

文章编号:1004-1478(2011)03-0073-04

基于数据收集的 LEACH 协议的研究与仿真

刘嘉¹, 卢中宁²

- (1. 郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450002;
2. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:针对 LEACH 低功耗自适应分簇路由协议的不足之处,提出一种基于虚轮数强制成簇的改进方法:当节点产生的随机数全部不理想时,启动一个只负责选簇的虚轮数强制帮助本轮成簇.经 OPNET 仿真平台测试,改进后的路由协议提高了网络的性能.

关键词:LEACH 协议;路由算法;虚轮数;自适应分簇

中图分类号:TP393 **文献标志码:**A

Study and simulation of LEACH based on data collection

LIU Jia¹, LU Zhong-ning²

- (1. College of Software, Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;
2. College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract:For the inadequacies of low power adaptive clustering routing protocols, a new modified forced cluster-head selection approach based on the virtual round was presented. A virtual round only responsible for selecting cluster of is started to help cluster-head selection when the random number generated by all the nodes are not ideal. The simulation on OPNET platform demonstrated that the modified routing protocol enables the whole network have a fine performance.

Key words:LEACH protocol; routing algorithm; virtual round; adaptive clustering

0 引言

无线传感器网络是新型的无基础设施网络,它由众多传感器节点以自组织方式构成.它综合了传感器技术、嵌入式技术、分布式信息处理技术和网络通信技术,在军事、环保、医疗和工业生产等众多领域具有广阔的应用前景,成为当前的研究热点之一^[1].作为无线传感器网络核心技术之一,路由算法的性能在很大程度上决定了网络的整体性能,因此,路由算法一直是无线传感器网络研究的

热点^[2].

LEACH^[3]是无线传感器网络中最早提出的分簇路由协议,它的成簇思想贯彻于其后发展出的很多分簇路由协议中,本文拟改进基于修改选簇概率公式的方法,克服其存在的不足,并对改进算法进行仿真,以期提高网络性能.

1 LEACH 的簇头选择算法

LEACH 定义了“轮”(Round)的概念,每轮分为簇的建立阶段和稳定的数据通信阶段.在簇的建立

收稿日期:2011-02-25

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAK01A38);河南省科技攻关项目(0624220084)

作者简介:刘嘉(1983—),女,山西省阳城县人,郑州轻工业学院助教,硕士,主要研究方向为计算机网络.

阶段,相邻节点动态地形成簇,随机产生簇头^[4];在数据通信阶段,簇内节点按照 TDMA 的方式把数据

发送给簇头,簇头进行数据融合后把结果发送给 Sink 节点.如图 1 所示.

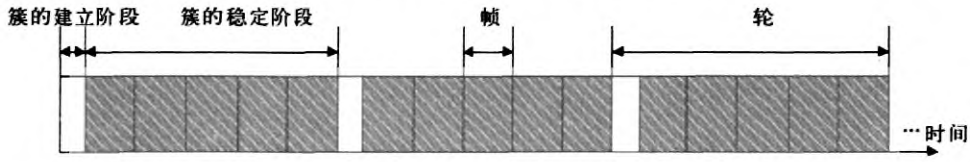


图 1 LEACH 协议的工作过程

当网络中簇形成后,每个节点决定是否在当前轮成为簇头节点.节点是否成为簇头取决于网络中事先假定成为簇头节点的百分比和到目前为止节点成为簇头的次数.通过设定一个阈值 $P_i(t)$,并让节点在 0,1 之间选择一个随机数,如果该随机数比 $P_i(t)$ 小,则该节点在当前轮成为簇头. $P_i(t)$ 的设置如下:

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{p}{1 - p(r \bmod \frac{1}{p})} & C_i(t) = 1 \\ 0 & C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中, p 是期望的簇头节点在总的节点中所占的百分比; r 是当前轮数; $C_i(t)$ 表示该节点是否在这一 $1/p$ 轮循环中当选为簇头, $C_i(t) = 0$ 代表“是”, $C_i(t) = 1$ 代表“否”.式①记为算法 1,根据式①算法选定一轮簇头后,各节点工作流程如图 2 所示.

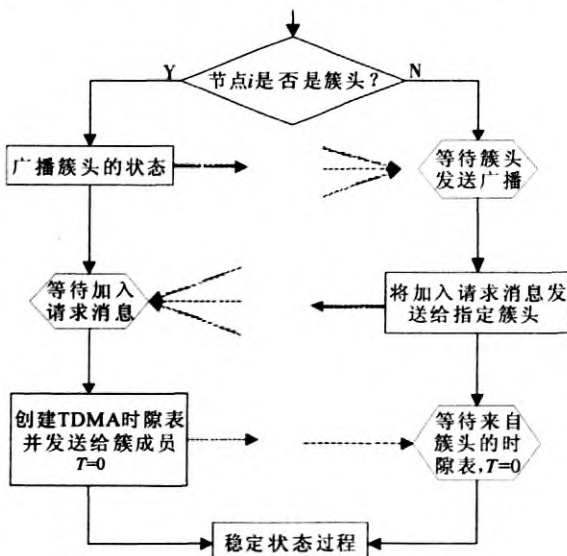


图 2 LEACH 簇形成后各节点流程图

LEACH 作者最初提出该成簇算法是基于“网络初始时所有节点能量都相同,且每一个节点作为簇头后消耗的能量相等”这样一个假设,但实际中由于节点间能量耗费并不一致,因此可考虑由节点剩

余能量大小来决定选簇概率值.式②记为算法 4.

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{E_i(t)}{E_{total}(t)}^k & C_i(t) = 1 \\ 0 & C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

M. J. Handy 等^[5]提出了也是基于能量考虑的以下 2 种概率设定方法,式③记为算法 2,式④记为算法 3.

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{p}{1 - p(r \bmod \frac{1}{p})} \frac{E_{n_current}}{E_{n_max}} & C_i(t) = 1 \\ 0 & C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{p}{1 - p(r \bmod \frac{1}{p})} \left[\frac{E_{n_current}}{E_{n_max}} + \left(r, \text{div} \frac{1}{p} \right) \left(1 - \frac{E_{n_current}}{E_{n_max}} \right) \right] & C_i(t) = 1 \\ 0 & C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中, $E_{n_current}$ 表示节点当前的能量; E_{n_max} 表示节点的初始能量; r_i 表示节点一直未成为簇头节点所持续的轮数,一旦成为簇头, r_i 置为 0.

2 基于虚轮数强制成簇的改进方法

前面提到了通过修改概率公式的方式对 LEACH 选簇算法进行改进,在实际的选簇过程中,常常会出现一种情况,即存在一定概率使得网络中所有节点产生的随机数全不理想,结果导致出现在某一轮中网络选不出 1 个簇头或者全部都是簇头的情形,这一般在节点大量死亡的情况下出现较多^[6].当网络中存活的节点不能满足期望的选簇比例时,数据传送还要继续,即节点均直接发送数据给 Sink 节点,直到网络节点全部死亡,网络寿命终止^[7].可以从后续的仿真结果中看出,一旦出现这种情况,网络的生存寿命的衰减速度是非常快的. LEACH 作者没有在这方面给出解决的方法,按照 LEACH 作者的思路考虑,笔者拟引入基于虚轮数强

制成簇的方法. 具体的改进方法是: 出现上述不理想情形后, 在当前网络中存活节点数目满足选簇比例的条件, 可以启动一个只负责选簇的虚轮数强制帮助本轮成簇直到网络中至少选出 1 个簇头为止. 这样就避免了直接传送数据给 Sink 节点, 从而节省能量, 延长了网络的寿命. 通过后面的仿真实验, 进一步证实了这种改进方法可以提高网络性能.

3 仿真实现与分析

3.1 仿真设计

目前最常用的 2 大网络仿真工具是 NS2 和 OPNET. 与 NS2 相比, OPNET 采用模块化设计和数学分析的建模方法, 能够对各种网络设备、通信链路和各层网络协议实现精确建模. 因此本文选用 OPNET 网络仿真软件构建仿真模型并进行性能比较.

根据无线传感器网络特点, 在仿真过程中, 选择比较典型的 WSN 网络结构, 即网络由随机分布在一定传感区域的众多无线传感器节点和 Sink 节点组成, 节点进行数据的探测和收集, 并形成传感数据流以多跳形式向 Sink 节点提交.

现模拟一个小型网络, 设置仿真情景为 100 个同类型节点随机分布于 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 的区域内, Sink 节点位于距离网络 100 m 处, 如图 3 所示.

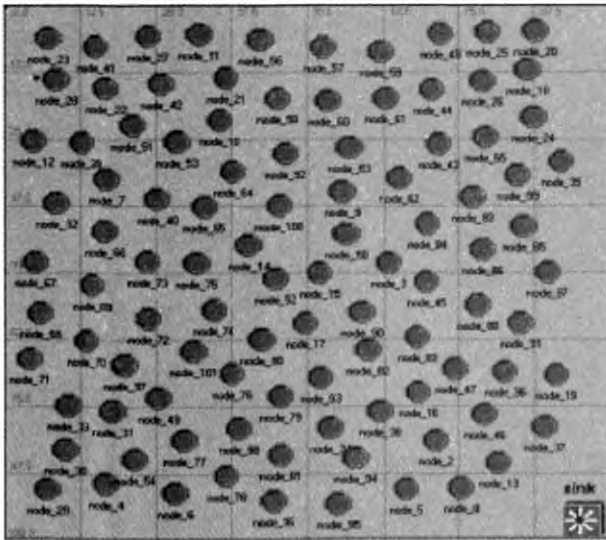


图 3 网络模型示意图

为了仿真分析该网络的性能, 假设每个节点的初始能量一致, 均为 0.1 J, 控制数据包长度为 100 b, 信息数据包长度为 2 000 b, 发射功率 100 W, 发射频率 30 ~ 40 kHz, 发射速率 30 kb/s, TDMA 时隙是 0.1 s.

3.2 仿真结果分析

基于上述网络环境仿真场景, 收发机选不同频率, 在选簇概率为 5% 的前提下, 对上述 4 种选簇算法进行仿真实现.

图 4 是改进前 4 种算法平均能量耗费随时间变化的曲线图, X 轴代表时间/s, Y 轴代表能量耗费值/J. 图 4 中出现的曲线峰值是由于随机数不理想, 导致全网中没有簇头节点选出, 因而节点全部直接发送数据给 Sink 节点, 这时当前轮的能量耗费就会出现突增.

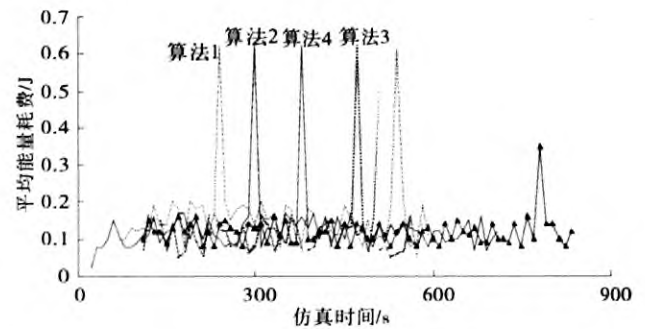


图 4 平均能量耗费值随时间变化的曲线图

上述仿真结果更清楚地说明了基于修改选簇概率公式的方法存在的不足, 而基于虚轮数强制成簇方法就是针对这一不足进行的改进, 具体的实现流程如图 5 所示.

图 4 已经描述了曲线出现峰值的原因, 图 6 中, 参与比较的有直接发送方式、普通 LEACH 算法 1 和引入了虚轮数的改进算法. 图中很清楚地体现了采用直接发送方式给 Sink 节点发送数据造成的网络寿命锐减, 引入虚轮数后选不出簇头的情形得到改善, 网络寿命明显增加. 同时由于网络仿真时间耗费相当大, 为了节省时间, 选取节点的初始能量仅为 0.1 J, 在这种小范本的实时观察下, 就出现了随机数不理想的情况, 可以想象, 如果节点初始能量加大, 这种随机数不理想的情况将会增多, 对网络寿命的影响会更大. 因而改进协议是非常必要的.

4 结语

路由算法是无线传感器网络的重要研究课题, 它的性能直接影响整个网络的运行效率. 本文有针对性地选择了典型的 LEACH 协议作为研究对象, 对当前学者们提出的 4 种不同的 LEACH 簇头选择算法进行分析与比较, 针对 LEACH 协议的不足提出

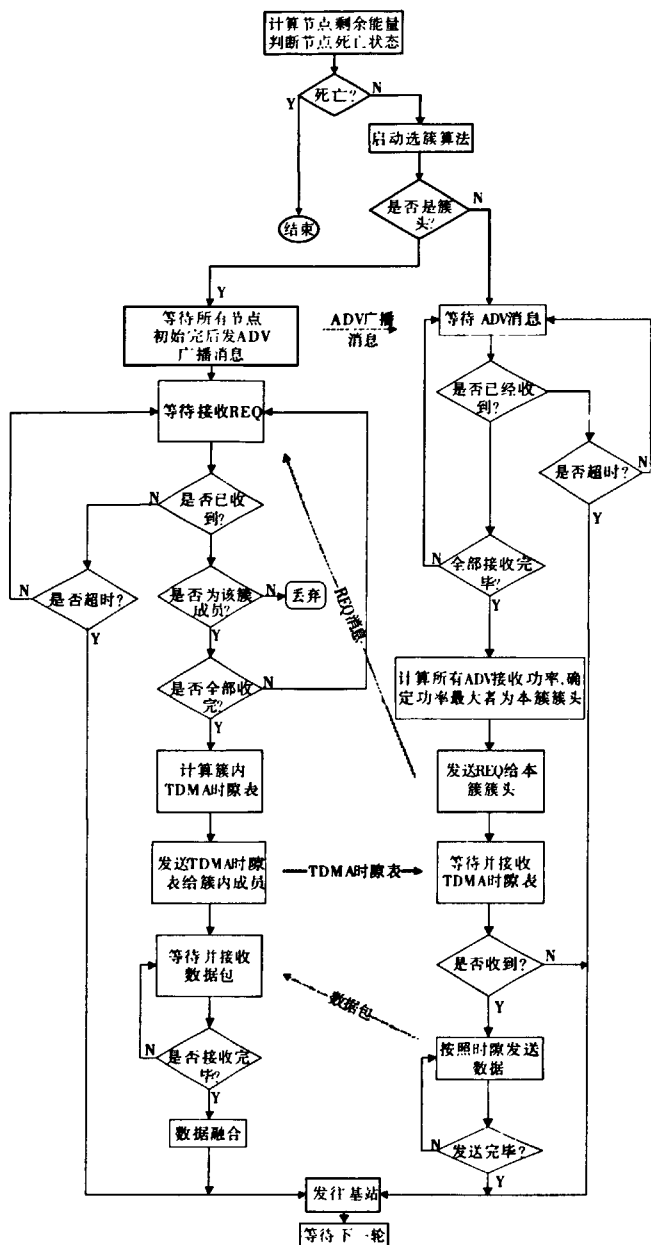


图 5 基于虚轮数强制成簇的 LEACH 协议流程图
 了基于虚轮数强制成簇的改进方法. 建立仿真模型, 对节点存活数目、全网能量耗费、网络生命周期

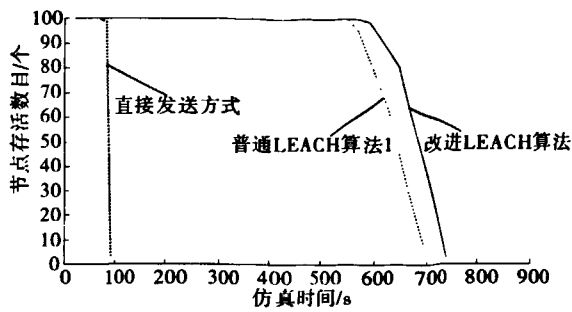


图 6 节点存活数目随时间变化曲线图

等方面作了仿真和比较, 结果显示: 加入虚轮数强制成簇的改进算法后, 网络寿命明显延长.

参考文献:

- [1] Sohrabi K, Gao J, Ailawadhi V, et al. Protocols for self-organization of a wireless sensor network[J]. IEEE Personal Com, 2000,7(5):16.
- [2] 马祖长, 孙怡宁, 梅涛. 无线传感器网络综述[J]. 通信学报, 2004, 25(4):114.
- [3] Wendi Rabiner Heinzelman, Anantha Chandrakasan, Hari Balakrishnan. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks[C]//Proc of the 33rd Int Conf on Syst Sci (HICSS '00), Washington: [s. n.], 2000.
- [4] 任丰原, 黄海宁, 林闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报, 2003, 14(7):1282.
- [5] Handy M J, Haase M, Timmermann D. Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster-header selection[C]//Proc of Fourth Int Workshop on Mobile and Wireless Com Networks, Stockholm: [s. n.], 2002: 368-372.
- [6] 金骥, 徐昌庆, 葛颖君. 无线传感器网络基于类的 LEACH 路由算法研究[J]. 计算机应用与软件, 2006(11):137.
- [7] 吴臻, 金心宇. 无线传感器网络的 LEACH 算法的改进[J]. 传感技术学报, 2006, 19(1):30

基于数据收集的LEACH协议的研究与仿真

作者: [刘嘉](#), [卢中宁](#), [LIU Jia](#), [LU Zhong-ning](#)
作者单位: [刘嘉, LIU Jia\(郑州轻工业学院软件学院, 河南 郑州, 450002\)](#), [卢中宁, LU Zhong-ning\(郑州轻工业学院计算机与通信工程学院, 河南 郑州, 450002\)](#)
刊名: [郑州轻工业学院学报 \(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [Journal of Zhengzhou University of Light Industry\(Natural Science Edition\)](#)
年, 卷(期): 2011, 26(3)

参考文献(7条)

1. [Sohrabi K.;Ailawadhi V.;Pottie GJ.;Gao J. Protocols for self-organization of a wireless sensor network](#)[外文期刊] 2000(5)
2. [马祖长, 孙怡宁, 梅涛 无线传感器网络综述](#)[期刊论文]-[通信学报](#) 2004(4)
3. [Wendi Rabiner Heinzelman;Anantha Chandrakasan;Hari Balakrishnan Energy-efficient communication proto-col for wireless microsensor networks](#) 2000
4. [任丰原, 黄海宁, 林闯 无线传感器网络](#)[期刊论文]-[软件学报](#) 2003(7)
5. [Handy M J;Haase M;Timmermann D Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster-header selection](#) 2002
6. [金骥, 徐昌庆, 葛颖君 无线传感器网络基于类的LEACH路由算法研究](#)[期刊论文]-[计算机应用与软件](#) 2006(11)
7. [吴臻, 金心宇 无线传感器网络的LEACH算法的改进](#)[期刊论文]-[传感技术学报](#) 2006(1)

引用本文格式: [刘嘉. 卢中宁. LIU Jia. LU Zhong-ning 基于数据收集的LEACH协议的研究与仿真](#)[期刊论文]-[郑州轻工业学院学报 \(自然科学版\)](#) 2011(3)