

情報重み付けを用いた符号分割多重伝送方式

手塚瑠也 杉浦彰彦

豊橋技術科学大学 知識情報工学系

豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 ・ 0532-44-6887

tezuka@mmc.tutkie.tut.ac.jp

あらまし マルチメディア情報の高能率伝送を目的に、圧縮されたデジタル情報の伝送について検討が進められている。圧縮された情報には、全体の情報量に多大な影響を与える重要度の大きいものと、影響が少ない重要度の小さいものがあることが既に知られている。この対策として、本研究では符号分割多重接続方式を用いた無線伝送路に着目して、各チャネルに異なった度合いの重み付けを施して、それが誤り率特性に与える影響について評価する。さらに、重み付けの手法について、信号振幅を変化させる場合と、使用するチャネル数を変化させる場合についての検討を行う。ここでは、計算機シミュレーションによって両方式を比較し、その特性を明らかにする。

キーワード CDMA 高能率伝送 重み付け伝送 情報誤り

Weighting Transmission by using Code Division Multiple Access

RUI Tezuka and SUGIURA Akihiko

TOYOHASHI University of Technology

1-1, Hibarigaoka, Tenpaku-cho, Toyohashi-shi, 441-8580, Japan

Phone 0532-44-6887

tezuka@mmc.tutkie.tut.ac.jp

Abstract

Transmission system for compressed information has been studied for the purpose of efficient transmission for multimedia information. It is known that compressed information are including "important bits" and "unimportant bits". Our study analyzed influence that weighted transmission by using Code Division Multiple Access. And we make a comparative study by using computer simulation with two method, one is changing signal amplitude, the other using more channels

key words CDMA , efficient transmission, weighting transmission, information error

1. 背景

情報通信技術の発展に伴い、マルチメディア情報をリアルタイムに伝送することが可能となりつつある。また、次世代マルチメディア情報通信方式として、携帯電話や衛星回線を利用した通信方式についての研究も盛んに行われている。これらマルチメディア情報としては動画情報情報が筆頭に上げられ、次世代デジタルテレビ放送やデジタル衛星放送に代表される、デジタル動画情報の伝送が盛んに研究されている。

さらに、これからのマルチメディア情報通信において重要視されるのは、無線通信によるマルチメディア情報の伝送である。無線伝送路における伝送の効率化の為、情報の圧縮率を高めて伝送量を減らす研究や、情報量を変化させずに高画質化を図る研究も重要であり、数々の研究が進められている分野である。

しかし、無線伝送路は一般に伝送エラーが高い比率で発生する伝送路であり、情報品質の劣化が大きな問題になっている。一般に圧縮された情報は、小さな誤りが発生した場合でも、その誤りが広範囲に影響を及ぼし、致命的な誤りを引き起こす可能性がある。これは、動画情報情報の伝送においては、画質の顕著な劣化と言う形で現れる。そこで、無線伝送路において、誤りの影響を可能な限り低減するような伝送方式が研究されている。

また、コンピュータ技術の発展により、特殊なハードウェアに拠らずとも、ソフトウェアによる処理によって、情報の符号化及び復号化を行うことが一般的になってきた。

2. 目的

マルチメディア情報の高能率伝送を目指して、デジタル放送などに利用するために圧縮された情報の伝送方式について、検討が進められている。圧縮された動画情報情報の一部が伝送路の途中で誤りを起こした場合、再生画質に大きな影響を与えることがある(図1)。この対策として圧縮情報の生成機構に着目するこ

とで、圧縮動画情報内の1ビットが誤った場合の障害の程度を定量化して、再生画質に影響を及ぼす重要なビットを見つけ出し、圧縮動画情報にビット単位の重み付け処理を行う手法が研究されている[1]。



図1 1ビットの誤りによるノイズが著しい動画情報の例

そこで、その重み付け情報に応じた誤り率特性を持つ伝送路によって情報を伝送し、致命的な誤りの発生を抑制する手法について検討する。ある一定の誤り率特性をもつ無線伝送路に対し、各チャンネルの信号強度及びチャンネル数を操作することによって異なる誤り率を持つチャンネルを複数設定し、重み付け情報に応じたチャンネルを用いて情報ビットを伝送する。これにより一定の誤り率を持つ伝送路において、同じ情報量において再生画質がより高画質になる伝送方式を開発することが出来る。

本研究では、無線伝送方式として符号分割多重接続(Code Division Multiple Access : CDMA)方式を用いた場合において、重要度大と重要度小の2段階に情報源を階層化し重み付けを施した場合について、そのSNR-BER特性を明らかにする。

3. 原理

スペクトル拡散方式は、情報を伝送するために最低限度必要な帯域よりも、非常に広い周波数帯域に送信電力を拡散させる通信方式である。変調信号の秘話性が高い、妨害波・干渉波排除能力に優れているといった特徴をもつ。通常、情報速度よりも非常に高速な符号系列で2次変調を行い、その符号系列とし

ては一般に擬似雑音 (Pseudorandom Noise : PN) 系列が用いられる。

CDMA 方式とは、符号の種類によってチャンネルを識別して、同一の帯域内で複数局が同時に通信する、スペクトル拡散方式の応用例である。

本研究では、着目する伝送方式として、この CDMA 方式を採用した。現在この CDMA 方式は次世代携帯電話方式 IMT-2000 の一部として提案されている。また現在既に IS-95 として実用化もされており、加入者を集めている。

そこで、CDMA 方式によって実現される伝送路の各チャンネルごとに、重要度に応じた重み付けを施す。重み付け手法としては様々な手法が考えられるが、大別すると信号強度を変化させる手法と、チャンネル数を変化させる手法が考えられる。本研究では、信号強度を変化させる手法を振幅法、チャンネル数を変化させる手法を多数決法と呼称する。

SNR-BER 特性の測定については、計算機シミュレーションを用いる。計算機シミュレーションにおいてはフェージング等の影響は考慮せず、ガウス雑音による影響のみを考慮して実験を行う。実際には雑音強度を変化させ、それによって SNR、BER を変化させて特性測定を行う。

4. 実験

4.1. 全体構成

対象とする重み付け伝送システムの全体構成を図 2 に示す。

送信側では、重要度により分割されたデータ列が重み付け送信装置に入力される。今回の実験では階層数を 2 とし、それぞれ重要度大 ($L1e$)、重要度小 ($L2e$) のデータ列である。これらは、各重要度に応じた重み付けを施され、スペクトル拡散変調されて送信される。

受信側では、受信復調されたデータ列を逆拡散変調によって、再生されたデータ列 $L1d$ 、

$L2d$ を得る。

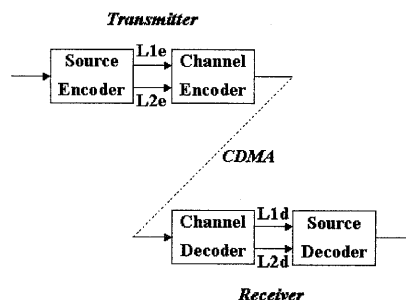


図 2 重み付け伝送システムのブロック図

実験においては重要度に応じた重み付け手法を、信号強度を変化させる振幅法と、チャンネル数を変化させる多数決法について検討を行う。各方式について $L1e$ と $L2e$ の比を変化させながら、誤り率特性の測定を計算機シミュレーションによって行う。

計算機シミュレーションの諸元を表 1 に示す。

表 1 実験諸元

多重接続方式	同期 DS-SS-CDMA 方式
FEC	なし
拡散符号系列	M 系列 255 ビット
チャンネル構成	データチャンネル (255)
その他	データ長 10 の 6 乗ビット デジタルデータ "1" "0" "1" ...
	ガウス雑音環境下

4.2. 3 倍振幅法

図 3 に 3 倍振幅法概念図を示す。

送信側では、重要度大 ($L1e$) のデータに対して信号強度を 3 倍にし ($L1e' = 3L1e$)、重要度小 ($L2e$) のデータに対しては操作を加えない ($L2e' = L2e$) ような重み付けを行う。これらを CDMA 方式によって送信する。

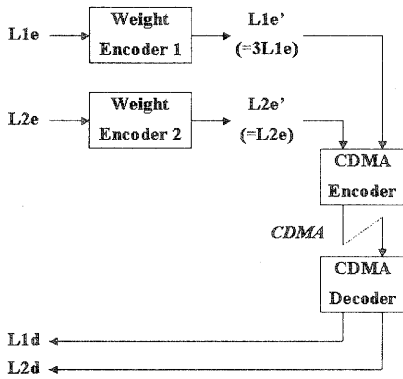


図3 3倍振幅法

受信側では、受信したスペクトル拡散信号を逆拡散し、受信データ L1d、L2d を得る。この際に、操作を加えたデータ列に対して特殊な処理は必要ではない。デジタルデータの伝送の場合には信号振幅の正負のみが問題となるからである。

4.3. 3多数決法

図4に3多数決法の概念図を示す。

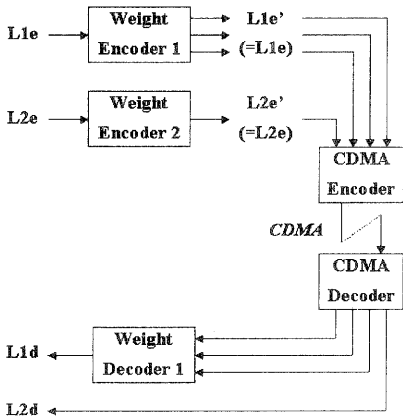


図4 3多数決法

送信側では、重要度大(L1e)のデータに対し

て、3チャンネルを用いて同一のデータを送信し、重要度小(L2e)のデータに対しては操作を加えない。これにより重要度大のデータは3倍のチャンネルを用いて送信されることになる。また、重要度大のデータ比率が増加すると、全体のチャンネル数は減少することになる。これらをスペクトル拡散変調によって送信する。

受信側では、受信したスペクトル拡散信号を逆拡散し、受信データ L1d1、L1d2、L1d3、L2d を得る。ここで L1d1~L1d3 について、多数決処理を行う。これにより重要度大のデータは3チャンネルのうち1チャンネルが誤ったとしても正しいデータが復号できることになる。

5. 結果

5.1. 3倍振幅法

図4にシミュレーション結果のBER特性グラフを示す。図中のnは重要度大のチャンネル数を表す。

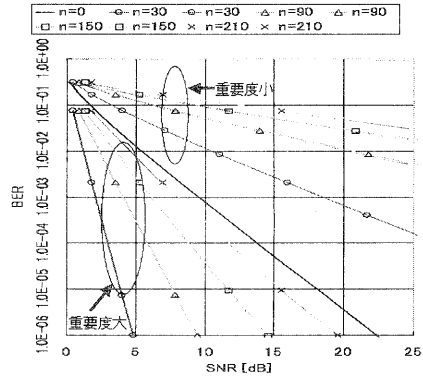


図4 3倍振幅法シミュレーション結果

重要度大のチャンネル数 $n=30$ の時、 $BER10^{-3}$ で伝送を行う場合に着眼する。この場合、重要度大のチャンネルでは、 $SNR = 2[dB]$ 程度まで、所望のBERの実現が可能である。しかし重要度小のチャンネルでは約 $18[dB]$ を割ってしまうと、所望BERを割り込んでしまうことになる。

また、どちらのチャンネルの特性も、重要度大のチャンネル数が増加することにより、SNR-BER特性が悪化する傾向にある。ただし、重要度大のチャンネルの特性は、操作を加えない場合の特性より悪化することは無い。

この方式における利点は、第一に比較的大きなSNR-BER特性の改善が見られる点である。重要度小のチャンネルの特性悪化を伴うものの、重要度大のチャンネルの特性は著しく向上している。重要度大とする情報量が少なければ少ないほど、この傾向は顕著になる。

また、第二の利点として、チャンネル数が固定であるために、実際の運用が簡単であることが挙げられる。後述する多数決法の場合、チャンネル数が可変になる為、それに追従する機構が必要となる。振幅法の場合には受信側には特別な処理も必要無く実現できる。

欠点としては、重要度小のチャンネルの特性悪化が挙げられる。重要度大のチャンネル数が増加するほど、重要度小のチャンネルの特性は悪化する傾向にあり、何も操作を加えない場合の特性よりも悪化する。

5.2. 3多数決法

図5に3多数決法のシミュレーション結果を示す。図中のnは重要度大のチャンネル数を表す。

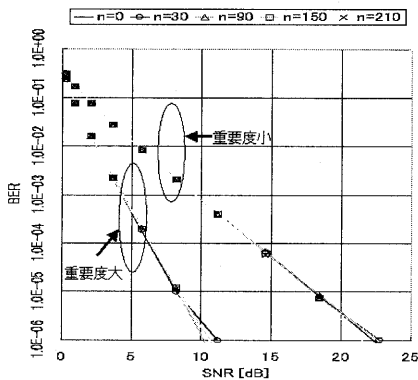


図5 3多数決法の結果

3倍振幅法と同様に、重要度大のチャンネル数 $n=30$ の時、 $BER10^{-3}$ で伝送を行う場合に着眼する。この場合、重要度大のチャンネルでは $SNR = 4[\text{dB}]$ 程度までならば、所望のBERの実現が可能である。それに対し、重要度小のチャンネルでは操作を加えていない場合とほぼ同じ、約 $10[\text{dB}]$ が限界となる。

この方式における利点は、まず安定したSNR-BER特性が得られることである。重要度大とする情報量が増加したとしても、特性に変化は生じない。

また、重要度小のチャンネルの特性が、何も操作を加えない場合の特性とほぼ一致することも挙げられる。これは一定のSNR-BER特性が保証され、それより悪化することは無いことを意味する。BERをある一定の値以下に絶対したくない場合などには、有効である。

欠点としては、利用できるチャンネル数の減少が挙げられる。チャンネルを多く使う方式上、一定のチャンネル数の中でこの方式を実現するには、全体のチャンネル数を減少させる必要がある。

また、これに伴う回路の複雑さが挙げられる。伝送の途中で重要度大のチャンネル数を増減させた場合、それに追従して受信側で多数決を行うチャンネルを変更する必要がある。

6. まとめ

計算機シミュレーションの結果、重要度大として送信するチャンネル数をパラメータとするSNR-BER特性が明らかになった。

チャンネル数を優先させる場合には振幅法によって、一定のチャンネル数と、誤り率の低いチャンネルを確保することが可能であることが明らかになった。またSNRを優先させる場合には、多数決法によって、全体としてのチャンネル数は減少するものの、安定した誤り率特性をもち、かつ誤り率の少ないチャンネルを確保することも明らかになった。

本研究は、現在ハードウェアへの実装による検証を行っている。また今後は、Gold 符号等を用いた非同期型 DS-CDMA 方式による検討を行う。

参考文献

- [1] 伊達誠人,杉浦彰彦,“圧縮画像情報の生成機構に着目した MPEG 情報の解析”, 信学技報, IE99-125
- [2] 山内雪路,“スペクトラム拡散通信”, 東京電機大学出版局, 1994
- [3] 杉浦彰彦,油木崎稔宗,“CDMA の基礎とモバイル通信技術”, Interface, CQ 出版社, pp76-83, Feb, 2000
- [4] 沖田茂,相沢雅巳,“符号化変調方式を用いた重み付け伝送方式とその特性”, テレビ学技報, Vol.18, No.52, pp13-18