

# GEAR 协议中贪婪算法及查询消息传播优化方法

唐冰清,张玲华

(南京邮电大学 通信与信息工程学院,江苏 南京 210003)

**摘要:**基于 GEAR 路由协议的路由空洞问题和域内传播能耗问题,提出了一种优化方法。依据该方法,在节点邻居列表中增加 sum 域用来记录比本节点估计代价小的邻居节点数,若某节点所有小于其估计代价的邻居节点的 sum 域值均为零,该节点将被纳入查询消息的黑名单域中,在查询消息传送到事件区域代表节点的过程中,sum 域值不为零、未被纳入黑名单的代价最小的邻居节点将被选中为下一跳节点,查询消息在事件区域中传播时,事件区域内的节点寻找估计代价最小的邻居节点作为自己的唯一母节点,母节点会将其记录为自身子节点,当前节点的所有子节点将被选中为路径的下一跳节点。实验证明,该方法有助于躲避一跳内空洞节点,并减少了事件区域内传送查询消息的能耗。

**关键词:**GEAR;路由空洞;洪泛传播;母节点

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2013)01-0135-04

**doi:**10.3969/j.jssn.1673-629X.2013.01.034

## Optimized Method of Greedy Algorithm and Transmission of Query Message in GEAR Protocol

TANG Bing-qing,ZHANG Ling-hua

(College of Telecommunication and Information Engineering,Nanjing Univ. of Posts  
& Telecommunications,Nanjing 210003,China)

**Abstract:**Based on the routing void problem and transmission energy consumption problem of GEAR routing protocol,an optimized method is proposed By the method,nodes added sum value in their neighbor list to note the number of neighbor nodes whose estimation cost is lower than current estimation cost. If sum value of all neighbor nodes whose cost is less than node's estimation cost are zero,the node will be added in blacklist. During the course of transmitting of query message to delegate node of event region,the node which has lowest estimate value,not belongs to blacklist and the sum region of is not zero will be selected as next hop node. When query message transmitted in the event region,all nodes in event region find the lowest cost value neighbor node in event area as their only parent node which at the same time records it as self-child node,all child nodes will be selected as the next hop node. Experiments show that this method helps to avoid one-hop-hole nodes,and saves transmission energy consumption in event region.

**Key words:**GEAR;routing void;flood transmission;parent node

## 0 引言

路由协议<sup>[1-3]</sup>负责将源节点的数据转发到目的节点上供人类分析和利用。在无线传感器网络中,地理位置路由<sup>[4,5]</sup>是以网络节点已经知道自己的地理位置信息,以及汇聚节点即目的节点或者目的区域的地理位置为前提,利用已知的这些位置信息作为路由选择的依据,节点按照一定路由策略转发数据到目的节点。

**收稿日期:**2012-05-22;**修回日期:**2012-08-25

**基金项目:**江苏省“青蓝工程”科技创新团队资助课题;江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)

**作者简介:**唐冰清(1988-),女,硕士研究生,研究方向为语音信号处理、无线传感器网络路由算法;张玲华,教授,博士,博士生导师,从事语音处理与现代语音通信技术、无线通信中的信号处理等领域的研究工作。

现阶段的常用地理位置路由协议主要有 GEAR<sup>[6]</sup>路由、GAF<sup>[7,8]</sup>路由以及边界定位<sup>[7]</sup>的地理路由等。

GEAR (Geographical and Energy Aware Routing)<sup>[9]</sup>路由协议是已知事件区域的位置信息,同时,网络中所有节点知道本身的剩余能量和位置信息,并通过 Hello 消息交换机制了解到其邻居节点的剩余能量信息和地理位置信息。根据 GEAR 路由策略,传播查询消息过程包括两个阶段:首先,由汇聚节点发出关于需求地点需求数据的查询消息,并根据地理位置信息将查询消息传送到事件区域代表节点(该代表节点可以为事件区域距离汇聚节点最近的节点,也可以是事件区域能量最高的节点);其次,事件区域代表节点获得查询消息后会根据一定的路由策略将查询消息传播到事件区域内剩余的所有节点。事件区域节点在此

之后所获得的被目的节点需求的监测数据将沿着传递查询消息的反向路径向目的节点传送。GEAR 路由协议在传递查询消息到事件区域过程中主要存在 2 个问题:在查询消息传送到事件区域阶段,传送所使用的贪婪算法会遇到路由空洞问题,在这种情况下,文献[10]提出了一种改进跳出路由空洞区域的算法,改进后的算法在遇到路由空洞区域时,通过改变自身节点的代价,可以避免再次进入同一片空洞区域,但是节点在第一次传递查询消息时会因为代价小而选择空洞节点作为下一跳节点,从而增加了传输能耗,文献[11]提出了基于反馈避免思想的一种改进方法,空洞节点通过发送 Hello 消息通知邻居节点其为空洞节点并修改综合代价,但是反馈方法增加了传输能耗,且同样无法避免在第一次传递查询消息时可能选择空洞节点作为下一跳节点,文献[12]从理论上分析了路由空洞在规则部署和随机部署情况下的存在概率,其改进方法只有在网络中节点平均邻居数大于 10 的时候才有效。在查询消息在事件区域内传播阶段,文献[7]提出了洪泛传播方式,但当节点密度比较大时,洪泛方式开销比较大,文献[13]提出将事件区域分为若干子区域,选举子区域的簇首节点,通过簇首节点来传递查询消息,该方法需要不停的选择簇首节点,增加了网络开销,网络节点数大的情况下,传输开销还是比较大。基于对地理位置路由协议的理解与分析,文中提出了解决这 2 个问题的优化方法。

## 1 GEAR 路由的基本原理

GEAR 采用节点的地理位置信息及节点剩余能量的情况,建立查询消息到事件区域的路径。传送查询消息到事件区域中所有节点的过程包括两个阶段:从汇聚节点到事件区域代表节点的传送过程即区域传送和查询消息在事件区域内的传送又称域内传送。

### 1.1 区域传送

由汇聚节点开始利用一定的算法通过选择代价最小的邻居节点作为路由的下一跳节点并将自己的路由代价设为该下一跳节点的路由代价加上到该节点一跳通信的代价,直到到达事件区域代表节点为止,地理位置路由协议一般采用贪婪算法来选择节点,但可能会使系统遇上路由空洞区域,即如果节点的所有邻居节点到事件区域代表节点的路由代价都比自己的大,则陷入了路由空洞,这就需要采用一定的策略来解决。

### 1.2 域内传送

在域内传送阶段,可通过以下两种方式让查询消息在事件区域内扩散:当节点密度比较小时,直接采用洪泛转发机制,节点密度较大时,则采用迭代转发机制,直到域内剩下唯一的节点。GEAR 的解决方案:当

查询命令到达区域内的第一个节点时,若该节点的邻居节点数目大于一个预设的阈值,则使用递归转发机制,否则用前者。当这两个阶段完成后,事件区域内节点都将监测数据发送到事件区域代表节点上,此节点会将需要的监测数据沿查询消息传播过来的路径反向向汇聚节点传送。

GEAR 路由协议所使用的贪婪算法是一个局部最优的算法,对于大型传感器网络具有巨大的网络拓扑结构且结构复杂,在缺乏足够的拓扑消息的情况下,这样一个局部最优的算法显然是无法满足需求的,如果需要更多的拓扑消息就会增加网络传输的压力和能耗。如果节点拥有相邻两跳甚至多跳节点的位置信息,可以有效地减少到达路由空洞节点的概率。

## 2 GEAR 路由两个阶段的优化方法

路由协议在传送查询消息的第一个阶段即将查询消息发往事件区域过程中依据的贪婪算法会导致路由空洞的出现。而在第二阶段中,洪泛传播会导致网络能量的浪费。针对以上问题,文中提出了增加查询消息中黑名单域和节点邻居列表中 sum 域的方法,节点通过接受 Hello 消息将低于本节点距事件区域估计代价的邻居节点个数记录到本节点的邻居列表 sum 域中,通过查询邻居节点的 sum 域中的值可以避免选择将空洞节点作为下一跳节点,当估计代价低于本节点估计代价的所有邻居节点的 sum 域均为零时,即该节点的所有邻居节点均没有低于它们估计代价的邻居节点时,该节点将被置于黑名单中。黑名单将随查询消息传输下去,在选择下一跳节点时将不会考虑黑名单内的节点,从而避免选择连接空洞节点的节点,从而顺利避开失效节点区域,路径将绕着失效区域到达事件区域,因此致使在路由第一阶段即查询消息发送到事件区域的过程也不会浪费网络能量。而在第二阶段即查询消息在事件区域中传播,优化方法提出事件区域内的节点在接受 Hello 消息时计算寻找自己的唯一母节点,并通过发送 Hello 消息告知其唯一母节点,同时母节点会将其纳为子节点,从而当查询消息开始在事件区域转发时,会依据节点的子节点传播查询消息,从而在达到节省能量和不重复发送查询消息的目的下将查询消息顺利传播到事件区域的各个节点上。

### 2.1 GEAR 协议第一阶段优化方法

在将查询消息发往事件区域代表节点的过程中,优化方法在查询消息中添加黑名单域和在节点邻居列表中增加 sum 域。查询消息发往事件区域阶段的优化方法如图 1 所示。

节点选择下一跳节点时,查询邻居节点中是否存在满足不在黑名单中、比自己距离事件区域估计代价

小且 sum 域值不为 0 的节点,如果存在则选择估计代价最小的为下一跳节点。如果不存在,即说明该节点的邻居节点时由空洞节点和高估计代价节点所组成,那么则选择估计代价最小的邻居节点作为下一跳节点,并将本节点纳入黑名单中,以避免再次被选中为传输路径节点。依次选择下一跳节点,直到节点的邻居节点中出现事件区域的代表节点,则最后一跳的节点成功找到,完成路由由第一阶段转发查询消息的任务。

2.2 GEAR 协议第二阶段优化方法

在事件区域中传播查询消息阶段中,优化方法提出唯一母节点和多子节点的方法,通过母节点向子节点传输查询消息的方法有利于不重复、高效率的将查询消息传播到事件区域的各个节点。事件区域中传播查询消息阶段的优化方法如图 2 所示。

事件区域中的所有节点选择邻居节点中距离事件区域代表节点估计代价最小的节点作为自己的唯一母节点,如果其所有邻居节点的估计代价均比自己的估计代价大,则选择已经寻找到母节点而母节点非自己的邻居节点作为自己的唯一母节点,通过 Hello 消息通知该被选择的母节点被其选为唯一母节点的消息,然后该母节点会将其纳入子节点列表中。在传递查询消息时,接收到查询消息的节点将根据自身的子节点列表传播查询消息到子节点,由于所有节点均只有一个唯一母节点,致使不会重复接收到查询消息,在节约了网络能量的同时延长了网络生命周期,也给接下来监测数据的传送开辟了有效路径。

3 实验及结果分析

3.1 实验拓扑图介绍

如图 3 所示,圆圈表示网络节点,圈内数字表示节点号,圈外括号内数字表示当前节点剩余能量,单位为焦耳(J),箭头表示节点可以到达的邻居节点,由于 GEAR 建立的是对称的无线链路,所以图中箭头为双向。同时文中假设发送和接收电路消耗能量  $E_{elec} = 50\text{nJ/b}$ ,发送放大器消耗能量  $\varepsilon_{amp} = 100\text{pJ}/(\text{b}/\text{m}^2)$ 。所以节点消耗能量为  $ET = E_{elec} * k$

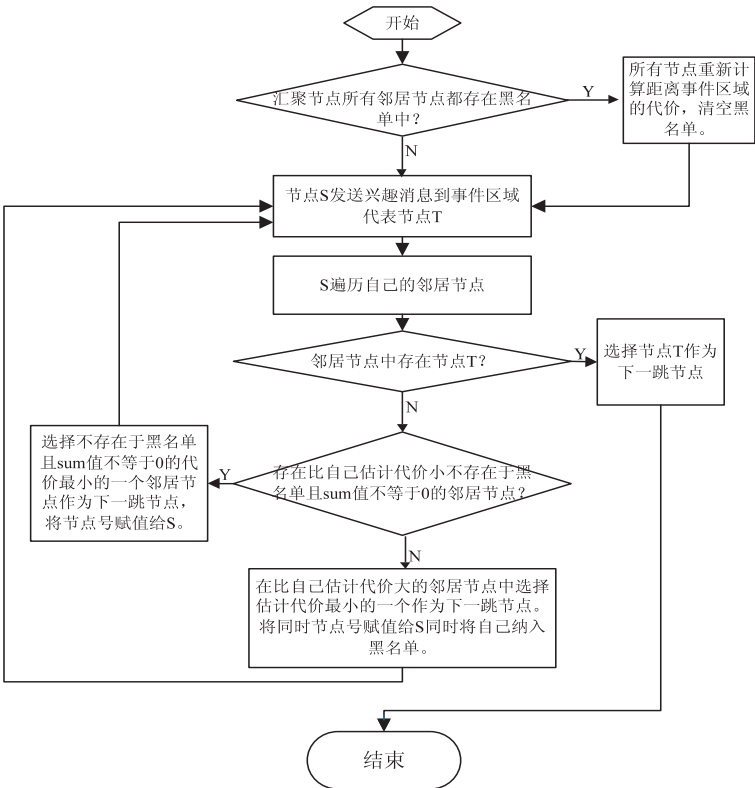


图 1 查询消息发往事件区域阶段的优化方法

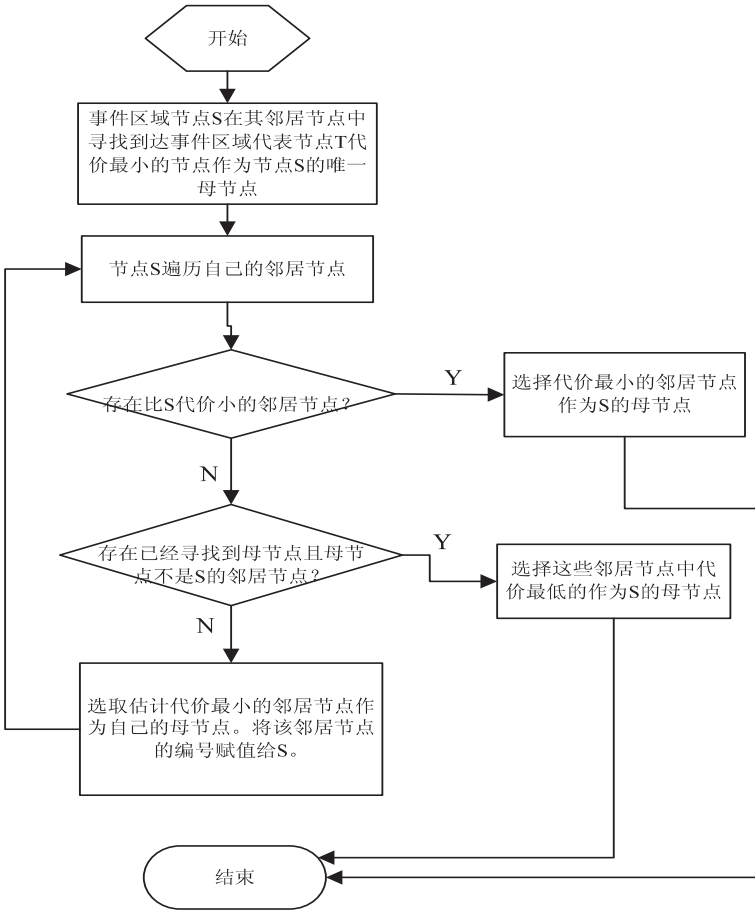


图 2 事件区域中传播查询消息阶段的优化方法  
+  $\varepsilon_{amp} * k * d^2$ ,其中  $d$  为节点间传输距离,  $k$  为传输的比特数。

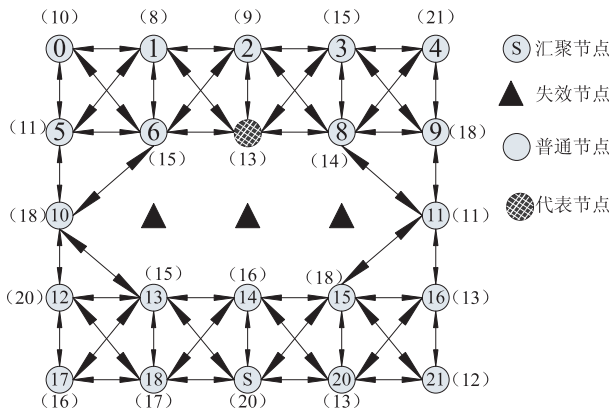


图 3 实验拓扑图

### 3.2 查询消息发往事件区域阶段的优化方法实验及结果分析

依照图 3 的拓扑结构,根据优化方法汇聚节点发送查询消息所得得到消息传播路径为:19->13->12->10->6->目标节点,而根据原协议所得的传播路径为:19->14->13->12->10->6->目标节点。由图 3 可知,14 号节点为空洞节点,实验结果可以看出,优化方法成功放弃了将估计代价最小的 14 号邻居节点作为下一跳节点,而原协议则选择了空洞节点,虽然 14 号节点更改了估计代价值,但是查询消息已经经过其传出去,网络能量的损耗已经出现。

根据能量消耗公式  $ET = E_{elec} * k + \epsilon_{amp} * k * d^2$  可得原协议和优化方法在不同节点数的无线传感器网络中发送每比特查询消息的能量消耗对比如图 4 所示。可见,网络根据优化方法发送查询消息的路径能量消耗明显低于原协议发送查询消息的能量消耗。

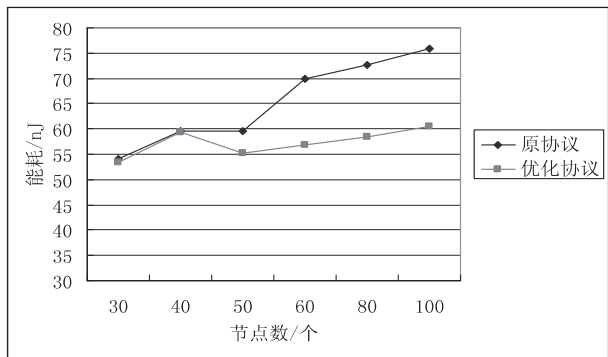


图 4 原协议和优化方法发送查询消息的能量消耗对比

### 3.3 事件区域中传播查询消息阶段的优化方法实验及结果分析

根据优化方法和原协议,查询消息在事件区域中的传播路径分别如图 5、图 3 所示。其中 7 号节点为事件区域代表性节点,查询消息沿着箭头方向从代表节点传播到达事件区域的各个节点。由实验结果可知,根据优化方法所得到的查询消息的传播路径大大减少了查询消息的传播能耗。

根据能量消耗公式  $ET = E_{elec} * k + \epsilon_{amp} * k * d^2$

可得原协议和优化方法在不同节点数的无线传感器网络事件区域中广播每比特查询消息的能量消耗对比如图 6 所示。由图可见,在事件区域中广播查询消息时,事件区域节点越多,优化方法相对原协议更能节省网络能量。

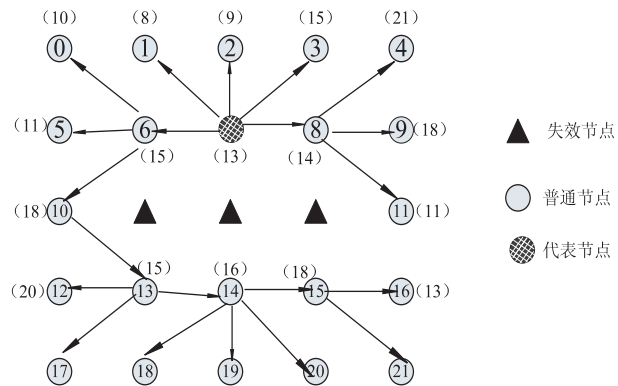


图 5 根据优化方法查询消息在事件区域中的传播路径

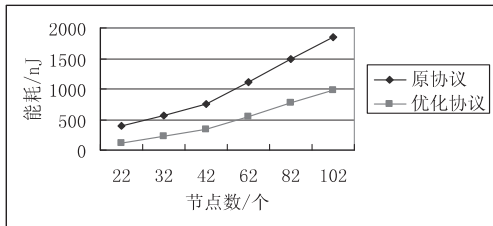


图 6 原协议和优化协议广播查询消息的网络能耗对比

## 4 结束语

文中基于 GEAR 协议中路由空洞问题和在事件区域中广播查询消息问题提出了优化方法。在将查询消息发往事件区域的过程中,优化方法在查询消息中添加黑名单域和在节点邻居列表中增加 sum 域,节点选择下一跳节点时,通过查询节点的 sum 域可以准确避开一跳内的空洞节点,通过查询黑名单域可以预防走入空洞节点,从而节省的网络能量,进一步便于查询消息快速及时地到达事件区域。优化方法在事件区域中通过设立唯一母节点和子节点来广播查询消息,有效地解决能耗问题,从而延长网络生命周期。由于事件区域中广播查询消息是从代表节点开始,其不仅应与汇聚节点距离较近,而且应具有较高的剩余能量,因此,代表节点的选取是下一步研究的方向。

### 参考文献:

[1] 顾勤冬,刘士兴,黄 锋. 无线传感器网络的路由协议分析 [J]. 信息技术,2008(2):34-38.

[2] 崔 莉,鞠海玲,苗 勇,等. 无线传感器网络研究发展 [J]. 计算机研究与发展,2005,42(1):163-174.

[3] Al-Karaki J N, Karamli A E. Routing techniques in wireless sensor networks: a survey [J]. IEEE Personal Communica -



好的概念,综合考虑用户对 QoS 属性值偏好和权重偏好,并提出多属性 QoS 模型,能表示并量化不同类型的 QoS 属性,且系统根据不同类型属性的性质提供给用户不同的偏好表达处理方式。基于以上方法,采用多属性决策之 TOPSIS 法综合评价候选服务对用户偏好的匹配程度,据此为用户选择最符合其偏好需求的服务。实验证明,文中的方法能够更灵活地表达用户的偏好需求,能够为用户推荐最符合其偏好的服务,并且基于用户偏好的服务选择不仅受用户权重偏好的影响,也受值偏好的影响,体现出了面向个人化、个性化 Web 服务选择的特点。

#### 参考文献:

- [1] Badr Y, Abraham A, Biennier F, et al. Enhancing Web Service Selection by User Preferences of Non-functional Features [C]//Proceedings of the 4th International Conference on Next Generation Web Services Practices (NWESP2008). Washington: IEEE Computer Society, 2008: 60-65.
- [2] 武小丽. 基于用户偏好的 Web 服务选择问题研究[D]. 青岛: 中国石油大学, 2012.
- [3] Lo Chi-Chun, Chen Dingyuan, Tsai Chen-Fang, et al. Service selection based on fuzzy TOPSIS method [C]//24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA 2010). Australia: IEEE Computer Society, 2010.
- [4] Liu X G, Jin Y. Research on nonfunctional conditions based Web services selection in Web services automation [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2006, 12(2): 297-301.
- [5] Xiong P C, Fan Y S. QoS-aware Web Services Selection by a Synthetic Weight [C]//Proceedings of the International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. [s. l.]: [s. n.], 2007: 632-637.
- [6] 胡建强, 李涓子, 廖桂平. 一种基于多维服务质量的局部最优服务选择模型 [J]. 计算机学报, 2010, 33(3): 526-534.
- [7] Fan Z Q, Zhang L, Shen J F, et al. A User's Preference Based Method for Web Service Selection [C]//2010 Second International Conference on Computer Research and Development. [s. l.]: [s. n.], 2010: 39-45.
- [8] Wang P. QoS-aware web services selection with intuitionistic fuzzy set under consumer's vague perception [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(3): 4460-4466.
- [9] 周宁, 谢俊元. 基于定性多用户偏好的 Web 服务选择 [J]. 电子学报, 2011, 39(4): 729-736.
- [10] Bacciu D, Buscemi M, Mkrtchyan L. Adaptive fuzzy-valued service selection [C]//Proceedings of the 25th ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2010). [s. l.]: ACM, 2010.
- [11] Qi L Y, Yang R T, Lin W M. A QoS-aware Web Service Selection Method Based on Credibility Evaluation [C]//International Conference on High Performance and Communications. [s. l.]: [s. n.], 2010: 471-476.
- [12] Wu Z P, Yuan M. User-Preference-Based Service Selection Using Fuzzy Logic [C]//Proc. of the International Conference on Network and Service Management (CNSM 2010). [s. l.]: [s. n.], 2010: 342-345.
- [13] Wang P, Chao K M, Lo C C, et al. A fuzzy model for selection of QoS-aware web services [C]//Proc. of 2006 IEEE Intl. Conf. on E-Business Engineering. [s. l.]: IEEE Computer Society, 2006: 585-593.
- [14] 樊治平, 尤天慧. 属性权重信息不完全的区间数多属性决策方法 [J]. 东北大学学报 (自然科学版), 2005, 26(8): 798-800.
- [15] Sun C C, Lin G T R. Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites [J]. Expert Syst. Appl, 2009, 36(9): 11764-11771.

(上接第 138 页)

- tions, 2004, 11(6): 6-28.
- [4] 郑锴, 童利标, 陆文骏. 基于地理位置的无线传感器网络路由协议 [J]. 中兴通讯技术, 2008, 14(6): 37-41.
- [5] 刘晓庆, 崔风云, 李玉华. 无线传感器网络中基于地理位置路由算法的研究和改进 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(7): 1745-1746.
- [6] Yu Y, Govindan R, Estrin D. Geographical and energy aware routing: A recursive data dissemination protocol for wireless sensor networks [R]. [s. l.]: UCLA, 2001.
- [7] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等. 无线传感器网络 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [8] Xu Y, Heidemann J, Estrin D. Geography Informed Energy Conservation for Ad hoc Routing [C]//Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking. [s. l.]: [s. n.], 2001.
- [9] 夏娜, 李敦, 唐媚, 等. 无线传感器网络中时效性优化的 GEAR 路由协议 [J]. 合肥工业大学学报, 2010, 33(4): 519-523.
- [10] 张耀, 贾振红. 求解路由空洞问题的 GEAR 改进算法 [J]. 计算机工程, 2008, 34(12): 94-96.
- [11] 蒋阳, 孙柳林, 袁敏, 等. 一种解决 GEAR 路由空洞问题的新方案 [J]. 传感器与微系统, 2011, 30(4): 44-47.
- [12] 田乐, 谢东亮, 任彪, 等. 无线传感器网络贪婪转发方法中的路由空洞问题 [J]. 电子与信息学报, 2007, 29(12): 2996-3000.
- [13] 王艳琴. 地理位置路由协议 GEAR 的分析与改进 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2011(8): 1-5.

# GEAR 协议中贪婪算法及查询消息传播优化方法

作者：[唐冰清](#)，[张玲华](#)

作者单位：[南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(1)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjtz201301036.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201301036.aspx)