(x) = \frac{2}{x^3} > 0$,所以 $E_c(x)$ 随着 x 的增大递减,且递减的幅度相应变大。

当井下发生事故时,传感器采集的数据增多,需要传输的数据量加大,通过动态控制节点剩余能量阈值,可使能量较少的节点继续工作,对井下信息的传输非常有利;在紧急传输数据的情况下,越多节点参与到数据传输过程,越能加快数据传输的速度,同时,节点的剩余能量得到有效使用。

适用于井下的 ZigBee 路由算法步骤:① ZigBee 网络接收到数据信息后,判断接收信息的节点是否为目的节点,若是则路由过程结束,否则判断节点类型。② 若是非路由节点,则将数据转发给父节点;若是路由节点,则判断节点的能量状况。③ 若节点的剩余能量大于设置的节点剩余能量阈值,则进行数据转发;若节点剩余能量很少,不足以转发数据,则向源节点发送报文信息,源节点重新进行路由选择。④ 判断路由节点的类型,若是 RN-类型,则执行树路由算法,进行数据转发;若是 RN+类型,则执行 AODVjr 路由算法,通过发现的最优路径进行数据传输。

3 仿真实验

通过 NS2(Network Simulator Version 2)对传统 ZigBee 路由算法和改进后适用于井下的 ZigBee 路由算法进行仿真实验。仿真参数设置:父节点最多可连接 4 个子节点,子节点最多可连接 4 个路由节点,网络的最大深度为 5,网络节点数为 50 个,节点的初始能量为 5 J。

ZigBee 网络能量消耗随时间变化的曲线如图 1 所示。由于改进算法采用设置节点邻居表的方法,所以在网络运行初始阶段,网络能量消耗相对传统算法多;但随着时间的增加,由于改进算法采用动态控制节点剩余能量阈值的方法,网络总体能量消耗相对传统算法减少。

ZigBee 网络中存活节点数随时间变化的曲线如图 2 所示。可看出在仿真初始阶段,2 种算法下

基本没有产生死亡节点。但随着仿真时间的增加,网络中存活节点数开始减少,从整体来看,在相同的时刻,改进算法由于采用动态控制节点剩余能量阈值的方法,存活节点数比传统算法多,相对延长了网络的运行时间。

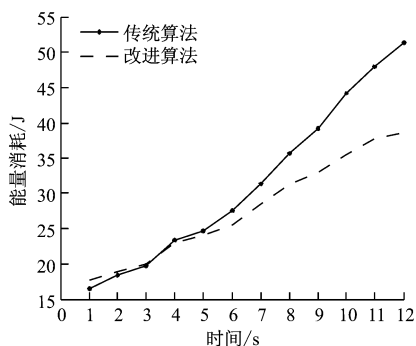


图1 ZigBee网络能量消耗随时间变化曲线

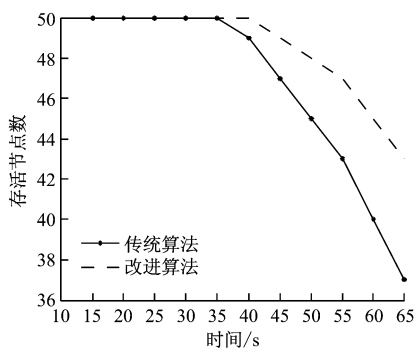


图2 ZigBee网络中存活节点随时间变化曲线

4 结语

针对矿井环境特点,提出了一种适用于井下的 ZigBee 路由算法。该算法采用设置节点邻居表和动态控制节点剩余能量阈值的方法,在网络中节点能量充分利用方面进行优化。但该算法仅考虑了路由过程中节点能量和网络寿命,没有考虑数据传输的误差和稳定性等问题,以后将对这些问题进行进一步研究。

参考文献:

[1] 张丽竹. ZigBee 路由算法的研究与改进[D]. 成都:电子科技大学,2012.

[2] QIU W, SKAFIDA E, HAO H. Enhanced tree routing for wireless sensor networks[J]. Ad Hoc Networks, 2009,7(3):638-650.

[3] LI J, ZHU X, TANG N, et al. Study on ZigBee network architecture and routing algorithm [C]// International Conference on Signal Processing Systems, Dalian, 2010:389-393.

[4] SHANG T, WU W, LIU X D, et al. AODVjr routing protocol with multiple feedback policy for ZigBee network[C]//IEEE 13th International Symposium on Consumer Electronics. Piscataway: IEEE Press, 2009, 483-487.

[5] ZHAO J L, JIANG X F. NP-ZBR: an improved ZBR routing algorithm based on neighbors perception[J]. Sensors & Transducers, 2014, 172(6): 67-74.

[6] ZHANG F H, ZHOU H L, ZHOU X G. A routing algorithm for ZigBee network based on dynamic energy consumption decisive path [C]//International Conference on Computational Intelligence and Natural Computing, Wuhan, 2009:429-432.

[7] 肖骁, 袁家斌, 王雪. 适用于机场噪声感知的改进 ZigBee 路由算法[J]. 小型微型计算机系统, 2016, 37(2):361-365.

[8] 王春玲, 孟丹, 蒋麒, 等. ZigBee 路由算法在古树名木监控中的应用[J]. 传感器与微系统, 2016, 35(6): 151-154.

[9] 任鹏, 张剑英, 冯小龙. 能耗均衡的煤矿井下巷道 WSN 跨层路由协议[J]. 煤炭学报, 2016, 41(2):522-530.

[10] 李峥, 苗曙光. ZigBee 无线传感器网络在矿井巷道监测系统中的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2010(8): 57-59.

[11] 牛斌. 基于 WSN 的煤矿安检系统路由算法研究[D]. 大连:大连海事大学, 2016.

[12] 李岩, 袁安娜, 柳培新, 等. 一种改进的 ZigBee 网络能量均衡簇树路由算法[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2013, 18(5):56-60.

[13] 周武斌, 罗大庸. ZigBee 路由协议的研究[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(6):12-14.

[14] 刘国梅, 谢晓广, 白首华, 基于煤矿安全监测的 ZigBee 路由协议改进[J]. 工业安全与环保, 2015, 41(1):99-102.

[15] 吴英杰. 基于能量优化的 ZigBee 网络路由算法仿真研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2011.