

ABSTRACT

The cognitive radio (CR) system is a concept in intelligent wireless communication that aims to enhance the efficiency of frequency spectrum utilization. In the field of CR, several users can utilize a single frequency band slot sequentially. Individuals who possess a valid license for a particular spectrum slot are commonly denoted as primary users (PUs), while individuals lacking such a license are sometimes referred to as secondary users (SUs). SUs are permitted to utilize the spectrum slot possessed by the PU, provided that it remains unoccupied. In order to implement the system, it is necessary to incorporate a spectrum sensing (SS) mechanism on the side of the SU. This mechanism serves the purpose of determining the presence or absence of activity by the PU within its designated spectrum slot. However, those mechanism is very vulnerable to phenomena in wireless channels, such as noise, path loss, shadow fading, multipath fading, and hidden terminal problems.

This master's thesis research aims to determine the performance of cooperative spectrum sensing in collaboration with the use of supervised machine learning algorithms based on support vector machine (SVM) in overcoming the negative impact of wave propagation in the wireless channels and the limitations of determining the threshold value analytically. The collaboration is implemented in the form of a simulation of cooperative spectrum sensing in wireless fading channels based on power spectral density (PSD) computation performed by the correlogram estimation method. The sensing performance is evaluated in terms of accuracy, as measured by the SVM learning process. For comparison, a simulation of cooperative spectrum sensing based on spectrum computation with the eigenvalue decomposition method is also presented.

The results indicate that the integration of cooperative spectrum sensing with the supervised machine learning algorithms based on SVM, yields remarkable performance in a wide range of simulation scenarios.. The resulting accuracy is consistently high, with values exceeding 90% in the majority of cases. However, it is noteworthy that as the noise power in the wireless channel increases, the accuracy value tends to decline.

Keywords – Cognitive radio, cooperative spectrum sensing, machine learning, power spectral density, support vector machine, threshold value, wireless fading channel

INTISARI

Sistem radio kognitif adalah sebuah konsep sistem komunikasi nirkabel pintar yang mampu meningkatkan utilitas penggunaan pita frekuensi. Dalam sistem radio kognitif, satu slot pita frekuensi dapat digunakan oleh beberapa pengguna secara bergantian. Pengguna yang memiliki lisensi atas suatu slot pita frekuensi disebut sebagai *primary user* (PU), sedangkan pengguna yang tidak memiliki lisensi disebut sebagai *secondary user* (SU). SU diperbolehkan untuk menggunakan slot spektrum yang dimiliki PU selama sedang tidak digunakan. Dalam merealisasikan sistem tersebut, diperlukan mekanisme penginderaan spektrum pada sisi SU yang bertujuan untuk menentukan keberadaan PU pada slot pita frekuensi yang dimilikinya. Akan tetapi, mekanisme tersebut sangat rentan terhadap fenomena-fenomena pada kanal nirkabel yang dapat memberikan dampak negatif, seperti derau, *path loss*, *shadow fading*, *multipath fading*, dan masalah *hidden terminal*.

Penelitian tesis magister ini bertujuan untuk mengetahui kinerja penginderaan spektrum secara kooperatif yang dikolaborasikan dengan penggunaan algoritma pembelajaran mesin terarah berbasis *support vector machine* (SVM) dalam mengatasi dampak negatif dari propagasi gelombang pada kanal nirkabel dan keterbatasan penentuan nilai ambang batas secara analitik. Kolaborasi tersebut diwujudkan dalam bentuk simulasi penginderaan spektrum kooperatif pada kanal *fading* nirkabel berbasis komputasi *power spectral density* (PSD) yang dilakukan dengan metode estimasi *correlogram*. Kinerja penginderaan dievaluasi dengan metrik akurasi yang diperoleh dari proses pembelajaran mesin SVM. Sebagai perbandingan, disajikan pula simulasi penginderaan spektrum kooperatif berbasis komputasi spektrum dengan metode dekomposisi nilai eigen atau *eigenvalue decomposition*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi antara penginderaan spektrum secara kooperatif dengan penggunaan algoritma pembelajaran mesin terarah berbasis SVM memberikan kinerja yang sangat baik dari beragam variasi skenario simulasi. Akurasi yang dihasilkan menunjukkan nilai yang sangat tinggi dan hampir selalu di atas 90%. Dari keseluruhan variasi skenario yang disimulasikan, dapat diketahui bahwa nilai akurasi akan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya daya derau pada kanal nirkabel.

Kata kunci – Kanal *fading* nirkabel, nilai ambang batas, pembelajaran mesin, penginderaan spektrum kooperatif, *power spectral density*, radio kognitif, *support vector machine*