

一种基于能量消耗策略的 AOMDV 改进协议

刘桂兰^{1,2}, 余本功^{1,2}

(1. 合肥工业大学 管理学院, 安徽 合肥 230009;
2. 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009)

摘 要:针对 AOMDV 路由协议没有考虑节点能量消耗的问题,提出一种基于能量消耗策略的 AOMDV_EC 路由协议,旨在均衡消耗网络中每个节点的能量,达到延长整个网络生存时间的目的。通过 NS2 网络仿真平台对 AOMDV 和 AOMDV_EC 两种路由协议的性能进行仿真实验测试,分别从网络生存时间、网络端到端的传输时延、路由开销三个维度对改进路由协议的性能进行对比分析。实验结果表明,添加能量策略的 AOMDV_EC 协议能够有效延长网络生存时间,降低端到端的传输时延,并且有效控制了网络中的路由开销。AOMDV_EC 路由协议能够均衡整个网络环境中各节点的能耗,达到改善整个网络通信性能的目的。

关键词:AOMDV; 能量消耗; 网络仿真; 性能测试

中图分类号:TP393.04

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2017)03-0061-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2017.03.013

An Improved Protocol of AOMDV Based on Strategy of Energy Consumption

LIU Gui-lan^{1,2}, YU Ben-gong^{1,2}

(1. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. Key Laboratory of Process Optimization & Intelligent Decision-making of Ministry of Education, Hefei 230009, China)

Abstract:In view of the problem that AOMDV routing protocol does not take into the energy consumption of the nodes account, an AOMDV_EC routing protocol based on the strategy of energy expenditure is proposed to balance energy consumption of each node in the network and achieve the purpose of extending network survival time. And through NS2 network simulation platform, the performance of two protocol (AOMDV and AOMDV_EC) is tested, analysis of the performance of the improved routing protocol from three dimensions like the network lifetime, the end-to-end transmission delay and the routing overhead. The results show that the AOMDV_EC protocol with energy strategy can effectively prolong the network lifetime, reduce the end-to-end transmission delay and control the routing overhead in the network effectively. AOMDV_EC routing protocol can balance the energy consumption of each node in the network environment, so as to improve the performance of the whole network communication.

Key words:AOMDV; energy consumption; network simulation; performance test

0 引言

无线 AdHoc 网络是一种多跳、无中心的自组织网络,组网简单灵活,成本低,生存能力强,正逐渐成为军事、传感器等领域的研究热点。由于 AdHoc 网络不需要依赖任何固定基础设施,在其大规模组网的应用环境中,必须依靠可携带的电池供电,因而能量非常受限^[1-2],同时移动终端数目比较庞大且电池更换不方

便。当网络流量分布不均匀时,一些节点可能会承担比较大的业务量,转发报文的次数将会增多,节点能量消耗的速度将会迅速增加,一旦节点电池能量耗尽,将无法进行数据传输工作,直接退出网络,同时也会导致该节点所在的整条链路的中断和数据传输的延迟,造成数据分组投递率的下降。当这种失效的节点数量不断增多会导致网络被分割,最终网络将不再能够互联,

收稿日期:2015-12-16

修回日期:2016-05-05

网络出版时间:2017-02-17

基金项目:国家“863”高技术发展计划项目(2011AA05A116)

作者简介:刘桂兰(1989-),女,硕士研究生,研究方向为物流管理及信息化;余本功,博士,教授,硕导,研究方向为信息管理与信息系统、项目管理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170217.1623.008.html>

整个网络的通信效率迅速下降,严重影响网络的性能、通信质量和生命周期。因此,需要研究一种基于节点电池容量的路由协议,能够均衡消耗网络中每个节点的有限能量,改善网络的通信质量。

为了延长网络的寿命,文献[3-6]从节点的剩余能量出发,采用最小电池消耗路由和最小最大电池消耗路由的策略,将路由协议与能量均衡理论相结合,实现流量均衡,延长网络的整体寿命。文献[7]提出高能量节点驱动的路由协议(HN-AODV)将高能量节点驱动的策略应用于按需路由发现过程,力求使路由的建立避开低能量节点,尽量选择能量较高的节点来承担转发任务,以此来平衡网络的能耗,提高网络的生命周期。

文献[8]将节点的剩余能量状态分为不同等级,针对路径状态的差异设置不同的响应机制,均衡网络能耗、改善网络流量的不均匀性,提高了网络的性能。通过引用文献中提到的节点能量等级制度,文中设计了一种改进型的基于能量消耗策略的 AOMDV 路由协议(AOMDV based on Energy Consumption, AOMDV_EC),从而延长网络的生存时间。

1 AOMDV 路由协议

AOMDV^[9](AdHoc On Demand Multipath Distance Vector)协议是一种典型的基于 AODV^[10]的按需多径路由,它是在 AODV 的基础上通过增加少量的控制开销来保证获取多条无环、链路不相交路径,包括路由发现和路由维护两个过程。

1.1 路由发现

AOMDV 协议在路由发现过程中继续使用 AODV 的目的序列号机制来表明路由的更新情况、确保路径无环,并且在路由表结构中用广告跳数^[11]代替了原来 AODV 中的跳数项,用来表明到达目的节点的最大跳数。除此之外,通过建立<nexthop, hopcount>链表表示存储多条路径信息。为了发现节点不相交的路由,节点收到重复的 RREQ 后不会立即丢弃,而是将不同邻居节点发送的 RREQ 中的信息保留下来,建立反向路由, AOMDV 协议会在路由发现时建立多条路径,选择其中一条作为主路径,其他作为备份路径。

1.2 路由维护

同 AODV 协议一样,由 RERR 路由错误分组消息进行路由维护。由于 AOMDV 是多径路由协议,当主路径失效时会启用备份路径来进行通信,只有当所有链路全都断开时才会发送 RRER 消息给源节点,重新发起一个新的路由查找过程。这样可以减少路由查找的次数,降低网络中的数据传输时延。但是 AOMDV 协议在路由维护过程中并没有考虑节点的能量消耗

因素,网络中的节点能量受限,一旦能量不足就会导致数据传输失败,降低网络的通信效率。

2 AOMDV_EC 路由协议的改进

针对 AOMDV 协议的不足,将节点的能量模型引入到 AOMDV 协议的寻路机制中,旨在保护网络中能量较低的节点,均衡消耗网络中每个节点的有限能量,达到延长网络生命周期的目的。

2.1 改进思路

为了解决 AOMDV 协议因能量耗尽导致路径断开、频繁地发起路由查找所引起的路由消耗问题,研究 AOMDV 路由协议的具体工作流程,将节点的能量模型应用到 AOMDV 协议的路径选择过程中,根据节点能量水平的不同设定相应的操作流程,设计一种新型的基于能量消耗的路由协议(AOMDV_EC)。AOMDV_EC 路由协议的设计思想主要在于对 RREQ 消息的处理机制上。网络中的中间节点在收到 RREQ 消息后首先判定自身的剩余能量是否充足,如果能量不足直接丢包,不做任何处理,如果能量足够转发数据,才会根据自身路由表中是否有到目的节点的路径而选择转发 RREQ 或者回复 RREP 消息。AOMDV_EC 路由协议的设计思路如图 1 所示。

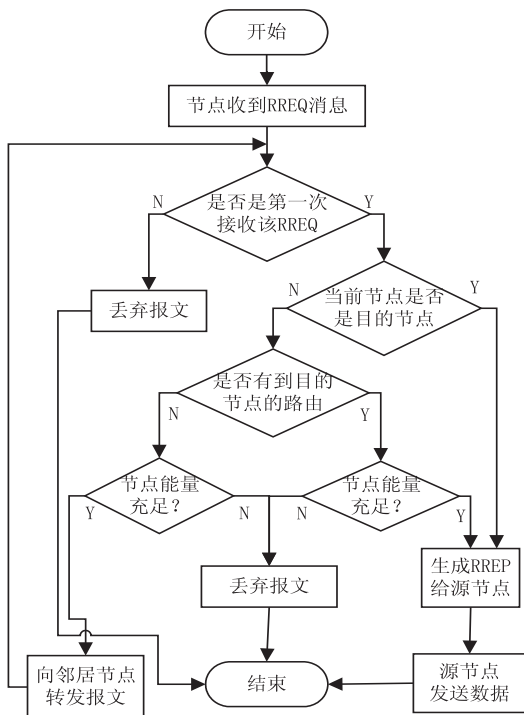


图 1 AOMDV_EC 路由协议的设计思路

2.2 改进方案

在 AODV 路由协议的基础上,将节点的剩余能量值依据所占初始能量值的百分比排序,并分为三个等级,分别是 high(剩余能量值大于等于初始能量值的 20%)、normal(剩余能量值介于初始能量值的 10% 与

20%之间)、danger(剩余能量值小于初始能量值的10%)。在节点收到 RREQ 消息之后,依据剩余能量水平的差异分别设计节点的响应函数:当源节点发起路由由查找时,中间节点接收到 RREQ 消息,如果当前节点没有收到过同样的 RREQ 也不是目的节点,那么首先根据自己的能量水平进行判断:如果能量级别为 high,就立即转发 RREQ 消息,如果有到目的节点的路径则回复 RREP 消息;如果能量级别为 danger,不足以维持 RREQ 消息的转发,则丢弃数据包;如果能量级别为 normal,设定节点随机等待一段时间后进行数据包的转发。具体的源码实现过程如下:

```
if((node N receives RREQ)&&(N is not the source)&&(N is not the destination))
{
    if(node N has a fresh route entry for RREQ destination)
    {
        if(energy>=20% * initialenergy)
        {
            N sends RREP with NO_DELAY;
        }
        else if(10% * initialenergy<energy<20% * initialenergy)
        {
            N sends RREP with DELAY * Random::random();
        }
        else{N discards RREQ;}
    }
    else if(node N has no fresh route entry for RREQ destination)
    {
        if(energy>=20% * initialenergy)
        {
            N forwards RREQ with NO_DELAY;
        }
        else if(10% * initialenergy<energy<20% * initialenergy)
        {
            N forwards RREQ with DELAY * Random::random();
        }
        else{N discards RREQ;}
    }
}
```

3 仿真实验及分析

为了验证 AOMDV_EC 路由协议的性能优劣,在 NS2 仿真平台上搭建相关的网络模拟环境,为 AOMDV 和基于能量消耗的 AOMDV_EC 协议进行仿真,对比分析两者的实验结果及其性能。

3.1 仿真实验

通过 NS2 网络仿真平台,在设定 1 000 m * 1 000 m 的仿真区域内,采用 20 条 CBR 比特流来模拟产生网络通信流量,每隔 0.1 s 发送大小为 512 字节的分组报文,仿真时间是 500 s。设定节点初始能量值为 50 J,模拟节点在 5 m/s、10 m/s、15 m/s、20 m/s、25 m/s 和 30 m/s 六种不同的移动速度下,分别对 AOMDV 和 AOMDV_EC 两种协议进行仿真,其对应的仿真实验场景搭建主要配置参数如表 1 所示。

3.2 结果分析

为了分析 AOMDV 改进前后的工作效率,选择网络生存时间、端到端时延和路由开销^[12-14]三个指标来度量 AOMDV_EC 的性能,如图 2~4 所示。

(1)网络生存时间:定义为整个网络中三分之一的节点电池能量耗尽的时间,可反映网络的连通性,网络生存时间越长,提供的网络通信性能越好。

表 1 主要配置参数

主要参数配置	参数值
节点数量/个	24
仿真场景大小/m ²	1 000×1 000
指定路由协议类型	AOMDV、AOMDV_EC
数据流类型	CBR
暂停时间/s	0
仿真时间/s	500
最大移动速度/(m/s)	5,10,15,20,25,30
分组大小/bytes	512
分组发送速率/(packets/s)	10
传输距离/m	250
初始能量值/J	50
节点发送功率/W	0.660
节点接收功率/W	0.395

图 2 显示,采用 AOMDV_EC 的网络生存时间有明显提高。因为 AOMDV_EC 在路由洪泛和路由应答过程中通过对节点剩余能量进行保护,会尽量避开使用能量相对较低的节点来建立路由,同时对于能量消耗较快的节点也有考虑,使得网络中建立起来的路由能有效绕过网络中的瓶颈,实现路由分流,很好地均衡了网络中的能量消耗,有效避免了网络中因过度使用某些节点而导致网络分裂的现象,从而延长了网络生存时间。

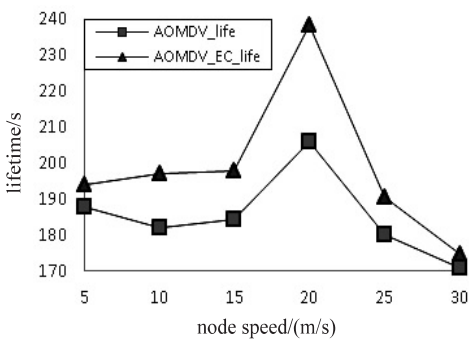


图 2 网络生存时间对比图

(2)平均端到端时延:在仿真时间内,从源节点发送数据包到目的节点接收所花费的平均时间。反映了网络的畅通情况,其值越小,畅通性越好。

平均端到端时延 = Σ (接收到数据包的时间 - 发送数据包的时间) / 发送数据包的个数

由图 3 可知,在整个仿真过程中,AOMDV_EC 在时延方面优于 AOMDV。因为 AOMDV_EC 采用了能量等级制度,使得能量较低的节点避免参与路由查找和转发数据分组,有效均衡了网络中节点的能量消耗,所以 AOMDV_EC 从整体上降低了路由的端到端时延,

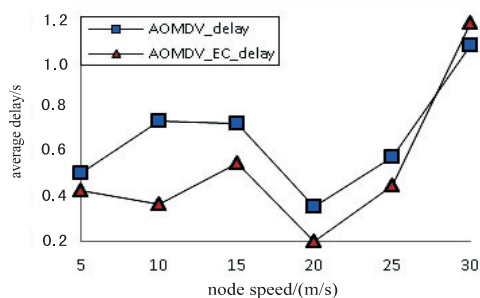


图3 平均端到端时延性能比较图

提高了网络的传输速率。

(3)路由开销:在仿真模拟期间网络上所传输的路由控制分组的总数,占信道中总的分组总数的比例。反映了网络的拥塞程度和路由效率,理想情况下,其值越小,网络性能越好。

路由开销=(转发的路由包个数+发送的路由包个数)/目的端接收到的数据包个数

图4结果表明,改进后的路由协议 AOMDV_EC 在路由开销上明显优于 AOMDV。因为 AOMDV 协议中,由于节点能量耗尽导致节点所在的链路失效,需要重新发起路由查找,引起了很高的路由洪泛开销。AOMDV_EC 根据剩余能量水平的不同限制了洪泛次数,控制了网络路由开销。

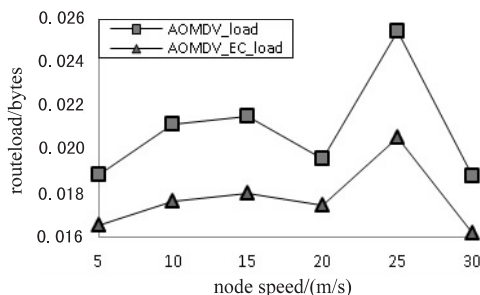


图4 路由开销对比图

4 结束语

针对 AOMDV 协议没有考虑节点的能量因素问题,提出新的路由算法 AOMDV_EC,使得在路由选择过程中尽量避免使用剩余能量过低的节点,均衡网络的能量消耗。实验结果表明,基于能量消耗策略的 AOMDV_EC 协议在网络生存时间、端到端时延和路由开销等性能指标方面都有所改善,提高了整个网络的通信质量,对 AdHoc 网络路由协议的研究提供了一定

的参考价值。

参考文献:

- [1] 王 博,李腊元.一种基于能量模型的 AODV 改进协议[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2008,32(4): 627-630.
- [2] 郝聚涛,赵晶晶,李明禄.基于能量和链路状态的 AODV 路由请求转发机制研究[J]. 计算机科学,2009,36(7):68-70.
- [3] 胡 平,张金钟.基于能量均衡的 AOMDV 路由协议的改进[J]. 计算机工程与设计,2011,32(9):2976-2979.
- [4] 潘云霞,冀常鹏.AODV 的能量策略研究[J]. 计算机工程,2010,36(22):103-105.
- [5] Toh C K. Maximum battery life routing to support ubiquitous mobile computing in wireless adhoc networks[J]. IEEE Communications Magazine,2002,36(9):138-147.
- [6] Malek A G, Li C, Layuan L, et al. New energy new energy model:prolonging the lifetime of ad-hoc on-demand distance vector routing protocols (AODV) [C]//International conference on future computer and communication. [s. l.]: [s. n.], 2010:426-429.
- [7] 焦臻楨,田 克,张宝贤,等.高能量节点驱动的按需距离矢量路由协议[J]. 计算机科学,2011,38(1):91-93.
- [8] 周 玮,史杏荣.基于 AODV 的节能改进措施[J]. 计算机仿真,2007,24(4):112-115.
- [9] Marina M K, Das S R. On-demand multi path distance vector routing in ad hoc networks[C]//Proceedings of the ninth international conference on network protocols. [s. l.]: [s. n.], 2001:11-14.
- [10] Perkins C, Royer E B, Das S. Adhoc On-demand Distance Vector (AODV) routing[M]. [s. l.]: [s. n.], 2003.
- [11] 肖克江,熊忠阳,张玉芳.多径路由协议 AOMDV 的改进与性能分析[J]. 计算机工程与应用,2012,48(6):99-101.
- [12] Yuan J, Ding S, Zhang D. An energy-balancing routing protocol based on AODV [C]//IEEE international conference on wireless communications, networking and information security. [s. l.]: IEEE, 2010:588-592.
- [13] 余本功,刘桂兰,许绍斌.基于 GloMoSim 的 AdHoc 网络路由协议仿真研究[J]. 计算机技术与发展,2013,23(12): 105-108.
- [14] 沈 奔,秦 军,万 丽.无线 Ad Hoc 网络中 AODV 路由算法的研究与改进[J]. 计算机技术与发展,2011,21(3): 150-153.