

Title	OFDM適応変調方式を用いた広帯域無線通信システムにおける伝搬路状態推定技術に関する研究
Author(s)	横枕, 一成
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48588">https://hdl.handle.net/11094/48588</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">〈a href="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">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	横 枕 一 成
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21210 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 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	OFDM 適応変調方式を用いた広帯域無線通信システムにおける伝搬路状態推定技術に関する研究
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    教授 鷺尾 隆

### 論文内容の要旨

本論文は、筆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、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 適応変調方式を用いた広帯域無線通信システムにおける伝搬路状態推定技術に関する研究をまとめたものであり、以下に示す 6 章で構成した。

第 1 章は序論であり、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、広帯域無線通信システムの伝搬路特性について述べた後、情報の多様な粒度に対する対応や、システムパラメータの拡張等に対する柔軟な対応という観点で優れている OFDM 方式の有効性を明確にし、無線伝搬路の特徴を積極的に活用した OFDM 適応変調方式について述べた。次に、OFDM 適応変調方式による干渉対策を前提に、アクセス方式として 1 セル繰返し TDMA (Time Division Multiple Access) システムを導入した 1 セル繰返し OFDM/TDMA システムについてその特徴と所要技術を明確にすることで、本研究の意義を明確にした。

第 3 章では、1 セル繰返し OFDM/TDMA システムの所要技術である干渉推定を対象とし、ベクトルエラーを用いた各サブキャリアの干渉雑音電力推定技術を提案した。次に、干渉雑音電力を、可能な限り少ない無線リソースで高精度に通知するために、隣接する複数のサブキャリアでブロック化し、各ブロックの干渉雑音電力の平均値をアナログ信号形式で通知する手法を提案した。最後に、提案方式を計算機シミュレーションにより評価することでその有効性を明確にした。

第 4 章では、情報の粒度やシステムの拡張性を考慮し、OFDM 適応変調方式を導入した具体的なシステムである DPC-OF/TDMA (Dynamic Parameter Controlled OF/TDMA) システム、及び OFDM 方式を前提に周波数帯域を広げることなく複数の送受信アンテナを用いた空間並列伝送を実現する MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 技術について述べた。次に、DPC-OF/TDMA システムに適用することを前提に、MIMO への柔軟な拡張性を備えた CI (Carrier Interferometry) を用いたインパルス応答推定法を提案するとともに、任意のサブキャリア数に対しても柔軟にインパルス応答を推定する技術も提案した。最後に、計算機シミュレーションにより提案する伝搬路推定法の有効性を明確にした。

第5章では、OFDM方式が周波数軸上でダイナミックにスペクトルを制御できる原理に着目し、任意の信号をフレーム化した上で、フレーム信号の先頭にサイクリックプレフィックス（CP：Cyclic Prefix）を付加することで、遅延波が存在する場合でも信号の周期性を確保することで受信信号を線スペクトル化し、周波数軸上でダイナミックにマッピングすることを可能とした波形ロード型伝送方式を提案した。さらに、波形ロード型伝送方式に、先に検討した伝搬路推定技術を適用し、コグニティブ無線ネットワークに適用した場合の伝送特性を計算機シミュレーションで評価し、提案方式の有効性を明確にした。

第6章は結論であり、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、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）適応変調方式を用いた広帯域無線通信システムにおける伝搬路状態推定技術に関する研究をまとめたものであり、以下に示す6章から構成されている。

第1章は序論であり、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、広帯域無線通信システムの伝搬路特性について述べた後、多様な粒度を有する情報への対応や、システムパラメータの拡張等に対する柔軟な対応という観点で優れているOFDM方式の有効性を明確にし、無線伝搬路の特徴を積極的に活用したOFDM適応変調方式について述べている。次に、OFDM適応変調方式による干渉対策を前提に、アクセス方式として1セル繰返しTDMA（Time Division Multiple Access）システムを導入した1セル繰返しOFDM/TDMAシステムについてその特徴と所要技術を明確にすることで、本研究の意義を明確にしている。

第3章では、1セル繰返しOFDM/TDMAシステムの所要技術である干渉推定を対象とし、ベクトルエラーを用いた各サブキャリアの干渉雑音電力推定技術を提案している。次に、干渉雑音電力を可能な限り少ない無線リソースで高精度に通知するために、隣接する複数のサブキャリアをブロック化し、各ブロックの干渉雑音電力の平均値をアナログ信号形式で通知する手法を提案している。最後に、提案方式を計算機シミュレーションにより評価することでその有効性を明確にしている。

第4章では、情報の粒度やシステムの拡張性を考慮し、OFDM適応変調方式を導入した具体的なシステムであるDPC-OF/TDMA（Dynamic Parameter Controlled OF/TDMA）システム、及びOFDM方式を前提に周波数帯域を広げることなく複数の送受信アンテナを用いた空間並列伝送を実現するMIMO（Multiple-Input Multiple-Output）技術について述べた後、DPC-OF/TDMAシステムに適用することを前提に、MIMOへの柔軟な拡張性を備えたCI（Carrier Interferometry）を用いたインパルス応答推定法を提案するとともに、任意のサブキャリア数に対しても柔軟にインパルス応答を推定する技術も提案している。最後に、計算機シミュレーションにより提案する伝搬路推定法の有効性を明確にしている。

第5章では、OFDM方式が周波数軸上でダイナミックにスペクトルを制御できる原理に着目し、任意の信号をフレーム化した上で、フレーム信号の先頭にサイクリックプレフィックス（CP：Cyclic Prefix）を付加することで、遅延波が存在する場合でも信号の周期性を確保することで受信信号を線スペクトル化し、周波数軸上でダイナミックにマッピングすることを可能とした波形ロード型伝送方式を提案している。さらに、波形ロード型伝送方式に、先に検討した伝搬路推定技術を適用し、コグニティブ無線ネットワークに適用した場合の伝送特性を計算機シミュレーションで評価し、提案方式の有効性を明確にしている。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果をまとめている。

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) 1セル繰返しOFDM/TDMAシステムの所要技術である干渉推定を対象とし、ベクトルエラーを用いた各サブキャリアの干渉雑音電力推定技術を提案するとともに、干渉雑音電力を、可能な限り少ない無線リソースで高精度に通知するために、隣接する複数のサブキャリアでブロック化し、各ブロックの干渉雑音電力の平均値をアナログ信号形式で通知する手法を提案し、計算機シミュレーションにより、提案方式の有効性を明確にしている。

- (2)OFDM 適応変調方式を導入した具体的なシステムである DPC-OF/TDMA (Dynamic Parameter Controlled OF/TDMA) システムへの適用において MIMO を適用した場合でも伝搬路のインパルス応答を高精度に推定する方式として、CI (Carrier Interferometry) を用いたインパルス応答推定法を提案し、計算機シミュレーションにより提案方式の有効性を明確にしている。
- (3)任意の信号をフレーム化した上でフレーム信号の先頭にサイクリックプレフィックス (CP : Cyclic Prefix) を付加し、遅延波が存在する場合でも信号の周期性を確保することで受信信号を線スペクトル化し、周波数軸上でダイナミックにマッピングすることを可能とした波形ロード型伝送方式を提案するとともに、それを、先に提案した伝搬路特性推定技術と併用したコグニティブ無線ネットワークを提案し、計算機シミュレーションによる伝送特性の評価により、提案方式の有効性を明確にしている。

以上のように、本論文は OFDM 適応変調方式を用いた広帯域無線通信システムにおける伝搬路状態推定技術に関して、各種の技術提案を行い、その結果を具体的に明らかにしている。これらの成果は、広帯域無線通信システムの構築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。