CIMCIBER

Multi-Disciplinary Design: Capturing and Managing All Design Disciplines Holistically

(複合専門領域デザイン:すべての専門領域のデザインをホリスティックに取り込んで管理する)

CIMdata Commentary (論評)

重要事項 (Key takeaways):

- 先進的マシン産業 (advanced machine industry、先進的な生産・機械などの産業) における製品開発には、製品データのコントロールには機械 CAD のデータ管理以上のものが必要である。
- 最新のマシンは、製造部品や購入部品からさまざまな部品から組み立てられ、電気、空 気圧、油圧で駆動されるアクチュエーターとモーターだけではなくエレクトロニクスや ソフトウェアによって制御されている。
- 共通プラットフォーム上ですべてのドメインの作成と管理をサポートする統合環境は、 開発者がデータとステータスを迅速に共有し、コミュニケーションを向上させ、ミスを 減らすことができる。
- Siemens 社は、統合化プラットフォームベースの製品スイートを介して、メカ、エレキ、ソフトウェアを含むすべてのマシン類関連のドメインを高度にサポートしている。

複雑なマシンは、産業革命のはるか以前から、何世紀にもわたって一般的なものでした。博物館には、何らかの機械的な動力源と制御システムを使用した素晴らしいマシンがたくさんあります。マシンの開発者は、何十年にもわたって、水車、リンケージ、単純なカム、および他の機械的な装置から機械以外多くの専門分野を含めるようにして、パワーと制御システムを進化させてきました。現在、マシンを動かすエネルギーは、ほとんどの場合、電力によって賄われていますが、マシンの中には、油圧と空気圧が動力あるいは力の伝達に使用されることが多く、また、非常に複雑で変化に富んだプロセスを制御するために、大量のソフトウェアによる電子システムが組み合わせて使用されています。¹

油圧と空気圧は機能的に似ていますが、それぞれは固有な条件で最適なユースケースがあります。どちらもメカニカルシステムの制御に使用され、特に電動化(electrification)と比較した場合、比較的単純です。油圧では、通常は水または鉱油ベースの液体が作動流体となっています。かなりのパワーを伝達することができ、システムは非常に堅く正確です。典型的な用途は、ブルドーザーや掘削機などの建設機械、あるいは大きな力を加える必要のあるマシンの分野を制御するためです。

空気圧や真空圧は、作動流体として空気あるいは他のガスを使用します。空気圧は、負荷の軽い用途に使用され、油圧と比較した場合、良い点もあります。空気は簡単に入手でき、圧縮空気は持ち運び可能で可燃性ではありません。真空圧は、部品の取付や扱いにあまり精度が入らず、高速なレスポンスで、最終製品もダメージのリスクが少ない機器の設計の至るところで使用されています。食品加工機器は、製品汚染のリスクを回避するために、空気圧と真空圧を使用することがよくあります。それぞれに独自の設計課題があり、全く異なる模式図を使用しています。メンテナンスについては、 空気ベースのソリューションの方が軽微であり、空気圧システムの圧力、速度、強さは簡単に制御できます。

マシン用途の場合、ほとんどの油圧・空圧・真空システムは、COTS (Commercial Off The Shelf) 部品、すなわち民生品で構成されています。システム要件に基づいて機能設計と論理設計が行われ、COTSコンポーネントを使って実装されます。回路図作成ソフトウェアを使用して論理設計を作成し、物理設計をCADアプリケーションで作成します。最高クラスの設計ソリューションにより、ライブラリから

¹ Research for this commentary was partially supported by Siemens Digital Industries Software.

仕様を満たすコンポーネントを選択し、3D 製品モデルの中に適切に配置できます。次に、チューブやパイプが配管され、適切なコンポーネントを接続します。接続リストが製造用の表形式のデータとして出力されます。

電気モーターと電子制御デバイスは、実質的に現代のあらゆるマシンの心臓部であり、その効率とサステナビリティのために一般化しつつあります。モーターは、必要とするすべての作業を遂行するためのパワーを提供するために使用されますが、パワーを供給したり力を加えるだけでなく設定や位置決めなど、マシンのさまざまな側面を構成したり調整するためにも使用できます。電子コントローラーは、マシンが適切に動作することを確実にするためにフィードバックを返すアクチュエーターやセンサーと組み合わせてモーターを管理しています。高度に洗練されたマシンは、多数のコントローラとセンサーを含んでおり、複雑な機器を管理するために、すなわちうまく動作させるために、マイクロプロセッサとコンピュータソフトウェアを使用しています。複数の機器が、ローカルサービスあるいはエッジコンピューターによって製造実行ソフトウェアを介して管理されることが多く、最新の機器では、相互接続がクラウドで行われ、リモート操作やグローバル間での操作ですら可能になっています。

ソフトウェアは、様々な場面(context)で使用されています。組込みソフトウェアは、リアルタイムで物理的な操作を直接インターフェースおよび制御するマシンコントローラー上で実行されます。デスクトップあるいはエッジコンピューターは、ローカルのレポートや分析を提供するだけでなく、センサーとモノのインターネット(IoT)を介して工場または企業レベルにデータを供給し、マシンモジュールと生産ラインを監視します。

ハイブリッドシステム Hybrid Systems

HVAC ソリューション、食品加工、ロボット、工作機械、印刷、マテリアルハンドリング、射出成形など、すべての最新のマシンのほぼ全ては、機械的かつ電気/電子的なものをベースにしたもので、通常はソフトウェアによって制御されています。しかし、マシンの要件によっては、油圧や空圧のサブシステムが最適なものもあります。これらのハイブリッドシステム内では、ポンプまたはコンプレッサーおよび制御回路は、組込みソフトウェアによって管理され、電子センサーによってモニタリングされています。ハイブリッドマシンの特質は、能力・機能と複雑さの両者をもたらします。非常に複雑なハイブリッドシステムの動作を評価しようとすることは、メカニズム、油圧、空気圧、電子制御、およびソフトウェアを含んでいる複合専門領域の解析を実行する能力が必要であることが課題であり、すなわち、すべてがシステムとして連携して機能しているということです。このシステムレベルの複合領域の解析は、マシンの設計時に事実上、つまりバーチャルで実行できる場合に最も価値をもたらすものであり、構築後の検証ステップとして(解析を)実行するものよりも、設計に影響を与え、改善・向上させることができます。

マシン設計の課題 Machine Design Issues

エンジニアに仕事を遂行する上で直面している解決すべき問題について尋ねると、苦情はたいてい、ツール、データ、プロセスを中心に展開します。もう少し詳しく調べてみると、コラボレーションの難しさが挙げられます。インターフェースあるいはバウンダリーは、ほとんどの問題が発生する場所であり、それらはメカニカル、エレクトロニス、ソフトウェアなどの機能ドメイン間、またエンジニアリング、妥当性確認やテスト、製造、インストール、そしてサービスなどの組織ドメイン間で発生します。データの相互運用性の場合、各ドメインで使用されるさまざまなタイプのソフトウェアが原因となる課題が発生しています。プロセスレベルでは、あるドメインまたは部門から次のドメインまたは部門へのデータの受け渡しにより、さらに課題が発生します。適切なデータを、適切な人とツールに、適切なタイミングで転送することは、プロジェクトチームが少人数よりも大規模になると複雑になります。

最新のマシンは複雑で柔軟性があり、要件を満たすためにさまざまなテクノロジードメインを活用しているために、これらの課題をより難しくしています。要約すると、議論すべき主な課題は次のとおりです:

- 複数の専門領域からのデータを管理し、それを領域間で共有する(長期にわたる変更管理プロセスを含む)
- 専門分野間で使用されるさまざまな設計ツール、共通のデータ形式の欠如、一貫性のないデータ 変換
- 複数の専門領域、マルチドメインのシミュレーションと解析
- サプライヤーが使用するさまざまなツール (特にサブティア)
- 一般的なデータの可視化の欠如
- 民生品を見つけ出すことと使用の複雑さ
- 電動化とソフトウェア設計
- 制御システムの統合
- IoT センサーのサポート
- 機械学習のサポート

マシン設計のビジネスプロセス Machine Design Business Processes

多くのマシンメーカーの収益性を最大化するには、モジュラー設計戦略を使用します。モジュラー設計とは、最も基本的なレベルで、モジュール間の首尾一貫性あるインターフェイスまたは接続ポイントを確保して、機能または能力を向上させるモジュールを簡単に追加できるようにすることです。メカニカルまたは物理的なドメイン内では、接続ポイントを一致させる必要があります。1 つのモジュールの入力と出力は、それに接続するモジュールの要件を満たす必要があります。電気的な面では、ワイヤーハーネスを接続する必要があり、電子信号と電源線を揃える必要があります。ソフトウェアはこの課題が非常に複雑になり始めているところです。組込み型コントローラは、各インストールのソフトウェアをカスタマイズすることなく、モジュール全体で1つのユニットとして管理できることが、スムーズな運用には欠かせません。油圧、空気圧、そして真空装置には、電気や電子と同様の議論すべき課題があります。

最先端のマシンメーカーは、モジュラー設計戦略をサポートするためにシステムレベル設計手法を使用しています。このアプローチにより、各社はメカニカル、エレクトロニクス、ソフトウェアの要素を整理しながら、顧客が必要とする機能に基づいて製品アーキテクチャを開発できるため、データの再利用が最大化され、費用効果が高く、サポート可能なマシンを製造できます。

マシン製造会社は主に、見込生産 (BTS)、受注設計生産 (ETO)、受注仕様生産 (CTO)の3つのビジネスモデルを使用し、これらをブレンドすることがよくあります。BTS ビジネスでは、戦略は大量生産向けに最適化されており、マシンは、予測可能な販売量で明確に定義された要件を満たすように設計されています。ETO プロセスでは、特定の顧客の要件を満たすために、マシンの重要な要素がカスタマイズされるかあるいはゼロから設計されてます。CTO プロセスでは、顧客の要件を満たすために、共通なモジュールや部品で組立てられます。これら3つのビジネスモデルは、それぞれの要素を組み合わせることで、さまざまな製品を生み出すことができる連続体(continuum)として考えられています。例えば、BTS 戦略を使用してコア製品モジュールが大量生産され、そして CTO 戦略を使用して、これらのコアモジュールと標準コンポーネントがより複雑なアプリケーションをサポートするように構成できます。次に、独自の要件を持つ顧客向けに、マシンメーカーはこれらのコアとなる BTS および CTOモジュールを使用して可能な限り多くの製品を構成し、特別なものだけにカスタムエンジニアリングし

ます。純粋に BTS、CTO、あるいは ETO だけのマシン会社はほとんどありません。BTS 製品に構成可能性を加えることは、売上を伸ばす簡単な方法でしょうが、完全にゼロからエンジニアリングすることは、通常、コストがかかりすぎます。BTS は通常、最も低コストで最も予測可能なアプローチであり、ETO は最も高コスト(ただし、潜在的なマージンが最も高い)であり、最も予測不可能なアプローチであり、そして CTO はその中間にあります。

混合モードのマシンの良い例は、HVAC (heating and venting systems - 空調システム)システムです。システムは標準のダクトおよび制御コンポーネントを使用して構成されていますが、非標準のデザイン機能を構築するために、カスタムのシートメタルを使うことができます。製品コンフィグレータは、CTO と ETO の両方のプロセスで利用できます。コンフィグレータを使用して、アプリケーションエンジニア、あるいは顧客でさえも、所望のプロセスをサポートする要件を入力できます。それは、特定の結果を達成するためにモジュールや部品をいかに構成するかについて意図する意味を認識するアルゴリズムによって評価されます。この自動化アプローチにより、アーキテクチャが定義された後、マシンの製造に必要な設計と計画の時間を大幅に短縮できます。コンフィグレータで既存の部品を再利用する場合、過去の機器からのコストデータを構成の中に組込むことができるため、コストと収益性を予測し易くなり、マシンメーカーと顧客の両者にとってより良いビジネス上の意思決定が可能になります。

マシンエンジニアリング会社のイノベーションの分野は、IoT と機械学習 (ML) の 2 分野です。IoT は、マシンの環境とパフォーマンスについてレポートするためにセンサーを使用しています。IoT からのデータは通常、マシンのオペレーションを向上させるためにレポートされますが、最も高度な実装に於いては、マシンメーカーは条件ベースの予知保全サービスの提供にIoT を使用しています。メーカーはまた、製品設計を改善・向上させるためにもIoT を活用しています。人工知能の応用であるIoT ML は、多くの注目を集め、多くの問題に適用されています。機器のオペレーションの最適化は、おそらくIoT ML の利用を想定して開発されたものです。センサーのコストが下がるにつれて、センサーはますます使用され、多くのデータをどんどん出力します。そのデータの処理はボトルネックであり、IoT CIM data では、機械学習が生のIoT データを実用的な情報に変換するのにどのように役立っているかについてのケーススタディを着目しています。

Siemens 社のソリューション Siemens Solution

Siemens Advanced Machine Engineering (AME) は、すべてのメーカーが必要とする3つの機能、すなわち複合専門領域デザイン、コンフィグレーションマネジメント、バーチャルコミッショニンをサポートするために、適切なポートフォリオテクノロジーをすべてパッケージ化することにより、マシン会社をサポートすることに特化している Xcelerator ポートフォリオのサブセットです。

Mechatronics Concept Designer は、各コンポーネントに対するジョイント、動作特性、センサー、アクチュエーター、コリジョンビへイビア、その他の運動特性や動的特性を含むマシンコンセプトを構築するために、再利用可能なデータのライブラリを使用することによって、システムを設計することができます。このデータを使用して構築されたモデルは実行可能であり、つまり、コントローラーコードのリアルタイム実行など含み、マシンの挙動をシミュレーションします。Siemens 社のポートフォリオには、NX for MCAD やドメイン固有のモデリング (油圧、空気圧、板金、ワイヤーハーネスを含む)を含む製品ライフサイクル全体をサポートするオーサリングツールも用意されています。Simcenter は、設計と妥当性確認のための計算流体力学と構造解析を含むマルチドメインおよびマルチフィジックスのシミュレーションをサポートします。ECAD の Capital、ソフトウェア開発の Polaron、およびオーサリングツールとそのデータを開発プロセスと結び付けて包括的なデジタルスレッドにする Teamcenter は、実用的なデジタルツインの基盤を提供します。さらに、 バーチャルテストがサポートされているため、マシンの機能は、より徹底的を V&V が可能して、物理的な製品にかかる時間の何分の 1 かでマシンの機能を仮想的に検証できます。

Teamcenter は、設計、製造、製造を通じてデジタルスレッドおよびデジタルツインを管理し、ライフサイクル全体のすべてのコンフィグレーションを管理して、十分に整ったトレーサビリティを確実にするために、データおよびプロセス管理バックボーンを提供します。それは設計で使用されるすべてのドメインをサポートし、製造および残りのライフサイクルをサポートするように拡張できます。

結び (Conclusion)

ほとんどのマシンメーカーは、製品を定義するために複数のドメイン(すなわち、機械、電気、電子、ソフトウェア、油圧、および空気圧)の機能を必要とします。優れた企業は、製品アーキテクチャから始めて、ビジネスパフォーマンスを最適化するために可能な限り多くの再利用をサポートするモジュラー設計を開発・展開します。ドメインの専門家は、仕事を効果的に遂行するために彼らのドメインをサポートするオーサリングツールを必要としますが、マシンのアーキテクチャをデザインしたり管理すること、顧客の期待に応えること、すなわち適切な品質で時間通りに予算内でのマシンの納品などを確実に行うためのツールも必要としています。これらの要件は複雑なことではないものの、持続可能なマルチドメイン設計環境をまとめることは難しい問題です。Siemens Xcelerator ポートフォリオとAdvance Machine Engineering ソリューションは、マシンメーカーのビジネスにおける設計、開発、運用に必要な機能を得るためのワンストップショッピングを提供します。これらのツールを単一のソースから入手することで、強力な相互運用性を持って一緒に使用することができます。CIMdataでは、AME ソリューションが機械メーカーに競争優位性 (competitive advantage) をもたらすものであり、評価リストにに加えるべきだと考えています。

詳細については、Siemens Digital Industries Software をご参照ください:siemens.com/plm/advancedmachinery

CIMdata について

CIMdata (大手独立系ワールドワイド企業) は、製品ライフサイクル管理 (PLM - Product Lifecycle Management) のアプリケーションの適用・利用を通して、イノベーティブな製品やサービスをデザインし提供をする企業の能力を最大限にする戦略的マネージメントコンサルティングを提供しています。 CIMdata は PLM ソリューションでのワールドワイドクラスのナレッジ、専門的な技術、ベストプラクティスメソッドを提供しています。当社はさらに全世界で、リサーチ、購読サービス、出版、また国際的なカンファレンスを通して教育を提供しています。 CIMdata の詳細については、http://www.CIMdata.comにて、または3909 Research Park Drive, Ann Arbor, MI 48108, USA、Tel: +1734.668.9922、Fax: +1734.668.1957、あるいは Oogststraat 20,6004 CV Weert, The Netherlands、Tel: +31 (0) 495.533.666 にコンタクトください。