

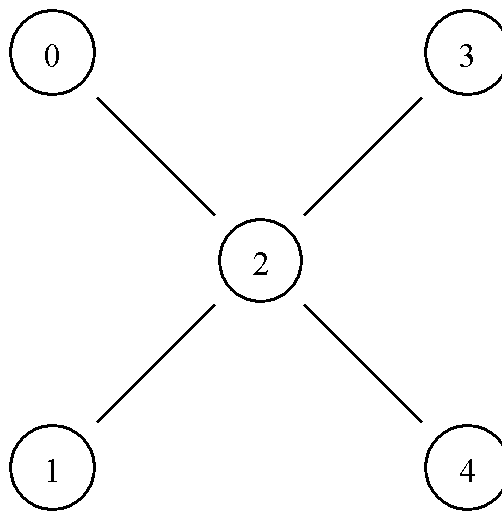
# ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

## Εργαστηριακή Άσκηση 9

### Επαναληπτικά Θέματα στη Μελέτη Πρωτοκόλλων με το NS2

Για τον κώδικα προσομοίωσης που παρατίθεται στο παράρτημα να απαντήσετε στις εξής ερωτήσεις:

- (α) Να σχεδιάσετε την τοπολογία της προσομοίωσης, ώστε να φαίνονται τα ονόματα των κόμβων, οι ταχύτητες των μεταξύ τους ζεύξεων και το μέγεθος ουράς σε κάθε ζεύξη. Να αναφέρετε τις εντολές με τις οποίες ορίζονται τα παραπάνω.
- (β) Τροποποιήστε τον κώδικα της προσομοίωσης, ώστε η τοπολογία να φαίνεται στο NAM όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 – Τοπολογία δικτύου προσομοίωσης στο NAM.

- (γ) Να αναφέρετε ποιες εφαρμογές τρέχουν σε κάθε κόμβο και δημιουργούν δεδομένα προς μετάδοση. Ποιες είναι οι σχετικές εντολές;
  - (δ) Τι πρωτόκολλο στο επίπεδο μεταφοράς χρησιμοποιείται για την κίνηση κάθε εφαρμογής;
  - (ε) Πού κατευθύνεται η κίνηση κάθε εφαρμογής; Με ποιες εντολές του κώδικα ορίζεται;
  - (στ) Χρωματίστε τις τέσσερις ροές δεδομένων, ώστε να διακρίνονται στο NAM. Παραθέστε ένα σχετικό screenshot.
  - (ζ) Με βάση τα περιεχόμενα του αρχείου ίχνους (lab9.tr) και με τη βοήθεια κατάλληλου script σε γλώσσα awk, υπολογίστε τα ακόλουθα για κάθε μία από τις τέσσερις ροές δεδομένων:
    1. το χρόνο μετάδοσης πακέτων,
    2. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων (byte) που αποστέλλονται από τους κόμβους πηγής  $n(0)$  και  $n(1)$  (εξαιρώντας τις αναμεταδόσεις και τις αποστολές επιβεβαιώσεων),
    3. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων που χάνονται,
    4. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων που λαμβάνονται από τους κόμβους προορισμού  $n(3)$  και  $n(4)$  (εξαιρώντας τις λήψεις επιβεβαιώσεων).
- Σχολιάστε τα αποτελέσματά σας.

- (η) Πόσο είναι το ελάχιστο μέγεθος της ουράς αναμονής της ζεύξης μεταξύ των κόμβων  $n(2)$  και  $n(4)$ , ώστε να μην παρατηρούνται απώλειες πακέτων; Περιγράψτε τη μεθοδολογία εντοπισμού του.
- (θ) Τροποποιήστε τον κώδικα προσομοίωσης του ερωτήματος (ζ), ώστε να δημιουργήσετε μια αμφίδρομη ζεύξη μεταξύ των κόμβων  $n(1)$  και  $n(4)$  με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: (i) εύρος ζώνης 1.2Mbps, (ii) ουρά τύπου DropTail, (iii) καθυστέρηση 50ms και (iv) μέγεθος ουράς αναμονής ίσο με 30. Τι παρατηρείτε ως προς τις διαδρομές που ακολουθούν τώρα οι ροές δεδομένων σε σχέση με τις διαδρομές που ακολουθούνται στην αρχική τοπολογία; Παραθέστε ένα σχετικό screenshot. Υπολογίστε το πλήθος των πακέτων που χάνονται σε κάθε κόμβο για κάθε μία από τις ροές δεδομένων.
- (ι) Τροποποιήστε τον κώδικα του προηγούμενου ερωτήματος ώστε οι διαδρομές που ακολουθούν οι τέσσερις ροές δεδομένων στη νέα τοπολογία να είναι ίδιες με τις αρχικές. Χρησιμοποιήστε την έννοια του κόστους ζεύξης για να το επιτύχετε αυτό, θέτοντας το ανάλογο της καθυστέρησης της εκάστοτε ζεύξης (π.χ. 10 msec  $\rightarrow$  1 μονάδα κόστους). Προσοχή: Σε περίπτωση ροής TCP, θα πρέπει τόσο τα πακέτα δεδομένων όσο και οι επιβεβαιώσεις τους να κινούνται στην ίδια διαδρομή (προφανώς με αντίθετες φορές). Παραθέστε ένα σχετικό screenshot.
- (ια) Τροποποιήστε τον κώδικα του προηγούμενου ερωτήματος ώστε να συμβαίνει διακοπή της ζεύξης μεταξύ των κόμβων  $n(2)$  και  $n(4)$  μεταξύ των χρονικών στιγμών 1.5 και 3.0 sec. Πόσα πακέτα χάνονται στην περίπτωση αυτή για κάθε μία από τις ροές δεδομένων; Σε ποια χρονική στιγμή μετά την επαναφορά της ζεύξης συνεχίζουν οι ροές δεδομένων από τους κόμβους  $n(0)$  και  $n(1)$  στον  $n(4)$ ;
- (ιβ) Τροποποιήστε τον κώδικα της προσομοίωσης του ερωτήματος (ια), ώστε οι ροές από τους κόμβους  $n(0)$  και  $n(1)$  προς τον  $n(4)$  να συνεχίζουν να δρομολογούνται και μετά τη διακοπή της ζεύξης  $n(2)$ - $n(4)$  μέσω εναλλακτικής διαδρομής. Πόσα πακέτα χάνονται στην περίπτωση αυτή για κάθε μία από τις ροές δεδομένων; Σε ποια χρονική στιγμή μετά τη διακοπή της ζεύξης συνεχίζουν οι ροές δεδομένων από τους κόμβους  $n(0)$  και  $n(1)$  στον  $n(4)$  και μέσω ποιας διαδρομής; Σε ποια χρονική στιγμή μετά την επαναφορά της ζεύξης συνεχίζουν οι ροές δεδομένων από τους κόμβους  $n(0)$  και  $n(1)$  στον  $n(4)$  μέσω της  $n(2)$ - $n(4)$ ;
- (ιγ) Τροποποιήστε τον αρχικό κώδικα, ώστε να μετατρέψετε την ενσύρματη τοπολογία του δικτύου σε ασύρματη, χρησιμοποιώντας το πρότυπο IEEE 802.11. Επίσης, αντικαταστήστε την εκθετική κίνηση (Exponential) με κίνηση CBR πακέτων μεγέθους 1500 byte και ρυθμού 1.2 Mbps. Χρησιμοποιήστε επίπεδο πλέγμα μήκους 600 m και πλάτους 400 m και τοποθετήστε τον κόμβο  $n(0)$  στο κέντρο του, ενώ τους υπόλοιπους κόμβους σε κορυφές τετραγώνου, οι οποίες να απέχουν από τον  $n(0)$  απόσταση ίση με 200 m. Χρησιμοποιήστε τις τιμές παραμέτρων που ορίζονται ακολούθως:

```

set opt(chan) Channel/WirelessChannel
set opt(prop) Propagation/TwoRayGround
set opt(ant) Antenna/OmniAntenna
set opt(ll) LL
set opt(ifq) Queue/DropTail/PriQueue
set opt(ifqlen) 30
set opt(netif) Phy/WirelessPhy
set opt(mac) Mac/802_11
set opt(rp) AODV
set opt(nn) 5
set opt(gridx) 600

```

```
set opt(gridy) 400
$opt(mac) set basicRate_ 1Mb
$opt(mac) set dataRate_ 11Mb
```

(ιδ) Με τη βοήθεια κατάλληλου script σε γλώσσα awk, υπολογίστε τα ακόλουθα για κάθε μία από τις τέσσερις ροές δεδομένων:

1. το χρόνο μετάδοσης πακέτων,
2. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων (byte) που αποστέλλονται από τους κόμβους πηγής  $n(0)$  και  $n(1)$  (εξαιρώντας τις αναμεταδόσεις και τις αποστολές επιβεβαιώσεων),
3. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων που χάνονται,
4. το συνολικό πλήθος των πακέτων και τον όγκο δεδομένων που λαμβάνονται από τους κόμβους προορισμού  $n(3)$  και  $n(4)$  (εξαιρώντας τις λήψεις επιβεβαιώσεων).

Σχολιάστε τα αποτελέσματά σας.

(ιε) Με βάση την απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα, έχουν ολοκληρωθεί όλες οι ροές δεδομένων; Αν όχι, πόσο πρέπει να αυξηθεί ο χρόνος προσομοίωσης ώστε να ολοκληρωθούν και οι τέσσερις ροές;

Σημείωση: Χρησιμοποιήστε τις εντολές:

```
$ns use-newtrace
set tf [open lab9.tr w]
$ns trace-all $tf
```

ώστε να μπορείτε να διακρίνετε στο αρχείο ίχνους lab9.tr τη ροή στην οποία ανήκει κάθε πακέτο με βάση το 39<sup>ο</sup> πεδίο που αντιστοιχεί στο flow id.

## ***Κώδικας Προσομοίωσης***

```
set ns [new Simulator]

set tf [open lab9.tr w]
$ns trace-all $tf

set nf [open lab9.nam w]
$ns namtrace-all $nf

proc finish {} {
    global ns tf nf
    $ns flush-trace
    close $tf
    close $nf
    exit 0
}

for {set i 0} {$i < 5} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
}

for {set i 0} {$i < 5} {incr i} {
    if {$i != 2} {
        $ns duplex-link $n($i) $n(2) 2Mb 20ms DropTail
        $ns queue-limit $n($i) $n(2) 30
        $ns queue-limit $n(2) $n($i) 10
    }
}

set udp1 [new Agent/UDP]
$udp1 set fid_ 1
$udp1 set packetSize_ 1500
$ns attach-agent $n(0) $udp1
set null1 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n(3) $null1
$ns connect $udp1 $null1

set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr1 attach-agent $udp1
$cbr1 set packetSize_ 1500
$cbr1 set rate_ 1.0mb
$cbr1 set random_ off
```

```
set tcp2 [new Agent/TCP]
$tcp2 set packetSize_ 1460
$tcp2 set fid_ 2
$ns attach-agent $n(0) $tcp2
set sink2 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n(4) $sink2
$ns connect $tcp2 $sink2

set ftp2 [new Application/FTP]
$ftp2 attach-agent $tcp2

set udp3 [new Agent/UDP]
$udp3 set fid_ 3
$udp3 set packetSize_ 1500
$ns attach-agent $n(1) $udp3
set null3 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n(3) $null3
$ns connect $udp3 $null3

set exp3 [new Application/Traffic/Exponential]
$exp3 attach-agent $udp3
$exp3 set packetSize_ 1500
$exp3 set rate_ 1.2mb

set tcp4 [new Agent/TCP]
$tcp4 set packetSize_ 960
$tcp4 set fid_ 4
$ns attach-agent $n(1) $tcp4
set sink4 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n(4) $sink4
$ns connect $tcp4 $sink4

set telnet4 [new Application/Telnet]
$telnet4 attach-agent $tcp4
$telnet4 set interval_ 0.001

# Events
$ns at 0.15 "$cbr1 start"
$ns at 0.3 "$ftp2 start"
$ns at 0.45 "$exp3 start"
$ns at 0.6 "$telnet4 start"
$ns at 4.15 "$cbr1 stop"
$ns at 4.3 "$ftp2 stop"
```

```
$ns at 4.45 "$exp3 stop"  
$ns at 4.6 "$telnet4 stop"  
$ns at 25.0 "finish"  
$ns run
```