

蚁群优化和能量管理的 ZigBee 网络路由

彭友¹, 杨恢先¹, 满莎²

(1. 湘潭大学 材料与光电物理学院, 湖南 湘潭 411105; 2. 湘潭大学 信息工程学院, 湖南 湘潭 411105)

(yanghx@xtu.edu.cn)

摘要: 延长 ZigBee 网络的寿命是设计 ZigBee 路由协议的一个重要目的, 通过对 ZigBee 网络协议的研究提出一种基于能量管理的 ACO-AODV 路由协议, 能降低网络延时并延长 ZigBee 网络寿命。仿真结果表明, ACO-AODV 协议的方法是可行的和节能的, 可以在保持较低数据分组的平均端到端时延的同时降低能量开销, 达到了低开销、低时延的设计目标。

关键词: 蚁群算法; ZigBee; 无线自主网按需平面距离矢量路由协议; 能量管理

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

Ant colony optimization and energy management routing algorithm for ZigBee network

PENG You¹, YANG Hui-xian¹, MAN Sha²

(1. Faculty of Material and Photoelectric Physics, Xiangtan University, Xiangtan Hunan 411105, China;

2. College of Information Engineering, Xiangtan University, Xiangtan Hunan 411105, China)

Abstract: To prolong the life of ZigBee networks is an important goal to design ZigBee routing protocol. Ant Colony Optimization-Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (ACO-AODV) based on energy management routing protocol was proposed, which can keep the good network performance and extend the life of ZigBee networks. The simulation results show that ACO-AODV algorithm is feasible and energy-saving. This approach can maintain a low delay of the average end-to-end data packet while effectively reducing energy consumption, so the design goals of low energy consumption and low-delay are achieved.

Key words: Ant Colony Optimization (ACO); ZigBee; Ant Colony Optimization-Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV); energy management

ZigBee 网络^[1]与其他网络主要的区别是其移动性, ZigBee 网络的性能很大程度取决于电池的效率。因此, 要充分利用电池的能量来延长 ZigBee 节点以及整个 ZigBee 网络的寿命。相对于计算机和其他通信技术的发展, 电池的技术进步相对缓慢。针对 ZigBee 网络关键节点特性来设计路由算法可以在较大程度上降低能量消耗^[2]。本文着重从两个方面来降低 ZigBee 网络的能量消耗。第一是利用蚁群算法来优化无线自主网按需平面距离矢量路由 (Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing, AODV) 协议路由算法^[3]降低路由开销以最大限度地利用有限能源和延长 ZigBee 网络的寿命; 第二是加入能量管理策略, 避免低能量节点过度使用而产生易于过早失效的网络节点, 达到平衡整体网络能量消耗的目的。

1 ZigBee 路由算法与蚁群算法

1.1 ZigBee 技术

ZigBee 是一种新兴的低成本、低功耗的短距离无线通信协议, 主要用于近距离无线连接。在很多个微小的传感器之间相互协调实现通信。这些传感器只需要很少的能量, 以接力的方式通过无线将数据从一个传感器传到另一个传感器, 通信效率非常高。802.15.4 标准定义了 ZigBee 协议栈 MAC

和 PHY 层的标准, 制定了具有高可靠、高性价比、低功耗的网络应用规格。图 1 是 ZigBee 协议栈图, 图 2 是一种 ZigBee 网络拓扑图^[4-5]。



图 1 ZigBee 协议栈

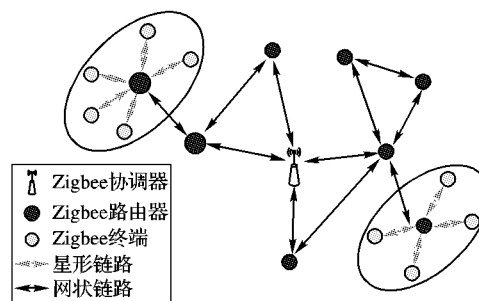


图 2 ZigBee 网络拓扑

1.2 AODV 及其优缺点

AODV 即无线自主网按需平面距离矢量路由协议, 是应

收稿日期: 2010-07-21; 修回日期: 2010-09-17。

基金项目: 海南省自然科学基金资助项目 (60897); 海南省教育厅项目 (Hj2009-135)。

作者简介: 彭友 (1983-), 男, 湖南宁乡人, 硕士研究生, 主要研究方向: 数字信号处理、嵌入式系统; 杨恢先 (1964-), 男, 湖南益阳人, 教授, 硕士, 主要研究方向: 图像处理、模式识别、智能控制、智能信息处理、数字信号处理; 满莎 (1983-), 女, 湖南长沙人, 硕士, 主要研究方向: 嵌入式系统、智能控制、智能信息处理。


```

/* 计算蚂蚁到达目的节点的时延  $T$ , 跳数  $N$ ,
   剩余能量  $E$ , 更新信息素增量和信息素 */
choose the next nodes(  $p$  );
/* 根据概率  $p$  来选择下一步可能到达的节点  $j$ ,
   更新找到的优化路径 */
End For
End For
3) AODV 组播。
Launch backward ant ( );
For each backward ant do
    Track back along the exploring ant ( );
    Update  $\Phi_i$  ( ); 更新当前最优解的蚂蚁所走路径的信息素浓度
    Update routing tables ( );
End For
4) 处理数据。
Receive packet from MAC layer ( );
Processing data packet ( );
Compute network statistics ( );

```

3 算法分析与实验仿真

3.1 实验环境

仿真工具采用 Linux + NS2, 网络覆盖面积 $500\text{ m} \times 500\text{ m}$, 网络节点数目设置为 60, 设置节点的传输距离为 50 m 。采用的传输信道数据传输率为 250 Kbps , 信道延迟为 0.3 s , 数据包长度为 128 bit 。网络中设定, 所有节点的初始能量为 10000 个能量单位, 接收一个消息消耗 1 个能量单位, 发送一个消息消耗 2 个能量单位, 接收一个信息包消耗 2 个能量单位, 发送一个信息包消耗 4 个能量单位。每次模拟运行时间为 200 s , 使用 30 次模拟的平均数据。

3.2 实验仿真结果

实验仿真结果如图 4~6 所示。

在图 4 中可以看出由于 ACO-AODV 算法在探索路由过程中对时延和跳数进行控制, 而且避免连接能量较低的节点, 所以大幅度节省了网络整体能耗。粒子群算法 (Particle Swarm Optimization, PSO) 和差分进化 (Differential Evolution, DE) 算法运行后, 可以看出对 ZigBee 节点能量管理效率比 ACO-AODV 算法低, 对能量消耗优化效果不明显, 整个网络能耗偏高。

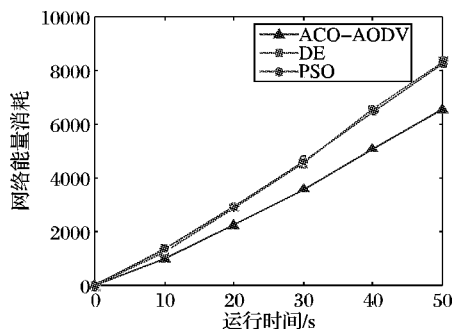


图4 网络能量消耗对比

在图 5 中可以看出在节点较少时, ACO-AODV 算法的网络时延较大, 降低网络时延的效果不明显。这是因为路由由节点较少时, 优化的计算开销大; 当路由由节点数增加时, ACO-AODV 算法延时优化效果明显增强, 而粒子群算法和差分进化算法在节点增加后易出现早熟, 容易陷入局部最优, 导致网络时延较大。失效节点对比如图 6 所示, 由图 6 可以看出由于加入了节点能量管理, 所以优化算法出现第一个失效节点时间推迟, 而粒子群算法和差分进化算法在多目标动态优化方面效率不高, 所以运行中出现的失效节点数目较多。运行

一段时间后, ACO-AODV 算法相对于无节点能量管理的差分进化算法和粒子群优化算法失效节点数要明显减少。

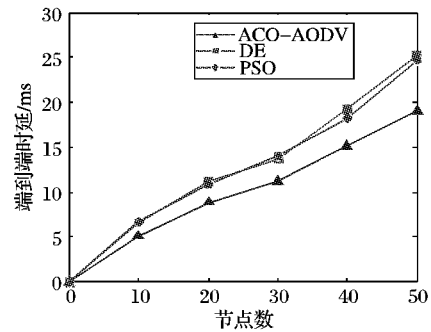


图5 网络延时对比

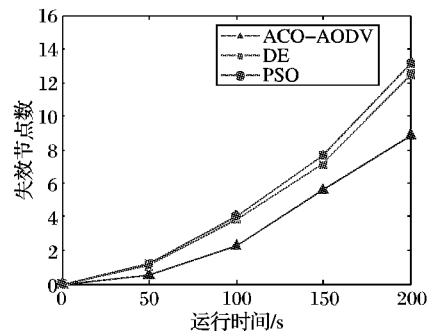


图6 失效节点对比

4 结语

针对基本 ZigBee 网络 AODV 算法和网络路由 ACO 算法, 提出一种基于 ACO-AODV 的 ZigBee 路由算法。ACO-AODV 算法在传统的按需路由算法上, 加入蚁群优化算法, 并具体针对时延、跳数和剩余能量进行优化, 能在一定程度上降低总体网络能耗, 而且保持了低时延的网络性能并减少失效节点, 从而延长 ZigBee 网络寿命。

参考文献:

- [1] 蒋挺, 赵成林. 紫蜂技术及其应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [2] 王芳, 柴乔林, 班艳丽. 基于 ZigBee 网络的 ZiCL 改进算法[J]. 计算机应用, 2009, 29(2): 156-159.
- [3] 班艳丽, 柴乔林, 王芳. 改进的 ZigBee 网络路由算法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(5): 95-97.
- [4] ZigBee 协议规范篇——网络层[EB/OL]. [2007-01-01]. <http://www.huiyou98.com>.
- [5] 王琛, 柴乔林, 王芳. 基于树形结构的 ZigBee 能量均衡协议研究[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(15): 3534-3536.
- [6] 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.
- [7] 梁华为, 陈万明, 李帅, 等. 基于蚁群优化的无线传感器网络能量均衡路由算法[J]. 模式识别与人工智能, 2007, 20(2): 275-280.
- [8] 王合义, 丁建立, 唐万生. 基于蚁群优化的路由算法[J]. 计算机应用, 2008, 28(1): 13-14.
- [9] FRIEDMAN R, SHOTLAND A, SIMON G. Efficient route discovery in hybrid networks[J]. Ad Hoc Networks, 2008, 7(6): 1110-1124.
- [10] OKDEM S, KARABOGA D. Routing in wireless sensor networks using ant colony optimization[C]// First NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2006: 401-404.