

改进的基于 NS2 仿真的无线传感网 LEACH 协议^①

林奕水¹, 刘宇容¹, 何震苇²

¹(广东农工商职业技术学院 机电系, 广州 510507)

²(中国电信股份有限公司广东研究院, 广州 510507)

摘要: 分析了 WSN 中 LEACH 协议的运行机制、适应场景以及存在缺陷的基础上, 提出了调整改进 LEACH 协议的方法, 最后, 基于 NS2 环境对改进后的协议进行仿真验证, 并重点验证改进后协议的实际运作性能. 通过仿真验证可知, 和常规 LEACH 协议相比, 改进后的 LEACH 协议可以延长 WSN 的运行寿命、节约节点中有限的能量、阻止节点大量消亡、保持运行节点的数量.

关键词: LEACH 协议; 无线传感装置; 优化改良方案; 仿真验证

Improved Leach Protocol for WSNs Based on NS2 Simulation

LIN Yi-Shui¹, LIU Yu-Rong¹, HE Zhen-Wei²

¹(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Guangdong AIB Polytechnic College, Guangzhou 510507, China)

²(Guangdong Research Institutem, China Telecom Corporation Limited, Guangzhou 510507, China)

Abstract: This paper proposes an improved LEACH protocol method based on analysing the LEACH protocol of WSN in operating mechanism, adapting to the scene and exiting defects. At last, the emphases is proving the improved LEACH protocol method's practical operating performance by simulating with NS2 environment. The simulation results show that the improved LEACH protocol method can extend the operating life of WSN, save the limited energy of nodes, reduce the mass extinction of nodes and keep an adequate quantity nodes to operate compared to the routine LEACH protocol.

Key words: LEACH protocol; wireless sensor device; improved scheme; simulation and verification

1 前言

无线传感器网络(wireless sensor network,简称 WSN),这种新式网络的实践科研工作发起于上个世纪的九十年代初期^[1]. 纵使这种网络的开发研究比较迟, WSN 所隐含的潜能以及对现代社会的实际应用意义已得到显著的展现. 当前, WSN 在国际范围内的军事武器研发领域、医药开发领域、通信行业等方面都得到了普及. 比如, 在本世纪初, Intel 公司对 WSN 和计算机的联合科技进行了开发, 而在相同的时期 NSF 组织也启动了 WSN 的研究项目. 从欧洲国家方面看, 德国在本世纪也开创了专门研究 WSN 的论坛, 论坛中汇集了大量的网络工程人员以及职业专家^[2]. 从我国对 WSN 新式网络科研情况来看, 在 2008 年时, 上海市第一次在国内举行了关于 WSN 新式网络的科研

大会, 这次科研会议的召开表示国内的 WSN 科研程度已经在全世界范围内登上了尖端地位^[3].

作者对 WSN 新式网络所包含的 LEACH 信息协议进行研究, 并对 LEACH 的调适方案实施设计开发, 并探寻崭新的运行算法. 在设计全新的算法之后, 再通过模拟平台对新 LEACH 在实际网络中的运转效果进行检验. 调适 LEACH 的算法并创设新式的协议之后, 新协议在实际运行中弥补了常规 LEACH 的缺憾, 而信息传输的实际性能也得到提升.

2 LEACH 信息协议的研究

2.1 LEACH 信息协议的运转机制

根据文献记载, LEACH 这种协议是由 MIT 大学的 Heinzelman 教授及其团队开发的, 属于 WSN 新式网

① 收稿时间: 2014-12-28;收到修改稿时间:2015-02-02

络中的一种自适应形式的路由信息交互算法^[4]。这种算法是开发时间最早的网络分簇运行算法,采取仿真方案对 LEACH 进行验证发现,相对常规平面结构的多跳式信息交互协议以及传统分簇类协议来说,LEACH 这种协议能够使网络更为耐用,也就是延缓网络的衰亡速率,大约能使网络的使用实验增加 15%^[5]。在网络进行运转时,LEACH 可以划分成两个关键的运行阶段,也就是构成簇的环节以及信息交互传输环节。把构成簇的环节和信息交互传输的环节合并起立,总耗时就相当于一轮。要对网络中的资源进行消耗控制,分配给信息交互传输环节的时间应该相应多一些,而构建簇的环节应该少一些^[6]。Leach 在运转方面的基础思路就是网络按照内部对节点装置的具体需要以及不同节点实际成为网络簇首的频率确定簇首的具体节点^[7]。实际对簇首节点进行确定的方式:假如从网络内部传感装置节点中第 r 轮开始(目前的时间点以 t 表示),在 $(0,1)$ 这个区间内任意选出一个具体数字,假如抽选的数值比 $P_i(t)$ 这个阈值要小,如果用这个随机的网络节点充当簇首的节点,那么在确定 $P_i(t)$ 时,可以运用下面的公式进行计算:

$$P_i(t) = k/N - k(\text{rmod}(N/k)), C_i(t) = 1 \\ \text{或 } = 0, C_i(t) = 0$$

在这个公式内, $C_i(t)$ 代表网络内 i 节点近期是否曾充当过网络中簇首的感应节点,假如 i 曾充当过网络中簇首的感应节点,那么 $C_i(t)$ 就等于 0, 如果未曾充当过, $C_i(t)$ 就等于 1。而在网络中,系数 k 主要代表簇首的实际节点装置数量。对于某一个确定的网络目标范围来说,如果范围的面积是 M_2 , 信息感应装置包含的节点数量用 n 表示,让把节点平衡地排布与空范围内,也就是 $P = (1/M_2)/k$, 根据上面的描述,利用下述公式就可以对分簇的详细个数进行推导:

$$E_{\text{total}} = t(E_{\text{elec}}N + ED_{\text{AN}} + k \text{em} p d_{2\text{toBS}} + E_{\text{elec}}N + \epsilon_{\text{fs}} \cdot 1 / \pi \cdot M_2 / k \cdot N)$$

确定了网络簇首的感应节点,这个节点就能经由广播方式向网络进行全面的的信息传输,使整个网络都知道这个节点已经充当了簇首。而同样处于网络内部的其余节点按照收集信息的程度来增加其他网络簇首,并迅速构建簇。网内充当簇首的某个节点通过 TDMA 就能够给整个簇内各个感应节点进行时隙的配置。在对信息进行传送的环节中,簇所包含的众多节点会把检测所取得的资料直接传输置簇首,而网络的簇首在

接受并融合了信息之后,转而输送至基站系统。构成簇的环节以及信息交互传输环节如图 1。

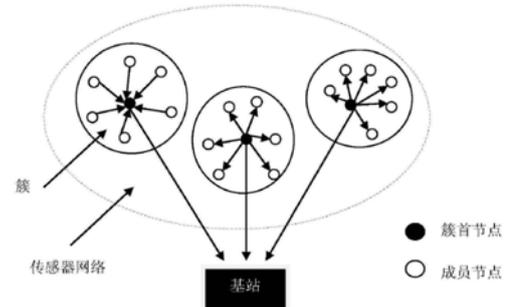


图 1 构成簇的环节以及信息交互传输环节

2.2 LEACH 信息协议的适用场景

传感器网络用来感知客观物理世界,应用广泛。不同的应用对 WSN 的要求不同,对其软硬件平台和网络协议有着很大差别,LEACH 作为 WSN 协议之一,适合应用的场合众多:(1)适用于汇聚节点信息量需要减少,数据由簇首节点负责融合与发送的场合;(2)适用于用来减少簇内与簇间冲突的场合;(3)由于数据采集是集成的和周期性的,因此该协议非常适合于要求连续监控的应用系统;(4)适用于终端使用者不需要周期性的传输数据,达到减少传感器节点能量消耗的场合;

2.3 LEACH 信息协议存在的问题

尽管 LEACH 应用广泛,能够提高网络的生存时间,但是 LEACH 协议过于陈旧,在网络运转时仍然呈现出下述缺陷:(1)在每个 round 中,簇内所包含的众多节点在配制信息传送的时隙时,一般都需要往簇首传输信息资料,但是必须每个感应节点的实际能量在应用方面的概率偏低。(2)在簇内承担簇首工作的感应节点和网络信息基站之间可以通过直接连接的方法实现通信,但这样传递信息会让距离信息基站比较远的感应节点耗损过多能量^[9]。(3)对于常规 LEACH 而言,在构成簇的方面需要遵循随机原则,所以在确定簇首时有一定机率会出现多个簇首汇聚于某个相同的区域内的情况。出现这种情况时,部分感应节点的附近可能会欠缺簇首,导致分簇无法科学分布。

2.4 改进的 LEACH 协议

网络工程人员对 LEACH 的运行算法进行调适修正之后,并开发了 LEACH-5 这种新的协议,该协议能够面向网络的整体对簇首进行筛选,并将不同节点当

前的装置位置以及信息传递流量传输到网络基站^[7]. 协调信息的基站可以依照网内全部感应节点的详细报告对能量信息传递能量进行平衡测算. 在当下的时间点中, 如果节点的信息传递能量比平衡测算数值偏低就无法承担簇首的工作, 然后再从其他可选的感应节点中任意抽选适当的节点作为簇首^[8]. 网络的不同区域所装置的节点基本数量没有太大区别, 所以在信息负荷上能够达到平衡, 所有在对网络运转的算法实施改进之后新协议明显比原本的 LEACH 更为优越.

3 基于NS2对LEACH实施优化的具体方法

(1) 在信息网络完成部署工作之后, 在运转的第一个 round 中, 对簇首进行确定时, 信息基站会通过 GSAA 这种模拟方式进行测算, 这样能使簇形成的效果质量得到提升^[10]. 各个感应节点将本身的位置数据以及当下能量的余量资料传送到信息基站处, 随后信息基站会按照接受到的数据信息对所有节点传输信息的能量进行平均测算. 假如在当下时间点中, 节点能量在平均测算数值以上, 就有机会承担簇首的工作^[11]. 随后信息基站会通过模拟计算从可供选用的感应节点内抽选部分节点承担簇首的工作并以此构建起分簇.

(2) 自第二个 round 起, 完成分簇的构建之后, 要想对感应节点输送及接受信息的流量进行削减, 就要让全部节点都往信息基站处传递能量的余量数据, 但同时要停止传递装置位置的数据信号^[12]. 信号基站逐步接受全部感应节点所传递的信号之后, 按照首轮对簇进行配置的方式, 对网络中不同的分簇进行信息传递能量的平均数值进行测算. 随后信息传递基站依照 Luster_info 限定的分簇方式, 按照次序对簇中各个感应节点进行筛查, 并抽选能承担簇首工作的具体节点, 只有当下能量的余值比平均数值更高时, 才可以承担接下来的簇首工作^[13].

(3) 信息数据在传递时, 网络内分簇的感应节点能够和承担簇首工作的感应节点进行信息交互. 假如网络内感应节点全部的数量等于 n , 而构成的分簇总共有 m 个, 利用 CH_j (j 取值在 1 至 m 之间) 代表簇首, 同时 $\{S_i\}$ (i 取值在 0 至 n 之间) 代表网络分簇中包含的全部感应节点. 起初要先对传输信息的流量进行概率确定: 信息数据在传递时, 全部节点 $\{S_i\}$ 处于 TDMA 编制的信息传输时隙中, 并向 CH_j 进行信息传递, 节点在进行数据信息传送时, 监控测量到的信息概率可

进行下述表示:

$$P(S_i) = \{x \mid 0 < x \leq 1, i \in [1, n]\}$$

要想和真实网络的具体应用情况吻合, 就要对监控测量范畴内使用多种流量信息的传输概率, 同时通过多种 $P(S_i)$ 进行调整设置就能达成. 同时, 经由信息基站得到的详细信号数据对多种流量传输概率实施评测.

4 通过仿真验证对新协议的性能进行研究

4.1 通过仿真验证流量交互的概率

本文利用实施仿真的主流工具 NS2 进行验证. 在 UNIX 内装置 NS2, 同时在 WSN 内通过多种信息传输流量的仿真模型对改进后的 LEACH 实施验证, 同时通过反复实施检验计算平均数值, 把总共 100 个感应节点任意分散到某个 $(100 \times 100)m$ 的监控区域中.

从网络的簇首集合 $\{S_i\}$ 所对应的信息交互时间间隙内, 将 $P(S_j)$ 设为 1 进行验证, 随后再验证 0.9、0.8、0.7……并对 RND 进行测算. 随后针对多种信号交互传输的概率, 在仿真研究基础上验证 LEACH^[14]. 时间推移与信息数据接受总量之间的关联呈现为图 2.

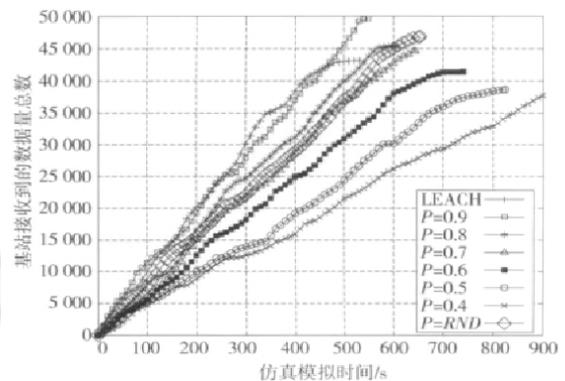


图 2 时间推移与信息数据接受总量之间的关联

通过对图形进行观察可知, 通过多种信息流量交互传输的概率, WSN 实际的运转周期与信息基站所取得的信息数据存在区别. 如果 $P(S_i)$ 是 0.7-0.9 之间的任何一个数值, 信息基站所收取的信息数据将超过改进之前 LEACH 协议下的基站. 这种情况证明感应节点在进行信息交互时所损耗的能量有所降低.

4.2 WSN 内部节点的能量消耗控制研究

WSN 新式网络内部感应节点剩余的总数与网络运行时间周期之间的关联呈现为下图.

通过对图 3 进行观察可知, 网络内部感应节点剩

余的数量和时间的推移存在关联。在对 LEACH 实施优化改良之后,信息交互基站所接收的信息数据总量超过优化之前所得到的信息总量。这主要由于在对协议方案实施优化时,感应节点控制了信息交互时使用的能量,同时使信息传输的实际效率得到明显提升,让感应节点处的优先能量可以获得科学的分配。在对信息数据传输方案进行优化时,通过调适信息交互传输的数值能够降低感应节点装置在传送数据信息时损耗的能量,以此达到延迟节点装置使用期限的效果。在此基础上,信息交互基站能够取得大量信号数据,从而确保 WSN 内部的监控数据信息得以维持完整。

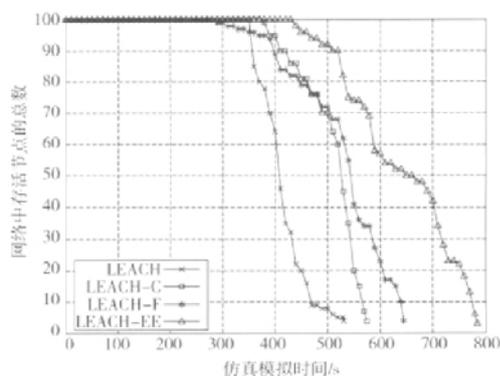


图3 时间推移和感应节点剩余数量的关联

5 结语

对 LEACH 协议实施改进之后,相对其他同类的路由协议来说,通过改进调整的协议可以令 WSN 的运行寿命得到延长,同时,经由改进可以节约节点中有限的能量,阻止节点大量消亡,保持运行节点的数量。

通过上文在算法方面对 LEACH 进行的改良研究,算法的实际效率得到了提升。网络范畴内全部的节点所形成的结构位置以及簇的详细数量确定了节点的分簇,在这些簇的内部包含大量感应信息的节点,这些阶段可以在网络能量进行轮转的过程中分别承担簇首的工作,以此能够对网络内部的信息负荷进行平衡。网络内部在进行数据信息传递时,簇所包含的感应节点可以遵循真实的监控检测状态,通过对信息流量的传输概率进行科学设定,以此向网络中各个簇首进行信号传送。利用削减感应节点和网络基站之间的细心传送流量,能够控制网络中能量的损耗,同时还能将

感应节点实际的运行有效期限延迟。通过多跳形式对网络簇首的信息传送进行衔接,能够对 LEACH 原本的单跳缺陷进行修正和弥补。在仿真模拟的验证之下,对运转的算法进行修正改进之后,WSN 新式网络的实际生命周期得到了显著延长。

参考文献

- 1 王赵锋,李君,金宁.无线传感器网络中 LEACH 协议的节能改进算法.中国计量学院学报,2012,5(1):121-124.
- 2 刘军,李岩,齐华.基于 NS2 的无线传感器网络 LEACH 协议的改进与仿真.电子技术应用,2012,32(2): 253-257.
- 3 周治平,王亭,张明亮.传感器网络中一种能量有效的簇头选择机制.计算机工程与应用,2012,43(8):2026-2030.
- 4 张招亮,陈海明,黄庭培,崔莉,赵泽.无线传感器网络中一种抗无线局域网干扰的信道分配机制.计算机学报,2012,7(3): 712-715.
- 5 熊科,樊晓平,刘少强,廖志芳,张纯和.一种基于非均匀分布双簇头的无线传感器网络分簇算法.传感技术学报,2010, 12(7):501-504.
- 6 赵芳芳,高媛.基于 LEACH 协议的无线传感器网络路由算法的改进与仿真.电子测试,2011,21(3):1164-1168.
- 7 陶东,陈科山,齐红元,郑辉.基于无线传感器网络 LEACH 协议的仿真分析研究.现代电子技术,2011,35(11): 818-821.
- 8 牛小娇,吕程林.一种基于 LEACH 协议的分簇路由算法.计算机技术与发展,2011,27(7):574-577.
- 9 郭春学,肖丽.基于蚁群算法的低能耗 LEACH 协议分析.上海理工大学学报,2010,14(1):3412-3415.
- 10 刘永超,曹欢欢,肖勤.无线传感器网络的研究方向.中国科技投资,2013,10(22): 567-570.
- 11 唐骏一.无线传感器网络的研究内容综述.中小企业管理与科技(下旬刊),2013,37(2): 701-704.
- 12 刘铁流,巫咏群.一种新的基于分簇的无线传感器网络多跳节能路由协议.信息与控制,2012,11(1): 325-327.
- 13 宋欣,王翠荣.基于线性回归的无线传感器网络分布式数据采集优化策略.计算机学报,2012,24(3): 675-680.
- 14 游晓黔,李明隆,杨佳.无线传感器网络 LEACH 协议的研究与改进.重庆邮电大学学报(自然科学版),2011,23(6): 746-751.