

入学年度 平成 11 年度

学籍番号 11117909

氏名 上原 和仁

論文題目 高誤り率環境下における高次元パリティ符号の誤訂正抑制に関する研究

中野研究室

## 1 はじめに

高次元パリティ符号は、誤り率が  $10^{-1} \sim 10^{-2}$  という劣悪な環境においても良好な訂正能力を有していることが知られている。しかし、高次元パリティ符号においても訂正処理の完了後、実際には潜在的に誤りが含まれている場合がある。

本研究では、このような誤訂正を極力抑制することで、訂正能力を向上させることを目的としている。そのための手法を提案し、誤訂正の抑制に関する検証を行う。

## 2 高次元パリティ符号

水平-垂直パリティ符号に相当する 2 次元パリティ符号をもとに、順次次元拡張することによって、高次元パリティ符号を段階的に構成することができる。符号長  $m^2$  の 2 次元パリティ符号を正方形配列した時の一辺のビット数を「サイズ」と呼び、 $m$  で表す。また、次元を  $n$  で表し、サイズ  $a$  の  $n$  次元パリティ符号を  $nDm_a$  で表す。

一般に、符号長  $m^n$  の  $n$  次元パリティ符号は、符号長  $m^{n-1}$  の  $n-1$  次元パリティ符号を次元拡張したものである。具体的には、 $n-1$  次元パリティ符号が持つ検査線方向  $r_0, r_1, \dots, r_{n-2}$  に、 $r_{n-1}$  という新たな方向の検査線を追加し、この方向に  $n-1$  次元パリティ符号を計  $m$  枚接続することで構成される。 $n$  次元の構造体内の各ビットは独自の方式により、一次元に展開され伝送されるので、受信時のバースト誤りは符号内で分散される。

## 3 適応閾値判定法

本研究で採用した復号法の適応閾値判定法について説明する。 $n$  次元パリティ符号の各ビットは、 $r_0, r_1, \dots, r_{n-1}$  方向の、計  $n$  本の検査線によって偶数パリティチェックされている。このパリティチェックでは、検査線上に奇数個の誤りが存在するときに誤りが検出される。これによって、誤っているビットは、それを貫く大半のパリティ検査線で誤り検出されると考えられる。

適応閾値判定法では、各ビットについて、それを貫く検査線のうち何本が誤り検出しているかを数値化し、その数値が最大のビットを反転することで訂正を行うものである。なお、反転を行う最大回数は、あらかじめ決定しておく。

## 4 誤り訂正可能と誤訂正

適応閾値判定法は、全てのパリティ検査線でパリティエラーを検出しなくなった時点で訂正完了となる。しかし、符号内に潜在的に誤りが存在する場合、すなわち、訂正処理によって誤訂正を引き起こすことがある。

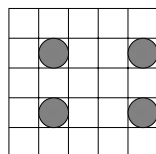


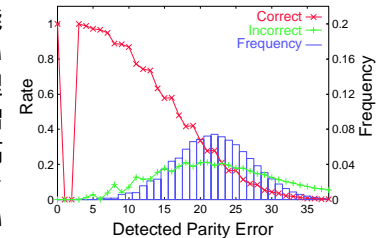
図 1: 2Dm5 符号の誤訂正の例 (丸印が誤り)

これは、パリティチェックでは偶数個の誤りは検出できないという性質から起こる現象である。そこで本研究では、まず受信語のパリティエラー数を計測し、その値をもとに誤訂正を抑制する手法を提案する。

## 5 閾値の決定

閾値を決定するためいくつかの誤り率に対して訂正シミュレーションを行い、パリティエラー数の出現割合と訂正可能率、誤訂正率の関係をグラフに示す。

グラフにおいて、誤訂正率 (Incorrect) が訂正可能率 (Correct) を上回っている領域では、誤り訂正処理をによって、逆に誤りを増大させてしまう可能性が高い。従って、この領域においては訂正処理を行わないことで誤訂正を抑制することが可能となる。ただし、図 2: 3Dm5 符号において、誤同時に正しく訂正できるも



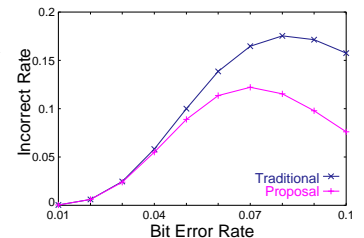
り率 0.8 の場合の訂正可能率の抑制されてしまう。そのため、誤訂正率と訂正可能率のグラフが交差する点を閾値として採用することが最も妥当であると考えられる。表 1 は、実験によって得られた 3 次元パリティ符号の閾値である。

表 1: 3 次元パリティ符号における閾値

符号	3Dm3	3Dm4	3Dm5	3Dm6
閾値	13	22	23	32

## 6 提案法の検証

提案法のように、閾値を設定して訂正処理を行った場合と、従来法のように全ての符号に対して訂正処理を行った場合について、誤訂正率の比較を行った。各誤り率について調査したところ、訂正前の誤り率が 0.1



のときは提案法を用いることにより、誤訂正率を約 1/2 に抑えることができた。つまり、提案法によって誤訂正の抑制に効果があったと言える。これに加え、検査線方向別のパリティエラー数についても調査をし、閾値による判定に加えてその値も考慮することでより精度の高い誤訂正の予測が期待できる。

## 7 まとめ

本論文では、パリティエラー数に閾値を設けて誤訂正を抑制する手法を提案し、表 1 に示した閾値の設定と、その閾値に対する検証を行った。その結果、誤訂正の抑制という点で、十分な効果があることが分かった。ただし、本提案法では、正しく訂正できるはずの符号まで誤訂正と予測してしまうことがあるため、今後、方向別のパリティエラー数など、他の指標も検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] 虎沢 浩章, “高次元トラスパリティ符号の復号法と性能評価に関する研究”, 修士論文, 2001