

Δίκτυα Επικοινωνιών 2014-2015

8η εργαστηριακή άσκηση: Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα IEEE 802.11

Εξάμηνο : 6ο

Ονοματεπώνυμο : Δασούλας Γεώργιος
Α.Μ. :03112010

Περιεχόμενο:

Στη συγκεκριμένη εργαστηριακή άσκηση θα μελετηθεί η συμπεριφορά των ασύρματων τοπικών δικτύων, που ακολουθούν το πρότυπο IEEE 802.11. Για το λόγο αυτό θα προσομοιώσουμε ένα τοπικό δίκτυο, στο οποίο 2 κόμβοι αποστέλλουν πακέτα δεδομένων. Η ανάλυσή μας θα βασιστεί στη μέτρηση της μέσης καθυστέρησης, καθώς και τη χρησιμοποίηση του καναλιού.

1) Επίδραση απόστασης κόμβων

Στον παρακάτω πίνακα με τα δεδομένα προσθέσαμε και τη στήλη της χρησιμοποίησης που θα χρησιμοποιήσουμε. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποίησης τροποποιήσαμε κατάλληλα τον κώδικα του awk αρχείου. Συγκεκριμένα,

προσθέσαμε την εξής γραμμή :

```
printf("Utilisation \t\t: %f\n",data*8/((t_end-t_start)*1100000));
```

Επίσης, ρυθμίσαμε το μήκος του πλέγματος ώστε να μην επηρεάζει ανεπιθύμητα τα αποτελέσματα.

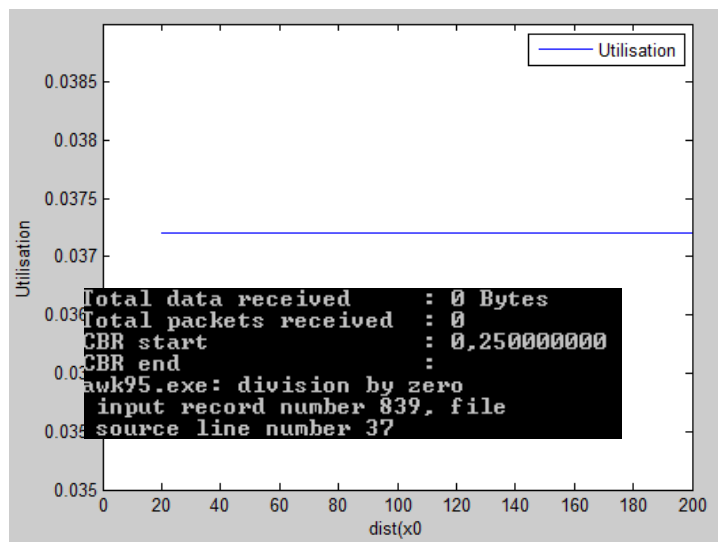
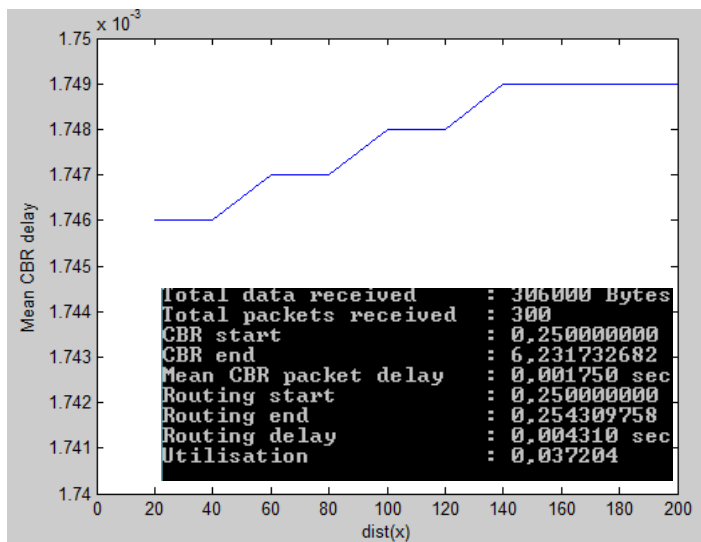
Dist(x)	Data (bytes)	Packets	CBR start	CBR stop	Mean CBR delay	Routing start	Routing stop	Routing delay	Χρησιμοποίηση
20	306000	300	0.25	6.2317303	0.001746	0.25	0.254303	0.0043	0.0372043
40	306000	300	0.25	6.2317305	0.001746	0.25	0.254304	0.0043	0.0372041
60	306000	300	0.25	6.2317305	0.001747	0.25	0.254304	0.0043	0.0372037
80	306000	300	0.25	6.2317309	0.001747	0.25	0.254305	0.0043	0.0372032
100	306000	300	0.25	6.2317311	0.001748	0.25	0.254305	0.004306	0.0372013
120	306000	300	0.25	6.2317313	0.001748	0.25	0.254306	0.004306	0.0372012

140	306000	300	0.25	6.2317315	0.001749	0.25	0.254306	0.004307	0.0372013
160	306000	300	0.25	6.2317317	0.001749	0.25	0.254307	0.004307	0.03720412
180	306000	300	0.25	6.2317317	0.001749	0.25	0.254308	0.004308	0.03720402
200	306000	300	0.25	6.2317321	0.001749	0.25	0.254308	.004308	0.03720402

Ακολουθούν οι γραφικές παραστάσεις της μέσης καθυστέρησης και της χρησιμοποίησης διαύλου συναρτήσει της απόστασης των κόμβων .

Όπως παρατηρούμε από τις παρακάτω γραφικές, και τα δύο μεγέθη παραμένουν πρακτικά σταθερά σε σχέση με την απόσταση των κόμβων. Πιο προσεκτικά , βλέπουμε ότι για την μέση καθυστέρηση έχουμε μια απειροελάχιστη αύξηση.

Επίσης , αν δίνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στη χρησιμοποίηση καναλιού θα βλέπαμε μία ακόμα πιο απειροελάχιστη μείωση του utilisation . Η σταθερότητα είναι λογική , καθώς δεν έχουμε καμιά μεταβολή στο ρυθμό μετάδοσης των πακέτων , οπότε συνεχίζουν να στέλνονται με την ίδια ένταση. Το μόνο που αλλάζει είναι η απόσταση που έχουν να διανύσουν τα πακέτα .

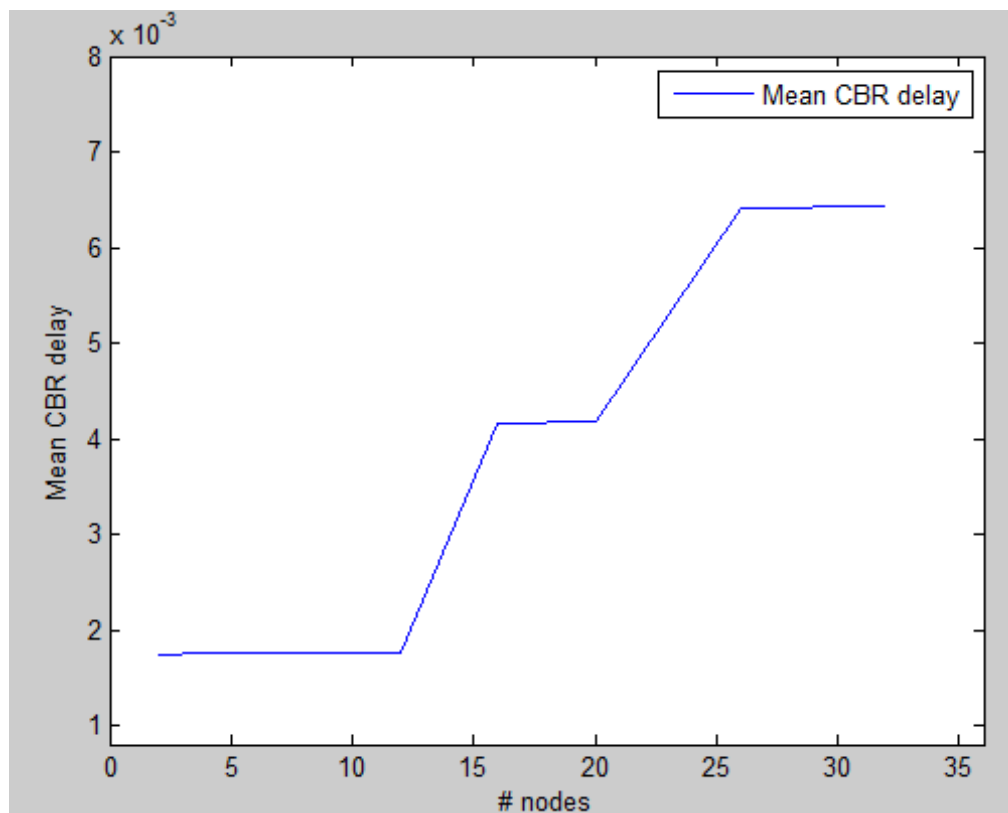


Για την προσέγγιση της ελάχιστης αέρας τιμής του $\text{opt}(\text{dist}(x))$, για την οποία είναι αδύνατη η μεταφορά δεδομένων απλώς θα δοκιμάσουμε τιμές του $\text{dist}(x)$ και θα ψάξουμε να δούμε που δε στέλνονται καθόλου πακέτα. Μετά από δοκιμές και εκτελέσεις του awk αρχείου για διάφορες τιμές του $\text{dist}(x)$, βρήκαμε πως η εμβέλεια του δικτύου μας (δηλαδή η μεγαλύτερη απόσταση , για την οποία είναι δυνατή η μεταφορά δεδομένων) είναι το 250 . Αντίστοιχα, η τιμή $\text{opt}(\text{dist}(x)) = 251$, μας δίνει μηδενικά αποτελέσματα. Πράγματι , φαίνεται και στα παρακάτω (αριστερά για 250 , δεξιά για 251 αντίστοιχα) :

2) Επίδραση αριθμού κόμβων

Ακολουθεί ο πίνακας με τις μετρήσεις των 8 προσομοιώσεων και στη συνέχεια η γραφική :

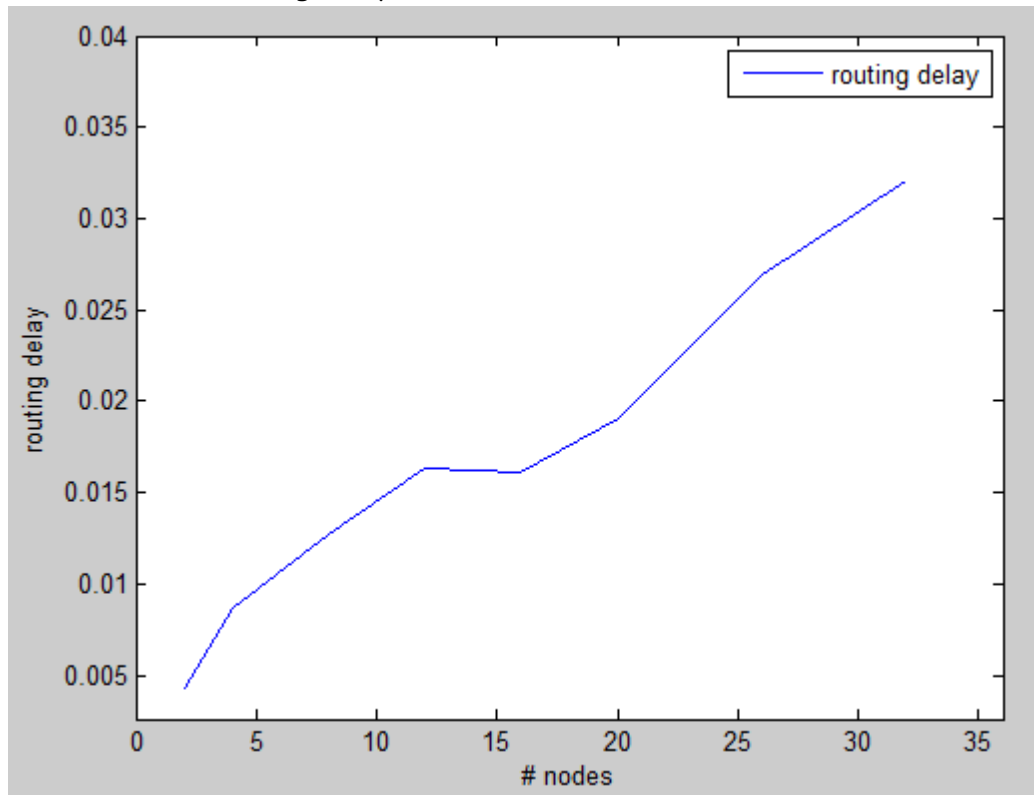
# nodes	Data (bytes)	Packets	CBR start	CBR stop	Mean CBR delay	Routing start	Routing stop	Routing delay	Χρησιμοποίηση
2	306000	300	0.25	6.2317 30382	0.001747	0.25	0.2543036 24	0.004304	0.037204 2
4	306000	300	0.25	6.2317 30782	0.001749	0.25	0.2587136 73	0.008714	0.037204 2
8	306000	300	0.25	6.2317 31582	0.00175	0.25	0.2627574 06	0.012757	0.037204 2
12	306000	300	0.25	6.2317 32382	0.001766	0.25	0.2662930 33	0.016293	0.037204 2
16	306000	300	0.25	6.2339 2736	0.004149	0.25	0.2661055 18	0.016106	0.037204 2
20	306000	300	0.25	6.2342 88164	0.004170	0.25	0.2751467 51	0.025147	0.037188 3
26	306000	300	0.25	6.2317 30382	0.006410	0.25	0.2782747 31	0.028275	0.037190 5
32	306000	300	0.25	6.2317 31182	0.006432	0.25	0.2820899 31	0.032090	0.037176 5



Βλέπουμε ότι έχουμε αύξηση της μέσης καθυστέρησης ανά πακέτο, η οποία δικαιολογείται από το ότι η αύξηση των κόμβων συντελεί στο να έχουμε περισσότερους κόμβους μεταξύ

πομπού και δέκτη , μέσω των οποίων πρέπει να στείλουν πακέτα , μεγαλώνοντας έτσι την καθυστέρηση .

Για το χρόνο συμπλήρωσης του πίνακα δρομολόγησης , χρειαζόμαστε τους χρόνους αποστολής των πακέτων AODV , δηλαδή από το αρχείο awk , το χρόνο `routing_end-routing_start`. Το μέγεθος αυτό το έχουμε ήδη συμπληρωμένο στον πίνακά μας και είναι το `routing delay` . Ακολουθεί η γραφική παράσταση του χρόνου συμπλήρωσης:



Για τον αριθμό των αλμάτων ακολουθούμε τα εξής :

Προσθέσαμε στο αρχείο awk το παρακάτω :

```
/^f/ && /cbr/{
```

```
    hoppi++;
```

```
}
```

και επίσης, στο module END{ }, την παρακάτω εντολή τύπωσης :

```
END {
```

```
    printf("Total hops\t: %d\n", hops/packets+1);
```

```
}
```

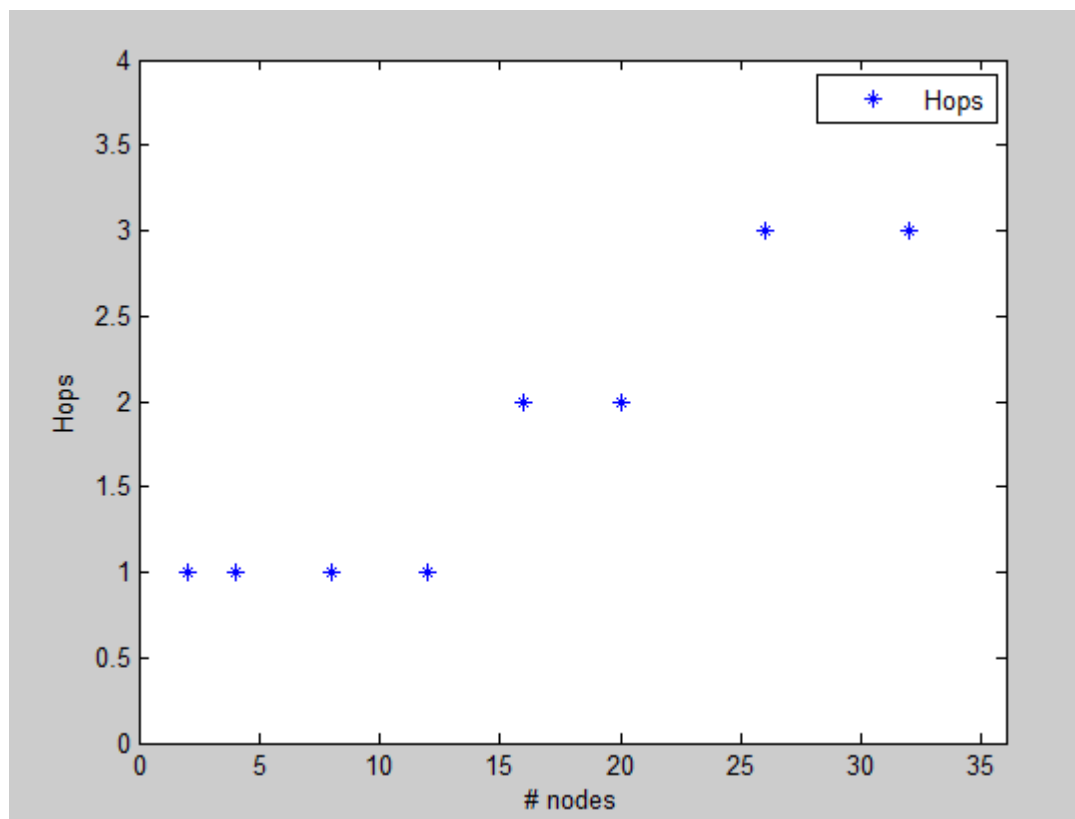
Έτσι, βρίσκουμε πειραματικά το πλήθος των βημάτων. Για τον θεωρητικό υπολογισμό θα χρησιμοποιήσουμε τον εξής θεωρητικό τύπο :

απόσταση διαδοχικών κόμβων = $20 \cdot (\text{πλήθος κόμβων} - 1)$, καθώς και το

πλήθος βημάτων = ακέραιο μέρος (απόσταση διαδοχικών / 250) + 1. Άρα, βλέπουμε ότι τα hops αυξάνονται σε 2 , όταν έχουμε πλήθος κόμβων = 16 και αυξάνονται σε 3 , όταν έχουμε πλήθος κόμβων = 26 .

Άρα, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας και ακολουθεί η γραφική παράσταση :

# nodes	Hops
2	1
4	1
8	1
12	1
16	2
20	2
26	3
32	3



Τα παραπάνω φαίνονται να δικαιολογούνται και με τον θεωρητικό υπολογισμό , μιας και ο αριθμός των βημάτων εξαρτάται από την εμβέλεια των κόμβων.

Ακολουθεί ο κώδικας tcl που ακολουθήθηκε :

```
set opt(chan) Channel/WirelessChannel ;# Τύπος καναλιού
set opt(prop) Propagation/TwoRayGround ;# Μοντέλο ραδιομετάδοσης
set opt(ant) Antenna/OmniAntenna ;# Τύπος κεραίας
```

```

set opt(ll) LL ;# Τύπος επιπέδου σύνδεσης
set opt(ifq) Queue/DropTail/PriQueue ;# Τύπος ουράς
set opt(ifqlen) 20 ;# Μέγιστος αριθμός πακέτων
;# στην ουρά
set opt(netif) Phy/WirelessPhy ;# Τύπος δικτυακής επαφής
set opt(mac) Mac/802_11 ;# Πρωτόκολλο MAC
set opt(rp) AODV ;# Πρωτόκολλο δρομολόγησης
set opt(nn) 2 ;# Αριθμός κόμβων
set opt(gridx) 400 ;# Μήκος πλέγματος (m)

set opt(gridy) 400 ;# Πλάτος πλέγματος (m)
set opt(distx) 200 ;# Οριζόντια απόσταση μεταξύ
;# διαδοχικών κόμβων (e)m
set opt(udpSize) 1000 ;# Μέγεθος UDP (byte)
set opt(cbrpSize) 1000 ;# Μέγεθος πακέτου CBR (byte)
set opt(cbrpInterval) 0.02 ;# Χρόνος μεταξύ διαδοχικών
;# πακέτων CBR (sec)
set opt(cbrmaxpn) 300 ;# Μέγιστος αριθμός πακέτων CBR
set opt(cbrstart) 0.25 ;# Χρόνος εκκίνησης CBR
set opt(simstop) 8.0 ;# Χρόνος λήξης προσομοίωσης
$opt(mac) set basicRate_ 1Mb
$opt(mac) set dataRate_ 11Mb
set ns [new Simulator]
set tf [open lab8c.tr w]
$ns trace-all $tf
    set nf [open lab8c.nam w]
$ns namtrace-all-wireless $nf $opt(gridx) $opt(gridy)
    proc finish {} {
        global ns tf nf
        $ns flush-trace
        close $tf
        close $nf
        exit 0
    }
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $opt(gridx) $opt(gridy)
create-god $opt(nn)

$ns node-config -adhocRouting $opt(rp) \
    -llType $opt(ll) \
    -macType $opt(mac) \
    -ifqType $opt(ifq) \
    -ifqLen $opt(ifqlen) \
    -antType $opt(ant) \
    -propType $opt(prop) \
    -phyType $opt(netif) \
    -channel [new $opt(chan)] \
    -topoInstance $topo \
    -agentTrace ON \
    -routerTrace ON \
    -macTrace OFF \
    -movementTrace OFF

set posx(0) [expr $opt(gridx)/2.0-(($opt(nn)-1)/2.0)*$opt(distx)]
for {set i 0} {$i < $opt(nn)} {incr i} {
    set n($i) [$ns node]
    $n($i) random-motion 0
    $n($i) set X_ [expr $posx(0) + $i*$opt(distx)]
    $n($i) set Y_ [expr $opt(gridy)/2.0]
    $n($i) set Z_ 0.0
    set node_x [$n($i) set X_]
    set node_y [$n($i) set Y_]

```

```

                                puts "node($i) at position ($node_x, $node_y)"
        }

Agent/UDP set packetSize_ $opt(udpssize)
set agent [new Agent/UDP]
set cbr [new Application/Traffic/CBR]
$cbr set packetSize_ $opt(cbrpssize)
$cbr set interval_ $opt(cbrpinterval)
$cbr set maxpkts_ $opt(cbrmaxpn)
$cbr attach-agent $agent
$ns attach-agent $n(0) $agent
set sink [new Agent/LossMonitor]
$ns attach-agent $n([expr $opt(nn)-1]) $sink
$ns connect $agent $sink
for {set i 0} {$i < $opt(nn)} {incr i} {
    $ns initial_node_pos $n($i) 10
}
$ns at 0.0 "$n(0) label Sender"
$ns at 0.0 "$n([expr $opt(nn)-1]) label Receiver"
$ns at $opt(cbrstart) "$cbr start"
for {set i 0} {$i < $opt(nn)} {incr i} {
    $ns at $opt(simstop) "$n($i) reset";
}
$ns at $opt(simstop) "finish"
$ns run

```