

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master In Information Systems

Δίκτυα Υπολογιστών

Computer Networks

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Professor: A.A. Economides

Survivability and Reliability in Cognitive Radio Networking

Επιβιωσιμότητα και αξιοπιστία του Cognitive Radio Networking

Ευστράτιος Χατζηγεωργιάδης

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Author Note

Ευστράτιος Χατζηγεωργιάδης M14/13, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Πληροφοριακά Συστήματα, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας e-mail:mis1314@uom.gr

Περιεχόμενα

Abstract.....	3
Περίληψη.....	4
Τι είναι ένα δίκτυο Cognitive Radio;.....	5
Περιγραφή.....	5
Χαρακτηριστικά των Cognitive Radio.....	6
Πλεονεκτήματα – Επιβιωσιμότητα.....	8
Αξιοπιστία.....	12
Μελλοντικά.....	13
Αναφορές.....	15

Abstract

In this project we studied Cognitive Radio Networks. Particularly, we studied the survivability and reliability of these Networks. First of all, it is given what exactly is Cognitive Radio Networks and their topology. Also, we analyzed the networks and their survivability with details and realized if there is a point of researching. Furthermore, It is made a research about the safety and reliability. Finally, there are suggestions for researching and studying in the future.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία έγινε μια μελέτη της δικτύωσης Cognitive Radio. Η μελέτη αυτή αφορά την επιβιωσιμότητα και την αξιοπιστία αυτών των δικτύων. Έτσι, αρχικά δίνεται ο ορισμός του και στη συνέχεια αναλύεται η τοπολογία του. Αφού γίνει μια λεπτομερής ανάλυση της δικτύωσης, παρατίθενται κάποια στοιχεία για την επιβιωσιμότητα του. Δηλαδή, κατά πόσο αξίζει να ασχοληθεί κάποιος έτσι ώστε να αναπτυχθεί ο συγκεκριμένος τρόπος δικτύωσης. Επίσης, δίνεται έμφαση στο πόσο ασφαλής είναι αυτή η μέθοδος δικτύων. Τέλος, δίνονται κάποιες ιδέες για μελλοντική έρευνα και μελέτη.

Τι είναι ένα Cognitive Radio Network;

Ένα cognitive radio¹ είναι ένα “έξυπνο” ραδιοκύμα που μπορεί να προγραμματιστεί και να παραμετροποιηθεί δυναμικά. Ο πομποδέκτης του είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να χρησιμοποιεί τα καλύτερα ασύρματα κανάλια που είναι κοντά του. Ένα τέτοιο ράδιο ανιχνεύει όλα τα διαθέσιμα κοντινά κανάλια στο ασύρματο φάσμα, τα μετατρέπει ανάλογα με τις παραμέτρους μετάδοσης και λήψης έτσι ώστε να επιτρέψει ταυτόχρονες ασύρματες επικοινωνίες σε μια δεδομένη ζώνη ραδιοφάσματος από μια μόνο θέση. Αυτή η διαδικασία είναι μια μορφή διαχείρισης δυναμικού φάσματος. [1]

Τα Cognitive Radio Networks (CRNs) είναι η λύση έτσι ώστε να αυξηθεί το φάσμα που δεν χρησιμοποιείται ή χρησιμοποιείται λιγότερο στα γειτονικά ραδιοκύματα. Η βασική ιδέα είναι να επιτρέπεται σε μη εγκεκριμένους χρήστες πρόσβαση στο φάσμα, με την προϋπόθεση ότι η πρόσβαση γίνεται αντιληπτή από τους ήδη αδειοδοτημένους χρήστες. Οι νέες τεχνολογίες της επικοινωνίας και της δικτύωσης πρέπει να αναπτυχθούν, να επιτραπεί η χρήση του φάσματος με πιο αποτελεσματικό τρόπο και να αυξηθεί η χρήση του φάσματος των ραδιοσυχνοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι πολλά τεχνικά θέματα πρέπει να επιλυθούν για αυτήν την τεχνική έτσι ώστε να γίνει αποδεκτή. Τα πιο σημαντικά θέματα είναι η Δυναμική Διαχείριση του Φάσματος (Dynamic Spectrum Access), η αρχιτεκτονική του, η ανάπτυξη των μικρότερων κυψελών και η ασφάλεια. [6]

Περιγραφή

Το cognitive είναι ικανό να διαμορφώνει τις παραμέτρους του ραδιο-συστήματος. Αυτές οι

¹ Η μετάφραση του Cognitive Radio Network στα ελληνικά δεν είναι τόσο σαφής. Γι' αυτόν το λόγο θα το αναφέρουμε με την αγγλική ορολογία και για λόγους συντομίας αναφέρεται στο κείμενο ως Cognitive ή με τη συντομογραφία CRN.

Επίσης, πολλοί όροι παραμένουν με την αγγλική ορολογία γιατί επίσης δεν υπάρχουν σαφείς μεταφράσεις στα ελληνικά

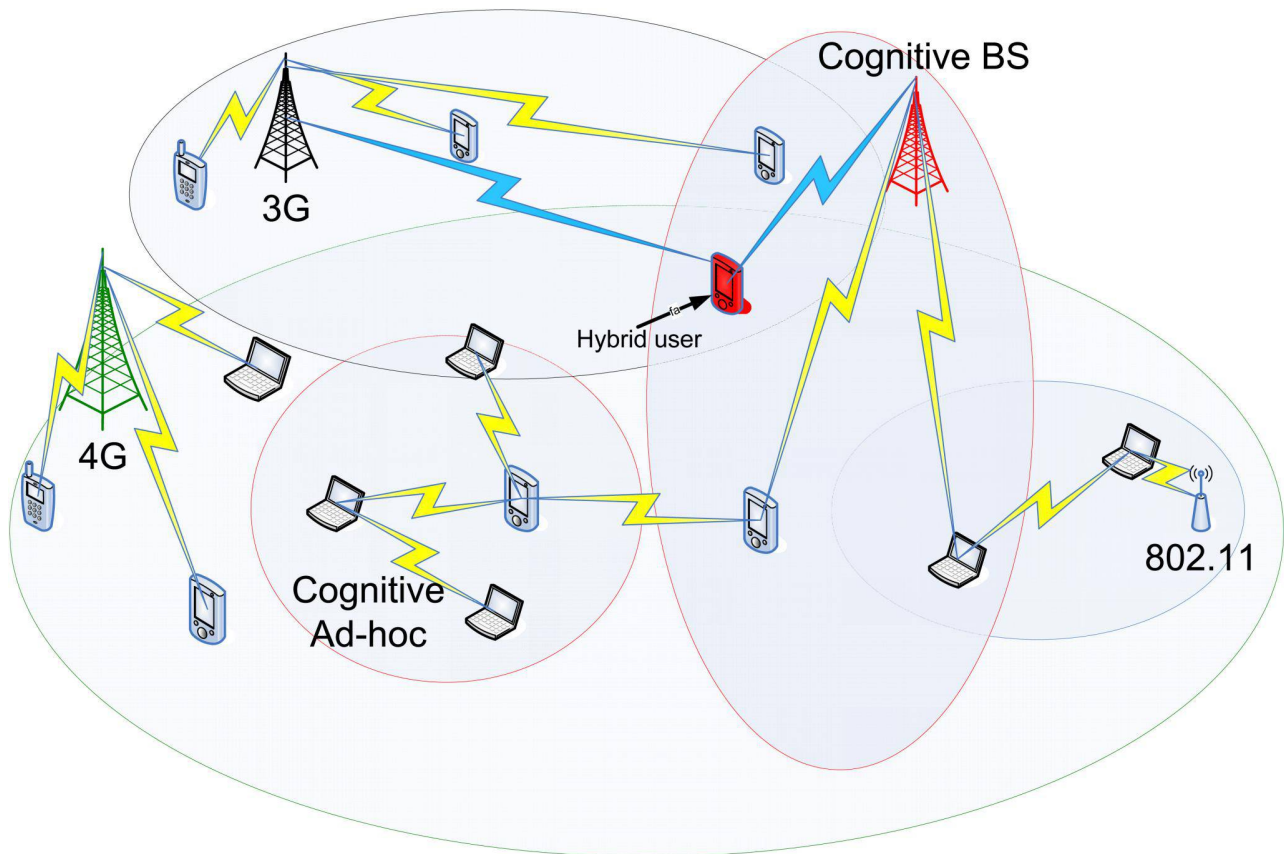
παράμετροι περιλαμβάνουν την κυματομορφή, το πρωτόκολλο, τις συχνότητες λειτουργίας και το δίκτυο. Οι λειτουργίες ως αυτόνομες μονάδες στο περιβάλλον των επικοινωνιών, ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον των δικτύων των άλλων Cognitive Radios. Ένα Cognitive Radio “παρακολουθεί τις επιδόσεις του συνεχώς” εκτός από το να “διαβάζει τις εκπομπές του ραδιοφώνου”. Στη συνέχεια χρησιμοποιεί αυτήν την πληροφορία για να “καθορίσει το RF περιβάλλον, την απόδοση ζεύξης, κ.λπ.” και προσαρμόζει τις ρυθμίσεις του ραδιοφώνου για να αποδώσει την απαιτούμενη ποιότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών. Τα cognitive radio μεταβάλλουν δυναμικά τη ζώνη συχνοτήτων που χρησιμοποιείται από τα μηνύματα μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων και το λογισμικό μεταβάλλει κι αυτό δυναμικά το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από το μήνυμα μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων. [2]

Σήμερα, υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τα δίκτυα Cognitive Radio. Οι πιο σημαντικοί ορισμοί έχουν αποδοθεί από το Federal Communications Commission (FCC) που εδρεύει στις Ηνωμένες Πολιτείες (2005), από το National Telecommunications and Information Administration (NTIA, 2005), το International Telecommunications Union (2005) και το IEEE 1900.1 WG. Ίσως ο καλύτερος ορισμός έχει δοθεί από τον S. Haykin ο οποίος αναφέρει [8]:

"Το Cognitive radio είναι ένα έξυπνο ασύρματο σύστημα επικοινωνιών το οποίο αναγνωρίζει το γύρω περιβάλλον του και χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία της κατανόησης (methodology of understanding). Με αυτόν τον τρόπο καταλαβαίνει από το περιβάλλον και προσαρμόζει τις εσωτερικές καταστάσεις του σε στατιστικές διακυμάνσεις στα εισερχόμενα RF κάνοντας τις αντίστοιχες αλλαγές σε ορισμένες παραμέτρους λειτουργίας (πχ δύναμη μετάδοσης, φορέας συχνότητας και διαμόρφωση) σε πραγματικό χρόνο, με δυο πρωτεύοντα αντικείμενα: Πολύ αξιόπιστες επικοινωνίες όπου και όποτε χρειαστεί και αποτελεσματική χρήση του ραδιοφάσματος". [3]

Χαρακτηριστικά των Cognitive Radio

Λόγω της δραματικής αύξησης της ποιότητας των υπηρεσιών και της χωρητικότητας των καναλιών στα ασύρματα δίκτυα έχουμε σοβαρό περιορισμό του εύρους ζώνης, που είναι ο θεμελιώδης πόρος για τις επικοινωνίες. Επίσης, οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στις νέες επικοινωνίες και στα δίκτυα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολύ αποτελεσματικά αυτούς τους πόρους. Το Cognitive radio είναι μια τεχνολογία που θα επιτρέψει στο μέλλον τα δίκτυα και τις επικοινωνίες να μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους περιορισμένους πόρους των δικτύων με έναν πιο αποτελεσματικό και ευέλικτο τρόπο. Διαφέρει από τους παραδοσιακούς τρόπους επικοινωνίας στο ότι αυτές οι συσκευές μπορούν να προσαρμόσουν τις παραμέτρους λειτουργίας τους, όπως είναι η ισχύς μετάδοσης, η συχνότητα, ο τύπος διαμόρφωσης κλπ. Πριν τα Cognitive Radio προσαρμόσουν τον τρόπο λειτουργίας τους στις διαφορές που υπάρχουν στο περιβάλλον, θα πρέπει πρώτα να αποκτήσουν τις απαραίτητες πληροφορίες από το περιβάλλον του ραδιοφώνου. Αυτού του είδους τα χαρακτηριστικά αναφέρονται ως cognitive ικανότητες, οι οποίες ενεργοποιούν τις Cognitive Radio συσκευές και αυτές αναγνωρίζουν την εκπεμπόμενη κυματομορφή, την RF φάσματος, τους τύπους και τα πρωτόκολλα των δικτύων, τις γεωγραφικές πληροφορίες, τους τοπικά διαθέσιμους πόρους και επικοινωνίες, τις απαιτήσεις των χρηστών, την ασφάλεια, και άλλα πολλά. Εφόσον οι Cognitive Radio συσκευές συγκεντρώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες από το περιβάλλον τους, μπορούν να αλλάξουν δυναμικά τις παραμέτρους εκπομπής τους σύμφωνα με τις διακυμάνσεις του περιβάλλοντος και να πετύχουν τη βέλτιστη απόδοση, η οποία ονομάζεται αναδιάρθρωση. [5]



Τοπολογία ενός CRN μαζί με άλλα δίκτυα

Πλεονεκτήματα – Επιβιωσιμότητα

Η τεχνολογία των Cognitive radio είναι το επόμενο βήμα για να υλοποιηθεί η τεχνολογία του της πέμπτης γενιάς (5G) των κινητών επικοινωνιών. Να επισημάνουμε ότι το 5G δεν είναι ακόμα ο επίσημος όρος που χρησιμοποιείται από τις εταιρείες των κινητών επικοινωνιών. Για να το διατυπώσουμε καλύτερα θεωρείται ότι είναι ένας όρος που καλύπτει όλες τις απαιτήσεις που θα παρουσιάσει το 4G όταν θα εισαχθεί κανονικά στην αγορά και θα χρησιμοποιηθεί. Δεδομένου ότι τα Long Term Evolution (LTE) του 3G πειραματικά προγράμματα έχουν τεθεί σε λειτουργία αυτά του 4G αναμένονται γύρω στο 2015, καθώς επίσης και σύμφωνα με τη γενική πεποίθηση ότι κάθε

γενιά των ασύρματων συστημάτων διαρκεί περίπου μια δεκαετία, υπολογίζουμε πως τα πειραματικά προγράμματα του 5G αναμένονται γύρω στο 2025. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, φαίνεται ότι το 5G δεν θα είναι πιο γρήγορο από το 4G, αλλά αυτό θα εστιάζει πιο πολύ να βελτιώσει την αρχιτεκτονική δομή του προηγούμενου. Τα κύρια στοιχεία του 5G αναμένεται να περιέχουν, ανάμεσα σε πολλά, την τεχνολογία του cognitive radio, το IPv6 και οι συσκευές θα μπορούν να έχουν δυνατότητες Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα πρωτόκολλα του ασύρματου δικτύου και του Bluetooth αναμένεται να είναι διαθέσιμα ως εφαρμογές του ράδιο μέχρι το 2020, οδηγώντας έτσι σε νέες τεχνολογικές ανακαλύψεις καθώς και σε νέες ευκαιρίες. [3]

Τιμή/Κέρδος: Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι το οικονομικό. Το κόστος για την εκπομπή πάνω σε ένα κανάλι λαμβάνοντας υπ' όψιν το κόστος που χρειάζεται για έναν CR κόμβο είναι πολύ χαμηλότερο από ένα παραδοσιακό κόμβο. [4]

Αποδοτικότητα στην ενέργεια: Ακόμα ένα κριτήριο για το cognitive radio που κερδίζει την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας είναι ότι βασίζεται στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης της ενέργειας. Ένα ενεργειακά κατανεμημένο αποδοτικό σύστημα πρόσβασης φάσματος παρουσιάζεται στο οποίο το σύστημα θεωρείται ότι λειτουργεί σε χρονοθυρίδες. Σε κάθε θυρίδα το δίκτυο έχει ένα νέο τρόπο διαχείρισης της κίνησης σε όλο το φάσμα και έτσι εντοπίζονται οι διαθέσιμες συχνότητες. Αυτή η εργασία, λοιπόν, έχει ένα κατανεμημένο φάσμα και ο αλγόριθμος για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης της ενέργειας ανά bit σε όλους τους φορείς. Η τεχνική που χρησιμοποιείται για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι συναφής με την κατανομή της ελάχιστης ενέργειας ανά bit και εγγυάται την ταχύτητα των δεδομένων και της ισχύος. Έτσι, ο στόχος είναι να βρεθεί ο βέλτιστος αριθμός καναλιών όπου το cognitive radio-system μπορεί να επιλέξει και να αποστείλει με τη χαμηλότερη ισχύ διασφαλίζοντας παράλληλα το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. [4]

Χαρακτηριστικά του φάσματος: Οι περισσότερες προσπάθειες που γίνονται χρησιμοποιούν ένα και μόνο κριτήριο (π.χ. SNR) για να χαρακτηρίσουν την κίνηση του φορτίου από τις ζώνες του ραδιοφάσματος για να επιλέξουν το πιο κατάλληλο κανάλι σύμφωνα με το κατώτατο όριο παρεμβολών. Ένα ανοικτό ζήτημα είναι η χρήση πολλαπλών κριτηρίων του QoS για την ανάλυση και το χαρακτηρισμό των υπό εξέταση ζωνών φάσματος. Οι περισσότεροι cognitive αλγόριθμοι έχουν ως απαίτηση μόνο την απόδοση του QoS αλλά αυτό δεν είναι αρκετό για εφαρμογές όπως το Voice over Internet Protocol (VoIP), το οποίο είναι delay-sensitive. Από τη στιγμή που πολλές εφαρμογές με διαφορετική απόδοση/QoS μπορούν να τρέξουν ταυτόχρονα στη συσκευή του χρήστη, τότε οι αλγόριθμοι θα πρέπει να ενσωματώνουν μεθόδους που χρειάζονται και εξετάζουν την ίδια στιγμή όλες τις παραμέτρους του QoS για τις ζώνες του ραδιοφάσματος και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουν βέλτιστες λύσεις. [4]

Μακροπρόθεσμη εκτίμηση απόδοσης: Αρχικά, μπορούμε να κάνουμε μια εκτίμηση της απόδοσης των ασύρματων συνδέσεων οι οποίες συνεισφέρουν στην επιλογή των καλύτερων διαθέσιμων καναλιών για τη στήριξη των χρηστών. Αυτές οι προσεγγίσεις, όμως, κυρίως κάνουν βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις διαμέσου του καναλιού, παίρνοντας υπ' όψιν τις τρέχουσες μετρήσεις. Το θέμα με αυτές τις προσεγγίσεις είναι ότι η δυναμικότητα του ασύρματου cognitive περιβάλλοντος μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα σοβαρές αλλαγές στην απόδοση των συνδέσεων όπως για παράδειγμα από τις παρεμβολές. Όταν όμως μια εφαρμογή τρέχει για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και υπολογίσουμε τη βραχυπρόθεσμη απόδοση και τη βραχυπρόθεσμη διαθεσιμότητα του φάσματος, τότε θα δούμε ότι θα έχουμε συχνές μεταπομπές του φάσματος (frequent spectrum handovers). Χρησιμοποιώντας έτσι τα στατιστικά στοιχεία από τα δεδομένα του ιστορικού της διαθεσιμότητας του καναλιού, η μακροπρόθεσμη απόδοση των ζωνών του φάσματος μπορεί να υπολογιστεί καλύτερα και οι χρήστες που ζητούν σταθερή απόδοση για μια περίοδο μπορούν να επωφεληθούν με αυτόν τον τρόπο αποφεύγοντας τις συχνές μεταπομπές του φάσματος οι οποίες

οδηγούν σε χαμηλές επιδόσεις. [4]

Πολλαπλή επιλογή καναλιού: Έχοντας επιλέξει πολλαπλά κανάλια ή πολλούς τομείς του φάσματος μπορεί να μας οδηγήσει σε τεράστια αύξηση της απόδοσης και το Cognitive Radio μπορεί να μας επιτρέψει την πολλαπλή επιλογή καναλιών και θα μπορούσαν να είναι συνεχόμενα ή μη. Αυτό όμως έχει επιτευχθεί σε πολύ λίγες περιπτώσεις μόνο και σχεδόν όλοι επικεντρώνονται σε συσκευές single radio. Οι Multi-radio συσκευές χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στους cognitive αλγόριθμους. Επιπλέον, η επιλογή πολλών τομέων του φάσματος σε τέτοιες συσκευές παραμένει ένα πολύ σύνθετο και ανοιχτό ζήτημα για να το ερευνήσουμε στο μέλλον. Έτσι λοιπόν, οι συσκευές Multi-radio cognitive που μπορούν να επιλέξουν πολλά κανάλια θα αυξήσουν δραματικά την απόδοση των cognitive δικτύων και θα βοηθήσουν στην αποφυγή συμφόρησης του δικτύου αυτού. Αυτό είναι ένα θετικό στοιχείο για την επιβιωσιμότητα αυτών των δικτύων, αφού είναι η πολλαπλή επιλογή καναλιών αποτελεί το έναυσμα για μελλοντική έρευνα. [4]

Ετερογενής Υβριδική πρόσβαση (Heterogeneous hybrid access): Ένα θέμα το οποίο δεν καλύπτεται από τη βιβλιογραφία μέχρι τώρα είναι η περίπτωση του να υπάρχουν χρήστες εξοπλισμένοι με ενεργές τις cognitive radio συσκευές εκτός από τους πρωτεύοντες πομποδέκτες τους. Αυτοί οι χρήστες θα μπορούν να συνδεθούν ταυτόχρονα και στο κύριο δίκτυο αλλά και στο cognitive. Όταν θα είναι συνδεδεμένοι στο κυρίως δίκτυο, θα έχουν και προτεραιότητα πρόσβασης στο φάσμα σε σύγκριση με άλλους χρήστες. Όμως, όταν αποκτήσουν πρόσβαση στο cognitive δίκτυο, θα έχουν τα ίδια δικαιώματα όπως οι άλλοι χρήστες. Μπορούμε να φανταστούμε για παράδειγμα ένα μελλοντικό ετερογενές ασύρματο δίκτυο όπου τα πολλαπλά παραδοσιακά δίκτυα (όπως GPRS, UMTS, TV, 4G δίκτυα, κτλ) θα συνυπάρχουν με ένα cognitive δίκτυο και ο χρήστης θα έχει πρόσβαση σε όλα τα πρωτεύοντα δίκτυα, αλλά ακόμα θα είναι εξοπλισμένος με μια ενεργή cognitive radio συσκευή. Ένας αλγόριθμος εκχώρησης θα εξετάζει τη δυνατότητα πρόσβασης σε

οποιοδήποτε δίκτυο ή ακόμα και την ταυτόχρονη πρόσβαση σε περισσότερα από ένα δίκτυα (συμπεριλαμβανομένου και του Cognitive) για την καλύτερη απόδοση. Το παραπάνω μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο χρήστης τρέχει παραπάνω από μια εφαρμογή και με αυτόν τον τρόπο θα μπορεί να αποφασιστεί να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα πολλές τεχνολογίες οι οποίες χρειάζονται και είναι κατάλληλες για τις συγκεκριμένες εφαρμογές που τρέχει εκείνη την ώρα ο χρήστης. [4]

Συμπεριφορά χρήστη/προτεραιότητες (User behavior/priorities): Η συμπεριφορά του χρήστη είναι μια πτυχή με την οποία δεν έχει ασχοληθεί κανείς παλαιότερα και δεν αναφέρεται πουθενά στη βιβλιογραφία. Η συμπεριφορά του χρήστη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει τις ανάγκες των χρηστών και την κινητικότητα, σύμφωνα με προηγούμενες δράσεις και αυτό μπορεί να επηρεάσει τις αποφάσεις σχετικά με την επιλογή του φάσματος. Επιπλέον, στη βιβλιογραφία όλοι οι χρήστες έχουν τις ίδια δικαιώματα για πρόσβαση στις διαθέσιμες ζώνες του φάσματος και έχει γίνει πολύ μικρή έρευνα σχετικά με το ζήτημα της κατανομής του φάσματος σε χρήστες που δεν έχουν τα ίδια δικαιώματα μεταξύ τους. Τα δικαιώματα μπορούν να αποδοθούν στους χρήστες σύμφωνα με το προφίλ τους, την περιγραφή τους, τις υπηρεσίες που ζητούν τις απαιτήσεις τους σχετικά με το QoS, τις απαιτήσεις έκτακτης ανάγκης κτλ. Λαμβάνοντας υπ' όψη τα διαφορετικά δικαιώματα που έχει ο κάθε χρήστης, ο σχεδιασμός και η λειτουργικότητα των τεχνικών εκχώρησης του ραδιοφάσματος μπορεί να αλλάξει δραματικά.

Αξιοπιστία

Η ασφάλεια στα Cognitive Radio δίκτυα είναι ένα πολύ δύσκολο πρόβλημα, το οποίο όμως δεν έχει δοθεί μεγάλη προσοχή. Τα ασύρματα δίκτυα στις μέρες μας είναι πολύ ευάλωτα στις επιθέσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι από τη φύση τους οι Cognitive Radio επικοινωνίες καλύπτουν σχεδόν το σύνολο της στοίβας των πρωτοκόλλων και χρησιμοποιούν το μή

αδειοδοτημένο φάσμα της επικοινωνίας. Ένας άλλος λόγος είναι λόγω της επεξεργασίας μεγάλου όγκου πληροφοριών από διαφορετικές κατηγορίες.

Η χρήση της επικοινωνίας CRN μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες, όπως να προκαλέσει πρόβλημα στο φάσμα αυτών που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Η ερώτηση είναι το πως θα προστατευτούν οι χρήστες και επίσης πως θα προλάβουμε τους μη αδειοδοτημένους χρήστες στο να προκαλέσουν προβλήματα στους αδειοδοτημένους.

Άλλοι κίνδυνοι ασφαλείας μπορεί να είναι από λανθασμένο κατέβασμα κακόβουλου λογισμικού από αδειοδοτημένο χρήστη. Στις πιο ακραίες περιπτώσεις δε, οι επιτιθέμενοι μπορούν να διαταράξουν ακόμα και τις βασικές λειτουργίες του ασύρματου δικτύου. Ακόμη μια σοβαρή περίπτωση είναι ότι θα υπάρξει επιδείνωση των επιδόσεων σε συνάρτηση με την εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας στα Cognitive Radio δίκτυα.

Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν κι άλλες απειλές για τα Cognitive Radio δίκτυα. Αυτές είναι οι Objective Function Attacks (OFA), cross-layer επιθέσεις από το φυσικό επίπεδο προς το επίπεδο μεταφοράς και τις Primary User Emulation (PUE) επιθέσεις.

Η γενική απαίτηση είναι ότι τα συστήματα επικοινωνίας που βασίζονται στα Cognitive Radio δίκτυα πρέπει να εξασφαλίζουν, τουλάχιστον, το ίδιο επίπεδο ασφάλειας όπως τα παραδοσιακά ασύρματα δίκτυα και επίσης να ικανοποιούν τα επίπεδα ασφάλειας της επικοινωνίας, όπως είναι ο έλεγχος πρόσβασης, η ιδιωτικότητα, η διαθεσιμότητα κτλ. Τα παραπάνω πρέπει να ισχύουν σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα και τους κανονισμούς που έχουν ήδη οριστεί για τα συστήματα ασύρματης επικοινωνίας. [2]

Μελλοντική έρευνα

Το Cognitive radio είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για το μέλλον των ασύρματων δικτύων. Έχει ως στόχο να αξιοποιήσει όλες τις ζώνες του φάσματος και να λύσει το πρόβλημα της υπερβολικής χρησιμοποίησης των ελεύθερων ζωνών επιτρέποντας στους χρήστες να έχουν

πρόσβαση σε οποιοδήποτε αχρησιμοποίητο τμήμα του φάσματος, αντί να περιορίζει την πρόσβασή τους σε συγκεκριμένες ελεύθερες συχνότητες, όπως τα υφιστάμενα ασύρματα δίκτυα. Το βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας του Cognitive Radio είναι ότι οι συσκευές αυτές μπορούν να αντιληφθούν το γύρω περιβάλλον και να προσαρμοστούν σε αυτό σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να βρουν ανά πάσα στιγμή τις διαθέσιμες μη χρησιμοποιημένες ζώνες φάσματος και να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτές. Η εκχώρηση φάσματος είναι ένας βασικός μηχανισμός που διασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία και των δυο δικτύων (cognitive και παραδοσιακού). Ο στόχος είναι να εκχωρηθεί η ζώνη φάσματος σε χρήστες του Cognitive δικτύου πρόκειμένου να αποφευχθεί η παρεμβολή από τους αδειοδοτημένους χρήστες και να μεγιστοποιηθεί η απόδοση.

Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζουμε μια σύντομη επισκόπηση του προβλήματος της εκχώρησης φάσματος στα δίκτυα Cognitive Radio. Αναλύουμε τα κριτήρια επιλογής για τις ζώνες του ραδιοφάσματος, τις διαφορετικές προσεγγίσεις που υπάρχουν και τις διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος της εκχώρησης του ραδιοφάσματος. Τέλος, αναλύουμε διάφορα ανοιχτά ζητήματα που δεν έχουν ακόμη διερευνηθεί πλήρως από την ερευνητική κοινότητα και μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τις μελλοντικές εργασίες στον τομέα αυτό. [4]

Στο μέλλον θα κατασκευαστούν συσκευές που θα χρησιμοποιούν την τεχνολογία Cognitive Radio και θα προσδιορίζουν τον καταλληλότερο τρόπο επικοινωνίας, δηλαδή, θα σχηματίσουν cognitive radio δίκτυα.

- Θα υπάρχουν ασύρματα / ενσύρματα ετερογενή δίκτυα, με υβριδικά δίκτυα. Παραδοσιακά και cognitive radio δίκτυα
- Όλη αυτή η τεχνολογία δημιουργεί πολλή τροφή για έρευνα στο μέλλον

References

[1]

Wikipedia. (6 Ιανουαρίου, 2014). Wikipedia. Retrieved 6 Ιανουαρίου, 2014, από www.wikipedia.org.

[2]

Mitola, D. (2006). Cognitive Radio Architecture. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

[3]

Popescu, A. (2013, 6 Ιανουαρίου). Cognitive Radio Networks. IEEE. 5, (1), 1.

[4]

Tragos, E., Zeadally, S., Fragkiadakis, A. & Vasilios A. Siris, V. (2013). Spectrum Assignment in Cognitive Radio Networks: A Comprehensive Survey. IEEE communications surveys & tutorials. 15, (3), 1108.

[5]

Wang, B. & Liu, K. (2011). Advances in Cognitive Radio Networks: A Survey. IEEE journal of selected topics in signal processing. 5, (1), 1.

[6]

Popescu A., Erman D., Fiedler M., Popescu A & Kouvatsos (2010). A Middleware Framework for Communication in Cognitive Radio Networks, International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems, Moscow, Russia

[7]

Chen, D. (2009). Cognitive Radio Networks. Taiwan: Wiley

[8]

K. G. Shin, (2011) Joint Spectrum Allocation and Power Control for Multihop Cognitive Radio Networks,” IEEE Trans. Mobile Computing, 10, (7), 1042.

[9]

A. Plummer and S. Biswas, (2011) Distributed spectrum assignment for cognitive networks with heterogeneous spectrum opportunities, *Wireless Communications and Mobile Computing*, 11,(9), 1239.

[10]

D. Cabrić, S. Mishra, D. Willkomm, R. Brodersen, and A. Wolisz, (2005) A cognitive radio approach for usage of virtual unlicensed spectrum, in 14th IST Mobile and Wireless Communications.

[11]

J. I. Mitola, (2000) *Cognitive Radio: An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio* Dissertation Dissertation Royal Institute of Technology Sweden, vol. 294, no. 3, pp. 66–73