

氏名	安田豊 やすだ ゆたか
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1643号
学位授与の日付	昭和59年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ヴィタビ復号による誤り訂正方式の研究

論文調査委員 (主査) 教授 木村磐根 教授 池上文夫 教授 矢島脩三

論文内容の要旨

通信において、近年種々の誤り訂正符号が研究されてきているが、この中でたみ込み符号化と組合せたヴィタビ復号は、多くの誤り訂正符号方式の中でも極めて高能率な符号化/復号方式としてよく知られている。しかし、その実用システムへの広範な適用に当っては、受信信号の軟判定復調時のしきい値と誤り率特性との関係が不明確であったり、復号器のハードウェアが複雑であり、データの速度に限界があるなどの問題点があった。本論文はこのような問題点を解決するために行われた研究をまとめたものであって、8章からなっている。

第1章は序論であって、この研究の背景、目的と、論文内容のあらましを述べている。

第2章は本研究の主テーマであるヴィタビ復号法の概要を述べている。すなわち、先ず代表的な誤り訂正符号の分類を行い、多くの訂正符号の中でのヴィタビ符号の位置付けを明確にした後、復号アルゴリズムの特徴、復号器の構成法およびヴィタビアルゴリズムの他の分野への広い適用が可能であることを述べ、その適用例を紹介している。

第3章は、軟判定ヴィタビ復号に関わる諸特性を具体的に明らかにすることを目的としたもので、先ず多値軟判定復調を行う通信チャンネルのモデル化を行い、そのモデルのもとで復号ビット誤り率の厳密な理論計算式を導いている。この計算式を用いて、軟判定レベル数およびしきい値と復号ビット誤り率との関係を示し、最適しきい値の選び方について論じている。また代表的たみ込み符号の復号ビット誤り率特性を計算し、符号の符号化率および拘束長と符号化利得の関係を定量的に明らかにしている。

第4章は、ヴィタビ復号の容易な高符号化率パンクチャド符号の構成とそのビット誤り率特性に関するものである。すなわち、Cainらによるパンクチャド符号の概念を一般化し、任意の符号化率のたみ込み符号を原符号として、より高い符号化率の符号を任意に構成するための一般化されたパンクチャド符号化/復号手順と符号器・復号器の基本構成を示し、パンクチャド符号化における最適なビット消去パターンの選択手順についても述べている。この手順に従って得られた代表的なパンクチャド符号の最適消去パターンを求め、軟判定復号時のビット誤り率特性および符号化利得について比較検討している。

第5章は、ヴィタビ復号装置の実現にあたって不可欠となる符号同期方式に関するもので、パンクチャド符号を含めたヴィタビ復号の符号同期方式とその特性について基本的な検討を行い、各種同期方式の評価を行った結果を述べている。

第6章は、本研究により開発された符号化率可変軟判定ヴィタビ復号装置の構成概要と、それにより実験可能なパンクチャド符号の諸特性について述べたものである。すなわち、先ず開発装置の基本構成と主要機能について述べ、装置各部の構成および動作について述べている。次に拘束長7の1/2符号と、それから導かれる種々のパンクチャド符号の復号時の必要打ち切りパス長、ビット誤り率特性、復号後のバースト誤りの性質等の諸特性について、開発装置を用いたハードウェア実験と理論検討の両面から明らかにした結果を述べ、また開発装置で実験可能なその他の諸特性についても検討した結果を述べている。

第7章では、ヴィタビ復号の実用通信システムへの具体的適用法およびパンクチャド符号化概念の積極的利用法について論じたもので、先ず代表的な誤り訂正符号の通信システムへの適用例について述べ、各符号の符号化利得およびハードウェア規模の比較を行っている。最後に本研究の主テーマであるパンクチャド符号化概念の積極的利用法について考察し、パンクチャド符号が通信システムの設計に柔軟性をもたせる上で極めて有用であることを結論している。

第8章は本論文の結論であり、本研究によって得られた主要な結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

近年、通信システムのデジタル化に伴い、誤り訂正符号の適用分野は急速に拡大し、また IC や LSI の技術の進歩により、これまで装置化が困難とされてきた多くの誤り訂正符号の符号器・復号器の実現が容易となってきつつある。一方たたみ込み符号化と組合せたヴィタビ復号は極めて高能率な符号化/復号方式であるため、電力制限のきびしい衛星通信システム等では特に威力を発揮するものと期待されている。本研究はこの方式を実用化するに当たって制約となっていた種々の問題点を解決するために行われたもので、得られた主な成果は下記の通りである。

1. 軟判定ヴィタビ復号時のビット誤り率の厳密な理論計算式を導出し、それを用いて各種符号のビット誤り率特性を計算することにより、ビット誤り率を最小とするための軟判定しきい値の選び方、符号の符号化率および拘束長と符号化利得の関係などを明らかにした。
2. ヴィタビ復号の容易なパンクチャド符号化概念に基づく高符号化率符号の一般的構成法を示し、種々のパンクチャド符号の最適構成法とその特性を明らかにした。
3. 符号化率が7/8あるいはそれ以上の高符号化率符号を構成しても、かなり高い符号化利得を得ることができることを明らかにし、パンクチャド符号化を行えば、ヴィタビ復号に用いる符号の符号化率に対するハードウェア構成上の制限の問題が解決できることを示した。
4. ヴィタビ復号装置の実現に当たって符号の同期は不可欠なものであるが、パンクチャド符号を含めたヴィタビ復号の符号同期方法として、5種の同期情報を比較検討した結果、パスメトリックの最大値と最小値の差に着目して判定する方法と、受信データ系列と復号データ再符号化系列との相関に着目する方法が、ハードウェア実現の容易さからも優れていることを見出した。

5. パンクチャド符号化概念に基づいて、1台の装置で符号化率が $1/2$ から $16/17$ の範囲で自由に選択できる符号化率可変軟判定ヴィタビ復号装置を開発し、これが実用上も極めて有用な特性をもつことが明らかにされた。

6. ヴィタビ復号法を実用通信システムに適用する場合に考慮すべき要因を検討し、パンクチャド符号化概念を応用することにより、通信システム全体の設計に柔軟性をもたせることができることを示した。

以上要するに本論文は、衛星によるデジタル通信システムに今後有用となる高い符号化利得を有するたため込み符号化/ヴィタビ復号方式について、その実用化のための諸問題に解決を与えたものであって、学術上實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和58年11月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果合格と認めた。