

基于航位推算的LEACH协议改进算法的研究

罗明英

(西昌学院,四川 西昌 615013)

【摘要】本文首先分析了LEACH这种经典的无线传感器网络路由协议存在的一些问题,指出了它的优缺点,在此基础上提出了一种新的LEACH协议改进算法——DR-LEACH,该算法主要通过航位推算方法来减少数据收发次数,进而达到减少能耗的目的。通过计算和NS2仿真实验表明,DR-LEACH算法在不影响数据精度的前提下,延长了网络生存周期,有效的证明了该算法的可行性。

【关键词】无线传感器网络;航位推算;数据融合

【中图分类号】TN915.04 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2008)04-0055-03

1 前言

无线传感器网络节点具有感知环境、计算和通讯的功能,非常适合精准农业的监控网络。与Ad-hoc网络不同,无线传感器网络节点一般是静止的,网络拓扑的变化主要是由于节点失效带来的。大多数节点采用电池供电,能源无法替代或更新,因此,如何降低节点能量消耗成为无线传感器网络组网技术的主要研究内容之一。

传感器节点所产生的数据可能足以使网络发生拥塞,并且产生的这些数据大多数对终端用户来说都是毫无用处的。LEACH协议以数据为中心,能减少传感节点间的传输量,达到降低整个网络中的能量消耗和数据冲突的目的。LEACH协议是以数据为中心的无线传感器网络路由协议,存在着许多的缺点,因此目前针对LEACH协议的改进算法有不少,但是其应用效果都不是很理想。为了减少网络能耗,提出了基于航位推算方法的LEACH协议的改进算法——DR-LEACH。由于无线传感器网络中,数据发送和接受能耗远大于休眠和数据融合能耗,DR-LEACH算法中节点能通过航位推算方法来减少数据收发次数,从而达到减少能耗的目的。

2 LEACH协议优缺点分析

LEACH协议是一种基于簇的路由协议,它采用随机的、自适应的、自组织成簇的方法,对数据传输实行局部控制。同时采用了低能耗的MAC协议和相关的信息处理技术实现自己节能的目的。LEACH协议在无线传感器网络路由协议中占有重要的地位。其它基于簇的路由协议大都由LEACH发展而来。

2.1 LEACH协议优点

LEACH协议是一种完全分布式的无线传输协议,节点的自适应好,容错性强,能够适用于大范围

的无线传感器网络。LEACH协议采用层次结构,路径的选择及路由信息的储存都非常简单明了,节点不需要储存大量的路由信息,因而不需要很复杂的功能。这个特征很适合结构简单的传感器网络。在LEACH协议中簇首是随机选取,各节点机会均等,全网负载比较均衡,且不需要上层控制或上传全网信息,实现起来也比较容易。与一般的平面多条路由协议或静态分簇算法相比,LEACH通过随机选择簇头,平均分担中继通信业务,网络生命周期可以获得15%的延长。

2.2 LEACH协议缺点

在LEACH中,节点担任簇首是严格等概率的,能量为1和能量为10的节点做簇首的概率完全相同。由于每轮选择簇首的随机性,因此作为簇首的节点不一定是最优的节点。而能量较低的节点一旦选作簇首,很容易耗尽能量而失效。这样不利于网络生命周期的延长,不利于网络的健壮性。LEACH每轮中任意节点成为簇首的概率为 $P_i(t)$,簇首的数目与节点的数量规模成正比。这样并不能优化最优簇首的个数。取随机数只能近似保证簇的个数与期望最优数目相等,但实际上每一轮簇的数目与该最优值是有一定偏差的,这就造成了LEACH协议性能的下降。

LEACH协议中簇首的选取是随机的,这样很可能出一些较差的分簇方案,有时会导致各个簇中的节点数严重不均衡。群首个数和群首位置分布不稳定,对网络寿命会产生不良影响,不利于全网负载的均等。另外,在每个轮次的开始阶段,LEACH协议随机产生簇首,建立簇,需要消耗较多的能量来维持簇类结构。所有簇首直接与基站通信,对于远离基站的簇首其能量损耗很快。如果所有节点初始能量相同,那么距离基站远的节点就会先因能

量耗尽而死去。整个网络的性能也因此受到影响。如果只是简单簇首节点和基站间采用MTE多条路由,那么距离基站较近的节点因为多轮次转发其它簇首发给基站的数据,消耗能量更快,特别是当节点数目比较多,网络规模比较大的情况下,更容易死掉,也会影响网络寿命。

3 基于DR模型的LEACH协议改进算法

3.1 算法分析与实现

采用聚类树型分层的网络拓扑结构,其基本思想是:首先,利用位置信息选择部分传感器节点作为网络中的簇首节点,在网络中形成多个簇结构;然后这些簇首形成最短路径树(STP)的拓扑结构。当网络规模较小时,采用平面型网络结构,其实就是层次型结构中的特殊情况,其通讯状态相当于将基站作为簇首的功能。

(1)设在监测区域Q内的传感器网络由聚类算法分为M个区域,每个有N个传感器节点,第i个传感器获取的数据为Xi,其中i=1,2,...N。

(2)将传感器i在时间T获取的数据Xi与该传感器在上一次T-ΔT获取的数据Yi比较,(Yi-Xi)/Yi当值小于设定的值δ时,传感器将丢弃Xi;反之,则令Yi=Xi,并传输Yi至簇首节点。

在某些情况下,所测试的数据长期保持比较稳定的范围,启动时间触发器Tt,确保在Tt时间间隔传感器至少传输一次数据。

(3)在簇首节点,主要功能是数据关联分析,数据冗余处理和数据合并,并将融合的数据传输到汇聚节点。

簇首节点在时间T+Δt收到的各个传感器的测量值为Yi,其中i=1,2,...N;Δt为节点感知时间间隔;根据多元理论可知,信息融合后,测量值为各传感器数学期望的加权平均,加权系数为ωi,ωi根据节点位置设置。σ为系统精度。融合后的数据如下所示:

$$Y = \left(\sum_{i=1}^N \omega_i Y_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N \omega_i \right) \pm \sigma \quad (1)$$

(4)当簇首节点在预定的时间T+Δt没有收到传感器i的数据时,有两种可能性,第一种情况,节点i的数据变化小于设定的δ,没有传数据;第二种情况,节点i传输的数据在途中丢失,将采用节点i上一次保存的数据参与本次的计算。

3.2 网络感知精度

网络感知精度是数据融合后传到Sink节点的数据精度。设σi为传感器i的数学偏差。加权系数为ωi,那么融合后的系统精度为(2)式所示。我们

知道,已知加权系数之和为1,为了使σ最小,通过拉格朗日乘数法求条件极值,得到式(3),将式(3)代入式(2),可得出多传感器信息融合后可以达到的最高精度为式(4):

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2} \quad (2)$$

$$w_i = \left(\sigma_i^2 \sum_{i=1}^N \sigma_i^{-2} \right)^{-1} \quad (3)$$

$$\sigma = \left(\sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^{-2}} \right)^{-1} \quad (4)$$

若单个传感器的精度相等,公式(4)可以化简为:整体精度提高了√N倍。

$$\sigma = \sigma_i / \sqrt{N}$$

3.3 生命周期

生命周期依赖于感知节点、簇首节点的能源消耗,特别是簇首节点的能源消耗;目前没有确定的模型。根据LEACH协议,每个簇首节点在每轮中所消耗的能量包括以下几个部分:接收数据的能量消耗Eb,数据融合能耗Ebf,发送融合后的数据包到基站的能耗Esend。簇首节点在一个帧内消耗的能量模型为:

$$E_{ch} = bE_b \left(\frac{N}{k} - 1 \right) + bE_{bf} \frac{N}{k} + bE_{send} + b\epsilon D \quad (6)$$

其中N是节点数目,k是簇数目,b是每次数据传输包含的比特数,D是簇首节点到基站的距离。ε是噪声和敏感度系数。Ebf=5nJ/bit/m⁴。Eb=Esend=50 nJ/bit/m⁴。由公式(6)可知,由于Ebf远远小于Eb,当尽量减少传输次数,确保总能耗的减少。

4 实验结果

采用了NS2软件进行仿真。仿真试验中,100个节点被放置在50m²的正方形区域中。自由空间传播的信道容量为500kbps,一个数据包的大小是1kb,节点活动状态和睡眠状态之间的切换时间是470μs。

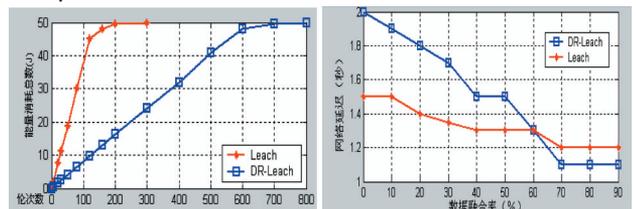


图1 循环轮次与总能量关系

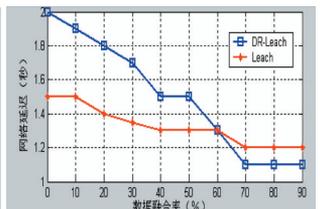


图2 数据融合率与网络延迟

如图1所示,簇循环轮次与网络消耗的总能量的关系。LEACH算法大约在200轮次达到了50J的总能量消耗;DR-LEACH经过大约800轮次达到50J的总能量消耗,这是由于减少了发送和接受的次数,使感知节点和簇首节点的能源消耗大大降低,

使节点生存周期提高,提高了簇循环轮次。如图2所示,网络延迟与数据融合率的关系。网络延迟就是同一数据分组在源节点应用层产生时刻与目的节点应用层收到时刻之间的时间差,包括分组在缓冲区内等待时延、排队时延、MAC层重传时延、传输时延和传播时延。当数据融合率低时,DR-Leach的网络延迟长,这是由于每个节点需要对发送的数

据多进行一次比较。

5 小结

本文针对无线传感器网络的特定的应用,对于感知数据变化小的应用环境,提出了基于航位推算方法的LEACH协议的改进算法——DR-LEACH,提出了减少数据发送和接受次数的算法思想,有效的减少了通信量,延长了网络生存周期。

注释及参考文献:

- [1]王春. 无线传感器网络路由协议的设计与仿真[D]. 电子科技大学, 2004, 6.
- [2]孙利民, 李建中等. 无线传感器网络[D]. 北京: 清华大学出版社, 2005, 1.
- [3]熊昊翔. 无线传感器网络中基于节能的路由协议研究[D]. 长沙理工大学, 2007.
- [4]TILAK S, ABU-GHAZALEH N, HEINZELMAN W. "A Taxonomy of Wireless Micro-Sensor Network Models," *Mobile Computing and Comm. Review*[J], 2002, 6(2).
- [5]栾忠洋, 王向辉, 张国印. 无线传感器网络的自组织成簇算法[J]. 信息技术, 2007(8):66-68.

Research of LEACH Protocol Improved Algorithm Based on Dead Reckoning

LUO Ming-ying

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Some existing problems of wireless sensor network routing protocol are briefly analyzed in the paper firstly, which indicates some advantages and disadvantages. Based on the work done above, the essay proposes a LEACH protocol improved algorithm based on dead-reckoning method. Numbers of data received in DR-LEACH, it has proposed based on dead-reckoning method, and energy consumption can be reduced. Through computation and simulation used NS2, period of network life is extended and the precision of data can't be affected in DR-LEACH algorithm, effectively demonstrated the feasibility of the algorithm

Key words: Wireless sensors network (WSN); Dead reckoning; Data fusion