

携帯電話 (チューナ部)

- 技術委員会監修 -

はじめに

近年、携帯電話の多機能化が急速に進み、音声だけの通信機能であったものが、今では動画や大容量データ通信、電子マネー機能、GPS 機能など、通話以外の様々な機能が付加されてきています。その中で最近話題となっている機能として、ワンセグと呼ばれている地上デジタル放送受信機能があります。ワンセグは元々は技術的呼称として1セグメント放送と呼ばれていたもので、1チャンネルを13個に周波数分割し(分割された個々の信号をセグメントと呼ぶ)、そのうちの1セグメントだけを使った携帯端末向けの放送サービスのことを言います。これまでもアナログ放送を受信できる携帯電話はありましたが、固定受信用テレビ向けに送信されている電波を受信するために移動体には適しておらず、良好な画像を得るには見通しが利く場所などに限られるといった不便さがあります。これに対し、デジタル放送は雑音の影響を受けにくく高品質な放送が可能であり、またデジタル信号の効率的な圧縮によって一定の伝送帯域幅で多くの情報を伝送できるといったメリットがあります。これにより、ハイビジョン放送やワンセグ等の多重放送を可能にしています。

今回、2006年4月1日に放送が開始されて話題を集めているワンセグに注目し、携帯電話のデジタル放送受信のチューナ部について解説致します。

ワンセグ

地上デジタル放送はUHF帯の電波を使用しており、図1に示すように1チャンネル(帯域幅6MHz)を14個に周波数分割してその中の13個(5.6MHz)を放送に使用します。残りの1個は隣のチャンネルとの混信を避けるためのガードバンドとして使用されます。中央のセグメントがワンセグ用に割り当てられています。13のセグメントは最大で3つのグループ(これを階層と呼ぶ)にグルーピングすることができ、1つのチャンネルで同時に最大3種類の異なる放送が可能となっています。

ワンセグは429kHzと帯域が狭く、また移動体端末向けということで雑音に強い変調方式が採られているために、送信できるデータ量はQVGA(320×240ピクセル)サイズの映像に制限されますが、1セグメントだけの受信で済むので、1チャンネルをまるまる受信するアナログ受信に比べて消費電力は抑えられます。

日本の地上デジタル放送方式ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial)は、各階層毎に搬送波の変調方式や誤り訂正の強さを変えることができるという特徴があります。これによって、1セグメントを移動体端末向けに雑音に強い方式で変調して、残りの12セグメントを固定受信機向けに情報レート優先で変調して高精細で放送するといったことが可能となっています。

ワンセグの放送仕様を表1に示します。

表1 ワンセグ放送仕様

伝送符号化方式	OFDM
各搬送波の変調方式	QPSK(ガードインターバル1/8、符号化率2/3)
動画符号化方式	MPEG-4 AVC/H.264
解像度	320×240(QVGA)または320×180
アスペクト比	16:9または4:3
フレームレート	15フレーム/秒
音声符号化方式	MPEG-2 AAC
音声モード	モノラル、ステレオ、主/副2チャンネルモノラル
伝送速度	312kビット/秒
映像	約128k～180kビット/秒
音声	約48k～64kビット/秒
データ	約50k～60kビット/秒
制御情報	約50kビット/秒

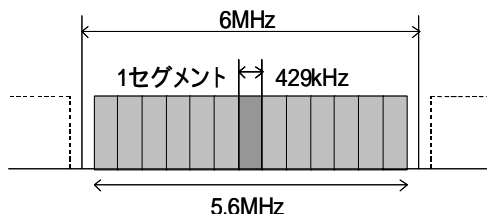


図1 帯域とセグメント

携帯電話のデジタル受信構成

デジタル受信のブロック図を図2に示します。受信信号はRF部においてベースバンド信号に変換され、OFDM復調部においてAD変換後にOFDM復調されます。その後、誤り訂正が行われて、信号は放送局が送り出したTS(Transport Stream)パケットに復元されます。TSパケットには映像や音声以外にも字幕や番組情報などのデータ情報が含まれており、多重分離部で映像・音声パケットとデータ放送パケットに振り分けられます。MPEGデコード部では、多重分離されたTSから映像信号と音声信号をそれぞれ復号します。画像重畳部でMPEGデコードされた映像信号と字幕やデータ放送の画像などが重ね合わされ、表示部に送られます。

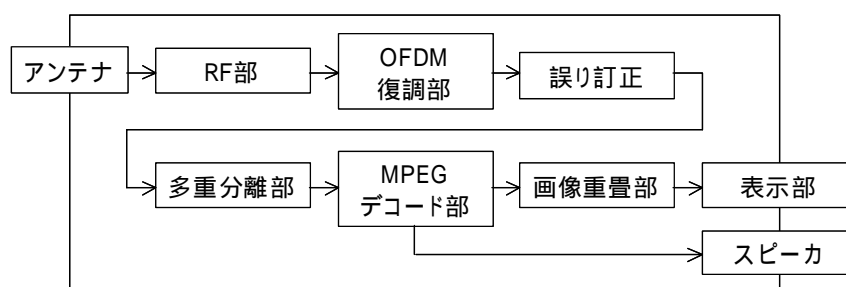


図2 デジタル受信構成ブロック図

変調・復調

搬送波に信号を押し込める操作を変調といい、逆に、変調された信号を受けて元のベースバンド帯域に逆変換することを復調といいます。変調方式を大分すると、周波数を変調する方式のFSK(Frequency Shift Keying)、振幅を変調するASK(Amplitude Shift Keying)、位相を変調するPSK(Phase Shift Keying)に分けることができます。

デジタル信号(0と1)を方形波に置換して変調する方式では、1シンボルあたり1ビットの情報しか伝送することができません。1シンボルあたり2ビット以上を伝送する変調方式として多値デジタル変調があります。多値変調の位相図を図3に示します。多値デジタル変調にはBPSK(Binary PSK)、QPSK(Quadrature PSK)、DQPSK(Differential QPSK)、QAM(Quadrature Amplitude Modulation)、16値QAM、64値QAM等があり、伝送可能な1シンボルあたりのビット数はQPSK、DQPSK、QAMでは2ビット、16値QAMでは4ビット、64値QAM

では6ビットとなっています。振幅や位相を多値で表しますので、検出は2値に比べて難しく、伝送路には高品質が要求されます。ワンセグ放送では4値で変調するQPSKが用いられており、4つの信号点に(0,0)、(1,0)、(1,1)、(0,1)を対応させて1シンボルで2ビットとしています。

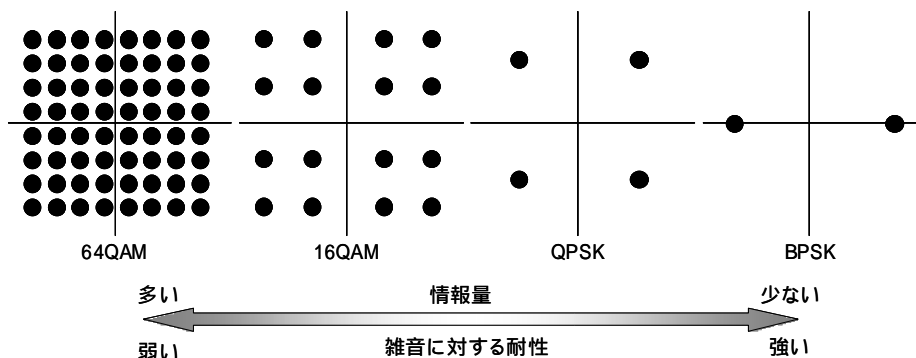


図3 BPSK、QPSK、16QAM、64QAMの位相図

OFDM

OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 直交周波数分割多重)は、デジタル放送において大容量化・高速化への対応と、周波数利用効率の向上という相反する2つを同時に満足する技術です。中心周波数の異なる数千本の副搬送波を並列に伝送するというもので、隣接する副搬送波の周波数間隔を近づけているため、周波数の使用効率が高い方式です。副搬送波同士の干渉を防ぐために、ある副搬送波スペクトラムがピークとなるときの他のスペクトルがゼロとなるように設定されています。文字通り、各副搬送波を直交させています(図4)。

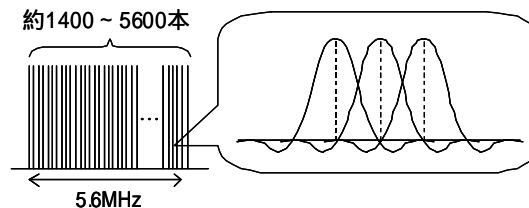


図4 OFDM信号

移動体端末での良好な受信を可能とする要因として、OFDMのフェージングに対する耐性やマルチパス障害に強いという利点が活かされています。フェージングとは、伝送途中において諸要因によって受信電界強度などが時間的・空間的に変動する現象を言います。またマルチパスとは、移動通信において、基地局からの電波が建物などで反射・回折・散乱されて複数の経路を経て移動体端末に到達することにより、複数の到来波の干渉によって電界強度の局所的な強弱が発生して、受信端末の移動に伴い受信電界強度が高速で複雑に変動する現象のことを言います。

マルチパス障害に強くする技術の1つにガードインターバルがあります。図5のように、OFDM信号を各キャリアに分解すると、ガードインターバルの初めから有効シンボル期間の終わりまで正弦波が連続しています。つまりこの区間内の任意の場所において有効シンボル長で取り出せばどこを取っても良く、マルチパスによる遅延の影響を無視することが出来ます。ガードインターバルの時間を長くすることによって混信を防ぐ機能は向上しますが、その反面、映像やデータ放送の情報レートは減少することになります。

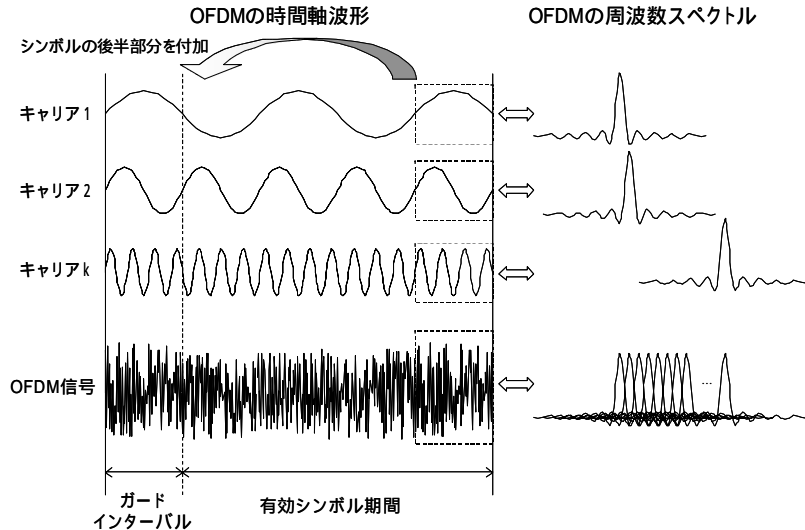


図5 ガードインターバルが付加された OFDM 信号の時間軸波形と周波数スペクトル

誤り訂正

誤り訂正とは、伝送中にノイズが混入したり伝達に誤りが生じた場合に、あらかじめデータに付与した冗長符号によって誤りが発生しているか否かを判断し、誤りが発生している場合には元のデータを復元するという技術です。誤り訂正能力を強くすれば受信条件が悪い場合でも安定な受信が可能になりますが、情報レートは低下します。誤り訂正の簡単な例を図6に示します。送りたい1ビットの情報に対して、チェックビットとして2ビットを付加して3ビットで伝送します。3ビットのうち仮に1ビットに誤りが生じても、多数決をとることで元のデータを復元することが可能です。

ワンセグを含む地上デジタル放送では、リードソロモン符号(RS 符号)と畳み込み符号の二重の誤り訂正が行われます。RS 符号はデータをあるブロックに区切り、各ブロックにチェックビットを付加してブロック単位で誤りを訂正するものです。畳み込み符号は過去のビットと現在入力されたビットから新しい符号を作成する符号化方法です。復号化にはビタビ復号と呼ばれる手法が用いられ、ランダムな誤りに対して訂正能力が非常に高いといった特徴を持っています。



図6 誤り訂正の例

むすび

携帯電話にとって待ち受け時間や通話時間、連続再生時間の長時間化は重要で、消費電力を抑えるためにPLLやTCXOを間欠動作させ、時計用水晶振動子を使ってTCXOのバックアップ機能を持たせるといった工夫がされています。一方、ワンセグの動画データ圧縮符号化方式として採用されているH.264は、MPEG-4と比較して約1.5~2倍の圧縮性能というメリットがある反面、画像の復号化に2~3倍の処理を要するため消費電流が高くなってしまふというデメリットがあります。携帯電話向けの水晶デバイスにおいては、低消費電力の要求が益々高まってい

くと思われます。また地上デジタル放送が本格的に始動し、携帯電話へのワンセグ受信機能の搭載が普及することで部品の実装面積の縮小が更に進み、水晶振動子では 3225 2520 2016 へとダウンサイジングが急速に進むものと思われます。

(リバーエレクトック株式会社 田 谷 圭 裕)