

Virtual Lab：三次元機能部品を用いた 対話型仮想実験環境の構築

5N-5

村上 隼也 田中 譲

北海道大学 知識メディアラボラトリー

1 はじめに

近年、計算機の性能向上により数値シミュレーション技術とコンピュータグラフィックスを用いた可視化技術はますます密接な関係になりつつある。特に科学技術分野では、大規模なシミュレーションを行い、計算結果として得られる数値データ群を可視化するという行為は、本来人間が認知できない事象を理解するための有効な手段であると言える。

本稿では対話的かつ効率的なシミュレーション、およびビジュアライゼーションを実現する仮想実験環境のフレームワークを提案し、その有効性を明らかにするための事例としてアンテナ電磁界解析システムを掲示する。

2 本研究の背景と目的

サイエンティフィックビジュアライゼーション環境におけるインタラクションは静的なものと動的なものに分類される [1]。前者は計算済みデータに対する操作であり、後者は解析パラメータそのものに変更を加える操作である。多くの場合シミュレーションと可視化は独立なプロセスであり、利用するアプリケーションも異なる。統合環境と称するものであっても、ポスト処理が中心というビジュアライゼーションの性格から、ユーザに許される操作はビュー内での視点移動やワークスルー、あるいは注目する情報を抜き出すための可視化パラメータの変更、つまり静的なインタラクションにとどまっていることがほとんどである。一方で、動的なインタラクションを可能としたトラッキング・ステアリングシステムも幾つか存在するが、作業空間と可視化空間がそれぞれウィジェット、ビューと分離しているために試行錯誤を行う場合、ユーザはそれぞれの環境間の往復を強いられることになり非効率である。

計算機シミュレーションを仮想実験というレベルで捉えるには単にトラッキング・ステアリングが可能であるだけでなく、作業効率の面からもすべてのプロセスに対する作業が同一空間内で行えることが望ましい。これまでにこれらの要求を満たすようなシミュレーション環境が実現されなかった理由としては (1) 解析の実時間処理が困難であること、(2) 解析対象や計算結果の可視オブジェクトの直接操作に

よって次の計算処理にフィードバックをかけるためのアーキテクチャが確立されていないことの二点が挙げられる。しかし、近年の計算機の高速化や並列処理技術の発達により実時間での解析が可能となってきた分野もあり、(1) については徐々にではあるがその道筋が見えつつある。このような現状を踏まえて本研究では (2) に関して、先に挙げた要求を満たす仮想実験環境をジェネリックなシステムとして実現することを目的としている。

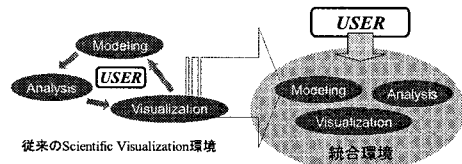


図 1: Scientific Visualization から仮想実験へ

3 仮想実験環境アーキテクチャ

本研究で提案する仮想実験環境は三次元知識メディアシステム IntelligentBox[2] と汎用可視化アプリケーション AVS[3] の連携機構により構成される。IntelligentBox を用いて解析対象の構造物や実験を行う場、さらにはそこから得られる可視化結果までも含めたすべての構成要素を可視オブジェクトとして表現し、それらの組み合わせによって仮想実験環境を構築する。

IntelligentBox ではすべてのオブジェクトは三次元形状と機能を併せ持ったボックスと呼ばれる部品によって表現される。各ボックスは状態値を保持するスロットを持ち、これらの結合により機能連携を行う。ユーザはこれらの機能連携をマウスを用いた直接操作のみで行うことが可能であり、任意のアプリケーションを作成することができる。

IntelligentBox と AVS の連携には AVSModuleWrapperBox を用いる [4]。AVSModuleWrapperBox は AVS の最小処理単位であるモジュール、あるいはそれらを組み合わせたモジュールネットワークを内包し IntelligentBox 上からボックスとして利用できるようにするためのプロキシオブジェクトとして機能する。この内包操作をラッピングと呼ぶ。図 2 にラッピングの概念を示す。

内包したモジュールが持つポート群はすべてスロットとしてアクセスすることができる。したがって AVS が持つ数多くのモジュールはそのまま IntelligentBox の機能部品として利用することが可能となる。

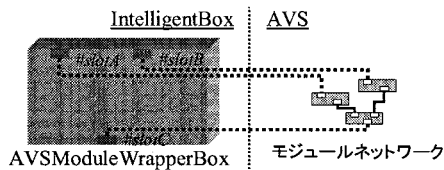


図2: IntelligentBoxとAVSの連携

4 アンテナ電磁界解析システム

前節で述べたアーキテクチャをベースに、その応用例として開発したアンテナ電磁界解析システムを示す。図3はシステム外観のハードコピーである。

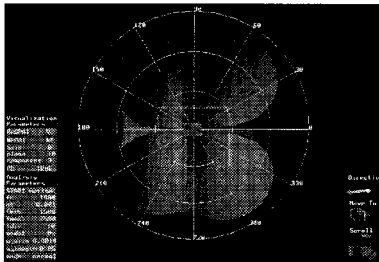


図3: アンテナ電磁界解析システム

本システムでは仮想実験環境を構成する Modeling・Analysis・Visualization の各ステップごとに必要な機能部品を用意した。電磁界解析という性質上 Analysis プロセスの機能部品のみ本システムに特化したものとなっているが、それ以外のものについては様々な分野の仮想実験に利用できるように汎用的な形での実装を行っている。図4にシステム全体の構成と各種インタラクションに応じた動作機構を示す。

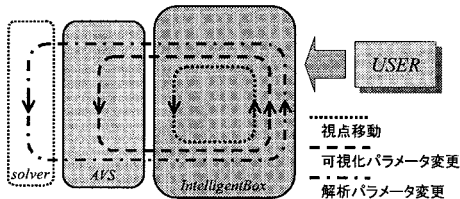


図4: システム構成

ユーザはIntelligentBox上に提供される作業空間中のオブジェクトをマウスを用いて直接操作することによりモデリングを行う。本システムでは解析対象となるアンテナモデルの位置を変えたり形状を変形したりする操作が解析パラメータを変更する動的なインタラクションとなる。これらの操作により変化した解析パラメータは即座にAVSModuleWrapperBoxのスロットを通じ、ソルバをコントロールするAVSモジュールのポートに渡される。新たな条件のもとで再計算を行い、得られた結果はAVS上で数値データ群からIntelligentBoxで表示可能なデータ形式に

変換され、その後再描画が行われる。図5に解析時のデータの流れを示す。

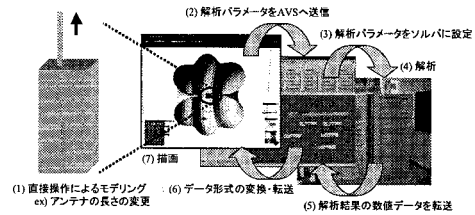


図5: データの流れ

5 おわりに

本稿ではより効率の良いシミュレーションおよび可視化を行うための対話型仮想実験環境アーキテクチャを提案し、それを適用した実例としてアンテナ電磁界解析システムを示した。

今回提案したアーキテクチャではフロントエンド部分にIntelligentBoxを用いることにより現実世界での場合と同じようにオブジェクトの直接操作による実験・解析が可能となった。また、それによってバックエンド部分で動作するAVSやソルバに対する操作やそれらの存在を意識することなく効率的に作業を進めることが可能となっただけでなく、実験の対象・プロセス・可視化結果などすべての要素を同一作業空間内の直接操作可能なオブジェクトとして統合的に扱うことが可能となった。

IntelligentBoxに関連する他研究としてはデータグローブを入力デバイスとするバーチャルリアリティ(VR)環境への応用がある[5]。また、最近では没入型ディスプレイ ImmersaDesk[6]をIntelligentBoxの入出力デバイスとして用いる試みも行われている。今後はそれらの成果を今回提案したアーキテクチャと融合することにより、VR環境における仮想実験の有用性について考察を行う予定である。

参考文献

- [1] Gregory M. Nielson, Hans Hagen, Heinrich Möller: Scientific Visualization, IEEE Computer Society (1997)
- [2] 岡田義広, 田中譲: 対話型3Dソフトウェア構築システム-IntelligentBox-, コンピュータソフトウェア, Vol.12, No.4: 84-94 (1995)
- [3] <http://www.avs.com>
- [4] 平井正人: 仮想実験環境構築システムの部品化と部品再利用, 平成9年度 修士論文 (1998)
- [5] 新保健郎, 岡田義広, 田中譲: 衝突検出エージェントを用いた仮想入力デバイス構築フレームワーク, 情報処理学会第59回全国大会 (1999)
- [6] <http://www.fakespacesystem.com>