基于 NS2 的 Ad hoc 网络路由协议性能分析比较

花晓菲

(北京交通大学 现代通信技术研究所,北京 100044)

摘要:Ad Hoc 网络的路由协议是 Ad Hoc 网络研究的关键问题,对于研究 Ad Hoc 网络是至关重要的。本文采用网络仿真软件 NS2 评价移动自组网的路由协议。通过实例仿真,利用编写的脚本程序,对仿真结果进行分析,从而对移动自组网路由协议 AODV(自组网按需路由协议)、DSR(动态源路由)以及 DSDV(基于目的序号和距离矢量路由)的性能参数进行比较。

关键词: Ad Hoc 网络; NS2; 路由协议; 性能参数; 脚本程序; 仿真

中图分类号:TN915.04

文献标识码: A

文章编号:1003-8329(2006)03-0029-05

Routing Protocol Simulating Realization of Performance Evaluation in Mobile Ad Hoc Networks Based on NS2

HUA Xiao-fei

(Modern Telecommunication Research Institute, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Routing protocol is a key problem and critical to Mobile wireless ad hoc networks. In order to evaluate routing protocol performance in mobile wireless ad hoc networks. Simulation script program is given based on NS2 and the output result is analyzed. At the end, a simulation example is simulated and performance parameter diagrams are presented about AODV (ad hoc on-demand routing protocol), DSR (dynamical source routing) and DSDV (destination-sequenced distance-vector).

Key words: Ad Hoc network; NS2; routing protocol; performance parameter; script program; simulation

1 前 言

通常在研究和设计网络协议时需要利用仿真软件对其性能进行测试和评价,研究 Ad Hoc 网络时采用的仿真软件较多,常用的有 OPNET、GLOMOSIM、OMNET++、NS2等。每一种软件各有优缺点,也有其相应的适用范围。本文主要介绍如何利用 NS2 对 Ad Hoc 网络进行路由仿真与分析。

2 NS2 简介

NS2 是一种免费软件,源代码完全公开,便于使用者在此基础上进行二次开发,其仿真结果具有高可靠性。它是一个离散事件模拟器,事件发生时才进行状态的修改。NS2 对网络系统中一些通用的实体已经进行了建模并用对象来实现了功能实体的特性和功能。使用者可以利用对这些对象进行组合和扩展,得到所需要的网络系统模型,因此大大减轻了

[•] 作者简介: 花晓菲(1982--),女,北京交通大学现代通信技术研究所,硕士研究生。

网络模拟的工作量。

NS2采用两种面向对象的语言 C++和 Otcl。 Tcl 是一种灵活的、交互的脚本语言;Otcl 是 Tcl 面向对象的扩展,其中加入了类、实例等面向对象的概念。C++是高效的编译语言,通常用它来描述网络协议中的细节,实现构件的主要功能,使得模拟过程的执行具有较高的性能。Otcl 运行很慢,但可以很快的转换。通常利用它来配置模拟过程中的各种参数,建立网络模拟的整体框架。

在使用过程中,用户首先完成对 NS2 的扩展,添加所需要的网络元素,再编写 Otcl 脚本语言实现 网络的模拟,具体实现过程如图 1 所示。

综上所述,NS 具有如下特点:

* 基于离散事件驱动的仿真方式,仿真效率

高;

- * 面向对象的建模方式,易于对现实网络进行 建模;
- * NS2 与 NAM(Network Animator)软件结合,能够动画显示仿真结果;
- * 多平台的支持。NS2 可以运行在 Linux、Unix、Solaris、SunOS、Windows 等平台上。

为了运行 NS2,还要求系统必须装有 C++编译器:

- * 使用两种语言 C++和 OTcl 编写代码,兼 顾效率和灵活性;
- * 具有支持多重协议、网络传输详细的图表描述的能力。

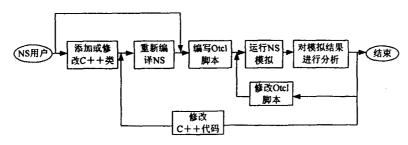


图 1 利用 NS 进行网络模拟的过程

3 Ad Hoc 网络简介

无线自组网(Ad Hoc network)也称多跳无线网,是一种无需基础设施支持的移动网络;可以在任何时刻任何地方构建,具有高度的灵活性和自组织性;移动终端同时具有路由器和主机两种功能;由于不存在类似于基站的网络中心控制点,节点地位平等,增强了网络健壮性。因此,Ad Hoc 网络在应急部署、军事通信和信息采集方面具有不可比拟的优越性。

由于网络的结构处于不断变化中,如何在这种不断变化的网络拓扑中快速有效的选择路由是该网络的研究重点。目前提出了诸多的路由协议,包括基于表驱动方式的、基于按需方式的。表驱动类型(table driven)在需要路由之前,路由已经计算好,如 DSDV;基于需求类型(on demand)是在准备发送报文数据时才开始寻找路由的,如 AODV、DSR。

本文基于 NS2 对现有的主动路由协议(DSDV) 和按需路由协议(AODV、DSR)进行仿真比较。

4 Ad Hoc 网络的仿真

4.1 NS2 仿真步骤

在 NS2 中对 Ad Hoc 中进行网络模拟的过程如图 1 所示,具体步骤如下。

4.1.1 产生场景文件

NS2 中利用 Setdest 命令随机生成无线网络所需要的运动场景,用以说明拓扑、运动和事件。

命令格式为:./setdest -v < version > -n < num - of - node > -p < pause time > -s < maxspeed > -t < simtime > -x < maxx > -y < maxy > > < outdir > / < scenario - file > 。

各参数的定义如下:num—of—node 为仿真的 节点数,pause time 为节点运动到目的地时的停留时间,maxspeed 为节点随机运动的最大速度,节点运动时的速度为 0~maxspeed 的平均分布值,simtime 为仿真时间,<maxx,maxy>为节点的运动范围,<outdir>/<scenario-file>为输出场景文件所在的位置和文件名。

本文中的一个例子:

./setdest -v 1 -n 30 -p 10 -s 20 -t 500 -x 1000 -y 1000 > scene

生成场景为:在1000×1000的正方形区域中随机分布30个节点,每个节点随机选择运动方向和速度,最大运动速度为20m/s,平均运动速度为10m/s,到达目的地之后停留10s继续运动,场景的模拟时间为500s。

4.1.2 产生业务文件

NS2 中利用 cbrgen 命令产生 TCP 流或者 CBR (Constant Bytes Rate Stream)流,生成传输负载。

命令格式为:ns cbrgen. tcl [-type cbr/tcp] [-nn nodes][-seed seed][-mc connections][-rate rate]。

各参数定义如下: cbr/tcp 为业务类型, nodes 为仿真的节点数, seed 为随机数种子, connections 为节点的最大连接数, rate 为节点间的流量负载。

本文中的一个例子:

ns cbrgen. tcl —type tcp —nn 30 —seed 1 — mc 15 —rate 1.0 > tcp

生成业务为:30 个节点,最多有 15 条连接,随机数种子为 1,每秒产生一个 TCP 流。

4.1.3 编写并运行 TCL 仿真脚本

根据所要测试的指标参数编写相应的 TCL 仿真脚本,并运行 TCL 仿真脚本。

TCL 仿真脚本编写的过程如下:

- * 首先配置模拟网络拓扑结构,此时可以确定链路的基本特性,如延迟、带宽和丢失策略等。
- * 建立协议代理,包括端设备的协议绑定和通信业务量模式的建立。
- * 配置业务量模型的参数,从而确定网络上的业务量分布。
- * 设置 Trace 对象。NS2 通过 trace 文件来保存整个模拟过程。用户可以在仿真结束之后对 trace 文件进行分析研究。
 - * 编写其他的辅助过程,设置模拟结束时间。

4.1.4 阅读相关结果

NS2 中以 trace 文件和 nam 文件两种形式来显示模拟的结果。

Trace 文件以用户需要的格式详细的记录了模拟的整个过程,可以包括 trace 对象中的源地址、目的地址、类型字段、当前时间以及各个分组头字段

(包括分组类型、大小、标志位、流标签、源和目标分组头字段、序列号和分组的唯一标识)等。而 nam 是根据 NS2 模拟器的文件演示网络运行动画,例如网络拓扑、包传输和队列管理等。Nam 动画如图 2、图 3 所示。

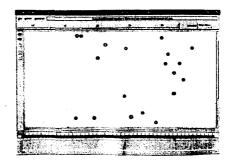


图 2 仿真实例 nam 动画初始状态

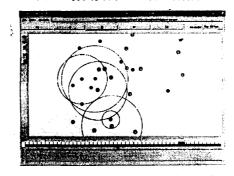


图 3 仿真实例 nam 动画中间状态

4.1.5 评价性能并画图

NS2 中利用 awk 程序语言对 trace 文件进行分析研究,awk 语言可以使用很短的代码轻易地完成对文本档案做修改、分析、提取和比较等处理。

首先把评价的性能指标通过 awk 程序语言编写后缀为. awk 的文件,然后通过 gawk 命令得到结果。

命令格式为:gawk -f a.awk b.tr 其中:a.awk 为测试性能指标的脚本文件,b.tr 为 NS2 仿真结果的 trace 文件。

gnuplot 是一个命令驱动的交互式画图软件,其功能是把数据资料和数学函数转换成容易观察的平面或立体的图形,帮助研究者进行数据分析。通过图形,研究者可以寻找数据的规律,或者验证模型的正确性等。

命令格式为:Gnuplot file1. plot file2. plot

Gnuplot 按顺序执行 file1 和 file2 中的命令。根据 plot 的设置自动生成相应文件名的图形。

4.2 性能指标

对于 Ad Hoc 网络的仿真,根据不同要求需要不同的指标参数,对于路由协议的仿真一般有以下性能尺度:

- (1) 分组数据的投递率:接收的数据包数目/发送的数据包数目。
- (2) 分组数据的丢包率: 丢失的数据包数目/发送的数据包数目。
- (3) 分组数据端到端的平均延迟:数据包接收过程的总时延/接收的数据包数目。
- (4) 路由协议的效率:分组数据的数目/(路由分组数据+ARP 分组数据+控制分组数据(RTS、CTS、ACK))的数目。

4.3 仿真实例

在 windows XP+cygwin+ns-2.27 环境下, 对 Ad Hoc 网络的路由协议 AODV、DSR、DSDV 进行了仿真分析,参数及相应的设置值如表 1 所示。

农工 切共大的多效改品			
参 数	设置值		
节点数	30		
移动范围	1000×1000m		
节点最大运动速度	2,4,5,7,10,12,15,17,20m/s		
节点最小速度	0m/s		
静止时间	10s		
仿真时间	可 500s		
节点的最大连接度	15,10,5		
业务类型	TCP		

表 1 仿真实例参数设置

首先运行 TCL 仿真脚本,得到相应的 trace 文件。然后,用编写的 gawk 程序对 trace 文件进行统计分析,得出相应的数据。最后,用 gnuplot 对所得的数据画图,绘出 AODV、DSR、DSDV 的分组数据的投递率、分组数据的丢包率、分组数据端到端的平均延迟、路由协议的效率比较图,如图 4~图 7 所示。

仿真结果比较如表 2 所示。分析可知,按需路由协议只有在需要一条路径时才开始建立,如果节点在发送分组时没有到目的节点的路由时,需要启动相应的路由发现机制搜寻路由,这样将会产生一定的时延,并且当节点移动速度增加,网络的拓扑结

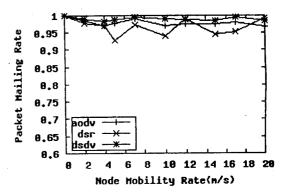


图 4 分组数据的投递率比较图

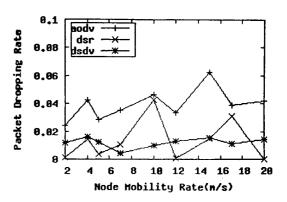


图 5 分组数据的掉包率比较图

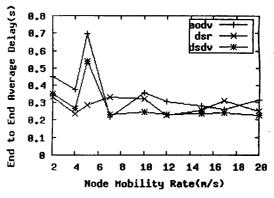


图 6 分组数据端到端的平均时延比较图

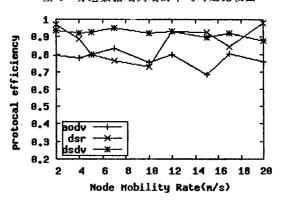


图 7 路由协议的效率比较图

构变化更加频繁时,实时维护拓扑结构需要大量地、

频繁地交互信息(如路由更新等),这些控制信息将 会占用大量的无线信道资源,从而必然降低协议的 效率,增大协议的掉包率、具有较大的网络时延。

表 2	2 仿	真结	果比	. 较	圕
-----	-----	----	----	-----	---

& #h	先应式路由协议	按需路由协议
参 数	DSDV 等	AODV、DSR 等
分组的投递率	高	低
分组的掉包率	低	髙
端到端的时刻	<u> </u>	高
协议效率	高	低

另外,对 AODV 协议的掉包率、端到端时延、协议效率随着节点的最大连接度的不同而进行比较,结果如图 8~10 所示。比较发现,随着节点的最大连接度的增加,网络中能够连通的节点数必然增加,网络中的连接路由增加,端到端的时延增大,掉包率增大,协议效率减小。但是,若是节点的最大连接度很小,节点的掉包率减小,分组数据端到端的平均时延也很小,协议效率也很高,但资源的利用率很低。所以节点的最大连接度应根据具体情况而定。

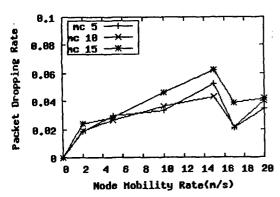


图 8 AODV 分组数据的掉包率比较图

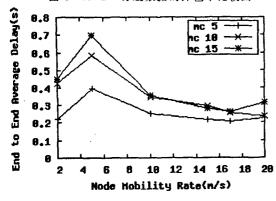


图 9 AODV 分组数据端到端的平均时延比较图

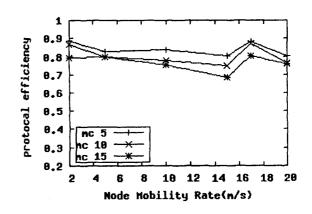


图 10 AODV 协议效率比较图

5 结术语

本文给出了 Ad Hoc 路由协议在 NS2 中仿真的 具体方法和步骤,进行了具体实例的仿真,并根据网 络性能参数指标,编写脚本程序得出了相应的图表, 对以后基于 NS2 对 Ad Hoc 网络路由协议的性能评 价有一定的指导意义,同时可以基于此对 Ad Hoc 网络中的路由协议进一步深入研究。

参考文献

- [1] 徐雷鸣,庞博.赵曜. NS 与网络模拟[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [2] 李方敏,李仁发,叶澄清. 网络仿真软件 NS 的结果输出和分析[J]. 计算机工程,2000,26(9):14~16.
- [3] 廖登. 基于 NS2 的移动 Ad hoc 网络典型网络协议比较[J]. 邵阳学院学报:自然科学版,2005,2(3):43~48.
- [4] E. M. Royer and C. K. Toh. A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Network[J]. IEEE Personal Comm., 1999 (4), 46 ~ 55.
- [5] Ram Ramanathan and Jason Redi. A Brief Overview of Ad Hoc Networks: Challenges And Directions [J].

 IEEE Comm. Magazine 50th Anniversary

 Commemorative Issue, 2002(5), 20~22.
- [6] 史美林,英春. 自组网路由协议综述[J]. 通信学报, 2001,22(11):93~103.

(收稿日期:2006-05-30)