

Title	リードマラー符号の重み分布式及び最適な修正ハミング符号に関する研究
Author(s)	山村, 三朗
Citation	大阪大学, 1975, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/859
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	山 村 三 郎
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 3 3 8 0 号
学位授与の日付	昭 和 5 0 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	リードマラー符号の重み分布式及び最適な修正ハミング 符号に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 嵩 忠雄 (副査) 教 授 田中 幸吉 教 授 藤沢 俊男 教 授 木沢 誠

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は符号理論における2つの問題を2編にまとめたものである。

第1編では、リードマラー符号 (RM符号と略す) の重み $2.5d$ 未満 (d は最小重み) の重み分布式の導出に関するものである。ここでの結果は、既知の重み分布式の拡張であり、符号の重み分布は正確な復号の誤り確率を与える。

m 変数で r 次以下の $GF(2)$ 上の多項式の集合を Pr とする。RM符号の定義から、符号長 2^m 次数 r のRM符号の各符号語は Pr の各多項式に1対1に対応しており、符号の重みに対応して、多項式の重みも定義できる。多項式 f, g が m 変数の可逆アフィン変換可能であるとき、 f と g はアフィン等価であるという。この等価性を使い、 Pr はアフィン同値類に分割できる。各同値類に対し、最少個の変数をもつ多項式の一つを代表多項式にする。多項式の重みが $2^{m-r+1} + 2^{m-r-1}$ 未満の多項式は構造が比較的簡単である。重み $2d$ 以上 $2.5d$ 未満で、一次式で割り切れることなく、かつ真に9変数以上 (一部の重みについては8変数以下も含む) の互いにアフィン等価でない代表多項式がすべて示されている。

これらの各代表多項式について、これとアフィン等価である多項式を手計算および機械計算により数え上げ、これと既知の諸結果により、符号長256で次数3および4次のすべての重み分布を求めるとともに、任意の次数で、重み $2d$ 以上 $2.5d$ 未満のRM符号の重み分布式を導出している。

第2編では、最適な修正ハミング符号の探索に関する問題が述べられている。

修正ハミング符号 (MH符号と略す) は、拡大ハミング符号の適当なベクトル成分を必要なだけ除去して得られ、受信した符号語を誤って復号する確率は主に最小重みをもつ符号語数に依存する。

MH符号の最小重みは4で、重み4の符号語数 N_4 が最小のものを最適なMH符号とする。本論文は、与えられた情報点数をもつMH符号のクラスに対し、最適なMH符号を組織的に能率良く探索する方法を考察している。

長さ 2^m のベクトルの成分位置は、 $GF(2)$ の上の m 次元ベクトル空間 V_m の各ベクトルに1対1に対応する。拡大ハミング符号は V_m 中の可逆アフィン変換で不変であり、これより、MH符号の重み分布もその除去された成分位置に対する可逆アフィン変換で不変である。この性質を利用して、調べるべき成分位置の場合の数を大きく減少させることができる。

さらに、与えられたMH符号から N_4 を求める場合に、その双対符号の重み分布を求めておき、その後MacWilliamsの恒等式から元の重み分布を求めることにより能率を上げることができる。この方法により、(符号長22, 情報点数16), (55, 48)については最適なMH符号を、(18, 12) (39, 32), (43, 36), (72, 64)についてはすぐれた符号を計算機を使い見出し出している。またいくつかの構成法によるMH符号との比較を行っている。

論文の審査結果の要旨

符号の重み構造は、符号に関するもっとも重要な性質であるが、それを解明することは一般に容易ではない。本論文は第1編において、重要な符号クラスであるリードマラー符号に関して、いままで未解決であった最小重みの2倍から2.5倍までの重み範囲について、そのような重みをもつ符号ベクトルを完全に特性づけ、重み分布公式を導出している。これらの公式と既知の結果を利用して、長さ256の3次および4次のリードマラー符号の完全な重み分布の導出に成功している。

第2編では、計算機の記憶装置などにおいて利用されている修正ハミング符号について、誤って復号する確率が最小である最適符号を求める方法を示している。この方法はいままでの方法に比して、能率が格段によく、実際にこの方法をプログラム化して、いくつかの最適符号およびすぐれた符号を求めている。これらの結果は符号理論に新しい重要な知見を加えたもので高く評価される。