

Research and Discussion of Routing Protocol for Wireless Sensor Networks

Jinhu LIU¹, Zhenyu ZHOU¹, Changsheng JIA²

¹School of Electronic and Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, China

²The 3rd Railway Survey & Design Institute Group Corporation, Tianjin, China

Email: liujinhu@lztu.cn, tju210@163.com

Abstract: Wireless sensor networks consisting of a large number of small sensors with low-power transceiver can be an effective tool for apperceiving, collecting and computing data in a variety of environment. Since network consists of sensors with limited battery energy, the routing protocol must be energy-efficient in order to prolong the lifetime of network. AODV routing protocol is made of detailed research and analysis. A number of potential problems have been found and the improvement program of AODV protocol is proposed. The results of the experimental analysis prove that the improved protocol lower the consumption caused by the routing maintenance and prolong the lifetime of network.

Keywords: wireless sensor networks; routing protocol; AODV algorithm; energy consume

无线传感器网络路由协议的研究与探讨

刘金虎¹, 周镇宇¹, 贾常胜²

¹兰州交通大学电子与信息工程学院, 兰州, 中国, 730070

²铁道第三勘察设计院集团公司, 天津, 中国, 300142

Email: liujinhu@lztu.cn, tju210@163.com

摘要: 无线传感器网络由许多具有低功率无线收发装置的传感器节点组成, 能够有效地感知、采集和处理网络覆盖区域中的相关信息。由于传感器节点能量有限, 路由协议必须尽可能地减少能量消耗, 延长网络生命周期。对 AODV 路由协议进行详细的研究和分析, 发现 AODV 路由协议中潜在的问题, 并针对 AODV 协议提出改进方案, 通过实验分析显示:改进后的协议减少了路由维护所带来的消耗, 延长网络生命周期和减少能量消耗。

关键词: 无线传感器网络; 路由协议; AODV 算法; 能量消耗

1 引言

无线传感器网络是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成, 通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织的网络系统, 其目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息, 并发送给观察者。无线传感器网络具有组网快捷、灵活, 且不受有线网络约束等优点, 可用于紧急搜索、灾难救助、军事、医疗等环境中, 具有广阔的应用前景^[1]。然而, 无线传感器网络由许多具有低功率无线收发装置的传感器节点组成。由于传感器节点的能量资源和运算能力有限, 因此节点的通信应有效的利用能量, 以延长网络的生命周期。本文对一种按需距离矢量路由协议 AODV (Ad-Hoc On-Demand Distance vector

Algorithm)进行了研究, 并从节约能量的角度着手对 AODV 协议进行了改进。

2 AODV 协议

AODV 协议^[2]是在 1997 年由 Charles E. Perkins 提出的, 是一种广泛应用于无线自组织网络的按需距离向量路由协议。在 AODV 协议中, 网络中的每个节点在需要进行通信时才发送路由分组, 而不会周期性地交互路由信息以得到所有其它主机的路由; 同时具有距离向量路由协议的一些特点, 即各节点路由表只维护本节点到其他节点的路由, 而无须掌握全网拓扑结构。通过建立基于按需的路由来减少路由广播的次数, 源路由并不需要包括在每一个数据分组中, 这样会降低路由协议的开销^[3]。

2.1 算法描述

AODV 协议中有三种类型的控制消息：路由请求 RREQ，路由应答 RREP 和路由错误 RERR 消息。当源节点需要发送数据而又没有到目的节点的有效路由时，启动一个路由发现过程，向网络广播一个路由请求分组 RREQ，允许中间节点响应 RREQ，当收到请求的中间节点或目的节点有一条目的序列号大于或等于 RREQ 中的目的序列号的路由到达目的地时，中间节点或目的节点以单播的方式向源节点返回一个 RREP 分组，RREP 沿着刚建立的逆向路径传输回源节点，源节点收到该 RREP 后则开始向对应目的节点发送数据(如图 1)。在数据传输过程中，当中间节点检测到一条正在传输数据的活动路由的下一跳链路断开或者节点收到去往某个目的地节点的数据报文，而节点没有到该目的地节点的有效路由时，中间节点向源节点单播或多播路由错误消息 RERR，源节点收到 RERR 后就知存在路由错误，并根据 RERR 中指示的不可达目的地重新找路。在 RERR 中有一条链表，这条链表是由因为某条链路断了，从而导致无法到达的所有目的节点组成的。每一个接收到 RREQ 的节点都会保存到源节点的路由，当到目的节点的路由找到时就能用单播将 RREP 传回源节点^[4]。

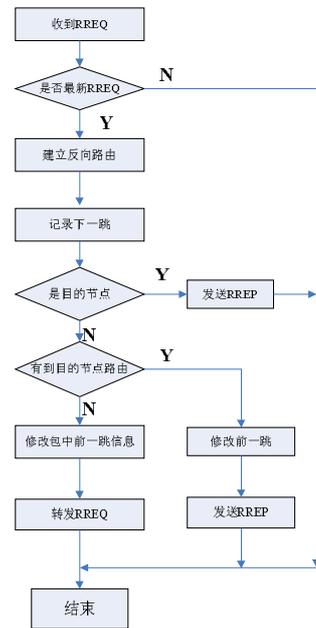
2.2 协议的不足

AODV 路由协议在源节点和目的节点之间建立并使用一条单路径。由于无线传感器网络节点能源十分有限，在绝大部分时间内，节点会处于休眠状态，并且节点的移动性、节点损坏以及无线信道的动态特征，单路径中的链路可能会临时失效，从而导致路径不可达。AODV 协议的路由维护功能采用本地维护方式，由链路失效节点的上一跳节点重新进行一次局部路由查找，寻找替代路径，以修复原路由^[5]。路由维护虽然提高了链路的可靠性，但频繁的广播路由发现过程会带来很大的通信开销，并且可能带来数据包转发的额外延时。

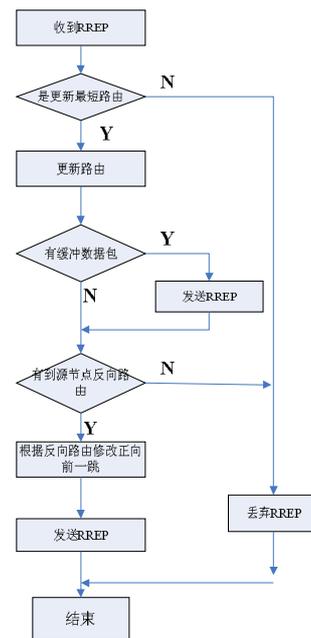
3 AODV 协议的改进

为了有效利用建立的其它路径信息，在目的节点处作了改进，使目的节点回复两次 RREP 报文，以建立备选路由。目的节点收到第二个相同 RREQ 报文时，首先判断其路由跳数，如果路由跳数小于已建立路由的跳数，则更新路由表，设置新路由为主路由，而原路由则变成备选路由。如果 RREQ 报文的跳数相

同，则后收到的 RREQ 报文链路成为备选路由。源节点会收到不同邻居节点回复的路由应答报文，把跳数最短的路由设置为主路由，其它则设置为备用路由。



(a) 路由发现过程



(b) 路由回复过程

Figure 1. The process of AODV route discovery and reply

图 1. AODV 路由发现和回复过程

只要主路径保持连通，数据包就在主路径上传输。当某个节点发现链路断开，在数据发送过程中会发现

数据包无法成功发送,此时备用路由会升级为主路由,原来的主路由则被删除。数据将会由新的主路由继续发送。如果由于源节点移动或网络拓扑结构改变导致的通信中断,一般情况下即使是使用备用路由也无法发送成功。此时通过路由维护功能,重新寻找新的主路径和备用路径。

由于对 AODV 路由协议进行了改进,因此路由表除了要记录主路由中的下一跳节点地址,也要设置备选路由状态及备选路由的下一跳地址,对路由表内容进行了扩展,如表 1 所示。

Table 1. New routing table format
表 1. 新路由表格式

表项名称	注释
目的节点	目的节点地址
路由状态	各路由状态
下一跳节点	主路由由下一跳地址
备选路由状态	布尔变量,记录是否具有备用路由
下一跳节点	备选路由由下一跳地址

4 实验及结果分析

为了验证多径路由的性能,实验采用如图 2(a)所示结构。

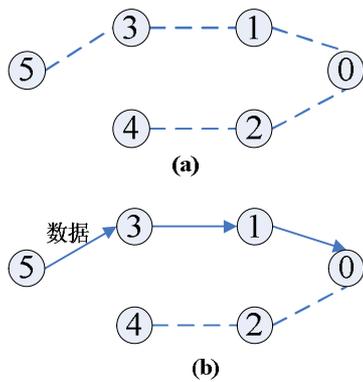


Figure 2. Multi-path routing protocol test chart
图 2. 多经路由协议实验结构图

首先节点 5 会建立一条路径,并向节点 0 发送数据,假设选择的路径为 5-3-1-0,如图 2(b)。为了验证备选路由机制,关闭节点 3,假设节点 3 由于某些原因无法正常工作。

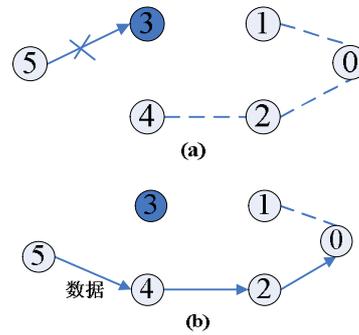


Figure 3. Starting alternative route
图 3. 启动备用路由

如图 3(a)所示,由于节点 3 的失效,数据无法通过原路径发送到目的节点。节点 5 在发送两次数据后,依然收不到节点 3 的确认信息,以此判断节点 3 失效,并升级备选路由成为主路由。通过备选路径 5-4-2-0 发送数据至目标节点,如图 3(b)所示。

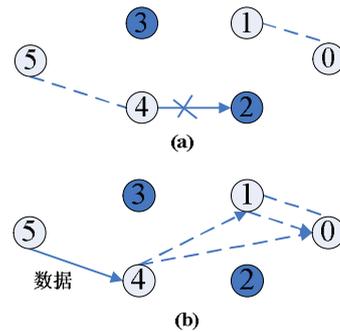


Figure 4. Routing in the absence of alternative routes
图 4. 无备选路由情况下路由选择

如图 4(a)所示,继续关闭节点 2,数据在中途转发时,节点 4 收不到节点 2 的确认信息。通过两次尝试之后,节点 4 判断节点 2 失效,而节点 4 的路由表中没有备选路由。此时节点 4 通过路由维护功能,重新广播查找一条路径,发送数据至目标节点。实验中如图 4(b)所示,节点 4 可能建立 4-1-0 的路径,或者建立 4-0 的路径,主要是因为每个节点的通信能力有所差别,节点 4 和节点 0 在可以直接通信的情况下,会优先选择一跳的路径。

5 结论

本文对 AODV 路由协议进行了研究,基于降低节点之间通信开销和延长网络寿命的目标对 AODV 协议进行了改进。该改进方案采用提供到一个目的节点

的多条路径,源节点可以使用这些路径作为主路径和候选路径,以此来减少路由维护带来的通信开销,从而降低了能量消耗,延长了网络生命周期。

致 谢

本文在撰写过程中,天津市电子协会理事贾常胜和天津大学计算机学院部分教师给予了宝贵的意见和建议,在此我表示衷心的感谢。

References (参考文献)

- [1] Sun Limin, Li Jianzhong, Chen Yu, Zhu Hongsong. Wireless sensor networks [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005
孙利民, 李建中, 陈渝, 朱红松. 无线传感器网络. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [2] Perkins, Nokia Research Center, E. Belding-Royer. RFC3561-Adhoc On-Demand Distance Vector AODV Routing [M]. University of California, Santa Barbara, S. Das. University of Cincinnati. 2003.
- [3] Jiang Min, Shi Huichang, Yin Bin, etc. Based on energy-aware AODV routing protocol. Sensors and Microsystems [J]. 2008, 27(3):18-2.
蒋敏, 施惠昌, 尹斌等. 基于能量感知的 AODV 路由协议[J]. 传感器与微系统. 2008, 27(3): 18-2.
- [4] Perkins C E, Scalability Study of the Ad hoc on-demand Distance Vector Routing Protocol [J]. International Journal of Network Management, 2003, 13(6): 97-114.
- [5] Gupta, N., Das, S.R., Das, S.K., et al. Energy-aware on-demand routing for mobile ad hoc networks, Distributed Computing, Mobile and Wireless Computing. 4th International Workshop, IWDC, 2002. Proceedings (Lecture Notes in Comput. Sci.Vol.2571), 164-73, 2002.