

氏名	森島 佑
学位の種類	博士(工学)
授与報告番号	第6001号
学位授与年月日	平成26年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文名	木構造を有する符号を用いた通信路符号化の復号アルゴリズムとその誤り特性に関する研究

論文審査委員	主査教授	岡 育生	副査教授	鳥生 隆
	副査教授	原 晋介	副査教授	阿多 信吾

論文内容の要旨

近年における通信技術への需要の高まりや応用範囲の拡大などに対し、より高速、高信頼な通信システムを実現する上で、通信路における誤りを訂正する通信路符号化が必要となる。通信路符号化に用いられる誤り訂正符号のうち木構造を有する符号は、畳込み符号などの実用上において有用な符号を含むクラスである。

本論文では、木構造を有する符号として畳込み符号、Spinal 符号、符号語分割にもとづくレートレス符号を対象とし、その復号法と誤り特性についてまとめたものである。

第1章では、序論として研究背景と誤り訂正符号に関する既存研究について述べ、本論文で示す研究内容について概説した。

第2章では、畳込み符号の誤り率厳密解析に関し、パスメトリックの確率質量を考慮することで、既存の誤り率厳密解析手法をパスメモリ長が有限である場合、通信路がフェージング通信路に拡張可能であることを示した。

第3章では、通信路における電波干渉対策としてメトリックに修正が加えられる場合の誤り率を解析的に評価する方法について検討し、判定変数のモーメントとモーメント法を用いることで誤り率を解析的に評価する方法を提案した。

第4章では、Spinal 符号の復号アルゴリズムとして、パス収束に注目したスライディングブロック復号法の適応を検討し、収束したパスのみについて判定を行うことで情報ビット長が短い場合に伝送効率を改善する復号法を提案した。

第5章では、従来の復号アルゴリズムにおけるソート処理を、しきい値にもとづく木探索アルゴリズムに置き換えることで、復号における計算複雑性を低減可能であることを示した。また、Spinal 符号のレートレス符号としての特徴に着目し、受信シンボル数を用いることで、従来のしきい値アルゴリズムにおいて必要であった信号対雑音電力比の推定が不要となるしきい値復号法を提案し、通信路状態の推定が不要かつ、複雑性を低減するしきい値復号法が構成可能であることを示した。

第6章では、ブロック符号が木構造で表せる点に着目することで、ブロック符号の符号語分割にもとづくレートレス符号の構成法を提案し、その特性について明らかにした。

第7章では、結論として上記の研究結果についてまとめた。

論文審査の結果の要旨

最近の通信需要の増大や通信の多様化に伴い、高速で信頼性の高い通信システムを実現する誤り制御技術がますます重要となっている。誤り制御において、通信路符号化は誤り訂正の要となる符号化技術である。通信路符号化に用いられる符号の中で、木構造を有する誤り訂正符号は、これまで幅広く用いられている畳込み符号を含む実用上重要な符号である。

本論文は、木構造を有した符号として、畳込み符号、Spinal 符号、符号語分割に基づくレートレス

符号を対象とし、その復号法と誤り特性について評価すると共に、その有効性を明らかにしており、高能率符号化の実現に大きく寄与するものである。

まず、畳込み符号の誤り率特性の解析的な評価法について検討している。パスメトリックの確率密度関数に注目することで、従来の解析手法において考慮されていなかったトランケーション誤り、ならびに、フェージングを考慮した誤り率の解析的な評価を可能としている。また、干渉対策としてメトリックに修正が加えられる場合の誤り率を解析的に評価するためのモーメント法を提案している。

次に、**Spinal** 符号の特性を改善する復号アルゴリズムについて検討している。復号アルゴリズムとして、符号木における収束したパスのみについて判定を行うスライディングブロック復号法を用いることで、情報ビット長が短い場合に伝送効率が改善されること、ならびに、しきい値にもとづく木探索アルゴリズムを適用することで、復号アルゴリズムにおける計算複雑性を低減可能であることを示している。また、従来のしきい値アルゴリズムにおいて信号対雑音電力比の推定が不要となる新たなしきい値復号法を提案している。さらに、ブロック符号が木構造で表せる点に着目することで、ブロック符号の符号語分割にもとづくレートレス符号の構成法を提案し、その優れた誤り率特性を明らかにしている。

以上のように、本論文は、通信路符号化に関して、有用な多くの知見を得ている。これらの研究成果は、情報通信技術の発展に寄与するところが大きい。従って、本論文の著者は、博士（工学）の学位を受ける資格を有すると認める。