

簡易型衛星中継器における制御信号の誤り制御について

An error control scheme for the control signal onboard the simplified satellite repeater

齋木 俊輔^{*1} 桑村 秀嗣^{*1} 小川 明^{*1} 山里 敬也^{*2}
Shunsuke Saiki Hidetsugu Kuwamura Akira Ogawa Takaya Yamazato

^{*1} 名城大学
Meijo University

^{*2} 名古屋大学
Nagoya University

1. はじめに

高速パケット信号を中継する簡易型衛星中継器において、ルーティングの際の制御信号に対する誤り制御方式として二次元パリティチェック符号化とその繰り返し復号を考える。また、計算機シミュレーションによってその特性について評価する。

2. 二次元パリティチェック符号

二次元パリティチェック符号は、 4×4 の偶数パリティを使用した。つまり情報部分が 9bit で、符号化率 $9/16$ となる。

3. 繰り返し復号

まず、受信系列の対数尤度比を求める。0 と 1 の発生確率を等しいとすると、

$$L(r) = \frac{2}{\sigma^2} r$$

ただし、 r は受信系列である。

次に、行方向の対数尤度比を求める。ここで、列方向の対数尤度比の初期値は全て 0 とする。行方向の対数尤度比は、以下の式より求められる。なお $\text{sgn}(x)$ は、 x の符号 (+) を返す関数である。

$$L_{eh}(d_i) = \text{sgn}(L(d_j)) \cdot \text{sgn}(L(p_{ij})) \cdot \min(|L(d_j)|, |L(p_{ij})|)$$

これを用いて、今度は列方向の対数尤度比を求める。

$$L_{ev}(d_j) = \text{sgn}(L(d_i)) \cdot \text{sgn}(L(p_{ij})) \cdot \min(|L(d_i)|, |L(p_{ij})|)$$

以上で一回の処理が終わる。これらを繰り返すことで、復号の確からしさ、すなわち対数尤度比を高めていく。

データの判定は、

$$L(d) = L(r) + L_{eh}(d) + L_{ev}(d)$$

で得られる値を硬判定する。

4. シミュレーションの概要

4.1 繰り返し回数を変えた場合のシミュレーション

まず、ランダムな情報ビット系列を生成する。その系列をパリティチェック符号化し、BPSK 変調する。

ガウス雑音を付加し、それを繰り返し回数 1 回、3 回、6 回、9 回の 4 パターンで復号する。最後に BER を算出する。

4.2 繰り返し部分を変えた場合の比較

4.1 と同様に情報生成から雑音付加までを行う。

復号の際は、情報ビットのみ繰り返す場合と、パリティビットも含めて繰り返す場合の 2 通りでシミュレーションを行った。また、繰り返し回数は 3 回とした。

5. シミュレーション結果

繰り返し回数を変えた場合のシミュレーション結果を図 1 に示す。図中の E_b/N_0 は情報ビットに対する E_b を、BER も情報ビットに対するものである。3 回も繰り返しを行えば頭打ちになりほとんど特性が変わらないことが分かった。

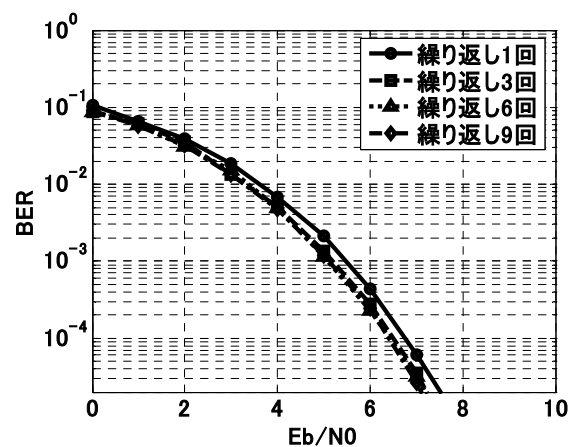


図 1 繰り返し回数を変えた場合のシミュレーション結果

次に、情報ビットのみ繰り返すものとパリティビットも繰り返すものの特性比較を図 2 に示す。両者の特性はほとんど変わらない結果になった。

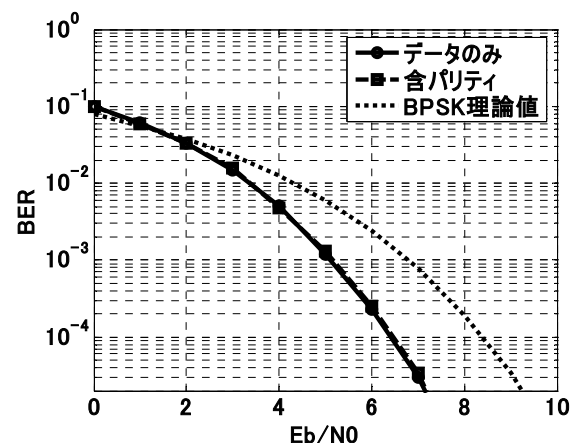


図 2 繰り返す部分を変えた場合の比較

6. まとめ

4×4 のパリティチェック符号を考えた場合、復号の繰り返し回数、および繰り返す部分を変えても特性が大きく変わらないことが分かった。