



Title	Evaluating the Block Error Probability of Trellis Codes and Designing a Recursive Maximum Likelihood Decoding Algorithm of Linear Block Codes Using Their Trellis Structure
Author(s)	Yamamoto, Hiroshi
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3110102
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	山 本 宙 ^{やま もと ひろし}
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 5 3 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Evaluating the Block Error Probability of Trellis Codes and Designing a Recursive Maximum Likelihood Decoding Algorithm of Linear Block Codes Using Their Trellis Structure (符号のトレリス構造を利用した, トレリス符号のブロック誤り確率の評価と線形ブロック符号の再帰的最ゆう復号アルゴリズムの設計)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 都 倉 信 樹 (副査) 教 授 宮 原 秀 夫 教 授 柏 原 敏 伸 助 教 授 藤 原 融

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では符号のトレリスダイアグラムの性質を用いて, トレリス符号のブロック誤り確率を効率的に評価する手法と線形ブロック符号を最ゆう復号する計算複雑度の低いアルゴリズムを提案する。

第 1 章では, 本研究の目的, 背景, 動機について述べ, 本論文の内容を従来の研究と比較して概説し, 論文の位置づけを行っている。

第 2 章では, トレリス符号のブロック誤り確率を評価する効率的な一手法を提案する。本手法ではビタビ復号を行う場合の最ゆうパス上の状態が正しいか否かに着目する。まず状態が正しい確率と, 正しい状態の次の状態が正しい確率の評価をシミュレーションにより行う。そして, それらの値から簡単な計算で任意のブロック長についてのブロック誤りを確率を算出する。

状態数 2^4 , 2^5 , 2^6 , の 8 値 PSK Ungerboeck 符号について, ブロック誤り確率のシミュレーションの結果と今回の近似計算によって得られた値が非常に近いことを示した。

第 3 章では, 線形符号の復号法として, トレリスダイアグラムの性質を利用した新最ゆう復号アルゴリズムを提案し, その計算複雑度を評価した。

線形符号のセクション最簡トレリスダイアグラムは, セクション長がありま小さくないとき, 各セクションにおいて状態対間に並列辺が存在し, 多くの状態対について, 並列辺の枝ラベルの集合が等しいものがある。新復号手続きではこの性質を利用し, セクショントレリスダイアグラムの並行辺でのラベル集合の処理に再帰的に復号手続きを用いる。計算複雑度は加算と等価な演算の回数で評価を行う。提案した復号法の計算複雑度は, 再帰的なセクション分割の方法に依存する。動的計算法の手法を用いて計算複雑度を最小にする分割方法を計算する。いくつかの具体例について解析を行い, 適当なトレリスダイアグラムを用いることで計算複雑度が著しく軽減できることを示した。

第 4 章では, 本研究で得られた成果を総括し, 今後の課題を述べて結論としている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年, デジタル通信システムが広く用いられるようになってきている。ファイル転送, コマンドの転送や通信路の

制御のための情報などの通信では、信頼性が高く、高速な通信ができることが要求される。本論文は符号のトレリスダイアグラムの詳細構造を誤り確率の評価と最ゆう復号手続きにおいて利用したもので、その主な成果は次のとおりである。

(1)高速、高信頼性を実現するために、より厳密な誤り確率の評価がもとめられてきている。本論文では以下のような2ステップからなる、トレリス符号のブロック誤り確率を評価する手法を提案している。送信側の状態と、ビタビ復号を行う場合の最ゆうパス上の状態が一致するかどうかに着目し、ステップ1では状態の誤りの統計的な性質をシミュレーションにより求める。ステップ2ではシミュレーションで得られた結果からブロック誤り確率を評価する。種々のブロック長についてのブロック誤り確率を評価するには、従来はそれぞれのブロック長についてシミュレーションを行う他に良い方法が知られておらず、莫大な計算時間が必要となるため評価が現実的でない場合があった。本論文の手法ではステップ1で行うシミュレーションがブロック長に依存しないため、それぞれのブロック長について、ステップ2の簡単な計算を行うだけでよいという利点をもつ。

(2)軟判定最ゆう復号法を採用すれば、符号のもつ誤り訂正能力を最大限に利用できる。ところが、高速、高信頼性を実現する複雑な符号では、最ゆう復号の実現法として標準的なビタビ復号法では復号器を実現することは不可能であった。

一方、線形符号のセクショントレリスダイアグラムは規則的な構造を持つことが最近の研究で知られてきた。本論文ではセクショントレリスダイアグラムの規則性を徹底的に利用し、再帰的な新しい復号法を提案している。また、復号の複雑度を加算と比較の回数として、動的計画法により複雑度最小のセクション分割を効率的に求める方法を提案している。提案されている復号法は従来の手法と比較して著しく複雑度が低いことが示されている。

以上のように本論文は、効率の良い符号の誤り確率の評価法と最ゆう復号アルゴリズムを提案するとともに、符号のトレリスダイアグラムの詳細構造の有効利用について多くの示唆を与えており、符号理論の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士（工学）論文として価値あるものと認める。