

Ευρυζωνικές Τεχνολογίες: Παρουσίαση συστήματος **Mobile WiMax**

Μάθημα: Δίκτυα Υπολογιστών
Διδάσκων: Οικονομίδης Αναστάσιος
Εξάμηνο Β'
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Γιαννούμη Αγγελική
Α.Μ. 11/19

Φεβρουάριος 2012



Περίληψη

Το παρόν έγγραφο αποτελεί μια παρουσίαση της τεχνολογίας Mobile WiMax. Αρχικά πραγματοποιείται μια εισαγωγή στο θέμα με συνοπτική περιγραφή του προτύπου IEEE 802.16 το οποίο είναι ευρέως γνωστό ως τεχνολογία WiMax. Η εξέλιξη του προτύπου αυτού οδήγησε στην δημιουργία της τεχνολογίας Mobile WiMax η οποία υποστηρίζει κινητικότητα (mobility).

Παρουσιάζεται λοιπόν ο τρόπος λειτουργίας του προτύπου στο φυσικό επίπεδο (PHY layer) και στο επίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσου (MAC layer) αλλά και οι παρεχόμενες υπηρεσίες που υποστηρίζει.

Ακόμη γίνεται τεχνική παρουσίαση των χαρακτηριστικών που διαθέτει η συγκεκριμένη τεχνολογία αλλά και η μελλοντική εξέλιξη που αναμένεται να υπάρξει με την δημιουργία ενός νέου προτύπου βελτιωμένου το οποίο θα πετυχαίνει συμβατότητα και με τα προηγούμενα.

Τέλος, παραθέτονται συμπεράσματα.

Abstract

The purpose of this article is to present the technology of mobile WiMax. At first , we present in brief the technology of WiMax and how it evolved into mobile WiMax.

We then present the way this technology operates on the PHY and MAC layer. We also discuss the Quality Of Service that is supported by this technology.

We then present technical features and a brief functional description. It is also presented the discussion of evolution into 802.16m standard.

We finally mention some conclusions on this technology.

Παρουσίαση του θέματος

Τα συστήματα WiMax χρησιμοποιούνται για την παροχή υπηρεσιών ευρυζωνικής πρόσβασης στο Ίντερνετ σε τελικούς χρήστες με εξοπλισμό ιδιαίτερα εύκολο στην εγκατάσταση. Διαθέτουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι άλλων δικτύων. Η εξέλιξη των συστημάτων αυτών οδήγησε στην δημιουργία ενός προτύπου το οποίο υποστηρίζει κινητικότητα, απόδοση end-to-end ποιότητα υπηρεσίας βασισμένη στο IP πρωτόκολλο καθώς επίσης και μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Η τεχνολογία αυτή είναι ευρέως γνωστή ως mobile WiMax και παρουσιάζεται στο παρόν έγγραφο.

Body

Εισαγωγή

Το πρότυπο IEEE 802.16 , αποτελεί μια ευρυζωνική λύση για ασύρματη πρόσβαση (broadband wireless access - BWA) συχνά γνωστή και ως Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMax). Είναι ένα πρόσφατο ευρυζωνικό πρότυπο το οποίο υπόσχεται υψηλό εύρος ζώνης για μακράς εμβέλειας μετάδοση. Το πρότυπο καθορίζει τη διασύνδεση μέσω αέρα, λειτουργώντας στο μεσαίο επίπεδο ελέγχου πρόσβασης (Medium Access Control - MAC) και το φυσικό επίπεδο μετάδοσης (PHY) του BWA. Το κλειδί ανάπτυξης στο φυσικό επίπεδο μετάδοσης αποτελεί η Ορθογωνική Πολυπλεξία με Διαίρεση Συχνότητας (Orthogonal Frequency

Division Multiplexing - OFDM), κατά την οποία επιτυγχάνεται πολλαπλή πρόσβαση με την ανάθεση ενός υποσυνόλου των καναλιών σε κάθε μεμονωμένο χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να προσφέρει ξεχωριστές Διαχειριζόμενες Υπηρεσίες (Quality of Service - QoS) σε κάθε χρήστη. Οι χρήστες επιτυγχάνουν διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων με την ανάθεση διαφορετικών κωδικών παραγόντων διασποράς ή διαφορετικών αριθμών. Στην πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας τα δεδομένα διαιρούνται σε πολλαπλά παράλληλα substreams με μειωμένο ρυθμό δεδομένων και το καθένα από αυτά διαμορφώνεται και μεταδίδεται σε ξεχωριστό κανάλι. Η πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας επιτυγχάνεται με την παροχή πολυπλεξίας στους χρήστες στις ζεύξεις ανόδου και καθόδου (uplink and downlink).

Το πρότυπο IEEE 802.16 εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 2001 με εύρος συχνότητας 10-66 GHz με θεωρητικά μέγιστο εύρος ζώνης 120 Mb/s και μέγιστο εύρος μετάδοσης στα 50 χμ. Παρόλα αυτά, το αρχικό πρότυπο υποστηρίζει μόνο μετάδοση line-of-sight (LOS) και δεν ευνοείται η ανάπτυξη του στις αστικές περιοχές. Μια διαφοροποίηση του προτύπου IEEE 802.16a-2003 εμφανίστηκε τον Απρίλιο του 2003 και η οποία μπορεί να υποστηρίξει non-LOS (NLOS) μετάδοση και υιοθετεί πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας στο φυσικό επίπεδο. Επίσης προστίθεται υποστήριξη για εύρος 2-11 Ghz. Ένα από τα βασικά προβλήματα στο αρχικό πρότυπο είναι ότι καλύπτει πολλά προφίλ και φυσικά επίπεδα που μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα διαλειτουργικότητας. Αυτό έγινε ευρέως γνωστό και τώρα γίνεται προσπάθεια για εστίαση σε μερικά βασικά προφίλ ενώ προσδιορίζεται έλεγχος διαλειτουργικότητας με τον εξοπλισμό του WiMax. [1]

Από τις αρχικές διαφοροποιήσεις το πρότυπο IEEE 802.16 εξελίχθηκε στο πρότυπο 802.16-2004 το οποίο είναι γνωστό και ως 802.16d. Το πρότυπο παρέχει τεχνικούς προσδιορισμούς για το PHY και MAC επίπεδο για ασύρματη πρόσβαση και

κατευθύνει την πρώτη ή τελευταία σύνδεση στα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (Wireless Metropolitan Area Networks - WMANs).

Σε σύγκριση με άλλα πρότυπα όπως το 802.11 (WLAN) υπάρχει έλλειψη υποστήριξης κινητικότητας καθώς η υποστήριξη κινητικότητας θεωρείται ευρέως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά στα ασύρματα δίκτυα. Είναι φυσικό ότι το επόμενο πρότυπο που εκδόθηκε (802.16e) περιλάμβανε την συγκεκριμένη υποστήριξη. Και αυτό είναι γνωστό ως **mobile WiMax** και το οποίο περιλαμβάνει σημαντικές αναβαθμίσεις:

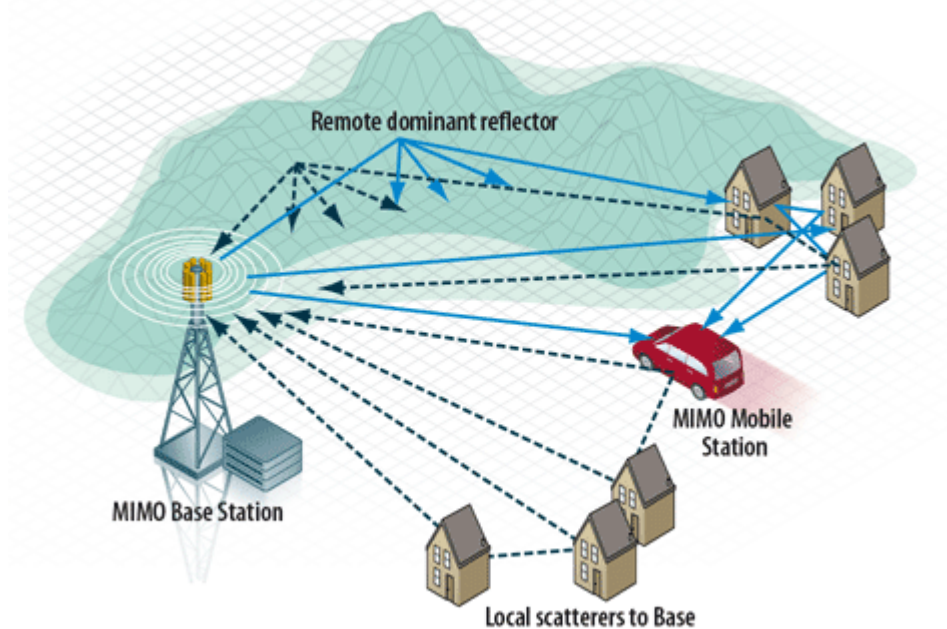
- Βελτιώνει την κάλυψη της NLOS μετάδοσης χρησιμοποιώντας προηγμένες κεραίες και υβριδικά αυτόματα επανάληψης αιτήματος (haRQ).
- Υιοθετεί πυκνή υποζεύξη αυξάνοντας το κέρδος του συστήματος και βελτιώνοντας την εσωτερική διείσδυση.
- Χρησιμοποιεί adaptive antenna system (AAS) και τεχνολογίες Multiple input Multiple output (MIMO) για τη βελτίωση της κάλυψης.
- Εισάγει σχήμα υποζεύξης καθόδου ενεργοποιώντας καλύτερη κάλυψη και δυνατότητα trade – off.

Αυτό φέρνει πιθανά πλεονεκτήματα στο θέμα της κάλυψης, κατανάλωσης ενέργειας ,self – installation , επαναχρησιμοποίηση συχνότητας και αποδοτικότητα εύρους ζώνης. Ένα από τα μειονεκτήματα είναι η μη δυνατότητα συμβατότητας με τη νέα πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας (SOFDM).

Η παροχή διαχειριζόμενων υπηρεσιών QoS είναι ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα δεδομένης της έμφυτης προδιαγραφής QoS στον ορισμό του WiMAX MAC επιπέδου. Αναμένεται ότι το πρότυπο IEEE 802.16 είναι πλήρως ικανό για την υποστήριξη μετάδοσης πολυμέσων με διαφοροποιημένες QoS απαιτήσεις μέσω της χρήσης σχεδιαστικών μηχανισμών

Με την αυξανόμενη δημοτικότητα των εφαρμογών πολυμέσων στο Internet το πρότυπο IEEE 802.16 παρέχει τη δυνατότητα προσφοράς νέων ασύρματων υπηρεσιών όπως η μετάδοση πολυμέσων, η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, υπηρεσίες (VoIP) και πολυμέσα για τηλεδιασκέψεις. Εξαιτίας της μεγάλης ακτίνας εύρους και της μετάδοσης υψηλού εύρους ζώνης, το πρότυπο IEEE 802.16 χρησιμοποιείται επίσης και σε περιοχές όπου μπορεί να εξυπηρετήσει και ως η βάση για το δίκτυο. Ένας άλλος πολλά υποσχόμενος τομέας αντικαθιστά την κινητή τεχνολογία κυψελών με τη χρήση της υπηρεσίας VoIP αντί για WiMAX εάν φυσικά εξυπηρετούνται QoS υπηρεσίες. Μία από τις προκλήσεις των QoS υπηρεσιών είναι πως οι απαιτήσεις τους μπορούν αποτελεσματικά να χαρτογραφηθούν κατά μήκος διαφορετικών ασύρματων πλατφόρμων. [16]

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει ένα mobile WiMax σύστημα.



Εικόνα 1

Retrieved February 02/2012, from [17]

Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer)

Το πρότυπο του Mobile Wimax υιοθετεί την πολυπλεξία με ορθογωνική διαίρεση συχρότητας (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - OFDMA) για βελτιωμένη επίδοση σε NLOS περιβάλλοντα.

Το πρότυπο 802.16.e βασίζεται στην πολυπλεξία SOFDMA (Scalable OFDMA). Η συγκεκριμένη πολυπλεξία υποστηρίζει ένα μεγάλο πλήθος από εύρη ζώνης από 1.25 έως 20 MHz. Το μεγάλο πλήθος από εύρη ζώνης που υποστηρίζει η συγκεκριμένη πολυπλεξία μπορεί να υποστηριχθεί εάν προσαρμοστεί το μέγεθος FFT (Fast Fourier Transform) ενώ το διάστημα της συχρότητας υπο – ζεύξης θα πρέπει να είναι στα 10.94 KHz. Δεδομένου ότι το εύρος ζώνης της υπο – ζεύξης έχει καθοριστεί η επίπτωσή τους στα υψηλότερα επίπεδα είναι ελάχιστη.

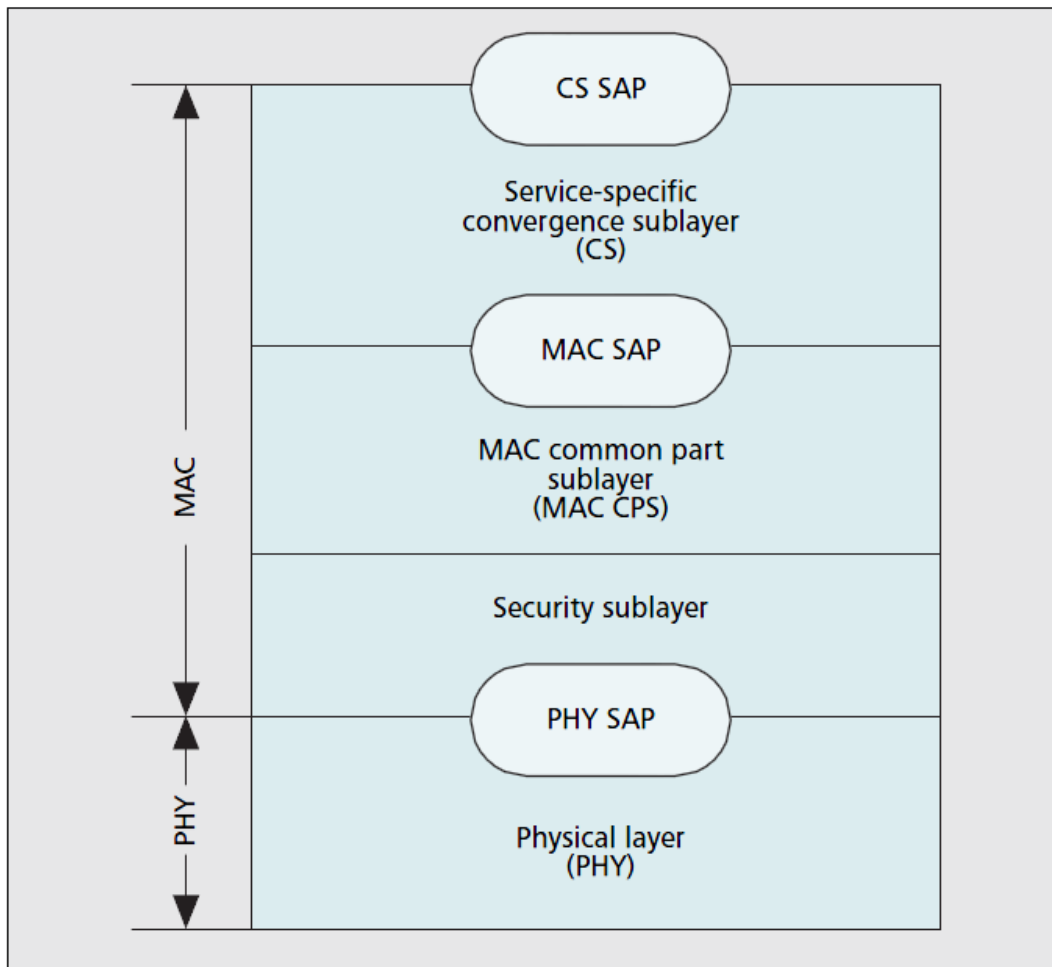
Τα συστήματα 802.16.e προσφέρουν αυτή τη μεγάλη πληθους ευρυζωνικότητα σε τεχνολογίες ραδιοφωνικής πρόσβασης αλλά και στην αρχιτεκτονική δικτύων παρέχοντας έτσι μεγάλη ελαστικότητα στις επιλογές ανάπτυξης των δικτύων αλλά και στην παροχή υπηρεσιών. Επίσης υποστηρίζουν half και full-duplex ζεύξεις [5]

Επίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης Μέσου (MAC Layer)

Η παρακάτω εικόνα 2 παρουσιάζει την αναφορά του μοντέλου στο πρότυπο IEEE 802.16. Το επίπεδο MAC αποτελείται από 3 υπό – επίπεδα:

1. service-specific convergence sublayer (CS)
2. MAC CPS

3. security sublayer



■ Figure 1. IEEE 802.16 reference model.

Εικόνα 2

Retrieved February 2, 2012 from:

http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4395368

Η κύρια λειτουργία του πρώτου υπό – επιπέδου είναι να μετατρέπει ή να χαρτογραφεί εξωτερικά δεδομένα από τα ανώτερα επίπεδα σε κατάλληλες μονάδες επιπέδου MAC (MAC service data units (SDUs)) για το δεύτερο επίπεδο. Αυτό περιλαμβάνει κατηγοριοποίηση των εξωτερικών δεδομένων με την κατάλληλη υπηρεσία service flow identifier (SFID) και εντοπισμό σύνδεσης (CID). Τα SDU αποτελούν τη

βασική μονάδα δεδομένων που ανταλλάσσεται μεταξύ 2 επιπέδων πρωτοκόλλων. Το επίπεδο MAC CPS παρέχει στον πυρήνα λειτουργικότητα για πρόσβαση στο σύστημα, εντοπισμό του εύρους ζώνης και εξακρίβωση σύνδεσης. Αυτό το επίπεδο αναλαμβάνει επίσης και τις υπηρεσίες QoS. Το υπο – επίπεδο ασφάλειας παρέχει λειτουργίες όπως αυθεντικοποίηση , ασφαλή ανταλλαγή κλειδιού και κωδικοποίηση. Στο φυσικό επίπεδο το πρότυπο παρέχει πολλαπλούς προσδιορισμούς φυσικού επιπέδου ο καθένας από αυτούς εκπέμπει σε διαφορετικό μήκος συχνότητας. Όσον αφορά το MAC CPS επίπεδο περιλαμβάνει τις βασικές λειτουργίες για τον σχεδιασμό και τις υπηρεσίες QoS. Το πρότυπο IEEE 802.16d MAC περιλαμβάνει 2 είδη λειτουργίας: point-to-multipoint (PMP) και multipoint-to-multipoint (mesh). [5]

Point-to-Multipoint (PMP)

Ο τρόπος λειτουργίας αφορά ένα τυπικό σενάριο πρόσβασης όπου πολλαπλοί συνδρομητές υπηρεσιών εξυπηρετούνται από ένα κεντρικό πάροχο υπηρεσιών.

Η συγκεκριμένη λειτουργία θα μπορούσε να υποστηρίξει το mobile WIMAX στο πρότυπο IEEE 802.16e. [5]

Multipoint-to-Multipoint (mesh)

Στη συγκεκριμένη λειτουργία οι κόμβοι είναι οργανωμένοι με έναν ad hoc τρόπο. Κάθε σταθμός μπορεί να εξακριβώσει άμεση επικοινωνία με έναν αριθμό άλλων σταθμών μέσα στο σύστημα. Παρόλαυτα , σε ένα τυπικό σενάριο μπορεί να υπάρχουν συγκεκριμένοι κόμβοι που να παρέχουν την λειτουργία ενός σταθμού BS. Στην πραγματικότητα , όταν χρησιμοποιείται ο τρόπος λειτουργίας mesh του δικτύου

οι κόμβοι BS συμπεριφέρονται με τις γνωστές λειτουργίες από τον τρόπο λειτουργίας PMP. Η σημαντική διαφορά είναι ότι στη λειτουργία mesh όλοι οι σταθμοί SS μπορεί να έχουν διαφορετικούς συνδέσμους με άλλους SS σταθμούς. Το πρότυπο IEEE 802.16 ορίζει 2 μηχανισμούς για τον σχεδιασμό μετάδοσης δεδομένων: κεντρικός προγραμματισμός και προγραμματισμός διανομής (centralized και distributed scheduling). Στον κεντρικό προγραμματισμό οι σταθμοί BS λειτουργούν όπως τα clusters και καθορίζουν πως θα μοιράζονται οι σταθμοί SS το κανάλι σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Επειδή όλος ο έλεγχος και τα πακέτα δεδομένων θα πρέπει να περάσουν από τον σταθμό BS η διαδικασία προγραμματισμού είναι απλή με πιθανώς μεγάλη εγκατάσταση σύνδεσης.

Στον προγραμματισμό διανομής κάθε κόμβος ανταγωνίζεται για να κερδίσει πρόσβαση στο κανάλι με ψευδοτυχαίο αλγόριθμο εκλογής. Τα υπο – πλαίσια δεδομένων εντοπίζονται στο πρωτόκολλο requestgrant- confirm three-way handshaking.

Η λειτουργία mesh συντονίζει και αποσυντονίζει τον προγραμματισμό διανομής. Και οι δύο έχουν υιοθετήσει μηχανισμό τριπλής χειραψίας. Το μήνυμα προγραμματισμού στο πρότυπο IEEE 802.16 είναι το MSH_DSCH. Πιο συγκεκριμένα αποστέλλεται αίτημα διαθεσιμότητας μαζί με το μήνυμα MSH_DSCH το οποίο προσδιορίζει πιθανά κενά για απαντήσεις και τον πραγματικό σχεδιασμό. Αποστέλλεται απάντηση η οποία προσδιορίζει το υποσύνολο των προτεινόμενων διαθεσιμοτήτων που θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν το αίτημα. Οι γείτονες αυτού του κόμβου που δεν περιλαμβάνονται σε αυτό το σχεδιασμό θα μπορούσαν να υποθέσουν ότι η μετάδοση λαμβάνει χώρο ως χορηγημένη. Η χορήγηση αποστέλλεται από αυτόν που έκανε το αίτημα περιλαμβάνοντας ένα αντίγραφο της χορήγησης από το άλλο κομμάτι με σκοπό να επιβεβαιώσει τον προγραμματισμό στο άλλο κομμάτι. Οι γείτονες του

κόμβου που δεν συμπεριλαμβάνονται σ' αυτό το σχεδιασμό θα πρέπει πάλι να υποθέσουν ότι η μετάδοση χορηγήθηκε. [1]

Η σημαντική διαφορά ανάμεσα στον συντονισμένο και μη συντονισμένο προγραμματισμό είναι ότι στο συντονισμένο προγραμματισμό το μήνυμα MSH-DSCH προγραμματίζεται στο πλαίσιο του ελέγχου με τρόπο collision-free ενώ στον μη συντονισμένο προγραμματισμό τα μηνύματα μπορεί να συγκρουστούν. Οι κόμβοι που είναι για να απαντήσουν σε ένα αίτημα στον μη συντονισμένο προγραμματισμό θα έπρεπε να περιμένουν για ελάχιστο χρόνο για την ένδειξη διαθεσιμότητας προτού απαντήσουν με την χορήγηση.

Η επιβεβαίωση της χορήγησης αποστέλλεται αμέσως ακολουθώντας την πρώτη επιτυχή αποδοχή ενός πακέτου χορήγησης.

Στο πρότυπο IEEE 802.16e η λειτουργία mesh δεν υποστηρίζεται. [5]

Διαχειριζόμενες Υπηρεσίες Ποιότητας (Quality Of Service - QoS)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται 2 είδη διαχειριζόμενων υπηρεσιών που περιλαμβάνουν ροή υπηρεσιών (service flow) και υπηρεσίες εύρους ζώνης (bandwidth grant services). Υπάρχουν 3 βασικά είδη ροής υπηρεσιών:

A) provisioned service flows

B) admitted service flows

Γ) active service flows

Οι υπηρεσίες εύρους ζώνης καθορίζουν την τοποθέτηση του εύρους ζώνης που βασίζονται σε παραμέτρους QoS που σχετίζονται με μία σύνδεση. Στις συνδέσεις καθόδου ο σταθμός BS έχει αρκετό όγκο πληροφοριών για να πραγματοποιήσει τον

προγραμματισμό αλλά στις μεταδόσεις ανόδου ο προγραμματισμός βασίζεται σε πληροφορίες που συγκεντρώνονται από σταθμούς SS. Σε τέτοιες περιπτώσεις ο SS θα πρέπει να αιτήσει εύρος ζώνης ανόδου από τον σταθμό BS και αυτός τότε θα το προσδιορίσει. Για τον σωστό καθορισμό του εύρους ζώνης υπάρχουν 4 υπηρεσίες για την υποστήριξη διαφορετικών τύπων ροής δεδομένων:

1. Η υπηρεσία Unsolicited grant service (UGS) έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο όπως η υπηρεσία VoIP.
2. Η υπηρεσία Real – time polling service (rtPS) έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει μεταβλητό ρυθμό δεδομένων όπως τα βίντεο MPEG. Σε αυτή την υπηρεσία ο σταθμός BS προσφέρει στον SS περιστασιακές ευκαιρίες αιτήσεων προκειμένου να καθοριστεί το απαιτούμενο εύρος ζώνης.
3. Η υπηρεσία Non- Real – time polling service (nrtPS) έχει σχεδιαστεί για υπηρεσίες δεδομένων με καθυστέρηση με ένα ελάχιστο ρυθμό δεδομένων όπως στο πρωτόκολλο FTP. Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στον σταθμό SS να κάνει αίτηση και έπειτα να πραγματοποιήσει εκπομπή των ευκαιριών των αιτήσεων για τον καθορισμό του εύρους ζώνης.
4. Η υπηρεσία Best Effort service (BE) δεν προσδιορίζει καμία απαίτηση που σχετίζεται με υπηρεσίες. Ο τρόπος λειτουργίας μοιάζει με αυτόν της υπηρεσίας nrtPS.

Καθώς ο θεσμός της ροής υπηρεσιών μοιάζει ως ένα βαθμό και στα 2 πρότυπα, το IEEE 802.16e διαφέρει από το IEEE 802.16-2004 στις υπηρεσίες εύρους ζώνης. Σε αντίθεση με τα 4 είδη υπηρεσιών που παρουσιάστηκαν παραπάνω το πρότυπο 802.16e περιλαμβάνει μια νέα υπηρεσία γνωστή ως επέκταση του rtPS. Αυτή η υπηρεσία διαθέτει έναν αλγόριθμο που βασίζεται στην αποδοτικότητα 2 υπηρεσιών

(rtPS και UGS). Στόχος αυτής της υπηρεσίας είναι να υποστηρίξει ροή υπηρεσιών σε πραγματικό χρόνο . Οι παραπάνω υπηρεσίες συνοψίζονται στον πίνακα 1. [1]

QoS category	Applications	QoS specifications
UGS Unsolicited grant service	VoIP	Maximum substandard rate Maximum latency tolerance Jitter tolerance
rtPS Real-time polling service	Streaming audio or video	Minimum reserved rate Maximum substandard rate Maximum latency tolerance Traffic priority
ErtPS Extended real-time polling service	Voice with activity detection (VoIP)	Minimum reserved rate Maximum substandard rate Maximum latency tolerance Jitter tolerance Traffic priority
nrtPS Non-real-time polling service	File Transfer Protocol (FTP)	Minimum reserved rate Maximum substandard rate Traffic priority
BE Best effort service	Data transfer, Web browsing, etc.	Maximum substandard rate Traffic priority

Πίνακας 1

Retrieved February 3/2012 from [1]

Επιπλέον χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Mobile WiMax

Χρήση τεχνολογίας έξυπνων κεραιών (Smart Antenna Technologies)

Οι έξυπνες κεραιές περιλαμβάνουν πολύπλοκες λειτουργίες στα σήματα τους εξαιτίας των πολλαπλών κεραιών. Η πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας τους επιτρέπει να λειτουργούν σε υπο – κανάλια. Περιλαμβάνουν τις εξής λειτουργίες:

- Beamforming: Με τη λειτουργία αυτή το σύστημα χρησιμοποιεί πολλαπλές κεραιές προκειμένου να μεταδίδει δυνατά σήματα τα οποία θα βελτιώνουν την κάλυψη αλλά και τις δυνατότητες του συστήματος.

- Space – Time Code (STC): Χρησιμοποιείται μεταβλητότητα κυμάτων μετάδοσης προκειμένου να μειωθεί η απώλεια σήματος.
- Spatial Multiplexing (SM): Η πολυπλεξία αυτή χρησιμοποιείται προκειμένου να εκμεταλλευτεί τα υψηλότερου ρυθμού δεδομένα. Πολλαπλές μεταδόσεις πραγματοποιούνται από πολλαπλές κεραιές. [14]

Επαναχρησιμοποίηση Συχνότητας (Fractional Frequency Reuse)

Η τεχνολογία Mobile WiMax υποστηρίζει επαναχρησιμοποίηση συχνότητας σε περίπτωση που όλα τα κελιά λειτουργούν στην ίδια συχνότητα προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η φασματική απόδοση. Οι χρήστες λειτουργούν σε υπό – κανάλια τα οποία απασχολούν ένα μικρό μέρος της ευρυζωνικότητας του καναλιού.

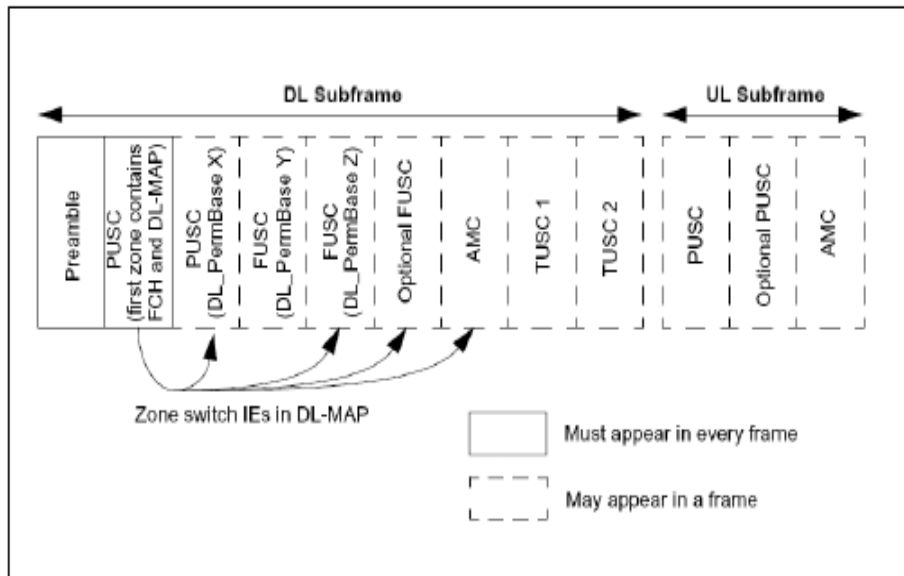
Υπάρχει ελαστικότητα στην επαναχρησιμοποίηση του τομέα των υπο – καναλιών .

Ένας τομέας αποτελεί μια υποδιαίρεση των διαθέσιμων υπο – καναλιών

πολυπλεξίας διαίρεσης συχνότητας. Η ζώνη ανταλλαγής (Permutation Zone)

αποτελείται από ένα σύνολο παρεμφερών OFDMA συμβόλων που χρησιμοποιούν το ίδιο μέσο ανταλλαγής.

Η λειτουργία αυτή παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 3

Retrieved February 3 /2012 from [16]

Πολλαπλή εκπομπή και Υπηρεσίες Μετάδοσης (Multicast and Broadcast Service - MBS)

Επιτυγχάνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Υψηλός ρυθμός δεδομένων και κάλυψη
- Ευέλικτη κατανομή των ραδιοφωνικών πόρων
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Υποστήριξη εκπομπής δεδομένων [8]

Μελλοντική Εξέλιξη της τεχνολογίας Mobile Wimax

Από το έτος 2007 το Forum WiMax και η ομάδα εργασίας του προτύπου IEEE 802.16 ξεκίνησαν να εργάζονται σε ξεχωριστά προγράμματα μελλοντικής εξέλιξης

και βελτίωσης της υπάρχουσας τεχνολογίας. Στόχος ήταν η διατήρηση της τεχνολογίας αυτής ως μια από τις ηγετικές λύσεις στον κόσμο των ευρυζωνικών ασύρματων δικτύων.

Το έργο το οποίο σχεδιάζεται από το WiMax Forum στοχεύει στην βελτίωση αποδοτικότητας της τεχνολογίας όσον αφορά την κίνηση των δεδομένων στην υπηρεσία VoIP.

Περισσότερη βελτίωση αποδοτικότητας προβλέπεται από την ομάδα εργασίας του προτύπου IEEE 802.16 με την εισαγωγή ενός νέου προτύπου 802.16m το οποίο θα διαθέτει τις απαιτήσεις της τεχνολογίας IMT – Advanced, τέταρτη γενιά 4G – διάδοχος της τεχνολογίας IMT – 2000. Με άλλα λόγια θα αποτελεί την εξέλιξη της τεχνολογίας 4G Mobile WiMax. Έτσι λοιπόν θα διαθέτει:

- Συμβατότητα με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα.
- Τουλάχιστον διπλάσια παροχή φασματικής απόδοσης σε ζεύξεις ανόδου και καθόδου.
- Τουλάχιστον 1,5 φορές περισσότερη παροχή από τις δυνατότητες της υπηρεσίας VoIP.
- Νέες τεχνολογίες έξυπνων κεραιών.
- Βελτιωμένη μορφή πλαισίου καθώς και πρωτόκολλο συστήματος τα οποία θα είναι συμβατά με τις άλλες μορφές συστημάτων.
- Βελτιωμένη συνεργασία παρεμβολής για τα κανάλια ζεύξης ανόδου και καθόδου.
- Καλύτερη κάλυψη συστήματος
- Επίμονος προγραμματισμός για τις υπηρεσίες VoIP και video σε πραγματικό χρόνο.
- Αποδοτικότερη σελιδοποίηση και βελτιωμένη παράδοση

Αυτές οι νέες τεχνικές καλύπτουν σχεδόν όλες τις περιοχές των κυψελωτών συστημάτων σχεδίασης και αποσκοπούν στην βελτίωση του υπάρχοντος συστήματος διατηρώντας την συμβατότητα προς τα πίσω. [10]

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα:

- Αποτελεί πολύ φθηνότερη τεχνολογία στην φάση της δημιουργίας αλλά και στην διατήρηση της κυψελωτής υποδομής σε σχέση με τα συστήματα GSM.
- Η τεχνική του υποδομή είναι πολύ μικρή σε μέγεθος και μπορεί να τοποθετηθεί επί ενός πόλου ή και ενός κτιρίου.
- Ένα και μοναδικό σημείο πρόσβασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσφέρει υπηρεσίες σε μια ολόκληρη κοινότητα,
- Είναι πιο αποτελεσματικό με τη χρήση του ραδιοφάσματος καθώς όσο περισσότεροι χρήστες μπορούν να βρίσκονται στο ίδιο ποσό φάσματος.
- Καταναλώνει μικρή ποσότητα ενέργειας.
- Μπορεί να είναι cost – effective στην υπηρεσία VoIP.
- Μπορεί να επεκταθεί μέχρι 50 χμ. από ένα σταθμό βάσης και να αγγίζει ταχύτητα πάνω από 70 MB το δευτερόλεπτο.
- Οι χρήστες του μπορούν να κάνουν χρήση καθώς κινούνται.

Μειονεκτήματα:

- Γίνεται έρευνα για το πώς είναι εφικτή η συνύπαρξη του προτύπου WiMax με το GSM.

- Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις συχνότητες των διάφορων προτύπων του WiMax και διαφόρων ασύρματων ευρυζωνικών τεχνολογιών και αυτό αποτελεί ανασταλτικός παράγοντας για τους κατασκευαστές τηλεπικοινωνιών.
- Όλες οι ασύρματες ταχύτητες βασίζονται στην εγγύτητα του χρήστη στον σταθμό βάσης. Οι φορείς είναι περιορισμένοι στον αριθμό των σταθμών βάσεων και αυτό το γεγονός είναι πιθανόν να προκαλέσει την ανέγερση περιβαλλοντικών ζητημάτων. [12]

Συμπεράσματα

Στο έγγραφο αυτό πραγματοποιήθηκε μια γενική παρουσίαση της τεχνολογίας Mobile WiMax η οποία είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία στα ευρυζωνικά ασύρματα δίκτυα. Παρουσιάστηκαν θέματα που αφορούν τον τρόπο λειτουργίας της τεχνολογίας στα 2 επίπεδα (PHY και MAC). Συγκεκριμένα έγινε εκτενέστερη αναφορά στο επίπεδο MAC καθώς παρουσίασαν περισσότερο ενδιαφέρον οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. (PMP και MESH).

Οι υπηρεσίες ποιότητας που μπορούν να υποστηριχθούν διαχωρίζονται με βάση τον τρόπο λειτουργίας τους και παρουσιάστηκαν με εκτενή τρόπο στον παρόν έγγραφο παραθέτοντας και σχήμα για πιο ευδιάκριτη σύγκριση μεταξύ τους.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αφορούν το συγκεκριμένο σύστημα δόθηκαν επίσης με εκτενή και όσο το δυνατόν κατανοητό τρόπο.

Η τεχνολογία WiMax έχει πολλά περιθώρια περαιτέρω εξέλιξης και βελτίωσης. Η ομάδα έργου και το Forum WiMax προσπαθούν να κάνουν πράξη αυτές τις βελτιώσεις διατηρώντας την λειτουργικότητα και αναγνωρισιμότητα των προτύπων σ' ένα υψηλό επίπεδο.

Αναφορές

- [1] Bo Li , Yang Kin and Chor Ping Low , Choon Lim Gwee “A survey on Mobile WiMax” , IEEE Communications Magazine , December 2007
- [2] Ioannis Papapanagiotou “A survey on next generation mobile WiMax Networks: Objectives , Features and Technical Challenges” , iee communications surveys & tutorials, vol. 11, no. 4, fourth quarter 2009
- [3] Mr. Jha Rakesh , Mr. Wankhede Vishal A., Prof. Dr. Upena Dalal “A Survey of Mobile WiMAX IEEE 802.16m Standard” , (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 8, No. 1, April 2010
- [4] Rath Vannithamby , Muthaiah Venkatachalam ‘QoS Architecture of WiMAX’ , Quality of Service Architectures for Wireless Networks: Performance Metrics and Management
- [5] Kamran Etemad, Ming Lai “MOBILE WIMAX” , IEEE Communications Magazine June 2009
- [6] Chintan Patel “Adaptation of Fractional Frequency Reuse in Mobile WiMAX Networks “ ,
- [7] KF Tsang, LT Lee, HY Tung, Ryan Lam, YT Sun and KT Ko , “Admission Control Scheme for Mobile WiMAX Networks ”
- [8] IEEE 802.16e, “IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1”
- [9] Alessandro Bazzi, Giacomo Leonardi, Gianni Pasolini and Oreste Andrisano, “Mobile WiMAX Performance Investigation”

- [10] Ahmadi, S. (2009). An overview of next-generation mobile wimax technology, IEEE Communications Magazine
- [11] <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX> , Retrieved February 01/2012
- [12]<http://www.columbia.edu/itc/sipa/nelson/newmediadev/WiMax%20And%20Africa.html> , Retrieved February 01/2012
- [13] Fan Wang, Amitava Ghosh, Chandy Sankaran, Philip J. Fleming, Frank Hsieh, and Stanley J. Benes, Networks Advanced Technologies, Motorola Inc. “Mobile WiMAX Systems: Performance and Evolution” , IEEE Communications Magazine October 2008
- [14] Qi Lu, Maode Ma “Group mobility support in mobile WiMAX networks” , Journal of Network and Computer Applications 34 (2011) 1272–1282
- [15] Shiao-Li Tsao *, You-Lin Chen “Energy-efficient packet scheduling algorithms for real-time communications in a mobile WiMAX system” , Computer Communications 31 (2008) 2350–2359
- [16] WiMax Forum, “Mobile WiMAX – Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation” , August, 2006
- [17] T.M. Fernández-Caramis , M. González-López, L. Castedo , “Mobile WiMAX for vehicular applications: Performance evaluation and comparison against IEEE 802.11p/a” , Computer Networks 55 (2011) 3784–3795
- [18] Will Hruday, Ljiljana Trajković “Mobile WiMAX MAC and PHY layer optimization for IPTV” , Mathematical and Computer Modelling 53 (2011) 2119–2135
- [19] http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.16 , Retrieved February 02 /2012

[20] WiMAX forum, Mobile WiMAX—part II: a comparative analysis. Available:
http://www.wimaxforum.org/technology/downloads/Mobile_WiMAX_Part2_Comparative_Analysis.pdf