

Title	情報抽出および組織符号に関する研究
Author(s)	嵩, 忠雄
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28530
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 3 】

氏名・(本籍)	嵩	忠	雄				
	かさみ	ただ	を				
学位の種類	工	学	博	士			
学位記番号	第	414	号				
学位授与の日付	昭	和	38	年	3	月	25
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻						
	学位規則第5条第1項該当						
学位論文題目	情報抽出および組織符号に関する研究						
論文審査委員	(主査)						
	教授	尾崎	弘				
	(副査)						
	教授	熊谷	三郎	教授	青柳	健次	教授
	教授	加藤	金正	教授	板倉	清保	教授
	教授	喜田村	善一	教授	宮脇	一男	教授
	教授	藤沢	和男	教授	笠原	芳郎	教授
				教授	牧本	利夫	教授
				教授	城	憲三	教授

論文の内容要旨

緒論および各篇第1章では研究の現状，その工学上の意義，本研究の新しい諸成果について概説している。第2篇第2章では有限時間観測による波形推測の一理論が示されている。その特色は観測～推測装置の具体的経済的な実現との関連を中心として考察されていることである。物理的，経済的に実現できる作用素は多くの場合，有限次元の、である。逆に有限次元的作用素はその次元数に等しい数の時間的に不変な線形ろ波器と関数発生器により実現できる。系の複雑さを示す第一の因子は当然その次元数であるから，第1次近似として費用を系の次元数だけに依存すると仮定している。信号波形の1次と2次の統計量を既知とし，損失関数として2乗平均誤差の時間積分をとったときの最適な線形作用素が求められている。とくに雑音が相加的な白い雑音で，有理関数をスペクトルとしてもつ信号源の場合，最適解は比較的容易に陽に求まり，ろ波器の構成も容易である。またここに得られた線形推測作用素は適当な解釈のもとに，ミニマックス的な解であることも示されている。これは一般に，いままでの信号推測の線形理論を統計的決定理論の立場からとりあげ，そのミニマックス的な解としての本質をあきらかにしたものである。

第2篇第2，3章では位相幾何学の手法の組織符号構成への新しい導入について述べられている。とくに最短距離5の準完全な組織符号の構成を中心として，接続理論 (graph theory) による構成法が示されている。直観的な見通しがきくので，ある程度複雑な問題でも手計算で処理でき，また対称性の著しい符号が比較的容易に求められ，機構の簡略化に有理である。新しい符号を含んだ準完全符号の構成例が示されている。第2篇4～6章は最近もっとも注目されている巡回符号および擬巡回符号が主題となっている。巡回符号はまず独立な誤り訂正に関して，Prangeにより導入され，さらにそれぞれ若干違った立場から，Petersonと筆者により独立に巡回符号と擬巡回符号の代数的特質が解明された。第4章では相互に相関のある誤りにおいても，誤りの桁の相対的位置関係の等しい誤り (同一の誤りのパターンに属すると呼ぶ) の生起確率がほぼ等しいことに着目し，個々の誤りではなく，まとめて誤りのパターンを直接

対象にできる符号系として、巡回符号、擬巡回符号を導入し、その基本的性質をあきらかにし、従来シフトレジスタ系列を利用した符号として個々に得られていた符号をその本質的な点で統一し、同時に符号化法、複号化法のシフトレジスタによる実現の基礎を示した。また巡回符号に属する一群の符号として、一つの誤りが訂正可能ならば、同時に同じパターンに属する誤りも訂正可能となる符号の必要十分条件を求めた。いままで存在することがわかっている完全な組織符号またはそれに等価な符号はすべてこの型に属している。その応用例として、Golay Prange符号の完全性のより簡単な証明および2つの準完全符号例が示されている。またバースト長3の密集した誤り訂正符号の一構成法が示されている。

第5章の前半では、巡回符号の誤りのパターンを訂正する能力の判定条件について、新しい諸結果が示されている。符号の特性多項式を素因子分解したときの各因子を法とする整式整域の既約剰余類群の構造に基づいて、与えられたパターンの組が同時に訂正可能であるための必要十分条件を表わした。とくに密集した誤り訂正（2重の密集した誤り検出）符号の場合に、上記の条件を満たすかどうかを判定する具体的に能率的な計算法を示した。これらによって望ましい特性多項式の選択についてかなりの見通しが得られた。とくに最小冗長度をもついわゆる“完全な”密集した誤り訂正符号の特性多項式が満たすべきいくつかの条件を示し、これにもとづき長さ1022以下の完全な符号を完全に決定した。さらにこれらの結果を利用して、バースト長 $S = 3 \sim 6$ 、検査点の桁数 $m \leq 14$ の範囲の S 、 m に対して最大の符号長 m をもつ最適巡回符号を組織的に探した結果およびその探索法を示した。

第6章ではバースト長 S 以内の密集した誤りを訂正できる（したがって2箇所までの長さ S 以内の密集した誤りを検出できる）最適な擬巡回符号を求める一つの方法を示している。いままでの方法ではぼう大な手数を要し、ごく小さいパラメータの小数例を除いて最適性の保障のある擬巡回符号は知られていなかった。ここで述べられている方法はかなり能率的であり、また計算機にかけるのに極めて適している。この方法をNEAC-2203, IBM-7090にプログラムして $S = 2 \sim 10$ の範囲の S に対して、それぞれいくつかの m について、最適擬巡回符号を求めた結果が示されている。またより大きな S については能率のよい符号例をいくつか示した。これらの大部分はいままでに知られていた符号より、いちじるしく能率的である。擬巡回符号の機構化の複雑さを規定する第一の因子は m であり、 m が理論的最小値 $2S$ に近い値で能率のよい符号が存在するかどうかの問題となっているが、それに対する一つの解答が得られたといえよう。

論文の審査結果の要旨

本論文は情報処理における二つの基本的な問題である、雑音に埋もれた信号の抽出と組織符号に関する研究をまとめたものであって、緒論、第1編3章、第2編7章よりなっている。

緒論および各編第1章には、本研究分野における従来の研究、その工学上の意義と本研究の新しい諸結果を概説している。

第1編第2章には有限時間観測による信号波形推測の一理論が述べられている。その新しい点は、最適化の目標として装置の費用という点も考慮していることである。すなわち、信号波形ならびに観測波形の平均値と相関関数を既知とし、損失関数として2乗平均誤差の時間積分をとり、費用は系の次元数に依存

するとしたときの解を求める方法を論じている。この方法によれば、雑音が相加的な白色で、信号のスペクトルが有理関数の場合、最適解が容易に求まり、実現に必要な濾波器も作りやすいものとなる。得られた線形解は適当な前提の下にミニマックス的な解であることも示されている。これは換言すると、従来の信号推測における線形解は適当な前提の下に求めたミニマックス的な解に外ならないことを明らかにしたといえることができる。

第1編第3章は、第1編の主な結果を要約したものである。

第2編第2章には、位相幾何学的方法を組織符号構成の問題に導入し、符号構成の新しい方法を示している。とくに最短距離5の準完全な組織符号の構成の問題を取上げて、その構成法を論じている。この方法は、グラフをモデルとして用いることができ、直観がきき、複雑な問題の取り扱いも容易にし、対称性の著しい符号が求めやすく、機構の簡単化にも有利である。

第2編第3章には第2章に用いた諸定理の証明が述べられている。

第2編第4章には巡回符号ならびに擬巡回符号の代数的性質を明らかにしたものであって、シフトレジスタ系列を利用した符号として種々用いられている符号を統一的に論じ、シフトレジスタによる符号化、複号化の基礎を確立したものである。巡回符号、擬巡回符号の代数的性質は本論文の著者嵩と Peterson によって独立に明らかにされたものであって、その立場は異なっているが、結果は一致している。

第2編第5章には、与えられたパターンの組が同時に訂正可能であるための判定の容易な必要、十分条件を求めている。とくに上の条件を利用して、密集した誤訂正符号の場合に望ましい特性多項式の選択について目安が得られた。これによって長さ1022以下の完全な符号のすべてを決定している。さらにその結果を利用してバースト長 $S=3\sim 6$ 、検査点の桁数 $m\leq 14$ の範囲の S 、 m に対して最大の符号長 n をもつ最適巡回符号の組織的な探索法および結果を示している。

第2編第6章では密集した誤を訂正できる最適擬巡回符号を求める一方法を示している。この方法は能率がよく、かつ計算機を利用するのに極めて適しており、実際にNEAC-2203, IBM7090にプログラムしてバースト長 $2\sim 10$ の範囲に対して、若干の m について最適擬巡回符号を求め、さらに大きなバースト長のものについて高能率符号の例をも示している。これは、擬巡回符号の機構化の複雑さを規定する第一の因子は m であり、 m が理論的最小値 2 に近い値で能率のよい符号が存在するかどうかの問題となっているが、これに対する一つの解答を与えるものであるといえる。

第7章は第2編の各章に得られた諸結果を要約したものである。

以上述べたように本研究は第1編において、雑音に埋もれた信号を有限時間観測によって推測する問題において、物理的、経済的に実現しうる有限次元の線形作用素のわく内で一つの最適解を導いている。これは、たとえば適応制御における系の特性曲線の観測問題などに極めて有利である。また第2編では、新たに位相幾何学的手法を導入して機構化に有利な符号を数例構成し、巡回符号と擬巡回符号の基本的性質を明らかにし、新しい有望な一群の符号の存在することを示していて、これらはほとんどすべて新しい符号であり、実用上意味をもつ程度に大きいパラメーターに対する高能率符号探索の方向に大きく一步前進せしめたものである。

従って本研究は通信工学、電子工学の発展に寄与するところ誠に大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。