

基于 AODV 改进的战术互联网移动子网路由协议

赵 典,慕晓冬,易昭湘

(火箭军工程大学 信息工程系,陕西 西安 710025)

摘 要: 为了适应战术互联网移动子网网络拓扑变化快、链路易断裂、可能存在单向链路、负载不均衡等特点,对传统 AODV 协议进行改进. 在选路时考虑链路的稳定性和节点的负载,在 RREQ 报文加入前向节点列表防止单向链路,节点选取两条最优路径作为主备路由,设计了一种适合战场环境的 MSAODV(Mobile subnet based AODV) 路由协议,并进行了仿真对比. OPNET 软件仿真结果表明,MSAODV 路由协议能够提高战术互联网移动子网的网络性能.

关键词: 战术互联网;路由协议;按需距离矢量路由协议;OPNET 仿真

中图分类号: TP393. 04

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)01—0062—04

Modified Routing Protocols Based on AODV for Mobile Subnet in Tactical Internet

ZHAO Dian, MU Xiao-dong, Y Zhao-xiang

(College of Information Engineering, Rocket Force University of Engineering, Xi'an 710025, China)

Abstract: In order to adapt to the fast change of the network topology, easy link fracture, the unidirectional link and the load imbalance in tactical Internet mobile subnet, the traditional AODV protocol is improved. Stability of link and load of nodes considered in routing choose, the forward nodes list to be added to RREQ message to avoid unidirectional links and main and backup routes stored by the source node, the MSAODV (Mobile Subnet based on AODV) routing protocol has been designed for battlefield environment. OPNET simulation results show that the MSAODV protocol can improve tactical internet performance.

Key words: tactical Internet; routing protocol; AODV; OPNET

1 引言

战术互联网战术互联网体系分为三层,分别是宽带数据网层、无线干线层及无线分组末端层网络,其中最底层是由营级以下节点构成的战术互联网移动子网^[1]. 移动子网主要由超短波战术电台组成,可以根据指挥级别组成营级及以下网络,并与其他军事通信系统进行互联互通,从而保证高效的指挥控制信息和势态感知信息交换^[2]. 战术互联网移动子网层是由营以下单位机动性强的节点组成的,网络拓扑变化快,适合采用按需路由协议^[3]. 当前针对战术互联网的路由协议并不多,提出的大多数路由协议都不太适应作战需求和环境,面对特别的应用场

合要专门进行设计.

2 传统 AODV 路由协议

2.1 AODV 协议

AODV^[4]路由协议是专门为移动 Ad Hoc 网络(Mobile Ad Hoc Network, MANET)中的节点设计的按需驱动路由协议,能够在动态变化的网络中快速选择一条源节点与目的节点间的路由,并能及时对拓扑中的链路变化、断裂及时进行路由维护,具有操作简单、接入迅速、计算方法简便、内存占用低、网络负载轻等特点^[5].

2.2 AODV 在移动子网的问题

在标准的 AODV 路由协议以路由最小跳数为

选路标准,当网络中负载不高或者移动性不强的时候采用此路由机制网络性能整体较好,但是将 AODV 路由协议直接应用于移动子网中会产生诸多问题.诸如部分节点负载较重,链路易断裂,不支持单向链路等问题.

3 基于 AODV 的移动子网路由协议

3.1 改进思想

在战场通信背景下,传统 AODV 路由协议建立的路由不一定是最佳路径,可能面临路由生存时间短、数据传输不连贯、个别节点负载过大的情况,并且未考虑单向链路的问题,需要一种考虑链路稳定性和负载均衡并能解决单向链路问题的路由算法.

3.1.1 综合选路机制

在链路的稳定性衡量中,本文采用了跨层设计的思想,把 MAC 层获取的接收信号强度传递给路由层.节点的接收信号强度越强说明两节点间距离越近,所处的通信状态越好.但是测得的信号强度只能说明当前时刻链路的状态,不能说明下一时刻信号强度的变化情况,于是本文引入接收信号强度的变化率,表征信号强度的变化情况,接收信号强度和信号强度变化率组成加权公式,衡量两个节点的链路稳定性.

假设节点 B 在节点 A 的传输范围内, $RSS(t)$ 为节点 B 在时刻 t 接收到 A 的信号强度, RSS_{TH} 为接收阈值, $\Delta RSS_{A,B}(t_1, t_2)$ 为信号强度变化率, $LS_{A,B}$ 为节点 A, B 之间的链路度量因子, α, β 为加权系数.

$$LS_{A,B} = \alpha * \frac{RSS_{A,B}(t) - RSS_{TH}}{RSS_{A,B}(t)} + \beta * \Delta RSS_{A,B}(t_1, t_2),$$

$$\Delta RSS_{A,B}(t_1, t_2) = \frac{RSS_{A,B}(t_2) - RSS_{A,B}(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

$LS_{A,B}$ 数值越大,说明两点之间的链路越稳定.在路由发现过程中, RREQ 消息从源节点逐跳转发至目的节点,获取每一条链路的信号强度和信号变化率,计算链路稳定因子.记录路径上的每一条链路的链路稳定因子并进行比较,可以得出路径最小链路稳定因子,路径最小链路稳定因子表征了本条路径的稳定程度.

在路径选取时,本文采用目的节点延迟应答方案,根据路由衡量公式从所有路径中选取最佳路径.保留路由跳数 h 作为选路标准,取代以往路由跳数单一衡量标准,目的在于选择路由跳数少、链路稳定的路由.

路由衡量公式如下:

$$Measure = LS_{min} + \frac{1}{h} * \gamma.$$

式中, LS_{min} 表示一条路径中最小的链路度量因子; h 代表当前路径的总跳数, γ 为权值系数.

3.1.2 负载均衡

在进行路由发现时,接收到 RREQ 消息的节点检查自身的负载情况,如果负载较轻则转发 RREQ 消息,否则丢弃 RREQ 消息,那么建立起的路由不包含重负载节点,减小了发生网络拥塞的可能性.节点负载情况的获取同样需要采用跨层设计的思想,从 MAC 层获取节点数据缓存队列的情况.节点 i 的负载情况可以按照如下公式进行计算, MAC 层接口队列的占用率 l_i 衡量负载情况:

$$l_i = \frac{q_i}{l_{max}}.$$

式中, q_i 为节点 i 的 MAC 层接口队列缓存的分组数量, l_{max} 为节点 i 的 MAC 层接口队列能容纳的最大分组数量. l_i 的数值越大,表明节点当前的负载越大,节点发生拥塞的概率越大.为节点设置负载阈值,当 l_i 大于阈值时认为负载较高,不适合参与数据转发.通过对节点根据自身负载情况对路由请求信息转发进行限制,防止某些节点过度参与数据的转发,使得网络负载均衡.

3.1.3 防止单向链路

在 AODV 路由协议中,节点周期性地广播 Hello 包,但节点只能通过收到的 Hello 包判断发节点到本节点的链路是连通的,并不能确定本节点到发节点的链路是否连通.在路由发现过程中,节点在转发 RREQ 消息时将本节点的邻居节点列表存入 RREQ 消息中,接收到 RREQ 消息的节点首先查看 RREQ 消息中邻居列表中是否存在自己,若存在则继续下一步处理,否则丢弃 RREQ 消息.通过 RREQ 消息中的邻居节点列表的验证,可以确保路径中链路为双向链路.

3.1.4 备份路由

AODV 备份路由协议^[6]的主要思想是,在发送路由应答 RREP 消息过程中,作一定的改进,在不增加控制消息个数的情况下,维护了多条到目的节点的路径. AODV 路由协议中,当链路断裂时需要通过本地修复对链路进行修复,如果本地修复不成功,需要重新进行路由发现,会导致时延和路由开销的增加,降低网络性能.

针对这一缺点,本文提出了设置备份路由的方法:在路由选择中建立多条路径,根据选路算法区分

3.3.3 路由选择

目的节点采取延迟应答的方法,选取了 RREQ 消息中 Measure 最大的两条路径回复路由应答,源节点收到路由应答以后,利用 RREP 消息中的字段更新路由表,建立起源节点到目的节点的主路由和备份路由。在源节点进行数据传输时,首先采用主路由转发数据。

3.4 路由维护过程

路由中的节点周期性地发送 Hello 包,如果在一定时间内,邻居节点没有收到 Hello 包,说明两点间的链路断裂。当主路由发生断裂时,如果链路断裂处距离目的节点比较近,则启动本地修复,由断开处的上游节点重新启动路由发现过程,如果在规定的时间内完成路由修复,则利用新的路由重新发送数据包。如果无法启动本地修复或本地修复失败,则向上游节点发送 RRER 消息。源节点收到 RRER 消息,检查备份路由是否有效,如果备份路由有效则直接通过备份路由转发数据包,若备份路由已经失效,则重新进行路由发现。

4 仿真分析

4.1 仿真设置

本文采用 OPNET14.5 对 AODV 路由协议和改进的路由协议在战术互联网移动子网中进行仿真。仿真参数如表 1 所示。对节点在不同速度下的平均分组投递率和归一化路由开销的变化进行统计对比。

平均分组投递率是成功接收的报文数量与发送数据报文数量的比值,反映了网络的可靠性,归一化路由开销是每发送一个数据包所需要的路由控制报文数。

表 1 仿真参数设置

参数	值
仿真网络区域	20 km * 20 km
移动节点数目	50 个
节点运动模型	Random Waypoint
节点移动速度	0,5,10,15,20m/s
MAC 协议类型	IEEE802.11 DCF
节点无线传输半径	3 km(25 个)
	5 km(25 个)
带宽	1 Mbit/s
路由协议	MSAODV、AODV
业务类型	CBR
分组大小	1 024 Byte
发包速率	4 packet/s
仿真时间	1 000 s

4.2 仿真结果

如图 4 所示,MSAODV 路由协议的平均分组投递率高于 AODV 协议,这是由于 MSAODV 路由选择了负载更小、链路更加稳定的路径。

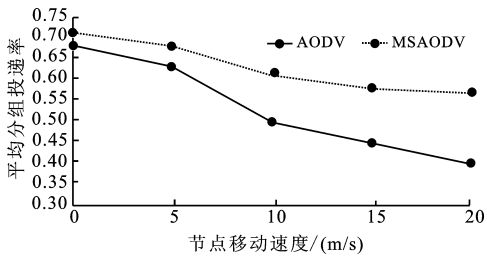


图 4 不同移动速度下平均分组投递率

如图 5 所示,AODV 路由协议在节点移动速度较慢时路由开销较低,随着移动速度加快,部分路由断裂,导致重新进行路由发现,路由开销增加而 MSAODV 协议设置了备份路由,可以有效减少路由断裂频率,减少了路由开销。

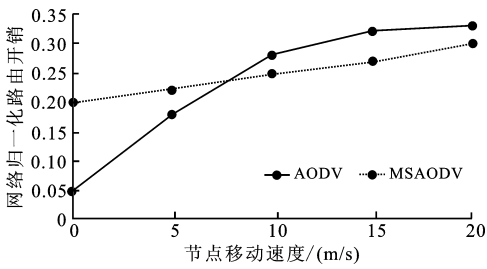


图 5 网络归一化路由开销

5 结束语

针对战场实际环境提出的 MSAODV 可以有效降低路由开销,提高分组投递率,更加适合于战术互联网移动子网。战术互联网路由协议仍有很多可以研究的方向,如网络安全性问题、与上层战术互联网互联互通的问题、利用跨层设计的思想改进网络性能。

参考文献:

[1] 祁竹,梁涛,严季. 基于战术互联子网的路由协议性能仿真比较[J]. 无线通信技术, 2013,22(2):30-34.

[2] 秦泽民. 战术互联网移动子网路由协议研究[D]. 长沙:国防科学技术大学, 2006.

[3] 王萌. 面向战术互联网的路由策略研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2012.

[4] Perkins C, Royer E M. Ad hoc on-demand distancevector routing[C]//Proc IEEE WMCSA'99. New Orleans, LA: IEEE, 1999:90-100.

thresholding segmentation based on a novel beta differential evolution approach[J]. Expert Systems with Applications, 2015, 42: 2136-2142.

[4] 王李进,伊义龙,钟一文. 逐维改进的布谷鸟搜索算法[J]. 软件学报. 2013, 24(11): 2687-2698.

[5] Valian E, Mohanna S, Tavakoli S. Improved cuckoo search algorithm for global optimization[J]. Journal of Communications and Information Technology, 2011,1(1):31-44.

[6] Wang F, He X S, Luo L G, Wang Y. Hybrid optimization algorithm of PSO and cuckoo search[C]. // Proc. of the 2nd Int'l Conf. on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIM-SEC). Piscataway: IEEE Inc. ,2011:1172-1175.

[7] Li M, Cao D. Hybrid optimization algorithm of Cuckoo Search and DE[J]. Computer Engineering Application ,2013, 49 (9): 57-60.

[8] Zheng H Q , Zhou Y . A novel cuckoo search optimization algorithm based on Gauss distribution[J]. Computer Information System, 2012(8):4193-4200.

[9] Haupt R L, Haupt S E. Practical genetic algorithms [M]. John Wiley & Sons, 2004: 225.

[10] Eusuff M M, Lansey K E. Optimization of water distribution network design using the shued frog leaping algorithm[J]. J of Water Resources Planningand Management, 2003, 129(3):210-225.

作者简介:

张晓琳 女,(1966-),博士,教授. 研究方向为数据库、图像处理.

张 冲(通讯作者) 男,(1990-),硕士研究生. 研究方向为图像处理. E-mail:283061054@qq. com.

杨 涛 男,(1989-),硕士研究生. 研究方向为图像处理.

(上接第 65 页)

[5] Perkins C, Belding E, Royer B, et al. Ad-Hoc on DemandDistance Vector (AODV) Routing [S]. RFC3561, 2003.

[6] Lee S J, Gerla M. AODV-BR: Backup routing in ad hoc networks[C]//IEEE Wireless Communications and NetworkingConference. Chicago:IEEE,2000.

作者简介:

赵 典 男,(1992-),硕士研究生. 研究方向为无线自组网. E-mail:643502666@qq. com.

慕晓冬 男,(1965-),教授,博士生导师. 研究方向为数据库理论与技术、网络安全.

易昭湘 男,(1980-),博士研究生. 研究方向为通信仿真与可靠性工程.