

# 主 論 文 要 旨

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	矢野 亨
主 論 文 題 目：CDMA マルチユーザ検出問題の統計力学にもとづく基礎的検討				
(内容の要旨) 第三世代携帯電話の通信方式として利用されている CDMA (符号分割多元接続：code-division multiple-access) 方式の研究において，ベイズ推定の枠組みによって構成される事後平均にもとづくマルチユーザ検出方式 (最適な検出方式はこの一例) の性能が統計力学的手法によって解析的に評価されている．また，事後平均にもとづくマルチユーザ検出方式の近似的なアルゴリズムとして確率伝搬法にもとづくマルチユーザ検出方式が提案され，そのダイナミクスも統計力学的アプローチによって解析されている．これらの研究は単純化された問題設定において解析されたものであり，より一般的な問題設定において統計力学的アプローチが有効であるかどうかについて検討を行う必要がある． 本論文では，CDMA マルチユーザ検出問題の一般化された問題設定において統計力学的アプローチの有効性を検討することを目的とし，その基礎的検討として，誤り訂正符号化を明示的に考慮した CDMA システムにおける事後平均にもとづくマルチユーザ検出方式の解析的な性能評価を得る問題と確率伝搬法にもとづくマルチユーザ検出方式における通信路パラメータの同時推定方式を検討する問題とを議論した． 符号化 CDMA システムの解析では，ユーザそれぞれが任意の符号を利用して通信路ノイズが任意の加法的ノイズである場合の CDMA システムにおいて，事後平均にもとづくマルチユーザ検出方式のスペクトル効率を解析的に評価することができた．さらに，事後平均にもとづくマルチユーザ検出方式を利用する符号化 CDMA システムは，一般にはシンボル位置によってノイズレベルの異なる，シングルユーザガウス通信路をユーザそれぞれが他のユーザと干渉することなく利用するシステムと大システム極限において統計的に等価であることが分かった． 確率伝搬法にもとづくマルチユーザ検出方式における通信路パラメータの同時推定方式の検討では，確率伝搬法にもとづく CDMA マルチユーザ検出方式において白色ガウス通信路ノイズの分散を情報シンボルと同時に推定する問題を取り上げ，情報シンボル推定部と分散推定部とからなる同時推定方式を検討した．情報シンボル推定部に確率伝搬法にもとづくマルチユーザ検出アルゴリズムを利用し，発見的な考察にもとづき分散推定部で利用する 2 つの分散推定方式を定式化した．一方の分散推定方式は情報シンボル推定部で得られた情報シンボルの事後平均の leave-one-out 一時推定値を用い，もう一方の方式は事後平均の一時推定値を用いている．さらに各分散推定方式を利用する同時推定方式の巨視的なダイナミクスを統計神経力学によって解析的に評価した．前者の分散推定方式を用いた同時推定方式は，分散の真の値に非常に近い値を推定し，安定した高い性能を有することが分かった．また，後者の分散推定方式を用いた同時推定方式は不安定に振る舞う場合のあることを示した上で，安定した振る舞いの領域をダイナミクスの解析的評価を利用することによって決定した． 以上のように，本論文の結果から，CDMA マルチユーザ検出問題のより一般的な問題設定において統計力学的アプローチは有効であることが示唆される．				