

# RS 符号におけるリスト復号の 性能評価に関する研究

平良文紀レンソー 和田知久  
(所属 琉球大学大学院理工学研究科 情報工学専攻)

## 1 はじめに

近年、デジタル通信やデジタル記録装置など、様々なシステムにおいてデジタル化が進んでいる。デジタルシステムの信頼性を向上させる技術として誤り制御符号化技術(誤り訂正符号化技術)がある。地上波デジタル放送の開始にともない、通信システムの更なる信頼性の向上が求められる今、誤り制御復号技術の発展はとても重要な課題である。

本研究では、誤り訂正符号の一つとして、社会の様々な場面で多用されているリードソロモン符号を取り上げ、その復号アルゴリズムを検証する事により、リードソロモン符号の性能向上を目的とする。そこで、今注目を浴びている、より高性能なエラー訂正方式としてリスト復号を研究テーマとし、従来の復号方法との性能評価を行った。

## 2 リードソロモン符号

リードソロモン符号は、連続して発生する誤り(バースト誤り)を訂正する事が可能な符号方式である。ガロア体理論をベースとしており、各シンボルはガロア体で構成される。ガロア体により  $r$  ビットのデータ系列を 1 シンボルの元に対応させる事ができ、これにより、ワード単位で訂正を行う事が可能となる。

## 3 リスト復号

最小距離の半分までの誤りが訂正可能な限界距離復号法である、Berlekamp-Massey 法や、Peterson 法は、リードソロモン符号の復号方法として良く知られている。しかし、これらの方法はその性質上、復号見逃し率が大い。

そこで、新しい復号方法として Sudan によるリスト復号が提案された。これは受信語から任意の半径  $t$  のハミング球内に含まれる、全ての符号語を求める限界距離復号法であり、低符号化率の場合、誤り訂正限界  $t$  より  $t$  を大きくする事ができる。つまり最小距離の半分を越える誤り訂正を可能にするアルゴリズムとして注目を浴びている。

## 4 シミュレーション

本研究では、オープンソースソフトウェアの GAP を利用し、リスト復号の性能評価を行う。

### 4.1 GAP

GAP(Groups, Algorithms, and Programming) は整数論や群論における計算を支援するための数式処理システムである。Pascal 言語に似たプログラミング言語で、多くの関数や有限群のデータを持っている。

- GAP Version 4.4.9
- Packages GUAVA Version 2.8

### 4.2 評価実験

リスト復号の性能評価を行うために、他の二つのアルゴリズムを比較対象として用いた。使用する 3 つのアルゴリズムを以下に示す。

- List-Decoding Algorithm
- Nearest-Neighbor-Decoding Algorithm
- Conventional Decoding Algorithm

アルゴリズムの訂正能力を比較するために、以下の 2 つのパターンのエラーを想定し、それぞれのアルゴリズムを用いて復号シミュレーションを行った。

### Case1 エラーを全てゼロで定義した場合

受信符号のシンボルに何らかのエラーが発生した場合を仮定し、その信頼性のないシンボルを全てゼロで置き換えた場合の訂正能力を評価する。

### Case2 エラービット列を"0"と"1"で定義した場合

送信符号にランダムなノイズが加わった事によりエラーが発生した場合を仮定し、訂正能力を評価する。

本実験では、符号長を 15 シンボルとしている。

## 5 実験結果

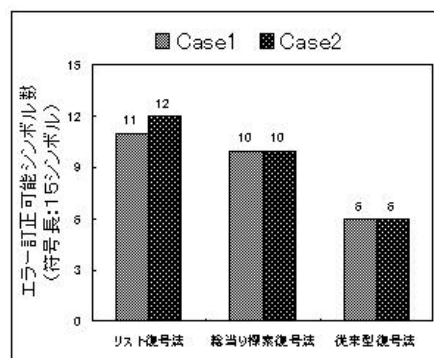


図 1: Simulation Result

## 6 まとめ

本研究では復号アルゴリズムの性能評価を行うために、従来方式の限界距離復号法、総当たり探索法、リスト復号法を取り上げ、比較検討をおこなった。従来アルゴリズムは処理速度の面で有用性があったが、理論値通り、最小距離の半分以下のエラー訂正しか行えなかった。総当たり探索法はエラー訂正率の向上は見られたが、リスト復号に比べて 10 倍以上の処理時間が必要であった。リスト復号は他の二つのアルゴリズムと比べても、最もエラー訂正能力が優れており、実用化の可能性が見られた。

### 謝辞

本研究の遂行に当たり、終始懇切なる御指導と御教授を賜りました和田知久教授に心より深く感謝いたします。

### 参考文献

- [1] イエルン コステン・トム ホーホルト 著, 阪田省二郎/栗原正純/松井一/藤沢匡哉 訳, "誤り訂正符号入門 A Course In Error Correcting Codes", 森北出版株式会社, 2005.
- [2] 江藤良純/金子敏信 監修, "誤り訂正符号とその応用", オーム社出版局, 1996.
- [3] 西村芳一 著, "デジタル・エラー訂正技術入門 無線データ通信における", CQ 出版社, 2004.
- [4] Midn Clifton Lennon, "List-Decoding of Generalized Reed-Solomon Codes Using Sudan's Algorithm", 2005.