

本資料は第3報の資料をアップデートして作成されています。

クラウドコンピューティングを用いた効率的な構造解析支援システムの開発 (第4報)

Development of support system for efficient structural analysis using cloud computing

● 井原遊¹⁾ 橋本学¹⁾ 奥田洋司¹⁾

1) 東京大学大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻

背景

- スーパーコンピュータの性能が20年前と比較し30万倍となるなどコンピュータ技術の進歩が進み、様々な製品の設計・開発においてCAEが用いられつつある。

課題

- オープンソースのCAEソフトウェアには研究開発とは直接関係ないコンピュータスキルを要する
 - プログラミングをしたことがない、シェルを使ったことがない、GUIしか使ったことのないユーザは少なくなく、これらのユーザには大きいハードルである。
- 計算時間が高速化したことでデータ管理などにかかる時間が顕在化し、それが研究者の負担となり解析のボトルネックになっている
- 市販のCAEソフトウェアの場合には多くの場合、コア数に比例して高額なライセンス費用(10-100万~)が必要
 - 特に中小企業ではCAE導入を躊躇せざるを得ない。

背景

- クラウドCAEシステムを称する商用サービスも登場.
- コンピュータの計算能力を時間で貸すサービス + ソルバのライセンスであることが多い.

問題

- IaaSクラウド（Amazon EC2など）に近いものである.
- CAE全体を通して利便性向上するには不十分な点が残る.
- ソルバー部分についてライセンスセットなどのサービスされているが、プレ部分は無視されがち.
- 意外に高価.

CAEを支援する研究例

クラウドCAEシステムを用いた効率的な有限要素モデリング（奥田ら,2013）

→ 構造解析シミュレーションの 実行を自動化・簡略化するため、エンジニアリングデータ管理システム『ASNARO』を用いて、構造解析ソフトウェア『FrontISTR』をクラウドサービス化した

課題

- プリ処理を支援する仕組みがない.
- 商用ソフトウェアとの連携が必要となるために高価.
- 操作性が良いとはいえない.

ウェブ・ベースCAEシステム：CASOWの開発(和田,2003)

FEMを用いたWebベースCAEシステムにおける任意形状解析(和田,2005)

→ WebでFEMの解析ができるシステム

課題

- プリ処理のサーバが処理が重く、対話性が悪く迅速な表示ができない.
- 境界条件設定の柔軟性があまりよくない.
- 大きなモデル、大量モデルへの対応を考慮されていない.

目的

- CADの出力した形状データから、プリ・ポスト処理を含めたCAE全体をWebブラウザだけで利用できるシステムの開発をし、ユーザ評価を実施する。
- ユーザの作業、データ管理を自動化簡略化することで、ユーザの負担を軽減し、CAEの普及を促進されることが期待できる。

目指すものは、CAEに関わるものをすべて統合したサービス

ソルバー + プリポスト + データ管理 + 計算サーバ

Cistrシステムとは？

- WebブラウザのみでFrontITRが使える.
 - プレポスト（基本的にRevocap）が使える.
 - マニュアル要らずで、実例を試しCAEに慣れることができる
 - ユーザーによるインストール作業が不要
- <http://ig.multi.k.u-tokyo.ac.jp/cistr/> で登録後、ログイン

例) 数十万点くらいのモデルの場合では、対話性にストレスはあまりありません。

サンプルモデル（四面体2次、節点数20,209,615、要素数14,991,870）

では、初期の画像作成プロセスで約4分程度かかるが、その後のプレでの対話的処理も何とかなる。

（計算サーバ Celeron® G1820 (2M Cache, 2.70 GHz), DDR2 2GBx4)

本システムで使用するソフトウェアと計算機環境



Fig1. Raspberry pi

ハードウェア

- クライアントPC : 通常のPC, **超小型PC** (e.g. raspberry pi), スマートフォン
- クラウドCAEサーバ : 本研究で作成するソフトウェアをインストールしたサーバ
- 計算サーバ :
 - ①PCクラスタ
 - ②東大情報基盤センターのOakleaf-FX
 - ③Amazon EC2 その他各種計算機への対応

ソフトウェア

- CADソフトウェア : STL出力が出来るソフトウェアをユーザが用意 (e.g. 無料で利用可能なSketchup)
- ソルバ : 並列有限要素解析アプリケーション **FrontISTR**
- プリポスト : 大規模アセンブリ構造・マルチ力学対応プリポスト **Revocap_prepost** (本システムに組み込み)
(一部ライブラリをメッシュの読み込みとデータ保持に利用)

クラウドCAEシステムのコンセプト

FEMソルバ（FrontISTR） + プリポスト（Revocap_prepost） + データ管理機能

- プリポストソフトウェアをWeb上にうまく展開し、モデル表示手法・データ管理を工夫し、CAEを使いやすくすることを目指している。

ユーザはプリポストを含めてWebブラウザから利用

解析データ管理の自動化, 対話的に解析条件を設定

結果をモデルの可視化・表示はサーバ上で行う。

大規模なモデルへの対応を考慮

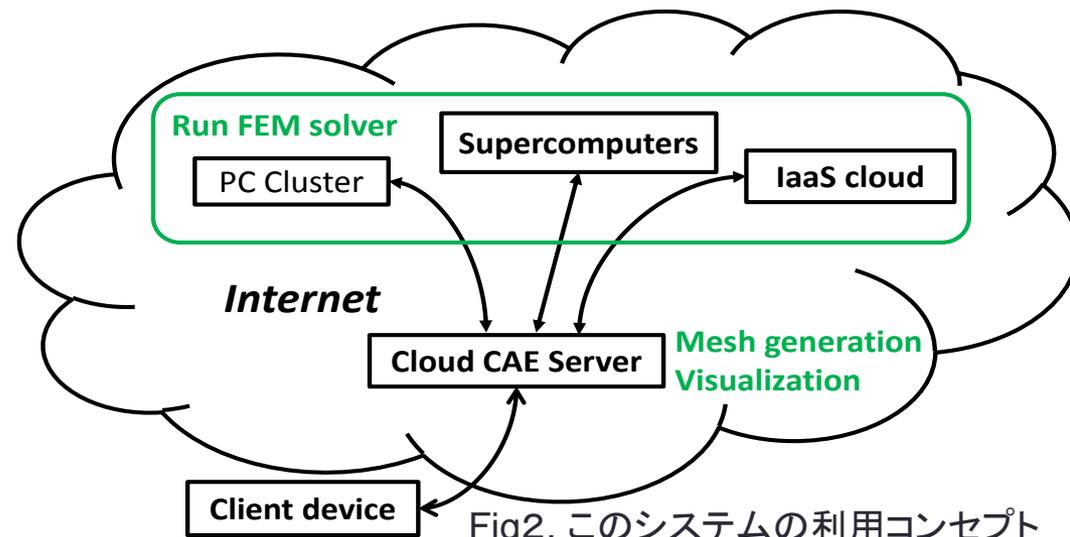


Fig2. このシステムの利用コンセプト

クライアントの負荷を軽減するモデル表示手法

OpenGLを用いて画像を作成
画像をキャプチャ

予め必要となる画像を生成し、
クライアントのグラフィック負荷は画像表示のみ

回転させた画像を組み合わせ全体をカバー
(ここでは各軸 30° 毎の回転図)

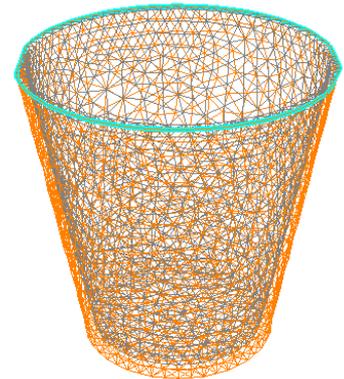


Fig3. コップモデルの画像可視化例

データ管理と整理機能

4種類のデータを関連性を保持しデータベースに登録し保存

- 表面形状データ (CADモデル)
- FEMメッシュ
- 解析モデル (条件を設定したメッシュ)
- 解析結果

解析条件と結果を整理しておくことにより、結果の散逸を防げる。
パラメータスタディなど大量の結果が出るものの管理に有効である。

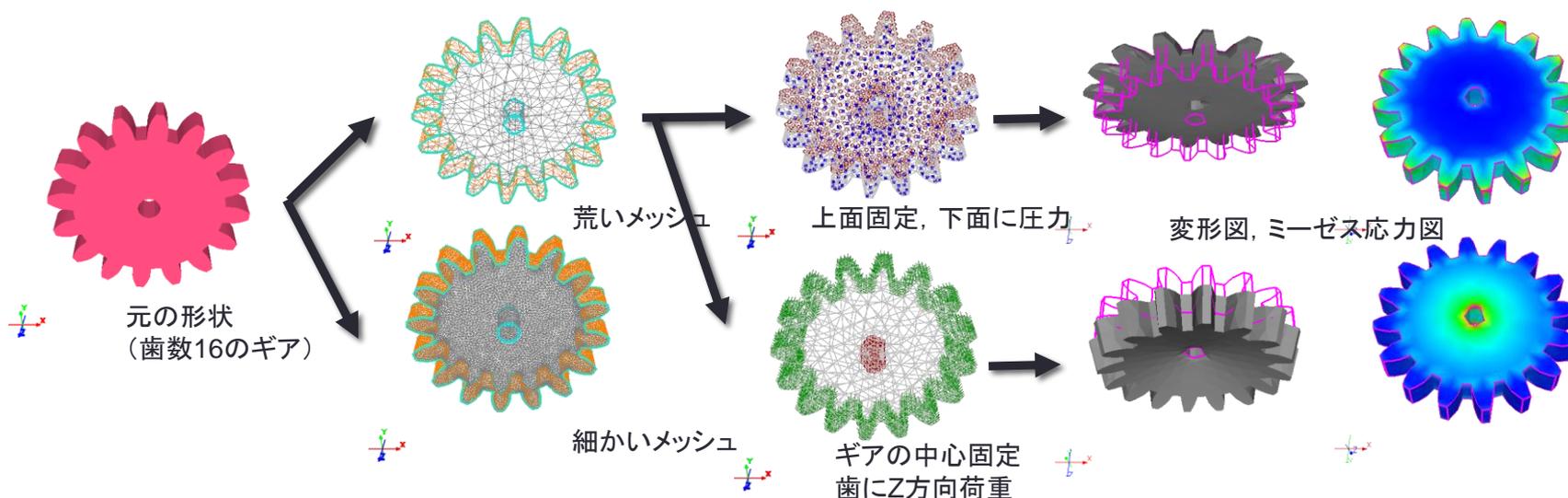


Fig3. 解析の流れとデータ整理

実行画面例と変更点

- サーフェス・ワイヤフレーム切り替えに対応
- 面選択をリスト化
- モデル回転方法の変更

The screenshot displays the Cloud ISTR alpha Cistr web interface. The top navigation bar includes links for 'ホームページ', 'ジョブ情報', 'モデル登録', '形状データ', 'メッシュ', '解析モデル', '解析結果', 'ユーザ情報', and 'ログアウト'. The main content area is titled 'メッシュ' and shows a 'モデルビュー' window. In this window, a 3D model of a hinge is displayed with a mesh overlay. The 'Drawing' panel on the right allows switching between 'Wireframe' and 'Surface' views. The 'Face' panel lists solids from Solid0_0 to Solid0_7. The 'Rotation' panel includes buttons for 'Init' and 'Rev.'.

Below the model view is the '境界条件設定' (Boundary Condition Settings) panel. It includes a dropdown for '解析種類' (Analysis Type) set to '線形弾性静解析' (Linear Elastic Static Analysis). The 'Material 材料物性' section shows 'Steel' selected for 'Material' and 'Steel' for 'Preset'. The 'BOUNDARY 節点拘束・強制変位' section includes 'BND0' with checkboxes for x, y, and z. The 'CLOAD 集中荷重' section includes 'CLO' with input fields for x, y, and z. The 'DLOAD 面荷重' section includes 'DLO' with an input field for 0. An 'Info' panel on the right shows details for the selected element: ID 32, Name hinge, Node 84056, and Elem 49871.

At the bottom of the interface, there is a footer with the text: '東京大学大学院 奥田研究室', '革新的シミュレーション研究センター', and 'Copyright © , All Rights Reserved.'

従来型CAEプロセスとの比較

Revocap_prepost/FrontISTRを使用して解析を行う場合を異なる点をまとめると、

- ・クライアントのコンピュータの性能を必要としない.
- ・インストール作業が必要がない.
- ・解析モデルを保存して管理しなくてよい
- ・計算サーバーに転送する必要がない
- ・計算サーバーにログインしての作業がいらぬ
- ・CADデータ・メッシュデータ・結果データの管理が自動で行える

おわりに

- 本システムを用いることでCAEにかかる**技術的障壁を低減**した。
 - 構造解析のユーザー操作の**時間の節約**が可能となる。
 - 計算機の**仕様の差異を吸収**し、計算機の種類を意識しなくてよい。
 - モデル表示が全体的に**軽量**なのでどのようなデバイスも利用できる。
 - 一部だけの利用（メッシュからなど）も可能であり、今までCAEを用いてきたユーザにも便利に利用できる。
-
- 今まで利用されていなかった現場にCAEを用いられる可能性、研究活動の効率化が期待される。

残された課題と今後の展望

- I. プリ処理が面ベースであり，節点ピックができない
節点を選んで集中荷重を与える操作をサポートしていく.
- II. モデルの可視手法の見直し
モデルの拡大や移動をサポートしてプリ機能を強化
- III. 解析種類の充実化
熱伝導解析や，固有値解析，非線形（材料・幾何学的）解析にも対応し機能の向上

機能をモジュール化してユーザへの提供や性能を改善することでCAEユーザに利用されるシステムにしていき，研究の効率化を目指したい.