

王永胜 (空军装备研究院装备总体论证研究所 100076)

吴德伟 (西安西北工业大学电子工程系 710072)

基于 NS2 无线通信 网络仿真研究

Research of the Wireless Network Simulation Based on NS2

摘要: 网络仿真技术为通信网络设计和性能优化提供了一种科学的方法。首先简要介绍了网络仿真软件 NS2 (Network simulator-2) 的特点, 详细分析了 NS2 基于无线网络仿真实现原理, 最后结合实例对运用 NS2 进行无线网络仿真步骤做了详细说明。

关键词: 无线网络 仿真 NS2 Otd 语言

1 引言

网络仿真技术是一种利用数学建模和统计分析的方法模拟网络行为, 从而获取特定的网络特性参数的技术。传统上在建设新的通信网络是采用构建实验网络进行测试, 但构建实验网络的技术难度大, 结果不可重用, 开发周期长, 对大规模网络测试的可靠性还得不到很好保证, 在一定程度上增加了网络建设的费用。而采用网络仿真软件不需要在硬件方面进行过多的投资, 只要掌握了仿真软件以后就可以对不同的网络进行多次仿真, 具有很好的重用性、控制性, 降低了网络建设的费用, 得到了各界广泛关注。

NS2 由美国国防部高级研究计划局资助, 伯克利大学 1989 年开始开发的源代码公开的共享软件, 是一种可扩展、可重用、基于离散事件驱动、面向对象的网络仿真软件。用户可直接从伯克利大学网站免费下载 NS2, 目前最新版本为 2.1b9a。它以两种形式发布, 一种是多个独立模块 (various components) 形式, 可以运行在各种操作系统上, 但初学者使用起来比较困难且 Windows 操作系统下运行不够稳定; 另一种是以完整的软件包 (all-in-one) 出现, 使用起来比较方便, 但目前仅限于 UNIX 操作系统, 占用的空间较大。建议初学者选用后者, 并注意选择合适的操作系统版本。它支持局域网、广域网、无线移动网及卫星网络仿真。有许多国内科研单位对 NS2 在有线网络仿真方面做了大量深入研究, 但对其在无线网络仿真方面的应用研究还很

少。本文将主要分析 NS2 基于无线网络仿真实现原理和仿真的方法。

2 NS2 的特点

NS2 是一个包括 12 个小软件包的软件包, 其中 Tcl, Tk, Otd, TclC, NS 为必选软件, TclDebug, Nam, Xgraph, GtIm, SGB, Cweb, zlib 为可选软件, 它支持一般的网络仿真。具有如下的一些特点:

2.1 仿真采用两种语言

NS2 仿真的一个显著特点是采用两种语言即 C++ 和 Otd, 以满足仿真的特殊需要。C++ 是一种相对运行速度较快但是改变比较慢的语言, 程序的运行时间很短, 但转换时间很长, 比较适合具体协议描述。Otd 运行速度较慢, 但可以快速转变的脚本语言, 正好和 C++ 互补, 用来进行仿真参数的配置是最适合不过。另外 Tcl 模块能够将两种语言中的变量和对象连接起来。

2.2 支持各种业务模型和多种通信协议

NS2 内置了各种常用的业务模型, 包括 Ip 业务模型、CBR 业务模型、On/Off 业务模型等。同时它还支持 TCP 和 UDP 两种传输协议, 以及多种路由协议, 包括分级路由、广播路由、多播路由、静态路由、动态路由等, 这极大方便了用户的使用。另外, 支持通过 C++ 二次开发用户自己需要的协议。

2.3 采用面向对象技术

NS2采用面向对象技术,这就保证了软件的可扩充性和重用性,提高了程序开发的效率。对象的属性就能够很容易的配置,每个对象属于相应的行为和功能的类。类也可以继承其他类,也可以通过C++来定义新的类来满足用户自己特定的需求。

2.4 很强的结果处理能力

为了分析仿真结果,仿真结果的数据必须能够完整收集。NS2提供了两种基本数据追踪能力:跟踪和监控。跟踪能够将每个数据包在任何时刻的状态记录到指定文件中,例如包在队列或链路中丢弃、到达、离开的行为都可以记录下来。而监视则可有选择记录自己需要的数据,例如统计发送包、接收包、丢弃包的总数量。而且监视也可用来对所有包或者指定单一数据流的监测。NS2还提供了动态显示仿真过程的Nam观察器和Xgraph图形显示软件。用户从Nam观察器中可以直观了解数据包的传递过程,而Xgraph软件可以很方便的将仿真结果转换成图表形式。

3 NS2 基于无线网络仿真实现原理

最初,NS2中无线网络仿真模型是在CMU, Monorch group的基础上发展起来的。无线网络仿真模型主要包括移动节点、路由结构和用以构建移动节点网络栈的网络组件。其中网络组件要包括信道、网络接口、无线电传播模型、MAC协议、接口队列、链路层和地址解析协议(ARP)模型。原始NS2无线网络仿真仅支持纯无线局域网和Ad-hoc网的方针。目前在此基础上又作了进一步发展,以适应有线与无线互连网络和移动IP仿真。无线网络仿真模型本质上是由位于核心的移动节点组成,并附加了一些辅助特性,以满足Adh3.1移动节点类的实现原理。

3.1 移动节点类的实现原理

移动节点类是无线网络仿真实现的核心,也是建立无线拓扑结构的基础,它是一个组合体对象。C++移动节点类是由父类节点类派生。有关节点类的详细信息可参考文献[1]第五章。移动节点类可以看成是在基本节点类的基础上添加了无线和移动的功能,如在给定拓扑结构中的移动能力或在信道上发送和接收数据的能力,以用于建立移动、无线网络仿真环境。移动节点和基本节点主要区别是移动节点不是通过链路的方式把节点相连。移动特性主要包括节点的移动、定期的位置更新以及网络拓扑结构的边界等等,这些都是由C++实现的;而移动节点的内部网络组件则是由脚本语言Otc实现。

3.2 节点移动的实现原理

NS2中移动节点按设计可在三维拓扑结构中运行,但目前第三维坐标(Z)没有被使用,也就是说,移动节点可被假定为始终在一个平面上移动,即Z的值始终固定,默认为0。实现节点的运动主要有两

种方法:第一种方法在一开始就明确的指定节点开始的位置、目的位置和节点移动的速度。可以通过如下命令实现,这些命令通常是放在一个单独的运动脚本文件中。

```
$node set x_<x1>
$node set y_<y1>
$node set z_<z1>
$ns at $time $node setdest <x2> <y2> <speed>
```

在这种方法中,每当节点在某一给定时刻的位置需要知道时,节点的运动就会更新。节点运动的更新是由于相邻的节点想起询问间距产生的,或是使用上述命令改变了节点的方向和速度。第二种方法在一个随机位置启动移动节点,通过编制程序来更新节点的速度和方向。目的地址和速度的值均采用随机器生成。第二种方法相对第一种来说更灵活,用户可根据需要灵活选用。其使用命令如下:

```
$mobilenode start
```

另外不管采用那种方法,在产生移动节点之前,都需要首先定义节点的拓扑结构,以保证节点在规定的范围内移动。

4 仿真实例

4.1 仿真场景想定

假设一个包含三个移动节点的无线网络,节点分别为节点0、节点1和节点2,移动范围为800m*800m之内。节点0以UDP传输协议向节点2传送数据,节点1以TCP传输协议向节点2传送数据。仿真目的一是实现仿真的可视化;二是了解每个数据包的情况,例如包的大小、原地址、目的地址等。

4.2 仿真具体步骤

Otc脚本文件可在Linux下的任何一个文本编译器中进行编写,文件的后缀名为.tcl,建立仿真脚本语言主要包括以下几个步骤:

(1) 设置网络组件,包括信道类型、无线电传播类型、无线类型、路由类型、节点的个数、链路带宽、接受功率、发送功率等。设置的方法如下:

```
$ns_node-config -adhocRouting DSR /#设置路由类型
-antType Antenna/OmniAntenna /#设置天线的类型
-propType Propagation/TwoRayGround /#设置信道类型
-channel Type Channel /WirelessChannel /#设置信道类型
```

(2) 建立一个仿真对象;

(3) 建立跟踪文件;

(4) 建立网络拓扑,包括设置节点移动范围和节点的移动的方式,实现部分代码如下所示:

```
$looo load_flatgrid 800 800 #定义拓扑结构
```

```
Set god_[God instance]
$ns_at 50.0000000000000 $node_[2] setdest 369.463244 170.51920 3.37178589" #定义节点移动的速度、目的地址
```

(5) 创建网络代理并连接代理, 实现节点间互传数据, 下面是实现节点1向节点2发送数据的代码:

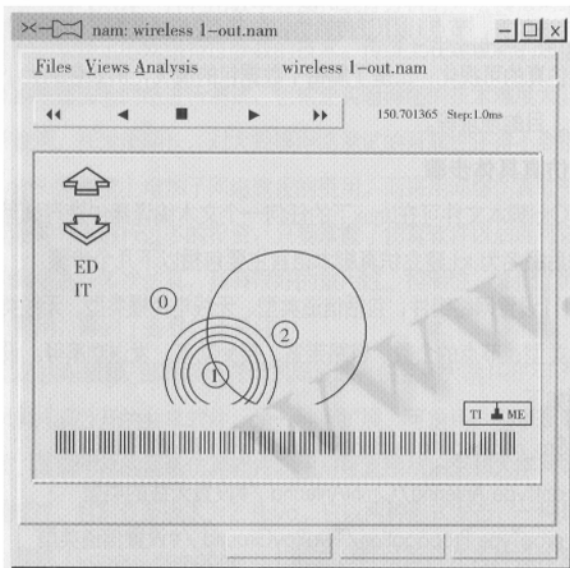
```
Set tcp [new Agent/TCP]
$tcp set class_2
Set sink [new Agent/TCPsink]
$ns_attach-agent $node_[1] $tcp
$ns_attach-agent $node_[2] $sink
$ns_connect $tcp $sink
Set ftp [new Application/FTP]
$ftp attach-agent $tcp
$ns_at 150.0 "$ftp start"
```

(6) 定义代理起止时间:

(7) 运行和结束仿真。

4.3 仿真结果分析

网络仿真软件NS2提供了动态显示仿真结果的软件NAM, 可以很方便的让用户直观了解包的传递过程, 下图为上述想定情况下150.701365秒时, 移动节点运动、数据包流向和丢弃情况。



工具NAM只能大体了解节点移动和数据包流动的情况, 但不能具体了解数据包和移动节点的情况。但是NS2还提供了仿真结果数据跟踪和监视的功能, 下面为在上述想定环境下部分仿真数据。从中可以看出任意时刻数据包的大小、类型、源地址、目的地址等参数。

```
h + 146.621508996 -s 0 -d 1 -p cbr -e 512 -c 2 -a 0 -i 9 -k AGT
```

```
R 250.01 -D 0.03
```

```
h + 146.633553142 -s 2 -d 2 -p cbr -e 512 -c 2 -a 0 -i 9 -k AGT
h + 146.646527369 -s 0 -d 1 -p cbr -e 512 -c 2 -a 0 -i 9 -k AGT -R 250.01 -D 0.03
```

```
h + 150.000000000 -s 1 -d 1 -p tcp -e 40 -c 2 -a 0 -i 10 -k AGT
```

```
h + 150.000000000 -s 1 -d 1 -p tcp -e 40 -c 2 -a 0 -i 10 -k AGT
```

5 结束语

本文在分析NS2无线网络仿真实现原理的基础上, 结合一个三节点无线移动网络仿真实例, 说明了运用NS2进行无线移动网络仿真的具体步骤, 对仿真结果作了简单说明。在此基础上, 就可从仿真数据中分析网络的性能, 例如不同的传输协议对数据吞吐量、时延大小、数据包丢失等的影响。

参考文献

- 1 Kevin Fall, Kannan Varadhan. The ns Manual (M), The VINT Project. 2001.
- 2 李方敏等, 网络仿真软件NS2的结果输出和分析[J], 计算机工程, 2002, 26(9): 14-16.
- 3 姜宁康等, NS2网络仿真技术及其应用[J], 小型微型计算机系统, 2001, 22(4): 415-417
- 4 付均等, NS-2网络仿真器的设计原理分析及局域网互联仿真[A], 2002系统仿真技术及其应用学术会议[C], 中国科技大学出版社, 2002, (4): 1-9.
- 5 刘强, 基于免费软件NS2的网络仿真[J], 电子技术应用, 2001, (2): 64-65.