

Лабораторная работа № 4

Имитационное моделирование

Королёв И.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Королёв Иван Андреевич
- Студент
- Российский университет дружбы народов

Цель работы

Закрепить и продемонстрировать навыки самостоятельной разработки имитационной модели в пакете NS-2 и построении графиков.

Задание

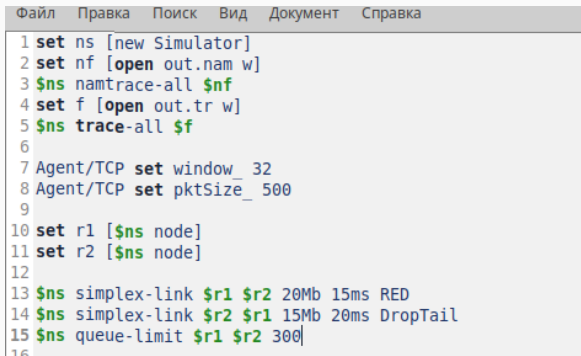
1. По приведенной схеме разработать имитационную модель в пакете NS-2.
2. Построить график изменения размера окна TCP (в Xgraph и в GNUPlot);
3. Построить график изменения длины очереди и средней длины очереди на первом маршрутизаторе.

Теоретическое введение

Network Simulator (NS-2) — один из программных симуляторов моделирования процессов в компьютерных сетях. NS-2 позволяет описать топологию сети, конфигурацию источников и приёмников трафика, параметры соединений (полосу пропускания, задержку, вероятность потерь пакетов и т.д.) и множество других параметров моделируемой системы. Данные о динамике трафика, состоянии соединений и объектов сети, а также информация о работе протоколов фиксируются в генерируемом trace-файле.

Выполнение лабораторной работы

Разработка имитационной модели по схеме



```
Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка
1 set ns [new Simulator]
2 set nf [open out.nam w]
3 $ns namtrace-all $nf
4 set f [open out.tr w]
5 $ns trace-all $f
6
7 Agent/TCP set window_ 32
8 Agent/TCP set pktSize_ 500
9
10 set r1 [$ns node]
11 set r2 [$ns node]
12
13 $ns simplex-link $r1 $r2 20Mb 15ms RED
14 $ns simplex-link $r2 $r1 15Mb 20ms DropTail
15 $ns queue-limit $r1 $r2 300
16
```

Рис. 1: Simulator

Создание и соединение узлов.

Создание и соединение узлов.

Создание и соединение узлов.

```
10
17 set N 20
18
19 for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
20     set n1($i) [$ns node]
21     set n2($i) [$ns node]
22     $ns duplex-link $n1($i) $r1 100Mb 20ms DropTail
23     $ns duplex-link $n2($i) $r2 100Mb 20ms DropTail
24     set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $n1($i) TCPSink $n2($i) $i]
25     set ftp($i) [$tcp($i) attach-source FTP]
26 }
27
```

Рис. 2: Узлы

Мониторинг размера окна TCP и очереди

```
27
28 set windowVsTimeOne [open WindowVsTimeRenoOne w]
29 puts $windowVsTimeOne "0.Color: Black"
30 set windowVsTimeAll [open WindowVsTimeRenoAll w]
31 puts $windowVsTimeAll "0.Color: Black"
32 set qmon [$ns monitor-queue $r1 $r2 [open qm.out w] 0.1];
33 [$ns link $r1 $r2] queue-sample-timeout;
34
35 set redq [$ns link $r1 $r2] queue]
36 $redq set thresh_ 75
37 $redq set maxthresh_ 150
38 $redq set q_weight_ 0.002
39 $redq set linterm_ 10
40 set tchan_ [open all.q w]
41 $redq trace curq_
42 $redq trace ave_
..
```

Рис. 3: Мониторинг

Формирование файла с данными о
размере окна ТСР

Формирование файла с данными о размере окна TCP

```
44 proc plotWindow {tcpSource file} {  
45     global ns  
46     set time 0.01  
47     set now [$ns now]  
48     set cwnd [$tcpSource set cwnd_]  
49     puts $file "$now $cwnd"  
50     $ns at [expr $now+$time] "plotWindow $tcpSource $file"  
51 }  
52
```

Рис. 4: Формирование файла

Процедура finish, которая
завершает симуляцию и запускает
анализ результатов

Процедура finish, которая завершает симуляцию и запускает анализ результатов

```
52
53 proc finish {} {
54     global tchan
55     set awkCode {
56         {
57             if ($1 == "Q" && NF>2) {
58                 print $2, $3 >> "temp.q";
59                 set end $2
60             }
61             else if ($1 == "a" && NF>2)
62                 print $2, $3 >> "temp.a";
63         }
64     }
65     exec rm -f temp.q temp.a
66     exec touch temp.a temp.q
67
68     set f [open temp.q w]
69     close $f
70
71     set f [open temp.a w]
72     close $f
73
74
75     exec awk $awkCode all.q
76     exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPrenoCWND" WindowVsTimeRenoOne &
77     exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPrenoCWND" WindowVsTimeRenoAll &
78     exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.q &
79     exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.a &
80     exec nam out.nam &
81     exit 0
82 }
```

Рис. 5: finish

Добавление at-событий и запуск модели.

```
84 $redq attach $tchan_  
85 for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {  
86     $ns at 0.0 "$ftp($i) start"  
87     $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVsTimeAll"  
88 }  
89 $ns at 0.0 "plotWindow $tcp(1) $windowVsTimeOne"  
90 $ns at 20.0 "finish"  
91 $ns run
```

Рис. 6: at-события

График изменения размера окна
TCP (в Xgraph и в GNUPlot)

График изменения размера окна TCP (в Xgraph и в GNUPlot)

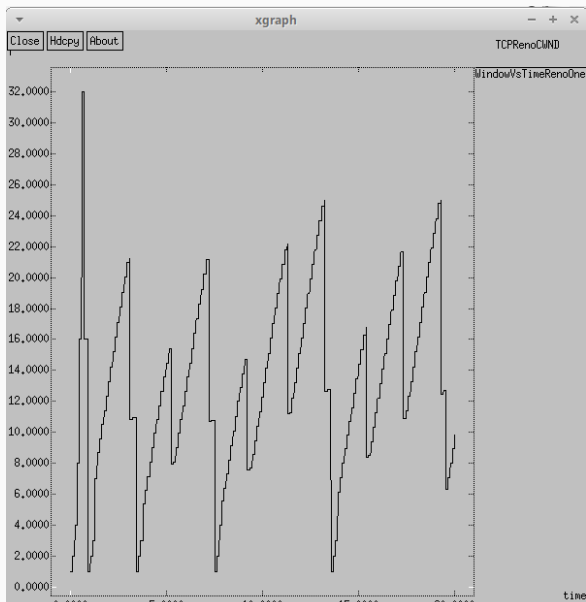


График изменения размера окна
TCP Р на всех источниках при N=20 в
Xgraph.

График изменения размера окна TCP R на всех источниках при N=20 в Xgraph.

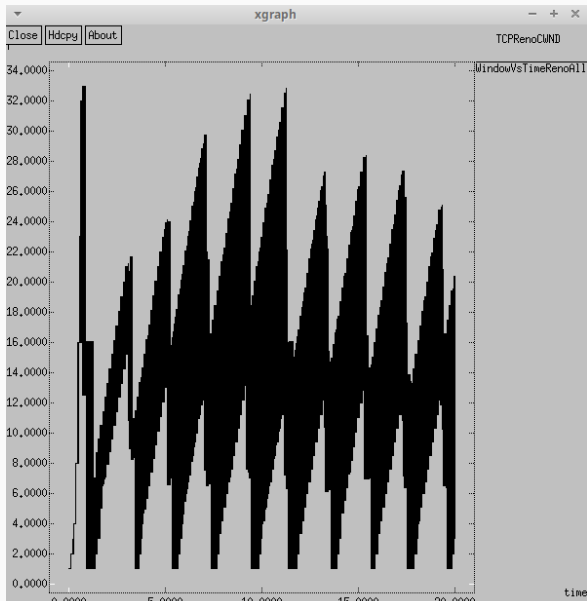


График изменения размера окна
TCP в GNUPlot. Текущий размер
очереди показывает высокие
колебания.

График изменения размера окна TCP в GNUPlot. Текущий размер очереди показывает высокие колебания.

A screenshot of a text editor window titled "/home/openmodelica/mip/lab-ns/lab04/graph_plot.gpi - Mousepad". The editor contains a GNUPlot script with 17 lines of code. The script sets various options like encoding, terminal, and output file, and defines a plot titled "График изменения размера окна TCP".

```
1#!/usr/bin/gnuplot -persist
2# задаём текстовую кодировку,
3# тип терминала, тип и размер шрифта
4
5set encoding utf8
6set term pdfcairo font "Arial,9"
7
8set out 'tcp.pdf'
9
10set title "График изменения размера окна TCP"
11
12set style line 2
13
14set xlabel "Время"
15set ylabel "Размер окна"
16
17plot "WindowVsTimeRenoOne" using 1:2 with lines title "Размер окна TCP"
```

Рис. 9: Реализация графика в GNUPlot

График изменения размера окна
TCP в GNUPlot. Текущий размер
очереди показывает высокие
колебания.

График изменения размера окна TCP в GNUPlot. Текущий размер очереди показывает высокие колебания.

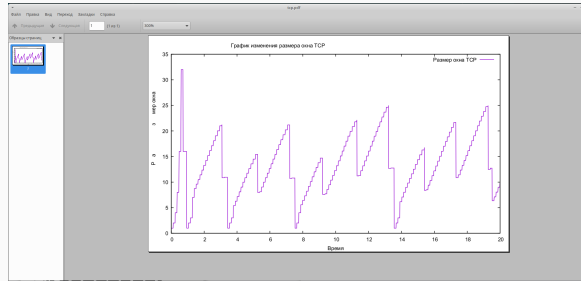
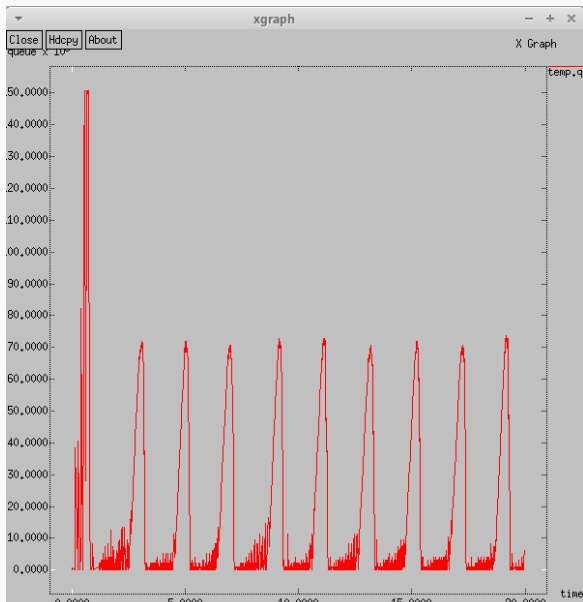


Рис. 10: График изменения размера окна TCP в GNUPlot

Построить график изменения
длины очереди и средней длины
очереди на первом
маршрутизаторе.

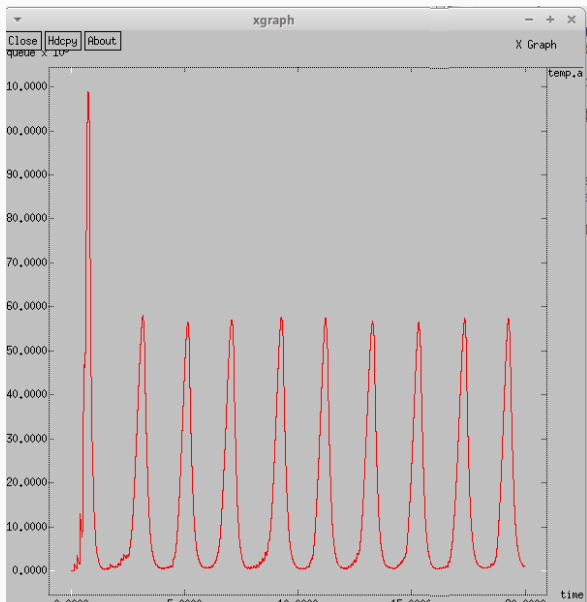
Изменение размера длины очереди
на линке (R1–R2) при $N=20$

Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=20



Изменение размера средней длины
очереди на линке (R1–R2) при N=20

Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=20



Демонстрация работы модели

Демонстрация работы модели

Передача пакетов из узлов к маршрутизатору ноль. От маршрутизатора ноль пакеты идут к маршрутизатору 1 и распределяются от него по узлам, соединенным с ним.

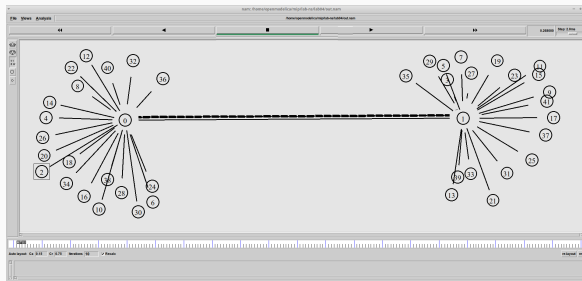


Рис. 13: Передача пакетов

Демонстрация работы модели

При переполнении очереди происходит сброс

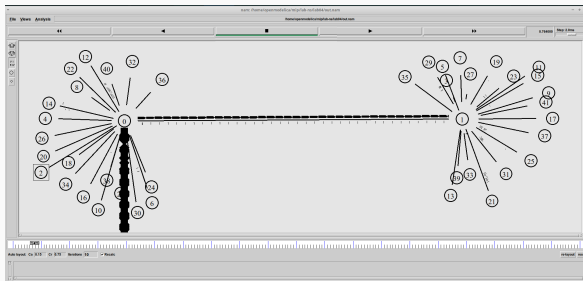


Рис. 14: Сброс очереди

Выводы

Закрепил и продемонстрировал навыки самостоятельной разработки имитационной модели в пакете NS-2 и построил графики.

Список литературы
