University of Mosul
College of Engineering

Modeling and Simulation of a Spectrum Sensing Multiple Access Based on IEEE 802.22 Standardization

A Thesis Submitted
By
Emad Ahmed Mohammed

To
The Council of The College of Engineering
University of Mosul
As a Partial Fulfillment of The Requirements
For The Degree of Doctoral of philosophy
In
Electrical Engineering/Computer Networks

Supervised By

Prof. Dr. A.I.A.Jabbar

Asst. Prof. Dr. Khalid Khaleel Mohammed

2016 A.D 1437 A.H

ABSTRACT

Due to the limitation of spectrum resources, a cognitive radio concept has been proposed. This concept allows unlicensed user to use the unutilized licensed spectrum without interfering the licensed user, where the unlicensed user should refrain its transmission when the licensed user is present. To achieve this requirement, spectrum sensing technique should be applied. In spectrum sensing, the unlicensed user should sense the spectrum periodically to find out the spaces in the spectrum. IEEE 802.22 is a wireless network standard that using spectrum sensing concept.

The presented research aims at modeling and simulating a spectrum sensing methods used in IEEE 802.22 standardization to access the spectrum band, where

the results have been obtained by using MATLAB R2013a simulation program.

Two types of detectors are modeled and simulated under Additive White Gaussian Noise (AWGN) environment to detect the presence of licensed user. The modeling based on considering the channel as an ON/OFF channel and proposing two hypothesis for presence or absence of the licensed user.

An energy detector has been modeled and simulated using signal power approach with different sensing times and different Signal to Noise Ratios (SNR), the simulated and theoretical results have been plotted and tabulated.

The results illustrating that the minimum detectable SNR for analog TV is -14 dB with detection time of 1msecond and the receiver sensitivity is -110 dBm, which represent good sensing ability.

A new scheme of correlation based detection has been proposed for detecting digital TV signal as a licensed signal by accumulating signal fields, windowing synchronization field and apply cross correlation to them with scaled reference signal.

Two types of synchronization pattern were attended which are segment synchronization and field synchronization.

The obtained results for segment synchronization correlator, show that the minimum detectable SNR was -25 dB for sensing time of 19.25 msecond, while the receiver sensitivity for the same time is about -121 dBm.

The results for field synchronization present minimum detectable SNR of -24 dB for sensing time of 24.1 msecond and the receiver sensitivity is -119 dBm.

In order to enhance detection performance, a cooperative spectrum sensing based on game theory is introduced. Where the majority rule was the optimum cooperative scheme that enhances system detection ability.

After introducing spectrum sensing methods, the performance of the IEEE 802.22 network has been studied and simulated over different communication channels in TV band. The BER has been enhanced about 3 dB when coded OFDM is used.

الخلاصة

نتيجة لشحة الموارد المتوفرة في الطيف الراديوي طرحت فكرة ما يعرف بالشبكات الادراكية الراديوية. في هذا النوع من الشبكات، يمكن لمستخدم غير مرخص بالعمل في الطيف الراديوي المرخص دون التداخل او التأثير على المستخدم الأصلي حيث ان المستخدم الغير مرخص يجب ان يتوقف عن الاتصال في حالة ظهور المستخدم الاصلي. ولغرض تنفيذ هذا الامر على المستخدم الغير مرخص ان يقوم بعمل تحسس دوري للطيف لاكتشاف الفراغات فيه واستغلالها.

يعتبر المعيار IEEE 802.22 أول معيار للشبكات اللاسلكية الذي يستخدم فكرة تحسس الطيف.

البحث المقدم يهدف الى نمذجة ومحاكاة تقنيات تحسس الطيف المستخدمة في المعيارIEEE 802.22 كطريقة للولوج الى حزمة الطيف. تم استحصال نتائج المحاكاة باستخدام برنامج المحاكاة MATLAB R2013a

تم في هذا البحث نمذجة ومحاكاة نوعين من مكتشفات الإشارة المستخدمة في تقنية تحسس الطيف تحت تأثير الضوضاء المضافة ذات التوزيع الطبيعي لاكتشاف ظهور او عدم ظهور المستخدم الأصلي.

النموذج فرض فرضيتان وهما وجود او عدم وجود المستخدم الأصلي في القناة.

تم نمذجة ومحاكاة مكتشف الطاقة بالاعتماد على قدرة الإشارة المستلمة واستخدامه لتحسس الطيف وفق زمن تحسس متغير وكذلك وفق عدة قيم لنسبة قوة الإشارة الى الضوضاء وتم جدولة ورسم القيم النظرية والقيم المأخوذة من المحاكاة وبينت النتائج ان اقل قيمة مكتشفة لقوة الإشارة الى الضوضاء لإشارة التلفزيون المتناظرة كانت -١٤ dB لزمن تحسس مقداره ١ ملي ثانية كما بينت النتائج ان حساسية الاخذة كانت -١١٠ dBm .

تم افتراض تقنية جديدة لتحسس الطيف مبنية على مبدأ اكتشاف الإشارة عن طريق دالة الارتباط لاكتشاف إشارة التلفزيون الرقمي.، حيث تم بناء نوعين من المكتشفات احدهما يعمل على إشارة التزامن المقطعي والأخر على إشارة التزامن الحقلي للتلفزيون الرقمي. وبينت النتائج ان اقل نسبة إشارة الى ضوضاء مستلمة يمكن اكتشافها في هذه المكتشفات هي -٢٥ dB و -٢٤ dB وبازمان ١٩,٢٥ ملي ثانية و ٢٤,١ ماي ثانية على التوالي.

لغرض تحسين أداء النظام تم تقديم طريقة تحسس الطيف التعاونية المبنية على نظرية اللعبة. وبينت هذه الطريقة ان افضل وسيلة لاكتشاف الإشارة كان استخدام نظرية الأغلبية.

بعد توضيح طرق تحسس الطيف تم دراسة أداء الشبكة اللاسلكية المبنية على المعيار IEEE 802.22 تحت ظروف إشارة مختلفة وأوضحت النتائج أن استخدام طريقة مضاعفة تقسيم التردد المتعامد المرمزة أعطت تحسن بمقدارحوالي ٣ dB على طريقة مضاعفة تقسيم التردد المتعامد الاعتيادية.

جامعة الموصل
كلية الهندسة

نمذجة ومحاكاة تحسس الطيف المتعدد الوصول المبني على المعيارIEEE802.22

أطروحة دكتوراه مقدمة من قبل
عماد أحمد محمد

الى
مجلس كلية الهندسة جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه
في الهندسة الكهربائية /شبكات الحاسوب

بإشراف
الأستاذ الدكتور عبد الإله عبد الجبار
الأستاذ المساعد الدكتور خالد خليل محمد

١٤٣٧ هـ ٢٠١٦ م