

デジタル衛星放送 PerfecTV! 用受信機 CSR-P1

CSR-P1 Integrated Receiver/Decoder for PerfecTV!

菊田 幸男
Y. Kikuda

山田 雅弘
M. Yamada

わが国初のデジタル衛星放送である PerfecTV! 用の受信機 CSR-P1 を開発した。デジタル化により、少ないトランスポンダで多くのチャンネルを送れ、ペイ・パー・ビュー放送など新しい番組形態が可能となった。この受信機には、それに加えて番組ガイドや好みのジャンルの選択やタイマ機能など、数多くの機能を盛り込んだ。

また、最新の IC を採用し、トランスポート処理をソフトウェア化するなどで、部品点数を削減した。

PerfecTV! is the first digital satellite broadcasting service to be offered in Japan. Toshiba has developed an integrated receiver/decoder for PerfecTV! (model name : CSR-P1). Digital broadcasting has the ability to distribute many channels and to provide new services, and this integrated receiver/decoder has various advanced features such as program guide, favorite program selection, and programmable timer.

We have reduced the cost and number of parts by using a new-generation IC, which combines some functions of the former-generation IC with the transport demultiplex software procedure.

1 まえがき

1994年にDirecTV社が北米で世界初のデジタル衛星放送サービスを開始し、1年で約100万の加入者を獲得するという成功を取めた。その後、毎年世界のどこかで新しいデジタル衛星放送サービスが誕生しており、今や世界的な潮流となっている。そして、わが国においても1996年10月から、日本デジタル放送サービス(株)が主体となりJCSAT-3号衛星を利用したわが国初のデジタル衛星放送サービスPerfecTV!の放送が本格的に開始された。

当社は、日本デジタル放送サービス(株)と技術開示契約を結び、その情報を基にPerfecTV!用の受信機CSR-P1を開発した(図1)。開発にあたっては、表1の仕様に示すような、従来のアナログ放送受信機では実現できなかったデジタル放送ならではの機能をふんだんに盛り込むとともに、コストを強く意識した設計を志向した。

2 デジタル衛星放送の特長

2.1 データ圧縮符号技術と多チャンネル

アナログ放送では衛星に搭載されている1本のトランスポンダで1チャンネルしか提供できなかったが、デジタル放送では四相位相変調(QPSK)技術(帯域幅27MHzのトランスポンダで約42.2Mbpsのデータ伝送可能)と、MPEG(Moving Picture Experts Group)符号化による映像・音声信号の圧縮技術(NTSC(現行テレビ方式)映像信号の場合通



図1. デジタル衛星放送受信機 CSR-P1 受信機とリモコンともに、従来のアナログ受信機にはない操作キーが並ぶ。
CSR-P1 digital integrated receiver/decoder

常5~6Mbpsに圧縮可能)を使い、1本のトランスポンダで複数のチャンネルを提供できる。

このことから、14本のトランスポンダで、テレビ系70チャンネル(将来はさらに6本のトランスポンダを追加し、110チャンネルに増える予定)とラジオ系104チャンネルもの放送が可能となった。

2.2 誤り訂正とアンテナの小型化

(204,188)リードソロモン符号と畳込み符号の組合せによる誤り訂正符号を使うことにより、実質のデータ伝送速度は約29Mbpsに減少するが、小電力の受信波でもデジタル信号に復調できる。したがって、アナログCS(通信衛星)放送に比べ、より小型のパラボラアンテナで十分に受信でき

表1. デジタル衛星放送受信機 CSR-P1の仕様一覧
Specifications of CSR-P1 digital integrated receiver/decoder

項目	内容
中間周波数帯域幅	27 MHz
入力レベル	-61~-28 dB (mW)
受信周波数	950~1,895 MHz
端子	アンテナ入力 : 1
	映像出力 : 2
	音声出力 : 2
	S映像出力 : 2
	データ出力 : 1
LED表示	電源入/待機 : 1
	スクランブル : 1
消費電力	待機中 : 1
	動作中 : 1
外形寸法	幅 360×高さ 63×奥行 264 mm
選局方式	テンキー直接選局 : 0~9のボタンによるテンキー入力アップダウン選局 : チャンネルアップダウン
	お好みチャンネル選局 : 登録したお好みのチャンネルリストから選局
	パーフェクトマルチ選局* : 複数の放送画面から十字カーソルで指定選局
	パーフェクトウディ* : 番組宣伝チャンネルで番組指定選局
	番組ガイド選局 : 番組ガイドから十字カーソルで番組指定選局
	お好みジャンル選局 : お好みのカテゴリ番組リストから選択
	リザーブ選局 : 現在放送中の番組を一時記憶して選局
内容表示	番組やチャンネルの内容を表示する。
視聴年齢制限機能*	暗証番号を入力しないと特定の番組(成人指定の番組など)を見られなくなる。
コピーガード機能*	ベイ・パー・ビュー番組で指定の番組をビデオ録画できなくする機能。この機能をもつことで、レンタル前の映画の放送が可能となる。
番組予約機能	番組ガイドやお好みジャンル選局で未来の番組を選ぶだけの簡単操作で、最大8番組の予約可能。開始時刻で自動選局する。
双方向性機能*	電話回線を使い、番組の画面に表示される選択肢を選び、番組に付随したアンケート調査やショッピングを行う。
メール機能*	視聴者全員や個別の視聴者あてのメールを受け表示する。

*受信機に要求されている必須(す)の機能

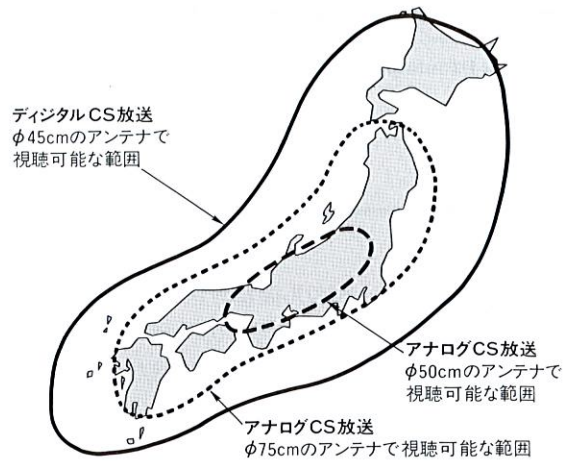


図2. アナログCS放送とのパラボラアンテナ径の比較 同じ衛星を使ったアナログCS放送と比べ、格段に小型のアンテナでも受信可能となった。

Comparison of coverage of various antenna sizes

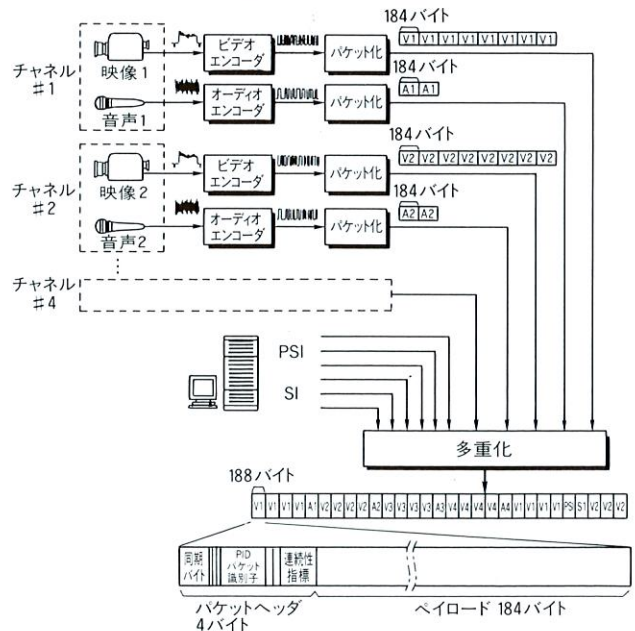


図3. パケット多重化の模式図 複数のチャンネルや付加サービス用のデータはいったんパケットに分割され、再び交互に時間軸上に多重される。

Packet multiplex model of transport system

きるようになった(図2)。

2.3 パケット多重と多彩なサービスの提供

図3にパケット多重の模式図を示す。ビデオやオーディオデータに加え、選局されたチャンネルのデータを特定するための情報であるPSI(Program Specific Information)やチャンネル名称や番組ガイドなどの付加サービス情報であるSI(Service Information)データは、すべていったん184バイト単位のパケットに分割される。その先頭にパケット識別子(PID)を含む4バイトのヘッダ情報が付加された後、複数の種類のパケットを交互に時間軸上に多重する。このデータ列をトランスポートストリームと呼び、これが1本のトランスポートストリームには、図3に記述した以外にもデータ放送用のデータも含め、さまざまな種類のデータを自由な割合

で多重化でき、このことが多彩なサービスを実現できるようにした。

受信機側では、各パケットに割り振られているPID情報を利用し、提示する番組の映像や音声パケットだけを振り分けることで、元のストリームに復元する。このときの映像・音声のPIDを特定するために使用するのがPSI情報である。

また、SIと総称されるEPG(Electronic Program Guide)データや視聴者へのメールデータ、番組やチャンネル内容、

番組のカテゴリ情報を利用して、番組ガイドの提示やメールの表示、好みのジャンルの番組の検索、ワンタッチの番組予約などが実現できる。

3 回路構成

3.1 新規IC採用による低コスト化

QPSK復調ICに当社のTC90A12、トランスポート・メイン処理用にSGS-TOMSON MICROELECTRONICS社のST20TP1を、MPEG復号化用にはLSI Logic社のL64002を採用した。

TC90A12はA/D変換を内蔵し、周辺に発振子と抵抗コンデンサを外付けするだけで済む。ST20TP1は、そのコアに32ビットRISC(縮小命令セットコンピュータ)CPUを内蔵して高速のデータ処理を可能とし、さらにI²Cバス(Inter IC Bus)、ICカードインタフェース、メモリコントロール回路など、周辺デバイスを制御する機能も集積したICである。L64002は、従来ビデオ復号とオーディオ復号とを別のICで実現していたものを1個のICに集積し、さらに簡単なグラフィック機能をもたせたICである。これらにより、大幅な部品点数の削減とコストダウンが可能となった。

3.2 ハードウェア構成

図4に、今回開発したデジタル衛星放送受信機の回路構成を示す。

アンテナで受信した信号はチューナモジュールに入力され、その中でまず指定のトランスポンダの周波数にチューニングし、さらに後段のQPSK復調に必要なI軸とQ軸のベースバンド信号に変換する。QPSK復調IC(TC90A12)で42.2Mbpsのデジタルデータに復調した後、エラー訂正ICでデータ誤りを訂正するとともにパケットの区切りを検出し、トランスポートストリームデータとして出力する。

有料番組の映像・音声データにはMULTI2というブロック暗号化がかけられているため、その番組を視聴するときにはデスクランブルICで該当するパケットのデータをデスクランブルしなければならない。このとき必要な鍵(かぎ)

データ(Ks)は定期的にICカードから取得する仕組みであるため、カードが抜かれると直ちに有料番組は視聴できなくなる。

デスクランブルICから出力されたデータは二つに分岐され、一方はデータ出力端子に、もう一方はトランスポート・メイン処理マイコンICに入力される。データ出力端子は(社)電波産業会で標準化されたデジタル放送受信機用のデータ出力端子であり、パソコンなどの外部機器にデータを出力するときに使用する。

トランスポート・メイン処理マイコンICでは、後述するソフトウェア処理により、選局したチャンネルの映像・音声パケットの分離処理を行う。分離したデータは、MPEGビデオ・オーディオ複合化ICに入力し、そこで圧縮前の映像・音声信号に戻される。しかし、それらはまだデジタルの信号であるため、NTSC信号変換ICやオーディオD/A変換ICを通してアナログの信号として外部に出力する。

データ伝送用変復調部(MODEM)回路は、国際電気通信連合のITU-T V22bis準拠の伝送速度2,400bps、MNP(Microcom Network Protocol) Class4エラー訂正機能をもつ。この回路で、ペイ・パー・ビュー番組の購入履歴情報をセンタへ定期的に伝送するほか、センタアクセス機能(インタラクティブ番組視聴時に画面に選択肢を表示し、視聴者が選んだ番号などのデータを指定のセンタに送る機能を持ち、投票やテレショッピングに利用する)に使用する。

4 ソフトウェア処理

メインCPU用に使用した32ビットRISCプロセッサ(ST20TP1)は公称40MIPS(Million Instruction Per Second)の処理能力をもち、従来、専用のハードウェア回路による高速処理が必要であったトランスポート処理を含む、受信機のあらゆる処理をこなす。これは、ソフトウェアの性能が全体の性能を大きく左右することを意味する。

ST20は、タスク管理やスケジューリング機能などのオペレーティングシステム(OS)のカーネル部分の一部をハードウェア

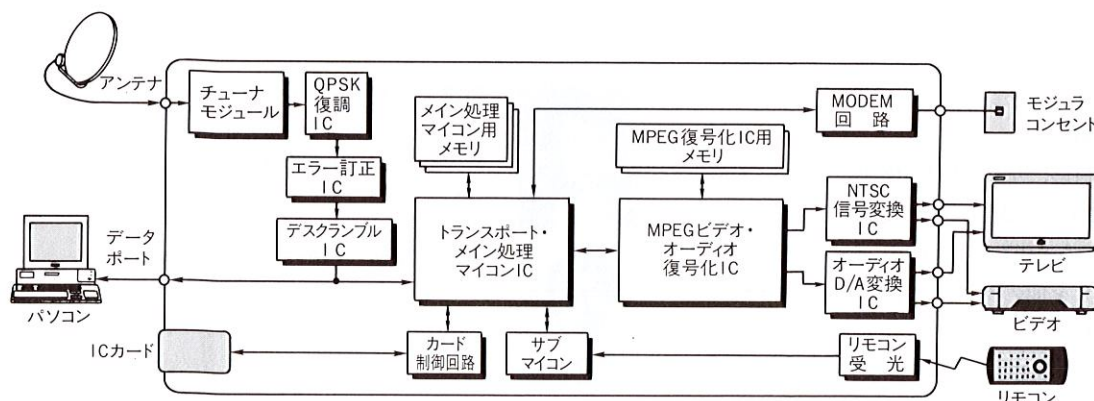


図4. CSR-P1のハードウェア構成 複数の機能をもつ最新のICを採用することで、機能を維持したまま部品点数を削減できた。

Configuration of CSR-P1

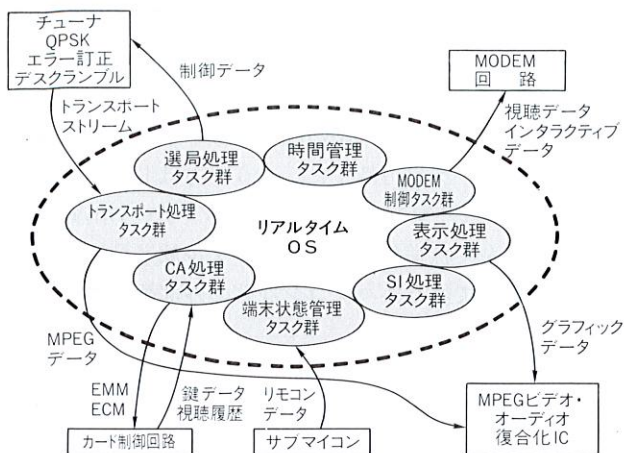


図5. メインCPUのソフトウェア構造 機能別に分類されたマルチタスク構造を採用し、処理を並列に行うとともにCPU処理時間の最適配分を図った。

Software structure of main CPU

ア化したCPUである。その性能を十分に引き出すために全体の処理内容を分類し、それぞれをさらに適切な複数のタスクに分担する、といった手法により、最終的に数十のタスクから構成するいわゆるマルチタスク構造を採用した。これにより複数の独立した処理を並列実行させると同時に、例えば映像・音声処理タスクを休止状態にし、CPUの処理を番組ガイドの表示処理に専念するといったように、受信機の状態に応じてCPU処理時間を最適に配分することも容易になった。

各タスクは、その処理内容により図5に示すような数種類のタスク群にまとめることができる。

4.1 トラnsポート処理タスク群

図3に示した複数のチャンネルのデータが多重されたトラnsポートストリームから、必要なパケットを選び出す処理を行う。パケットは約50μs周期で送られてくるため、処理はすべてのタスクに優先して高速でなければならない。映像と音声パケットはMPEGビデオ・オーディオ復号化ICへ出力し、SIデータはSI処理タスク群へ渡す。

4.2 選局処理タスク群

チューナモジュールへのチューニング制御、QPSKやエラー訂正ICの制御、デスクランブルICへの鍵データの書き込み制御を行う。また、それらの状態を監視してその状態を端末状態管理タスク群へ渡す。

4.3 CA処理タスク群

カードの起動・停止制御、扉の開閉の検出、トラnsポート処理タスクから渡されたEMM(個別情報)とECM(共通情報)のカードへの転送、代わってカードから得られる鍵データや視聴履歴データを他のタスクへ渡す処理を行う。

4.4 SI処理タスク群

トラnsポート処理タスク群から渡されたSIデータから

チャンネルのロゴデータや番組名データなど、必要な情報を抜き出し、データベース化する処理を行う。

4.5 時間管理タスク群

トラnsポート処理タスクから得られる基準時間を基に受信機内の時間を管理する。これを使い、映像・音声の同期やタイマ予約の自動実行などを行う。

4.6 端末状態管理タスク群

受信機のあらゆる状態(電源待機、番組提示、各種メニュー表示、番組ガイド表示、タイマ予約、その他)を管理する。リモコンや時刻情報など、他のタスクから渡される情報で次の状態に移させるとともに、チャンネルや画面の表示を替えるなど、該当するタスクに対し必要な処理を指示する。

4.7 MODEM制御タスク群

ダイヤリング制御と、ペイ・パー・ビュー番組の視聴履歴やインタラクティブデータの通信管理を行う。通常、このタスクは休止状態になっている。

4.8 表示処理タスク群

番組ガイドやメニュー画面など、グラフィックデータを使った画面表示を管理する。このタスクは、ユーザインタフェースにもっとも密着したタスクである。したがって、表1の主な機能にも示したような機能をこのタスク群で実現するため、他のタスク群よりも数多くのタスクモジュールで構成される。

5 あとがき

わが国の放送もこのPerfecTV!を皮切りにデジタルの時代の幕が開いた。デジタル放送の第一の利点は、衛星のトラnsポンダの有効活用が図れ、ひいてはさまざまな種類の番組を大量にしかも安く提供できる点である。今後もさらに安い受信機を提供し、市場の要望にこたえていきたい。

またそれだけではなく、デジタル放送はあらゆる種類のデータ(いわゆるマルチメディア情報)を大量にしかも広域に伝送できる伝送媒体の一つでもあり、今までできなかったさまざまなサービスを提供できる可能性を秘めている。

われわれは新しい文化を創造する気概をもって、開発を続けてゆく所存である。



菊田 幸男 Yukio Kikuda

深谷工場デジタル映像機器開発設計部主務。
デジタル放送受信機の開発に従事。
Fukaya Works



山田 雅弘 Masahiro Yamada

マルチメディア技術研究所開発第一部主務。
デジタル放送受信機の開発に従事。IEEE 会員。
Multimedia Engineering Lab.