

ParaView可視化初中級演習

大嶋拓也(新潟大学)

2010年5月14日 第1回オープンCAE講習会

OPENFOAM^(R) is a registered trade mark of OpenCFD Limited, the producer of the OpenFOAM software and owner of the OPENFOAM^(R) and OpenCFD^(R) trade marks. This offering is not approved or endorsed by OpenCFD Limited.

Agenda

新潟大學

- 本日使用するケースの説明
- OpenFOAMクイックスタート
 - ParaViewのサンプルデータ作成のため
- ParaView可視化演習: フィルタの使い方
 - カスタムフィルタの作成・適用
 - 任意シードを用いたStream Tracer
 - パーティクルトレース
 - マルチビュー

本日のケース



- OpenFOAMのbuoyantSimpleFoam/hotRoomケース
- 室内の発熱による対流





OpenFOAMクイックスタート

buoyantSimpleFoam/hotRoomケaraviスの解析opment) File Edit View Sources Filters Animation Tools Help ParaViewの起動 🕼 ? 🙀 🗛 🗛 🕸 🔅 🌮 🖉 🔤 🖌 🗤 Time: " Solid Color 🔻 🗣 🏣 🛱 Outline 💌 🔀 📫 👩 » >> 🗊 🗊 🗐 💮 🌍 🖉 🏟 roossoooonoo Pipeline Browser roosooonoo 🗗 🗶 🙀 🐘 📑 🚳 🔞 builtin: hotRoom.OpenFOAM occoscoscocco - Object Inspector - coccoscoccocco 🗗 🗙 Properties Display Information 💢 Delete ? * Extrapolate Walls Include Sets Include Zones • Show Patch Names 38





- まず最初に、VMwareの画面を最大にして下さい。
 - VMware Player: 画面右上の最大化アイコン
 - VMware Fusion: control + command + return
- OpenFOAMのオペレーションは、コマンド入力が基本







OpenFOAMの実行ディレクトリを作成

mkdir -p \$FOAM_RUN

• 実行ディレクトリに移動

run

チュートリアルデータを実行ディレクトリにコピー

cp -a \$FOAM_TUTORIALS .

• 今回使用するチュートリアルのディレクトリに移動

cd tutorials/buoyantSimpleFoam/hotRoom

OpenFOAMクイックスタート(3)



チュートリアルケースの実行

./Allrun

以下がまとめて実行される:

- setHotRoomアプリケーション(初期値設定ユーティリティ)のコンパイル
- blockMeshによるメッシュ作成
- setHotRoomの実行
- buoyantSimpleFoam (ソルバ)の実行

OpenFOAMクイックスタート(4)



• ログからの残差履歴の切り出し

foamLog log.buoyantSimpleFoam

• Gnuplot (グラフ描画ソフトウエア)の起動

gnuplot

• 残差履歴のプロット(折れ線で、縦軸を対数スケールで、logs/pd_0をプロット)

```
set st d l
set log y
plot "logs/pd 0"
```

- ◆ 残差の収束を確認する
- ◆ ``logs/pd 0"に、","で続けて他の変数の履歴も指定可能
- Gnuplotの終了

exit

OpenFOAMクイックスタート(5): ParaViewの起動新潟大

- /の起動新潟大学 NIIGATA UNIVERSITY
- ParaViewにデータの場所を指示するための、空のファイルを作成

touch hotRoom.OpenFOAM

ParaViewは拡張子でデータ形式を判別するのに対し、OpenFOAMのデータフ ァイルは全て拡張子が無いため、この操作が必要になる

ParaViewの起動と同時に、データを開く

paraview --data=hotRoom.OpenFOAM

paraview --data=ファイル名 で、起動と同時にデータを開くことができる

OpenFOAMのparaFoamコマンドは、以上を自動的に行うためのもの



 データを読込む際に、Object Inspector下、Region Statusの "floor"、Vol Field Statusの "T"をチェックする → "Apply"



• 最後の時刻 (Time: 1000) まで進める







新潟大学 NIIGATA UNIVERSITY

Sourcesメニュー

ParaViewの中で、簡単な形状の作成が可能
➢ Annotate Time (解析上の時刻の表示)
➢ Box (直方体)

≻Cylinder (円筒)

≻Line (線分)

≻Plane (面)

≻Sphere (球)

...

・フィルタへの入力としても使用できる





パイプライン





カスタム・フィルタの作成・適用

Cell Centerフィルタ + Glyphフィルタ

Kitware Paraview 3.3.0 (development)	
<u>File Edit View Sources Filters Animation T</u> ools <u>H</u> elp	
D D V N N N N N N N N N N N N N N N N N	» Time: »
Magnitud 🔻 🎥 🚔 Surface 💌 🕅 🔀 📫	» 💽 »
o° 📀 🛀 🧟 🖓 🏟 🖉	
Deserves of the Browser Deserves of the Point Po	
 builtin: hotRoom.OpenFOAM Glyph At Cell Centers1 Object Inspector Object Inspector Properties Display Information Apply Reset Delete Set Scale Factor 2 	7





ポイント

- カスタム・フィルタ: 頻繁に使用するフィルタの組合せ (パイプライン)を、新たなフィルタとして登録できる
- パイプラインを作成・選択し、"Tools"→"Create Custom Filter…"で作成
- 作成されたフィルタは、"Filters…" メニューに追加される
- カスタム・フィルタ実行の度に変更したいプロパティ項目を、作成中に指定できる

例題

• Cell Centerフィルタ (セル値をセル中心点に与える) + Glyphフィルタ

カスタム・フィルタ: パイプラインの作成



- hotRoom.OpenFOAMに対し、"Filters..." → "Cell Centers"、Glyphフィルタを 直列に適用する
- プロパティは、全てデフォルトのままで可
- 適用後、hotRoom.OpenFOAMをVisibleにする(領域を判りやすくするため)



• Pipeline Browserの "CellCenters1"、"Glyph1"を選択する (Shift+クリック)







• "Tools" メニュー→ "Create Custom Filter…" を選択

itwar	e Para	aView 3.3.0 (developmen	
tion	Tools	Help	
R	Ma	naria Custom Filtare	

- または、Pipeline Browserの選択上で右クリック→"Create Custom Filter…"
- カスタム・フィルタ名を入力: "Glyph At Cell Centers" → "Next"



• "Define the Inputs"、"Define the Outputs"の画面は、ともに "Next"





"Define the Outputs" は、途中のフィルタ出力も利用したいときに使う。"Define the Inputs" は、後の演習問題で。

カスタム・フィルタ: 可変にするプロパティの選択 新潟大

• ここでは、GlyphフィルタのSet Scale Factorプロパティを可変にする

NIIGATA UNIVERSI

11	Create Custom	Filter		×
	Define the Propert Select and name	ies e the exposed prope	rties.	
Select an object from the p from that object to expose.	ipeline layout on the Give the property a	e left. Then, select th name and add it to	e property the list.	
- CellCenters1	Object	Property	Name	
Glyph1	Glyph1	Set Scale Factor	Set Scale Fa	
1. クリック	•	3. クリック		
		¢.		
	Property Se	et Scale Factor	•	2. 選択
	Property Name S	et Scale Factor		
[< <u>B</u> ack <u>N</u>	ext > Einis	h Cancel	
		4. 2	フリック ̄	

• Custom Filter Managerでは、"Close" をクリック



カスタム・フィルタ: フィルタの使用



- 一旦、Pipeline Browser上のフィルタを削除する
- "Glyph1"、"CellCenters1"の順で、それぞれ選択、右クリック→ "Delete"



- ParaView最新版では、複数選択+まとめてDeleteが可能
- "Filters..."メニューに追加された "Glyph At Cell Centers" を選択 → "Apply"



 カスタム・フィルタ作成時にSet Scale Factorプロパティを可変にしたので、この プロパティはカスタム・フィルタ使用時に設定可能。適宜変更してみて下さい。







- Stream Tracer → Integration Direction: "FORWARD", Integrator Type: "Runge-Kutta 4", Seed Type: "Line Source" → "Apply"
- "Filters" \rightarrow "Tube", Radius: 0.05 \rightarrow "Apply"
- カスタム・フィルタ名: "Tubed Stream Tracer"
- Define the Inputs:以下のとおり



- Define the Outputs: デフォルトのまま
- Define the Properties: TubeFilter1のRadiusを追加
- 作成したフィルタを適用してみて、右図のプロパティ 画面になればOK。
- デフォルト値が、パイプライン作成時に設定した値と なっていることに注意。(Seed Type、Radius)

Radius 0.05						
Seed Type	Seed Type					
X Show Line						
Point1 0	0 0					
Point2 10	5 10					
X Axis						
Y Axis						
Z Axis						
Resolution	6					

新潟

NIIGATA UNIVERSI

カスタム・フィルタ:フィルタの使用終了



- Pipeline Browser上のhotRoom.OpenFOAM以外のフィルタを全て削除して下 さい。
- これで、カスタム・フィルタの演習は終了です。



任意シードを用いたStream Tracer

• 平面	面をシードとするStream Tracer	
• •	Kitware ParaView 3.3.0 (development)	
フィ	ルタ出力を入力とするStream Tracer	
		» Time: »
• 71.	「「今人」」の変更 Solid Color ▼ ■ ☆ Surface ▼ 図 ☆ 鉢 鉢	» 🞯 »
	i 🗊 🚳 🗊 🐨 🖤 💮 😂 🖉 io	
	Pipeline Browser Pipeline Browser <th< th=""><th></th></th<>	
	Arbitrary Source Stream Tracer2	
	Description of the sector interest and the sector inte	
	Properties Display Information	
	Apply 🖉 Reset 🗶 Delete ?	
	Origin 4.35 1.39 5	
	Normal 0 1 0	
	X Normal Reset Bounds	



ポイント

- ツールバーにもアイコンで用意されているStream Tracerは、点群、または線状のシードしか使えない
- それ以外のシードを使いたいときは、Stream Tracer (Custom Source)を使用する
- シードには、Sourcesメニューの各アイテムや、フィルタの出力を使用可能
- フィルタ入力のInputIには流れ場のデータを、Sourceにはシードとするソースを 指定する
- フィルタ入力の変更は、"Change Input..." で可能

例題

- Plane \mathcal{Y} + Stream Tracer (Custom Source)
- Sliceフィルタ + Stream Tracer (Custom Source)

任意シードStream Tracer: 準備

• 発熱面による流れの形成をわかりやすくするため、発熱面(600 K)を抽出する

新潟

NIIGATA UNIVERSI

• "Filters" → "Extract Block" フィルタによって、floor境界面を抽出



さらにThresholdフィルタによって、T = 600 Kのfaceを抽出、Tで色付け

Scalars	Т	•
Lower Threshold	600	
Upper Threshold	600	

Pipeline BrowserのhotRoom.OpenFOAMをVisibleにする

1



"Sources"→ "Plane"を選択。Origin = (3, 1, 3)、Point1 = (7, 1, 3)、Point2 = (3, 1, 7)、X Resolution = 20、Y Resolution = 20を設定、RepresentationをWireframeに

新潟大

NIIGATA UNIVERSIT



任意シードStream Tracer: フィルタの実行

- Pipeline Browser上で、hotRoom.OpenFOAMを選択
- "Filters" → "Stream Tracer (Custom Source)" を選択
- Input Editorでは、SourceにPlaneSource1を選択

📶 Input Editor - ArbitrarySourceStreamTracer 🛛 🔀				
Choose Input	t Port	Select Source	Pipeline Preview	
 Input Source 	hotRoom.OpenFOAN	hotRoom.OpenFOAM ExtractBlock1 Threshold1 PlaneSource1 2. クリック	 hotRoom.OpenFOAM ExtractBlock1 Threshold1 ArbitrarySourceSt PlaneSource1 ArbitrarySourceStrea ArbitrarySourceStrea Image: ArbitrarySourceStrea Image: ArbitrarySourceStrea Image: ArbitrarySourceStrea Image: ArbitrarySourceStrea 	
1. クリッ	ク	3. クリック	<u>O</u> K <u>C</u> ancel	

新潟:

NIIGATA UNIVE

 流線を見やすくするために、Integration Direction (流線を描く方向):
 "FORWARD"、Integrator Type (積分の精度): "Runge-Kutta 4"を選択、最後に "Apply"

Integration Direction	FORWARD	-	Properties	D
Integrator Type	Runge-Kutta 4	-	([™] <u>A</u> pply	JL



- シードを、Sliceフィルタの出力に変更してみる
- Pipeline Browser上で、hotRoom.OpenFOAMを選択
- Sliceフィルタを選択、"Apply" 🕽 🗊 🤅
- Pipeline Browser上で、"ArbitrarySourceStreamTracer1"を選択、右クリック→ "Change Input..."を選択



• Sourceをクリック、Select Sourceリストの "Cut1" を選択、"OK"



 Pipeline Browser上で "Cut1" を選択し、Slice面を動かすと、それに伴って流線 も変わります。

任意シードStream Tracer: 演習問題

- Pipeline Browser上のArbitrarySourceStreamTracer1とPlaneSource1を削除して、もう一度同じパイプラインを作成してみて下さい。
 - Plane Source: Origin = (3, 1, 3), Point1 = (7, 1, 3), Point2 = (3, 1, 7), X
 Resolution = 20, Y Resolution = 20

NIIGATA UNIVERSI

- Stream Tracer (Custom Source): Integration Direction: "FORWARD", Integrator Type: "Runge-Kutta 4"
- Plane Sourceの位置、メッシュ密度(10×10、40×40など)を変えてみて下さい。



パーティクルトレース

- Temporal Interpolatorの使用
- Temporal Interpolator + Particle Tracer

😥 🤌 🐯 🦉 💡 🕼 🔍 🏹 💐 🎲 🍘 🖉 🖉 🖉 🖉 🕨 🔹 🕨 👘 😵 Time: "
● T ▼ ■ ∰ Surface ▼ 🕅 💥 🗰 » 💽 »
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i
nooppooppoop Pipeline Browser - pooppooppoop 🗗 🗶 👰 🐘 🚍 🔕 🔯
Image: TemporalInterpolator1 Image: ParticleTracer1 Image: Properties Display Information Image: Properties Display Information Image: Properties Image: Properties Display Information Image: Properties Image: Properties Display Information Image: Properties Image: Properties <
Scalars T
Vectors U
Glyph Type Arrow T

パーティクルトレース: ポイント



ポイント

- ParaViewは、パーティクルトレースのアニメーションも可能。
- 時間方向のデータ量不足を補うため、Temporal Interpolatorフィルタを使用する。
- フィルタ名はParticleTracer。
- 任意シードStream Tracerと同様、流れ場データとシードとするソースを指定する。
- ParticleTracerの出力を、さらに他のフィルタの入力にできる。

例題

- Temporal Interpolator + Planeソース + ParticleTracer
- Temporal Interpolator + Planeソース + ParticleTracer + Glyph



- 元の流れ場データは時刻100毎に保存されているため、そのままでは時間方向のデータ密度が粗い。そのため、Temporal Interpolatorフィルタによって時間方向に補間を行って、時刻1ごとのデータにする。
- ただし、その前にTemporal Interpolatorの問題回避のため、Extract Blockを削除する必要がある。
- Pipeline Browser上でThreshold1を選択、右クリック → "Change Input..." を選
 択
- Select Sourceリストで hotRoom.OpenFOAMを選択、"OK"



• Pipeline Browser上でExtractBlock1を選択、右クリック → "Delete"を選択



• ここでアニメーション再生を行い、Timeが100ステップごとに増えることを確認



- Pipeline Browser上で、hotRoom.OpenFOAMを選択
- "Filters" → "Temporal Interpolator" を選択
- Discrete Time Step Intervalを1にする \rightarrow "Apply"

Discrete Time Step	Properties	0
Interval	्रिम <u>A</u> pply	

• 再度アニメーション再生を行い、Timeが1ステップごとに増えることを確認



 Pipeline Browser上で、"ArbitrarySourceStreamTracer1"、"Cut1"のVisibleを オフにする

パーティクルトレース: ParticleTracerの実行

新潟;

NIIGATA UNIVER

- ここでは、ソースとしてPlaneSource1を再利用する。
- Cut1は使えない (ParaView最新版では改善)
- "Filters" → "ParticleTracer" を選択、以下のようにする



アニメーション再生をお試し下さい。





- ParticleTracerは、ソースを2つ使うことができます。ParticleTracer1を削除して、次を行ってみて下さい。
- "Sources" → "Cylinder"、Resolution: 50、Height: 1、Radius: 3、Center: (5, 1, 5) → "Apply"
- Pipeline Browser上のTemporalInterPolator1を選択後、"Filters" → "ParticleTracer"を選択、Input EditorのSourceにPlaneSource1、Source2に CylinderSource1を選択
- ParticleTracer2のプロパティで、"Enable Source2"をオン/オフして、アニメーション再生を比べてみて下さい。

パーティクルトレース: ParticleTracerへのGlyphの追加。

NIIGATA UNIVERSI

- ParticleTracerの結果を、他のフィルタへの入力にすることも可能。
- Pipeline BrowserでParticleTracer2を選択
- Glyphをクリック、"Apply"



- 定期的にソースにシードが注入されるようにすることもできる。
- Pipeline BrowserでParticleTracer2を選択
- Force Reinjection Every NStepsを100に設定、"Apply"



マルチビュー

• 複数のビューを、並べて見る 54 • ビューの位置の入れ替え。 🖉 🖓 🖾 🛱 🖉 🖗 🤅 a) 😒 🍋 👩 🖉 📄 👰 🔍 🗙 🖪 cooccessor ビューを閉じるnoralInterpolator ParticleTracer1 ArbitrarySourceStreamTracer1 ParticleTracer1 ۲ ArbitrarySourceStreamTracer1 ③ Image: Imag Ŧ Β× Object Inspector Properties Display Information 🖉 <u>R</u>eset 🛛 💥 Delete Vectors U -Max. Propagation Length -Unit Max. Propagation 10 Initial Step Unit Cell Length -Initial Step Length 0.5 Integration FORWARD -Direction Integrator Type Runge-Kutta 4 1e-06 Maximum Error





- ParaViewでは、ビュー画面を分割して、複数の可視化ビューを並べて見ることができる。
- ビュー画面右上のアイコンをクリック



• "3D View" をクリック



空白のビューが開くので、表示したいものをPipeline BrowserでVisibleにする。



• 全体が赤(最新版では青)枠で囲まれているビューに、Visibleの設定が作用する。



- ビュー間で視点を連動させることができる。
- "Tools" → "Add Camera Link..." を選択
- または、ビュー上のマウス右クリックで "Link Camera..." を選択可
- 現在のビューと視点をリンクしたいビューをマウスクリックで選択

- ビューの位置を入換えることができる。
- ビューの上端をドラッグする。



・ビューを閉じるには、ビュー右上端の「×」アイコンをクリックする。

新潟大學 NIIGATA UNIVERSITY

今回の講習内容

- OpenFOAMクイックスタート
- ParaView可視化演習: フィルタの使い方
 - カスタムフィルタの作成・適用
 - 任意シードを用いたStream Tracer
 - パーティクルトレース
 - マルチビュー

今後の計画 (希望次第)

- Pythonスクリプティング (DEXCSが対応次第)
- サーバ・クライアント・モードの使用方法
- ParaViewのカスタマイズ・プラグイン作成方法 (自作readerの作成)
- etc, etc...



ParaView 3.8

- 昨日現在、3.8 RC(リリース候補)2までリリース。次は正式版と思われる
- GPUベースのボリュームレンダリング
- LIC (line integral convolution): 右図
- Manta (ソフトウエアレイトレーシング)
- フルスクリーン・モード
- "Find Data" (データが指定した範囲にあるセルを探す)
- Parallel OpenFOAM native readerが標準に
 - OpenFOAM 1.5フォーマットまでサポート (1.6独特の機能を使わなければ OK)
 - 一部のクライアント側機能(Reload、Watch)省略





• OpenFOAMのiglooメッシュをClip、左: 従来、右: ポリヘドラ

