

線形符号の復号性能評価ツール

セキュリティ情報学 山口研究室 研究紹介

研究概要

誤り訂正符号を利用する上でより効率的な誤り訂正・誤り制御法が必要とされており、そのためには用いる符号の復号特性の解析が重要な課題となっている。

本研究では、 q 元線形符号について受信語の信頼度情報を用いた場合の復号特性を評価するシステムを技術計算ソフト Mathematica を用いて実装し、最適な復号領域の設定や消失を含めた場合の復号特性を調査することを目標としている。

硬判定と軟判定

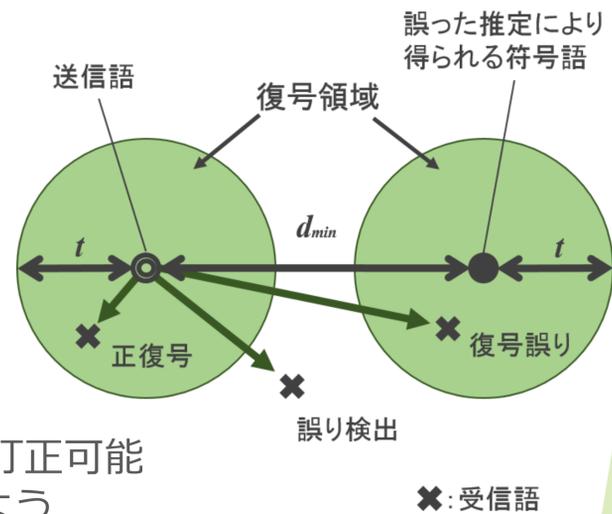
受信語のシンボル(記号)は、通信路において雑音の影響や信号の減衰によって元の送信語のシンボルからずれた値を取る。例えば2値 0, 1 を扱う場合、ずれた値を 0, 1 のいずれかに確定させ復号を行う方式を硬判定方式、0 と 1 の中間的な値を信頼度情報として利用し、復号を行う方式を軟判定方式という。

一般的に軟判定方式では復号に利用できる情報が多いため、硬判定方式に比べ復号特性が良くなる場合が多いが、一方で処理の複雑さにより計算時間は長くなる傾向にある。

硬判定方式の復号領域

受信語の n 次元ベクトル空間を受信空間といい、その中では各符号語のまわりには復号領域と呼ばれる領域が存在する。

受信語が送信語に対応する領域に入り正しく推定できる場合を正復号、送信語からとは異なる符号語の領域に入り誤った推定が行われる場合を復号誤り、どの符号語の復号領域にも属さない領域に入り、送信語を推定することができない場合を誤り検出という。



d_{min} は符号語間のハミング距離の最小値で、 t 個までの誤りを訂正可能な限界距離復号を行う場合、各符号語の復号領域が重複しないよう $2t + 1 \leq d_{min}$ とする必要がある。

軟判定方式の復号領域

川島らの研究： 硬判定方式の計算法を受信語の信頼度情報を利用した軟判定方式に拡張

信頼度情報・・・受信語の各シンボルについてその確からしさを表したものの確からしさは非負整数で R 段階

t 個までのシンボル誤りを許す硬判定復号を行った場合の復号領域を信頼度情報を用いて表すと

$$\begin{aligned} n(0[1]) + n(0[2]) + \dots + n(0[R]) &= N - t \\ n(a[1]) + n(a[2]) + \dots + n(a[R]) &= t \end{aligned}$$

$X(r)$: 受信シンボルで X で信頼度が r のもの ($1 \leq r \leq R$)
 $n(X[r])$: 受信語中のシンボル X のうち信頼度が r のものの数
 N : 符号長 a : 誤りシンボル

となり、硬判定方式に比べ復号領域をより細かく設定可能になる。



正復号率、復号誤り率、誤り検出率を実用に即して設定することができ、実際の復号では単純な硬判定復号器に付加的な軟判定回路を加えるだけで実現できる。