

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	趙 欧
論文題目	Sum Rate Analysis and Dynamic Clustering for Multi-user MIMO Distributed Antenna Systems (マルチユーザMIMO分散アンテナシステムにおける総和レート及びダイナミッククラスタリングに関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>This thesis has focused on creating a large-scale multi-cell multi-user (MU) multi-input multi-output (MIMO) distributed antenna system (DAS) with using multi-carrier based dynamic clustering and considering the correlated composite fading attenuation which consists of path loss, correlated shadowing and correlated Rayleigh fading.</p> <p>The author theoretically analyzed the effects of spatial correlation on the receiver side by the proposed upper and lower bounds in the traditional MU-MIMO centralized antenna systems (CASs), and then demonstrated the effect of the mentioned correlation on the transmitter side and the effect of inter-cell interference to clarify the improvements of system performance by the MU-MIMO DASs. The author also proposed a simple dynamic clustering scheme (CS) using multiple orthogonal carriers to achieve a large-scale DAS with MU-MIMO transmissions.</p> <p>In Chapter 1, the motivation and objective of this research are described, and related researches and fundamental backgrounds are explained.</p> <p>In Chapter 2, the author presented a detailed analysis of the sum rate distribution in MU-MIMO CASs with zero-forcing (ZF) precoding. Specifically, novel upper and lower cumulative distribution function (CDF) bounds were devised, which can be applied for an arbitrary number of antennas and remain tight across the entire signal-to-noise ratio (SNR) range. The proposed bounds are generic because they encompass the composite fading channel model consisting of spatially correlated shadowing and correlated Rayleigh fading, which have practical interest, and can be very easily evaluated. With the help of these bounds, the author gained valuable insights into the effects of the composite fading parameters on the performance of MU-MIMO CASs. A relationship between the inter-user distance and sum rate corresponding to 10% of the CDF also is derived.</p> <p>In Chapter 3, to verify and clarify the improvements of system performance by the MU-MIMO, the author investigated the characteristics of the MU-MIMO system sum rate in a CAS and DAS under the effects of path loss, spatially correlated shadowing, correlated Rayleigh fading, and inter-cell interference via a Monte Carlo numerical computation method. To generate the channel attenuations, two different types of functions to model the shadowing auto-correlation and shadowing cross-correlation, and a typical exponential decay function to model the Rayleigh fading correlation are introduced. Thus, the CDF of the sum rate and its average in the considered systems are obtained and compared.</p> <p>In Chapter 4, to create a large-scale multi-cell MU-MIMO DAS, the author explored and proposed a simple dynamic CS for a single cell system and investigated its performance by observing the CDF and expectation value of the system sum rate with considering the effect of the spatial composite fading attenuation. To further verify the effectiveness of the proposal, the characteristics of the proposal and other classical CSs, such as the improved norm-based CS and location-based adaptive CS are also compared in terms of sum rate improvement. Computer simulation results indicated that the proposed CS provides better performance than the existing schemes and can achieve a sum rate that is close to that of an exhaustive search but at a lower computational cost.</p> <p>In Chapter 5, concluding remarks of this research are presented, and to extend the current investigation towards much more complicated real wireless communication networks, some further explanations about extensive research can also be found.</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本研究は次世代の無線通信システムを念頭において、空間相関を考慮に入れた分散アンテナシステムにおけるマルチユーザMIMO伝送の総和レート、およびシステムの面展開のためのダイナミッククラスタリング手法について検討結果を取りまとめたものであり、得られた主な研究成果は以下の通りである。

1. 集中アンテナシステムにおける空間相関を考慮に入れたマルチユーザMIMO伝送の総和レートの限界式導出に取り組んだ。求解が容易ではない空間相関を考慮した総和レート表現式の導出に対して、相関を有する複数のシャドウイング乱数を一つの乱数に近似する求解手法などを提案し、限界式を解明している。導出した限界式を用いてユーザ間距離とシステムの総和レート分布の関係を示した。加えて、伝搬路の空間相関がシステム総和レートに与える影響を明らかにした。
2. 分散アンテナシステムにおけるマルチユーザMIMO伝送の総和レート改善効果を明確にするために、セルラ環境に適用する2種類のシャドウイングの空間相関モデルを提案し、距離減衰、レイリーフェージングさらにセル間干渉をも考慮に入れた総和レートについて従来の集中アンテナシステムとの比較を計算機シミュレーションによって行った。これらの結果から分散アンテナシステムが空間相関およびセル間干渉が存在している環境下において総和レートを改善できることを示した。
3. 分散アンテナシステムにおけるマルチユーザMIMO伝送を面的に展開する時、プリコーディング行列を分割することで膨大な演算量を低減する必要がある。このために基地局とユーザを組に分けるクラスタリングについて研究を行い、マルチキャリアを用いる簡単かつ計算複雑度が低いダイナミッククラスタリング手法を提案し、空間相関を有する減衰を考慮に入れたシステムの総和レート改善について検討を行った。提案手法は従来のクラスタリング手法と比べて高い総和レートを実現することを明らかにした。

以上、本論文は、将来の携帯電話に代表される無線ネットワークの展開に当たって不可欠な総和レートの解析および無線資源割当について研究を行い、無線ネットワークの性能改善につながる有用ないくつかの知見を与えたものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。

また平成28年8月12日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。