

Title	A Study on Band Activity Ratio Control for Broadband Wireless Transmissions
Author(s)	Duong, Quang Thang
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/52167">https://doi.org/10.18910/52167</a>
DOI	10.18910/52167
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏 名 (DUONG QUANG THANG)

論文題名

**A Study on Band Activity Ratio Control  
for Broadband Wireless Transmissions**  
(広帯域無線伝送における帯域使用率制御方式に関する研究)

## 論文内容の要旨

This dissertation is a summary of the study on band activity ratio (BAR) control for broadband wireless transmissions which is conducted by the author during his work toward the Ph.D. degree at the Department of Information and Communications Technology, Graduate School of Engineering, Osaka University, Japan. This dissertation is organized as follows.

Chapter 1 provided an introduction and outline of the dissertation.

Chapter 2 introduced a signal model for two broadband wireless transmission schemes: single carrier and orthogonal frequency division multiplexing (OFDM), which was used throughout this dissertation. Then, this chapter outlined the importance of BAR control in the enhancement of spectral efficiency for the broadband transmissions. After that, this chapter clarified the impacts of BAR control and the issue of channel prediction in autonomous spectrum sharing with the aid of dynamic spectrum control (DSC). Finally, this chapter presented the effectiveness of wireless relaying in spectral efficiency enhancement and clarified the spectral efficiency degradation issue of broadband amplify-and-forward (AF) relay. The issues of channel prediction in autonomous spectrum sharing and the spectral efficiency degradation issue of broadband AF relay clarified the contributions of this dissertation.

In Chapter 3, we formulated the issue of channel prediction for the entire system band when only a part of the system band is allocated to each user. This channel prediction is quite important for autonomous spectrum sharing with the aid of DSC in which a limited part of the system band with higher gain is dynamically selected for each link. Then, we explained spectral efficiency degradation due to deterioration of channel state information (CSI) reliability when BAR is relatively small. Aiming at enhancing spectral efficiency, we proposed CSI reliability guaranteeing subchannel selection scheme. Numerical analysis was given to show that BAR control based on the proposed subchannel selection scheme significantly enhances the spectral efficiency when BAR is controlled to be relatively small in networks with many links.

In Chapter 4, we explained challenges for broadband AF relay under frequency selective fading. We introduced subchannel pairing in order to enhance the spectral efficiency for the broadband AF relay. To further enhance the performance, we investigated the energy allocations for subchannels on the basis of convex optimizations. The effectiveness of subchannel pairing in spectral efficiency enhancement was verified via numerical analysis. After that, we proposed adaptive BAR control based on spectrum nulling as a low overhead alternative technique for subchannel pairing. Numerical analyses were given to confirm that the proposed adaptive BAR control achieves almost the same spectral efficiency with the subchannel pairing with a drastically reduced notification overhead.

Chapter 5 highlighted the main results and contributions of this dissertation.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( DUONG QUANG THANG )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	三瓶 政一
	副 査	教授	馬場口 登
	副 査	准教授	宮本 伸一
	副 査	教授	北山 研一
	副 査	教授	滝根 哲哉
	副 査	教授	井上 恭
	副 査	教授	鷲尾 隆

## 論文審査の結果の要旨

本論文は広帯域無線伝送における帯域使用率制御方式に関する研究を纏めたものであり、以下の5章で構成される。第1章では、本研究の背景となる研究分野の現状と課題を述べ、本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章では、広帯域無線伝送路における周波数伝達関数が一様ではないことを積極的に捉え、そのことを活用した無線スペクトルの獲得と割当帯域幅を動的に制御する帯域使用率 (Band Activity Ratio) 制御方式について議論している。まず議論の土台となる技術の解説を行った後、帯域使用率制御の理念を説明し、さらに本論文の検討対象分野として、システム帯域内で各ユーザが自律的に使用するスペクトルを選択する際、状況に応じて最適の帯域使用率を設定するシステムと、AF (Amplify and Forward) 型中継伝送において、伝送用に特定の周波数帯が割当てられた後、割当帯域内でさらに帯域使用率を制御することで伝送特性を向上させるシステムを設定している。また以上の議論を通じて本研究における課題の明確化を行っている。

第3章では、第一の検討対象システムである、システム帯域内で各ユーザが自律的にスペクトルを獲得する際の帯域使用率制御について議論している。提案システムでは、各ユーザはシステム帯域の周波数伝達関数を予測した上で自身のスループットが最大となる帯域使用率を設定している。その際のスペクトル選択では、当該ユーザにとって利得の高いスペクトルを一定数選択する DSC (Dynamic Spectrum Control) の適用を前提にしている。大きな課題は、帯域使用率が低い場合に、利得のより高いスペクトルの選択確率は高まるものの、システム帯域の周波数伝達関数推定には情報伝送に用いられている周波数しか使用できないため、情報伝送に用いられていない帯域の周波数伝達関数推定精度が低下してしまうということにある。この課題を解決するため、スペクトル選択においては、一定割合のスペクトルについては従来通り利得の高いスペクトルを選択するものの、残りの帯域については、利得にかかわらず、使用されない連続帯域幅が狭くなるようにスペクトルを選択する方式を提案している。また計算機シミュレーションにより、その有効性を明らかにしている。

第4章では、第二の検討対象システムである、AF 中継用帯域が割当てられた後、その帯域に使用率制御を適用する方式を議論している。まず伝送特性を向上させるため、1 ホップ目で利得の高いチャネルを経由したスペクトルは次ホップ以降も利得の高い周波数経由でホップさせる周波数ペアリングを提案している。この方式の課題は、送信スペクトルと受信スペクトルの対応関係を周波数ペアリング情報として受信機に伝える必要があり、そのための情報量が非常に膨大になってしまう点にある。本論文ではそれを解決するため、帯域使用率を設定し、各リンクにおいて利得が低い周波数帯は使用しないことで利得の低いスペクトルの影響を抑制し、かつ、スペクトルマッピングについては利用する帯域にあらかじめ決められた順番でマッピングすることで、伝送に利用される帯域の利得を比較的高くする方式を提案している。また計算機シミュレーションにより、その有効性を明らかにしている。

第5章は本論文の結論であり、本研究で得られた結果を総括している。

以上の内容に基づく本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- (1) 帯域使用率の制御を DSC に基づいた周波数共用システムに適用する場合には、提案するスペクトル選択、周波数伝達関数推定ならびに帯域使用率決定方式を用いることで相互干渉を適正なレベル以下にすることができ、システムスループットを高めることが可能であることを明らかにしている。
- (2) AF 中継において与えられた帯域内で利得の低い周波数を伝送に用いないスペクトル選択を行うことで、選択されたスペクトルの利得偏差を抑制し、スペクトルペアリングなしに伝送品質を高めることが可能であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、数多くの有用な知見を与えており、情報通信工学、特に無線通信工学の発展に寄与することが多い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。