

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 神谷典史

本論文は、「Algebraic Soft-Decision Decoding of a Class of Linear Block Codes (代数的手法に基づく誤り訂正符号の軟判定復号方式に関する研究)」と題し、信頼性の高いデジタル通信・記憶システムの構築を目的とした誤り訂正符号の軟判定復号技術に関する研究をまとめたものであって、全7章からなり、英文で記述されている。軟判定復号技術は、雑音のある伝送路を用いてデジタル情報を伝送する系において、雑音の加わった受信信号から送信情報を推定する際に、その推定値の確からしさに関する情報も同時に取り出し、これを利用することによって誤り率の改善を図る技術であるが、一方で誤り訂正に要する計算量の増加を伴う。本論文では、理論・実用の両面において特に重要な誤り訂正符号のクラスについて、軟判定復号器設計の基礎理論を構築し、それに基づいていくつかのタイプの経済的かつ効率的な軟判定復号アルゴリズムを提案している。

第1章は「Introduction」であって、誤り訂正符号化技術の中心的な研究課題の一つである復号問題、統計的に最適な軟判定復号である最尤復号法、また本論文で主に研究対象としている準最適軟判定復号法について述べるとともに、本研究の目的、本論文の構成を示している。

第2章は「Fundamental Algorithms」と題し、代数的手法に基づいた誤り訂正符号の軟判定復号問題が、ある一連の代数方程式を解く問題に帰着されることを示すとともに、これを解くための効率的なアルゴリズムを Berlekamp-Massey の理論を拡張することにより与えている。また、ここで提案されているアルゴリズムは誤り訂正符号の復号問題に関連して従来から独立に提案されてきた多くのアルゴリズムをその特殊な場合として含む一般的なものであることが示されている。さらに、本論文の付録において、ここでのアルゴリズムが多重系列を生成するシフトレジスタ合成問題の解法に応用できることを示している。第2章の結果は、復号アルゴリズム設計の基礎理論を与えており、以下の章では、この結果に基づいて様々なタイプの軟判定復号アルゴリズムを統一的・具体的に構成する方法が論じられている。

第3章は「One-pass Generalized-Minimum-Distance Decoding Algorithm」と題し、Forney によって定式化された代表的な軟判定復号方式の一つである GMD 復号を効率的に実行するアルゴリズムを与えている。これにより、設計最小距離 d の誤り訂正符号に関して、計算量のオーダーは従来比で $1/d$ となることが示されている。

第4章は「Acceptance Criteria for Generalized Minimum Distance Decoding」と題し、第3章で論じた GMD 復号の出力結果が最適となるための新たな十分条件を導いている。これは誤り率特性の評価、及び誤り検出を行う場合に有用である。この十分条件は、従来

知られている条件よりも緩く、より必要十分条件に近いことが示されており、さらに計算機実験によってその効果を確認している。

第5章は「Bounded Distance +t Soft-Decision BCH Decoding」と題し、第3, 4章で論じている GMD 復号の誤り率特性を改善する方法、及びそれを実行するアルゴリズムを提案している。計算量のオーダーは GMD 復号と同一であることが示されている。また、計算機実験を通して誤り率特性を評価し、その有効性を示している。

第6章は「Fast Chase Decoding and Maximum-Likelihood Decoding」と題し、Chase によって定式化された Chase 復号を効率的に実行するアルゴリズムを与えている。これにより、設計距離 d の誤り訂正符号に関して、計算量のオーダーは従来比で $1/d$ となることが示されている。また、最尤復号を実現するための方針の一つとして、最近研究が進んでいる最尤性判定法と第2, 6章の結果を組み合わせ得られた最尤復号アルゴリズムが提示されている。

第7章は「Conclusion」であり、本論文の成果を要約するとともに、今後の課題が示されている。

以上これを要するに、本論文は、データ伝送のさらなる高信頼化・高速化を目的とした誤り訂正符号化・復号技術において、復号アルゴリズム設計の基礎理論を構築し、それに基づいて幾つかのタイプの効率的な軟判定復号方式と実装方法を提案するとともに、計算量と誤り率特性の評価を通して個々の方式の有効性を示しており、電子情報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。