

**Ασύρματες και κινητές επικοινωνίες**

**Χειμερινό Εξάμηνο 2010**

**- Wifi Calculator -**

**Στάμος Κατσιγιάννης, AM: EY0924**

**Γεώργιος Αλέξανδρος Κουλιέρης, AM: EY0920**

---

**Παραδοτέα**

1. Αρχεία εφαρμογής:
  - a. WiFiCalculator.exe
  - b. antenna.mtl
  - c. antenna.obj
  - d. wrt54g1.mtl
  - e. wrt54g1.obj
2. Αναφορά : wificalculator.pdf
3. Ιστοσελίδα : [www.di.uoa.gr/~stamos/wifi/index.html](http://www.di.uoa.gr/~stamos/wifi/index.html)

**Περιγραφή**

Η εργασία μας για το μάθημα των «Ασύρματων και Κινητών Επικοινωνιών» περιλαμβάνει την ανάπτυξη λογισμικού προσομοίωσης για ασύρματα δίκτυα Wifi (802.11a/b/g). Παρέχεται στο χρήστη ένα γραφικό περιβάλλον στο οποίο μπορεί να τοποθετεί στο χώρο εικονικά access points και εικονικούς ασύρματους κόμβους. Το λογισμικό στη συνέχεια υπολογίζει τις τιμές διάφορων μεγεθών που αφορούν κάθε ασύρματο κόμβο και προβάλλει τα αποτελέσματα στον χρήστη.

Η προσομοίωση δικτύων Wifi είναι αρκετά δημοφιλής επιστημονική περιοχή με πλήθος δημοσιεύσεων, εργασιών αλλά και διαθέσιμου λογισμικού προσομοίωσης. Οι προσομοιωτές δικτύων OpNet [1] και NS-2 [2] χρησιμοποιούνται συχνά ως test-beds για δίκτυα Wifi τόσο κατά τον σχεδιασμό τους όσο και για την επίλυση προβλημάτων αν αυτά προκύψουν. Στην αγορά υπάρχουν επίσης και αρκετά πιο εξειδικευμένα εργαλεία για την προσομοίωση ασυρμάτων δικτύων. Ένα από αυτά είναι η σουίτα εργαλείων Nuts about Nets [3] αλλά και το Wifi Mesh Simulator Pro [4] το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να σχεδιάσει εικονικούς κόσμους, να τοποθετήσει μέσα τους access points και ασύρματους κόμβους και να τρέξει διάφορα tests. Τα tests αυτά θα δείξουν σφάλματα στον σχεδιασμό του ασύρματου πλέγματος πολύ πριν την πραγματική τοποθέτηση του εξοπλισμού.

Το δικό μας εργαλείο δεν εκτελεί προσομοίωση των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας ενός δικτύου wifi. Είναι ένα εργαλείο για γρήγορο και κατα προσέγγιση υπολογισμό της απόδοσης του δικτύου ανάλογα με τη δομή του. Δίνει τη δυνατότητα

σε χρήστες χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις να επιλέξουν αποδοτικά τη θέση στην οποία θα τοποθετήσουν τα access points του δικτύου. Η λειτουργία του είναι απολύτως αυτοματοποιημένη και δε χρειάζεται άλλη παραμετροποίηση.

Το περιβάλλον του προσομοιωτή για την επικοινωνία με το χρήστη είναι τρισδιάστατο. Μέσω αυτού του τρισδιάστατου interface ο χρήστης μπορεί:

- Να παραμετροποιήσει τον χώρο στον οποίο θα εκτελεστούν οι υπολογισμοί ορίζοντας ορόφους.
- Να τοποθετήσει τις ασύρματες συσκευές στο χώρο, δηλαδή τις ασύρματες κάρτες και τα σημεία πρόσβασης (access points).
- Κατά την τοποθέτηση των συσκευών να ορίσει χαρακτηριστικές παραμέτρους τους, όπως η ισχύς για τα σημεία πρόσβασης και το πρωτόκολλο τόσο για τις ασύρματες κάρτες όσο και για τα σημεία πρόσβασης.
- Να επανεκτελέσει τους υπολογισμούς επί του χώρου προσομοίωσης αν έχουν γίνει μείζωνος σημασίας αλλαγές οπότε θα ήθελε επαναπροσδιορισμό της αντιστοίχισης μεταξύ καρτών και σημείων πρόσβασης.
- Να δημιουργήσει κόμβους επίδειξης ( demo nodes ) για να δει σύντομα τον τρόπο λειτουργίας της εφαρμογής και να εξοικειωθεί με το interface.
- Να καθαρίσει τον «καμβά» στον οποίο εργάζεται.
- Να ενεργοποιήσει / απενεργοποιήσει την εμφάνιση πληροφοριών για τους κόμβους.
- Να ενεργοποιήσει / απενεργοποιήσει την αδιαφάνεια των ορόφων.
- Να εξάγει το αρχείο των αποτελεσμάτων. Το αρχείο είναι αρχείο κειμένου στο οποίο έχουν καταγραφεί στη μορφή πινάκων όλα τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.
- Να διαλέξει ένα σημείο πρόσβασης και να δει όλες τις ασύρματες κάρτες οι οποίες έχουν αντιστοιχιστεί με αυτό.
- Να εισάγει / εξάγει τον χάρτη του κτιρίου με τους κόμβους. Η αποθήκευση γίνεται σε αρχείο με custom format το οποίο αναγνωρίζεται από την εφαρμογή.
- Να περιστρέψει την όλη κατασκευή για να εστιάσει στους κόμβους που πραγματικά τον ενδιαφέρουν.

Το περιβάλλον είναι προγραμματισμένο με χρήση της βιβλιοθήκης OpenGL για τα γραφικά (Το OpenGL είναι ένα API για την επικοινωνία με την κάρτα γραφικών.), της GLUT για τη διαχείριση των παραθύρων (η βιβλιοθήκη glut κάνει το προγραμματισμό για τη δημιουργία του παραθύρου πιο εύκολο και μεταφέρσιμο ) και της GLUI για το σχεδιασμό του γραφικού περιβάλλοντος επικοινωνίας με τον χρήστη.

Για τους υπολογισμούς έχουν δημιουργηθεί οι κλάσεις calculator, accesspoint και wificard, οι οποίες κάνουν expose τα δεδομένα τους στο module που αναλαμβάνει την οπτικοποίηση. Σε κάθε frame τα δεδομένα συλλέγονται και ζωγραφίζονται ανάλογα τα αντικείμενα στην οθόνη, ώστε ο υπολογισμός να οπτικοποιείται σε πραγματικό χρόνο.

## Μέθοδος επιλογής του βέλτιστου access point

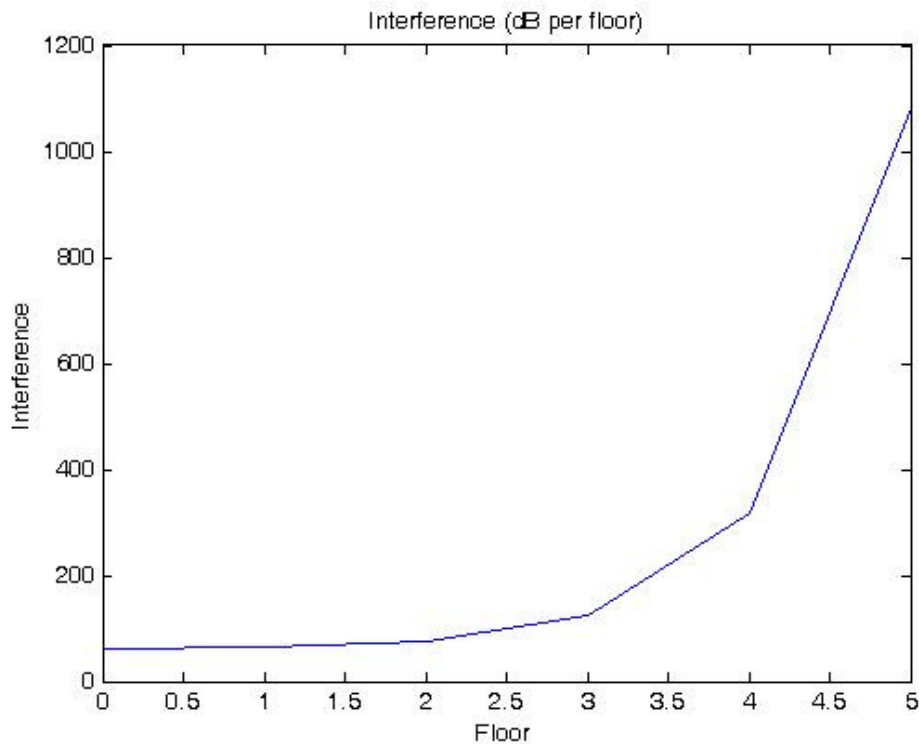
Για να επιλεγεί το κατάλληλο access point χρησιμοποιούμε τη μέθοδο που προτείνεται στο [5] σύμφωνα με την οποία προσπαθούμε να μεγιστοποιήσουμε το ελάχιστο capacity του access point. Δηλαδή υπολογίζουμε τα:

$$C_o = \max_i C_{w_i} \quad (1)$$

$$C_{w_i} = \frac{1}{N_i} \min \left( C_{M_i}, B_i \log \left( 1 + \frac{S_T}{4\pi d^4 I_i} \right) \right) \quad (2)$$

$C_{w_i}$	Capacity του $i$ -οστού access point
$C_{M_i}$	Μέγιστο διαθέσιμο capacity λόγω τεχνολογικών περιορισμών (πρωτόκολλο a/b/g)
$N_i$	Αριθμός συνδεδεμένων κόμβων στο $i$ -οστό access point
$B_i$	Το εύρος ζώνης του καναλιού (εξαρτάται από το πρωτόκολλο)
$S_T$	Ισχύς εκπομπής
$I_i$	Interference
$D$	Απόσταση του κόμβου από το $i$ -οστό access point

Κάθε όροφος είναι χωρισμένος σε 16 x 16 τετράγωνα. Θεωρούμε ότι κάθε μονάδα απόστασης στον εικονικό χώρο αντιστοιχεί σε 5 m στον πραγματικό κόσμο. Για να προσεγγιστεί η τιμή του interference μεταξύ ορόφων χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω συνάρτηση:

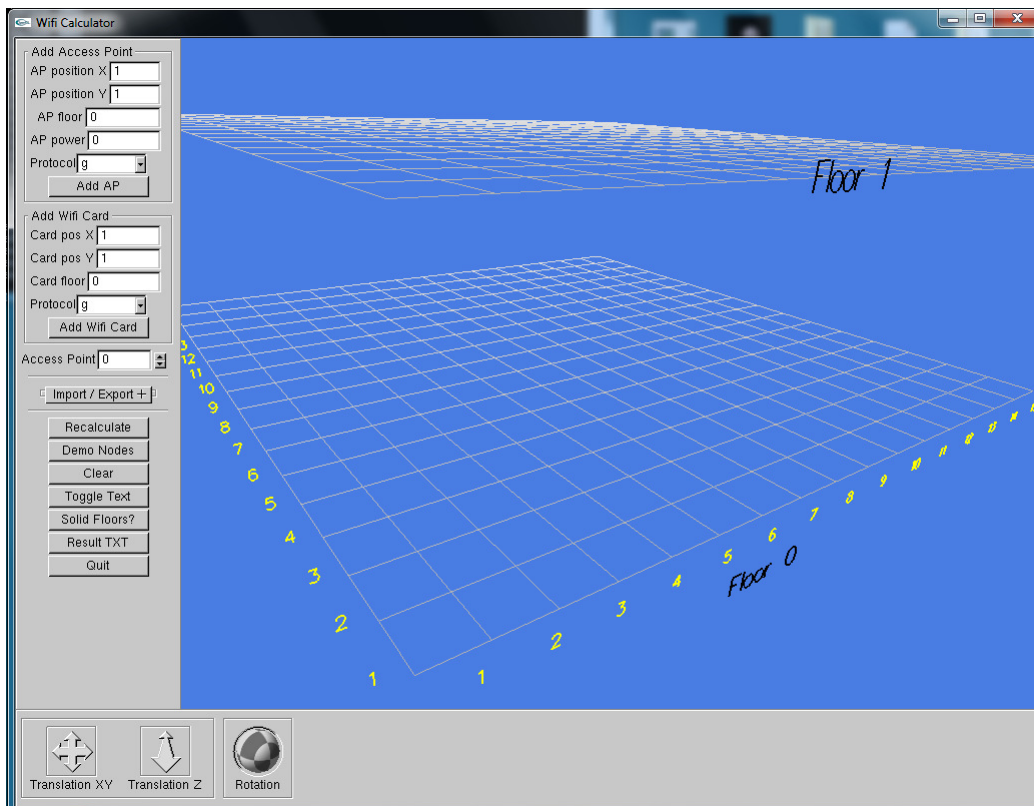


Εικόνα 1. Interference ανα όροφο

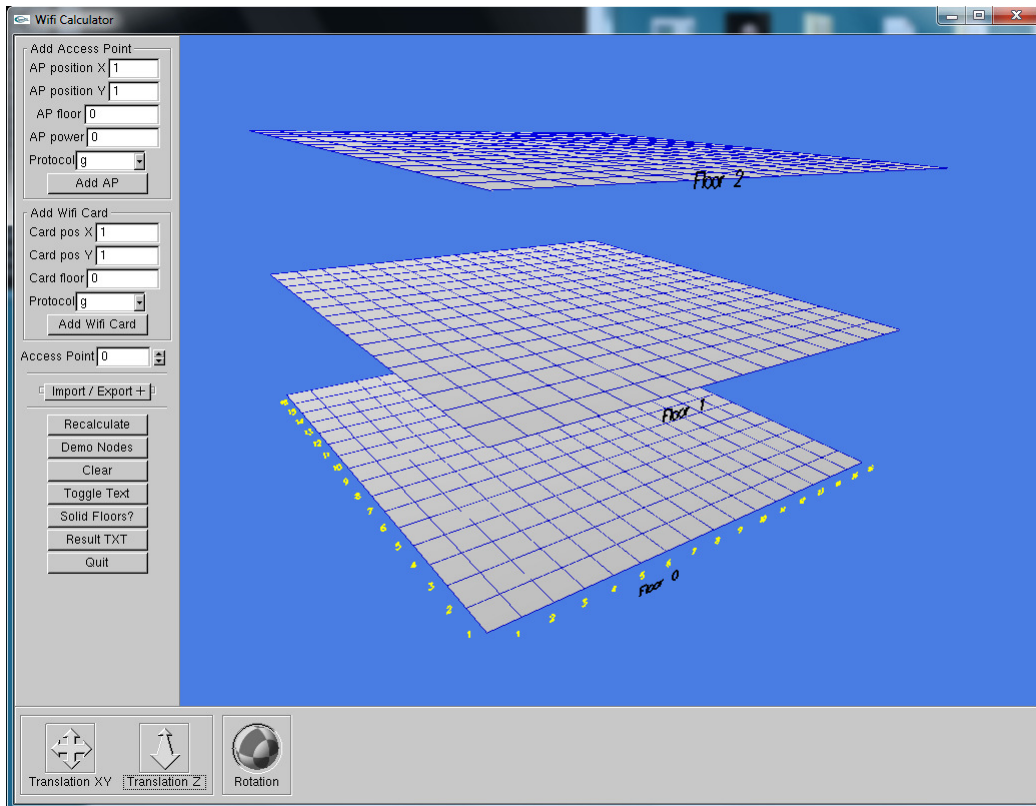
## Κίνητρα

Στόχος του λογισμικού αυτού είναι να παρέχει στο χρήστη ένα εργαλείο με το οποίο μπορεί να σχεδιάσει καλύτερα και αποδοτικότερα ένα ασύρματο δίκτυο σε περιπτώσεις που υπάρχουν πολλά γειτονικά ασύρματα δίκτυα τα οποία δημιουργούν προβλήματα στην εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία του λόγω των παρεμβολών. Συγκεκριμένα, στη προσομοίωση θεωρείται ότι ο χώρος είναι ενιαίος χωρίς εμπόδια που μπορούν να επηρεάσουν ουσιαστικά την ισχύ του σήματος, όπως είναι οι τοίχοι. Σαν παράδειγμα θα μπορούσε να προταθεί ένας εκθεσιακός χώρος στον οποίο πολλοί από τους εκθέτες έχουν στο “περίπετρό” τους κάποιο access point. Η ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού από access points τόσο κοντά το ένα με το άλλο αυξάνει πολύ τις παρεμβολές με αποτέλεσμα να χρειάζεται προσεκτική ρύθμιση των καναλιών και της ισχύος εκπομπής.

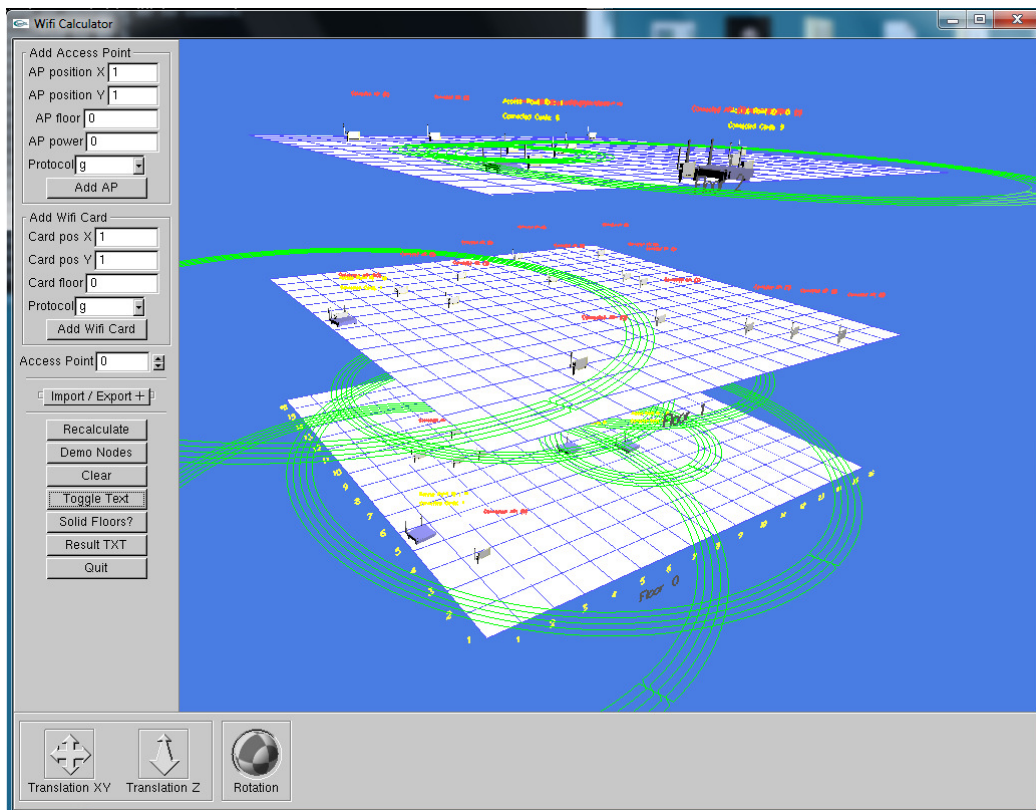
## Screenshots



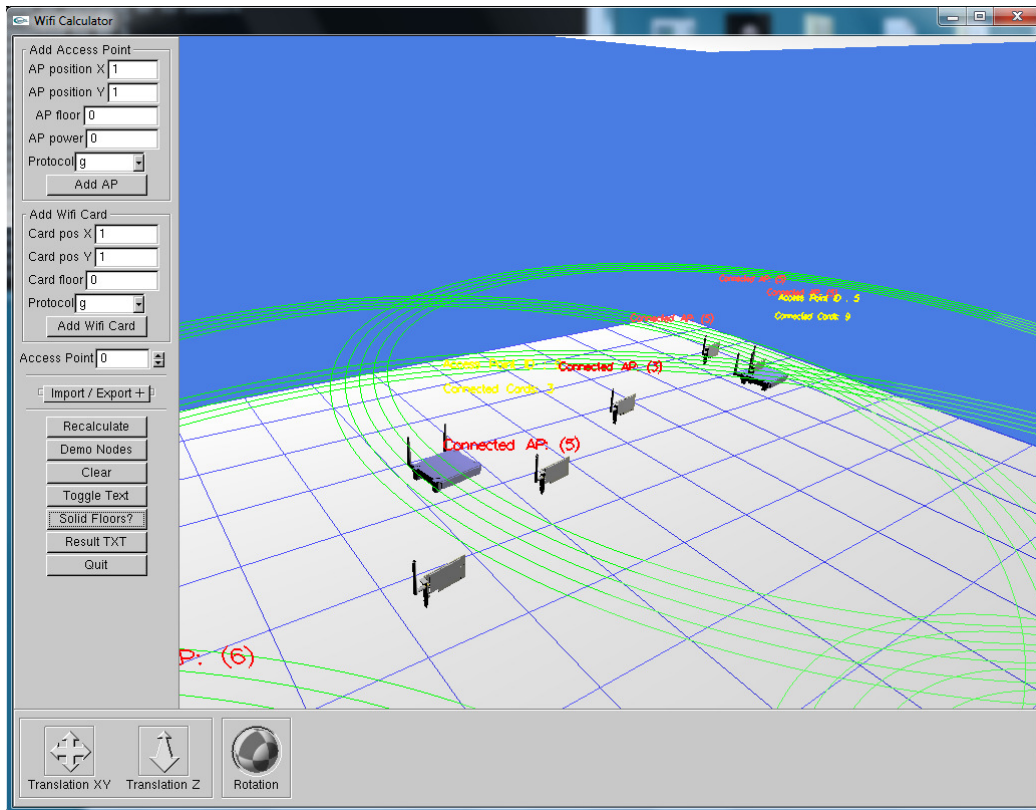
Εικόνα 2. Start up screen



Εικόνα 3. Solid floors enabled



Εικόνα 4. Simulation running



Εικόνα 5. Simulation running close-up view

Β02.11 WiFi Calculator by George Koulieris and Stamos Katsigiannis

Result file #1

WiFi nodes connected to optimal Access Point: 56.67 percent

List of Access Points:

SSID	Protocol	Power	Position	Connected Nodes
0	g	60.00	(7,1,2)	9
1	gg	9.00	(3,4,2)	6
2	gg	29.00	(6,10,3)	6
3	g	19.00	(10,6,0)	6
4	g	39.00	(6,10,4)	5
5	g	74.00	(15,13,0)	9
6	gg	100.00	(8,7,0)	6
7	gg	70.00	(3,12,4)	2
8	gg	3.00	(5,9,4)	0
9	gg	69.00	(9,13,0)	3
10	gg	99.00	(1,10,1)	1
11	g	85.00	(1,5,0)	1

List of WiFi nodes:

#	Position	Protocol	Access Point SSID	Access Point Position	Distance	Minimum Capacity
0	(13,15,3)	g	Not connected			
1	(15,14,0)	g	5	(15,13,0)	1.00=>5.00 m	0.22885588
2	(8,11,0)	g	3	(10,6,0)	5.39=>26.93 m	0.00010987
3	(10,12,0)	g	3	(10,6,0)	6.00=>30.00 m	0.00007129
4	(10,3,2)	g	0	(7,1,2)	3.61=>18.03 m	0.00115075
5	(15,10,4)	g	Not connected			
6	(3,9,0)	gg	1	(3,4,2)	5.10=>25.50 m	0.00000694
7	(4,3,3)	gg	1	(3,4,2)	1.50=>7.50 m	0.00167293
8	(9,0,2)	gg	1	(3,4,2)	7.81=>39.05 m	0.00001176
9	(5,2,4)	g	0	(7,1,2)	2.45=>12.25 m	0.00057887
10	(5,10,1)	g	2	(6,10,3)	1.41=>7.07 m	0.00283171
11	(14,14,2)	g	5	(15,13,0)	1.73=>8.66 m	0.00285442
12	(1,11,3)	g	2	(6,10,3)	5.10=>25.50 m	0.00015646
13	(14,1,1)	g	0	(7,1,2)	7.02=>35.09 m	0.00001552
14	(6,12,4)	g	2	(6,10,3)	2.06=>10.31 m	0.00113316
15	(6,13,2)	g	2	(6,10,3)	3.04=>15.21 m	0.00023925
16	(5,11,3)	g	2	(6,10,3)	1.41=>7.07 m	0.02631660
17	(13,9,1)	g	3	(10,6,0)	4.27=>21.36 m	0.00005369
18	(5,3,1)	g	0	(7,1,2)	2.87=>14.36 m	0.00055310

Εικόνα 6. Example results file

## Αναφορές

1. OPNET Technologies, 2010, <http://www.opnet.com/>
2. The Network Simulator, 2010, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
3. Nuts About Nets, 2010, <http://www.nutsaboutnets.com/>
4. WiFi Mesh Simulator Pro, 2010, <http://code.google.com/p/wifi-mesh/>
5. J. MacDonald, U. Das, D. Roberson, “Client Channel Selection for Optimal Capacity in IEEE 802.11 Wireless Networks”, IEEE Conference on Dynamic Spectrum Allocation (DySPAN), Dublin, Ireland, April 2007
6. BreezeCOM 1997, “A technical tutorial on the IEEE 802.11 Protocol”, <http://www.breezecom.com/>
7. P. Chatzimisios, A. C. Boucouvalas, and V. Vitsas, “IEEE 802.11 Wireless LANs: Performance Analysis and Protocol Refinement,” EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, vol. 2005, no. 1, 2005. doi:10.1155/WCN.2005.67