

Feature Article

特集論文

SPARC共通コントローラ

Jürgen Pitz

共通コントローラプラットフォームSPARCは、ダイナモメータシステムを主なターゲットにして、回転運動や直線運動のインテリジェント制御を行う装置である。このプラットフォームの専用ハードウェアおよびソフトウェアは、HORIBAの制御機器分野における20年以上の経験を活かし最適化されている。HORIBAはこのプラットフォームをベースとして、エンジン、駆動系、車両、ブレーキ試験用に各種制御およびシミュレーションのソリューションを提供している。さらにSPARCコントローラは、HORIBAテストオートメーションプラットフォームSTARSで拡張することも可能で、ユーザフレンドリな最新のインテリジェントコントローラが構築できる。

はじめに

HORIBAは、車両全体またはブレーキ、エンジン、トランスミッション、アクスル(車軸)など、さまざまな車両コンポーネント向け試験装置を幅広く提供している。これらのアプリケーションに共通することは、試験対象ユニットに接続される1台または複数のダイナモメータにおいて、速度、トルク、スロットル位置に対する高い制御性能を必要とする点である。次に挙げるように、この制御機能の要件は試験装置に共通する事項である。

- ・速度、トルク、スロットル位置の高精度・高速制御
- ・ダイナモメータとの高性能インターフェース
- ・オートメーションシステムとのリモートコントロールインターフェース
- ・試験設備のPLC(プログラマブル・ロジック・コントローラ)へのインターフェース
- ・高性能の制御およびシミュレーションアルゴリズム
- ・基本的なモニタリングおよびセーフティ機能

これらの実現のためHORIBAは、エンジン、および駆動系、シャシ、ブレーキ試験システムの全製品ラインナップ間でコントロール技術を共用し、優れた制御性能を保証するための共通コントローラプラットフォーム“SPARC”

を開発した。

ハードウェア

SPARCハードウェアは堅牢で信頼性の高いスタンドアロン型コントローラであり、過酷な電気的環境でも動作する。また操作コンソールや19インチ型ラック、あるいは直接キャビネットに取り付けることが可能である。SPARCユニットは、電源ボード、およびCPUボード、最大3枚のI/Oボード、CANインターフェースボード、拡張用のPC/104スロットから構成される(図1)。

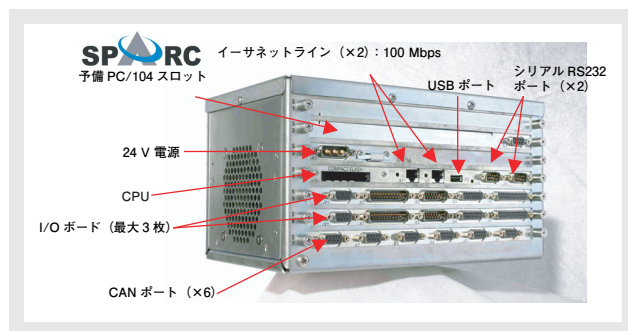


図1 SPARCボックス

CPUモジュールには、ファンやハードディスクのない低消費電力のCPUを搭載している。ソフトウェアはリムーバブルタイプのコンパクトフラッシュディスクに記憶され

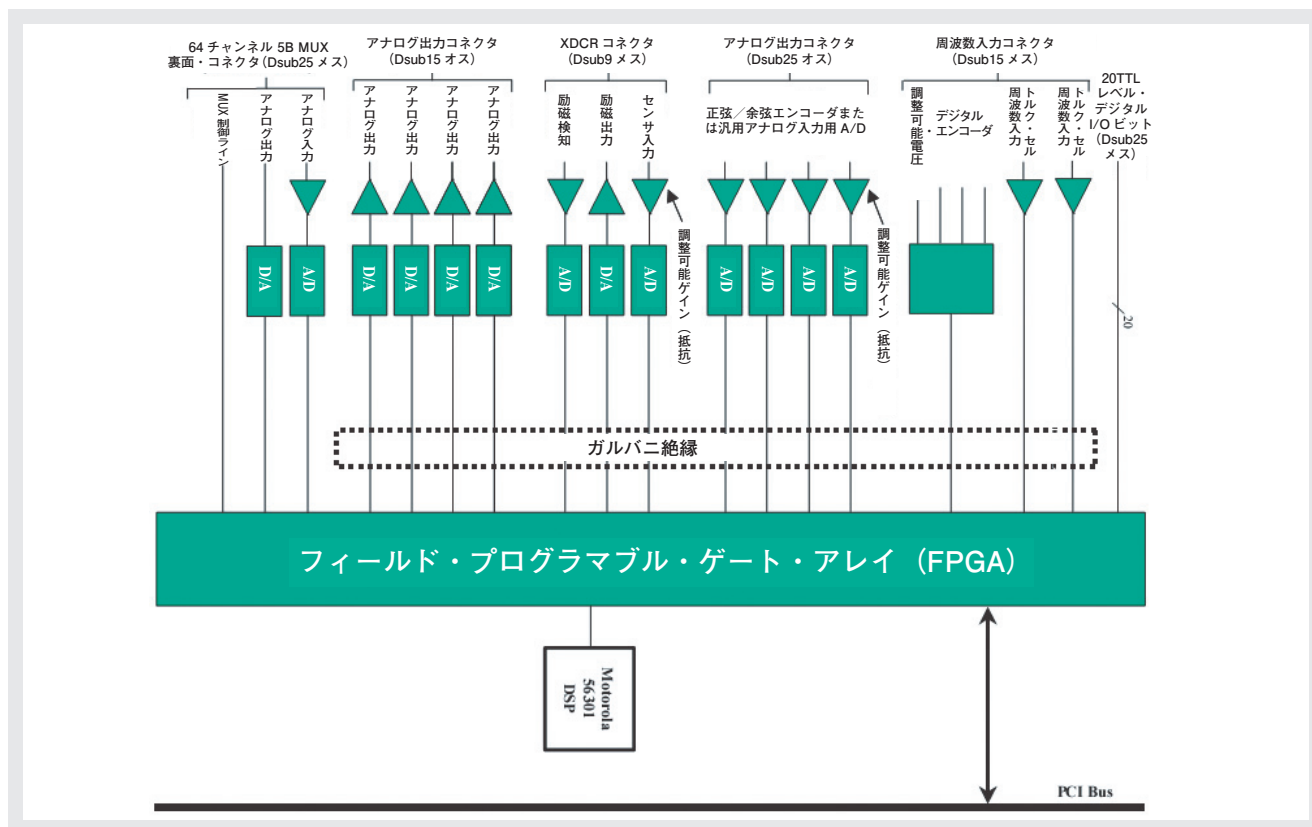


図2 SPARC I/Oボード

るため、システムのコンフィグレーション(設定)が容易である。イーサネットラインの一つはTCP/IPやUDP/IPの標準プロトコルをベースとし、オートメーションシステムへのリモートインターフェースとして使用される。もう一つのイーサネットラインは、複数のSPARCボックス間をつなぐ1kHzリアルタイム接続に使用され、3台以上のダイナモメータを同時に制御する場合などに必要となる。この高速リアルタイム接続は他社製のHIL(ハードウェア・イン・ザ・ループ)システムとのインターフェースとしても使用可能で、既に試験設備に存在するシミュレーション環境を活用できる。

I/Oボードには、単体のダイナモメータ制御のために最適化された独自のI/O構成が含まれ優れた性能を発揮する。I/O構成の要素は次のとおりである。

- ・エンコーダ(×1, 位置測定および速度測定)
- ・周波数入力(×2)
- ・アナログ入力(×4, フィルタ付き)
- ・アナログ出力(×4)
- ・ロードセル入力(×1, AC/DCモード)
- ・デジタルI/Oチャンネル(×20, 任意設定可能)
- ・モジュール型マルチプレクサ(64チャンネル)

- ・全I/Oのサンプリングレート：5 kHz

オンボードのFPGA(フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ)は、周辺機器の制御だけでなく速度エンコーダの高度な信号処理を行う。DSP(デジタル・シグナル・プロセッサ)は、フィルタ(デジタル・アンチ・エイリアシング・フィルタ)機能など高速信号前処理のためのコンピューティングパワーを供給する。すべての入出力には完全な信号調整機能があり、アクチュエータやセンサをボードに直接接続することができる。

SPARCはCANポートを6つ備えており、ダイナモメータのインバータとの高速通信用や分散型CAN I/Oモジュールをベースにした拡張I/O用、ECU(エンジン・コントロール・ユニット)やTCU(トランスミッション・コントロール・ユニット)などの供試体制御ユニットとの直接通信用に使われる。

SPARCボードは、標準規格のPC104+バスで相互接続されている。これによりSPARCの機能を拡張でき、ProfiBusインターフェースカードなど各種の市販PC104ボードを用いて、例えばSPARCと設備PLCを接続するといったことが可能となる。

ソフトウェア

HORIBAのオートメーションプラットフォームSTARSと同様に、SPARCの制御アプリケーションはSTARS/SPARCランタイム環境上で実行され、いわゆる“コードモジュール”のダイナミックロードおよびダイナミックリンクを可能にしている。コードモジュールには、PIDアルゴリズムやフィルタアルゴリズムのようなさまざまな機能をもたせることができる。また各コードモジュール間の入出力を相互接続することで、複雑な制御システムを構築することが可能である。SPARCプラットフォームは、速度・トルク制御用コントローラ、フィルタ、ダイナモメータ用ハンドラ、走行抵抗シミュレーション、エンジンシミュレーションなどの共通コードモジュールライブラリを提供するので、この共通ライブラリをもとにさまざまな制御アプリケーションを短期間で開発できる。さらにSPARCとSTARSに同じランタイム環境を使用することで、オートメーションシステムとコントローラ間でコードの共有が可能となる。



図3 SPARCソフトウェア階層

コードモジュールはC言語で作成されるか、またはSimulink®ブロックから生成される。さまざまなコードモジュールをSimulink®内でつなぎ合わせて複雑な制御アプリケーションを構築する(図4)。このような図を用いた表現により、テキスト形式のプログラミング言語に比べ、制御構造がはるかに理解しやすくなっている。さらに制御アルゴリズムの共通化や、異なるアプリケーション間での共用も可能になる。

制御アプリケーション

SPARCには豊富な制御アプリケーションやシミュレーションアプリケーションが用意されている。例えばSPARC-EngineはTITANなどエンジンテストベンチ用として、オートマチックトランスミッションとマニュアルトランスミッションとドライバーのシミュレーションモデルを含む制御を提供している。駆動系試験用のSPARC-DrivelineにはETPS(エンジン・トルク・パルス・シミュレーション)、EIS(エンジン・イナーシャ・シミュレーション)、SLR(サービス・ロード・リプリケーション)が含まれる。

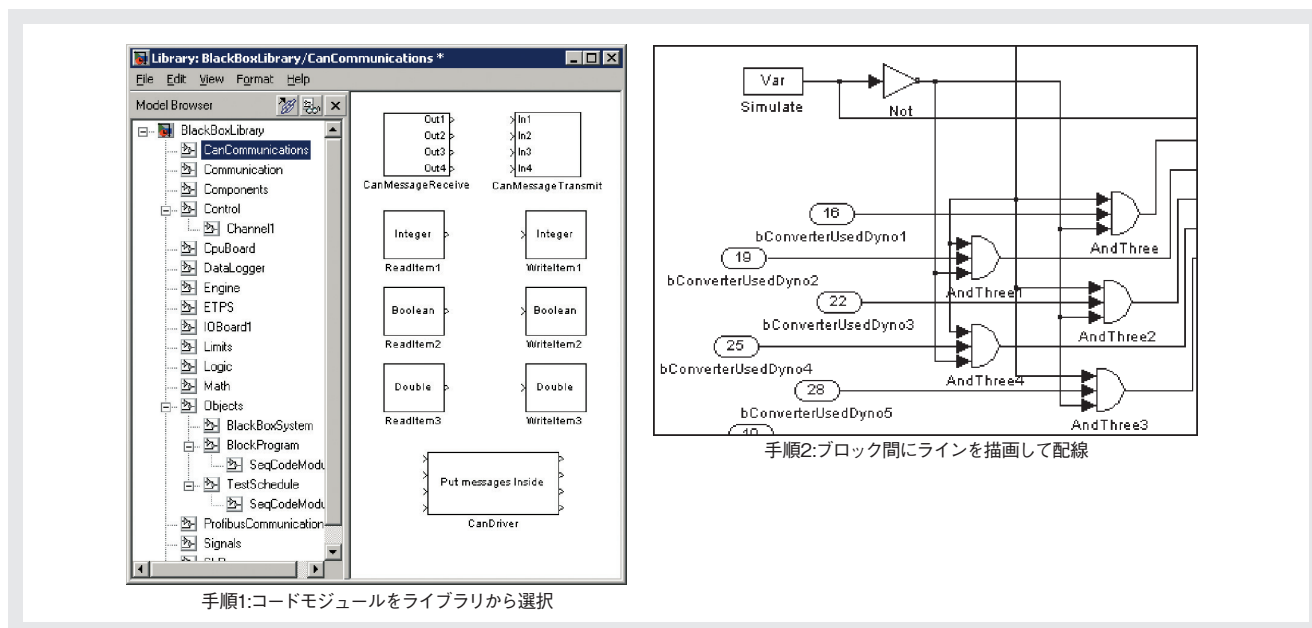


図4 コードモジュールの配線

スマートコントローラ製品

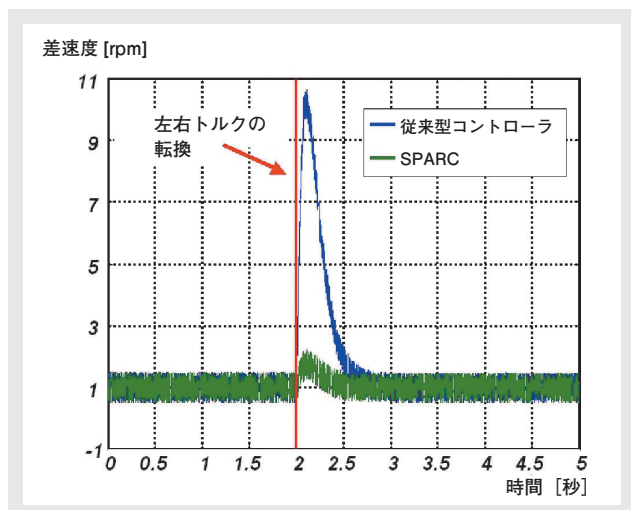


図5 差速度制御性能

SPARCの性能を示す例として、アクティブディファレンシャルギア付きの駆動系アプリケーションにおける差速度制御を図5に示す。左右の入力トルクの高低が入れ替わるときはディファレンシャルが閉から開に切り替わる。このときコントローラは、差速度を上限値(1 rpm)以下に保つ必要がある。従来のコントローラでは約10倍の速度偏差を示しているのに比べ、SPARCの差速度は範囲内となっている。

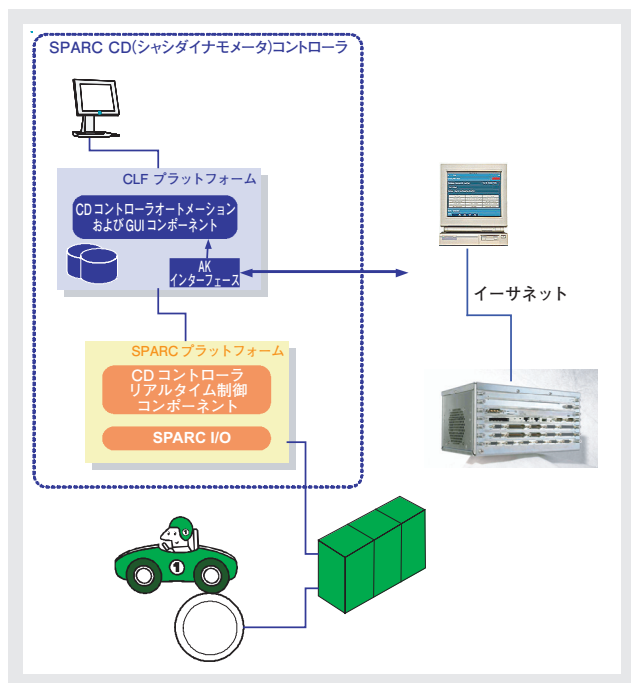


図6 SPARCシャシダイナモメータコントローラ

SPARCソフトウェアにはウェブサーバ機能が含まれ、基本設定機能と診断機能を備えている。SPARCは本来、GUI(グラフィカル・ユーザ・インターフェース)を必要としないスタンドアロンコントローラ用の“ブラックボックス”として設計されている。しかし最新のコントローラ製品には、ユーザフレンドリなGUIをはじめ、複数のパラメータセットを保持するための限定されたデータ管理機能、システム性能全体を確認するための自己診断機能、試験対象変更時の簡単に迅速なセットアップのためのオートチューニング機能などが求められる。このようなニーズに応えるため、SPARCコントローラプラットフォームはSTARSオートメーションシステムプラットフォームから派生したCLF(コントローラ・ライトウェイト・フレームワーク)によって機能を拡張することができる。新型シャシダイナモメータコントローラは、このコンセプトに基づいてSTARS, SPARCの両方の技術を組み込んだ初のHORIBAスマートコントローラ製品である。

おわりに

共通コントローラプラットフォームSPARCは、エンジン、駆動系、車両、ブレーキの各試験向けに各種の制御アプリケーション・シミュレーションアプリケーションを提供している。HORIBAテストオートメーションプラットフォームSTARSと組み合わせることでその応用範囲を拡張することも可能である。SPARCの応用範囲は今後もますます広がっていくものと思われる。



Jürgen Pitz

HORIBA Europe GmbH
Research & Development
Manager