Osaka University Knowledge Archive

Title	Adaptive Control Methods of Array Antennas for Broadband Wireless Communication Systems
Author(s)	チャン, トゥアン コク
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48594
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏　　名	Tran Tuan Quoc（チャン トゥアン コク）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２２０５３　号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学　位　論　文　名	Adaptive Control Methods of Array Antennas for Broadband Wireless Communication Systems （ブロードバンド無線通信システムにおけるアレーアンテナの適応制御方式に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　北山　研一 （副査） 教　授　滝根　哲哉　　教　授　小牧　省三　　教　授　馬場口　登 教　授　三瓶　政一　　教　授　井上　　恭　　教　授　河崎善一郎 教　授　鷲尾　　隆　　教　授　溝口理一郎 大阪市立大学工学研究科教授　原　　晋介

論　文　内　容　の　要　旨

This thesis presents a study on adaptive control methods of array antennas for broadband wireless communication systems. The contents of the thesis are based on the research carried out by the author during his Ph. D. course at the Department of Electrical, Electronic and Information Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University. The thesis is organized as follows：

Chapter 1 is a general introduction which gives background of wireless communications and purpose of the study. First, the recent explosive growth in demands for multimedia communication services and the development of a variety of new wireless communication technologies are introduced. Then, the need for developing communication systems with low complexity, low power consumption and low cost is discussed. The organization of the whole work is also given.

Chapter 2 discusses broadband wireless communication systems with orthogonal frequency division multiplexing (OFDM), the problems of complexity, power consumption and cost. As solutions to the problems, analog array antenna such as phased array antenna and antenna selection in multiple-input multiple-output (MIMO) system are considered. In addition, micro electro mechanical systems (MEMS) device with the advantages of low cost and low power consumption is also introduced to wireless communication systems to solve the problems.

Chapter 3 firstly shows the structure of the proposed phased array antenna as well as the problem of slow switching speed of the MEMS phase shifters. Then, the need of developing suitable control methods is discussed. As a solution, a binary search-based control method is proposed for the phased array antenna in environments where only desired signals are present. Furthermore, a one-dimension search-based control

method is proposed for the phased array antenna in environments where desired signals and interfering signals coexist. The binary search-based control method focuses on maximizing the received signal power while the one-dimension search based control method focuses on suppressing the interfering signals. The two methods both take into consideration the problem of slow switching speed of the MEMS devices and perform the phase control in simple but effective ways. By computer simulation, we show that the phased array antenna with the binary search-based control method obtains much better performance than no-array antenna. We also show that the phased array antenna with the one-dimension search-based control method successfully suppresses the interfering signals and obtains good performance.

Chapter 4 proposes two receive antenna selection methods for MIMO-OFDM system with MEMS switches and polarization antenna elements at the receiver side, taking into consideration the low computational complexity. Based on the fact that low correlation between the received signals and high received signal power promise good performance for MIMO transmission, the first method considers a cost function consisting of the correlation between the received signals and the reciprocal of the received signal power. It calculates the cost functions for all the sets of polarization antenna elements, then selects the set which gives the lowest cost function. However, in some environments where the MIMO channels are strongly correlated, the performance of the MIMO system is not determined by the received signal power but is mainly determined by the correlation between the arriving signals. In those environments, the performance of the system with the first method often degrades. Therefore, the second method also takes into consideration the criterion of only minimizing the correlation between the received signals. Namely, it first selects a set of polarization antenna elements based on the criterion of the first method and another set of polarization antenna elements based on the criterion of minimizing the correlation between the received signals ; it then calculates the singal to interference plus noise power ratio (SINR) of the two sets and selects a set with larger SINR. Therefore, the second method achieves a better bit error rate (BER) than the first one but it also requires higher computational complexity than the first one. The channel measurement campaign was conducted to obtain the channel data. The performance of the two methods are then evaluated by computer simulation with the channel data as parameters and it is shown that the proposed methods work effectively for the realistic channel.

Chapter 5 draws the conclusions of the thesis by summarizing all the results.

論文審査の結果の要旨

本論文はブロードバンド無線通信システムにおけるアレーアンテナの適応制御方式に関する研究であり、複雑さの低減、低消費電力、および低コストを考慮した無線通信システムにおける受信アンテナ制御手法の提案を行っている。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

⑴MEMS 技術の発展により、低コスト、低消費電力の利点を持つデバイスが利用できるようになった。高速無線伝送である OFDM 変調方式の信号フォーマットを考慮すると、高品質、低消費電力、低コストのアンテナシステムを提案できる。ところが、提案するシステムでは、MEMS デバイスが用いられ、システムの動作速度に制限があるため、低動作速度を考慮した制御手法が必要になる。そこで、二つの制御手法を提案する。具体的には、希望波だけが存在する環境に対しては二分探索手法を提案し、希望波および干渉波が共存する環境に対しては一次元探索手法を提案する。二分探索手法では、信号を多く受信できるため、多次元探索問題を二分探索問題とし位相の制御量を適切に変換させ、適切な位相を求める。また、一次元探索手法では、干渉波を抑圧するため、多次元探索問題を一次元探索問題の繰り返し適応制御とし、雑音の影響を抑圧するスムージング処理や更新回数に応じて制御量を適切に変換させ、適切な位相を求める。さらに、計算機シミュレーションにより二つの提案手法の有効性を確認する。

⑵MIMO-OFDM システムは低ビットエラーレートかつ高伝送レートという利点を持っているが、システムが複雑

になり、コストが増大するという欠点がある。これらの欠点を克服するために、低消費電力、低コストの MEMS スイッチを用い、MIMO-OFDM システムにおける受信側の偏波アンテナを選択し、その際の高品質化を考慮した二つのアンテナ選択手法を提案する。提案する MAPMIC 選択手法では、受信アンテナ間の相関を最小にし、受信アンテナ全体の受信電力を最大にするような偏波アンテナの組み合わせを選択し、加えて低計算量という利点を持っている。ところが、MIMO チャネルのチャネル間の相関が非常に高い環境では MIMO システムの特性が電力ではなく相関だけに依存し、MAPMIC 選択手法による特性が悪くなってしまう。そのため、受信アンテナ間の相関を最小にするアンテナ選択手法（MIC 選択手法）を考える必要がある。提案する Hybrid 選択手法では MAPMIC 選択手法による組み合わせの SINR と MIC 選択手法による組み合わせの SINR を比較し、SINR がより大きい組み合わせを選択する。さらに、提案手法を評価するため、実環境における伝搬路を測定し、測定した伝搬路を用いて計算機シミュレーションを行う。計算機シミュレーション結果より、Hybrid 手法と MAPMIC 選択手の有効性を確認する。

以上のように、本論文は有益な成果を提供するもので、無線通信分野の発展に貢献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。