



Εργαστήριο Δικτύων

6^η Διάλεξη:

- Network Simulator – NS



Περίγραμμα παρουσίασης

- n Εισαγωγή στον ns
- n Τα τμήματα (components) του ns
- n Η δομή του ns
- n ΞΕΚΙΝΩΝΤΑΣ...
 - .. Το 1^ο script
 - .. Εκτέλεση προσομοιώσεων
- n Trace analysis
- n Παραδείγματα



Εισαγωγή

- n Εργαλείο για την έρευνα στο πεδίο των δικτύων
- n Προϊόν ανοιχτού κώδικα (open source)
- n Εγκαθίσταται σε: Unix, SunOS, Linux, Windows κ.α.
- n Σύνδεσμοι:
 - <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
 - http://nsnam.isi.edu/nsnam/index.php/Main_Page



Εισαγωγή (συν.)

n Στόχοι-Δυνατότητες:

- ανάπτυξη ερευνητικής δραστηριότητας
 - n εύκολη σύγκριση παρόμοιων λύσεων (π.χ. πρωτόκολλα)
 - n συνεργασία
 - n έλεγχος θεωρητικών αποτελεσμάτων
- βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας
- πολλαπλά επίπεδα μελέτης
 - n application <-> physical



Εισαγωγή (συν.)

- n Δικτυακά πρωτόκολλα που υποστηρίζει
 - ενσύρματα, ασύρματα, δορυφορικά
 - TCP, UDP, multicast
 - web, telnet, ftp
 - δρομολόγησης σε ad-hoc δίκτυα



Εισαγωγή (συν.)

- n Προσομοίωση διακριτού γεγονότος (discrete event simulation)
 - .. όλα είναι γεγονότα (events)
 - .. ο ns κρατά τη λίστα με τα events που εκκρεμούν
 - .. παίρνει το πιο άμεσο και το εκτελεί μέχρι τέλους



Εισαγωγή (συν.)

Ερευνητές από όλο τον κόσμο προσθέτουν νέες δυνατότητες:

n [AODV-UU](#)

n [BlueHoc](#)

n **OBS**

n **IR-UWB**



Τα τμήματα (components) του ns

n ns (Network Simulator)

n nam (Network AniMator)

n προ-επεξεργαστικά

- Γεννήτριες τοπολογιών, σχημάτων κίνησης

n μετα-επεξεργαστικά

- ανάλυση και επεξεργασία



Η δομή του ns-2

n object-oriented

n υλοποιημένος σε C++ με frontend OTcl

n Χρήση

- C++: επεξεργασία ανά πακέτο, αλλαγή υπάρχουσας κλάσης
- OTcl: configuration, setup, «μια-και-έξω» πράγματα



Η δομή του ns-2 (συν.)

- n Σε C++ υλοποιούνται:
 - .. πρωτόκολλα σε διάφορα επίπεδα (MAC, routing κλπ)
 - .. ορισμός και επεξεργασία πακέτων
 - .. βασικές λειτουργίες του event-driven προσομοιωτή
- n Σε OTcl καθορίζονται:
 - .. δομή δικτύου
 - .. χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα
 - .. είδος κίνησης
 - .. γενικές παράμετροι σχετιζόμενοι με την προσομοίωση



Το πρώτο script

```
# Create a simulator object  
set ns [new Simulator]
```

```
# Save nam and trace data  
set nf [open out.nam w]  
$ns namtrace-all $nf  
set tf [open out.tr w]  
$ns trace-all $tf
```

```
# Declare finish procedure  
proc finish {} {  
    global ns nf  
    $ns flush-trace  
    close $nf  
    exec nam out.nam &  
    exit 0 }  
}
```

```
# Set up finish time  
$ns at 5.0 "finish"
```

```
# Start simulation  
$ns run
```



Το πρώτο script (συν.)

```
# Creating nodes
```

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

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

```
...
```

```
...
```

```
...
```

```
# Setting up links between nodes
```

```
$ns duplex-link $n0 $n1 1Mb 10ms DropTail
```

```
...
```

```
...
```

```
...
```



Το πρώτο script (συν.)

Create a UDP agent and attach it to node n0

```
set udp0 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n0 $udp0
```

Create a CBR traffic source and attach it to udp0

```
set cbr0 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr0 set packetSize_ 500
$cbr0 set interval_ 0.005
$cbr0 attach-agent $udp0
```

Create a null agent and attach it to node n1

```
set null0 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n1 $null0
```

Connect source to sink

```
$ns connect $udp0 $null0
```

Start and stop traffic

```
$ns at 0.5 "$cbr0 start"
```

```
$ns at 4.5 "$cbr0 stop"
```



Το πρώτο script (συν.)

```
set ns [new Simulator]

set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
set tf [open out.tr w]
$ns trace-all $tf

set n0 [$ns node]
set n1 [$ns node]
$ns duplex-link $n0 $n1 1Mb 10ms DropTail

set udp0 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n0 $udp0

set cbr0 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr0 set packetSize_ 500
$cbr0 set interval_ 0.005
$cbr0 attach-agent $udp0

set null0 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n1 $null0
$ns connect $udp0 $null0

$ns at 0.5 "$cbr0 start"
$ns at 4.5 "$cbr0 stop"

proc finish {} {
    global ns nf
    $ns flush-trace
    close $nf
    exec nam out.nam &
    exit 0 }

$ns at 5.0 "finish"

$ns run
```



Άλλες εντολές

Create a number of nodes

```
for {set i 0} {$i < 7} {incr i}
{
  set n($i) [$ns node]
}
```

Connect the nodes

```
for {set i 0} {$i < 7} {incr i}
{
  $ns duplex-link $n($i) $n([expr ($i+1)%7]) 1Mb 10ms DropTail
}
```

Disable / Enable links

```
$ns rtmodel-at 1.0 down $n(1) $n(2)
$ns rtmodel-at 2.0 up $n(1) $n(2)
```

Set up dynamic routing protocol

```
$ns rtproto DV
```



Εκτέλεση προσομοιώσεων

- § Δημιουργία tcl αρχείου: π.χ. test.tcl
- § Ορισμός των κατάλληλων μεταβλητών περιβάλλοντος που σχετίζονται με τον NS
- § Εκτέλεση προσομοίωσης: π.χ. ns test.tcl
- § Ανάλυση αποτελεσμάτων που περιέχονται στο trace (.tr) αρχείο

Trace analysis

- n Όλες οι πληροφορίες αποθηκεύονται στο trace αρχείο

event	time	from node	to node	pkt type	pkt size	flags	fid	src addr	dst addr	seq num	pkt id
-------	------	-----------	---------	----------	----------	-------	-----	----------	----------	---------	--------

```
r : receive (at to_node)
+ : enqueue (at queue)          src_addr : node.port (3.0)
- : dequeue (at queue)         dst_addr : node.port (0.0)
d : drop (at queue)
```

```
r 1.3556 3 2 ack 40 ----- 1 3.0 0.0 15 201
+ 1.3556 2 0 ack 40 ----- 1 3.0 0.0 15 201
- 1.3556 2 0 ack 40 ----- 1 3.0 0.0 15 201
r 1.35576 0 2 tcp 1000 ----- 1 0.0 3.0 29 199
+ 1.35576 2 3 tcp 1000 ----- 1 0.0 3.0 29 199
d 1.35576 2 3 tcp 1000 ----- 1 0.0 3.0 29 199
+ 1.356 1 2 cbr 1000 ----- 2 1.0 3.1 157 207
- 1.356 1 2 cbr 1000 ----- 2 1.0 3.1 157 207
```



Παραδείγματα

- n Μια ουρά First-In-First-Out
[fifo_queue.nam](#)
- n TCP: κυλιόμενο παράθυρο (sliding window)
[slid_win.nam](#)
- n TCP: έλεγχος συμφόρησης (congestion control)
[mult_decrease.nam](#)
- n Mobile ad-hoc δίκτυα: Το πρόβλημα του κρυμμένου τερματικού (hidden terminal)
[hidden_terminal.nam](#)
- n Mobile ad-hoc δίκτυα: Η λύση RTS-CTS-data-ACK
[rts-cts-data-ack.nam](#)