

Utilizarea eficientă a spectrului folosind tehnologia radio cognitiv

- ABSTRACT -

Teza de doctorat își propune să evalueze gradul de ocupare a spectrului de radiofrecvență în prezent și să analizeze posibilitățile de îmbunătățire a eficienței de folosire a spectrului prin intermediul accesului dinamic la spectru, element specific tehnologiei radio cognitiv (CR). Teza este structurată în 8 capitole, ultimul cuprinzând o serie de concluzii generale, contribuții personale și perspective de continuare a cercetării.

În primul capitol este justificată necesitatea existenței unor echipamente radio inteligente și este prezentat un istoric al proiectelor care au avut ca scop dezvoltarea de echipamente radio definite prin software (SDR).

Capitolul 2 tratează subiectul tehnologiei radio cognitiv, fiind definit conceptul și schițată evoluția echipamentelor CR. Este prezentată o arhitectură generică a unui astfel de echipament, precum și aplicații în care astfel de echipamente ar putea fi utilizate. Este realizată, de asemenea, o sinteză a standardelor în care sunt înglobate elemente specifice tehnologiei radio cognitiv.

Diferite metode de detecție spectrală sunt analizate pe larg în cadrul capitolului 3. Pentru fiecare dintre metodele enumerate sunt detaliate elementele teoretice care stau la baza respectivei metode, o schemă de principiu a unui detector bazat pe respectiva metodă, precum și avantajele și dezavantajele metodei.

Capitolul 4 prezintă rezultatele unor campanii de măsurători efectuate în vederea evaluării gradului de ocupare a spectrului de radiofrecvență în România. Măsurătorile au fost realizate atât într-un mediu urban (București), cât și într-un mediu rural (Măneciu). Gradul redus de ocupare spectrală rezultat pune în evidență eficiența scăzută de folosire a spectrului în cazul folosirii unei alocări statice a resurselor de frecvență.

O trecere în revistă a unui număr de platforme SDR considerate pentru implementarea unei aplicații de detecție spectrală este realizată în capitolul 5. Este justificată alegerea platformei USRP-N210 prin prisma satisfacerii criteriilor de performanță necesare pentru aplicația specificată.

În capitolul 6 este prezentată detaliat platforma USRP-N210. Descrierea este efectuată la nivel de schemă bloc, fiind enumerate o serie de module de radiofrecvență compatibile. Din punct de vedere al suportului software existent, este realizată o prezentare a mediului de dezvoltare GNU Radio, unul dintre cele mai populare instrumente disponibile pentru implementarea de soluții SDR.

Capitolul 7 cuprinde o descriere a unui senzor de detecție spectrală în timp real implementat folosind platforma USRP-N210. Este prezentată structura aplicației, precum și a diferitelor elemente care o compun, cum ar fi aplicația GNU Radio folosită pentru captarea informațiilor și interfața grafică MATLAB utilizată pentru afișarea rezultatelor obținute. Sunt discutate aspecte legate de optimizarea implementării, cum ar fi eliminarea componentelor parazite introduse de modulul de radiofrecvență și alegerea judicioasă a ratei de decimare.

Efficient use of spectrum based on the Cognitive Radio technology

- ABSTRACT -

The goal of this thesis is to evaluate the degree in which the frequency spectrum is currently used and to analyse possibilities to improve the efficiency of spectrum usage by means of dynamic spectrum access, principle that is characteristic to the cognitive radio (CR) technology. The thesis is structured in 8 chapters, the last one containing a series of general conclusions, personal contributions and directions for future work.

The necessity of intelligent radio equipment is justified in the first chapter, together with a short history of the projects involved in the development of software defined radio (SDR) equipment.

Chapter 2 treats the subject of the cognitive radio. The concept is defined and the evolution of CR equipment is discussed. A generic architecture of such an equipment and a list of possible applications for such devices are being given. An overview of the different standards containing CR elements is presented afterwards.

Different spectrum sensing methods are thoroughly analysed in chapter 3. For each method, the theoretic background is presented, a block diagram of a detector is being given and the advantages and disadvantages are discussed.

Chapter 4 presents the results of two measurement campaigns performed in an urban environment (Bucharest) and in a rural environment (Maneciu), in order to determine the degree of spectral occupancy in Romania. The measured degree of spectral occupancy was quite low for both environments, proving once more the limited efficiency of spectrum usage obtained using a static frequency spectrum allocation method.

A comparison of several SDR platforms taken into account for implementing a spectrum sensing real-time application is made in chapter 5. The final choice, the USRP-N210 platform, is justified considering the performance criteria defined for the sensing application.

The USRP-N210 SDR platform is described in chapter 6. The block diagram is presented and a number of compatible radiofrequency modules are discussed. From the software support point of view, the GNU Radio environment, one of the most popular SDR development solutions, is detailed.

Chapter 7 contains a description of the real-time spectrum sensing application implemented on the USRP-N210 platform. The structure of the application is depicted, including a detailed explanation of the different constitutive elements, like the GNU Radio script used for capturing the radiofrequency data and the MATLAB graphical user interface. Several optimization aspects are discussed, including the removal of parasite components produced by the radiofrequency module and the optimal value to be chosen for the decimation rate.