



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

عنوان:

جستجو و تشخیص فرکانسهای خالی در شبکه های رادیو شناختی

استاد راهنما: دکتر مصطفوی

نگارش: ذوالنوریان میلاد

تابستان 92

Page | 2

مقدمه: 3

طیف سنجی در شبکه های رادیو شناختی: 6

معرفی: 7

1-1.1-1- طیف سنجی و مدیریت تداخل: 8

1-1.1.1- مدیریت تداخل گیرنده محور: 9

1-1.1.2- مدیریت تداخل فرستنده محور: 10

1-1.1.2- مشخصه های طیف سنجی: 10

1-2- فرمولاسیون مساله: 12

1-2.1- مساله ی عمومی طیف سنجی: 12

طیف سنجی از دیدگاه شبکه ی رادیو شناختی: 18

1-2.2.1- ناشتن اطلاعات قبلی در مورد ساختار سیگنال: 18

1-2.2.2- زمان طیف سنجی: 19

1-2.2.3- کانالهای فیدینگ: 19

1-3- تکنیکهای طیف سنجی غیر مشارکتی: 20

1-3.1- آشکارساز انرژی (ED): 20

تشریح مشخصه های آشکارساز انرژی در کانالهای AWGN: 23

تشریح مشخصه های آشکارساز انرژی در کانالهای فیدینگ: 26

1.3.2- آشکارساز فیلتر منطبق: 28

آشکارسازی بر اساس شکل موج: 30

1-3.2.1- بررسی خصوصیات آشکارسازی بر اساس شکل موج: 33

1-3.3- آشکارسازی ایستادن چرخشی: 35

1-4- تکنیکهای تشخیص مشارکتی: 41

1-4.1- تشخیص بر اساس رای گیری: 45

1-4.2- تشخیص بر اساس همبستگی: 52

1-4.3- تشخیص بر اساس مقادیر ویژه: 55

منابع و مراجع: 58

## مقدمه:

طیف فرکانسی یک منبع نادر و گرانبها در سیستم‌های مخابراتی بیسیم و شبکه هاست. در حال حاضر شبکه های بی سیم توسط یک سیاست تخصیص طیف ثابت تنظیم می شوند. این رویکرد طیف فرکانسی را به تعداد زیادی از محدوده های فرکانسی تقسیم می کند. هر قسمت به سیستم خاصی اختصاص می یابد. این امر منجر به وضعیت نامطلوبی می شود که در آن ممکن است برخی سیستمها از محدوده ای که به آنها اختصاص داده شده استفاده ی محدود و غیر بهینه داشته باشند در حالی که سیستمهای دیگر از مشکل ناکافی بودن طیف فرکانسی رنج ببرند. علاوه بر این نسل آینده ی شبکه های بیسیم پهن باند وعده ی برقراری سرویس های چند رسانه ای تحت همزیستی شبکه های ناهمگن را داده است. این چالش ها و الزامات مشکل محدود بودن طیف را تشدید میکند و نیازمند تکنولوژیهای جدید برای استفاده ی موثر از طیف و مقابله با آسیب پذیری کانالهای بیسیم است. توسط رادیوشناختی میتوان طیف فرکانسی را بهتر و موثرتر مورد استفاده قرار داد. تعریف رسمی رادیوشناختی بدین شکل مطرح شده است:

"رادیوشناختی یک فرایند رادیویی برای ارتباطات بیسیم است که در آن یک شبکه یا یک گره (node) بیسیم پارامترهای ارسال خود را براساس تعامل با محیط تغییر میدهد تا ارتباط موثری را بدون تداخل با کاربران دارای مجوز فراهم نماید"

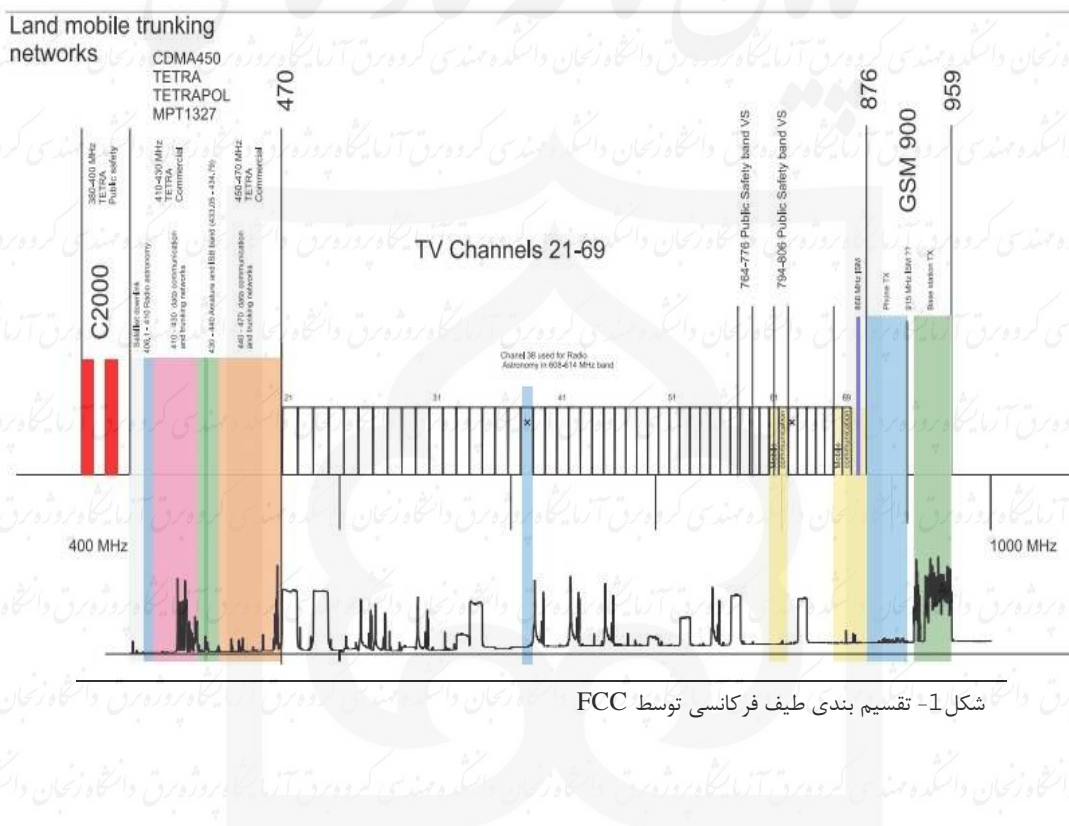
اگر محدوده ی فرکانسی بین 400-1000 MHz را با دقت در شکل 1 و 2 مشاهده کنیم آنگاه این محدوده میتواند به سه ناحیه ی عمده تقسیم شود:

1- باندهای که اکثر اوقات خالی است.

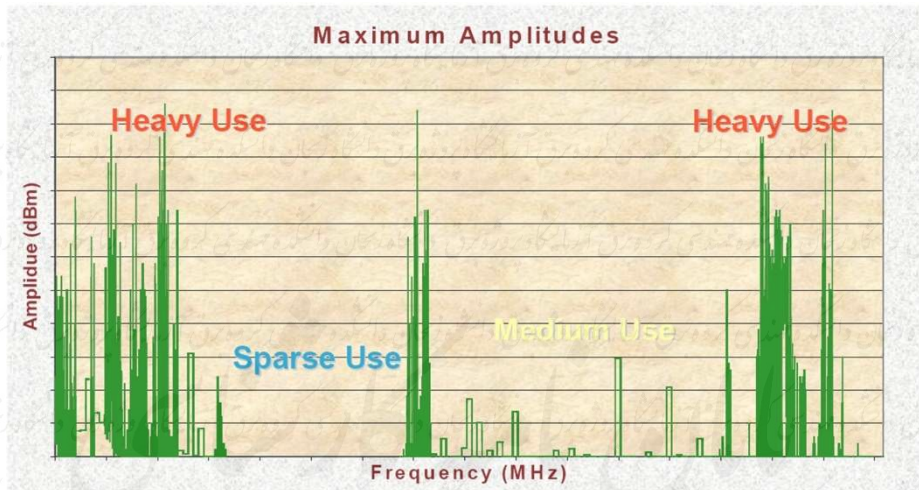
2- باندهای نیمه اشغال. مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

3- باندهای پرازدحام.

دسته ی اصلی مناسب برای کاربران رادیو شناختی همان دسته ی اول است که باند فرکانسی به ندرت استفاده میشود یا کلا آزاد است.



شکل 1- تقسیم بندی طیف فرکانسی توسط FCC



شکل 2- تراکم طیف فرکانسی

اعتقاد بر این است که رادیو شناختی یک فناوری با پتانسیل بالا به منظور رسیدگی به این مسائل میباشد. در این تکنولوژی سیستمها به صورت بالقوه از چارچوب عملکرد خود آگاه هستند و قادرند بر اساس محیط اطراف و ویژگی های خودشان و با توجه به طیف فرکانسی، بار ترافیکی، وضعیت تراکم-توپولوژی شبکه و..... خود را مجدداً تنظیم کنند. با این حال شبکه های رادیو شناختی همچنان در مراحل اولیه از تحقیق و توسعه قرار دارد. چالشها و مسائل فنی اقتصادی و نظارتی ای وجود دارد که نیازمند رسیدگی به آنهاست. علاوه بر این پیچیدگی های منحصر به فردی در زمینه های تشخیص طیف (طیف سنجی)-مدیریت طیف-اشتراک گذاری طیف و تحرک طیف وجود دارد. این مقاله به بررسی تکنیکهای گوناگون طیف سنجی و بررسی نحوه ی عملکردشان میپردازد.

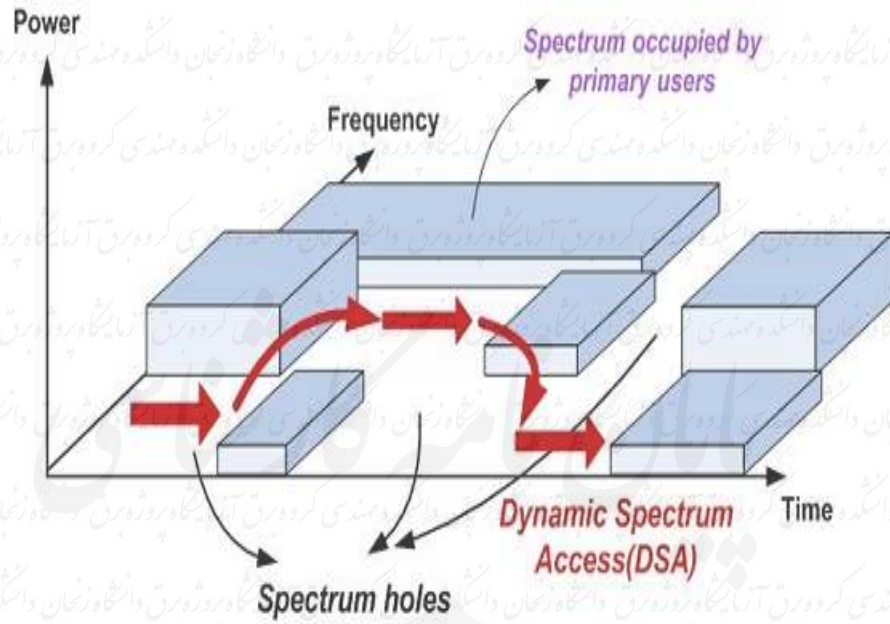
## طیف سنجی در شبکه های رادیو شناختی

امروزه پیاده سازی فناوری های نوین رادیویی به دلیل کمبود طیف فرکانسی در دسترس محدود شده است. همچنین این تکنولوژی های جدید با توجه به پر سرعت بودن نیازمند پهنای باند بالاتری هستند. شبکه های رادیو شناختی و تکنیکهای طیف سنجی که روش موثر برای گسترش این فناوریهای نوپاست.

در این فصل ما به بحث در مورد طیف سنجی در شبکه های رادیو شناختی میپردازیم. ابتدا این موضوع را در بخش 1.1 معرفی میکنیم و با بررسی مشخصه های طیف سنجی یک پیش زمینه ی مختصر را ایجاد میکنیم. سپس در بخش 1.2 به تشریح مسایل اصلی طیف سنجی میپردازیم. تکنیکهای طیف سنجی غیر مشارکتی را به تفصیل در بخش 1.3 بررسی مینماییم. در بخش 1.4 روشهای طیف سنجی مشارکتی نشان داده میشود و سرانجام این فصل را با برخی نتیجه گیری ها به اتمام میرسانیم.

## معرفی:

یکی از برجسته ترین ویژگیهای شبکه های رادیو شناختی توانایی تعویض و انتخاب بین تکنولوژی های دسترسی رادیویی است. این دسترسی پویا یکی از الزامات اساسی برای فرستنده هاست تا بتواند خود را با تنوع ویژگیهای کانال-تراکم شبکه-تداخل و خدمات مورد نیاز تطبیق دهند. شبکه های رادیو شناختی (که از اکنون شبکه های ثانویه نامیده میشوند) باید توانایی انطباق با شبکه های قدیمی (شبکه های اصلی) که دارای حق بهرمندی از محدوده ی طیف خود میباشند و تداخل نمیپذیرند را دارا باشند. بر اساس همین حقایق، استفاده ی غیر بهینه از طیف فعلی و نیاز به افزایش ظرفیت شبکه پژوهش در زمینه ی بهره برداری از رسانه های بیسیم را به سوی معنای جدیدی سوق داده است. بر همین اساس کمیسیون ارتباطات فدرال (FCC) در سال 2004 گزارشی را منتشر نموده که در آن به بررسی کامل استفاده ی غیر بهینه از طیف های رادیویی پرداخته شده است. در حالی که FCC مسئول تعیین محدوده های دسترسی به طیف و سیاستهای آن است ائتلاف white space در حال بررسی و مطالعه ی راهکارهایی به منظور بهره گیری از محدوده های خالی طیف (حفره های طیف) در باند تلویزیونی است. تصور میشود که شبکه های رادیو شناختی امکان استفاده ی فرصت طلبانه از این پسماندهای طیف را با استفاده از اطلاعات محیط اطراف و توانایی شناخت فراهم نمایند. طیف سنجی تکنیکی موثر است که شبکه های رادیو شناختی را به این هدف میرساند.



شکل 3- نواحی اشغال شده و حفره های طیفی مورد استفاده در رادیو شناختی

### 1.1.1- طیف سنجی و مدیریت تداخل:

شبکه های رادیو شناختی برای به اشتراک گذاری طیف با سیستمهای دیگر باید به مجموعه ای از سیاستهای تعریف شده توسط سازمانهای نظارتی توجه داشته باشند. این سیاستها بر این ایده ی مهم استوارند که سیستمهای اصلی همواره حق استفاده از طیف را دارند و سیستمهای ثانویه تا زمانی مجاز به استفاده از طیف هستند که اختلالی در ارتباطات سیستمهای اصلی ایجاد ننمایند. این سیاستها با



کنترل کردن میزان تداخلی که ممکن است سیستمهای ثانویه در ارتباطات سیستمهای اصلی ایجاد کنند سر و کار دارد. بنابراین یکی از مسایل مهم مدیریت کردن تداخل است. ما میتوانیم این مسئله را از 2 نقطه ی متفاوت بنگریم:

فرستنده محور و گیرنده محور.

### 1.1.1.1- مدیریت تداخل گیرنده محور:

در رویکرد گیرنده محور یک حد تداخل در گیرنده محاسبه میشود و برای تعیین محدوده ی توان در فرستنده های اطرافش مورد استفاده قرار میگیرد. این حد تداخل که دمای تداخل نامیده میشود به عنوان بدترین درجه ی تداخل قابل قبول بدون ایجاد مزاحمت در عملیات گیرنده در نقطه ی کاری خود انتخاب میشود. با وجود جذابیت بسیار این روش نیازمند اطلاعاتی در مورد حد تداخل تمام گیرنده ها در یک سیستم اصلی است. این اطلاعات به متغیرهای زیادی وابسته است. مانند موقعیتها، پدیده ی فدینگ، طرحهای کدینگ، مدولاسیونها و سرویسهها. تکنیکهای مدیریت تداخل گیرنده محور که در این بخش به آنها اشاره نمیشود اخیرا از استاندارد IEEE SCC41 شبکه های رادیو شناختی کنار گذاشته شده اند.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

1. J. Mitola. Cognitive radio an integrated agent architecture for software defined radio, PhD thesis. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, May 2000.
2. S. Haykin. Cognitive radio: Brain-empowered wireless communications. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 23(2):201-220, 2005.
3. I.F. Akyildiz, W.Y. Lee, M.C. Vuran, and S. Mohanty. Next generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: A survey. *Computer Networks*, 50(13): 2127-2159, 2006.
4. Spectrum Efficiency Working Group. Report of the spectrum efficiency working group. Technical report, FCC, Washington, DC, November 2002.
5. J. Palicot and C. Roland. A new concept for wireless reconfigurable receivers. *IEEE Communications Magazine*, 41(7):124-132, 2003.
6. A. Fehske, J. Gaedert, and J.H. Reed. A new approach to signal classification using spectral correlation and neural networks. In *Proceedings of the IEEE International Symposium on New Frontiers Dynamic Spectrum Access Networks*, Vol. 1, Baltimore, MD, 2005, pp. 144-150.
7. R. Hachemani, J. Palicot, and C. Moy. A new standard recognition sensor for cognitive radio terminal. In *uSIPCa 2007*, Poznan, Poland, September 3-7, 2007.
8. A. Bouzegzi, P. Jallon, and P. Ciblat. A second order statistics based algorithm for blind recognition of OFDM based systems. In *Proceedings of Globecom 2008*, New Orleans, LA, 2008.
9. A. Sahai and D. Cabric. Spectrum sensing: Fundamental limits and practical challenges. In *Tutorial Presented at the 1st IEEE Conference on Dynamic Spectrum Management (DySPAN'05)*, Baltimore, MD, 2005.
10. Z. Tian and G.B. Giannakis. A wavelet approach to wideband spectrum sensing for cognitive radios. In *1st International Conference on Cognitive Radio oriented Wireless Networks and Communications 2006*, Mykonos Island, Greece, 2006, pp. 1-5.
12. Z. Quan, S. Cui, A.H. Sayed, and V. Poor. Wideband spectrum sensing in cognitive radio networks. arXiv:0802.4130, 2008.
13. M.I. Skolnik. *Introduction to Radar Systems*. McGraw-Hill, Singapore, 1980.
14. H.L. Vantrees. *Detection, Estimation and Modulation Theory*, Vol. 1. Wiley, New York, 1968.
15. V. Poor. *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. Springer, New York, 1994.
16. H. Urkowitz. Energy detection of unknown deterministic signals. *Proceedings of the IEEE*, 55:523-531, 1967.
17. R. Tandra and A. Sahai. Fundamental limits on detection in low SNR under noise uncertainty. In *International Conference on Wireless Networks*, Maui, HI, 2005.

18. J.G. Proakis and M. Salehi. *Digital Communications*. McGraw-Hill, New York, 1995.
19. S.S. Haykin. *Communication Systems*. Wiley, New York, 2001.
20. C.L. Fullmer and J.J. Garcia-Luna-Aceves. Solutions to hidden terminal problems in wireless networks. In *Proceedings of the ACM SIGCOMM'97 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communication*, Cannes, France, 1997, pp. 39-49.
21. V.I. Kostylev. Energy detection of a signal with random amplitude. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC'02)*, Vol. 3, New York, April-May 2002.
22. F.F. Digham, M.S. Alouini, and M.K. Simon. On the energy detection of unknown signals over fading channels. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC'03)*, Vol. 5, Anchorage, AK, May 11-15, 2003.
23. A. Ghasemi and E.S. Sousa. Collaborative spectrum sensing for opportunistic access in fading environments. In *First IEEE International Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks 2005 (DySPAN'05)*, Piscataway, NJ, 2005, pp. 131-136.
24. A. Ghasemi and E.S. Sousa. Spectrum sensing in cognitive radio networks: The cooperation-processing tradeoff. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 7:1049-1060, 2007.
25. D. Cabric, A. Tkachenko, and R.W. Brodersen. Spectrum sensing measurements of pilot, energy, and collaborative detection. In *Proceedings of IEEE Military Communications Conference*, Washington, DC, October 2006.
26. C. Sun, W. Zhang, and K.B. Letaief. Cooperative spectrum sensing for cognitive radios under bandwidth constraints. In *IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2007 (WCNC'07)*, Hong Kong, China, 2007, pp. 1-5.
27. C. Sun, W. Zhang, and K.B. Letaief. Cluster-based cooperative spectrum sensing in cognitive radio systems. In *IEEE International Conference on Communications 2007 (ICC'07)*, Glasgow, U.K., 2007, pp. 2511-2515.
28. L.S. Cardoso, M. Debbah, P. Bianchi, and J. Najim. Cooperative spectrum sensing using random matrix theory. In *International Symposium on Wireless Pervasive Computing (ISWPC'08)*, Santorini, Greece, 2008.