

ANSYS SeaScape — 複雑なチップ設計のための ビッグデータアプローチ



半導体製品の設計が現在ほど複雑であったことはありません。昨今の小型で高速のシステムオンチップ（SoC）設計では、相互に依存関係のあるチップ、パッケージ、ボードを一括して設計する必要がありますが、高コストな大規模マルチコアコンピュータを用いたモノリシックデータベースアーキテクチャに基づく電流シミュレーションおよびテスト手法で膨大な量の関連データを処理することはできません。SeaScapeアーキテクチャは、チップ-パッケージ-ボードのマルチフィジックスシミュレーションやテストへのビッグデータ解析の活用を可能にします。

チップ、パッケージ、システム設計の間のカップリングは、効果的な半導体およびシステム設計にパーフェクトストーム（最悪の事態）を巻き起こしています。強いカップリングには設計ドメイン間の相互依存関係をより理解する必要がありますが、この解析において考慮しなければならないデータの量はテラバイトに達します（シミュレーション、タイミング、レイアウト、消費電力電源など）。その一方で、ムーアの法則は減速しつつあるため、マルチスレッディングを利用しても、複雑化した解析を加速することは難しくなっています。

設計においてこのことが現実の問題になり始めているエリアがいくつかあります。たとえば、電圧（IR）降下が大きいと安全性が確認されている経路がフェイルすることもあるため、タイミング収束と電圧降下が相互に関連していることがわかります。しかし、インスタンスごとの許容電圧降下の推定は容易ではありません。最悪のユースケースのマージンに基づく従来の方法では、現実的なユースケースで接続しているゲート間の機能の相関を許可しないので、過度に悲観的になる可能性があります。固定電圧降下にした場合、電源レールや適応型電圧制御（AVS）コントローラーが過補償になります。これによりダイサイズと単価が必要以上に膨らんでしまいます。

では、パワーグリッド（PG）メッシュとPGレール間の大規模ビアレイの配線容易性への影響について考えてみましょう。インプリメンテーションツールは一律なユーザー指定のレイを使用する傾向があり、これによりXY両方向の配線レイヤーのいくつかがブロックされ、少なくとも一部のエリアが拡大してしまいます。しかし、実際のユースケースではダイ上の電流需要が一律ではないため、これらのレイの一部のサイズを削減して配線のオーバーヘッドを削減し、それによってダイサイズを縮小することが必要です。実際には、製品のスケジュールにより、ダイ上のワーストケースの電流需要に合わせたレイを使用するには限度があるため、単価が高くなってしまいます。

次に、ダイ、パッケージ、およびシステム設計の相互依存関係を考えてみましょう。パワーノイズは、オンチップのほうが効果的に軽減できる可能性があります。デカップリングコンデンサー（decap）の追加を必要とし、単価の上昇につながる可能性があります。信頼性は電流密度の需要の影響を受けることがあります。つまり、パッケージのはんだ接合部のエレクトロマイグレーション（EM）と基板の熱反りによりはんだ接合部に亀裂が入る可能性があります。コストと信頼性を最適化するには、パワーノイズと電流密度の目標を、ダイ、パッケージ、システム間で同時に設計する必要があります。

さらに、リスクマネージメントに重点を置いている例もあります。自動車や医療機器に搭載するSoCの場合、標準規格によってオンチップの信頼性に高い要件が設定されていることはご承知のとおりですが、期待値の上昇に伴ってそれらの要件はますます高くなっていくものと考えられます。しかし、EMマージンをさらに増やすと、電力とエリアが増加する可能性があるため、この信頼性の要求を十分に満たすことができなくなり、デバイスの競争力が低くなってしまいます。また、マージンを拡大しても、可能性のあるすべてのユースケースをカバーできるかどうか、確信を持てるとは限りません。コスト増にもかかわらず、デバイスの信頼性が大幅にアップしない可能性があります。

これらの問題は過剰設計で解消できますが、そのコストは増加しつつあります。あるいは、仕様変更（ECO）で解消される場合もありますが、解消すべき問題が少ない場合にのみ有効です。複雑な設計に用いられる高度なテクノロジーにおいて、このような方法はすでに力不足です。

これらの例の共通テーマは、協調解析と協調設計の必要性です。電力を考慮したタイミング収束を行う必要があります。コンジェスチョンを考慮したPG設計を行う必要があります。チップ-パッケージ-システムの協調設計を行う必要があります。ユースケースを考慮した信頼性を保証する必要があります。他のドメイン制限するようなマージンを設定して一度に1つのドメインを解析することによって、または問題をECO修正にまで先延ばしすることによって、そこに到達することはできません。

ビッグデータとEDA

この例や他の多くの例は、現在のEDA製品の設計方法全体の問題を示しています。設計フローはモノリシックツールに基づいて構築されており、それぞれのツールは、処理できる最大のデザイン部分のドメイン内で最も高精度な結果を生成するよう、高度に最適化されています。これらの同じモノリシックプラットフォームに複数のドメインから他の解析形態を組み込むことは、現実的ではありません。処理速度はあり得ないほど遅くなり、メモリ要件はあらゆる合理的な予測を超えてしまいます。

ANSYS SeaScopeは新しいエラスティックコンピューティングテクノロジーアーキテクチャです。これは、現在のインターネットの運用に用いられているのと同じビッグデータアーキテクチャをモデルとし、EDAに特化したアーキテクチャです。数千のコアおよびマシンで大量のデータを効率的に処理することができ、データ量に比例して容量と性能を拡張することが可能です。

	過去30年のEDA	ビッグデータ
データ	構造化データベース データはモノリシック	非構造化、シャーディング、分散
計算	同一マシンでメモリとCPUが多いほど高性能	多数のローエンドLinux™ ボックス（16GBなど）で優れた性能
分散処理	随時 それぞれのEDAアプリケーションで手法が異なる	システムティック 組み込みのフォーマルメソッド（MapReduceなど）
プログラミング	低い柔軟性 C/C++を使用 開発が難しく修正に時間がかかる	高い柔軟性 JavaまたはPythonによるハイレベルな抽象度
スピード	小規模ブロック（5Gig～10Gig）では高速 チップでは低速	ベタバイトまで、あらゆるサイズのデータで高速
サイロ	作成した特定の構造のEDAデータのみで機能	構造化されていないさまざまなデータの検索が可能

EDAの現状とビッグデータの比較

機械システム工学および流体システム工学はすでに、マルチフィジックス解析がルーチンになっているこの方向を採用しています。航空機のジェットエンジンの設計において、他の解析のためのユースケースをカッコで囲んだマージンを使用してディメンションを1つずつ設計していたのでは、競争力は望むべくもありません。その代わりにエンジン設計では、気流、熱分布、応力分布およびその他の特性を同時に考慮して性能と安全性を完全に最適化し、設計の改良、低コスト化、軽量化、信頼性の向上を図っています。

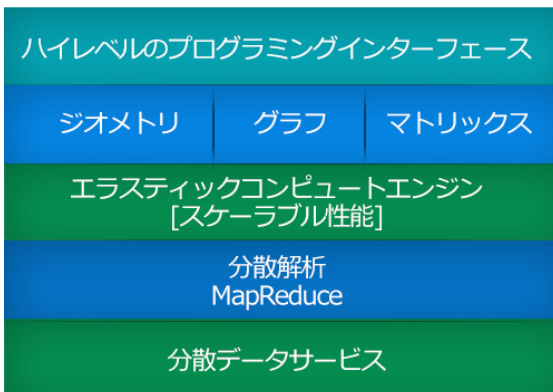
しかし、重要な点として、これらすべての異なる要素および超大規模な解析を1つのツールに詰め込むという試みはなされていません。マルチフィジックス手法は、複数のツールからの詳細データを結合します。比較してみると、EDAフローはまったく原始的に見えます。先進のプロセスノードにおける大規模設計にも同様のニーズがありますが、現在も、他のドメインのユースケースをカッコで囲んだシンプルなマージンを使用して、一度に1つのドメインを最適化しています。EDAは、他の分野の最新アプローチに追いつく必要があり、そのための論理的な方法は、複数のドメイン（シミュレーション、タイミング、レイアウト、消費電力、パッケージ設計、基板の制約）のすべてのデータを活用する、つまりビッグデータ解析の使用です。SeaScapeは、そのために設計されています。

アクションナブルな解析とSeaScapeアーキテクチャ

ビッグデータ解析の第一の目的は、さまざまな種類のデータの巨大なデータベースにアクセスすることだけではありません。目の前の作業に関連するデータに基づいて決定を下すこと、そしてそれを設計の進行中に選択肢を調整するための行動を起こすのに十分な短期間で行うことが目的です。SeaScapeアーキテクチャは、まさにこれを行うために設計されています。

データ（たとえばシミュレーション実行データなど）は多くの場所に分散している可能性があるため、SeaScapeアーキテクチャは分散データ/ファイルサービスを基礎としています。その上に、すべてのビッグデータ解析の基本であるMapReduceのコンセプトに基づく分散データ解析レイヤーがあります。これは概念上、データをシャードと呼ばれる小さな塊に分割（マッピング）し、シャードごとに解析を行います。処理は、利用可能なサーバーに分散させることができ、必要な数のサーバーに分散することができます。

従来のビッグデータアーキテクチャとは異なる点がいくつかあります。MapReduceのステップは、EDAの特殊なニーズに対応して、特に既存のLSF Linuxクラスタでうまく動作するように、強化されています。また、シャードとモノリシックデータベース間のすべての段階でデータチャンクを柔軟に処理できます。ANSYSは、このすべてをエラスティックコンピューティング（サーバーの可用性、ソースデータの構造、処理の最適化の要求に合わせて調整しながら大規模なサーバー環境を活用する能力）と呼んでいます。たとえば、データをコンピュータに移動するのではなく、計算をデータに移動します。



マージンに基づく設計に対するビッグデータ

SeaScapeは、ジオメトリ（レイアウト用）、グラフ（シミュレーションおよびタイミング用）、マトリックス（回路シミュレーション用）など、ほとんどのEDAアプリケーションで実行される解析を分散する標準的なエンジンも提供します。これらのエンジンの上にPythonアプリケーションプログラミングレイヤーがあり、ステアリングアプリケーションに必要なカスタム操作を制御するために使用されます。

まとめ

ANSYS SeaScapeは、EDAの基本的なアーキテクチャを再定義します。これにより設計チームは、ビッグデータ解析および標準的なコンピュータに基づくスケーラブルサーバーコンピューテーションという最新のコンセプトを、チップ-パッケージ-システム設計の収束に適用することができます。SeaScapeアーキテクチャで作成された製品は、シミュレーションの実行方法を根本的に変換します。

ANSYS, Inc.
Southpointe
2600 ANSYS Drive
Canonsburg, PA 15317
U.S.A.
724.746.3304
ansysinfo@ansys.com

アンシス・ジャパン株式会社

本社：
〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-10-1
日土地西新宿ビル18F
TEL.03-5324-7301 FAX.03-5324-7302

西日本オフィス：
〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎3-19-3
ピアスタワー18F
TEL.06-6359-7371 FAX.06-6359-7372

中部オフィス：
〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1-4-6
三井生命名古屋ビル10F
TEL.052-218-3090 FAX.052-218-3091

<http://ansys.jp>
info-japan@ansys.com

ロケットの打ち上げをご覧になったことが無い方でも、飛行機で空の旅、車でドライブ、橋を渡ったり、PCを使ったり、モバイルデバイスの画面にタッチしたり、あるいはウェアラブルデバイスを身に付けた経験はあるかと思います。それらの製品は、ANSYSのソフトウェアを使って生み出されたものかもしれません。ANSYSは、工学シミュレーションの世界的リーディングカンパニーとして、抜群に優れた革新的な製品の誕生に貢献しています。ANSYSがお届けする、最も複雑な設計上の課題であっても解決することのできる、最高の、そして最も幅広い工学シミュレーションソフトウェア群。もう、製品設計の制約になるのは想像力しかありません。

詳細については、Webサイト (www.ansys.com) でご覧頂けます。