



オーディオ再生装置の 制御開発

- ▲ Delphi 社における
モデルベースの
オーディオ再生装置開発
- ▲ 動作、エラー処理、
および通信に関する
Stateflow ロジック
- ▲ TargetLink による
効率的な量産コード
生成

オーディオ再生装置とは、CD デジタルオーディオ、CD-R または MP3 ディスクなどの記録メディアからデータを読み取り、コマンドと、オーディオシステムにより音楽に変換される信号を生成するメカニズムのことです。再生装置は、市場の需要を満たすために絶えず変化するので、制御ソフトウェアを迅速かつ効率的にアップデートする必要があります。Delphi 社の開発チームは、dSPACE の TargetLink によるモデルベース設計と量産コードの自動生成を使用することにより、量産コードを実行する機能ユニットを 12 ヶ月以内で完成できることを実証しました。

最新型のラジオは、AM/FM チューナー、ヒューマンマシンインターフェース (HMI)、通信、再生メカニズムなどの、複数のビルディングブロックで構成されています。さまざまなビルディングブロックは、オペレーティングシステム (OS) によって制御されるタスクとして実行されます。OS が、割り当てられた優先順位と相互依存関係に基づき、これらのタスクを呼び出します。呼び出しは、内部的にトリガされるか、またはラジオのフェイスプレートでのボタンの押下やメディアの挿入などに応答してトリガされます。オーディオ再生メカニズム (再生装置) は、一般的にラジオの中で最も複雑なビルディングブロックです。再生装置ベンダーによる激しい値引き競争と、新たな機能や要件が次々と追加されることにより、すべてが急激に変化して行きます。

このような複雑な商品の変化に対処するために、ラジオのサプライヤは、再生装置用のソフトウェア開発、テスト、および実装をスピードアップする必要があります。汎用アーキテクチャ内でのモジュラー型の設計が設計目標であり、再利用ライブラリのカスタマイズ可能なビルディングブロックを使用します。

特別な課題

メインボードと再生装置間のインターフェースは、通常は、Inter Integrated Circuit (I²C) などのプロトコルを使用して双方向でデジタル通信メッセージを送受信する低価格のマイクロプロセッサです。通信規格が存在するにもかかわらず、再生装置は I²C または他のプロトコルによって実装が異なります。これは通常は低レベルのドライバに関連した問題です。さらに問題を難しくしているのは、必ずしもすべてのデジタルオーディオ CD がレッドブックの業界規格に従っていないという事実です。これは、広く使われている数多くの CD 書き込みプログラムが規格に従っていないからです。仮にあらゆる CD が規格に従っていて、傷が全くついていなかったとしたら、また、あらゆる再生装置が完璧に作動すると仮定したら、さらに、ドライバーが自分の子供にホテルのキーカードをカーラジオに絶対に挿入させないと考えたら (そんなことはまず有りませんが)、再生装置の制御は簡単なタスクになります。

動作のモデル化

再生装置は、最新のオーディオ機器のすべてのユーザに知られている一般的なコマンドを実行します。コマンドにはたとえば、読み込み、取り出し、再生、停止 / 一時停止、スキャン、早送り / 巻き戻し、シークアップ / シークダウン (トラックまたはフォルダ)、およびシャッフルなどのオプションがあります。これらのコマンドに応じて呼び出される機能は、動作と呼ばれます。動作、エラー動作、および通信のロジックは Stateflow[®] インターフェースで表現され、制御信号は Simulink[®] で表現されます。



▲ 複数のビルディングブロックからなる最新型のナビゲーションラジオの例

効率的なコード生成プロセス

単体テストが完了すると、私たちは、量産コード生成ツールの TargetLink を使用して、ANSI 準拠の C コードを自動的に生成しました。Delphi 社内で開発されたデータディクショナリを使用して、エンジニアリング変数特性を取得し、ソフトウェア変数をハードウェア I/O にマッピングしました。TargetLink は、HTML 形式での自動文書化機能を提供し、生成されたコードを読みやすくしてレビューを容易にします。手書きのコード (14903 バイト) と自動的に

「TargetLink を使用することで、同等のアルゴリズムを手書きコードで実装した場合と比べて、極めて短い時間でコードを生成し、テストすることができました」

Lev Vitkin, Delphi Electronics & Safety

生成されたコード (12437 バイト) をバイト数で比較した結果は、約 17% の改善を示しています。

学んだ教訓

プロジェクトの終了に近づいてから、新しい再生装置ユニットが検討されました。テストケースとして、私たちは、わずか 4 時間で新しいユニットにインターフェースを適応させました。これは、モジュラー方式のアーキテクチャ、再利用可能なビルディングブロック、およびカスタマイズ可能な適応インターフェースを使用することにより、大幅な時間の節約が可能であることを示しています。

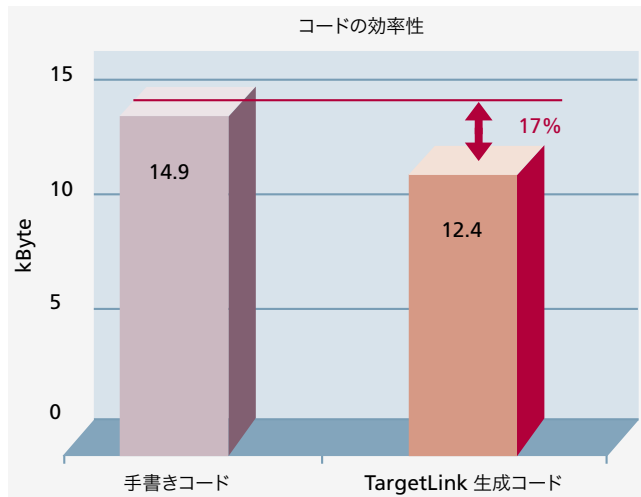
利用効果

このアーキテクチャの視覚特性により、上層管理職や技術者に詳しくないスーパーバイザーでも利用しやすくなるだけでなく、私たちのチーム内での技術的な議論が促進されることが分かりました。また、Stateflow または TargetLink によりレガシーコードの統合も簡単になることが分かりました。同等のアルゴリズムを手書きコードで実装した場合と比べて、極めて短い時間でコードを生成し、テストすることができました。

Peter J. Schubert,
Packer Engineering, Inc., 米国
Lev Vitkin,
Delphi Electronics & Safety, 米国
David Braun,
バドュー大学、米国



▲ 仮想制御用のラジオユーザインターフェース



▲ 同一の制御モデルに対する手書きコードによるソフトウェアと TargetLink で生成されたコードの比較

用語解説

レッドブック -

オーディオ CD の規格はレッドブックに定められています。レッドブックという名称は、すべての CD および CD-ROM 形式に関する技術的仕様が記載されている本の表紙の色からそう呼ばれるようになりました。この規格は IEC 908 として承認されています。

Inter Integrated Circuit (I²C) -

マザーボードや組込みシステムのようなデバイスに低速の周辺機器を接続するために使用される、マルチマスターシリアルコンピュータバス。

参考文献:
Model-based Development for Event-driven Applications using MATLAB: Audio Playback Case Study, SAE World Congress 2007, paper 2007-01-0783