

基于多路径的无线传感器网络拥塞控制算法

赵杰^{1,3} 葛艳¹ 李桂青²

(1. 青岛科技大学 信息科技学院, 山东 青岛 266000; 2. 烟台南山学院, 山东 烟台 264000;
3. 中国农业银行股份有限公司昌乐县支行, 山东 潍坊 261000)

摘要: 针对无线传感器网络的拥塞问题, 提出了一种多路径拥塞控制算法。对于网络拥塞采用精度度量检测拥塞, 以多路径的方式进行数据传输, 避免拥塞, 并采用多路径的方式, 有效分散产生的拥塞。节点正常工作, 保证采样数据的实时性和正确性。

关键词: 无线传感器网络; 拥塞控制; 多路径; 拥塞避免

中图分类号: TP212.9; TN929.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9767 (2018) 03-058-03

Wireless Sensor Network Congestion Control Algorithm Based on Multipath

Zhao Jie^{1,3}, Ge Yan¹, Li Guiqing²

(1. School of Information Science and Technology, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266000, China;
2. Yantai Nanshan University, Yantai Shandong 264000, China;
3. Agricultural Bank of China Changle County Branch, Weifang Shandong 261000, China)

Abstract: A multipath congestion control algorithm is proposed to solve the problem of congestion in wireless sensor networks. For network congestion, we use precision measure to detect congestion, transmit data in multi-path way, avoid congestion, and use multi-path way to disperse congestion effectively. The nodes work properly to ensure the real-time and correctness of the sampled data.

Key words: wireless sensor networks; congestion control; multipath; congestion avoidance

1 引言

随着通信技术的不断发展, 无线传感器网络在社会生活的各个领域中的应用广泛, 人们对网络的性能需求不断提升, 但是由于其无线链路开放、节点资源有限、节点部署密度不均等, 造成了拥塞问题。拥塞会导致网络能耗增加、服务质量降低, 因此, 如何有效避免或控制无线传感器网络拥塞, 是当前的研究热点^[1]。

科研人员提出了许多针对无线传感器网络的拥塞控制方案, 如 CODA 协议, 其是基于速率控制的拥塞控制协议, 利用信道占用率和缓存利用率的方法检测拥塞, 采用本地丢弃、转发速率控制以及闭环多源速率控制的方法来缓解拥塞^[2]。又如 ESRT 协议, 中心节点一旦检测到拥塞, 调整节点的发送速率以缓解拥塞^[3]。大多数拥塞控制算法以控制速率

作为缓解拥塞的方法, 但是这种方式可能导致重要数据丢失。本文针对这种情况, 提出了一种基于多路径的拥塞控制算法 MPCCA, 算法包括: MPTA (Multi Path Traffic Allocation, 多路径拥塞避免) 利用局部信息构建多路径, 有效提高通信效率和成功率, 避免拥塞; ADTA (Accuracy Detection Traffic-control Algorithm, 精度检测拥塞控制算法) 采用精确度量来检测拥塞, 并采取合适的策略缓解拥塞。仿真实验结果表明, 该算法可以有效提高算法的可靠性。

2 MPTA

2.1 多路径的选择

无线通信的特点导致数据经过多跳以后并不一定可以成功到达基站。如何确定路径的数量, 保证报文到达基站是一

作者简介: 赵杰 (1988-), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生。研究方向: 无线网络路由协议、拥塞控制。
葛艳 (1975-), 女, 山东泰安人, 博士研究生, 副教授。研究方向: 智能控制理论与应用、计算机应用技术。
李桂青 (1984-), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 工程师。研究方向: 无线网络路由协议、拥塞控制。

个问题。多路径路由是在源和目的之间构造多条路径,将数据通过多路径传输,保证数据传输的成功率。

假设信道的传输失败率为 e ,从源节点到目的节点的跳数为 n ,期望的可靠性为 r ,则需要的路径数量至少为 N 。

$$r = 1 - (1 - (1 - e)^n)^N \quad (1)$$

所有路径为并行的,按照并联方式计算可靠性。

$$N = \log_{1-(1-e)^n}^{(1-r)} \quad (2)$$

N 为要达到 r 的可靠性需要的路径数量。

2.2 算法过程

无线传感器网络构建初期,所有节点进行通信范围内的信息洪泛,每个节点接收邻居信息(邻居ID、邻居的剩余能量、邻居的重要性),根据接收到的信息构建邻居表,并根据 Q 对邻居进行排序,选择其中的 N 个邻居,构建 N 条路径。

假设每个节点都有超过 N 条路径可以选择,为了有效避免拥塞,根据剩余能量以及节点的重要性选择 N 条路径。

定义1:节点的重要性 $Z_{\text{邻居}}$ 是指节点参与路径的数量。

节点参与的路径数量越多,那么该节点越易成为拥塞节点,同时也易导致能量耗尽。因此,选择路径时要从重要性不高的节点开始选择,也就是说 $Z_{\text{邻居}}$ 越小的节点越易被选中。

定义2:关键因子 $a(0 \leq a \leq 1)$ 在路径选择过程中,决定剩余能量和节点重要性占的比重。

$$Q = aE + (1 - a)Z_{\text{邻居}} \quad (3)$$

算法流程:

(1) 每个节点以洪泛的方式收集邻居节点信息,构建邻居表,并按照 Q 对所有邻居进行排序;

(2) 选择邻居表中的前 N 个邻居为信息转发节点,构建 N 条路径,唤醒被选中节点,其他节点进入睡眠状态;

(3) 信息转发。

3 ADTA

在无线传感器网络中部署着大量的节点,为了节约能耗、延长网络的生命周期,网络中的部分节点通常处于休眠状态,这部分节点的剩余能量较多,当拥塞产生以后,这个节点附近的备用节点被激活,参与信息的传输,以此可以有效缓解拥塞,并不会影响数据的正常传输。

算法伪代码:

输入 r 的值 // 键盘输入 r 的值,可以随时调整

根据公式(2)计算 N

假设每个节点的路径总数 $\geq N$

if (无拥塞)

N 条路径传输数据

If (拥塞产生)

停止拥塞路径的数据传输,并以当前节点为源节点建立新的路径,如果新路径建立失败,则激活上一节点的其他路径。

达到时间节点,循环整个过程

4 仿真实验

本文采用 Matlab 平台进行仿真,在 $400 \text{ m} \times 400 \text{ m}$ 的区域中随机散布 260 个节点, Sink 节点位于检测区域的左下角,所有节点均静止。MAC 层协议使用基于 CSMA 和 RTS/CTS 机制的 IEEE802.11 协议^[4-5]。

节点在检测区域中随机分布,仿真节点分布如图 1 所示。

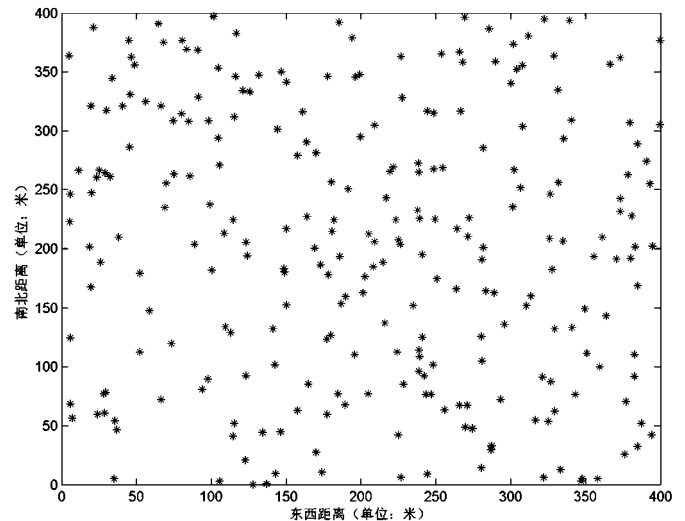


图1 仿真节点分布图

参照公式(2),假设失败率 $e=50\%$,当跳数 $n=1,2,3,4,5$ 时,期望值 r 与路径数量 N 的关系图如图 2 所示。

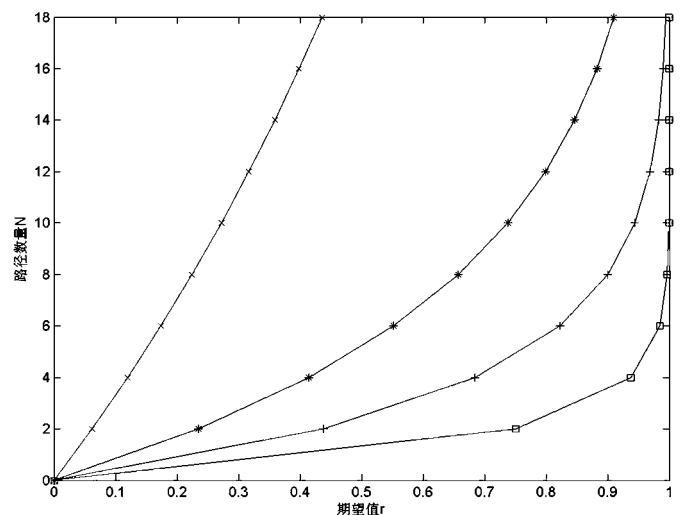


图2 期望值 r 与路径数量 N 关系图

假设跳数 $n=1$,失败率 e 、期望值 r 和路径选择数量 N 的关系,如图 3 所示。

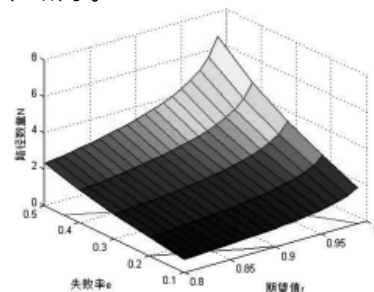


图3 失败率 e 、期望值 r 和路径选择数量 N 关系图

能量消耗：根据仿真参数，设置无拥塞、轻度拥塞和重度拥塞三种情况，图4比较了无拥塞控制、CODA和MPCCA三种算法的能量消耗情况。无拥塞控制的能量消耗最高，这是因为拥塞导致大量丢包，上游节点需要重传数据，导致能量消耗很快。轻度拥塞情况下，MPCCA要比CODA好，是因为CODA需要对信道进行采样，导致能量消耗较多。

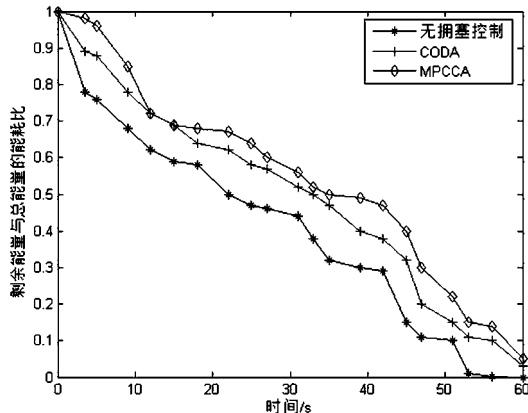


图4 能量消耗比较

5 结 语

无线传感器网络相对于有线网络而言，节点的能量固

定、存储空间较小、信息计算能力弱、通信距离受限，因此，设计用于无线传感器网络的拥塞控制算法是研究的热点。本文算法MPCCA通过设计多路径的方式，可以有效避免拥塞，提高通信成功率。考虑剩余能量，唤醒休眠节点，可以有效延长网络生命周期。但是无线传感器网络是动态发生变化的，拓扑结构会随时更新，因此，算法的扩展性有待进一步研究。

参考文献

- [1] 鞠海玲, 崔莉, 黄长城. EasiCC: 一种保证带宽公平性的传感器网络拥塞控制机制[J]. 计算机研究与发展, 2008(1).
- [2] 孙利民, 李波, 周新运. 无线传感器网络的拥塞控制技术[J]. 计算机研究与发展, 2008(1).
- [3] 郑国强, 李建东. 用于多跳无线传感器网络的能量有效数据转发协议[J]. 计算机科学, 2007(8).
- [4] 李姗姗, 廖湘科, 朱培栋, 等. 传感器网络中一种拥塞避免、检测与缓解策略[J]. 计算机研究与发展, 2007(8).
- [5] Kang J, Nath B, Lab D, et al. Adaptive resource control scheme to alleviate congestion in sensor networks[J]. Proc of Broadnets, 2004.

(上接第57页)

并且精度更高。经过上述仿真可以证明此方法可以改善标准BP算法收敛速度慢的缺点。接着进行机械臂运动学正求解，就可以得到经过算法改进之后，机械臂末端实际位置与期待值之差，如图7所示。

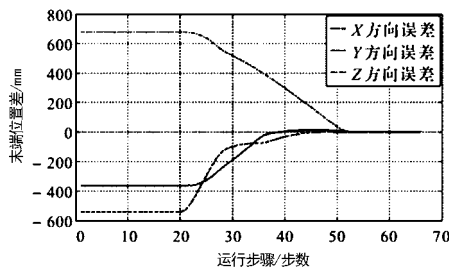


图7 机械臂末端位置误差图

六自由度机械臂最终在X、Y、Z方向上的误差分别是-3.254 mm、4.323 mm、3.129 mm，这证明了该改进算法在实际应用中是完全符合要求的。

6 结 语

本文先详细介绍了六自由度机械臂的关节空间位姿和相应的坐标变换矩阵，再用D-H模型对机械臂进行建模，分析了它的正逆运动学求解问题，并进行实际仿真，针对常规BP神经网络收敛慢、易陷入局部极小值等问题，研究了BP神经网络的逆运动学求解问题，并通过仿真结果证明了该改进

算法的可行性。再通过机械臂运动学正解，实时解算该改进算法的逆运动学，分析得到机械臂末端实际位置与期待值之差，证明了改进算法可以确保在实际工程中的精度。

参考文献

- [1] 张普行, 严军辉, 贾秋玲. 六自由度机械手的运动学分析[J]. 制造业自动化, 2011, 33(20): 68-71.
- [2] 王海鸣, 孔凡让, 赵晓伟, 等. 基于BP神经网络的机器人逆运动学新算法[J]. 机电一体化, 2009(1): 46-49.
- [3] 胡传俊. 神经网络在机械手逆解求解中的应用[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2011.
- [4] Karlik B, Aydin S. An improved approach to the solution of inverse kinematics problems for robot manipulators[J]. Engineering applications of artificial intelligence, 2000, 13(2): 159-164.
- [5] Tejomurtula S, Kak S. Inverse kinematics in robotics using neural networks[J]. Information sciences, 1999, 116(2-4): 147-164.
- [6] 姜宏超, 刘士荣, 张波涛. 六自由度模块化机械臂的逆运动学分析[J]. 浙江大学学报(工学版), 2010(7): 1348-1354.
- [7] 刘亚军, 黄田. 6R操作臂逆运动学分析与轨迹规划[J]. 机械工程学报, 2012(3): 9-15.