

文章编号:1671-251X(2016)12-0042-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2016.12.009

谢洪,刘振超,王大溪.一种改进的井下无线传感器网络广播算法[J].工矿自动化,2016,42(12):42-45.

一种改进的井下无线传感器网络广播算法

谢洪¹, 刘振超¹, 王大溪²

(1.柳州铁道职业技术学院 信息技术学院,广西 柳州 545616;

2.广西科技大学 电气与信息工程学院,广西 柳州 545006)

摘要:针对现有的井下无线传感器网络广播算法能耗较高的问题,提出了一种改进的无线传感器网络前向广播算法。该算法中,转发节点可根据自身位置,选择优先节点转发信息,大大减少了无线传感器网络中需要转发的冗余信息量,从而降低了网络能耗。仿真结果表明,该算法在网络节点密度达到一定值时,满足网络接收率要求,且能够限制转发的信息总量,有效降低了无线传感器网络能耗。

关键词:井下无线传感器网络;广播算法;前向广播;洪泛广播;能耗

中图分类号:TD655 文献标志码:A 网络出版时间:2016-12-01 10:29

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20161201.1029.009.html>

An improved broadcasting algorithm for underground wireless sensor network

XIE Hong¹, LIU Zhenchao¹, WANG Daxi²

(1.School of Information Technology, Liuzhou Railway Vocational Technical College,

Liuzhou 545616, China; 2.College of Electrical and Information Engineering,

Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China)

Abstract:For problem of high energy consumption of existing broadcasting algorithm for underground wireless sensor network, an improved forward broadcasting algorithm of wireless sensor network was proposed. In the algorithm, forwarding nodes select prioritized node to forward information according to their own positions, so as to decrease redundant forwarding information and reduce energy consumption of the network. The simulation results show that when network node density achieve certain value, the algorithm can satisfy network receiving rate requirement, and limit total forwarding information, so as to reduce energy consumption of wireless sensor network effectively.

Key words: underground wireless sensor network; broadcasting algorithm; forward broadcasting; flooding broadcasting; energy consumption

0 引言

为了加强煤炭开采技术的管理,无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)逐步应用于井下环境监测、人员管理和设备管理中。WSN一般由固定位置的锚节点和可移动位置的传感器节点组

成,通过自组织方式构成网络。传感器节点将采集的数据通过多跳方式传送至锚节点,并通过有线网络将数据传送到监控设备^[1-2]。

广播是WSN的一种基本通信方式。监控中心需要获取某一目标传感器节点的数据或向传感器节点发送命令时,通过锚节点向周围的传感器节点广

收稿日期:2016-08-12;修回日期:2016-10-28;责任编辑:李明。

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2012BAF12B18);广西科技开发计划资助项目(桂科攻1348014-2)。

作者简介:谢洪(1967—),男,广西平南人,副教授,主要研究方向为计算机通信技术及软件开发,E-mail:lzc1658@126.com。

播信息,传感器节点接收到信息后转发给其相邻节点,直至下一个锚节点或目标传感器节点。该过程将覆盖整个网络。目标传感器节点根据监控中心命令,做出相应的命令操作或回传数据。

洪泛广播算法实现较简单,但转发的信息量较大,导致能耗较大^[3]。参考文献[4]提出了基于预测的数据收集广播算法——Sidewinder-0.7 算法,该算法广播时仍需要转发大量数据,能耗改善状况有限。参考文献[5]提出了一种基于密度和距离的概率广播算法——NDDP 算法,可对转发的节点数量进行有效控制,与洪泛广播算法相比,节能效果较好,但不能保证让位置最好的节点转发信息,广播的实际效率受到影响,且不适用于井下。

本文针对矿井结构特点,提出一种适用于井下 WSN 的改进广播算法,能有效提高广播效率,降低广播能耗。

1 井下 WSN 模型

井下巷道狭长,环境复杂,不利于无线信号传输。用于环境监测的井下 WSN 节点一般由人工布置,而用于人员和设备管理的节点则具有移动性。井下 WSN 节点分布呈线性梯状结构,如图 1 所示^[6]。

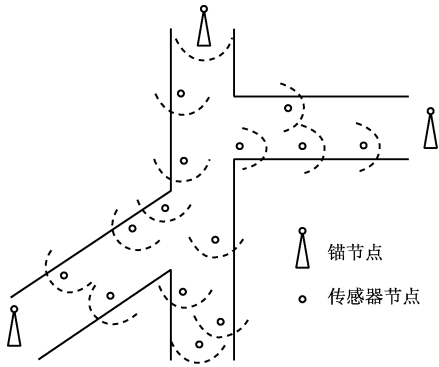


图 1 井下 WSN 结构

井下 WSN 结构特点:锚节点处于监测区域的某个端点,传感器节点或下一个锚节点的位置基本是前向分布的。基于该结构,在广播信息时,信息只需向前转发,即可有效保证广播的效率,减少能耗。因此,矿井 WSN 采用前向广播算法转发信息较合适。

2 井下 WSN 广播算法

2.1 前向广播算法

前向广播的基本特点是只向原始锚节点更远的

半圆区域发送信息^[7]。如图 2 所示,传感器节点 St 接收到传感器节点 Sr 发送的信息后,根据锚节点和节点 Sr 的位置来判断自身是否处于前向区域,从而决定是否转发接收到的信息。

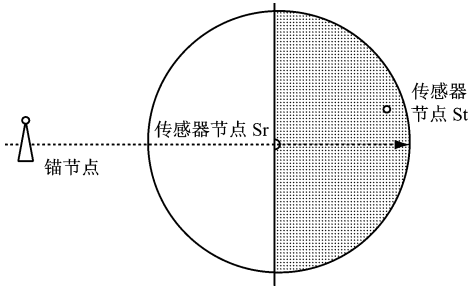


图 2 前向广播示意

为了便于转发信息,转发信息格式定义见表 1。

表 1 转发信息格式

符号	信息描述
Anchor-SN	锚节点信息序列标记
Sr-ID	上一节点标记
St-ID	当前节点标记
St-Pos	当前节点坐标
Context	信息内容

前向广播算法步骤如下。

- (1) 由锚节点产生一个表 1 所示格式的信息包,并将 Sr-ID 的信息清零。
- (2) 节点 St 收到信息包后,先判断是否是重复接收的信息,如果重复则丢弃,否则转入步骤(3)。
- (3) 判断是否是锚节点信息,如果是则将本节点标记信息填入 Sr-ID 后转发信息,否则转入步骤(4)。
- (4) 根据 Sr-ID 的信息和锚节点位置信息,判断本节点是否处于前向区域,如果是则转发信息,否则丢弃。

2.2 改进的前向广播算法

前向广播算法保证了信息往有效的方向传输,但如果前向转发区域内有多个节点,如图 3 所示的节点 B—节点 E 等,当接收到节点 A 发送来的信息时,若节点 B—节点 E 都转发,则会增大无线干扰及能耗。将节点 A 与任一节点的信息传递用一向量来表示,该向量在锚节点与节点 A 连线上的分量决定了传递效率大小,即该方向上分量越大,传递效率越高。图 3 中,节点 B 信息传递效率最低,节点 D 信息传递效率最高。

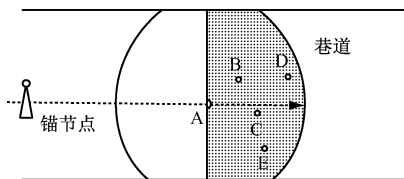


图 3 井下 WSN 节点前向广播示意

图 4 为某一节点 X 与 WSN 节点 A 的位置示意。设 d 为节点 A 与节点 X 的距离, θ 为节点 A 与节点 X 所在直线 L_1 及锚节点与节点 A 所在直线 L_2 的夹角, K 为节点 X 在直线 L_2 上的投影点, l_{AK} 为节点 A 与点 K 的距离, r 为节点 A 的无线信号发射距离。

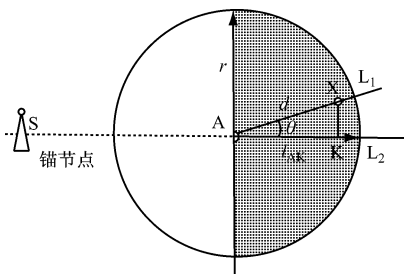


图 4 WSN 节点位置示意

令节点 A、节点 X 的坐标分别为 (x_A, y_A) , (x_X, y_X) , 则有

$$d = \sqrt{(x_X - x_A)^2 + (y_X - y_A)^2} \quad (1)$$

$$\theta = \left| \arctan \left(\frac{y_X - y_A}{x_X - x_A} \right) \right| \quad (2)$$

$$l_{AK} = d \cos \theta \quad (3)$$

当 d 越大、 θ 越小时, l_{AK} 越大, 向前传递信息的效率越高, 所以取 l_{AK} 最大的节点为有效转发节点。

为了控制转发效率, 引入转发等待时间:

$$\tau = \left(1 - \frac{l_{AK}}{r} \right) T_{\max} \quad (4)$$

式中 $T_{\max}$ 为设定的最大延时时间。

当某一节点向前转发信息时, 在前向区域内的每个节点都接收信息, 并计算自身转发等待时间 τ 。 l_{AK} 最大的节点, 其 τ 最小, 因此其将获得最优转发权。

图 3 中, 节点 D 获得最优转发权。在转发信息前, 节点 D 将节点 A 发送的信息中的 Sr-ID 项内容替换为 St-ID 项内容, 并将自身节点标记写入 St-ID 项, 将自身节点坐标写入 St-Pos 项, 在其他节点转发之前广播。节点 B、节点 C、节点 E 在等待时间内收到节点 D 转发的信息, 并判断出是节点 D 转发节点 A 的信息, 从而放弃转发。改进的前向广播算法流程如图 5 所示。

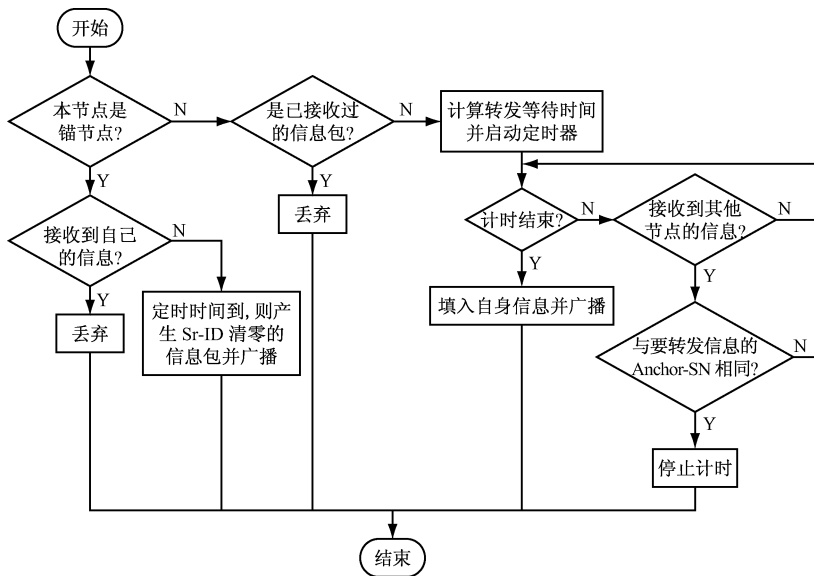


图 5 改进的前向广播算法流程

3 改进的前向广播算法仿真

3.1 仿真设置

在 Windows7 环境下, 以 Matlab2010 为仿真平台进行仿真分析, 验证改进的前向广播算法的性能

和效果, 并与洪泛广播算法、参考文献[4]中的 Sidewinder-0.7 算法、参考文献[5]中的 NDDP 算法进行比较。仿真设置: 模拟 $10 \text{ m} \times 500 \text{ m}$ 的井下巷道区域, 在纵向巷道内每隔 15 m 放置 1 个锚节点, 共设置 50—250 个随机分布的传感器节点。

图 6 为设置 100 个传感器节点时 WSN 节点分布。进行仿真时,锚节点位置固定,每次增加 50 个传感器节点,节点通信半径为 25 m。

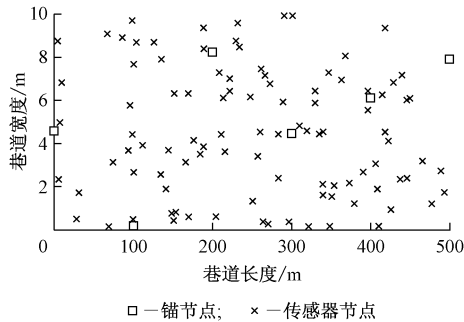


图 6 设置 100 个传感器节点时 WSN 节点分布

3.2 仿真与分析

3.2.1 传感器节点数对网络接收率的影响

网络接收率是网络中信息包的接收比例,其值越大,表示广播效果越好,广播范围越大。在传感器节点数不同的情况下,采用改进的前向广播算法、洪泛算法、Sidewinder-0.7 算法和 NDDP 算法时,WSN 网络接收率如图 7 所示。可看出洪泛算法的网络接收率最高,但因洪泛算法转发率较高,导致网络能耗高;在相同区域内,随着传感器节点数的增加,节点密度也不断增加,改进的前向广播算法的网络接收率也在增大,满足网络接收率要求;改进的前向广播算法与 Sidewinder-0.7 算法、NDDP 算法相比,在网络接收率方面更有优势。

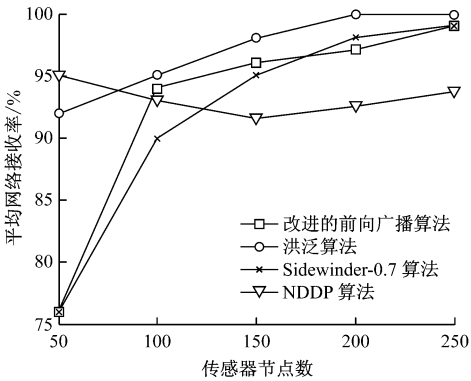


图 7 采用不同算法时 WSN 网络接收率

3.2.2 传感器节点数对网络转发率的影响

网络转发率是网络中信息转发节点与总节点的比值。在网络接收率相同的情况下,网络转发率越小,表示广播算法越节能。在传感器节点数不同的情况下,采用改进的前向广播算法、洪泛算法、Sidewinder-0.7 算法和 NDDP 算法时,WSN 网络转

发率如图 8 所示。可以看出,与其他算法相比,改进的前向广播算法的网络转发率最小,因此更为节能。

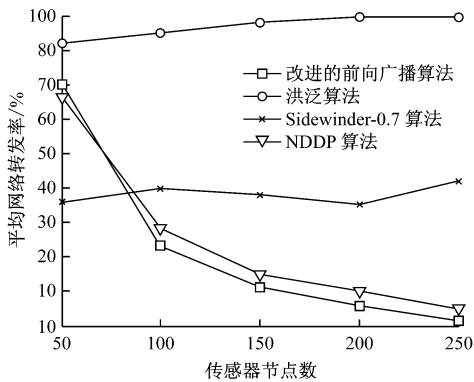


图 8 采用不同算法时 WSN 网络转发率

4 结语

采用改进的前向广播算法时,WSN 转发节点将根据自身位置,选择优先传感器节点转发信息,大大减少了网络转发的冗余信息和能耗。仿真结果表明,在 WSN 节点密度达到一定程度时,改进的前向广播算法满足网络接收率要求,且该算法能够限制转发的信息总量,从而降低 WSN 能耗。

参考文献:

[1] 张小庆,李腊元.无线传感器网络洪泛路由算法的改进模型[J].微计算机信息,2008,24(31):122-124.
[2] 朱军.无线传感器网络在煤矿井下的应用[J].煤炭技术,2014,33(1):127-128.
[3] AKYILDIZ I F, SU W, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. A survey on sensor networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(8):102-114.
[4] KEALLY M, ZHOU G, XING G. Sidewinder: a predictive data forwarding protocol for mobile wireless sensor networks[C]// IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks, Rome, 2009:1-9.
[5] 沈悦,郭龙江,李金宝.移动传感网中基于密度和距离的概率广播算法[J].计算机研究与发展,2014,51(1):151-160.
[6] 冯娜.煤矿无线传感网络(WSN)人员定位系统研究[J].煤炭技术,2014,33(3):252-254.
[7] 胡长俊,袁树杰.移动传感网基于位置的前向广播算法[J].西安电子科技大学学报(自然科学版),2015,42(4):147-152.