

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小林 直哉

本論文は「トレリス符号化方式の磁気記録信号処理技術への適用に関する研究」と題し、最尤復号技術、パーシャルレスポンス等化技術、高能率記録符号化技術、及び消失誤り訂正技術など、高速データモデムや磁気ディスク装置に適用される信号処理技術全般について検討している。磁気記録では高密度記録を可能とする高次パーシャルレスポンス等化方式の最適化や処理簡易化、また記録符号の高レート化が重要な技術課題であり、読出し点における信号対雑音比の利得をできるだけ高める方式の開発が急務となっている。本論文はこれらの課題に対し、有効な解決策を示したものであり、「緒言」を含め6章からなる。

第1章は「緒言」で、本研究の背景を明らかにした上で、研究の動機と目的について言及し、研究の位置付けについて整理している。

第2章は「音声帯域データモデムにおける最尤復号方式」と題し、トレリス符号の磁気記録信号処理への適用に当たり、国際標準 CCITT V.33 で適用が勧告されている畳込み符号に対する最尤復号(ビタビ復号)処理を簡略化する方式について検討している。本章ではビタビ復号における ACS(加算, 比較, 選択処理)を簡略化し、かつ復号性能劣化を最小限に抑えた方式を提案している。提案方式の特性評価シミュレーションを行い、最適な方式を決定した上でこれを MPU(Micro Processing Unit)ソフトウェアで実現、モデム装置に組み込んで実機による性能検証を行っている。

第3章は「磁気記録における高次 PRML の簡易化方式」と題し、第2章での検証結果を踏まえ、高次パーシャルレスポンスにつきその最尤復号処理(PRML: Partial Response Maximum Likelihood detection)を単純化する手法を示している。本章では、第2章で述べたビタビ復号の簡略化技術の基本概念を磁気記録信号処理に適用し、ACSを簡易化する方式を提案している。記録符号及び高次 PRML の様々な組合せに対し、提案方式の有効性を理論解析及び計算機シミュレーションにより検証している。

第4章は「リスト出力型最尤復号方式の磁気記録信号処理への適用」と題し、高次パーシャルレスポンスの最尤復号性能を更に向上させる方式として、最尤復号系列を含めた複数の復号系列候補を出力するリストビタビアルゴリズムを PRML に適用する方式(LVA-PRML)を提案している。LVA-PRML は通信分野での適用が検討されているが、これを磁気記録に適用する場合、高符号化率(8/9 以上)で磁気記録再生システムを構成することは極めて難しい。そこで本章では、誤り検出用巡回符号として符号化率 17/18 の CRC 符号を探索、これを 16/17(0,6/6)符号と組み合わせてトータルレート 8/9 を実現し、かつ、CRC 符号長よりも短いパスメモリ長で LVA-PRML を実現する方式を提案している。提案方式を EPR4ML, E²PR4ML(各々 Extended PR4ML, Extended EPR4ML, PR4ML は

PRML class IV)に適用, 特性評価シミュレーションを行い, 信号処理技術として主流の 16/17(0,6/6)符号化 EPR4ML に対する性能改善度を評価している.

第5章は「磁気記録における接続符号化高次 PRML の軟出力最尤復号方式」と題し, 磁気記録の更なる高密度化実現に向け, 高次 PRML にトレリス符号を適用し, これを軟出力最尤復号するリスト出力型消失誤り訂正方式 (List-SOVA, SOVA は Soft Output Viterbi Algorithm の略称)について検討している. 本章では, トレリス符号に 16/17MTR(3;11)符号 (符号化率が 16/17 でラン長制約のある MTR 符号, MTR は Maximum Transition Run の略称)を用い, これと誤り検出及び訂正用巡回符号 (CRCC)を組み合わせ, 情報を接続符号化している. また高次 PRML に ME^2PR4ML (Modified E^2PR4ML)を用い, List-SOVA を適用する. ME^2PR4ML 復号に対する信頼度情報算出, 消失誤り訂正の具体的処理手法を示すとともに, CRCC の誤訂正による性能劣化を軽減する方式を提案している. また, 提案方式の有効性を計算機シミュレーションにより検証している.

最後に第6章は「結言」で, 本研究の総括を行い, 併せて将来展望について述べている.

以上これを要するに, 本論文は, 磁気ディスク装置における高密度磁気記録信号処理技術の検討を行うとともに, トレリス符号を高レート記録符号として高次 PRMLに適用する具体的な手法を明示したものであり, 電子情報工学, 特に磁気記録工学上貢献するところが少なくない.

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる.