

Title	2元線形符号の重み分布, 誤り見逃し, 検出確率に関する研究
Author(s)	藤原, 融
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35176
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ふじ 藤	わら 原	とおる 融
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	7 2 9 7	号
学位授与の日付	昭和 61 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	2 元線形符号の重み分布, 誤り見逃し, 検出確率に関する研究 (主査)		
論文審査委員	教授 嵩 忠雄 教授 藤澤 俊男 教授 高島 堅助 教授 鳥居 宏次 教授 豊田 順一 教授 都倉 信樹		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、2 元線形符号の重み分布、誤り見逃し、検出確率に関する研究を 3 編にまとめたものである。

第 1 編では、短縮巡回ハミング符号について述べる。まず、その双対符号の重み分布の計算方法を検討し、計算時間の短縮を図った。次に、CCITT X 25, ANSI, IEEE 802.3 の規格に定められた符号の双対符号の重み分布を計算した。これを用いて、もとの符号の重み分布やこれらの符号を 2 元対称通信路において誤り検出に用いたときの誤り見逃し確率、誤り検出確率を計算した。その結果、これらの符号（とくに、ANSI や CCITT の符号）をかなり短い符号長で用いると、ビット誤り率によっては誤り見逃し確率が 2^{-r} (r は検査点数) を上回ることを示した。

第 2 編では、2 元線形符号の重み分布の 2 項分布近似について述べる。最小重みの下界と双対符号の重み分布幅の上界が知られている 2 元線形符号に対して、線形計画の手法を用いて、近似の相対誤差の上界の計算法、及び上界式を示した。2 元線形符号のなかでも非常に重要な符号のクラスである 2 元原始 BCH 符号に対して、この上界式を適用した。このクラスについては、Sidel'nikov によって示された上界式があるが、本論文で示した上界式は、それに比べて、通常用いられる符号長にも適用でき、かつ、上界の値が非常に小さいなど、非常にすぐれた上界式である。また、このクラスに限定した場合に、双対符号の重み分布に関する知識を用いて、さらによい上界の計算法を示した。そして、これまで重み分布が知られていなかった 4 重、5 重誤り訂正可能 2 元原始 BCH 符号の各種の符号長に対して近似の相対誤差の上界を計算し、符号長がかなり短く、かつ重みの小さい一部の場合を除いて、上界が非常に小さいことを示した。

第3編では、外部符号で誤り検出だけを行なう縦接符号化方式について述べる。この方式の一例としては、NASAのテレコマンドシステム用に提案、採用されたものがある。重み分布を求めることにより、2元対称通信路における誤り見逃し確率、再送確率（誤り検出確率）の正確な値を計算することは、NASAの例などについては、計算時間がかかりすぎて実際上不可能である。また、これらの例の信頼性が非常に高いこと、すなわち、ビット誤り率が非常に大きな場合（例えば、 $1/100$ ）でも、誤り見逃し確率が十分小さいことを、近似計算で保証することは困難である。本論文では、誤り見逃し確率、再送確率を正確かつ効率よく計算する方法を示した。そして、NASAの例を含むいくつかの具体例について、これらの確率を計算した。その結果、これらの例の信頼性は、非常に高いことを示した。この結果は、NASAの例の採用理由の1つになっている。

論文の審査結果の要旨

2元線形符号を2元対称通信路で用いたとき、誤りを見逃す確率と誤りを検出する確率を評価することは、実用上重要な問題である。最近、ビット誤り率が比較的大きい場合の符号の性能評価が問題となっているが、その正確な評価のためには、符号の重み構造を解明しなければならない。しかし、実用的な大きさのパラメータをもつ符号の重み構造を知るためには、一般に膨大な計算を必要とする。本論文では、2元線形符号の重み分布、誤り見逃し確率、誤り検出確率の正確な値や近似のよい上界値の効率的計算法、及び実用上重要ないくつかの符号についての計算結果が述べられている。第1編では、まず、短縮ハミング符号の重み分布の計算時間を短縮する方法が示され、次に、IEEE 802.3の規格などに定められた符号について、その重み分布や2元対称通信路における誤り見逃し確率、誤り検出確率の正確な値が示されている。この結果は、また符号長の短縮が符号の信頼性にかなり影響することを示している。第2編では、2元線形符号の重み分布を2項分布で近似したときの近似の相対誤差の上界式が導出され、特に、2元原始BCH符号に適用して得られた上界式は、従来知られていた上界式に比べて、実用的な符号長、設計距離にも適用でき、かつその値も一般に極めて小さく、興味ある結果である。第3編では、内部符号で誤り検出・訂正を行い、外部符号で誤り検出のみを行う縦接符号化方式を2元対称通信路で用いたときの誤り見逃し確率、誤り検出確率の正確な値を効率よく計算する方法が示されている。従来知られていた計算法は、計算量のオーダーが大きいため実用的なパラメータに対して適用できなかった。また、ビット誤り率が比較的大きい場合でも誤り見逃し確率が十分小さいことが実用上要求されていたが、これを保証できるような誤り見逃し確率の上界の計算法も知られていなかった。本論文で示されたいくつかの縦接符号に対する計算結果は、これらの符号がビット誤り率が大きい状況でも信頼性が十分高いことを保証した。特にそのうちの一つの符号がNASAのテレコマンドシステムに採用されることとなった。これらの結果は、符号理論とその応用に関する重要な貢献であり、学位論文として価値あるものと認める。