

マルチキャリア/マルチレートモデムの構成と特性評価

田邊和弘

NTT 日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所

神奈川県横須賀市光の丘 1-1

E-mail: tanabe@wslab.ntt.co.jp

2002年10月10~11日に韓国太田市で JCSAT2002 (Joint Conference on Satellite Communications 2002)が開催された。本会は、電子情報通信学会と Korean Society of Space Technology (KOSST)が共催した衛星通信関連技術の会議で、多くの論文が投稿され活発な議論が交わされた。以下に、今回の JCSAT2002 で報告された“マルチキャリア/マルチレートモデムの構成と特性評価”を紹介する。この報告は、NTTが開発した最大256で任意の帯域幅のキャリアを同時変復調する衛星通信用のグループモデムの構成と基本特性について述べたものである。

以下概要を示す。

1. マルチキャリア/マルチレートグループモデムの特徴

マルチキャリア/マルチレートグループモデムは、次の特徴を持っている。

- A) 一台のモデムで複数地点と任意の伝送速度で通信を実現(図1)
- B) ユーザから要求された帯域を最大 256 キャリアに分割して確保し通信できる。そのため連続した空き周波数帯域が不要(図2)

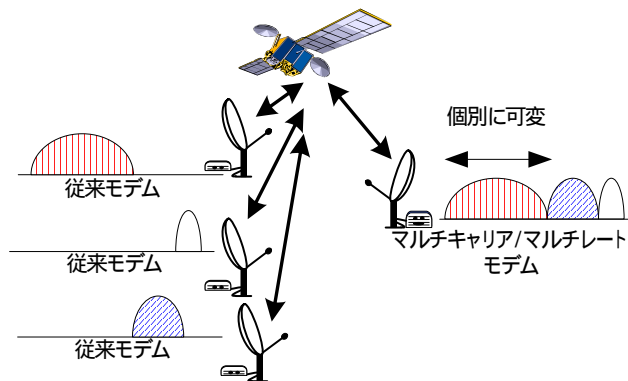


図1 多地点同時接続のシステム構成例

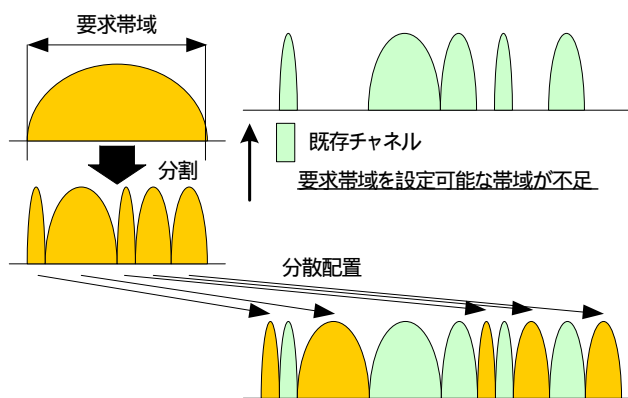


図2 チャンネル分割伝送

2. モデムの構成

モデムの構成を図3に示す。モデムは、制御モジュール、ユーザ I/F モジュール、モデムモジュールの3つのモジュールから構成される。各モジュールは、ローカルバスで接続される。制御モジュールは、各モジュールのマスタクロックとローカルバスのタイムスロット制御信号(Internal Timeslot Index)を発生する。ユーザ I/F モジュールは、ユーザ入出力ポート、フレーム化機能および符号/復号化機能を有する。モデムモジュールの構成については以下に述べる。

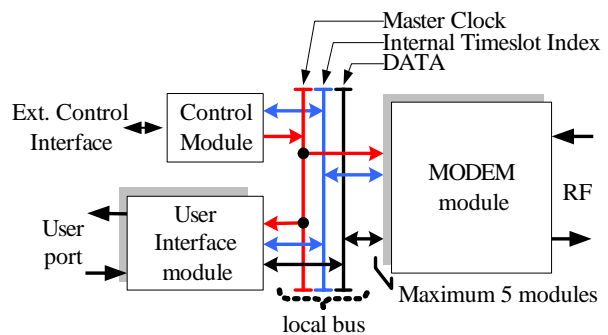


図3 開発モデムの構成

2.1. モデムモジュールの構成

モデムモジュールは、マルチレートフィルタバンク(MFB)等から成るデジタルベースバンド処理回路を1チップ化した LSI(MCMRM LSI)を中心として構成される。この LSI は、図4に示すようにグループ変調ブロック、チャンネル合波ブロック、チャンネル分波ブロック、グループ復調ブロック、シングル変復調ブロックの5つの機能ブロックに分けられる。これら変調/復調ブロックとチャンネル合波/分波ブロックは、時分割で信号処理とこれを制御するアルゴリズムによって、大幅に回路規模削減の後 LSI に実装している。

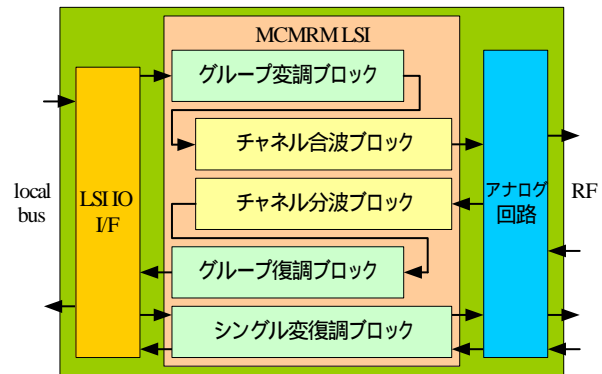


図4 モデムモジュールの構成

2.1.1. チャンネル合波/分波ブロック

従来のマルチレートフィルタバンクをチャンネル合波/分波器に適用するには、2つの大きな問題がある。

第一は、合波/分波の特性が劣化する問題である。これはチャンネル分波/合波器を構成する2チ

チャンネルフィルタバンクの2種類のバンドパスフィルタで帯域制限後にサンプリングレートを変更した場合、フィルタで制限できなかった成分が折り返し主信号に重畳し干渉することで発生する。さらに、フィルタの通過帯域が平坦でないため帯域制限をした場合に振幅歪の影響を受ける。この問題に対して本チャンネル合波/分波器のMFBには、通過域が平坦で連続する4種類のハーフバンドフィルタを用いている。

第二は、マルチレートフィルタバンクが2チャンネルフィルタバンクをツリー状に構成されるため、一括処理するキャリア数に比例して回路規模が増大する問題がある。この問題に対しては、マルチレートフィルタバンクの各ステージを時分割で動作するFilterCellに集約して回路規模を削減している(図5)。

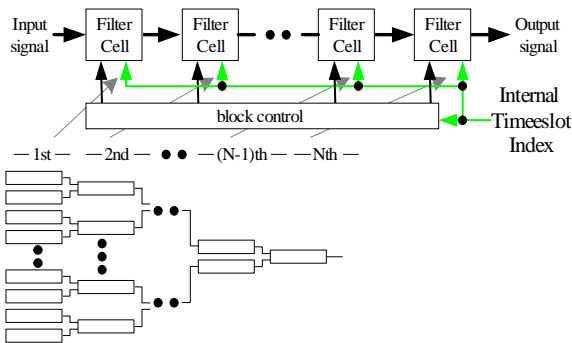


図5 提案するチャンネル合波/分波ブロックの構成

2.1.2. 変調/復調ブロック

モデムモジュールの変調/復調ブロックも時分割処理により回路規模を削減している。変調ブロックをマッピングと送信波形整形フィルタとして動作する Binary Transfer Filter (B.T.F.)、リサンプリングフィルタ、RAM(時分割処理で内部信号保持)と ROM(フィルタ係数等の固定パラメータを記録)から、復調ブロックを受信波形整形フィルタ、リサンプリングフィルタ、キャリア/クロック再生回路、デマッピング、RAMとROMから構成している。さらにデジタル回路の最適化と信号処理タイミングを適宜変更する処理アルゴリズムの適用によって、ブロック間で必要とするI/Oバッファ量の最少化を行なっている。

3. 特性評価

評価用のマルチキャリア/マルチレートモデムを試作し、基本特性を評価した。モデムモジュールの外観を図6に、主要諸元を表1に示す。図7はモデムモジュールの出力周波数スペクトラム例である。また符号誤り率特性を測定した結果を図8に示す。本モデムの符号誤り率特性は、理論曲線と比較して最大0.5dB(10^{-4})程度の劣化におさまり良好な結果を得られた。

4. まとめ

本稿では、衛星通信の高機能グループモデムとしてマルチキャリア/マルチレートグループモデムの構成と基本特性を明らかにした。

表1 開発モデムの主要諸元

キャリア数	0 ~ 256
変調速度	32 kHz ~ 25.6 MHz
変調方式	QPSK, OQPSK, /4QPSK, BPSK
ロールオフ率	0.2, 0.35, 0.4, 0.5
復調機能	同期検波 AFC: (±12.5 kHz [最少伝送速度時]) AGC: 10 dBp-p



図6 モデムモジュール

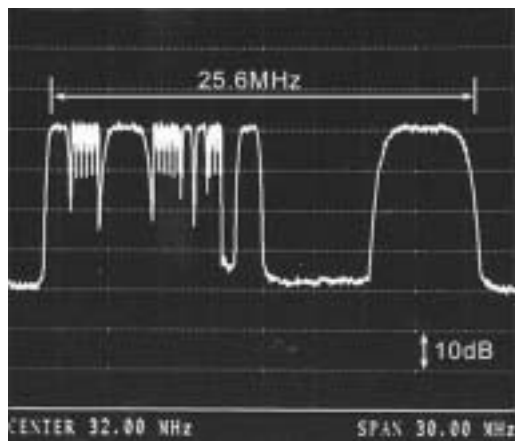


図7 出力スペクトラム

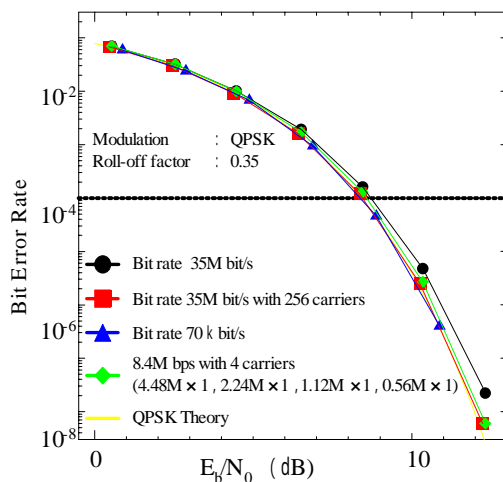


図8 開発モデムの符号誤り率特性