基于 NS2 的 Ad - Hoc 网络路由协议仿真:

江国星 张怡轩

(华中科技大学电子与信息工程系 武汉 430074)

摘 要 使用 NS2 网络仿真软件对 Ad – Hoc 无线网络的各种路由协议进行仿真,对数据成包发送率,端到端时延,平均跳数等性能参数进行分析比较并给出结论。

关键词: Ad - Hoc 网络 路由协议 NS2 网络仿真中图分类号 TP393

NS Simulating for Ad - Hoc Routing Protocols

Jiang Guoxing Zhang Yixuan

(Department of Electronic and Information, HUST 430074)

Abstract This paper compares the performance of four key ad – Hoc routing protocols by simulation on NS2. It evaluates the simulation results with three parameters: the packet delivery fraction, the End – to – end delay and the average hops.

Key words Ad - Hoc network, routing protocols, NS2, network simulation Class number TP393

1 引言

Ad - Hoc 网络是一种没有有线基础设施支持的移动网络, 网络中的节点均由移动主机构成, 通过移动主机自由的组网实现通信。Ad - Hoc 网络中所有节点都可以随机的自由的移动, 网络拓扑结构是动态变化的, 移动节点既是通信主体又需要充当其它节点的路由器的功能, 它通过多跳的方式来转发信息。Ad - Hoc 网络在军事, 紧急抢险等领域都有非常重要的应用前景。

2 Ad-Hoc 路由协议

根据对网络拓扑结构的反应不同,MANET 中的路由协议可以分为先验式(基于路由表)和反应式路由协议(基于需求的)^[1]。目的地序号距离向量(DSDV)协议就是一种典型的先验式协议。典型的源发起按需路由包括:AODV(Ad - hoc on - demand vector routing)、DSR(dynamic source routing)、TORA(temporally ordered routing algorithm)等。

2. 1 DSDV (Destination Sequence Distance - Vector Routing Protocol) [1]

DSDV 协议基于有线路由协议中的距离矢量协议。该路由算法中,Ad-hoc 网络中的每一个节点都保持了一张完整的路由表,路由表中记录了从该节点到网络中其他节点的路由信息,包括跳数以及下一跳地址等。DSDV 协议通过目的序号来消除环路问题,每一条路由项都和一个目的序列号相关,该目的序列号表示了对应路由的新旧程度,由目的节点产生,当某一节点检测到相邻节点的链路中断时可以产生新的路由更新消息,当节点发现自己移动时,就会产生具有新的序号的路由。由于节点周期性的广播路由信息,网络负荷比较严重,尤其在路由高速变化时,刚更新过的路由可能立刻有被更新,而每一次更新都会导致全网的广播,造成网络负荷的进一步恶化。

2.2 DSR (Dynamic Source Routing) [1]

DSR 路由协议的特点在于采用了源路由机制。源节点路由表中包含了从源到目的节点的完整的路由信息,路由器按照数据分组头中携带的路由对分组进行转发。它采用路由缓存技术,用于

^{*} 收到本文时间:2006年2月20日

存储源路由信息,当学习到新的路由时则修改路由缓存内容。DSR 协议主机不需要周期性地发送报文,节省了电池能源和网络带宽,支持主机睡眠,支持中间主机回答,能使源主机快速获得路由,可以提供从源节点到目的节点的多条路由,并且可以用于单向链路。但每个报文都需要携带完整的路由信息,降低了网络带宽的利用率,还会引起过时路由问题。

2.3 AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector) [1]

AODV 协议综合了 DSDV 和 DSR 两个协议的特点。AODV 吸取了 DSDV 中逐跳、序列号和周期性广播机制,但是它又是按需路由,所以网络中结点不需要实时维护整个网络的拓扑信息,只是在发送报文而又没有到达目的结点的路由时才发起路由请求过程。AODV 吸取了 DSR 中路由发现和路由维护的思想,但是 AODV 的数据报文头部环再需要携带完整路径,减少了数据报文头部路由信息对信道的占用,提高了系统效率。AODV 也支持多播机制,它的缺点是需要对称链路,网络要满足双向传输信道的要求;路由表中仅维护一条到指定目的结点的路由,当路由失效时,需要立即发起路由请求过程;如果某条路由超过时限即使没有失效也会被删除。

2.4 TORA (Temporally – Ordered Routing Algorithm) [1]

临时按序路由算法 TORA 是一种基于链路反向的、源启动高自适应无环路分布路由协议,它是为适应高度动态变化的网络环境而提出的。作为一个由源端发起的按需路由协议,它可以找到从源到一个目的节点的多条路由。该协议的主要设计理念是将路由信息的传递限制在距离拓扑变化最近的少部分节点,节点只保存相邻节点的路由信息,尽可能减少控制信息的通信开销。因此,路由的最优化(最短路径路由)则成为次要的考虑因素。使用次优路由可以避免因寻找更新的最短路由而引入的开销。

3 NS2 网络仿真

3.1 NS2 网络仿真软件

采用 NS2 网络仿真软件,对各种路由协议进行仿真比较。NS2 网络仿真软件^[2]是一个事件驱动的仿真器,它是由 C + +构造仿真部件,由 OTCL 脚本驱动,NS2 仿真的步骤为:

- (1)编写 OTCL 脚本,包括配置网络拓扑结构,建立协议代理,配置业务量模型参数,设置 trace 对象。
 - (2) NS2 解释执行 OTCL 脚本。

(3)对仿真结果的 trace 文件进行分析,得出有用数据。

3.2 Ad ~ Hoc 网络仿真步骤

在 NS2 中对 Ad - Hoc 网络仿真,仿真基本流程^[2]如下:

- (1)使用 setdest 工具产生无线网络节点随机运动场景文件,方法为:./setdest -n < num_of_nodes > -p < pausetime > -s < maxxpeed > -t < simtime > -x < maxx > -y < maxy > > < outdir >/< scenario flie > 。其中 num_of_nodes 为仿真的节点数, pausetime 为节点运动时的停留时间, maxxpeed 为节点运动的最大速度, 节点运动时的速度为 0 到 maxspeed 的平均分布值, simtime 为仿真时间, maxx, maxy 为运动的范围, < outdir >/ < scenario flie > 为输出场景文件所在的位置和文件名。
- (2)使用 cbrgen 工具产生业务文件,方法为: ns cbrgen. tcl [-type cbr | tcp] [-nn nodes] [-seed seed] [-mc connections] [-rate rate]。其中 cbr | tcp 为业务类型, nodes 为仿真的节点数, seed 为随机数种子, connections 为连接数, rate 为源节点的发送速率(报文数)。
 - (3)书写并运行 TCL 仿真脚本。
- (4)阅读结果. 输出结果为 trace 文件和 nam 文件2种形式。
 - (5)分析并使用 gnuplot 绘出相应的图形。

不同的 NS2 版本的使用上可能存在参数的变化,本文仿真实验采用的版本是 NS - 2.26。

4 仿真实验

在仿真实验中,构建随机的节点运动场景^[4],场景规模 1200m×1200m,场景包括 50 个节点,信源采用 CBR 方式,在 50 个节点中随机选择 30 个节点,启动 30 个 cbr 数据流,每个流每秒钟产生 1个512字节大小的数据包,无线传输速率为 2Mbit/s。我们主要比较网络在不同的平均速率下,数据包成功接收率 packet delivery fraction = RecvPacket/SendPacket,端到端时延(End - to - end delay),和平均跳数(average hops) ^[3]。这里节点运动的平均速率分别选择为 0,1 m/s,5 m/s,10 m/s,20 m/s,40 m/s,100 m/s,其中速度 0表示一种所有节点都静止的极限情况,速度 100 m/s 表示整个场景运动很激烈。

4.1 数据包成功接收率

数据包成功接收率即成功接收到的数据包与 所有发送的数据包的比率,这个比率反应了路由的

可靠性。

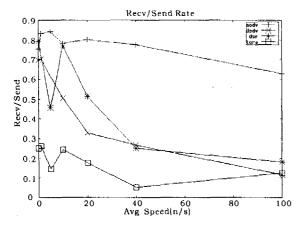
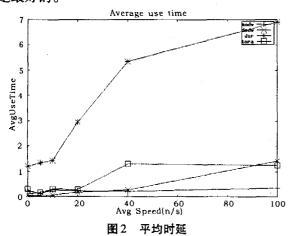


图 1 数据包成功接收率

图1是各个路由协议数据包接收率的比较,从图上我们可以看出,AODV协议的数据包成功接收率明显的优于其他协议。同时也可以反映出丢包的比率。TORA的丢包率最高,而 AODV协议的丢包率最低。同时可以看出,对 AODV和 DSR, DS-DV协议, 节点的平均运动速度越高, 数据包成功接收的比率越低, 这是符合 Ad - Hoc 网路的特点的,运动场景越激烈, 路由的维护难度就越大, 必然导致丢包率的增加。而对于 TORA协议, 它本身是为了适应高速动态变化的网络而产生的, 我们可以发现节点运动很激烈的时候它依然能够保持一定的数据发送率。

4.2 端到端时延

端到端时延即从源节点发送数据包到目的节点接收到数据包之间的所用的时间,图 2 中所反应的是在整个仿真过程中所有数据包的端到端时延的平均值。我们可以看到先验式的路由协议 DS-DV 的平均端到端时延随着节点运动的剧烈程度而显著增加,可见当节点告诉运动时先验式路由协议的效果会明显降低,而 AODV 协议的效果始终是最好的。



4.3 平均路由跳数

平均跳数即从源节点发出路由包到目的节点接收到路由包中间所经过的节点转发的次数。图 3 是在不同的平均速率的情况下各种不同协议的平均跳数比较。由于平均跳数的差距较大,为了清楚的反映不同协议之间的差别,图中的纵坐标是用对数坐标来显示的,可以看出先验式的路由协议DSDV所用的跳数最少,这是由于DSDV协议每个几点都维护了一张路由表,在发送数据包的时候首先就从路由表中找到能到达目的节点的路由,这样能够找到最佳路由。

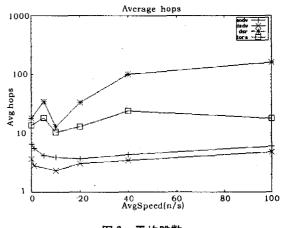


图 3 平均跳数

5 结论

当节点的数量较少,运动不激烈的情况下,可以选用先验式的路由协议 DSDV,此时路由的开销不大,平均跳数和平均时延都比较低。当节点数目多,运动场景激烈的情况下,使用先验式的路由协议开销将会大大增加,最好反应式的路由协议,特别是 AODV 协议,它综合了 DSDV 和 DSR 协议的优点,数据成功传送率很高,而且平均跳数和平均时延都不高。

参考文献

- [1]S. Corson, J. Macker. Mobile Ad hoc Networking (MA-NET): Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations, rfc2501, 1999, 1
- [2]徐雷鸣,庞博,赵耀. NS 与网络模拟[M]. 北京:人民邮 电出版社,2003
- [3] 祁彪,何建华. 无线 Ad Hoc 网络仿真评估[J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2004,8:66~69
- [4]程林,陈福生. 无线 Ad Hoc 网络路由协议的分析比较 [J]. 计算机工程与应用. 2004. 22:143~149