

SIMULASI DAN ANALISIS KINERJA METODE HIDDEN MARKOV MODEL PADA COOPERATIVE SPECTRUM SENSING BERBASIS PIPELINE

Tri Bagus Wicaksono¹, A. Ali Muayyadi², Dei Madya Saputri³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Alokasi frekuensi dapat dikategorikan dalam sumber daya yang jumlahnya terbatas tetapi banyak yang membutuhkannya. Perkembangan komunikasi berpita lebar juga yang membuat alokasi frekuensi harus diatur dengan baik untuk setiap penggunaannya. Cognitive radio, teknologi komunikasi nirkabel yang mempunyai sifat adaptif adalah salah satu teknologi masa depan yang sedang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan alokasi frekuensi yang ada. Cognitive radio dapat mengatur sendiri pita frekuensi yang akan dipakai dengan sebelumnya melakukan observasi pada lingkungan sekitar yang biasa disebut dengan spectrum sensing.

Inti dari spectrum sensing adalah mendeteksi apakah pita frekuensi yang secara default digunakan oleh primary user sedang kosong atau terduduki. Jika pita tersebut kosong maka secondary user (cognitive radio) dapat melakukan transmisi informasi pada pita tersebut. Pada tugas akhir ini, penulis mensimulasikan sistem cooperative spectrum sensing dalam domain waktu yang menggunakan frame pipelined. Metode pendektaksian lokal spektrum yang digunakan adalah hidden markov model. Sistem ini akan disimulasikan pada sinyal dengan frekuensi tengah 900 MHz.

Pada sistem deteksi yang disimulasikan, didapat performansi sistem mencapai probabilitas deteksi sebesar 0.9533 dan probabilitas false alarm 0 dalam kondisi signal to noise ratio 0 dB .

Kata Kunci : Cognitive radio, cooperative spectrum sensing, hidden markov

Abstract

Frequency allocation can categorize into limited resources with high demand. Development of broadband communication also impact the frequency allocation must be arrange in the right order for user. Cognitive radio is wireless communication technology that has adaptable characteristic. This technology is amended to accommodate limitation of frequency resources. Cognitive radio can self choose the frequency that it is used. But, before that cognitive radio must observe the radio frequency environment namely spectrum sensing.

Core of spectrum sensing is detect channel that license to primary user what it is on busy or idle. If the channel is idle, so secondary user (cognitive radio) can use that channel for transmit information. In this final project, author simulate cooperative spectrum sensing system on time domain that work on pipeline frame. The local detector use Hidden Markov Model method. This system simulate on sine signal with frequency carrier 900 MHz.

On this final project, obtained detection system reaches the best performance on signal to noise ratio 0 dB. On signal to noise ratio 0 dB, system has 0.9533 probability of detection and 0 probability of false alarm.

Keywords : Cognitive radio, cooperative spectrum sensing, hidden markov

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perihal penting dalam sebuah sistem *cognitive radio* adalah deteksi spektrum. Ini dikarenakan dengan deteksi spektrum, *cognitive radio* dapat menentukan apakah suatu pita frekuensi yang akan diduduki berstatus kosong atau terduduki. Sehingga pendeteksian pada deteksi spektrum harus dilakukan dengan cepat dan akurat.

Deteksi spektrum secara kooperatif adalah jawaban untuk deteksi spektrum yang cepat dan akurat. Beberapa *cognitive radio* yang ada melakukan deteksi dan memberikan laporan dari hasil deteksi spektrum yang mereka lakukan secara lokal untuk selanjutnya melakukan peleburan informasi dari setiap *cognitive radio* pada pusat *fusion* dan keluarannya memberikan keputusan pita tersebut kosong atau terduduki. Dengan meningkatnya jumlah *cognitive radio* yang bersifat kooperatif maka akan meningkatkan kemampuan untuk memutuskan keadaan pada suatu pita frekuensi di saat rasio sinyal terhadap *noisenya* terlalu kecil akibat *pathloss*.^[4]

Pada deteksi spektrum secara kooperatif, hal yang harus diperhatikan adalah waktu deteksi dan waktu pelaporan hasilnya ke pusat *fusion*. Secara umum frame kerja deteksi spektrum secara kooperatif adalah deteksi–pelaporan–pentransmisian/penerimaan data. Yang harus dicermati adalah bagian pelaporan yang diberikan alokasi waktu tersendiri dan tidak berkontribusi untuk melakukan deteksi sehingga itu membuat deteksi spektrum secara kooperatif tidak efisien dalam hal waktu.^[2]

Untuk mengefisiensi hal tersebut digunakan frame *pipeline* pada blok deteksi–pelaporan. Serta untuk peleburan informasi deteksi dari setiap *cognitive radio* digunakan *Sequential Probability Ratio Test* (SPRT) yang sesuai karakteristik frame *pipeline*.^[2]

1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan dari tugas akhir ini adalah mengetahui performansi algoritma *Hidden Markov Model* (HMM) dalam deteksi spektrum pada domain waktu secara kooperatif. Deteksi spektrum dijalankan secara kooperatif dengan teknik *Pipelined Frame-Sequential Probability Ratio Test* (PF-SPRT). Performansi dilihat dari nilai probabilitas deteksi dan probabilitas *false alarm*.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dikaji dan diteliti pada tugas akhir ini adalah

- a. Pemodelan HMM untuk lokal detektor.
- b. Pemodelan frame *pipeline* pada sistem kooperatif.
- c. Performansi algoritma HMM dalam deteksi spektrum secara kooperatif yang dipadu dengan teknik PF-SPRT.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk tugas akhir ini adalah :

- a. Sinyal input merupakan sinyal yang dibangkitkan pada simulator.
- b. Menggunakan sinyal cosinus dengan frekuensi tengah 900 MHz.
- c. Sinyal diberi noise *Adaptive White Gaussian Noise* (AWGN).
- d. Sinyal dikuantisasi dalam 6 level.
- e. Menggunakan HMM jenis *ergodic* dengan 4 *state*.
- f. Panjang satu rangkaian simbol observasi adalah 51.
- g. Sistem diterapkan di penerima.

1.5 Metodologi Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa metode :

- a. Studi literatur. Mempelajari beberapa referensi mengenai deteksi spektrum, deteksi spektrum bersifat kooperatif, frame *pipeline*, pengambilan keputusan dengan SPRT. Selain itu, dilakukan studi yang

- mendalam mengenai teori, jenis, permasalahan, serta solusi dari permasalahan dari HMM.
- b. Menentukan model sistem yang digunakan serta perumusan perhitungan model bersangkutan.
 - c. Simulasi sistem. Mencatat semua data yang diamati pada saat simulasi dilakukan
 - d. Analisis kerja sistem. Proses analisis data yang didapatkan selama pengamatan terhadap simulasi yang telah dilakukan
 - e. Kesimpulan. Menarik sebuah kesimpulan sesuai dengan perancangan simulasi yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir yang dilakukan adalah sebagai berikut

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB 2 Dasar Teori

Pada bab ini memuat berbagai dasar teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini.

BAB 3 Pemodelan Sistem

Pada bab ini dibahas model sistem yang dibuat, cara kerja sistem, diagram alir dari proses kerja sistem dan hasil keluaran sistem yang diharapkan.

BAB 4 Analisis Hasil Simulasi

Pada bab ini dilakukan analisis hasil simulasi sistem sesuai skenario yang telah dirancang dan ditetapkan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini menguraikan kesimpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang dilakukan, serta analisis yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis berpendapat dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa

- a. Sistem deteksi kooperatif dengan menggabungkan metode HMM sebagai lokal detector dan SPRT sebagai metode *fusion* mempunyai kehandalan dengan nilai probabilitas deteksi sebesar 0.9533 serta nilai probabilitas *false alarm* sebesar 0 pada keadaan SNR 0 dB.
- b. Dengan sistem deteksi kooperatif menggunakan metode *fusion* SPRT dapat mengurangi tingkat interferensi dengan *primary user* 1/ 1.4203 kali , jika dibandingkan dengan sistem non-kooperatif saat SNR 0 dB .
- c. Dengan sistem deteksi kooperatif menggunakan metode *fusion* SPRT dapat memaksimalkan keefektifan penggunaan kanal *primary user* sampai dengan 100%, jika dibandingkan dengan sistem non-kooperatif saat SNR 0 dB .

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

- a. Algoritma deteksi spektrum menggunakan HMM perlu diujikan dengan menggunakan data *Power Spectral Density* (PSD) sinyal yang sebenarnya. Data PSD diperoleh menggunakan *spectrum analyzer* sehingga lebih diketahui kehandalan HMM untuk deteksi spektrum.
- b. Perlu disimulasikan kehandalan HMM dengan kanal selain AWGN, misalnya kanal *rayleigh* atau rician.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander M. Wyglinski, Maziar Nekovee, and Thomas Hou, *Cognitive Radio Communications and Networks Principal and Practice.*: Academic Press, 2010.
- [2] Feng Gao, Wei Yuan, Wei Liu, and Shu Wang, "Pipelined Cooperative Spectrum Sensing in Cognitive Radio Network," 2009.
- [3] Hardian Kokoh Pambudi, "Simulasi dan Analisis Algoritma Spectrum Sensing Menggunakan Hidden Markov Model untuk Aplikasi Cognitive Radio," 2011.
- [4] Linda E. Doyle, *Essential of Cognitie Radio*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2009.
- [5] Tevfik Yucek and Huseyin Arslan, "A Survey of Spectrum Sensing Algorithms for Cognitive Radio Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 11, 2009.
- [6] Zhe Chen, Zhen Hu, and Robert C. Qiu, "Quickest pectrum Detection Using Hidden Markov Model for Cognitive Radio," 2009.
- [7] Lawrence R. Rabiner, "A Tutorial on Hidden markov Models and Selected Applications in Speech Recognition," pp. 257-286, February 1989.
- [8] Robert L. Pihl, "The Sequential Probability Ratio Test," February 1998.