



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Introducción al simulador de redes NS-2

Apellidos, nombre	Capella Hernández, Juan Vicente (jcapella@disca.upv.es)
Departamento	Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)
Centro	Universidad Politécnica de Valencia



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se presenta el simulador de redes NS-2. El simulador permite la configuración de gran cantidad de parámetros tales como la topología de la red, la pila de protocolos y parámetros específicos de cada protocolo, para evaluar el impacto de diferentes tipos de tráfico de red. Se realiza una explicación guiada a la herramienta de simulación presentando los aspectos básicos de la misma que permitan al alumno una primera toma de contacto a partir de la cual poder avanzar en el estudio y análisis de diferentes aspectos relacionados con las redes.

2 Introducción

El simulador ns (Network Simulator) es una herramienta disponible en múltiples plataformas que ofrece soporte para la simulación de todo tipo de redes tanto cableadas como inalámbricas. Se trata de uno de los simuladores de redes más ampliamente utilizado entre la comunidad docente e investigadora del área de redes de computadores, originalmente desarrollado dentro del proyecto VINT [1].

El ns es un simulador gratuito que se suministra con el código fuente completo. Consta de un núcleo principal escrito en C++ al que se invoca simplemente tecleando ns en la línea de comandos (una vez este ha sido correctamente instalado). A partir de este punto el usuario puede interactuar directamente con el simulador, a través de un lenguaje de interface. El lenguaje de interface es OTcl, una versión de Tcl 2 orientada a objetos. En realidad, el método anterior no es el más recomendable. ns está pensado para ser ejecutado en modo batch. El usuario define mediante un script la pila de protocolos y otros aspectos básicos del tipo de red a simular, y proporciona a ns diversos datos, algunos en forma de ficheros acerca del escenario a simular y del tipo y características del tráfico se va a utilizar. Conforme avanza la simulación, se generan un conjunto de datos de salida que se almacenan en un fichero de traza. A partir de las trazas de simulación se pueden utilizar lenguajes como Perl y AWK para filtrar la traza y obtener los índices de prestaciones que se deseen evaluar. Finalmente, herramientas tales como Network Animator (nam) permiten realizar un análisis visual del envío y recepción de paquetes de datos y control a medida que avanza la simulación. La figura 1 muestra un esquema del proceso general de simulación.

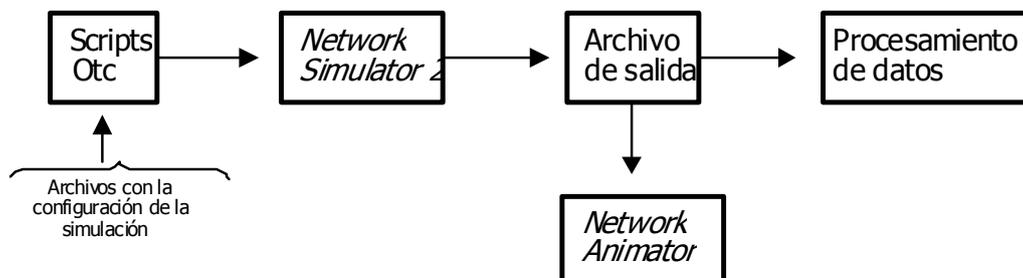


Figura 1. Estructura del proceso de simulación.

3 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Instalar y utilizar el simulador de redes NS-2.
- Definir escenarios básicos de simulación para su evaluación

4 Desarrollo

A continuación se irán desarrollando cada uno de los aspectos indicados en la introducción y objetivos, realizando las explicaciones de la forma más práctica y guiada posible.

4.1 Obtención del simulador

En este apartado se indica cómo obtener el simulador así como los pasos necesarios para su correcta instalación.

La página principal de ns se encuentra ubicada en la dirección URL <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>. Desde esta ubicación se puede obtener el simulador de diferentes formas [2].

- **ns-2.34.tar.gz**: Contiene el código fuente del simulador. Una vez compilado, pueden ejecutarse scripts de instalación para empezar a trabajar con el mismo. Esta distribución es la más indicada para aquellos que deseen modificar internamente el programa o desarrollar extensiones para soportar tipos de redes no soportados nativamente por ns.
- **ns-allinone-2.34.tar.gz**: Contiene, además de lo visto en el punto anterior, todas las librerías y programas necesarios para la compilación y uso de ns, tales como OTcl. Es posible que todas o algunas de estas librerías no estén disponibles en el sistema en un momento dado. Este paquete las suministra todas en un fichero autocontenido.

Tras descargar el paquete, este debe instalarse correctamente en el sistema, descomprimiendo el fichero, compilando y finalmente ejecutando los scripts de configuración que establecen las variables de entorno necesarias.

4.2 Instalación del simulador

En este punto, asumimos que el lector ha descargado uno de los paquetes anteriormente descritos, en concreto **ns-allinone-2.34.tar.gz**, el cual contiene además del código fuente, las librerías empleadas por ns.

Una vez descargado, el fichero se debe descomprimir en un directorio determinado. A continuación se deben compilar los ficheros fuentes para generar los binarios del simulador y sus utilidades asociadas.

Se debe ejecutar la orden `./configure` desde el directorio donde ha sido descomprimido ns para generar los scripts de compilación correctamente. A continuación se ejecuta la orden de compilación `make` (puede tardar hasta treinta minutos en compilar, dependiendo de la velocidad de la máquina en la cual se está trabajando): Si todo ha ido correctamente, tras la ejecución de las órdenes anteriores ns estará compilado en nuestro sistema listo para ser invocado.



4.3 Un primer ejemplo

En este apartado se presenta un primer ejemplo sencillo que se utilizará para introducir los conceptos básicos de utilización del simulador. La forma básica de utilización del simulador es la siguiente:

1. Desarrollo de un fichero scripts escrito en OTcl. Los scripts describen en lenguaje OTcl las características de la simulación a llevar a cabo. Para editar estos scripts se necesitarán tener conocimientos básicos de OTcl. En la dirección <http://www.isi.edu/nsnam/ns/tutorial/index.html> se puede encontrar manuales relacionados con OTcl. Un primer punto de partida puede ser utilizar alguno de los numerosos ejemplos disponibles en el directorio /tcl/ex de la distribución del simulador.
2. Ejecución del script. Una vez desarrollado el script, la forma de ejecutarlo se puede realizar utilizando el comando siguiente: `ns script.tcl`
3. Análisis de los resultados. A partir de la simulación realizada se pueden generar dos ficheros de salida. Un fichero con extensión .nam utilizado por la herramienta nam para realizar una animación de la simulación y un fichero de traza con extensión .tr a partir del cual se pueden obtener los índices de prestaciones que se deseen, utilizando scripts de filtrado en lenguajes tales como Perl.

4.3.1 Análisis del ejemplo

En este apartado se analiza línea a línea el un primer ejemplo sencillo que describe un escenario de simulación basado en 4 estaciones conectadas mediante enlaces de diferentes características.

1

```
2 set ns [new Simulator]
```

3

La línea 2 declara la variable "ns" y se le asigna un nuevo objeto de simulación

```
4 $ns color 0 blue
```

```
5 $ns color 1 red
```

```
6 $ns color 2 white
```

7

Las líneas 4-6 se utilizan para asociar colores con el tráfico ns. Este código está asociado con las animaciones de la herramienta nam.

```
8 set n0 [$ns node]
```

```
9 set n1 [$ns node]
```

```
10 set n2 [$ns node]
```

```
11 set n3 [$ns node]
```



Las líneas 8-11 declaran 4 estaciones y les asigna las variables n0 a n3.

```
12
13 set f [open out.tr w]
14 $ns trace-all $f
15 set nf [open out.nam w]
16 $ns namtrace-all $nf
17
```

Las líneas 12-17 declaran los descriptors de los ficheros de salida out.tr (fichero de traza) y out.nam (fichero de animación utilizado por nam).

```
18 $ns duplex-link $n0 $n2 5Mb 2ms DropTail
19 $ns duplex-link $n1 $n2 5Mb 2ms DropTail
20 $ns duplex-link $n2 $n3 1.5Mb 10ms DropTail
21
```

Las líneas 18-20 declaran enlaces entre las estaciones. Por cada enlace se indica características tales como el tipo (dúplex) el ancho de banda (5 Mb/s o 1.5 Mb/s) el retardo de propagación (2ms o 10 ms) y la política de servicio de las colas (DropTail corresponde a una política first-in-first-out).

```
22 $ns duplex-link-op $n0 $n2 orient right-up
23 $ns duplex-link-op $n1 $n2 orient right-down
24 $ns duplex-link-op $n2 $n3 orient right
25
26 $ns duplex-link-op $n2 $n3 queuePos 0.5
27
```

Las líneas 22-26 son comandos que se utilizan para generar el fichero de animación .nam, y describen la orientación de las estaciones y los enlaces.

```
28 set udp0 [new Agent/UDP]
29 $ns attach-agent $n0 $udp0
30 set cbr0 [new Application/Traffic/CBR]
31 $cbr0 attach-agent $udp0
32
```



Las líneas 28-31 declaran un agente de transporte UDP en la estación n0, y le asocian un tráfico CBR.

```
33 set udp1 [new Agent/UDP]
34 $ns attach-agent $n3 $udp1
35 $udp1 set class_1
36 set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
37 $cbr1 attach-agent $udp1
38
```

Las líneas 33-37 son parecidas a las anteriores con la única diferencia de que se utiliza la línea 35 para etiquetar este tráfico con una clase de servicio diferente.

```
39 set null0 [new Agent/Null]
40 $ns attach-agent $n3 $null0
41
42 set null1 [new Agent/Null]
43 $ns attach-agent $n1 $null1
44
```

Las líneas 39-43 declaran y asocian agentes del tipo "null" a las estaciones receptoras. Estos agentes simplemente aceptan tráfico sin realizar ninguna otra acción adicional.

```
45 $ns connect $udp0 $null0
46 $ns connect $udp1 $null1
47
```

Las líneas 45 y 46 establecen las conexiones entre los agentes udp y null.

```
48 $ns at 1.0 "$cbr0 start"
49 $ns at 1.1 "$cbr1 start"
```

Las líneas 48 y 49 indican los instantes en los que se comienza a generar tráfico CBR (instante 1.0 y 1.1 respectivamente).

```
50
51 set tcp [new Agent/TCP]
52 $tcp set class_2
```



```
53 set sink [new Agent/TCPSink]
```

```
54 $ns attach-agent $n0 $tcp
```

```
55 $ns attach-agent $n3 $sink
```

```
56 $ns connect $tcp $sink
```

```
57 set ftp [new Application/FTP]
```

```
58 $ftp attach-agent $tcp
```

```
59 $ns at 1.2 "$ftp start"
```

```
60
```

Las líneas 51-59 declarar un agente del tipo TCP entre las estaciones n0 y n3. A continuación se asocia un tráfico FTP (*file transfer protocol*) sobre dicho agente. En el instante 1.2 se comienza a transferir un fichero de tamaño infinito.

```
61 $ns at 1.35 "$ns detach-agent $n0 $tcp ; $ns  
detach-agent $n3 $sink"
```

```
62
```

La línea 61 indica la parada del tráfico FTP en el instante 1.35.

```
63 puts [$cbr0 set packetSize_]
```

```
64 puts [$cbr0 set interval_]
```

```
65
```

Las líneas 63 y 64 indican que se impriman en pantalla las variables tamaño del paquete e intervalo entre paquetes CBR.

```
66 $ns at 3.0 "finish"
```

```
67
```

La línea 66 indica el instante en el que finaliza la simulación.

```
68 proc finish {} {
```

```
69 global ns f nf
```

```
70 $ns flush-trace
```

```
71 close $f
```

```
72 close $nf
```

```
73
```



```
74 puts "Ejecutando nam..."
```

```
75 exec nam out.nam &
```

```
76 exit 0
```

```
77 }
```

```
78
```

Las líneas 68-77 declaran una función encargada de cerrar los descriptores de ficheros y lanzar la herramienta nam de forma automática una vez finalizada la simulación.

```
79 $ns run
```

```
80
```

Finalmente, la línea 79 indica que se ejecute el objeto simulador declarado en la línea 2.

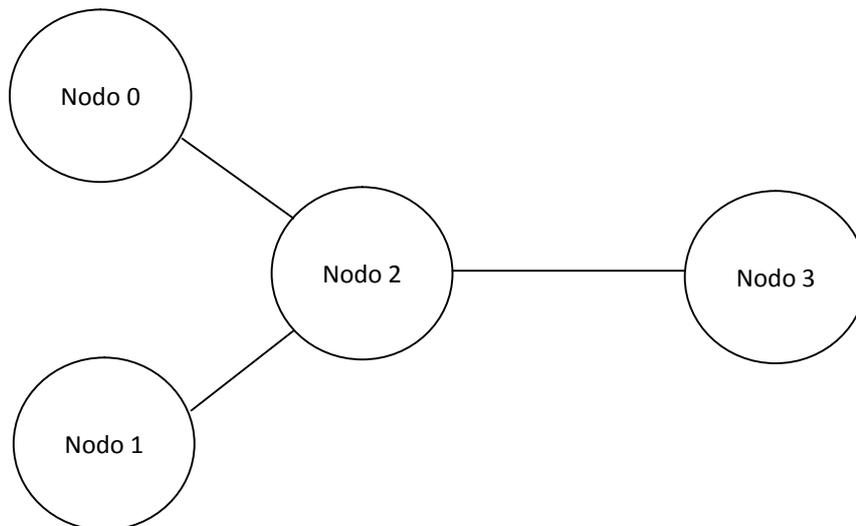


Figura 2. Topología de la red simulada.

Con este script habremos definido un escenario con la topología de red de la figura 2. Y cuando lo ejecutemos con la orden: **ns**, obtendremos por pantalla los datos de salida que hemos dispuesto que se visualicen.



5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto la funcionalidad de la herramienta NS-2 así como la forma de describir escenarios sencillos a partir de un primer ejemplo, viendo el formato y estructura de los scripts.

Para comprobar qué realmente has aprendido los principios del simulador NS-2, es el momento de que te pongas manos a la obra e intentes simular un escenario propio a partir del explicado durante el artículo, es como mejor se aprende. También tienes disponible un completo manual de NS-2 en [3] ¡¡ÁNIMO!!.

6 Bibliografía

[1] VINT Project: Virtual InterNetwork Testbed. Disponible en: <http://www.isi.edu/nsnam/vint/index.html>

[2] Descarga del simulador NS-2: The Network Simulator - ns-2. Disponible en: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

[3] Manual del simulador NS-2. Disponible en: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html>