

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 4831号	氏名	迫田 和之
審査委員	主査	秦 浩起	
	副査	藤井 伸平	半田 利弘

学位論文題目 非線形力学系としての大容量無線通信～その特性と性能改善～
(Nonlinear dynamics in high-capacity wireless communication systems)

審査要旨

提出された学位論文および論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、非線形力学系の視点から大容量無線通信を研究し、大規模MIMOの復号法として注目されているBP (Belief-Propagation) 法とそれに付加するカオス暗号について、理論的考察と数値実験から研究した成果を述べたもので、全文5章より構成されている。

第1章は序論である。本論文の背景である非線形力学系の典型的挙動や特性を紹介するとともに、工学的分野の諸所に非線形力学系があることを指摘し、それらの視点から本論文の研究目的を説明している。

第2章では、無線通信の概略と先行研究にあたるMIMO (Multiple Input Multiple Output), カオス暗号通信, BP復号を紹介している。

第3章では、非線形力学系の視点からBP復号を研究している。先行研究におけるBP復号は、大規模MIMOの復号法としての有効性が示唆されているものの、復号法として閉じていない大きな問題があった。非線形力学系の特性の考察と数値実験より、問題点を解消する実行可能で有効な方法論を見出した。更に、BP復号の力学系が持つアトラクターを数値実験にて調査し、アンテナ数が増えるとともに復号の正解に対応する安定固定点に至る確率が高くなることを示した。また、次に至る確率が高いものが安定2周期運動であることを示し、一層の性能向上のためには2周期運動を避ける方法を見出すことが重要となることを明らかにした。

第4章では、BP復号を用いる大規模MIMOにカオス暗号を導入する方法を研究している。従来の暗号化と併用することで通信安全性を高める方法の1つとして、送信側の変調時にカオス暗号を用いる方法がある。力学系カオスの軌道不安定性とBP復号の特性の見地から、送受信アンテナ2-4本のMIMOで既に提案されていたカオス暗号が大規模MIMOでは機能しない原因を明らかにし、BP復号を用いた大規模MIMOにおいて有効なカオス暗号を構築した。

第5章は、研究成果を総括し、課題を整理するとともに、今後の展望を述べている。

以上本論文は、大容量無線通信において有効な復号方法として注目されているBP復号が非線形力学系であることに着目し、その力学系の挙動を明らかにするとともに、未だ不完全であったBP復号に対し、実行できる有効な手法を提案した。また、その通信にカオス暗号をも付加する方法を見出した。もちろん、何れも無線通信に要求される性能を満たしていることも確認した。これらは非線形力学系研究と無線通信の研究に大きく寄与するものである。また、研究過程の中で、明らかにすべき幾つかの課題も見つかっており、今後の発展も期待できる。よって、審査委員会は博士(理学)の学位論文として合格と判定する。