



Title	MIMO通信路における時空間伝送制御に関する研究
Author(s)	衣斐, 信介
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48584">https://hdl.handle.net/11094/48584</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	衣 斐 信 介
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 20647 号
学位授与年月日	平成 18 年 8 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科通信工学専攻
学位論文名	<b>MIMO 通信路における時空間伝送制御に関する研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 三瓶 政一  (副査) 教授 小牧 省三    助教授 宮本 伸一    教授 北山 研一 教授 河崎善一郎    教授 馬場口 登    教授 滝根 哲哉 教授 井上 恭    教授 溝口理一郎

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻在学中に行った MIMO 通信路における時空間伝送制御に関する研究成果をまとめたものであり、以下に示す 6 章より構成されている。

第 1 章では、本研究の背景となる研究分野に関して現状と問題点を述べ、本研究の位置付けを明らかにした。

第 2 章では、情報理論的見地から MIMO 無線通信システムの意義を明確にするとともに、システム実現上の拘束条件である、伝送帯域、送信電力などの無線リソースについて議論することにより、高伝送効率の実現に向けた課題を明確化した。

第 3 章では、MIMO 通信路の特性によらず、通信システムの伝送容量を安定化するという観点から、送信電力制御と MIMO 適応変調を複合したシステムを提案した。提案方式では、大きな伝送容量を確保するために固有ビーム型 MIMO 伝送を利用し、伝送容量を安定的に補償することを目的として、モード選択型適応変調および可能な限り送信電力を低減する送信電力制御を一括で制御する伝送容量制御型 MIMO 適応変調を提案した。また、計算機シミュレーションにより、提案方式の有効性を明らかにした。

第 4 章では、広帯域無線通信に伴う符号間干渉の影響を、SC/MMSE ターボ等化の活用により抑圧する原理を明確化した。また、無線リソースの有効利用に不可欠な技術である多値変調方式に適用する技術として、符号化変調を適用した SC/MMSE の有効性を、計算機シミュレーションにより明らかにした。さらに、ターボ等化における繰り返し処理の効果を評価するための EXIT 解析手法について述べ、EXIT 特性を明確化した。

第 5 章では、通信路状況と通信路符号化の不整合性に起因する伝送情報量の損失を最小化することを目的とし、マルチレベルビットインターリーブ符号化変調 (ML-BICM) を活用したターボ等化に対する適応符号化方式を提案した。まず、その不整合性を明確にするため EXIT チャート解析を行い、その解析結果に基づき、ML-BICM 信号における各レイヤに対して、最適な符号化を施すことで情報量損失削減を可能とするアルゴリズムを提案し、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た。さらに、伝搬路サウンディングにより計測した伝搬路データに基づき計算機シミュレーションを行い、実伝搬環境における適応符号化の振る舞いと効果を明確にした。

第 6 章は、本論文の結論であり、本研究で得られた結果の総括を行った。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、MIMO 通信路における時空間伝送制御に関する研究成果をまとめたものであり、以下に示す6章より構成されている。

第1章では、本研究の背景となる研究分野に関して現状と問題点を述べ、本研究の位置付けを明らかにしている。

第2章では、情報理論的見地から MIMO 無線通信システムの意義を明確にするとともに、システム実現上の拘束条件である、伝送帯域、送信電力などの無線リソースについて議論することにより、高伝送効率の実現に向けた課題を明確化している。

第3章では、MIMO 通信路の特性によらず、通信システムの伝送容量を安定化するという観点から、モード選択型適応変調および可能な限り送信電力を低減する送信電力制御を一括で制御する伝送容量制御型 MIMO 適応変調を提案している。また、計算機シミュレーションにより、提案方式の有効性を明らかにしている。

第4章では、広帯域無線通信に伴う符号間干渉の影響を、SC/MMSE ターボ等化の活用により抑圧する原理を明確化している。また、無線リソースの有効利用に不可欠な技術である多値変調方式に適用する技術として、符号化変調を適用した SC/MMSE の有効性を、計算機シミュレーションにより明らかにし、さらに、ターボ等化における繰り返し処理の効果を評価するための EXIT 解析手法について述べ、EXIT 特性を明確化している。

第5章では、通信路状況と通信路符号化の不整合性に起因する伝送情報量の損失を最小化することを目的とし、マルチレベルビットインターリーブ符号化変調 (ML-BICM) を活用したターボ等化に対する適応符号化方式を提案している。また、その不整合性を明確にするため、EXIT チャート解析を行い、その解析結果に基づいて、ML-BICM 信号における各レイヤに対し、最適な符号化を施すことで情報量損失削減を可能とするアルゴリズムを提案している。さらに、計算機シミュレーションによりその有効性を明らかにするとともに、伝搬路サウンディングにより計測した伝搬路データに基づいて計算機シミュレーションを行い、実伝搬環境における適応符号化の振る舞いと効果を明確にしている。

第6章は、本論文の結論であり、本研究で得られた結果の総括を行っている。

本論文はこれらの結果をまとめたものであり、得られた成果は次のとおりである。

- (1) MIMO 通信路の特性によらず、できるだけ低い送信電力で伝送容量を安定的に補償することを目的として、固有ビームを用いたモード選択型適応変調と送信電力制御を一括で制御する伝送容量制御型 MIMO 適応変調を提案し、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。
- (2) 広帯域無線通信に伴う符号間干渉の影響を、SC/MMSE ターボ等化の活用により抑圧する原理を明確化するとともに、無線リソースの有効利用に不可欠な技術である多値変調方式に適用する技術として、符号化変調を適用した SC/MMSE の有効性を計算機シミュレーションにより明らかにし、さらに、ターボ等化における繰り返し処理の効果を EXIT 解析により明確化している。
- (3) マルチレベルビットインターリーブ符号化変調 (ML-BICM) において、通信路状況と通信路符号化の不整合性に起因する伝送情報量の損失を最小化することを目的とし、EXIT 解析によってその不整合性を明確にするとともに、ML-BICM 信号における各レイヤに対し、EXIT 解析結果に基づいた最適な符号化を施すことで情報量損失削減を可能とするアルゴリズムを提案している。さらに、計算機シミュレーションによりその有効性を明らかにするとともに、伝搬路サウンディングによって計測された伝搬路データに基づいて計算機シミュレーションを行い、実伝搬環境における適応符号化の振る舞いと効果を明確にしている。

以上のように、本論文は、MIMO 通信路における時空間伝送制御に関して、各種の技術的提案を行い、その結果を具体的に明らかにしている。これらの成果は、MIMO 通信路における時空間伝送制御に関して多くの知見を与えており、通信工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。