

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2017.09.011

基于能量阈值自感分区机制的 无线传感网簇路由算法^①

汤 佳¹, 钱军浩², 胡晓红¹

1. 无锡科技职业学院 物联网技术学院, 江苏 无锡 214028; 2. 江南大学 物联网工程学院, 江苏 无锡 214122

摘要: 针对当前部署无线传感网中存在的成簇机制僵化、簇头节点难以进行周期性选举且存在簇区域结构难以动态更新的难题, 提出了基于能量阈值自感分区机制的无线传感网簇路由算法. 首先在初始化的过程中依据能量阈值进行动态初步的节点分割, 形成初步的簇头—簇成员的区域结构; 然后按照节点归一化能量剩余水平决定在更新周期内是否进行簇头节点的更换, 从而实现了簇头节点按能量最优原则的动态周期性的更换; 最后通过簇头节点与簇间汇聚节点形成的传输链路实现信息的协同传输及簇间交汇, 有效改善了网络数据的传输质量. 仿真实验表明: 与 RMCRW 算法、CMEDD 算法等相比较, 本文提出的新无线传感网簇路由算法能够有效提高无线传感网的生存周期, 减少网络控制开销, 改善传感数据的传输质量.

关键词: 无线传感网; 簇路由; 能量阈值; 周期选举机制; 能量最优原则

中图分类号: TP393

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)09-0060-07

随着网络云技术的不断发展及微芯片制作工艺的不断进步, 无线传感设备的性能也得到了极大的提高^[1-6].

针对当前部署无线传感网中存在的成簇机制僵化、簇头节点难以进行周期性选举且存在簇区域结构难以动态更新的难题, 本文提出一种基于能量阈值自感成型机制的无线传感网簇路由算法. 首先通过节点能量阈值自感的办法保证簇头—簇成员结构的稳定节能, 然后在分析节点过往行为特征基础上通过动态考虑距离及能耗最优因素来作为簇头节点选取指标. 当簇头—簇成员结构处于稳定状态时, 簇成员直接通过簇头节点上传数据, 且簇头节点之间通过多跳机制上传数据, 并负责维护本区域内节点数据的高效稳定传输, 区域内控制中心负责维护簇结构以及数据传输中继节点. 最后, 通过仿真对本文提出的无线传感网簇路由算法进行了验证.

1 相关工作

1.1 网络假设

由于本文讨论的无线传感网主要是工业上部署运用的传感网, 因此需要对涉及到的网络做出如下的条件约束:

1) 节点发射功率有限且节点电源在耗尽之后无法更新, 此外节点发射功率随着生命周期的延长处于不断恶化的状态^[7];

2) 节点的网络识别特征是唯一的, 即网络中节点序号不会重复, 且节点具有一定的缓存功能, 可以将

① 收稿日期: 2015-11-12

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(BK20131109); 江苏省高校优势学科建设资助项目(PAPD).

作者简介: 汤 佳(1982-), 男, 江苏无锡人, 讲师, 主要从事 WSN 网络、计算机图形处理的研究.

自身节点序号及数据分组报文存储在自身的缓存中;

3) 节点发射功率可以根据网络负载动态调整,且节点与其他节点间的距离可以通过功率计算的方式计算得到^[8];

4) 节点之间除了数据交换之外,其他的任何活动,如是否失效等,均不影响其他节点的工作状态;

5) 数据中心节点(sink 节点)默认为始终正常工作状态,且传感网中的其他节点的运行状态不影响数据中心节点的运行状态。

1.2 网络能耗模型

在无线传感网中,对于任意节点而言,其内部芯片电路消耗的能量几乎可以忽略不计,其主要能量消耗在接收装置和发射装置上^[9]. 发射节点能量传输模型为:

$$E_{sent}(B, L) = \oint_L f_{sent}(t) dt + \sum_{t=0}^{B \rightarrow L} \int f_{sent}(t) dt \quad (1)$$

其中: $E_{sent}(B, L)$ 表示任意节点在功率恒定时为发送 B Bit 数据到距离为 L 处所消耗的能量, $f_{sent}(t)$ 表示在数据发送周期内该节点在 t 时刻的发射功率, $\oint_L$ 表示节点信号发射路径。

而接收节点的能量接收模型为:

$$E_{recv}(B) = \sum_M \oint_L f_{recv}(t) dt + B_1 \sum_M \oint_L f_{sent}(t) dt \quad (2)$$

其中: M 为接收节点在某一时刻与之相邻的全部发射节点的集合, $f_{recv}(t)$ 表示接收节点在 t 时刻的接收功率, L 为接收路径, B_1 为发射节点的发射带宽, $f_{sent}(t)$ 为 M 中任意一发射节点在 t 时刻的发射功率

从模型(1)和模型(2)可以看到,对于发射节点而言,其发射功率与其发射路径上的功率积分呈正比例变化关系,即发射功率越大,消耗能量也就越大;对于接收节点而言,其接收功率除了与本身功率函数在多条接收路径上的积分相关外,还与各个发射节点在积分路径上的总和相关. 显然路径条数越多,且发射节点功率越大,接收节点所消耗的能量也就越大。

但是,由于各个传感器节点采集的数据往往具有很强的相似性,当积分路径之间的距离相差不大(即发射节点在簇区域内且地理位置相近),则发射节点传输的数据分组也具有强烈的同一特性,当积分路径之间的距离相差很大(即发射节点在不同的簇区域)时,发射节点传输的数据分组则表现出很强的差异性^[10]. 除了差异性和同一性之外,网络正常工作情况下各个节点在吐纳数据包时,均假设节点缓存足够大,且数据报文抵达后,能够在节点发射周期内传输到下一跳节点并汇聚上传。

2 基于能量阈值自感成型机制的无线传感网簇路由算法

本文依据无线传感节点能耗控制思想,提出了一种基于能量阈值自感成型机制的无线传感网簇路由算法(Wireless Sensor Network Routing Algorithm based on Energy Threshold Self Forming Mechanism, RAETSFM). 整个算法根据网络正常时间划分为若干个更新周期,即每隔一定的刷新时间 T 之后,重新选取簇头节点并形成簇结构,在每个刷新时间 T 之间,将遵循如下的步骤进行簇区域的形成及区域内数据的发送和接收:

1) 网络分区成簇: 首先在一定区域内对区域内全部节点进行递归查询,筛选出节点发射强度适中且节点能耗水平最低的节点作为候选节点(Candidate Node),簇头节点将从 CN 节点中进行轮询;

2) 簇头-簇成员节点的初始化: 首先计算 CN 节点中发射半径最小的节点的发射半径作为基准控制半径,其他节点将数据通过该最小节点进行汇聚上传,每隔一定的刷新时间 T 之后,需要再次根据步骤 1) 中的步骤进行簇头节点的选举操作. 簇区域内其他簇成员节点直接将数据通过簇头节点进行汇聚上传;

3) 簇间汇聚节点(cluster sink node, CSN) 的选取: 由于簇头节点可能并不能直接将数据传输至 sink 节点(即数据控制中心)中,因此需要选取簇间汇聚节点来保障数据的进一步汇聚传输. 首先统计出某一更新周期 T 内的全部簇头节点的数量,按照如下的原则进行数据汇聚:

Step 1: 若某个簇头节点直接在 sink 节点的一阶邻域之内,则该簇头直接将数据汇聚到 sink 节点;

Step 2: 若某个簇头节点不在 sink 节点的一阶邻域之内, 则直接搜寻 sink 节点的一阶邻域之内的 CSN 节点, 并将该 CSN 节点作为数据汇聚节点, 若在 sink 节点的一阶邻域之内搜寻不到 CSN 节点, 则该簇头节点通过广播机制逐次通过其相邻的簇头节点进行搜寻, 直到找到 CSN 节点为止;

4) 数据传输保障及路由信息表的维护: 簇区域内节点的路由信息全部保存在簇头节点中, 在下一时刻簇头刷新时, 上一时刻的簇头节点将存储在自身缓存内的全部路由信息保存在选取到的新簇头之中; 簇头节点刷新之后, 将自身的路由信息传输到簇间汇聚节点中; sink 节点负责在数据刷新之后按照步骤 3) 进行 CSN 节点的更新, 并将更新后的 CSN 节点中保存的路由信息及时更新至 sink 节点。

2.1 网络分区成簇

在本文 RAETSFM 算法中, 首先需要进行网络分区成簇, 然后通过簇头-簇节点结构的初始化完成整个网络中传感数据的负载均衡工作. 此外, 簇头节点还需要将收集到的传感数据通过 CSN 节点传输至 sink 节点. 所以为了保证网络数据传输不至中断, 需要将当前簇头节点的发射功率及剩余能量进行统计, 然后从中筛选出剩余能量较多的节点作为准簇节点, 以便在当前簇头节点失效时能够迅速承担起簇头节点的重任.

首先选取分区内能量剩余情况最好的节点作为簇头节点, 分区内其它节点通过该簇头节点进行数据上传. 簇头节点通过广播机制通知分区内其他节点的同时, 在候选节点中按照剩余能量大小进行排序. 节点阈值 $E_{last}(r)$ 计算公式为:

$$E_{last}(r) = \frac{\left(1 - \frac{T}{r}\right)P_{CH} - P_r}{P_r} E_{last} \quad (3)$$

其中: T 为更新周期, r 为传感数据采集的最大周期数, P_{CH} 为当前簇头节点在下一时刻充当簇头节点的概率, P_r 为当前候选节点被选举为簇头节点的概率, E_{last} 为当前候选节点的剩余能量.

由于整个网络由 N 个簇头-簇节点区域所构成, 设当前已经过了 $R_1 - 1$ 轮传感数据采集, 则在进行第 R_1 轮传感数据采集时, 簇头节点能量的消耗峰值 $E_{lv}(R_1, n)$ 为:

$$E_{lv}(R_1, n) = \frac{E_0 - E_{lv}(R_1 - 1, n)}{R_1} \quad (4)$$

$$E_0 - \sum_{i=1}^{R_1} E_{lv}(i - 1, n)$$

其中: n 为区域编号, E_0 为第 n 号区域簇头节点的初始能量值, $E_{lv}(i, n)$ 表示该区域簇头节点在进行第 i 轮传感数据采集时的消耗能量值.

由于簇头节点需要不断将数据进行汇聚, 且在下一轮簇头节点选举之前, 其剩余能量在消耗峰值 $E_{lv}(R_1, n)$ 的范围之内呈现不断降低的趋势. 因此, 簇头发射信号的覆盖范围随着能量的不断消耗而不断降低. 其发射信号覆盖范围内的节点通过发送请求包的形式加入该区域, 且该簇头节点也将向离其最近的 CSN 节点发送请求数据包, 请求加入 CSN-sink 区域. CSN 节点在数据更新周期 T 之内不断根据当前加入 CSN-sink 区域的簇头节点本身的阈值 $E_{last}(r)$, 并与节点能量消耗峰值 $E_{lv}(R_1, n)$ 进行比对, 一旦消耗峰值超过了簇头节点本身的阈值, 则从该簇头节点控制区域内其他节点中选取剩余能量最大的节点, 代替本簇头节点进行数据汇聚, 直到该簇头节点能量消耗峰值低于阈值 $E_{last}(r)$ 为止, 详细过程见图 1 所示. 由于一旦簇头节点的性能下降, 则其他节点将代替该簇头节点行使数据汇聚功能, 因此整个网络分区成簇过程中任意一个性能良好的节点均可以替代簇头节点行使数据汇聚功能, 通过该种方式有效降低了簇头节点的能量消耗, 且能够将能量消耗过巨的簇头节点及时换下, 从而保证了数据汇聚过程中的数据传输能够在各个节点之间进行均衡地调度, 大大提高了数据汇聚的质量.

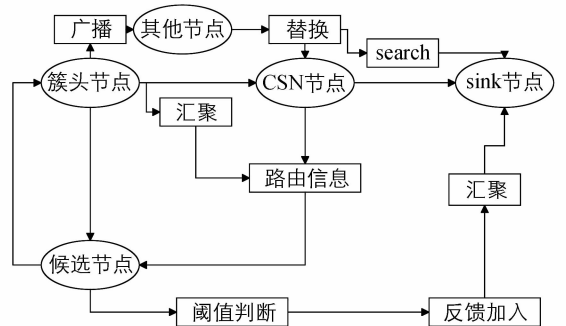


图 1 网络分区成簇流程图

2.2 簇头—簇成员结构的初始化及更新

网络分区成簇之后,初步形成了簇头—簇成员节点相互交互的数据传输结构.为保持该结构的稳定高效运行,整个区域内将按更新周期 T 的更迭进行簇头—簇成员的动态更新工作,整个过程由簇头选举及簇区域结构确定 2 个阶段构成(图 2).

2.2.1 簇头选举

由于簇头在执行数据汇聚及与成员节点交互时需要消耗大量的能量,因此在某个节点成为簇头节点之后,需要保证其它的预备节点在该过程中能够以较大的概率在簇头失效后充当簇头节点.

设当前节点经过第 i 轮成簇后,当该节点与其他节点发生信息交互时,其归一化能量剩余水平 E_{eve} 为:

$$E_{eve} = \frac{E_{lv}(i, n)}{\sum_M \oint_L f_{recv}(t) dt + B \sum_M \oint_L f_{sent}(t) dt} \cdot \frac{E_{lv}(i-2, n)}{E_{lv}(i-1, n)} \quad (5)$$

其中: M 为簇头节点在某一时刻与之相邻的簇成员节点的集合, $f_{recv}(t)$ 表示簇头节点在 t 时刻的接收功率, L 为接收路径, B 为簇头节点的发射带宽, $f_{sent}(t)$ 为 M 中任意一簇成员节点在 t 时刻的发射功率, n 为区域编号, $E_{lv}(i, n)$ 表示该区域簇头节点在进行第 i 轮传感数据采集时的消耗能量值.

对于该簇头节点而言,一旦形成,则在下一更新周期 T 到来之前,将自身的 E_{eve} 与模型(3)计算得到的阈值 $E_{last}(r)$ 进行比对,若 E_{eve} 比 $E_{last}(r)$ 大,则在下一轮周期中该簇头节点继续充当本区域内簇头节点,若 E_{eve} 比 $E_{last}(r)$ 小,则从预备节点中取出剩余能量最大的节点替换之.

2.2.2 簇区域结构确定

当本轮周期中某个节点被选举为簇头节点后,将按照广播机制通知本区域内其他节点,当且仅当本轮周期结束,下轮重新选举簇头节点之后,本轮簇头—簇成员结构才重新更新.

2.3 数据汇聚及路由信息维护

整个算法在完成簇头—簇成员结构的初始化更新之后,由于在簇头—簇成员结构内部是采取簇成员直接将数据汇聚至簇头节点的方式进行数据汇聚,而簇间汇聚节点(CSN 节点)也是直接将数据汇聚至 sink 节点中,因此簇头—簇成员结构以及 CSN-sink 结构中的数据汇聚及路由信息均通过单跳机制加以实现,其路由信息表在簇头节点以及簇间汇聚节点更新的同时也一并加以更新,直到下一更新周期到来之前均不再更换.因此本文算法对数据汇聚及路由信息维护主要体现在 CSN 节点之间的数据传输优化及路由信息维护上.

由于 CSN 节点直接承载簇头节点汇聚的数据,且与 sink 节点直接相连的 CSN 节点能够直接将数据上传到 sink 节点,因此 CSN 节点之间的数据传输优化主要在那些需要通过其他 CSN 节点中继之后才能顺利上传至 sink 节点的过程之中.

假设当前 CSN 节点 i 需要通过某个中继节点 j 才能将数据汇聚到 sink 节点中,则整个过程中的能量开销 $E_{CSN}(i, j)$ 为

$$E_{CSN}(i, j) = \oint_{i \rightarrow j} f_{sent}(t) dt + \sum_{t=0}^{i \rightarrow j} \int f_{sent}(t) dt \quad (6)$$

其中 $f_{sent}(t)$ 表示当前 CSN 节点 i 在某一时刻的发射功率.

同理可得中继节点 j 到 sink 的能量开销为

$$E_{CSN}(j, \text{sink}) = \oint_{j \rightarrow \text{sink}} f_{j_sent}(t) dt + \sum_{t=0}^{j \rightarrow \text{sink}} \int f_{j_sent}(t) dt \quad (7)$$

其中 $f_{j_sent}(t)$ 为节点 j 在某时刻的发射功率.

而中继节点 j 接收数据时消耗的能量 $E_{j_recv}(B)$ 满足

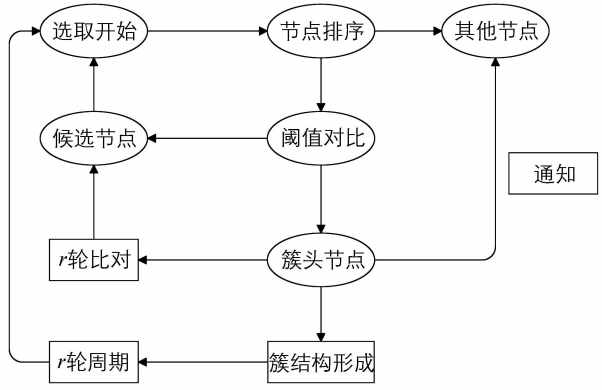


图2 簇头—簇成员结构的初始化及更新流程图

$$E_{j_recv}(B)=\sum_M\oint_Lf_{recv}(t)dt+B_1\sum_M\oint_Lf_{sent}(t)dt$$

(8)

其中模型(8)中参数定义同模型(2).

结合模型(6)－(8),可得 CSN 节点在数据汇聚时总能量开支 $E_{_all}(i)$ 满足

$$E_{_all}(i)=E_{CSN}(i,j)+E_{CSN}(j,sink)+E_{j_recv}(B)$$

(9)

若这样的中继节点 j 存在多个,则通过模型(9)计算出总能量开支后,按从小到大依次将可能的总体能量开支进行排序,选取总体能量开支最小的中继节点 j 作为汇聚节点,并将路由信息在该中继节点 j 及 sink 节点上进行更新,至此完成了数据的传输过程.

3 仿真实验

3.1 仿真环境设置

为评估本文 RAETSFM 算法性能,仿真实验中使用 NS-2 仿真平台对 RMCRW^[11],CMEDD^[12-13] 算法与本文算法进行仿真对比. 实验仿真参数如下:

表 1 仿真参数表

参 数	数 值
区域布洒面积/m ²	2 400×1 600
数据仿真时间/min	7 200
子区域数量	<1 024
节点布设方式	随机抛洒分布
子区域内节点布设密度/(个/m ²)	不高于 0.1
节点信号通信半径/m	20
节点缓存大小/KB	512
节点射频信号发射周期/S	60
节点初始能量/J	4~16

为有效对比本文算法性能,考虑到无线传感网部署过程中主要针对网络运行时间、数据传输质量等因素,以及部署过程中网络节点密度及节点能量等因素在实践中的影响,本文重点从网络正常运行时间、网络控制开销水平及数据传输正确率 3 个指标上与 RMCRW,CMEDD 算法进行对比.

3.2 仿真结果与分析

3.2.1 网络中节点密度对数据传输正确率的影响

从图 3 中可以得知,当网络节点密度呈现等和增加时,RMCRW,CMEDD 算法的数据传输正确率呈现急剧下降状态. 这是因为当网络节点密度迅速增加时,簇头节点汇聚的数据量也不断增加,并且簇头节点用于维护与簇成员及其他上传节点之间关系的控制开销也大大增加,直接导致了簇头节点在其他成员节点数量不断增加时的性能不断下降,从而导致数据传输正确率也呈现急剧下降状态. 而本文的数据传输正确率基本保持稳定状态,这是由于本文算法中,簇头节点及 CSN 节点可以根据自身能量来进行阈值判断,从而在簇头节点性能下降时可以随时通过后备节点的更换来实现数据的稳定传输,因此本文算法在网络节点密度不断增加时能够有效保证数据的稳定传输,因此数据传输正确率也保持稳定状态.

3.2.2 网络中节点密度对网络正常运行时间的影响

从图 4 中可以看到,随着网络节点密度不断增加,本文算法的网络平均正常运行时间基本保持稳定,而采用传统 RMCRW,CMEDD 算法的网络平均正常运行时间呈现不断下降的态势. 这是因为当网络节点密度不断增加时,各种无效数据及控制数据也随之急剧增加,从而直接导致网络出现不稳定运行的概率也随之上升,而本文算法通过网络分区成簇等 3 个过程对传感数据及路由信息进行分阶段管理,在每个阶段中分别对网络节点进行了相当程度的优化处理,特别是采用能量阈值机制,极大改善了网络数据的传输质量,因此网络出现不稳定运行的概率不大,在节点密度不断增加时基本保持稳定.

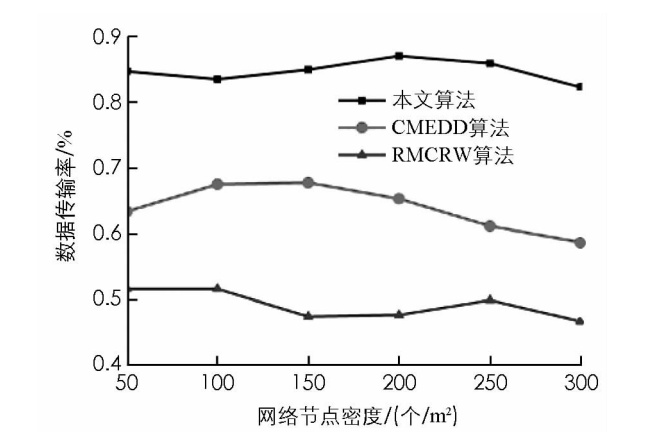


图 3 网络节点密度对数据传输正确率的影响

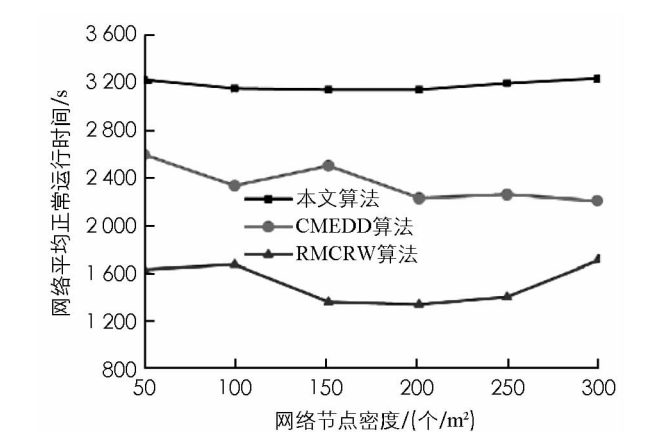


图 4 网络节点密度对网络平均正常运行时间的影响

3.2.3 网络平均控制开销

从图 5 中可以看到,随着网络节点初始能量的不断增加,采用传统 RMCRW,CMEDD 算法的网络平均控制开销呈现不断上升的态势,而本文算法对应的网络平均控制开销呈现不断降低的趋势,这是因为本文算法综合考虑分阶段控制及根据能量阈值进行簇头筛选,有效改善了网络控制水平. 在网络节点初始能量增强时,簇头节点对簇头一簇成员结构的控制程度及稳定性也不断增加,同时由于簇头及 CSN 节点初始能量的不断增加,数据汇聚的稳定程度也不断增加,因此网络无须增加更多的数据控制分组以便进行数据传输控制及网络结构稳定控制,从而降低了网络平均控制开销水平.

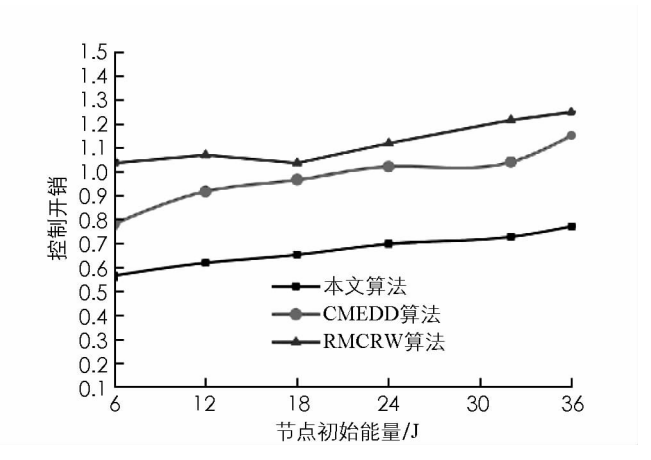


图 5 网络平均控制开销对比

4 结 语

本文提出了基于能量阈值自感成型机制的无线传感网簇路由算法,通过网络分区成簇、簇头一簇成员结构的初始化及更新、数据汇聚及路由信息维护等阶段的引入,采取不同的数据传输机制及节点更新机制进行簇头节点、CSN 节点的周期性更新的方式,降低了簇头节点不能正常工作时整个网络数据传输受阻的可能性,同时引入基于节点阈值的簇头节点更新机制,使得区域内的节点在簇头节点不能正常工作时能够承担簇头的功能. 仿真实验表明,与当前广泛适用的几种算法相比,本文算法在降低网络控制代价,增强网络正常运行时间及提高网络数据传输准确性上具有明显优势,具有一定的实践意义.

参考文献:

[1] YU Xiao-qing, WU Pu-te, HAN Wen-ting. A Survey on Wireless Sensor Network Infrastructure for Agriculture [J]. Computer Standards & Interfaces, 2013, 35 (1): 59-64.

[2] ABDULLA E A. Extending the Lifetime of Wireless Sensor Networks: Hybrid Routing Algorithm [J]. Computing Communications, 2012, 35(9): 1056-1063.

[3] 杨国宁, 冯秀芳, 樊刘娟. 一种基于最优融合集的多传感器数据融合算法 [J]. 软件学报, 2012, 23(1): 134-140.

[4] TANG J M, ZHANG C P. Performance Optimization Scheme for Cooperation Spectrum Sensing System [J]. Journal of Information and Computational Science, 2014, 11(6): 2039-2048.

[5] HEINZELLNAN W B, CHANDRAKASAN A P, KRISHNAN BAL. An Application Specific Protocol Architecture for

- Wireless Networks [J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002, 1(4): 660—670.
- [6] LIN J Z, CHEN X B, LIU H B. Iterative Algorithm for Location Nodes in WSN Based on Modifying Average Hopping Distances [J]. Journal on Communications, 2009, 30(10): 107—113.
- [7] 蒋畅江, 石为人, 唐贤伦. 能量均衡的无线传感器网络非均匀分簇路由协议 [J]. 软件学报, 2012, 23(5): 1222—1232.
- [8] KAN B Q, BOUTABA R. Accurate Energy Model for WSN Node and Its Optimal Design [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2012, 3(26): 1564—1582.
- [9] LIU Y S, WANG Z. Maximizing Energy Utilization Routing Scheme in Wireless Sensor Networks Base on Minimum Hops Algorithm [J]. Computers and Electrical Engineering, 2012, 38(3): 703—721.
- [10] PRATYAY KUILA, PRASANTA K. A Novel Differential Evolution Based Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks [J]. Applied Soft Computing Journal, 2014, 25(10): 414—425.
- [11] AMMARI H M, DAS S K. A study of K-coverage and Measures of Connectivity in Wireless Sensor Networks [J]. IEEE Transactions on Computers, 2009, 59(2): 243—257.
- [12] DENG G H, CAO W H. Mobility Model Detection Method Based on Birth and Death Model in DTN Environment [J]. Journal of Software, 2015, 36(1): 267—272.
- [13] LI G H, FENG H L. The Effect of Wireless Sensor Nodes Deployment Density in Forest Fire Monitoring Quality Evaluation [J]. Journal of networks, 2012, 7(7): 1116—1122.

On Simulation of Wireless Sensor Network Routing Algorithm Based on Energy Threshold Self Forming Mechanism

TANG Jia¹, QIAN Jun-hao², HU Xiao-hong¹

1. College of Technology of Internet of Things, Wuxi Professional College of Science and Technology, Wuxi Jiangsu 214028, China;

2. College of Internet of Things, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122, China

Abstract: In order to solve the problems such as rigid clustering mechanism, and the cluster head nodes hard to periodic elections, as well as cluster structure difficult to update during the deployment of WSN, the cluster routing algorithms of wireless sensor network based on the mechanism of self energy threshold partition has been proposed in this paper. Firstly, the initial region structure of cluster head-cluster members has been formed by node dynamic segmentation according to energy threshold during the initialization. Then the dynamic periodic replacing based on energy optimization principle been realized by deciding the changing whether cluster head node in update cycle according to the normalized node residual energy level. And finally, the cooperative transmission and intersection between clusters were realized by transmission link based on cluster head node and cluster nodes to effectively improve the quality of network data transmission. The simulation experiments show that: this new wireless sensor network cluster routing algorithm proposed in this paper can effectively improve the lifetime of wireless sensor network, and reduce the network control overhead for improving the transmission quality of sensing data.

Key words: wireless sensor networks; cluster routing; energy threshold; periodic election mechanism; energy optimization principle