

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφορικά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professor: A.A. Economides

Εργασία του φοιτητή Κοτούλα Μάριου Α.Μ. 0816

Μελέτη αλγορίθμων και μεθόδων για την ενσωμάτωση ετερογενών
ασύρματων συστημάτων

Algorithms and methods for the integration of heterogeneous wireless
systems survey



Θεσσαλονίκη 2009

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα εργασίας.....	2
Περίληψη.....	3
1. Παρουσίαση του θέματος.....	4
2. Τεχνολογίες διαδίκτυωσης διαφορετικών WLAN συστημάτων.....	5
2.1 Διαδίκτυωση WLAN και WWAN συστημάτων.....	5
2.2 Διαδίκτυωση WLAN και UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).....	7
2.3 Αρχιτεκτονική AMC (Architecture for ubiquitous Mobile Communications) για την διαδίκτυωση ετερογενών ασύρματων συστημάτων.....	8
2.4 Διαδίκτυωση των 802.11g και 802.11b μέσω του πρωτοκόλλου 802.11g CP.....	10
2.5 Διαδίκτυωση WLAN και 3G συστημάτων.....	12
3. Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα των λύσεων και μεθόδων που παρουσιάστηκαν.....	16
4. Συμπεράσματα-Προτάσεις για το μέλλον.....	16
Βιβλιογραφία.....	17

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια μελέτη σχετικά με την διαδικτύωση ετερογενών ασύρματων συστημάτων. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να παρουσιάσει τους λόγους για τους οποίους η ενσωμάτωση διαφορετικών ασύρματων τεχνολογιών είναι χρήσιμη και αναγκαία, ενώ παράλληλα να παρουσιάσει μερικές μεθόδους διαδικτύωσης παρουσιάζοντας ταυτόχρονα τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα τους. Αρχικά παρουσιάζεται το θέμα και δίνεται μία πρώτη απάντηση στο γιατί είναι απαραίτητη η ύπαρξη τεχνολογιών που θα επιτρέπουν διαφορετικές τεχνολογίες ασυρμάτων δικτύων να λειτουργούν σε συνεργασία. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποιες τεχνολογίες για την διασύνδεση διαφορετικών τύπων δικτύων, με παράθεση στοιχείων που δείχνουν την πετυχημένη λειτουργία τους. Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα της έρευνας, καθώς και προτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν το υπάρχον σκηνικό στο χώρο της διασύνδεσης ετερογενών ασύρματων δικτύων.

Abstract

This paper is a survey about internetworking of heterogeneous wireless networks. The goal of this paper is to illustrate the reasons why the integration of different wireless technologies is useful and needed, while some of the internetworking methods will be presented along with their advantages and disadvantages. Firstly, the issue is presented and a first answer why such technologies are crucial is given. Next, some technologies for the internetworking of different types of wireless networks are presented. Last but not least, the conclusion of this paper is given, and some suggestions that could improve the issue of heterogeneous wireless networks integration.

1 Παρουσίαση του θέματος

Διάφορα ετερογενή ασύρματα συστήματα υπάρχουν στον κόσμο σήμερα. Χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες εκπομπής και έχουν διαφορετικά πρωτόκολλα και αρχιτεκτονικές. Είναι σχεδιασμένα για την ικανοποίηση των αναγκών συγκεκριμένων υπηρεσιών και ποικίλουν πολύ όσον αφορά το bandwidth, την περιοχή κάλυψης, το κόστος καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας που προσφέρουν. Παρόλα αυτά, κανένα από αυτά δεν ικανοποιεί ταυτόχρονα την χαμηλή καθυστέρηση (low latency), το υψηλό bandwidth, και τις διάφορες ανάγκες των χρηστών σχετικά με την περιοχή κάλυψης με ταυτόχρονο χαμηλό κόστος. Αφού τα διαφορετικά συστήματα αυτά ικανοποιεί το καθένα τις ανάγκες για τις οποίες είναι σχεδιασμένο, είναι συμπληρωματικά μεταξύ τους, μπορούν δηλαδή να λειτουργήσουν σε συνεργασία ώστε να προσφέρουν στους χρήστες πάντα το καλύτερο δυνατό. Για να γίνει όμως δυνατή αυτή η συνεργασία πρέπει να επιτευχθεί η ικανοποιητική διασύνδεση των υπάρχοντων ασύρματων συστημάτων, ώστε οι χρήστες να λαμβάνουν τις υπηρεσίες τους μέσω του καταλληλότερου ασύρματου δικτύου σε κάθε στιγμή,

Οι στόχοι των διαδικτύωσης διαφορετικών ασύρματων συστημάτων είναι η εκμετάλευση των πλεονεκτημάτων της κάθε τεχνολογίας, με ταυτόχρονη εξάλειψη των πιθανών μειονεκτημάτων της. Επίσης πρέπει να διασφαλίζει ότι ο χρήστης σε κάθε χρονική στιγμή θα χρησιμοποιεί την καλύτερη δυνατή τεχνολογία, ενώ επίσης πρέπει να διαθέτει μηχανισμούς που θα παρέχουν τη μέγιστη ποιότητα ασφάλειας και ιδιωτικότητας. Η ύπαρξη πρωτοκόλλων και μεθόδων για την σωστή φορητότητα μεταξύ των συστημάτων είναι αναγκαία.

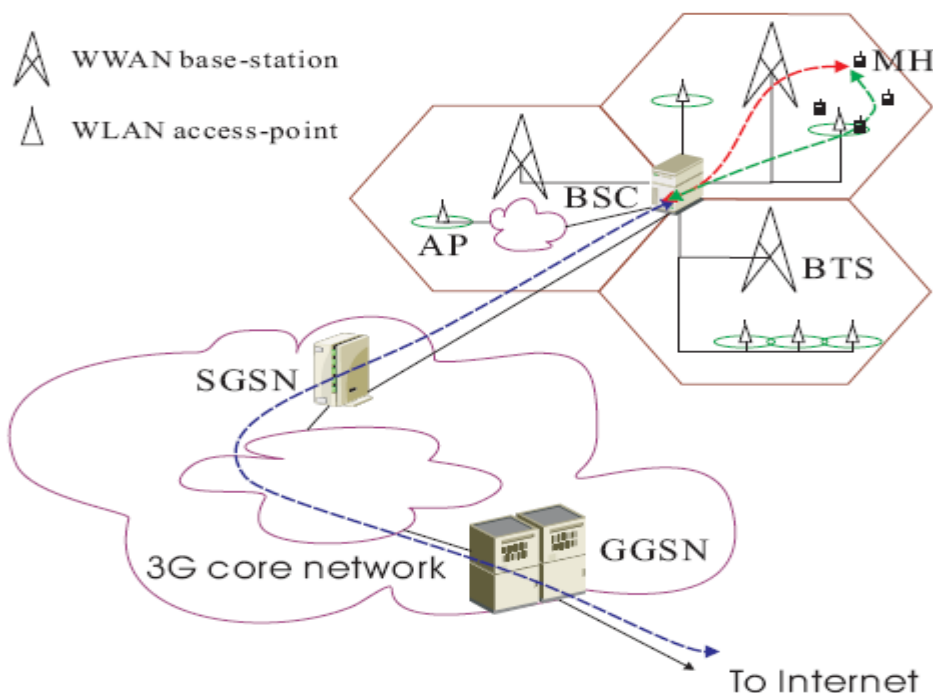
Παρακάτω θα παρουσιαστούν μερικές τεχνολογίες και μέθοδοι για την σωστή διαδικτύωση WLAN συστημάτων, προσπαθώντας να ξεπεραστούν οι διαφορές τους στην ασύρματη εκπομπή και γενικότερα στις τεχνολογίες στις οποίες στηρίζονται, με σκοπό την εκμετάλευση των πλεονεκτημάτων του καθενός και την εξάλειψη των αδυναμιών τους ώστε να γίνει δυνατή η λειτουργία ενός διαδικτύου που να ικανοποιεί τους χρήστες από κάθε οπτική γωνία. Παραδείγματα διαφορών που μπορεί να υπάρχουν στην ποιότητά τους είναι η ταχύτητα μετάδοσης, η εμβέλεια καθώς και το κόστος της δημιουργίας τους.

2 Τεχνολογίες διαδίκτυωσης διαφορετικών WLAN συστημάτων

2.1 Διαδίκτυωση WLAN και WWAN συστημάτων

Το κύριο πλεονέκτημα των WLAN του προτύπου 802.11 είναι η μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων που φτάνει τα 54 Mbps. Παρόλα αυτά όμως, έχουν την αδυναμία της μικρής εμβέλειας κάλυψης δικτύου. Τα WWAN από την άλλη διαθέτουν μεγάλη εμβέλεια (2-3 μίλια, ενώ τα WLAN φτάνουν μέχρι λίγες εκατοντάδες μέτρα), χωρίς όμως να πετυχαίνουν τις ταχύτητες των WLAN. Η ύπαρξη πολλών WLAN σημείων-πρόσβασης (access points), θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγάλη κάλυψη, μια τέτοια λύση όμως είναι αδύνατη λόγω του κόστους αλλά και των περιορισμών παρεμβολών.

Η αρχιτεκτονική που προτάθηκε από τους Hung-Yun Hsieh και Raghupathy Sivakumar¹ τοποθετεί και τα δύο δίκτυα κάτω από το ίδιο πλαίσιο εργασίας. Η αρχιτεκτονική αποτελείται από την υπερτοποθέτηση (super-position) των WLAN και WWAN συστημάτων. Οι οντότητες που συμμετέχουν είναι οι WWAN σταθμοί και το σχετιζόμενο με αυτούς κεντρικό δίκτυο, τα WLAN σημεία πρόσβασης και το δίκτυο κατανομής, οι κινητοί χρήστες μέσα στην WWAN κυψέλη, και το υπόλοιπο διαδίκτυο. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική φαίνεται παρακάτω:

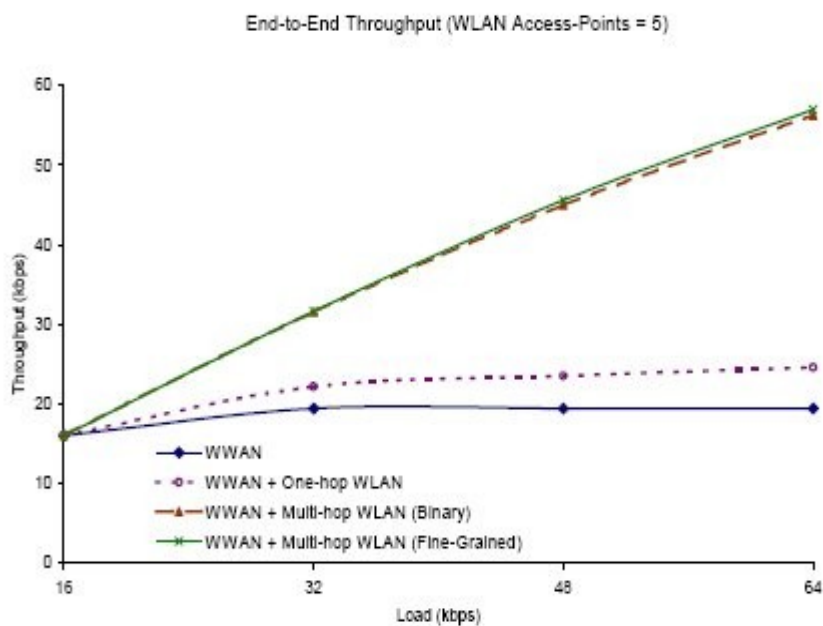
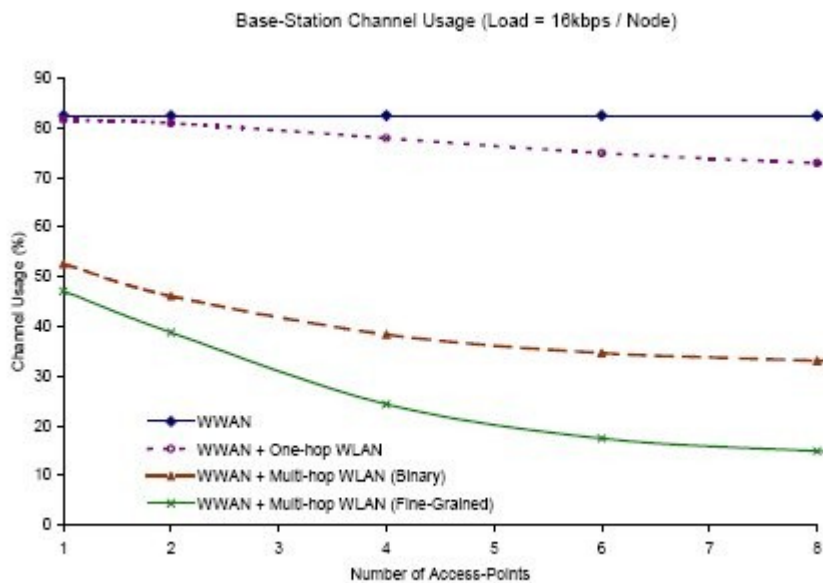


¹ Hung-Yun Hsieh and Raghupathy Sivakumar, "INTERNETWORKING WWANS AND WLANS IN NEXT GENERATION WIRELESS DATA NETWORKS" GNAN Research Group

² M. Stemm and R. Katz, "Vertical Handoffs in Wireless Overlay Networks," ACM Mobile Networks and Applications, vol. 3, no. 4, pp. 335-350, 1998.

Τα WLAN σημεία πρόσβασης που βρίσκονται μέσα στην εμβέλεια του WWAN, θεωρούνται ότι είναι κάτω από τον έλεγχο του κεντρικού σταθμού WWAN. Η συνδεσιμότητα θεωρείται ότι είναι μεταξύ των σημειων πρόσβασης WLAN και του κεντρικού σταθμού WWAN. Οι χρήστες διαθέτουν την δυνατότητα να συνδεθούν και με το WLAN αλλά και με το WWAN περιβάλλον. Στην αρχιτεκτονική αυτή οι χρήστες πάντα προσπαθούν να συνδεθούν με τα WLAN σημεία πρόσβασης και να χρησιμοποιούν τους WWAN κεντρικούς σταθμούς μόνο όταν δεν φτάνει η WLAN συνδεσιμότητα για την υπηρεσία που ζητούν.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της παραπάνω αρχιτεκτονικής όσον αφορά τη χρήση του δικτύου και του throughput:

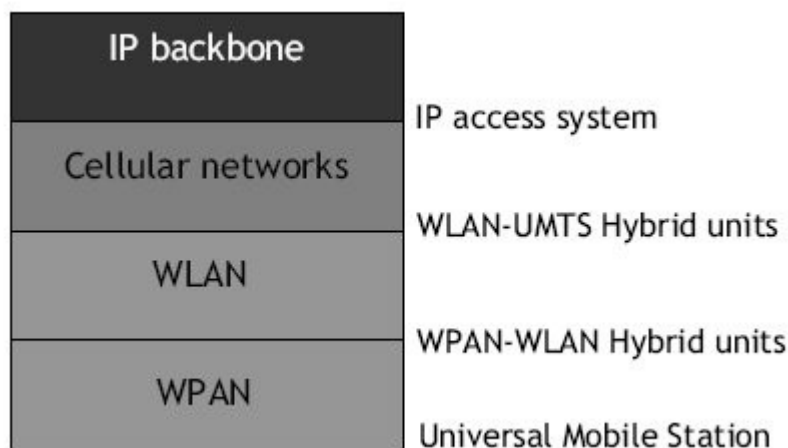


Τα αποτελέσματα είναι σαφώς καλύτερα με την προτεινόμενη αρχιτεκτονική.

2.2 Διαδικτύωση WLAN και UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

Ο λόγος για τον οποίο είναι χρήσιμη η διαδικτύωση των δύο τεχνολογιών είναι ότι παρόλο που το UMTS μπορεί να προσφέρει υψηλής ποιότητας υπηρεσίες για διάφορες εφαρμογές, έχει ως κύριο μειονέκτημα ότι δεν είναι κατάλληλο για μικρές, εσωτερικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές. Η ικανότητα των WLAN σε αυτά τα περιβάλλοντα κάνει επιθυμητή την συνεργασία αυτών των δύο τεχνολογιών ώστε να εξαλειφθούν τα επιμέρους μειονεκτήματα.¹

Η αρχιτεκτονική για την διαδικτύωση των WLAN και UMTS τεχνολογιών παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



WLAN-UMTS integration architecture

Στην αρχιτεκτονική αυτή, η ιεραρχική δομή του UMTS προσφέρει ενιαία κάλυψη και καθένα ασύρματο δίκτυο έχει την δυνατότητα να ελέγχει την IP δικτύωση μέσα στον δικό του τομέα λειτουργίας, που μπορεί να είναι σημείο πρόσβασης (WLAN), κυψελωτό σημείο πρόσβασης (GSM, GPRS) και άλλα.

Τα τρία επίπεδα που υπάρχουν στην αρχιτεκτονική που παρουσιάζεται είναι:

- Το χαμηλότερο επίπεδο αποτελείται από μία συλλογή ασύρματων τοπικών δικτύων (WLAN) και ασύρματων δικτύων τοπικής περιοχής (WPAN), που προσφέρει στους χρήστες ασύρματη συνδεσιμότητα διαδικτύου με υψηλό bandwidth.
- Το δεύτερο επίπεδο παίζει το ρόλο της λειτουργίας, δίνοντας την δυνατότητα συνεργατικής λειτουργίας των πρωτοκόλλων.
- Το τελευταίο επίπεδο είναι ένα δίκτυο ευρείας περιοχής, κυψελωτό δίκτυο, το οποίο προσφέρει πολύ λιγότερο bandwidth και καλύπτει μεγαλύτερη περιοχή. Είναι αυτό που προσφέρει σύνδεση με το εξωτερικό δίκτυο (IP backbone, κ.α.).

Αυτό που πετυχαίνει η παραπάνω αρχιτεκτονική είναι ένα ετερογενές ασύρματο διαδίκτυο με τη χρήση UMTS 'πυρήνα' και προσφέρει την διαδικτύωση μιας ποικιλίας από WLAN.

¹ WLAN-UMTS Integration: Architecture, Seamless Handoff, and Simulation Analysis, Faouzi Zarai, Nouredine Boudriga and Mohammad S. Obaidat

2.3 Αρχιτεκτονική AMC (Architecture for ubiquitous Mobile Communications) για την διαδικτύωση ετερογενών ασύρματων συστημάτων

Η αρχιτεκτονική AMC προτάθηκε από τους Shantidev Mohanty και Jiang Xie² με το σκοπό της διαδικτύωσης ετερογενών ασύρματων τεχνολογιών. Για ακόμα μία φορά ο λόγος για τον οποίο προτάθηκε η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική είναι η ύπαρξη ποικιλίας ασύρματων δικτύων, όπως το 802.11 για τοπικά δίκτυα, το bluetooth για δίκτυα προσωπικής περιοχής, UTMS για δίκτυα ευρείας περιοχής καθώς και δορυφορικά δίκτυα για παγκόσμια κάλυψη. Σκοπός της τεχνολογίας που προτάθηκε ήταν τα διαφορετικά πλεονεκτήματα που διαθέτουν οι διάφορες τεχνολογίες και η προσπάθεια της κοινής λειτουργίας τους με σκοπό την ανάδειξη των επιμέρους πλεονεκτημάτων για την παροχή όσο το δυνατόν καλύτερης υπηρεσίας στους χρήστες. Γίνεται αντιληπτό ότι για ακόμα μία φορά στόχος είναι η δημιουργία τεχνολογίας που να ενσωματώνει τις διάφορες τεχνολογίες, ώστε να 'κερδίσει' τα πλεονεκτήματα της καθεμίας. Επίσης, είναι σημαντικό οι χρήστες να χρησιμοποιούν πάντα την καλύτερη δυνατή τεχνολογία, χωρίς οι ίδιοι να γνωρίζουν τις αλλαγές που μπορεί να γίνονται στο δίκτυο που χρησιμοποιούν, να υπάρχει δηλαδή μία διαφάνεια στο σύστημα.

Για να γίνουν πραγματικότητα οι παραπάνω απαιτήσεις είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός ευφυούς συστήματος ώστε οι χρήστες να απολαμβάνουν τις καλύτερες δυνατές υπηρεσίες οπουδήποτε και αν βρίσκονται. Στην αρχιτεκτονική AMC, η ενσωμάτωση διαφορετικών ασύρματων τεχνολογιών γίνεται με την χρήση ενός κεντρικού διαχειριστή που ονομάζεται NIA (Network Inter-operating Agent). Η ύπαρξη του NIA έχει ως αποτέλεσμα να μη χρειάζεται να γίνεται η συμφωνία επιπέδου υπηρεσίας (service level agreement) απευθείας από τα διαφορετικά δίκτυα. Το AMC προσφέρει διαφάνεια μεταξύ των ετερογενών συστημάτων με τη χρήση του πρωτόκολλου διαδικτύου (IP protocol), ως το πρωτόκολλο διασύνδεσης.

Το κύριο πρόβλημα που λύνει η αρχιτεκτονική AMC, είναι η δυνατότητα ύπαρξης συμφωνίας επιπέδου υπηρεσίας (SLA) μεταξύ διαφορετικών ασύρματων παροχών υπηρεσιών, κάτι που ήταν αδύνατον για τους παρακάτω λόγους:

- Οι ελεγκτές έχουν κρατήσεις για το άνοιγμα των βάσεων δεδομένων του δικτύου σε όλους του άλλους ελεγκτές (κάτι απαραίτητο για την αυθεντικοποίηση και την υπηρεσία χρέωσης).
- Κάθε φορά που ένας νέος ελεγκτής δημιουργεί ένα καινούριο δίκτυο, πρέπει να ρυθμίσει SLA με κάθε άλλο ελεγκτή ξεχωριστά, κάτι αδύνατο λόγω του μεγάλου αριθμού ελεγκτών μιας και δεν είναι πρακτική η δημιουργία συμφωνίας χρέωσης με κάθε άλλο ελεγκτή.

Για τους παραπάνω λόγους, προτείνεται από την AMC αρχιτεκτονική η ύπαρξη ενός τρίτου στοιχείου για την ενσωμάτωση σε ένα σύστημα των διαφορετικών παρόχων διαδικτύου. Σε αυτή τη περίπτωση, οι διάφοροι operators δικτύου χρειάζεται να εγκαταστήσουν SLA μόνο με το προτεινόμενο τρίτο στοιχείο, δηλαδή το NIA.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η προτεινόμενη αρχιτεκτονική AMC

² Performance analysis of a novel architecture to integrate heterogeneous wireless systems, Shantidev Mohanty, Jiang Xie b

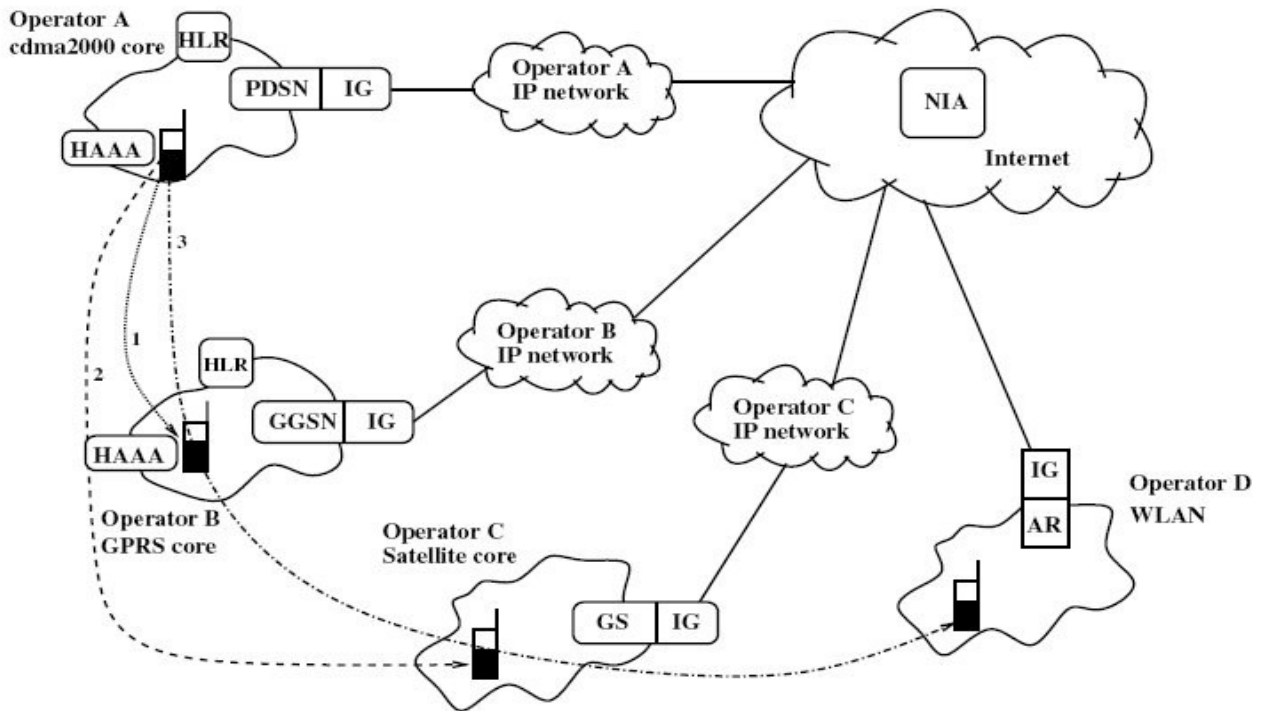


Fig. 1. NIA-based integrated architecture for heterogeneous wireless systems.

Οι δύο νέες οντότητες δικτύου που είναι οι NIA (Network Inter-operating Agent) και IG (Interworking Gateway). Το NIA ελέγχει την αυθεντικοποίηση, την χρέωση και τα θέματα ελέγχου της μετακίνησης μεταξύ των επι μέρους συστημάτων. Τα επι μέρους συστατικά των δύο αυτών οντοτήτων συνοψίζονται στην παρακάτω εικόνα.

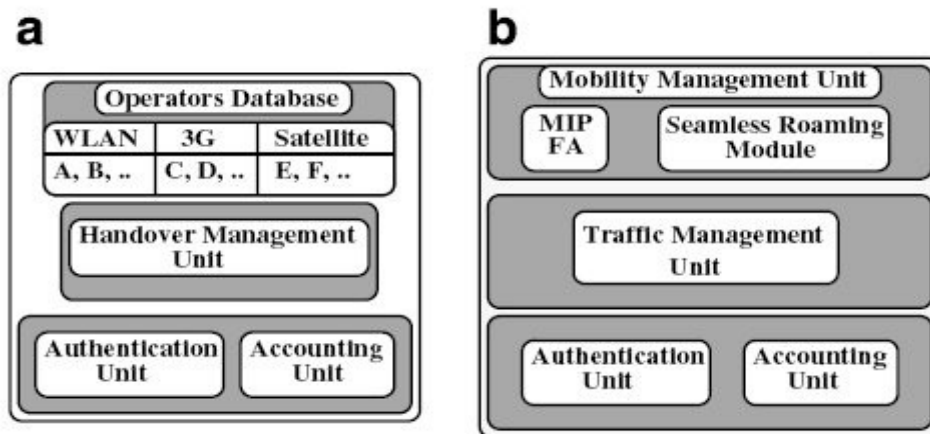


Fig. 2. Logical diagram showing the subsystems of the NIA and IG.

Η αρχιτεκτονική AMC λοιπόν, είναι κεντροποιημένη και βασισμένη στην ύπαρξη τρίτων οντοτήτων και προσφέρει μεγαλύτερο έλεγχο ετερογενών συστημάτων.

2.4 Διαδικτύωση των 802.11g και 802.11b μέσω του πρωτοκόλλου 802.11g CP³

Η συνύπαρξη των δύο πρωτοκόλλων είναι αναγκαία και θεωρείται ότι θα πρέπει να υπάρχει εκ' φύσεως. Η συνύπαρξη αυτή είναι τόσο όσον αφορά τον χώρο, αλλά και την συχνότητα μετάδοσης στα 2,4 Ghz. Παρόλα αυτά, υπάρχει ένα σημαντικό πρόβλημα όσον αφορά την λειτουργία του 802.11g μιας και όταν συνυπάρχει με συστήμα 802.11b γιατί πολλές φορές το τελευταίο δε μπορεί να εντοπίσει τα ERP-OFDM σήματα και από μπορεί να οδηγήσει σε συγκρούσεις μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων. Το 802.11g προτείνει την ανταλλαγή μνημάτων request to send (RTS) και clear to send (CTS) πριν την μετάδοση των δεδομένων. Το σύστημα αυτό όμως προυποθέτει μεγάλη σπατάλη bandwidth. Για αυτό το λόγο, προτάθηκε μία άλλη λύση με την ονομασία 802.11g Contention Period (CP), η οποία αποδεικνύεται ότι προσφέρει καλύτερη απόδοση του συστήματος.

Η λύση αυτή λειτουργεί με το υπάρχον MAC (medium access control), με μία μικρή αλλαγή των κανόνων του. Για το λόγο αυτό πρέπει πρώτα να εξηγηθεί η λειτουργία Medium Access Control του 802.11. Το MAC του 802.11 ορίζει δύο διαφορετικές υπηρεσίες συντονισμού: την υποχρεωτική DCF και την προεραϊτική PCF. Για να χρησιμοποιηθεί η PCF ο χρόνος διαιρείται σε υπερπλαίσια. Ένα υπερπλαίσιο αποτελείται από την περίοδο contention-free (CFP) και την contention (CP), κατά την διάρκεια των οποίων οι υπηρεσίες PCF και DCF χρησιμοποιούνται αντίστοιχα. Κατά την διάρκεια της CFP περιόδου οι σταθμοί δεν συγκρούονται για την χρήση του καναλιού. Αντίθετα, ένας σταθμός μεταδίδει ένα πλαίσιο αφού λάβει ένα πλαίσιο κλήρωσης (polling) από το σημείο πρόσβασης. Η CFP περίοδος τελειώνει όταν το σημείο πρόσβασης μεταδίδει ένα πλαίσιο που σηματοδοτεί την λήξη της. Τότε μία CP περίοδος αρχίζει, και όλοι οι σταθμοί αρχίζουν να ανταγωνίζονται για πρόσβαση στο μέσο με την χρήση της DCF υπηρεσίας. Για το λόγο αυτό, το πλαίσιο λήξης της CF περιόδου μεταδίδεται σε ένα από τα επίπεδα μετάδοσης που είναι κατανοητό από όλους τους σταθμούς του δικτύου. Το διάγραμμα χρονικής διάρκειας της PCF υπηρεσίας κατα τη διάρκεια μιας CFP περιόδου φαίνεται παρακάτω.

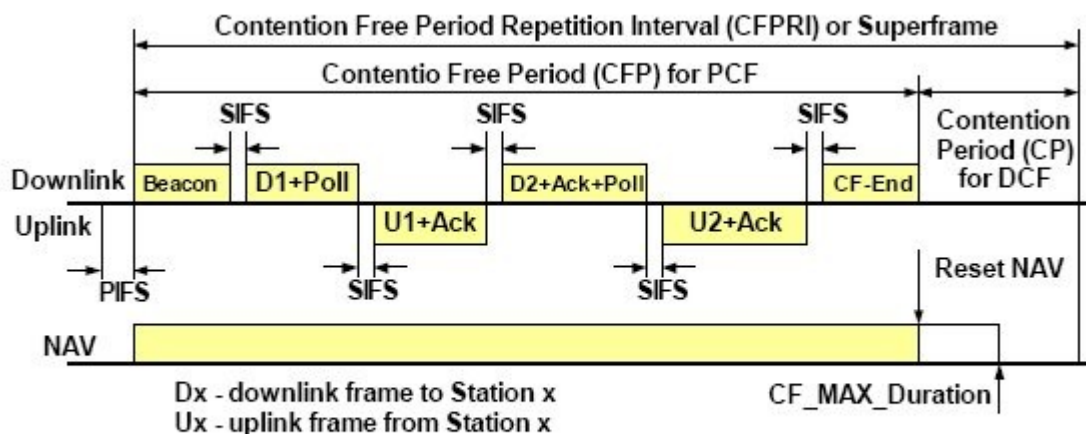


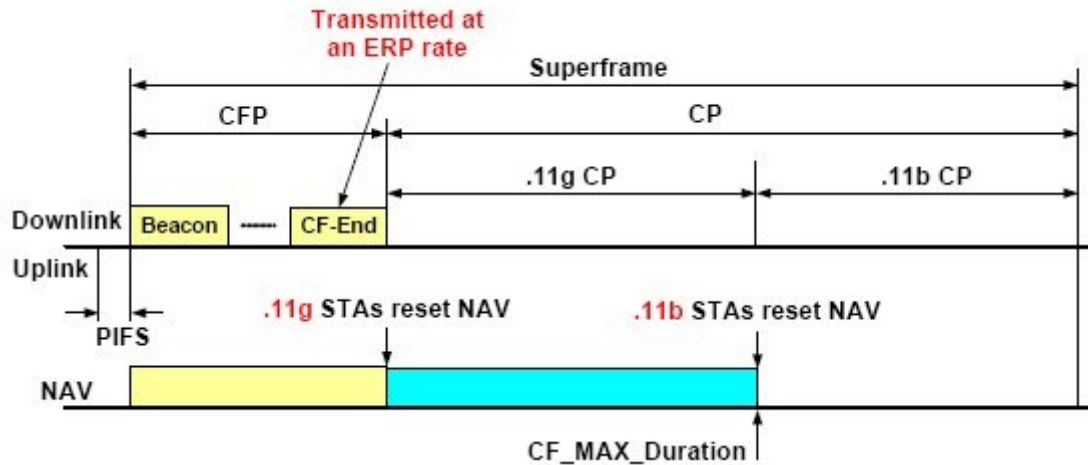
Fig. 4. IEEE 802.11 contention-free period (CFP) in co-existence with contention period (CP).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η υπηρεσία PCF είναι προεραϊτική, που σημαίνει ότι μερικοί σταθμοί δε μπορούν να μεταδώσουν πλαίσιο δεδομένων αφού λάβουν ένα πλαίσιο κλήρωσης από

³ 802.11g CP: A solution for IEEE 802.11g and 802.11b Inter-working, Sunghyun Choi, Javier del Prado Pavon

το σημείο πρόσβασης. Παρόλα αυτά όμως, όλοι οι σταθμοί καταλαβαίνουν την ύπαρξη της Contention Free περιόδου και της Contention περιόδου. Ουσιαστικά αυτό σημαίνει ότι ένας σταθμός δεν ανταγωνίζεται για το μέσο κατά τη διάρκεια της CF περιόδου, και συνεχίζει τον ανταγωνισμό με την λήψη του πλαισίου λήξης της.

Η λύση η οποία προτάθηκε είναι το πλαίσιο λήξης της CF περιόδου να γίνεται αντιληπτό μόνο από τους σταθμούς του 802.11g. Σε αυτή τη περίπτωση, μόνο αυτοί οι σταθμοί θα αρχίσουν τον ανταγωνισμό για το μέσο ενώ οι σταθμοί του 802.11b θα περιμένουν για την έναρξη της CF περιόδου. Για αυτό το λόγο, η χρονική περίοδος από το τέλος μέχρι την αρχή μιας νέας CF περιόδου χρησιμοποιείται μόνο για τον ανταγωνισμό των σταθμών 802.11g και για αυτό την ονομάζουμε 802.11 CP. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής οι σταθμοί 802.11g δεν χρειάζεται να ανταλλάσσουν μηνύματα (τα οποία είναι αυτά που καταναλώνουν μεγάλο bandwidth και την ύπαρξη τους θέλουμε να αποφύγουμε) με τους σταθμούς 802.11b, μιας και είναι ασφαλείς από πιθανές συγκρούσεις μαζί τους. Η λύση που περιγράφηκε φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Παρακάτω φαίνονται τα αποτελέσματα προσομοίωσης των δύο μεθόδων, τα οποία δείχνουν σαφή υπεροχή σε throughput της λύσης που περιγράφηκε παραπάνω.

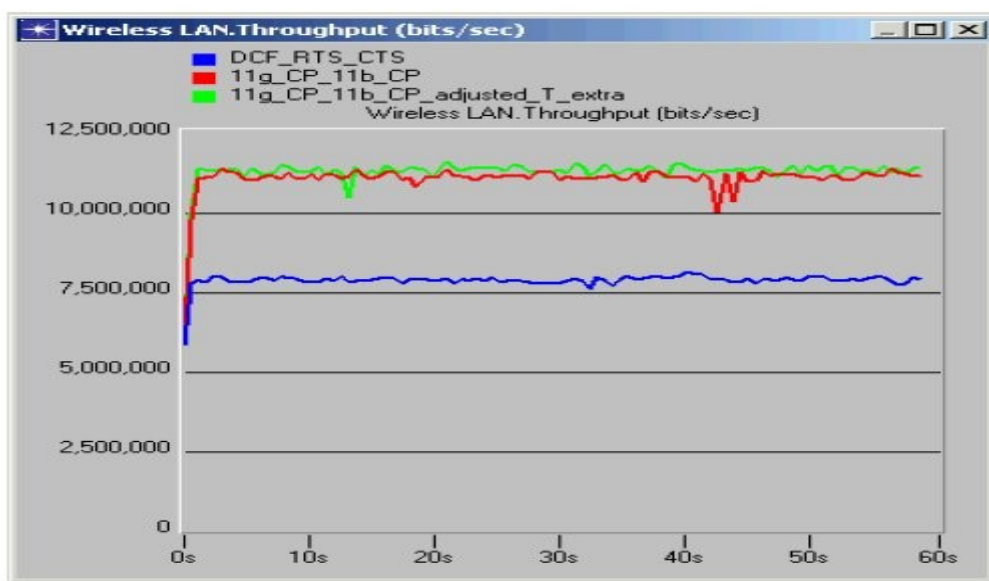


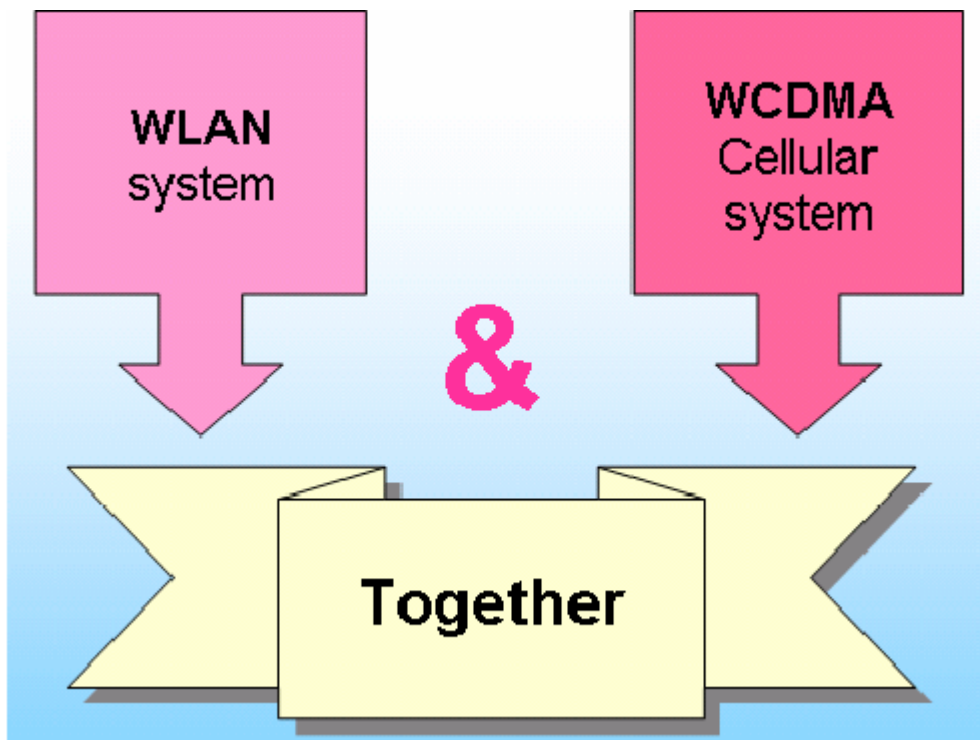
Fig. 8. Scenario I – aggregate throughput performances via simulations.

Με μπλε φαίνεται η απόδοση της λύσης με ανταλλαγή μηνυμάτων, ενώ με πράσινο και κόκκινο η απόδοση της λύσης που περιγράφηκε.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι επειδή το 802.11g και το 802.11b πρωτόκολλα εκπέμπουν στην ίδια συχνότητα, η συνύπαρξή τους μπορεί να είναι μεγάλο πρόβλημα. Παρόλο που προτάθηκε η χρήση nonERP RTS/CTS με σκοπό την προστασία από προβλήματα, φάνηκε ότι η λύση αυτή είναι πολύ δαπανηρή. Με μία μικρή αλλαγή στον τρόπο λειτουργίας του Medium Access Control, προτάθηκε το 802.11g CP, το οποίο πετυχαίνει πολύ καλύτερη απόδοση του συστήματος όταν σταθμοί 802.11g και 802.11b συνυπάρχουν στο ίδιο δίκτυο. Επίσης η λύση που παρουσιάστηκε δεν απαιτεί καμία αλλαγή στην υπάρχουσα MAC λειτουργία.

2.5 Διαδικτύωση WLAN και 3G συστημάτων

Για άλλη μία φορά ο σκοπός της διαδικτύωσης των δύο συστημάτων είναι η εκμετάλλευση των ιδιαιτέρων πλεονεκτημάτων του καθενός. Οι τεχνολογία WCDMA παρέχει μεγάλη ευελιξία αλλά μικρό bandwidth, ενώ οι WLAN τεχνολογίες προσφέρουν μεγάλο bandwidth αλλά με μικρή ευελιξία. Επιπλέον, στην εποχή μας οι απαιτήσεις των χρηστών έχουν αυξηθεί. Υπάρχει ανάγκη για δημόσια ασύρματη πρόσβαση και για την παροχή υπηρεσιών με μεγάλη ροή πληροφοριών, αλλά και για την πρόσβαση σε υπηρεσίες πληροφοριών εταιριών μέσω διαφόρων hotspots. Αυτές οι ανάγκες μπορούν να καλυφθούν όταν WLAN και κυμαλωτά δίκτυα μπορούν να λειτουργούν μαζί.⁴



Τα κίνητρα για την διαδικτύωση 3G και WLAN⁵

⁴ WLAN-3G Interworking Mohammad Abualreesh , Helsinki University of Technology

⁵ www.ctr.kcl.ac.uk/pages/4gforum/2002/CD/S1/S1-3.ppt

1. Οι τεχνολογίες 3G δεν έχουν καλή τιμή/απόδοση λόγω του υψηλού κόστους του bandwidth.
2. Τα WLAN αυξάνουν την χωρητικότητα των κυψελωτών δικτύων.
 1. Ιδανικά για hot spots- Το σχέδιο κατασκευής τους είναι πολύ πιο απλό.
 2. Η μεταφορά δεδομένων είναι πολύ μεγαλύτερη.
 3. Το κόστος μετάδοσης και κατασκευής είναι πολύ μικρότερο από το κόστος των κυψελωτών δικτύων.
 4. Είναι αναγκαία η ύπαρξη δύο καναλιών εκπομπής ώστε να εξασφαλιστεί η λειτουργία και των δύο δικτύων.
3. Σε σύντομο χρονικό διάστημα, τα WLAN θα μπορούσαν να απειλήσουν την οικονομική βιωσιμότητα των 3G δικτύων.
 1. Η ικανότητα των 3G δικτύων για προσφορά αναβαθμισμένων υπηρεσιών πολυμέσων είναι περιορισμένη.
 2. Τα WLAN μπορούν να προσφέρουν καλή ποιότητα, υψηλό bandwidth και υπηρεσίες πολυμέσων σε τοπικά hotspots.
4. Τα 3G δίκτυα παρέχουν μεγάλη ευελιξία, υπηρεσίες φωνής, υπηρεσίες χρέωσης και διαχείρισης πελάτη.

Potential business models⁶

- **Cell Operator Expands Network**
 - Works with Local Building Infrastructure Owners to deploy and Maintain WLAN Infrastructure
 - Pros:
Infrastructure maintenance expertise
Mobile Operators can Deploy Capital Equipment More easily
Land Grab Advantage
 - Cons:
Mobile Operator Needs to Tune Business Model
Will Require Several Classes of Equipment (small, medium, large businesses)
which is a problem for operator to maintain
- **Local Building or Infrastructure Owner Deploys and Leases Access to Operator(s)**
 - Pros:
Several Operators can Lease bandwidth and pay the Local Owner on use basis
 - Cons:
Building Operators are not really experts at system deployment or maintenance
- In either case, there is an option for an independent Internet Service Provider to provide a branded ISP service.

⁶ www.ctr.kcl.ac.uk/pages/4gforum/2002/CD/S1/S1-3.ppt

Τύποι λύσεων διαδικτύωσης

- **Tight Coupling**
Τα WLAN είναι μέρος του 3G δικτύου πρόσβασης. Η κίνηση διαδικτύωσης από τα WLAN πέρναει μέσα από τον πυρήνα του 3G δικτύου.
- **Loose Coupling**
Τα μονοπάτια δεδομένων των 3G και WLAN είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Οι λειτουργίες AAA (Authentication/Authorization/Accounting) των 3G ξαναχρησιμοποιούνται στα WLAN.
- **No Coupling**
Ανεξάρτητα μονοπάτια δεδομένων 3G και WLAN. Ουσιαστικά είναι το Loose Coupling χωρίς όμως τις λειτουργίες AAA των 3G να χρησιμοποιούνται από τα WLAN δίκτυα.

Tight Coupling Solution Issues

- WLANs can be viewed as being part of 3G cellular radio access network serving as micro cells

Seamless mobility: 3G cellular handoff procedure, fast Layer 2 mechanisms

QoS: cellular networks are managed networks, QoS is provided within 3G cellular network

Reuse all 3G services: MMS, CBS, LCS etc.

- WLANs have to be part of the 3G cell radio access network serving as micro cells

Cost: Expensive Interworking Gateway & expensive link to 3G core network or RAN

All traffic goes through 3G Core Network and cannot leverage existing infrastructure

Loose Coupling Solution Alternatives

- AAA Control Coupling

Convenience for the mobile users: only need to maintain a single account

- Benefit to the cellular operators

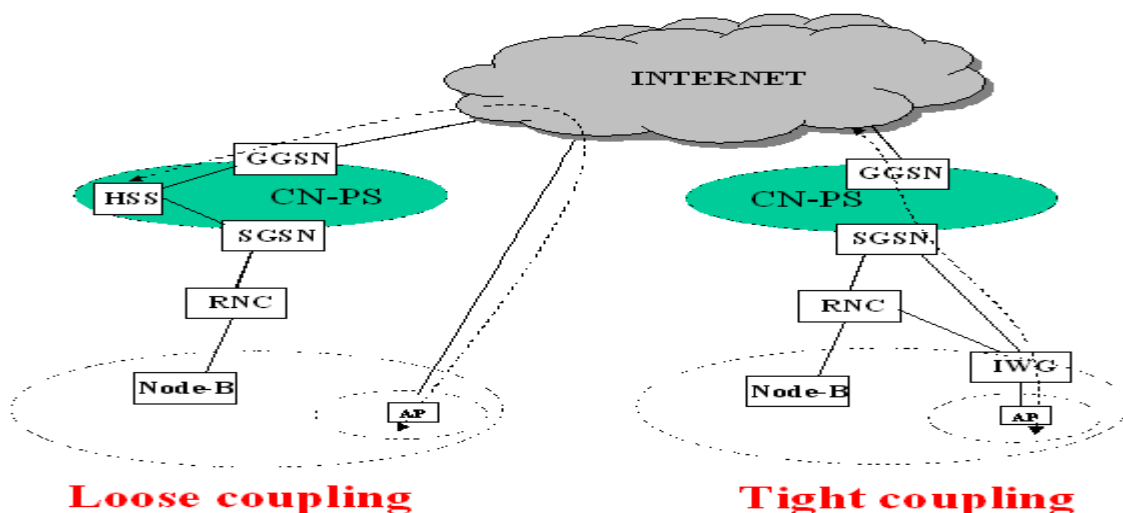
Offload traffic from 3G RAN at hot spots

Added revenue

More service choices and subscriber satisfaction

- Is it enough for cellular operators to compete?
Bundled service (Cellular+WLAN) @ lower price
Is it any different from AOL offering a bundled dialup+WLAN service?
QoS Coupling
- Is it possible to provide QoS coupling without data path integration?
Network Over provisioning
 - WLAN access rate is much higher than 3G cellular radio access rate
 - Internet core should be capable of accommodating over-provisioned throughput, but not delay and delay jitters
- Dedicated link (or managed IP network) between WLANs and 3G GGSN
 - Comparable cost v.s. full coupling solution
 - Provide direct backhaul to the Internet for WLANs
- Mobility Coupling
 - Nomadic mobility
 - Change to new radio interface (IP address) for new sessions. Ongoing sessions (if any) are disrupted.
 - Predominant mobility scenario nowadays, sufficient for most cases
 - Network layer mobility
 - For mobility unaware hosts/applications that require seamless mobility
 - Example: Mobile IP
 - Application layer mobility
 - Seamless session handoff

Tight and Loose Coupling Comparison



3 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα των λύσεων και μεθόδων που παρουσιάστηκαν

Πλεονέκτημα όλων των τεχνολογιών που αναφέρθηκαν είναι η επίτευξη του αντικειμενικού τους σκοπού, που είναι η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των διαφόρων ασύρματων τεχνολογιών σε ένα σύστημα που θα έχει όλα τα καλά στοιχεία της καθεμίας. Αυτό κυρίως έχει να κάνει με τον συνδυασμό τεχνολογίας που προσφέρει μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και αλλά με μικρή εμβέλεια και λίγες δυνατότητες ευελιξίας και τεχνολογίας που προσφέρει μικρές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, αλλά προσφέρει πολύ μεγάλη κάλυψη δικτύου.

Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι η ευκαιρία που δίνουν αυτές οι τεχνολογίες για προσφορά υπηρεσιών υψηλής ποιότητας στον χρήστη με ταυτόχρονη μεγάλη ευελιξία. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία hotspots, τα οποία πλέον μπορούν να παρέχουν μεγάλες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων και είναι δυνατή η παροχή αυτή μόνοι μέσω συνδυασμού τεχνολογιών.

Μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών είναι σε σύνολο κάποια προβλήματα που παρουσιάζονται όσο αφορά την πολιτική χρέωσης των υπηρεσιών, μιας και κάθε είδος τεχνολογίας από αυτές που συνδυάζονται έχουν διαφορετική πολιτική χρέωσης ενώ επίσης η χρέωση αυτή γίνεται με διαφορετικό τρόπο στην καθεμία. Επίσης, παρουσιάζει κάποιες ατέλειες η ασφάλεια αυτών των συστημάτων ακριβώς λόγω του συνδυασμού διαφορετικών τεχνολογιών. Η ασφάλεια του διαδικτύου κινδυνεύει ειδικά στο πέρασμα από το ένα δίκτυο στο άλλο, όπου μπορεί να γίνει ευκολότερα εισβολή στο διαδίκτυο για υποκλοπή, αλλαγή ή διαγραφή δεδομένων.

4 Συμπεράσματα-Προτάσεις για το μέλλον

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα παραπάνω είναι ότι σαφώς η διαδικτύωση διαφορετικών ασύρματων συστημάτων είναι πολύ αναγκαία και χρήσιμη για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών των χρηστών σήμερα. Οι μέθοδοι που έχουν προταθεί είναι αποτελεσματικές και καταφέρνουν να δημιουργήσουν διαδίκτυα με μεγαλύτερες δυνατότητες από τις υπάρχουσες τεχνολογίες, μιας και παρέχουν τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η κάθε τεχνολογία απαλείφοντας τις ατέλειες της.

Σίγουρα η παροχή υπηρεσιών ασύρματων δικτύων στο μέλλον θα στηρίζεται σε συστήματα διαδικτυωμένα μεταξύ τους ώστε να πετυχαίνει μεγάλες ταχύτητες σε μεγάλη εμβέλεια και με μεγάλη ευελιξία.

Τα προβλήματα βέβαια δε λείπουν και έχουν να κάνουν όπως είναι εύκολα αντιληπτό με τις διαφορετικές πολιτικές που ακολουθούν τα διάφορα συστήματα για την επίτευξη συγκεκριμένων λειτουργιών, όπως χρέωση, ασφάλεια δικτύου, έλεγχος και λειτουργία του δικτύου.

Οι προτάσεις που θα πρέπει να γίνουν για την ενδυνάμωση και εδραίωση αυτών των συστημάτων θα πρέπει να οδηγούν στην λύση αυτών των προβλημάτων ώστε να ανοίξει πλήρως ο δρόμος για την δημιουργία διαδικτύων ασύρματων δικτύων με δυνατότητες που θα ικανοποιούν και τον πιο απαιτητικό χρήστη.

Βιβλιογραφία

- Hung-Yun Hsieh and Raghupathy Sivakumar, “INTERNETWORKING WWANS AND WLANS IN NEXT GENERATION WIRELESS DATA NETWORKS” GNAN Research Group .
- M. Stemm and R. Katz, “Vertical Handoffs in Wireless Overlay Networks,” ACM Mobile Networks and Applications, vol. 3, no. 4, pp. 335-350, 1998.
- WLAN-UMTS Integration: Architecture, Seamless Handoff, and Simulation Analysis, Faouzi Zarai, Nouredine Boudriga and Mohammad S. Obaidat
- Performance analysis of a novel architecture to integrate heterogeneous wireless systems, Shantidev Mohanty, Jiang Xie b
- WLAN-3G Interworking Mohammad Abualreesh , Helsinki University of Technology
- www.ctr.kcl.ac.uk/pages/4gforum/2002/CD/S1/S1-3.ppt
- [Internetworking Technologies Handbook \(4th Edition\) \(Networking Technology\)](#) by Cisco Systems Inc. (Hardcover - Sep 21, 2003)
- “INTERNETWORKING WWANS AND WLANS IN NEXT GENERATION WIRELESS DATA NETWORKS” Hung-Yun Hsieh and Raghupathy Sivakumar, GNAN Research Group School of Electrical and Computer Engineering Georgia Institute of Technology