

VorCat 社 CFD ソフトウェア解説

1) V.Flow :

V.Flow の製品あらまし

グリッドなしのボルテックス法による最初の商用ソフトウェア。時間的に正確で、物理的にも一貫性を持った数値的な方法により、非圧縮性の乱流のシミュレーションができる革新的特許技術を用いている。アルゴリズムの主な特性は以下の通りである。

- (i) 固体表面に接する非常に薄い層（粘性を持ったサブレイ-での強い勾配を解くには必要）を除き、流れをグリッド無しで表現する。この薄いグリッドは、構造を持たない表面メッシュから自動的に生成される。
- (ii) エンドユーザによる特別な乱流モデルの入力を必要とせずに、乱流の物理特性を真似することができる渦場を、ハイブリッド・シート・フィラメントで表現する。
- (iii) 高レイノルズ数アプリケーションのシミュレーションを、妥当なターンアラウンド・タイムで可能にする、アダプティブで、パラレルな、Fast Multipole Method (FMM)の採用。

V.Flow はエンドユーザによるグリッド作成と前処理の必要を最小にし、表面メッシュの三角形成だけが必要である。当社の強力な可視化ツールである V.Viz とあいまって、後処理ならびに複雑な乱流アプリケーションの諸相の意味ある分析が可能になる。

V.Flow の特長 :

全般的な能力 :

全三次元

時間的に正確な(不安定な)ソリューション

ユーレリアンとラングランジュアンを混合したアルゴリズム

非圧縮性流れ

非粘性流

過渡的流れ

乱流--(演繹的な)乱流モデリングは不要

レイノルズ数が正確な流れ

固体の境界を表すのに標準表面メッシュのみが必要

リジッドな物体を動かすのにダイナミックなメッシュが不要
流れに由来するノイズの予測に音響学的アナロジー
強制、自然、混合対流を含む熱伝達
分散相（微粒子）用のラグランジュ式軌道計算
ボルメトリック(容積測定的)な質量、運動量、熱のソース
ユーザが定義する機能により、広範囲なカスタム化が可能
材料特性のデータベース

メッシュ能力：

固体境界を表現するのに、構造を持たない表面メッシュだけが必要。ソフトウェアが、表面に垂直に成長するプリズム状の薄い層を生成する。

数値的な方法：

独自のユーレリアン-ラグランジュアン混合ソルバー
薄い表面層で使われる構造を持たないメッシュに基づいた有限容積法
流れ場のどこにおいても、渦度を運んでいる微粒子のラグランジュ式追跡が可能
ユニークで、パラレルで、アダプティブな Fast Multipole Solver (FMM)
ダイナミックなメモリ割付
単一およびダブルの精密な実行可能物(excutables)
オプションとして固体境界上で計算した圧力場
過渡的な流れならびに乱流を自動的にキャプチャ(余分なモデリングは不要)

ラグランジュ式分散相モデリング：

微粒子の軌道計算
流体との運動量、熱、質量移動の結合
追加質量、Saffman リフト、ブラウン運動力を含める為の内蔵オプション
線形分布または Rosin-Rammler 方程式に沿った粒径分布
反射、析出等を含む、微粒子境界条件の複数の選択肢
離散ランダムウォーク・モデルによる乱流分散
流体と分散相の間の熱伝達(対流および輻射効果を含む)

音響学的モデリング：

境界条件：

複数の流入・流出、以下の明細付きで：

速度または mass flux inlet

流入流体の温度

流入乱流のプロファイル

周期的な境界条件

V.Flow に必要なプラットフォーム：

サポートするアーキテクチャ：

Cray T3E

SGI Origin 2000 & 3000

IBM SP2 & 3

Linux Clusters

Compaq Supercomputers

追加ソフトウェア：

Message Passing Interface (MPI)

推奨する最低プラットフォーム：

最低 16 個の 1 GHz プロセッサ

各プロセッサ当たり 500 MB のメモリ

出力ファイル用の 4 GB ディスク余裕

V.Flow で進行中の開発と将来計画：

(作成中)

2) V.Heat：

V.Heat の製品あらまし：

V.Heat は V.Flow の延長製品であり、非圧縮性の乱流における熱伝達のシミュレーションを可能にする。V.Flow における渦モデリングと同様、ここでの基礎となっているモデルは、温度フィールドを表現するのに(追加の)熱素子を用いている。これにより、物理

的にも数値的にも全体に矛盾の無い方法論が可能になり、したがって熱伝達を伴う極めて複雑な乱流についての時間的に正確なソリューションが得られる。

V.Heat の特長 :

- 乱れた強制対流
- オプションとしてのブシネスク近似による自然対流と混合対流
- 輻射との結合、分散相
- 微粒子への熱伝達を含む輻射モデル

V.Heat に必要なプラットフォーム :

前掲の V.Flow のプラットフォームと同じ

V.Heat で進行中の開発と将来計画 :

(作成中)

3) V. Particle:

V. Particle の製品あらまし :

V.Particle は、V.Flow の延長製品であり、非圧縮性乱流体に埋め込まれた微粒子のシミュレーションを可能にするものである。このソフトウェアは微粒子を、流れ場に一方向的に結合した（ここでは流体が微粒子に力を及ぼす）あるいは双方向的に結合した（微粒子相と流体相が相互に影響しあう）スカラー量(流線に沿った単純な移流)として扱う。わが社は V.Particle を微粒子混合に関する最近の研究プロジェクト 2 件に応用してシミュレーションを行った結果、混合層の渦についてこれまでには観察できなかったことが明らかになった。

V. Particle の特長 :

- 微粒子のラグランジュ式モデリング
- 微粒子軌跡と追跡能力
- スカラー（自由移流? で相結合なし）、一方向的ないし双方向的に結合した流体および微粒子相
- 微粒子相の drag laws について多数の選択ができる
- 付加的物理モデリングのオプション

種々の境界条件のオプション

微粒子と流体の間の熱伝達

追加の乱流モデリングが不要；乱流中の微粒子についての時間的に正確なシミュレーションが自動的になされる

V. Particle に必要なプラットフォーム：

前掲の V.Flow のプラットフォームと同じ

V. Particle で進行中の開発と将来計画：

(作成中)

4) 可視化ソフトウェア (V.Viz および V.Stereo)

4-1) V.Viz：

V.Viz の製品あらまし：

V.Viz は、VorCat の乱流モデリング用ソフトウェア製品の全てに対する可視化のパートナーである。ユーザーが用意可能なデスクトッププラットフォームで可能な最高の性能が得られるように、当社の全ての後処理ならびにグラフィカルな分析ツールは、OpenGL で書かれている。VorCat データ用にデザインされ最適化されている一方、V.Viz は柔軟性があり、たいいていのグリッドによらないデータフォーマットに適応可能である。離散的な渦要素を含む刺激的な新しい方法だけでなく、ベクトル場や等表面(isosurface)のような伝統的な可視化も同じようにサポートしている。サードパーティーの後処理ツールは、何百万個という本物とみまちがう陰影のついたプリミティブから構成される VorCat の高忠実度ソリューションを扱うことはできない。V.Viz のより詳しい全貌ならびにその新規な CFD 可視化へのアプローチについては、発表論文の部を参照されたい。

V.Viz の特長：

メッシュプロット：

二次元,三次元表面メッシュのディスプレイ

座標、速度、圧力、渦度、温度を含む渦情報によりメッシュ要素のピックアップサポート

輪郭プロット：

二次元,三次元表面について、輪郭線をディスプレイし、輪郭レベル、要素の間

を色づけ

輪郭線とレベルを対話的に付加、削除可能

輪郭線に自動でまたは手動でラベル付与

記号一覧、線種、色マップ、輪郭ラベルを構成

数個の変数間の相関性を同時に見たり分析したりするために、多数の輪郭変数を使用

ベクトルプロット：

平面や立体表面上あるいは体積中に二次元および三次元のベクトルをディスプレイ

三次元表面の接線方向に三次元ベクトル要素をディスプレイ

ベクトルの部分集合をディスプレイ。長さ、色、線種、ヘッドスタイルを指定。

変数により色づけ

オリエンテーションフィルター：

x, y, z 軸に対する向きに基づいて VorCat データをフィルター

アニメーション：

無制限の長さを持った VorCat データの AVI フォーマットによるアニメーションを作成

全時間 シーケンスまたは特定部分についての、記録動作の停止/開始/ポーズの為の、使いやすい VCR 式のインターフェース。

ほとんど全てのメディアプレーヤーにかかる

ビデオへの変換には特定の NTSC フォーマットオプションあり

照明モデル：

本物とみまちがえるグローバルならびにローカルな光が、奥行きならびに向きの性質を際立たせる

材質：

RGB カラーマップまたは 12 種のジオメトリ用金属表面および VorCat データ素子から選択

弾力的なデータ入力フォーマット：

ASCII フォーマットの入力データをサポート

サポートされている VorCat モデリングプラットフォームからの最適化された
バイナリフォーマット

V.Viz に必要なプラットフォーム：

OS： Windows 2000, Windows XP, Windows XP Pro, Windows NT4.0

メモリ： 大規模問題には主メモリとして 512MB 推奨、最低 128MB

ディスク余地：大規模問題には 500MB 推奨、最低 100MB

ディスプレイ(推奨)：nVidia GeForce あるいは Quadro シリーズ; ATI Fire GL シリーズ

モニタ 1280 x 1024 画素で 85Hz リフレッシュ

V.Viz で進行中の開発と将来計画：

(作成中)

4 - 2) V.Stereo：

V.Stereo の製品あらし：

V.Stereo は、V.Viz に対するプラグインで、ユーザが用意できるデスクトップ・グラフィックス・ワークステーション上で広範囲な立体視を可能にするものである。立体用のグラフィックスカードに加えてさらに必要なハードウェアとしては、www.stereographics.com その他の配給業者から手に入る 3D シャッターめがねだけである。

複雑な流れの構造が立体視によって、生き生きと見える。観察者は、複雑な構成によって作られた大きなデータセットを、以前とは違って分析・理解することが容易になる。この最も強力なツールを利用するためには、もはや高価な特注品のディスプレイやソフトウェアを買う必要は無い。

quad-buffer 立体技術とどこでも手に入るグラフィックスのハードウェアがあれば、

V.Stereo はパートナーである V.Viz 同様、ステレオモードでもほぼ同じように動作する。

V.Stereo の特長 :

立体表示 :

- 1280 x 1024 画素、96+Hz での全画面立体表示
- 視差、眼球間隔、バランスが調整可能
- 動作追跡の透視投影が調整可能
- プレゼンテーション用に立体視、単眼視切り替え可能
- 立体オーバーヘッド投影用にレンダリングモードを最適化

V.Stereo に必要なプラットフォーム :

OS : Windows 2000, Windows XP, Windows XP Pro, Windows NT4.0

メモリ : 大規模問題には主メモリとして 512MB 推奨、最低 128MB

ディスク余地 : 大規模問題には 500MB 推奨、最低 100MB

ディスプレイ : nVidia Quadro シリーズ(推奨); 3Dlabs Oxygen シリーズ(推奨)

推奨モニタ 1280 x 1024 画素で 120Hz リフレッシュ

立体視ハードウェア : Stereographics 3D CrystalEye システム;

FakeSpace/CrystalEyes システム

V.Stereo で進行中の開発と将来計画:

(作成中)

(VorCat 付随情報)

テクニカルサポート :

1. 年間を通してのメンテナンス :

サポートスペシャリスト、e サポート、契約期間中にリリースされた全てのソフトウェアアップデートとアップグレードへの、無制限のアクセス

2. 随時サポート・バリュースタック :

事前購入の 5 件までの随時サポート ; 個々の問題発生の都度受けるサポートより大幅に安い。

3. 随時サポート :

問題発生の都度うけるサポート

4. セットアップサポート :

新規購入ソフトウェアのユーザに対する、インストール、ランセンシング、ハードウェア互換性に関する限定された問題についての、電話または電子メールによる30日以内の無料サポート

トレーニング :

VorCat ソフトウェアについての初歩コースならびに上級コースを、コロンビア特別区で定期的実施 ; ほかに特別の状況下にオンサイトで実施することもある。特定の展示会や航空宇宙、流体力学関連学会でもトレーニングコースを実施する。

コンサルティングサービス :

緊急の技術課題で手が回らなかったり、あるいは完全な流体力学的设计・分析サイクルを自ら行う専門能力を持たない会社や組織体に対して、当社は広範囲のコンサルティングサービスを提供します。

当社のエキスパートが、ユニークな VorCat の方法論に関する知識、ならびに流体力学上の様々な局面における幅広い経験を提供する。VorCat のコンサルティングサービスは、無類の競争上の利点を実現するお手伝いをします。

コンサルティングサービスの内容 :

プロジェクトコンサルティング :

問題の定義からソリューションのシミュレーションと解析にいたる、流体にかかわる問題の完全な解析。当社のエキスパートがあなたのスペックおよび要求にしたがってプロジェクトを企画、管理、実行するお手伝いをします。

カスタム受注 :

顧客のスペックに合わせた特注 VorCat ソフトウェアの開発。あなたは自社の人員による使用を目的に、自社の施設内で自分でインストールし、使用することができます。又当社のエキスパートを雇って、御社のプロジェクトを手助け

させることもできます。

コンサルティング協力：

VorCat ソフトウェアに基づいた CFD モデリングにおける優位性の確立を狙って、御社の社内ノウハウと経験を最大限利用するため、我々は御社のエキスパートと協力します。

VorCat ライセンシングオプション：

全ての VorCat ソフトウェアは販売でなく、使用権を許諾します。あなたのニーズにあわせ、様々なライセンスオプションを用意しており、あなたの組織のいかなる特別な性質にも対応するよう努めます。下記の取り決めが適当でない場合は VorCat にお問合せ下さい。

- ・ ノード限定：ノードをユーザの特定のコンピュータに限定してのライセンス
- ・ フローティング：ライセンスが特定のコンピュータから提供され、ソフトウェアはどのクライアントマシンで走らせてもよい。

いかなる VorCat ソフトウェア製品についてであっても、年決めライセンスがあれば、ユーザはそのライセンス期間中無制限のテクニカルサポートとソフトウェア・アップデートが受けられる。永久ライセンスのユーザは、初年度に限り無制限のテクニカルサポートとソフトウェアアップデートが受けられる。追加のテクニカルサポートは、別個に購入が必要である(「テクニカルサポート」の項参照)。

ライセンスのオプションならびにライセンス料に関してはお問合せください。

(VorCatCFD ソフト解説)