

氏 名 浜田正稔

学位（専攻分野） 博士（統計科学）

学位記番号 総研大甲第 1147 号

学位授与の日付 平成 20 年 3 月 19 日

学位授与の要件 複合科学研究科 統計科学専攻  
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 通信路推定と誤り訂正による衛星デジタル放送移動受信の  
改善

論文審査委員 主 査 准教授 松井 知子  
教授 尾形 良彦  
教授 樋口 知之  
准教授 池田 思朗  
准教授 瀧澤 由美  
准教授 和田山 正(名古屋工業大学)

## 論文内容の要旨

本研究は通信路の記述を再考し、誤り訂正符号の訂正能力を改善することを目的とする。特に衛星デジタル放送の移動体における受信を対象とし、通信路を確率モデルで記述し推定することにより、誤り特製を改善することを目指している。本提案法の効果はNHK衛星デジタル放送を対象とした実験において確認された。

本論文は全5章104頁からなる。第1章では、衛星デジタル放送の移動体受信という問題の背景及び本統計科学的アプローチの概要を述べている。

第2章では、まず、誤り訂正符号や変調方式など衛星デジタル放送で用いられている規格について説明している。そして、移動体受信では衛星からの直接波と反射波が混合する問題が生じるが、衛星デジタル放送の規格が移動体による受信を想定しておらず、その混合の問題に対する一般的な対処法が適用できないことに本課題の難しさがあることが説明されている。

第3章では、本論文で提案する手法について述べている。提案する手法は、統計モデルによって通信路を近似表現する部分と、そのモデルに基づき復号を行う部分の2つで構成される。通信路のモデル化には回帰モデルを用いている。しかし説明変数は受信された符号で直接観測できないため、復号とあわせたモデル内のパラメータ推定は簡単ではない。また、通信路の状態は時々刻々と変化するため簡便な推定法が必要となる。本論文ではEMアルゴリズムを用いた最尤推定に基づく方法と高次統計量に基づく方法の2つの推定法を提案し、次章において比較を行っている。復号についても計算量を小さくする必要があることから、確率推論によって符号を推論する2つの復号手法を提案している。それぞれ周辺分布を用い2ステップで推定するもの、同時分布を利用して直接的に推定するものである。これらについても次章において比較を行っている。

第4章では数値実験の結果と実測データによる実験の結果について述べている。数値実験では2つのパラメータ推定法、2つの推論法の4つの組み合わせでどの程度の改善が得られるのかを確認している。その結果、計算量の少ない高次統計量に基づく推定方式によっても最尤推定法と同等の精度が得られること、同時分布を用いる場合のほうが周辺分布を用いる場合よりも受信状況をよりよく改善できることを確認している。

NHKの協力のもので行った実測データを用いた実験では、回帰モデルの次数を変えた実験も行っている。その結果、一次のARモデルの簡単な通信路モデルによって十分な改善が得られることが示されている。さらに、2つのパラメータ推定法、2つの推論法を適用し結果をみることによって、数値実験と同様の結論を導いている。本手法が実際のシステムにも適用可能な計算量で実現できることなど今後の実用化への方向性が示された。

第5章はまとめである。本研究の総括とともに、今後の課題について述べている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文では、衛星デジタル放送を題材として、通信路の推定と誤り訂正による受信品質の改善手法を提案している。その基礎は、統計モデルに基づく通信路の推定、およびその通信路モデルと誤り訂正符号を含めて符号を復号するというアプローチである。このアプローチの基本的な枠組み自体は近年の移動体通信で採用され、また情報理論の分野で理論的な考察を含め研究が盛んである。本論文の新規性は、衛星デジタル放送のデータを実測し、そのデータに即した通信路モデルを構築した点、さらに実システムへの適用上問題となる計算量を十分考慮したパラメータ推定法と復号手法を提案し、それらの効果を実証した点にある。本論文で提案する手法は衛星デジタル放送といった限定的な対象に特化したものではあるが、そのマーケット自体は非常に広く、また同種の移動体通信問題への統計科学の貢献の可能性を明らかにした点で評価できる。

これらの成果に関連する学術論文は、条件付き採録とされたものが1本（和文誌）、投稿後不採録となった論文に対し、査読コメントへの回答ともに改訂版を投稿中のものが1本（英文）ある。また査読付き国際会議録（英文）が1本ある。いずれも申請者が第一著者として執筆したものである。

以上述べてきたことにより、博士論文審査委員会は、申請者の学位請求論文が博士（統計科学）を授与するに十分な内容であると判断する。