

# 基于 Gear 算法的无线传感器网络路由协议研究

胡新和<sup>1</sup>, 杨博雄<sup>2</sup>, 陈 瑛<sup>1</sup>

(1 湖北咸宁职业技术学院, 湖北 咸宁 437100  
2 武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430079)

[摘要] 无线传感器网络路由协议设计与传统的无线 ad hoc 网络有很多不同. 介绍了无线传感器网络的体系结构, 分析了几种典型的路由协议, 对基于位置的 Gear 算法路由协议进行了研究, 为未来无线物联网的建设提供了参考.  
[关键词] 无线传感器网络, 体系结构, Gear 算法, 路由协议, 物联网  
[中图分类号] TN915.04 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2010)03-0060-04

## Routing Protocols Research for Wireless Sensor Networks Based on Gear Algorithm

Hu Xinhe<sup>1</sup>, Yang Boxiong<sup>2</sup>, Chen Ying<sup>1</sup>

(1 Xianning Profession Technology College, Xianning 437100, China  
2 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract** Routing protocols design for wireless sensor network is much different with traditional wireless ad-hoc networks. In this paper, the architecture of wireless sensor network has been presented. Meanwhile, some typical routing protocols have been analyzed. The Gear algorithm route protocols based on location has been studied, and the development direction of future wireless internet of things has been given.  
**Key words** wireless sensor networks, architecture, Gear algorithm, routing protocols, Internet of things

无线传感器网络路由协议设计与传统的无线 ad hoc 网络有很多不同. 传统的无线 ad hoc 网络路由协议设计的首要任务是移动条件下高服务质量的提供, 而无线传感器网络路由设计的重要目标是降低节点能源损耗, 提高网络生命周期. 这些不同导致了传统的无线 ad hoc 网络路由协议不能直接应用于无线传感器网络中, 许多新的适用于无线传感器网络的路由协议因此被提出, 其研究已成为无线传感器网络研究中的热点<sup>[1]</sup>.

### 1 无线传感器网络体系

无线传感器网络体系结构如图 1 所示. 它由 3 个主要部分组成: 传感节点、终端节点 (Sink) 和观察对象. 传感节点散布在观察区域内采集与观察对象相关的数据, 并将协同处理后的数据传送到 Sink. Sink 可以通过 Internet 或通信卫星实现传感器网络与任务管理节点通信<sup>[2]</sup>.

#### 1.1 影响路由协议设计的因素

无线传感器网络体系结构中存在下列影响路由协议设计的因素:

(1) 网络动态: 大部分网络体系结构都假设传感节点

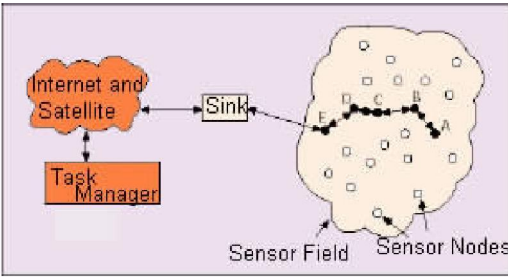


图 1 无线传感器网络体系结构

Fig.1 Architecture of wireless sensor network

收稿日期: 2010-06-28  
基金项目: 湖北省教育科学规划研究课题 (2009A101).  
通讯联系人: 胡新和, 副教授, 研究方向: 计算机网络通信. E-mail: hxxhh999@163.com

是静态的,而 Sink是可移动的.观察对象的移动或静止则取决于不同应用程序的要求.

(2) 网络拓扑:分为固定和自组织两种拓扑配置方式.固定情况下,手动配置节点,数据通过预定路径传送;自组织情况下,节点以 ad hoc方式随机散布.

(3) 数据发送模式:根据不同的应用程序,可将数据发送模式分为连续模式、事件驱动模式、查询驱动模式和混合模式.

(4) 节点类型:通常所有的传感节点都为同构的.在需要不同功能的传感器的应用中,也存在异构的传感节点.近来还有人提出采用特殊的能源局限性弱的节点来充当兼具转发、传感和聚集数据 3种功能的传感节点.

(5) 路径选择:存在多跳和单跳两种选择方式.无线射频的发送能量与距离的平方成正比,多跳路径的能源消耗比单跳路径少,故多采用多跳路径.但由于多跳路径的拓扑管理和链路连接开销大,在传感节点同 Sink节点距离短的情况下,单跳路径反而更有效<sup>[3]</sup>.

## 1.2 无线传感器网络的评价标准

评价一个无线传感器网络的路由设计是否成功,往往采用如下的性能标准:

(1) 能源有效性/生命周期:能源有效性是传感器网络设计中要考虑的重要因素,尽可能降低能源消耗,从而延长网络生命周期,是设计的首要目标.

(2) 可靠性/容错性:传感节点容易因为能源耗尽或环境干扰而失效,部分传感节点的失效不应影响整个网络的任务.

(3) 可扩展性:在一些应用中可能需要成百上千个传感节点,路由设计应能满足大量节点协作.

(4) 时延性:传感器网络的延迟时间是指观察者发出请求到收到应答信息所需时间,必须尽可能减少时延<sup>[4]</sup>.

## 2 现有路由协议

### 2.1 无线传感器网络路由协议设计的特点

无线传感器网络路由协议的设计极富挑战性,它与传统的无线 ad-hoc网络有着许多不同的特色:

(1) 无全局标识:传感节点数量庞大,维护全局标识需要大量的开销,因此不同于传统的基于 IP的路由协议,在传感器网络中一般不采用全局标识.

(2) 多对一通信:不同于传统网络的点对点通讯,在传感器网络中几乎所有的应用都要求多个源传感节点将传感到的数据流传送至特定的节点.

(3) 数据冗余大:多个源传感节点在许多场景下都有可能获得大量相似的数据,因此传感器网络的冗余数据大.

(4) 资源局限强:传感节点的资源限制很大,发送功耗、板上能源、处理能力和存储量都局限在很低的范围内<sup>[5]</sup>.

### 2.2 现有无线传感器网络路由协议的分类

针对无线传感器网络中数据传送的特点和难题,许多新的路由协议因此被提出.这些路由协议可以大致分为 4类:洪泛式路由协议、层次式路由协议、以数据为中心的路由协议以及基于位置信息的路由协议.

(1) 洪泛式路由协议:这是一种古老的协议.它不需要维护网络的拓扑结构和路由计算,接收到消息的节点以广播形式转发数据包给所有的邻节点.对于自组织的传感器网络,洪泛式路由是一种较直接的实现方法,但易带来消息的“内爆”和“重叠”,且没有考虑能源方面的限制,具有资源盲点的缺点<sup>[6]</sup>.

(2) 层次式路由协议:其基本思想是将传感节点分簇,簇内通讯由簇头节点来完成.簇头节点进行数据聚集和合成以减少传输信息量,最后由簇头节点把聚集的数据传送给终端节点.这种方式能满足传感器网络的可扩展性,有效地维持传感节点的能量消耗,从而延长网络生命周期<sup>[7]</sup>.

(3) 以数据为中心的路由协议:对传感器网络中的数据用特定的描述方式命名,数据传送基于数据查询并依赖数据命名,所有的数据通信都限制在局部范围内.这种方式的通信不再依赖特定的节点,而是依赖于网络中的数据,减少了网络中大量传送的重复冗余数据,降低了不必要的开销,延长网络生命周期<sup>[8]</sup>.

(4) 基于位置信息的路由协议: 利用节点的位置信息, 把查询或者数据转发给需要的地域, 从而缩减数据的传送范围. 实际上许多传感器网络的路由协议都假设节点的位置信息为已知, 所以可以方便地利用节点的位置信息将节点分为不同的域. 基于域进行数据传送, 能缩减传送范围, 缓和中间节点, 延长网络生命周期<sup>[9]</sup>.

### 3 Gear路由协议

Gear是基于位置信息的路由协议, 充分考虑了能源有效性, 比其他的基于位置的路由协议能更好地应用于无线传感器网络之中. 能量路由算法以节点当前剩余能量为考虑的主要问题, 同时要求在路由选择上以能量消耗最少为选择当前信息传输路径的依据. 事实上, 节点能量有限, 尽管存在一条能量损耗最小的路径, 但如果始终以该路径为信息传输通道, 势必使该路径中节点能量急剧下降, 该路径也将很快失去传输信息的能力, 进而影响整个网络性能. Gear路由机制根据事件区域的地理位置信息, 同时每个节点知道自己的位置信息和剩余能量信息, 通过这些特征建立汇聚节点到事件区域的优化路径, 避免了洪泛传播方式, 从而减少了路由建立的开销, 形成能量高效的数据传输路径<sup>[10]</sup>.

Gear算法的提出是利用了传感器网络中的数据包含了位置属性信息这一特性, 可以利用这一信息, 将在整个网络中扩散的信息传送到适当的位置区域中. 同样, Gear也采用了查询驱动数据传送模式, 它传送数据分组到目标域中所有的节点的过程包括两个阶段: 目标域数据传送和域内数据传送. 在目标域数据传送阶段, 当节点接收到数据分组, 将邻接点同目标域的距离和它自己与目标域的距离相比较, 若存在更小距离, 则选择最小距离的邻接点作为下一跳节点; 若不存在更小距离, 则认为存在“hole”, 节点将根据邻居的最小开销来选择下一跳节点. 在域内数据传送阶段, 可通过两种方式让数据在域内扩散: 在域内直接洪泛和递归的目标域数据传送, 直到目标域剩下唯一的节点, 如图 2所示.

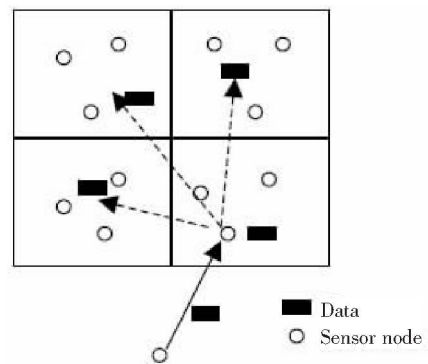


图 2 Gear 中递归的目标域数据传送

Fig.2 Targets field transfer of recursion based on Gear

Gear将网络中扩散的信息局限到适当的位置区域中, 减少了中间节点的数量, 降低了路由建立和数据传送的能源开销, 更有效地提高了网络的生命周期. 其缺点是依赖节点的 GPS 定位信息, 成本较高.

### 4 结语

在一些应用中, 需要将传感节点收集的信息传送到任务管理节点, 又或者需要将任务管理节点对数据的查询信息传送到传感节点, 因此将传感器网络和互联网结合在一起的物联网将是未来研究的新方向. 目前无线传感器网络路由协议都假定传感节点和终端节点是静态的. 在不久的将来, 随着物联网的建设与应用, 可能需要节点可移动, 因此新的路由算法需要在考虑能源有效性的前提下提供对节点移动的支持.

### [参考文献] (References)

- [1] Yan Yu, Ramesh Govindan, Deborah Estrin. Geographical and energy-aware routing: a recursive data dissemination protocol for wireless sensor networks. UCLA-CSD TR-01-0023[R]. Los Angeles: UCLA Computer Science Department, 2001.
- [2] Kemal Akkaya, M Younis. A survey on routing protocols for wireless sensor networks[J]. Elsevier Ad Hoc Network Journal, 2005, 3(3): 325-349.
- [3] Akyildiz IF, Su W, Sankarasubramanian Y, et al. Wireless sensor networks: a survey[J]. Computer Networks, 2002, 38: 392-422.
- [4] Eugene Shih, SeongHwan Cho, Nathan Ickes, et al. Physical layer driven protocol and algorithm design for energy-efficient wireless sensor networks[C] // Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking. New York: ACM, 2001.
- [5] Harong Qi, Phani T Kuniganti, Xu Yingyue. The development of localized algorithms in wireless sensor networks[J]. Sen-

sors 2002, 2(7): 286-293.

- [ 6 ] Wendi Rabiner Heinzelman, Anantha Ch, Hari Balakrishnan. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks[ C ] // Proceeding of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences. Washington DC: IEEE Computer Society, 2000.
- [ 7 ] Chalemek Intanagonwivat, Ramesh Govinda, Deborah Estrin. Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks[ C ] // Proceedings of the 6th Annual ACM / IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking. New Jersey: IEEE Press, 2000.
- [ 8 ] Chalemek Intanagonwivat, Ramesh Govinda, Deborah Estrin, et al. Directed diffusion for wireless sensor networking[ J]. IEEE /ACM Transactions on Networking, 2002, 11(1): 2-16.
- [ 9 ] Wendi Rabiner, Joanna Kulik, Hari Balakrishnan. Adaptive Protocols for Information Dissemination in Wireless Sensor Networks[ C ] // Proceedings of the 5th Annual ACM / IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking. New York: ACM, 1999.
- [ 10 ] Gaurav Gupta, Mohamed Younis. Load-balanced clustering of wireless sensor networks[ C ] // Proceedings of the 2nd ACM International Symposium on Mobile ad hoc Networking and Computing. New Orleans: IEEE Press, 2003.

[ 责任编辑: 严海琳 ]

( 上接第 46页 )

- [ 4 ] Daniel Massicotte, Bruno Mbanegner. Neural-network-based method of correction in a nonlinear dynamic measuring system [ J ]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 1999, 49(4): 1641-1645.
- [ 5 ] 孙明明. 超声导航移动机器人关键技术的研究 [ D ]. 杭州: 浙江大学研究生院, 2005.  
Sun Mingming. Study on the key technologies for ultrasonic navigation mobile robot [ D ]. Hangzhou: Graduate School of Zhejiang University, 2005. ( in Chinese )
- [ 6 ] Paula Shirley. An introduction to ultrasonic sensing[ J ]. Sensors, 1989, 6(11): 15-18.
- [ 7 ] 苏伟, 龚壁建, 潘笑. 超声波测距误差分析 [ J ]. 传感器技术, 2004, 23(6): 8-11.  
Su Wei, Gong Bijian, Pan Xiao. Error analysis of measuring distance with ultrasonics[ J ]. Journal of Transducer Technology, 2004, 23(6): 8-11. ( in Chinese )
- [ 8 ] 盛骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计 [ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2008.  
Sheng Zhou, Xie Shiqian, Pan Chengyi. Probability and Mathematical Statistics[ M ]. Beijing: Higher Education Press, 2008. ( in Chinese )

[ 责任编辑: 严海琳 ]