



WP400 (v1.0) 2011 年 8 月 30 日

FPGA を使用する車載インパネ デザインで 激変するグラフィックスに対応

著者 : Nick Difiore

車両に搭載される電子部品およびそれらに関連する技術は急速に発展しています。これは主に、安全性、快適性、利便性、そしてエンターテインメントを求める消費者ニーズに後押しされてのことです。これに伴い、運転席や助手席にもたらされる情報量は飛躍的に増加し、それに合わせて計器パネル (インパネ) のデザイン技法が激変しています。この革新的なインパネの開発期間を短縮するため、多くのエンジニアが **FPGA** を利用しています。

かつて **FPGA** はラピッド プロトタイピング ツールとしての使用が主でしたが、現在は低価格化が進み、低コストと柔軟性を両立した量産製品のプラットフォームとしても使用されるようになっていきます。世界的な傾向としてエンジニアリング予算が削減される中で、多機能化、高性能化への要求がますます高まる最新世代の計器クラスターに **FPGA** を採用すれば、経営者および製品アーキテクトのどちらのニーズも満たすことができます。

コンフィギャラブルな計器クラスター

ドライバーにもたらされる情報の量が増えるきっかけとなった要因の 1 つに、カー インフォテインメント向け TFT 液晶ディスプレイ (LCD) の登場があります。これによって使い勝手のよい GUI を表示できるようになり、より高度な情報の提供が可能になりました。LCD 普及の最初の火付け役となったのが、GPS を利用したナビゲーション システムでした。

それまでの計器クラスターといえば、電気機械式のスピードメーター、タコメーター、燃料計、温度計、その他の表示灯や警告灯で構成されるものがほとんどでしたが (図 1)、TFT-LCD の登場によってその常識が覆ろうとしています。この新しい情報表示の手段は柔軟性に優れ、車両の設計者は自由なデザインが可能です。まさに、人間工学エンジニアの腕次第で無限の可能性が広がっているといえます。



WP400_01_072911

図 1： 従来の電気機械式のメーター類

従来の電気機械式の計器類とは異なり、TFT-LCD では情報を動的に構成できます。たとえば、インパネに表示する計器をリアルタイムに切り替え、ドライバーがその時々で必要としている情報のみを表示させることもできます。このように自由な表示が行えるようになったことで、インパネの機能とスタイルにおけるデザインの可能性は無限の広がりを見せています (図 2)。



Courtesy: Xylon

WP400_01_072511

図 2： 動的なインパネ表示

新旧計器クラスターの比較

従来のダッシュボードの計器クラスターは、電氣的なデザインとソフトウェア (動作内容) の点では大衆車から最高級車までアーキテクチャにほとんど違いはありませんでした。主な機能は次の 3 つで、いずれも比較的単純なものでした。

- 車両とパワートレインの状態に関する情報 (性能データや診断データなど) をパワートレイン コントローラーや各種センサーから (直接または車両内ネットワークを通じて) 取得する。
- 電気機械式メーター類を制御 (通常はステッピング モーターを使用) し、情報をリアルタイムに正しく表示する。
- 表示灯や警告灯 (方向指示灯やエンジン警告灯など) を介して各種診断情報やステータス情報を表示する。車種によっては、メッセージ センターと呼ばれるごく簡単な英数字ディスプレイ (一般的には 7 セグメント LED など) に表示されることもある。

従来の計器クラスター デザインでの主な差別化要因は、全体的なメカニカル パッケージング、メーターの数と配置、メーター針の形と色、固定グラフィックスのスタイル、照明の演出方法くらいでした。上位車種では、メカや照明に趣向を凝らして高級感を演出するという手法がとられていました (反射イメーজを利用して警告灯やメーター針が手前に浮き出しているように見せるなど)。しかしこうしたメカニカル パッケージングを除けば、基本的なデザイン要素は大衆車から最高級車までほとんど共通していました。このため、ごく限られた種類のセミカスタム マイクロコントローラーを使用して標準化した電子的アーキテクチャを採用するというのが現実的かつ慣例的でした。図 3 に、これまでの一般的なアーキテクチャを示します。

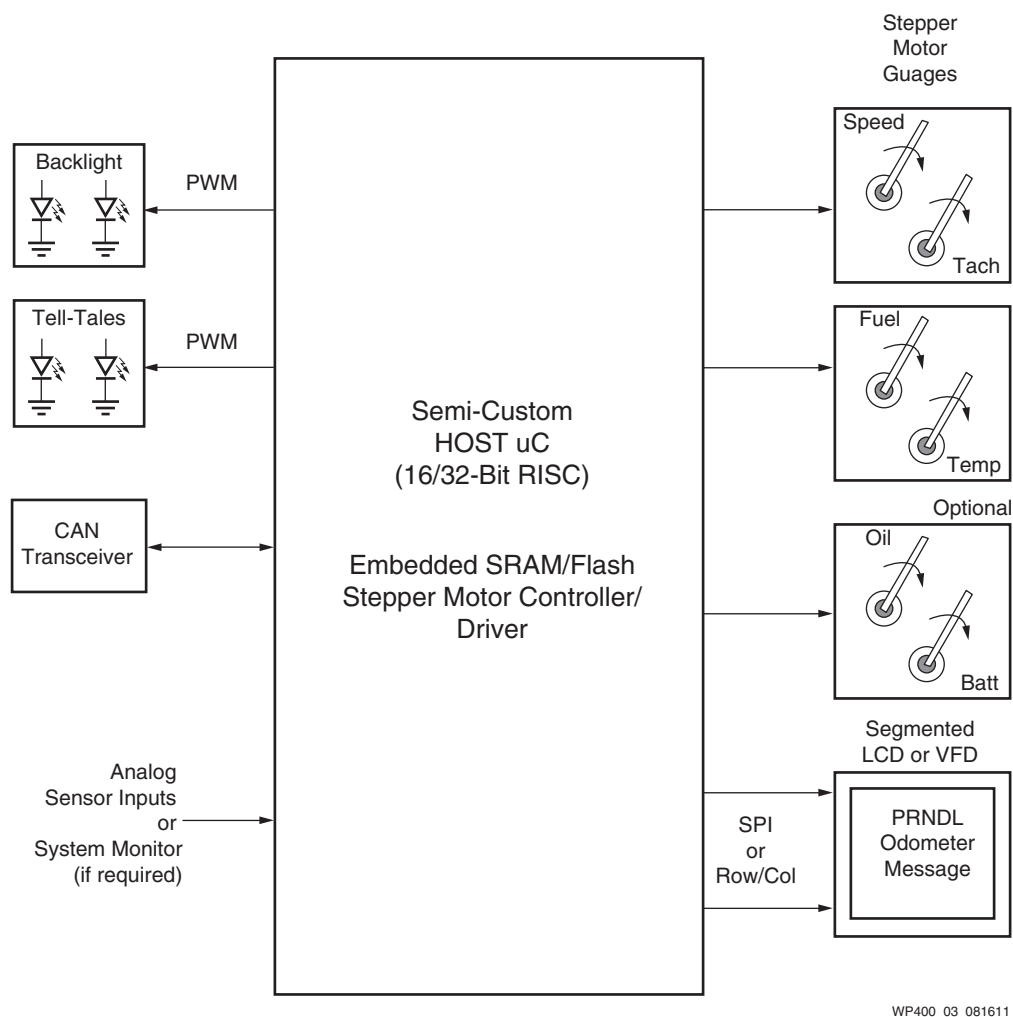


図 3: 従来の計器クラスターのアーキテクチャ

最近では車載向け TFT-LCD ディスプレイの低価格化により、車両の設計者と人間工学エンジニアは自由なフォーマットやデザイン テーマであらゆる種類の情報を表示できるようになりました。それだけでなく、情報の表示方法を動的に変更することもできます。車の運転という行為は非常に動的なもので、その要件は意識レベルや注意レベルで刻々と変化します。ドライバーにとって重要な情報、すなわちシステムの付加価値を高める情報の種類や量は、停車中、後退中、渋滞中などの車両の状態によって変わります。

TFT-LCD ではさまざまな情報を表示できるため、計器クラスターのエンジニアはこれまで以上に多くのデータを収集しなくてはなりません。一般的な CAN (Controller-Area Network) 接続はもちろん、CAN での扱いが困難または不可能なデータ ソースの利用も幅広く検討する必要があります。たとえば、ナビゲーションやインフォテインメントの情報を運転席の前に直接表示することも考えられます。このようなことは機械的メーターやランプはもちろん、小型のメッセージ センターでも不可能でした。TFT-LCD であれば、地図、ナビゲーション情報、ラジオでかかっている曲名やアルバム ジャケットなども表示できます。もちろん、バックで駐車するときにはリアビュー カメラからの画像をリアルタイムで TFT-LCD に表示することもできます。こうした機能を実現するには、マルチメディア ネットワークやその他のデジタルビデオ ストリーミング規格 (MOST[®] デバイス、Ethernet AVB、APIX などのテクノロジー) に接続できるだけの柔軟性がデザインに求められます。また、車種やオプションによっては、これらのネットワークに接続しないという点でも柔軟性が必要になります。

インパネへの情報表示

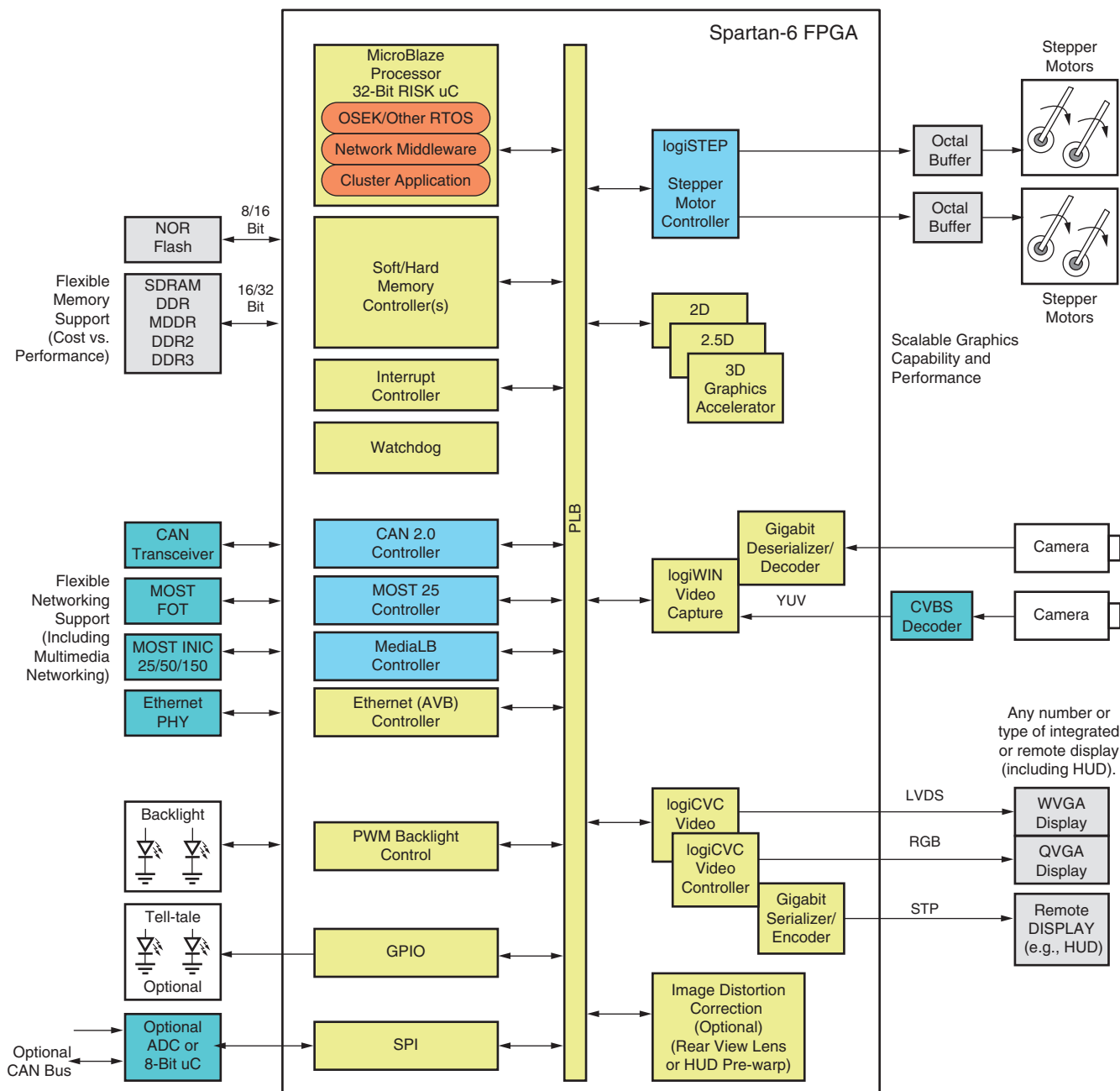
旧来の電気機械式メーターと TFT-LCD の組み合わせパターンは事実上無限に存在し、計器クラスターのエンジニアはそのすべてに対応できなければなりません。TFT-LCD のコストはパネル サイズと解像度によって大きく異なるため、価格が最優先されるコンパクト カーと高級セダンでは電気機械式メーターと TFT-LCD の組み合わせ方も変わってきます。高級車用 OEM では電気機械式メーターが使用されることはほとんどありませんが、1 枚の大型 TFT-LCD と複数の小型 TFT-LCD のどちらがコストを抑えられるかを検討する余地はあります。また、ディスプレイ機能および表示させたい内容のレベル、さらにグラフィック コンテンツやアニメーションの内容によっても必要となるディスプレイ コントローラー ハードウェアは変わってきます。デザイン上の変数としては、次の要素があります。

- 使用する電気機械式メーター (ステッピング モーター コントローラー/ドライバー) の数。通常は 0 ～ 6 程度で、一部のトラックでは 8。
- オプションのヘッドアップ ディスプレイ (HUD) を含む、TFT-LCD の数とサイズ。
- TFT-LCD の解像度と色深度 (ディスプレイおよびディスプレイ コントローラーを選択する際の最大のコスト要因)。車載用グレードのディスプレイは一般に QVGA (320 x 240 ピクセル) ～ ダブル WVGA (1,280 x 480 ピクセル)。
- グラフィックス レイヤーの数とアルファ ブレンディングの種類。GUI コンセプトやデザイン スタイルによって異なり、通常は 2 ～ 8 レイヤー。
- 使用するグラフィックス機能とアクセラレーション (2D、2.5D、3D など)。
- アニメーションを表示する際のリフレッシュ レートなどのグラフィックス性能。
- ビデオのキャプチャ、拡大/縮小、処理、オーバーレイに関連する機能 (駐車アシストやエンターテインメントで使用)。
- 全体的なソフトウェア互換性の複雑さ (使用しているグラフィックス ライブラリ/API の種類、GUI 開発ツールとの互換性など)。
- エンベデッド プロセッサに求められる総合的な性能。TFT-LCD を使用したシンプルなメッセージ センターでは 32 ビット RISC を使用し、PC に匹敵する 3D 体験を提供する場合はマルチコアの スーパースカラー プロセッサを使用。
- ビデオ/グラフィックス表示に必要な全体的なメモリ性能とテクノロジー。性能要求が低ければ低コストの SRAM を使用し、高性能が要求される場合は最先端の PC と同じ DDR3 を使用。

自動車メーカーはこれらのオプションを使用して他社との差別化を図ったり、自社のラインナップで各モデルに特徴的な個性を与えたりしています。このため、計器クラスターのアーキテクトには細分化する顧客ニーズへの対応力が求められます。その 1 つの解決策となるのが、従来の標準品またはセミカスタムのマイクロコントローラー (プログラマブルなソフトウェアがベース) の代わりに、より動的でスケラブルなプラットフォーム (プログラマブルなハードウェアがベース) を使用するというアプローチです。

プログラマブルであることの優位性

再プログラミング性に関していえば、FPGA の柔軟性にかないデバイスはありません。特にダッシュボードの計器クラスター アプリケーションに FPGA を使用すれば、製品アーキテクトが開発および保守しなければならないプラットフォーム アーキテクチャの数を抑えながら、細分化が進む自動車メーカーのニーズや戦略にも柔軟に対応できるなど、経営者にとっても利点があります。図 4 に、FPGA テクノロジの機能と柔軟性を具体的に示します。



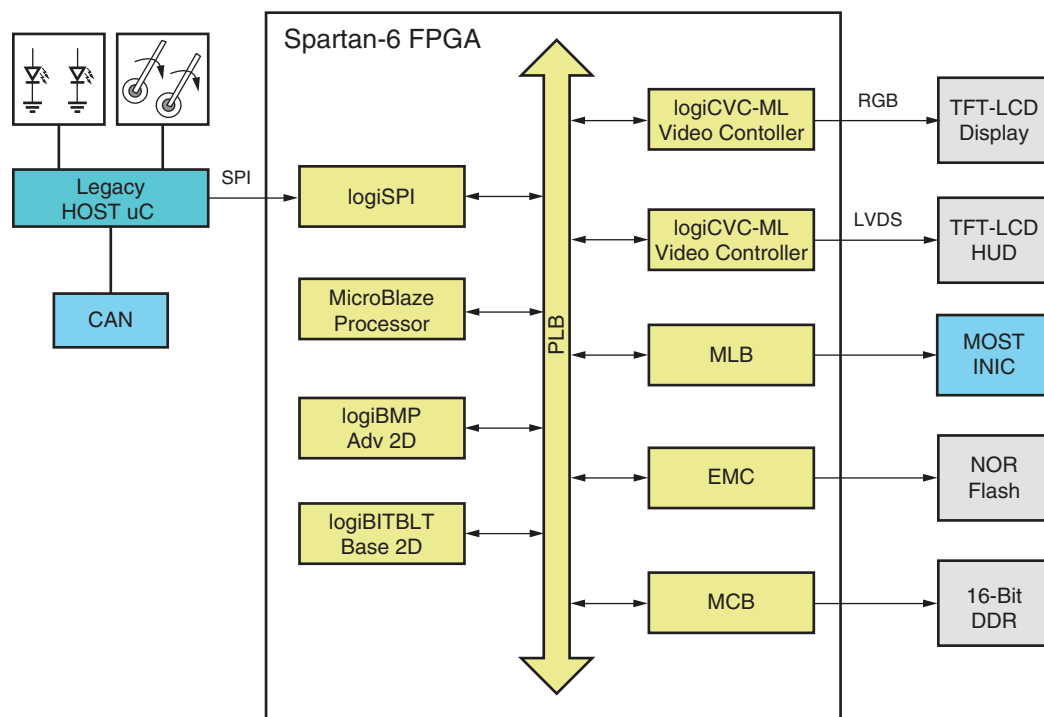
WP400_04_081611

図 4: FPGA ベースのクラスター プラットフォーム

図 4 で使用している Xilinx® Automotive (XA) Spartan®-6 FPGA デバイスには、次のような利点があります。

- メモリ コントローラー ブロックをハードマクロとして提供することにより、高性能なグラフィックス ベース システムに必要な DDR、DDR2、DDR3 メモリ アクセスを低コストで実現。図 4 では、最大 3.2Gb/s のメモリ スループットをサポート。
- Gigabit LVDS やシリアル トランシーバー (最大動作速度 3.2Gb/s) などの高速 I/O オプションにより、APIX など車載用グレードのリモート デジタル ビデオ/ディスプレイを統合できる。
- パッケージやロジック集積度の異なる製品が豊富に提供されており、1 つのプラットフォームをスケラブルに拡張して機能やコストの異なる派生品を幅広く展開できる。特に、ボード/ピン互換性を持つパッケージでいくつかのロジック集積度の製品が用意されているため、PCB デザインは 1 種類で対応できる。
- オートモーティブ用としての認定基準を完全に満たした XA デバイス ファミリ (最新の AEC-Q100 規格よりも厳しい検査を実施)。OEM で必要となる PPAP (Production Part Approval Process) と完全な BOM、製造サイト、変更管理をサポート。

FPGA をアーキテクチャの中心に据えることで最大限の柔軟性が得られるのは当然ですが、実績のあるクラスター デザインと新しいクラスターの要件の橋渡し役としてプログラマブルなハードウェアを活用できるという利点もあります。図 5 に示すように、自動車メーカーは FPGA を採用することで従来のクラスター デザインの機能を自由に拡張して TFT-LCD に移行できると共に、マルチメディア ネットワークにもアクセスできるようになります。こうすれば、これまでのクラスター要素 (センサー/ネットワーク接続や電気機械式メーター制御など) は実績のあるデザインを活用して TFT-LCD へ移行できるため、投資を抑えながらタイム トゥ マーケットを短縮できる非常に魅力的なアプローチとなります。また、この例のように FPGA にエンベデッド プロセッサ (MicroBlaze™ プロセッサ) を作り込むことにより、アプリケーション固有のグラフィックス ソフトウェアも FPGA で実行できます。これにより、ホスト マイクロプロセッサの負荷を軽減できるだけでなく、従来のホスト プロセッサ ソフトウェアに大幅な変更を加えることで発生するリスクとコストを最小限に抑えることもできます。



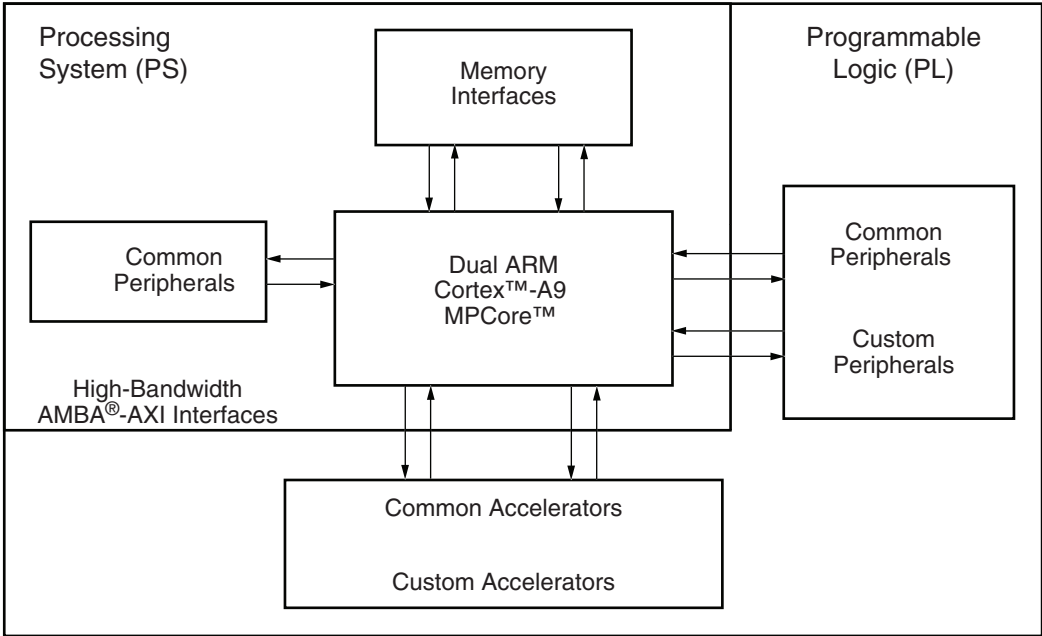
WP400_05_081711

図 5: FPGA ベースのハイブリッド クラスタ

XA Spartan-6 FPGA にはサードパーティ提供の IP (Xylon 社の logicBRICKS など) や包括的なハードウェア/ソフトウェア デザイン ツールが用意されています。これらを組み合わせてデザイン プラットフォームの基盤を構築することにより、ティア 1 の自動車部品メーカーはセミカスタム シリコンの利用に伴うコストとリスクを回避し、機能/性能レベルの異なるあらゆる構成の計器クラスターにも、数年前のプログラマブル ロジックでは想像もできなかったほど低コストで対応できるようになります。

Zynq-7000 EPP

Zynq™-7000 エクステンシブル プロセッシング プラットフォーム (EPP) は、最近ザイリンクスが発表した新しいタイプのデバイスです (図 6)。これは、車載ソフトウェア エンジニアには以前から馴染みのある ARM® ベースの最先端プロセッサ システムに FPGA (プログラマブル ロジック) の柔軟性を加えた製品です。このシリーズには、FPGA のリソース量や価格の異なる互換デバイスがラインナップされています。これら 2 つの洗練されたテクノロジーをワンチップに統合することで、FPGA ベースのソフトウェア マイクロコントローラーをはるかにしのぐエンベデッド処理パフォーマンスが実現されるほか、データの収集、処理、表示に必要なソフトウェア アクセラレーションやペリフェラル/ネットワーク コネクティビティについてもその可能性は無限の広がりを見せています。情報処理やディスプレイ機能の面で計器クラスターが PC の領域に近づいていく中、EPP はますます低コストで高い柔軟性が要求されるオートモーティブ システムに対応する新時代のソリューションを提供します。



WP400_06_081811

図 6： Zynq-7000 EPP

まとめ

GUI を採用したドライバー情報システムでは、従来の計器クラスターよりも明らかにデザインが複雑になります。そこで課題となるのが、複雑化と細分化が進む OEM の要件にいかに対応するかという点です。これに伴うエンジニアリング コストの上昇を回避するには、従来のマイクロコントローラーを使用したソフトウェア ベースのアプローチの代わりに、ソフトウェアとハードウェアの両方がプログラマブルな FPGA を使用するというアプローチが有効です。この方法であれば、1 種類のプラットフォーム デザインまたは製品アーキテクチャを用意しておくだけで、個々の派生品にも柔軟に最適化を図ることができます。新次元のプログラミング性を備え、低価格化も進んだ最近の FPGA は、上記の目標を達成するための手段として採用が急速に広がりつつあります。

詳細は、次のページを参照してください。

<http://japan.xilinx.com/applications/automotive/high-resolution-video-and-graphics/index.htm>

改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

日付	バージョン	改訂の説明
2011 年 8 月 30 日	1.0	初版リリース

Notice of Disclaimer

The information disclosed to you hereunder (the “Materials”) is provided solely for the selection and use of Xilinx products. To the maximum extent permitted by applicable law: (1) Materials are made available “AS IS” and with all faults, Xilinx hereby DISCLAIMS ALL WARRANTIES AND CONDITIONS, EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE; and (2) Xilinx shall not be liable (whether in contract or tort, including negligence, or under any other theory of liability) for any loss or damage of any kind or nature related to, arising under, or in connection with, the Materials (including your use of the Materials), including for any direct, indirect, special, incidental, or consequential loss or damage (including loss of data, profits, goodwill, or any type of loss or damage suffered as a result of any action brought by a third party) even if such damage or loss was reasonably foreseeable or Xilinx had been advised of the possibility of the same. Xilinx assumes no obligation to correct any errors contained in the Materials or to notify you of updates to the Materials or to product specifications. You may not reproduce, modify, distribute, or publicly display the Materials without prior written consent. Certain products are subject to the terms and conditions of the Limited Warranties which can be viewed at <http://www.xilinx.com/warranty.htm>; IP cores may be subject to warranty and support terms contained in a license issued to you by Xilinx. Xilinx products are not designed or intended to be fail-safe or for use in any application requiring fail-safe performance; you assume sole risk and liability for use of Xilinx products in Critical Applications: <http://www.xilinx.com/warranty.htm#critapps>.

AUTOMOTIVE APPLICATIONS DISCLAIMER

XILINX PRODUCTS ARE NOT DESIGNED OR INTENDED TO BE FAIL-SAFE, OR FOR USE IN ANY APPLICATION REQUIRING FAIL-SAFE PERFORMANCE, SUCH AS APPLICATIONS RELATED TO: (I) THE DEPLOYMENT OF AIRBAGS, (II) CONTROL OF A VEHICLE, UNLESS THERE IS A FAIL-SAFE OR REDUNDANCY FEATURE (WHICH DOES NOT INCLUDE USE OF SOFTWARE IN THE XILINX DEVICE TO IMPLEMENT THE REDUNDANCY) AND A WARNING SIGNAL UPON FAILURE TO THE OPERATOR, OR (III) USES THAT COULD LEAD TO DEATH OR PERSONAL INJURY. CUSTOMER ASSUMES THE SOLE RISK AND LIABILITY OF ANY USE OF XILINX PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS.

本資料は英語版 (v1.0) を翻訳したもので、内容に相違が生じる場合には原文を優先します。

資料によっては英語版の更新に対応していないものがあります。

日本語版は参考用としてご使用の上、最新情報につきましては、必ず最新英語版をご参照ください。

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、jpn_trans_feedback@xilinx.com までお知らせください。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメールアドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。