

地上デジタル放送受信機ソフトウェア

Software of Digital Receiver for Terrestrial Broadcasting

松岡 健司*

Kenzi Matuoka

要 旨

日本では2000年12月のBSデジタル放送開始で本格的な放送のデジタル化が開始した。そして、2003年12月に地上デジタルテレビ放送が開始され、いよいよテレビ放送のデジタル化が加速していく時代となった。2011年のアナログテレビ放送終了までに、国内のすべてのテレビ放送受信機をデジタル放送受信機に置き換えていくことが必要となる。

デジタル放送の受信システムでは、従来のテレビ受信機に比べ、比較にならないほど大規模かつ複雑なソフトウェアシステムが要求される。開発の効率化と応用商品への展開を容易にしたデジタル放送受信システムのソフトウェア開発について述べる。

In Japan, BS digital-broadcasting started in December, 2000 opened the digital television broadcasting era. Now the terrestrial digital television broadcasting has started out in December, 2003. This gives a steady momentum to accelerate the digital TV broadcasting.

We are obliged to replace all the domestic conventional TV receivers to digital broadcast TV systems by the end of the transition period in 2011.

The receiving system of digital broadcasting needs much complicated and huge-scaled software compared with the conventional television receiver. This article describes our attempts for software development of the digital-broadcasting receiving system. Those attempts have given us efficient development environments and smooth deployment to application goods.

まえがき

当社は、2000年12月のBSデジタル放送開始に合わせてデジタル放送受信機を開発してきた。デジタル放送受信機では大規模かつ複雑なソフトウェアが要求されるため、開発および検証に多大なパワーと期間を要し、当社では2000年に放送開始したBSデジタル放送受信機¹⁾の開発時から、将来的な拡張・応用展開を見越して開発資源を有効活用できるようなソフトウェアシステムとして設計・開発を行ってきた。

BSデジタル放送の運用規格は、ARIB (Association of Radio Industries and Businesses:電波産業会) でBS/広帯域CSデジタル放送運用規格 ARIB TR-B15として策定され、その後の110度CSデジタル放送もこの規格を拡張する形で策定された。また、地上デジタル放送の運用規格もこの規格をベースとして地上デジタルテレビジョン放送運用規格 ARIB TR-B14として策定されたことから、共用受信機を開発する環境が整った。

ここでは、BSデジタル受信機のソフトウェアをベースにして開発したBS・110度CS・地上デジタル放送の共用受信機のソフトウェアについて述べる。

1. デジタル放送受信機のソフトウェア要件

デジタル放送受信機では、従来の家電製品に比べると比較にならない程ソフトウェアの規模が増大し、内容も複雑化したことから、開発期間も長期化する傾向にある。しかしながら、デジタル放送受信機はあくまで家電製品であり、そこに求められるソフトウェアの要件は、パーソナルコンピュータなどのアプリケーションソフトウェアに求められる要件とは明らかに異なる。その相違点として、以下の3点が挙げられる。

(1) 電波からの情報は確実に取得・処理しなければならない。取り直しは効かず、取得に失敗すれば次の情報取得に支障を来す。

(2) ユーザの入力に素早く反応し、処理を行って

* AVシステム事業本部 液晶デジタルシステム事業部 第6技術部

いることがユーザにわかるようにする必要がある。

(3) CPU速度・メモリ容量などを、ぎりぎりの条件で動作させた場合でも、ハンゲアップは許されない。

ユーザ操作と電波という2つの非同期な情報をトリガにして各種処理を安定にかつ効率よく実行させるために、システム構成としては、対ユーザ・対電波・それらの調停役という3層を中心に置いたソフトウェア構造をもつシステムを構築することが効果的である。

2. デジタル放送受信機ソフトウェアの開発方針

上述のように、デジタル受信機のソフトウェアは複雑かつ大規模なシステムであることから開発に多大な期間を必要とする。このため、最初のBSデジタル放送の受信システム開発当初から、ハードウェアやCPU、OSなどに依存しないシステム、拡張性を備えたシステム、開発したソフトウェア資産ができるだけ長くかつ広範囲に活用できるようなシステムとすべく、次に示すような開発思想を基本とした。

- (1) 開発プロセスの明確化
- (2) 移植を考慮したOSやハードウェアに依存しないソフトウェア記述
- (3) ソフトモジュールを機能的に分離した拡張性、再利用性に富むソフトウェア構造
- (4) 開発を効率化するためのツールの充実

2・1 開発プロセスの明確化

商品サイクルに合わせて短期間で信頼性の高いソフトウェアを効率的に開発するために、明確化されたプロセスに沿ったソフトウェア開発を進め、手戻りによる時間ロスを避けることが必要である。そのために、

図1に示すようなステップを踏むことで、開発時間のロスとなる手戻り作業の発生を防いだ。

ポイントは以下の2つに集約される。

(1) 実機による総合試験によって発生する仕様変更が開発時間の大きなロスとなるため、機能分析、外部設計のステップで十分な検討時間をとる。

(2) ソフトウェアコーディング規約を設け、統一の取れたソフトウェアシステムを実現する。

これらにより、ソフトウェアの整合性、統一性を実現し、開発したソフトウェアの再資源化を狙ったソフトウェア開発を推進した。

2・2 移植を考慮したOSやハードウェアに依存しないソフトウェア記述

長期にわたって商品を展開して行く上では、キーデバイスやCPUを最新のテクノロジーに置き換えて行くことが求められ、移植性を考慮した、OSやハードに依存しないソフトウェアを実現するために次の2つの手法を取り入れている。

(1) OSに対する独立性の確保 (OS抽象化APIによるOSとの分離)

OSが提供するシステムコールをラッピングする関数群としてOS抽象化API (Application Program Interface) を定義し、ソース上ではOS抽象化APIを使用することでソースコード上のOS依存性を排除する。

(2) ハードウェアに対する独立性の確保 (デバイス抽象化APIによるハードウェアとの分離)

ハードウェアを構成するデバイスの機能を制御する共通APIとなる関数群を定義して、実際のデバイスドライバ関数をデバイス抽象化API内に組み込むことにより、ソースコード上のデバイス依存性を排除する。

2・3 機能的に分離したモジュール化ソフトウェア構造による拡張性、再利用性に富むソフトウェアの実現

機能的に独立したモジュール構成とし、各モジュールに対してモジュール間のインタフェース仕様を明確に設定することで処理の独立性を維持し、必要な情報の授受を共通データベースで扱うことにより、新規機能の拡張を容易とする。

(1) 機能別のモジュール構成

機能追加に際し従来の機能モジュールを生かして新規機能モジュールの追加を行うことを可能にする。

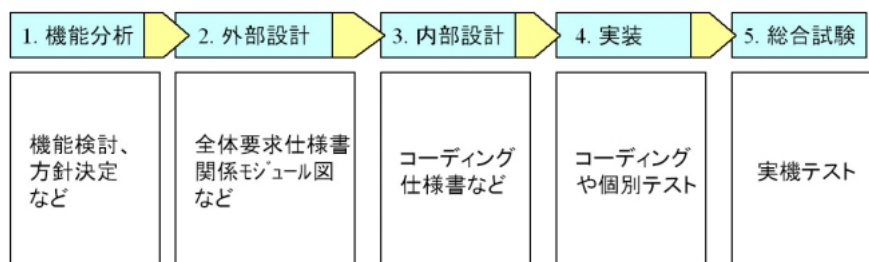


図1 ソフトウェア開発ステップ

Fig. 1 Step of software development.

(2) 共通データベース

モジュール間で共通に利用する情報を共通データベース化することにより、新たに必要となる情報の管理を容易にする。

2・4 開発を効率化するためのツールの充実

開発効率を向上させるために、開発ツール類を積極的に活用するとともに、以下に示すような独自ツールの開発も行い開発効率の向上を図っている。

(a) GUI (Graphical User Interface) エミュレータ

GUI画面をPC上で表示する画面エミュレータであり、ハードウェアに先行してユーザインタフェース画面のデザインやオペレーションの確認に有効である。

(b) SI (System Information) 解析ツール

デジタル放送で伝送されるテーブル情報を解析するためのツールであり、ソフトウェアが放送から受信する各種テーブル情報に対して設計どおりに動作しているかの動作解析を可能とする。

(c) ダウンロードパケット生成ツール

ソフトウェアダウンロード用のデータをパケット化してトランスポートストリーム上に生成する。デジタル放送受信機において、放送波を利用したソフトウェアダウンロード機能はきわめて重要な機能として位置づけられており、商品出荷前にラボでの機能検証が可能となる。

デジタル放送受信機のソフトウェアは、BSデジタル放送の受信システム開発当初から前述のような将来を見越した開発を行っており、今回開発したソフトウェアも従来のBS・110度CSデジタルハイビジョンテレビ用ソフトウェアに地上デジタル放送受信機能を拡張する形で実現した。

具体的には、図2に示すようなソフトウェアのシステム構成をとっている。この構成は、2章で述べた開発方針に沿って開発したもので、以下のような意味を持っている。

(1) ハードウェアに依存する部分は、2・2(2)で述べたように、デバイスドライバの中に閉じ、上位層とのインタフェースはデバイス抽象化APIとして規定し、上位層から見るとハードウェアの変更に関係なく動作できるような仕組みとなっている。

(2) OSの機能は、2・2(1)で述べたように、そのまま利用せず独自に規定するOS抽象化APIによりラップしている。これは、OSの変更をラップ部分のみの変更により吸収できることを意味する。

(3) GUIの実装においても、独自のグラフィックライブラリであるglibを規定し、その上にJavaのAWT (Abstract Window Toolkit) のようなボタンやテキスト、イメージなどの部品を扱える独自のツールキットTVGT (TV GUI Toolkit) を配置することでハードウェアからの分離を図っている。このツールキットTVGTをエミュレートする2・4(a)で述べたGUIエミュレータを使い、ハードウェアに先行したGUIの開発を効率的に行うことで、ハードウェアの開発状況に左右されないアプリケーションの開発が可能となる。

これは、海外向けの製品など、仕向地の違いによる

3. 地上デジタル放送受信機ソフトウェアの基本構成

今回開発した地上デジタル放送受信機ソフトウェアシステムは、BSデジタル放送・110度CSデジタル放送・地上デジタル放送のそれぞれに対応している。

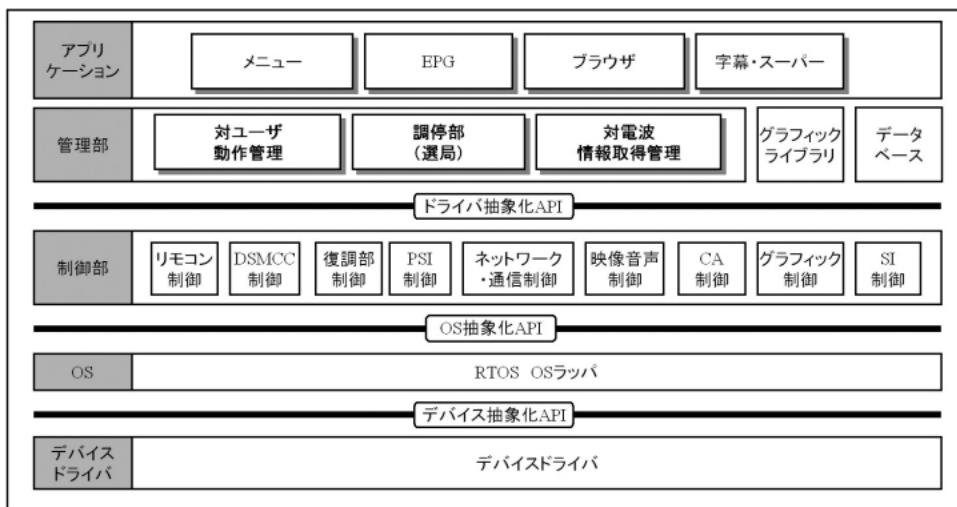


図2 ソフトウェアの基本システム構成
Fig. 2 Basic system structure of software.

グラフィック仕様や GUI 仕様の変更に対してもアプリケーションの修正を最小限に抑える効果がある。

例えば、OSD (On Screen Display) の描画プレーンの CLUT (Color Look Up Table) がハードウェア要因により 256 色パレットから 16 色パレットへ変更されても、グラフィックライブラリ glib とツールキット TVGT でその違いを吸収することにより、アプリケーション層への影響を少なくできる。

(4) 各制御部と管理部が利用する情報に対し、2・3 (2) で述べた共有管理データベースを用意した。このデータベースは、ユーザ操作や設定した情報を保持する部分と電波から受信した情報を蓄積する部分から構成される。海外など、異なる放送システムに応用する際は、後者を部分的に修正することで対応可能となる。

次節では、実際の商品展開の過程でどのような手法でソフトウェアの拡張を行ってきたかについて説明する。

3・1 複数ネットワークへの対応

当初の BS デジタル放送受信機では、受信するネットワークは BS デジタル放送一つの単一ネットワークのシステムであった。また、選局システムはサービス ID (Service IDentifire) だけで選局対象となるサービスを特定できるシステムであった。

複数のデジタル放送ネットワークへの対応に際し、選局システムにネットワークの概念を追加し、各ネットワークの切換え機能を実現した。前述 (4) のデータベースを拡張して、選局に関わる各種モジュールにおいては、選局の際に必要な応じてデータベースから追加されたパラメータを利用することで複数のネットワークに対応した。更に、選局の際のパラメータ追加だけでなく、受信機内に蓄積する各サービスの番組情報などもネットワーク ID を追加して管理することにより、各ネットワークごとの番組情報をデータベース

に管理する仕組みを作っている。この選局管理とデータベース部の修正により、単一ネットワークのみを扱っていたソフトウェアシステムから複数のネットワークを扱えるソフトウェアシステムへ拡張した。

この多ネットワーク拡張は、110 度 CS デジタル放送対応商品への展開時に適用されている。ネットワークを切り換えることで、BS デジタル放送、110 度 CS デジタル放送 (プラットワンおよびスカパー！2 の二つのプラットホーム) の切換え機能を実現した。

3・2 CPU および OS の変更

2002 年 10 月発売の商品では、CPU、ハードウェア、グラフィックプレーン構造に加えて OS の変更を行っている。ハードウェアの変更に対しては、(1) のデバイスドライバ内部での変更点の吸収、グラフィックについてはデバイスドライバと (3) のグラフィックライブラリでの対応によりアプリケーション側の修正を最小限に抑えた。また、OS の変更に対しては (2) の OS 抽象化 API で吸収し、OS 抽象化 API を利用するソフトウェア上位層 (制御部、管理部、アプリケーション) を修正することなく異なるプラットホームへのソフトウェア移植を実現した。

このような大幅なハードウェア変更と、ソフトウェアの根幹にあたる OS の変更にもかかわらず、短期間でかつ小人数での開発を可能とした。

3・3 地上デジタル放送への拡張

衛星デジタル放送である BS デジタル放送と 110 度 CS デジタル放送は、周波数帯域が同じ SHF 帯域で隣接しており、変調方式も PSK (Phase Shift Keying) 方式を採用していることからフロントエンド部を共通化できたが、地上デジタル放送は、周波数帯域は UHF 帯域、変調方式は OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 方式であり、衛星デジタル放送とは大きく異なる。このため、フロントエンド部としては衛星デジタル放送用と地上デジタル放送用を個別に搭載している。このため、二種類のフロントエンド部の切り替えシステムが必要となり、選局・調停部に信号経路管理機能を追加した。これは、選局を行う一連の手順 (シーケンス) に信号経路の判定・切換え部分の追加を行うもので、ソフトウェアにとって大きな変更要因となるが、前述 (4) のデータベース拡張という形をとることで、選局に直接かかわる部分を除いて最小限の変更で留めている。この機能拡張に伴い、ユーザによる選局操作や GUI が複雑にならないようなシステムの改善も行っており、この内容について説明する。

表 1 デジタル放送受信機の開発

Table 1 Digital broadcasting receiver TV.

時期	主な商品	対応したデジタル放送
2000年6月	32C-HE1 (ブラウン管テレビ)	BSデジタル放送
2001年10月	LC-30BV3 (液晶テレビ) PZ-50BD3 (プラズマテレビ)	BSデジタル放送 衛星ダウンロードで、110度 CSデジタル放送に対応
2002年10月	LC-37BD5 (液晶テレビ)	BSデジタル放送 110度CSデジタル放送
2003年6月	LC-37AD1 (液晶テレビ)	BSデジタル放送 110度CSデジタル放送 地上デジタル放送

3・3・1 信号経路管理機能

前述のように、選局・調停部に二つのフロントエンド部を切り換える信号経路の管理部を追加した。その上で、選局シーケンスの先頭に信号経路を設定するための手順を追加した。すべての選局を行う際に、まず経路設定を行い、その後従来の選局シーケンスを行うことで確実な信号の流れを保障するシステムを作り上げた。信号経路の管理部は、今後の商品展開において外部機器やネットワーク経由の通信などの入力信号経路が追加されることや、出力する映像音声も複数化されることに備えた柔軟な構成とし、扱う情報も、共有管理データベースを利用することで、今後の応用展開に対応できるシステムとしている。

また、フロントエンド制御部は、従来からある衛星デジタル放送用復調部と同じデバイス抽象化APIを使用することで、選局・調停部からの制御を信号経路の切換えだけの違いで扱える仕組みとした。これにより、フロントエンド制御部は、実際のチューナが外部に接続されたシステムであっても、制御部の差し替えだけで内蔵チューナと同様の制御が可能である。

3・3・2 選局システム

二つのフロントエンド部を有効に活用するために選局・調停部を二重化した。このシステムにより、地上デジタルと衛星デジタルの二つの選局シーケンスを同時に、かつ非同期で動作させることを実現した。ソフトウェアシステムとしては複数のネットワークによるサービスを同時かつ非同期に処理し得るものである。またこの仕組みは、サービス視聴に使用していないネットワーク系からのSI等の情報取得を可能とする。

BSデジタル放送や110度CSデジタル放送は、それぞれが単一のネットワークを構成しており、どの放送局の放送波でもネットワーク内のすべての放送局の番組情報を送出している。たとえばBSデジタル放送のどこかの放送を受信していると、BSデジタル放送全体の番組情報を受信できるため、電子番組表（EPG: Electric Program Guide）を表示すればいつでもBSデジタル放送のすべての放送局の番組を表示できる。これに対して、地上デジタル放送では放送局ごとに別ネットワークを構成しているため、番組情報は自局のものみの送出となる。したがって、地上デジタル放送では選局した放送局のみ番組情報の取得、表示が可能となる。このため、長時間一つの放送局を見続けるような場合、番組表を表示した際に視聴中の放送局の情報のみ表示されるようなことが発生する。

二重化した選局システムでは、衛星デジタル放送を視聴中に、使用していない地上デジタル放送の経路を使って定期的にチャンネルサーチを行い、番組情報を

取得することで上記の問題を低減できる。

3・3・3 ネットワーク通信機能

地上デジタル放送では、新たにTCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) による高速通信機能が追加された。従来のBSデジタル放送と110度CSデジタル放送では、低速モデムを使ったベーシック手順での通信機能があったが、地上デジタル放送では高速モデムやLAN (Local Area Network) を利用した高速通信機能にも対応が必要となった。2・3 (1) で述べたモジュール化の手法に沿ってこの部分を新規モジュールとして開発した。TCP/IPのプロトコルスタックやHTTP (Hyper Text Transfer Protocol) 部分をモジュール化して開発し、データ放送受信アプリケーションであるBML (Broadcast Markup Language) ブラウザとのAPIを追加して地上デジタル放送の通信機能に対応した。

以上のように、デジタル放送受信ソフトウェアの開発において、2章で述べた思想、ソフトウェア構造に基づくソフトウェアシステムの開発を行い、ハードウェア、CPU、OSの変更やデジタル放送システムの拡張を伴う商品の開発や展開を短期間でかつ効率的に行うことにより、このシステムの有効性を実証することができた。

むすび

このように、BSデジタル放送単一の受信システムから、110度CSデジタル放送、地上デジタル放送への拡張を行うことにより、多ネットワークに対応したデジタルテレビ放送受信機のソフトウェアシステムを構築してきた。今後は、放送と通信の融合や家庭内の機器のネットワーク化など、これまでにないサービスが展開されることが予想される。

これまで開発してきたソフトウェアシステムはデジタル放送受信機のソフトウェアプラットフォームとして広範囲な応用展開が可能なシステムである。放送電波の変調方式や、映像・音声の圧縮方式などが異なる携帯受信機向けサービスや海外のデジタルテレビ放送への展開、ネットワーク機能の拡充などに対し、ソフトウェアモジュールの差し替えで容易に対応して行くことが可能である。

今後も、新たなサービスへの対応、使いやすさの追求の両面からこのソフトウェアシステムを更に進化させていきたい。

参考文献

- 1) 高橋幸雄他, “BSデジタルチューナ”, シャープ技報, 78, pp.12-17(2000).

(2004年2月9日受理)