

## Improvement of Routing Technology Based on No-Hello-Message for Wireless Sensor Networks

HU Gang\*, QIAN Wen-ling, CHEN Shi-zhi, XIE Dong-mei

(College of Computer & Information Engineering, Ho Hai University, Changzhou Jiangsu 213022, China)

**Abstract:** Emphasis is laid on the routing characteristics, routing establishment and its maintenance of the AODV protocol. Since the nodes' energy is so limited, we propose a no-hello-message scheme in AODV protocol to solve the problem. Using OPNET, we make some simulation of the predominance of the re-formative AODV protocol. And the improved protocol greatly reduces the energy consumption and effectively prolongs the lifetime of the nodes, which are the main concerns of wireless sensor networks.

**Key words:** wireless sensor network; AODV routing protocol; hello message; network lifetime

EEACC: 6150P; 7230

# 基于无 Hello 消息的无线传感器网络路由技术的改进

胡 钢\*, 钱文玲, 陈世志, 谢冬梅

(河海大学计算机及信息工程学院, 江苏 常州 213022)

**摘 要:** 重点分析了 AODV 协议的特征、路由建立、维护过程。针对无线传感器网络节点电量局限性问题, 提出采用取消 Hello 消息的 AODV 协议。并基于 OPNET 平台仿真了无 Hello 消息的 AODV 协议的性能, 改进的协议极大地减少了能量的消耗并且有效地延长了节点的生命周期, 表明协议基本符合无线传感器网络的要求。

**关键词:** 无线传感器网络; AODV 协议; Hello 消息; 网络生命周期

中图分类号: TN92

文献标识码: A

文章编号: 1004-1699(2008)01-0109-04

无线传感器网络是一种特殊的 Adhoc 网络, 可应用于现代化战场、环境检测、救灾等许多场合, 日渐受到人们的重视。路由技术是无线传感器网络通信层的核心技术, 也是其组网的基础。一个网络设计的成功与否, 路由协议非常关键。目前使用较多的是带 Hello 消息的 AODV 路由协议, 它能够及时发现路由变化并进行相应维护, 保证活路径上邻节点之间连通的有效性。但实际上这是用增加协议的维护开销来换取时延的降低, 尤其是在网络业务负载相对于路由有效期较重的情况下, Hello 消息独立于业务情况, 固定周期地广播开销, 不仅没有必要, 还将导致协议效率下降, 进一步加剧网络负载, 占用相当的网络带宽。为了获得较高的综合网络性能, 本文对 AODV 协议做了一些改进, 降低了协议开销和端到端时延, 延长了网络生存周期。

## 1 路由协议分类

现在常见的 Adhoc 网络的路由协议可以分为两类: 表驱动路由协议和按需路由协议。DSDV (destination-sequenced distance-vector routing) 和 WRP (wireless routing protocol) 等属于前者, 其原理是在各移动节点间始终建立和维护一个随时反映网络拓扑变化的完整路由表, 这类算法具有路由选择迅速、准确的优点, 但路由表建立和维护所需的管理控制传输开销巨大, 协议效率很低。AODV (Ad-hoc on-demand distance vector routing) 以及 DSR (dynamic source routing) 等属于后者, 仅在需要路由时才由源节点启动路由发现过程, 在通信过程中维护路由, 而当通信结束时, 该节点就无需保持到达目的节点的路由, 从而节省了大量未必有效的路由管理控制开销。

## 2 AODV 路由协议原理及协议的改进

### 2.1 AODV 路由协议原理

AODV 按需距离矢量法并不维持一个路由表,而是根据需要创建路由,以减少广播数。只要通信终端有到彼此的有效路由,AODV 就不启动任何工作。当源节点和目的节点之间没有路由时,此时有可能因为节点开始不知道到目的节点的路由,或者以前有效的路由过期或是无效(路由表中的跳数为无限跳),源节点才启动路由发现过程,通过广播 RREQ(路由请求消息)信息来查找相应路由。当该 RREQ 信息到达目的节点本身,或者是到达一个拥有“足够新”的到达目的节点路由的中间节点时,路由就可以确定了。路由请求分组采用序列号编码以避免环路,并保证中间节点只回应最新的信息。从同一源节点发出的 RREQ 信息在到达目的节点时所经过的节点组成反向路径,它以源节点为目的节点。这样当目的节点或拥有“足够新”的到达目的节点的中间节点就可以通过反向路径向源节点单播返回 RREP(路由应答消息)包。RREP 所经过的节点建立起正向路径,它以真正的目的节点为目的节点,此时就可以沿此正向路径传送数据包了。

通过路由发现过程发现路由以后,在使用过程中,AODV 采用路由维护保证路由的有效性。由于移动节点的位置变化,网络的拓扑结构也发生相应的变化。在维护路由表的过程中,当路由不再被使用时,节点就会从路由表中删除相应的项。同时,节点会监测下一个活动路由中下一跳节点的状况。当发现有链路断开的情况时,就发出 RERR(路由错误消息)信息通知其它节点。在 RERR 信息中指明了由于断路而导致无法到达的目的节点。

### 2.2 AODV 路由协议的改进

针对能量消耗问题,充分利用现有的资源,融合反向路由、动态簇头节点、特殊的路由请求消息,我们提出了一种更加完善的路由协议。具体如下:

1. 去除了 Hello 消息。因为节点损坏必然导致目的节点在很长时间内无法接收到沿此路由发来的数据,从而导致此路由项失效。目的节点在路由失效后立即沿反向扩散 RREQ 消息,从而可以立即建立一条新的由源节点到目的节点的路由。

不采用周期性 Hello 消息维护路由,在很大程度上减少了节点的辅助消息发送量,极大的节省了节点的能量;而利用反向路由仅是充分利用已有的路由资源,精简了节点的功能。

2. 簇头节点对周围节点采集的数据进行一些预

处理,这样可以节省带宽,但是必然造成簇头节点消耗更多的能量,而电源容量有限,一旦电池能量用完,这个节点也就失去了作用。因此为了保证簇头节点的有效性和能量消耗的均衡性,必须保证簇头节点的动态可选性。

这里仍然考虑充分利用现有的资源,因为每一次发送 RREQ 消息时,节点的序列号都要加一,所以节点序列号可以基本体现节点能源消耗的情况。算法如下:

- (1) 根据区域范围设定一个半径,一般取半径  $r = 2 * \sqrt{\text{区域范围} / \text{节点数量}}$ 。

- (2) 在区域范围内先设定簇头节点,即初始化簇头节点。

- (3) 如果节点变成簇头节点,则广播通知周围在以簇头节点为中心, $r$ 为半径的节点自己成为簇头节点。节点如果已经有簇头节点,则忽略此消息。

- (4) 定时查看节点序列号,当节点序列号  $> C_{\text{区域内节点数量}} * 2/3$ ,动态改变簇头节点的信息。

3. 针对包格式提出一个提高速率、节省能量的方法。将 DATA 消息和 RREQ 消息绑定,以扩散方式在路由建立过程中将最先监测到的数据发送给目的节点,路由建立后,后继数据可以沿已经建立的路由将数据快速发送给目的节点,这样便可以达到实时和节能的目的。

## 3 AODV 路由协议仿真模型

### 3.1 仿真工具

OPNET 是一种主要面向研发的强有力网络仿真工具。它采用阶层性的模拟方式。从协议间关系看,节点模块建模完全符合 OSI 标准;从网络物件层次关系看,提供了三层建模机制,最底层为进程模型,以状态机来描述协议;其次为节点模型,反映设备特性;最上层为网络模型,该层模型可以直接建立起仿真网络的拓扑结构。三层模型和实际的协议、设备、网络完全对应,全面反映了网络的相关特性。

OPNET 采用离散事件(网络状态的变化)驱动的模拟机理。也就是说,只有网络状态发生变化时,模拟机才工作,网络状态不发生变化的时间段不执行任何模拟计算,即被跳过。与时间驱动相比,离散事件驱动的模拟机计算效率得到很大提高。

### 3.2 仿真模型

#### 1. 网络模型

网络由 40 个移动节点组成,如图 1 所示。依次为 0,1,2, ..., 39,随机地分布在 1000 m × 500 m 的

矩形区域中,通过无线链路通信。为简单起见,我们约定网络拓扑结构只随节点的移动而变化。

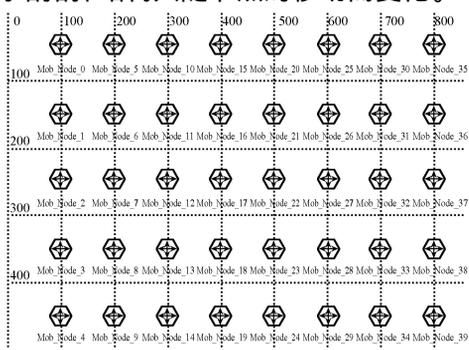


图 1 网络模型

### 2. 节点模型

网络中的每个节点由它的地址 0-39 (自动分配) 唯一标识,所有节点都具有相同的节点模型。节点模型试图重现 OSI 协议栈,只是为强调路由实现而将某些层次合理地省略了,因为开发仿真框架的主要目的是采用无 Hello 消息的 AODV 路由协议以适应无线传感器网络应用的要求。节点模型如图 2 所示。

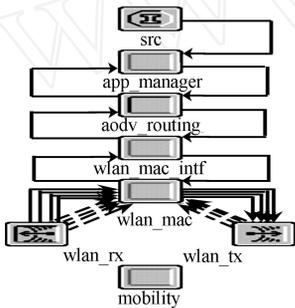


图 2 节点模型

### 3. 进程模型

节点模型中的每一个节点模块都是通过一个进程模型来实现的。一个进程模型实际上为一个有限状态机,它代表模块的行为(状态)及其逻辑(状态转移规则)。有限状态机使用状态和状态转移决定模块采取什么行为来响应一个事件。图 3 给出了实现路由协议的 aodv\_routing 进程模型。

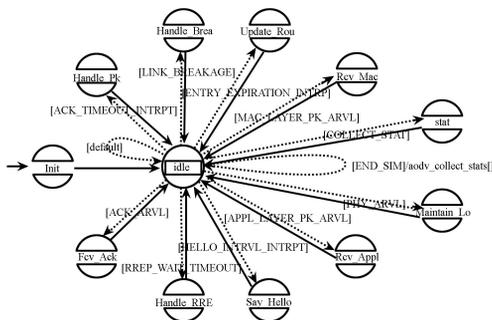


图 3 aodv\_routing 进程模型

## 4 仿真结果

改进后的协议开销和端到端时延对比分别如图 4 和图 5 所示。

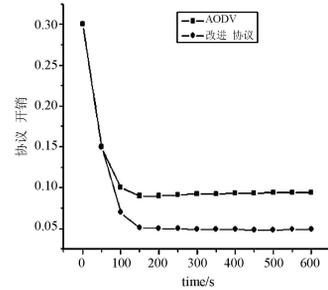


图 4 协议开销

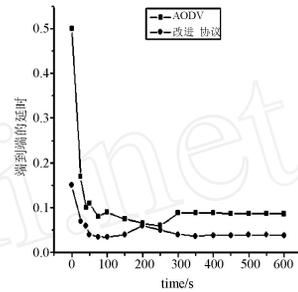


图 5 端到端时延

仿真结果显示,改进后的 AODV 路由协议的协议开销和端到端时延均有明显的下降。改进后失效节点百分比如图 6 所示。失效节点数较改进前明显减少很多,这样便可以延长网络的生命周期,提高能量的利用率。

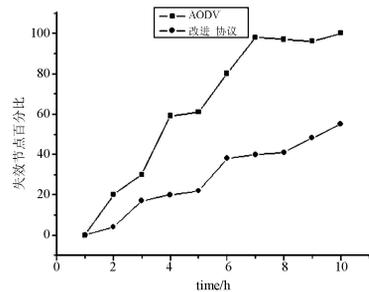


图 6 失效节点百分比

通过仿真提出的改进方法,从理论上来说显示改进的效果,对比 AODV 路由协议来讲,延长了网络的生命周期。结合网络生存期这个无线传感器主要考虑的因素,同时也给出了其他相关方面的仿真结果。这些仿真结果可以帮助我们优化无线传感器网络和路由协议的设计。

## 5 结论

随着人们对无线传感器网络的研究与应用的进一步加深,无线传感器网络路由协议的设计已经成为一个新的技术热点,吸引着越来越多技术人员的

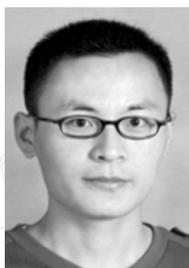
关注与研究。考虑到充分利用网络现有资源,不增加其复杂性与进程状态,本文提出了无线传感器网络应用中一种低能量的网络路由协议,期望能够抛砖引玉,对从事相关研究的人员有所帮助。在以后的研究中,生命周期仍旧是我们需要着重考虑的问题,网络协议的生命周期问题将被进一步关注。

#### 参考文献:

- [1] Ian F Akyildiz, Weilian Su. A Survey on Sensor Networks [J]. IEEE Communications Magazine. 2002(8).
- [2] Jiang Qiangfeng, D Manivannan. Routing Protocols for Sensor Networks.
- [3] David Braginsky, Deborah Estrin. Rumor Routing Algorithm for Sensor Networks[C]// First Workshop on Sensor Networks and Applications. Atlanta, GA, 2002(10).
- [4] Rahul C Shah, Jan M Rabaey. Energy Aware Routing for Low Energy Ad Hoc Sensor Networks[C]// IEEE Wireless Communications and Networking Conference. 2002(3).
- [5] 汪李峰、于全、戴浩、孙小东,移动 AdHoc 网络的仿真框架[J]. 系统仿真学报,2002(8).
- [6] 陈晓曙、李霞,一种高效的 AdHoc 网络 AODV 改进路由协议[J]. 东南大学学报,2003(3).
- [7] 赵志峰、郑少仁,Adhoc 网络体系结构研究[J]. 电信科学, 2001.



胡 钢(1958-),男,汉族,河海大学计算机及信息工程学院 教授,研究方向为无线传感器网络;长期从事计算机测控系统、水利信息处理与智能控制、无线传感器网络等方面的教学、科研及产品开发,先后主持完成了省、部、市级和企业单位委托项目 20 多项,获专利 3 项。获得省、市科技进步奖 2 项。先后在核心刊物上发表科研论文 30 多篇。主编、参编教材 2 本, hugang @webmail. hhuc. edu. cn



陈世志(1984-),男,汉族,河海大学计算机及信息工程学院 硕士研究生,研究方向为无线传感器网络, shizhi\_chen @sina. com