The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Evaluation Methods of the Block Error Probability of Block Modulation Codes over an AWGN Channel
Author(s)	冨田, 健一
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40259
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	富田健一（とみた けんいち）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　13217　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	Evaluation Methods of the Block Error Probability of Block Modulation Codes over an AWGN Channel （ブロック変調符号を加法的白色ガウス雑音通信路で用いたときの復号誤り確率の評価法）
論文審査委員	（主査） 教　授　都倉　信樹 （副査） 教　授　宮原　秀夫　　教　授　柏原　敏伸　　助教授　藤原　融

論文内容の要旨

本論文では，ブロック符号あるいはブロック変調符号を加法的白色ガウス雑音通信路で用いたときの復号誤り確率の上界の計算法と一部シミュレーションを用いて復号誤り確率を評価する手法を提案する。

第1章では，本研究の目的，背景，動機について述べ，本論文の内容を従来の研究と比較して概説し，論文の位置づけを行っている。

第2章では，従来から提案されているブロック符号の復号誤り確率の上界である和集合上界の考え方を発展させ，グラフ理論を利用した確率事象の和事象が起こる確率の上界と符号の結合重み分布および多重積分を用いた，より精密な上界の計算法を提案する。和集合上界がよい上界を与えないのは，信号点空間において，和集合上界を計算する際に考慮する領域の重複部分の影響が大きいからである。提案した上界はその重複部分の精密な評価を行なうことにより，その影響を軽減させたものである。そして具体的な符号例に適用し，その結果から提案した上界の有効性を示した。

第3章では，復号誤り確率の新しい評価法として，低重み（最小重み，または最小および2番目の重み）部分トレリスダイアグラムを用いた手法を提案する。低重み部分トレリスダイアグラムはトレリスダイアグラムの部分グラフである。本手法では，低重み部分トレリスダイアグラムを用いて，それに含まれる符号語に誤って復号される確率の上界をシミュレーションによって近似的に求め，それ以外の符号語に誤って復号される確率の理論上界を計算によって求め，それらを併せて復号誤り確率を評価する。本手法により，従来のシミュレーション方法では復号誤り確率を求めることが困難であった符号例について，復号誤り確率のよりよい近似値を求めることができた。

第4章では，本研究で得られた成果を総括し，今後の課題を述べて結論としている。

論文審査の結果の要旨

近年，データ通信量の増加に伴い，高速かつ信頼性の高いディジタル通信システムが必要とされている。この目的を達成するため，各種誤り訂正符号の研究が精力的に行われている。一般に，高信頼性を得るためには規模の大きい，すなわち符号長や最小距離の大きい符号を用いる。復号誤り確率（Pe）を尺度として符号の性能を評価する場合，

Peをシミュレーションによって求めることは，符号の規模が大きい場合，あるいはPeの値が小さい場合，メモリや時間の現実的な制約から困難となる。またPeの上界として従来から知られている和集合上界は，通信路のSN比（signal - to - noise ratio）が特に高いところを除いてあまりよい上界を与えないという問題がある。

本論文は，ブロック符号あるいはブロック変調符号を加法的白色ガウス雑音通信路で用いたときの復号誤り確率の上界の計算法と一部シミュレーションを用いて復号誤り確率を評価する手法を提案したもので，その主な成果は次のとおりである。

(1) 本論文では，和集合上界があまりよい上界を与えないのは，信号点空間において，和集合上界を計算する際に考慮する領域の重複部分の影響が大きいことに着目し，その影響を軽減する上界の計算法を提案している。本論文では，組合せ論の包除原理とグラフ理論の閉路問題を利用した，確率事象の和事象に対する確率の上界を提案し，それを復号誤り確率の評価法に応用，定式化している。本評価法により，従来の和集合上界に比べてより精密な復号誤り確率の上界を求めることができた。

(2) 本論文では，(1)で述べた復号誤り確率の別の評価法として，信号点空間を極座標表示し，復号誤り確率の積分を行う際の振幅方向の積分を精密に評価することによって和集合上界を改良する方法を提案している。また本論文では，誤り確率に関係している信号点空間を層に分解し，誤り確率の大きな影響のある層について，低重み部分トレリスダイアグラムを用いた効率的なシミュレーションを導入して，復号誤り確率の効率的かつ信頼度の高い評価法について提案している。本評価法により，従来時間やメモリの現実的制約から，シミュレーションが困難であった符号例について，従来の和集合上界に比べてより精密な復号誤り確率の近似値を求めることができた。

以上のように本論文は，復号誤り確率の精密な評価法を提案するとともに，符号の低重み部分トレリスダイアグラムの有効利用について多くの示唆を与えており，符号理論の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士（工学）論文として価値あるものと認める。