



第4回アドバンス・シミュレーション・セミナー2024 開催報告

お茶の水女子大学 大学院人間文化創成科学研究科 (兼) 文理融合AI・データサイエンスセンター長 教授 伊藤 貴之 様

「シミュレーションのための情報可視化」

アドバンス・シミュレーション・ニュースは、アドバンスソフト株式会社が2021年度から、我が国における計算科学技術の振興を目的として、幅広い分野の最先端研究を対象として開催している「アドバンス・シミュレーション・セミナー」の開催報告と今後の開催予定をご案内するサービスです。

本セミナーで紹介される多種多様な最先端研究をきっかけに、企業の研究開発を担う技術者の方が新たな視点を持つこと、最先端研究を産業に応用する起点となること、長期的には計算科学シミュレーション分野の裾野が広がること等を期待しています。

開催概要

- 日時：2024年7月12日(金) 14:00~15:30
- 開催方法：オンラインセミナー (Zoomにて開催)
- 主催：アドバンスソフト株式会社 出版事業部
- 講演概要

計算機による可視化技術は、科学技術に特化した可視化技術と、それに限定されない一般的な情報可視化技術に二分される。科学技術シミュレーションの現場ではこれまで、科学技術に特化した可視化技術が、シミュレーションの検証や制御に用いられてきた。

本講演では、科学技術に特化した可視化技術に



加えて、一般的な情報可視化技術がどのようにシミュレーションの現場に貢献できるかについて、講演者自身の研究事例を紹介する。具体的な事例として、航空機飛行シミュレーションへの適用、人物歩行シミュレーションへの適用、その他のシミュレーションへの適用について議論する。

ご講演内容

本稿は、2024年7月12日に開催した「アドバンス・シミュレーション・セミナー2024」において、伊藤 貴之 様にご講演いただいた内容をアドバンスソフトがまとめたものです。

1. 講演内容

1.1. 可視化技術の用途とその幅広い適用

可視化の概要として、可視化技術には「Scientific Visualization」と「Information Visualization」という二つの異なるアプローチが存在する。前者は科学技術系のデータを対象とし、流体力学や構造力学の現場で利用される物理的な空間に基づいたデータの可視化を行い、後者は金融データやセキュリティデー

タなど、論理的な空間に存在するデータを可視化する手法である。

1.2. 流体シミュレーションと可視化

「Scientific Visualization」と「Information Visualization」に基づいたデータの可視化の例として、以下の航空機設計の事例を二つ紹介する。

1.2.1. 流線自動生成による流体の比較可視化

シミュレーション結果を比較する際、特に流体シミュレーションでは複数のシミュレーション結果を視覚的に比較することが求められる。しかし、流体シミュレーションにおける流線の可視化においては、操作が煩雑な知識や経験や、ユーザーが手動で設定することが課題として挙げられる。本講演では、東北大学の流体科学研究所との共同研究における流体シミュレーションの流線の自動生成技術に関する提案を紹介する。自動生成により重要な流線を可視化することで、ユーザーの負担を軽減し、シミュレーション結果の差異をより効果的に理解することが期待できる。

提案は、二つのシミュレーション結果の流線を重ねて表示するために、視点に依存しない二つの評価基準での可視化手法を適用することである。第一の視点に依存しない評価基準は、流れ場全体の把握ができるように、長く、うねりの有る流線を形状エントロピーで定式化し、この大きさで把握できるという基準である。次に、第二の視点に依存しない評価基準は、二つのシミュレーションの間での条件変更であり、流線の差分の端点からの距離が大きいものを影響度が大きいものとして優先的に選ぶという基準である。そして、「形状エントロピー」および「流線ペア間の差分」の二つの評価基準の線形和に対して、係数によって流れ場、条件変更の可視化の度合いを調整することができるようにしたものである。

一方で、視点に依存する評価基準は、画面上での流線同士の塊として重なってしまう流線を最小化するため、視点に依存しない評価基準が一位だった流線ペアを描画し、その後流線ペアから降順に既に描かれている流線と距離がどれだけ近いかというものを計算するものである。具体的には、距離が近いもの、具体的には流線ペア間の差分を D として、閾値 λ として設定されたもの以上で存在する場合は、この条件を満たす流線は表示させない。つまり、画面上で十分近くにある流線は二本同時には表示しない。 N_2 組のペアが描画されるまで繰り返すことで、画面上の流線同士の重なりを最小にすることができるという基準となる。

これらの評価基準を適用した可視化手法の例として、航空機における適用事例を紹介する。具体的には迎え角 20 度、27 度と 33 度の場合でデルタ翼に発生する流線の可視化を紹介する。さらに、ランダム選択と本手法における比較を紹介する。これにより CFD における計算条件の迎え角の違いによる可視化結果の差からうねりの状態の差が明確となり、また計算条件変更時の結果の差が形状的な埋もれや差分の情報量が増大された形で視覚的に表現された。

1.2.2. 設計最適化過程のパラメータ分布の可視化

航空機や列車の形状設計は、その形状を変えながらシミュレーションを反復し、それに対して多数の目的変数、例えば強度や燃費を算出して最適化を行うため、変数の組み合わせが複数ある多目的最適化問題として取り扱われる。本講演では、前項と同じく東北大学の流体科学研究所との共同研究である設計最適化のパラメータ分布を可視化した例を紹介する。

事例は航空機の翼の形状について 72 個の設計変数、4 つの目的関数、ここでは遷音速巡航の抵抗係数、超音速巡航の抵抗係数、超音速巡航時の翼根にかかる曲げモーメント、そして翼先端部にかかる捻りモーメントの 4 つからなる多目的最適化について、これらを 76 次元のデータとして取り扱い、遺伝的アルゴリズムにより 776 個のパレード解、すなわち 776 通りの設計案を導き出して可視化による理解を試みたものである。

伊藤研究室で開発した可視化アプリケーションにより、次元とサンプル(シミュレーション結果)の 2 軸をマトリックスとしてとらえ、計算から可視化までをプロットした結果の重なり度合を相関として、点と線で表現した。これにより、経験的に想定された相関を再確認することができた。一方で、経験では得がたい未知の相関を可視化によって見出すこともできた。つまり、既知の事実を確認することと、未知の事実を発見できることの両面に可視化の意義がある。

1.3. 人流シミュレーション可視化技術の種類とその違い

次に、「Scientific Visualization」と「Information Visualization」の組み合わせ、また「Information Visualization」に基づいたデータの可視化の例として、以下の人流に関する事例を二つ紹介する。

1.3.1. 人流シミュレーションと可視化

実測の人流データは計測、歩行者同士の近接(歩行者間の距離と継続時間で定義)関係におけるネットワークは可視化が研究対象となるが、本事例ではネットワークスポーツ会場での入退場、駅での災害誘導について産業技術総合研究所の人工知能研究センターとの共同研究として行われたものである。

事例はスポーツ会場での人の入退場のシミュレーションについて、群集の近接ネットワークによって、感染症リスクの可視化を行ったものである。ここでは野球場の観客の人流を例に、歩行している人流についてシミュレーションカメラを使って人流ステータスを計測し、継続時間から近接した場合を線で結んでネットワークを作り可視化したものである。

この人流シミュレーションでは、観客が退場する際のゲート選択に着目し、パラメータに設定した。一番近いゲートから退場することを順守する場合、30%または 50%の割合でランダムにゲートを観客が選択して退場する場合に分けて可視化を行った。このとき、一番近いゲートからの退出を順守の場合が混雑は抑制され、一方でゲートの選択のランダム率に応じて人流のグループは各ゲートに分散することから、その固まり具合により感染源がどのグループ同士の近接により発生したのかを理解する

結果を得ることができた。

1.3.2. 群衆の近接ネットワークの可視化

災害時の避難経路を設計の良し悪しを評価することは安全上の観点から重要となる。ここでは、誘導パラメータ最適化のための可視化として、前項と同じく産業技術総合研究所の人工知能研究センターとの共同研究の例を紹介する。事例は、まず東京駅でのシミュレーションの誘導パラメータとして、経路などにより、出発の差、避難までどれくらい時間差があるか、動線や階段などの選択をパラメータとして λ_n とし、一方で混雑度 f_1 と避難完了時間 f_2 という評価指標を駅の3次元的なシミュレーション結果から算出した。次に、混雑度 f_1 を横軸、避難完了時間 f_2 を縦軸にした2次元の散布図から、各指標のパレートフロントを算出する。それを重みとして、Parallel Coordinates Plot (PCP) による単一評価指標から重要度の高いパラメータを算出した。混雑度と退避完了時間に重点を置いて可視化による分析を行うことにより、混雑度を重視した場合、混雑度を減らすためには、パラメータ λ_n の一つである避難開始時間に差をつけると良い傾向があり、また同様に避難完了時間を重視した場合、地下に人を誘導するパラメータが有利である、という結果を PCP による可視化から得ることができた。

1.4. 今後のシミュレーション

流体シミュレーションから人流シミュレーションにおける可視化技術の応用事例を紹介した。シミュレーション結果を最適化問題として分析した上で、どのようにデータの理解や分析できるかを示した。また、機械学習の利用や、エネルギー分野、金融分野など他の分野への応用の可能性が示唆された。

2. 聴講における感想 (アドバンスソフト)

科学技術シミュレーションは前処理、計算、後処理とそのプロセスは大別されるが、改めてその要素となる可視化について、俯瞰的に理解することができた。科学技術シミュレーションはトレンドを踏まえた場合、昨今の計算機利用はその演算能力のみに注目されることはなく、画像処理分野で利用されてきた GPU が機械学習やブロックチェーン技術などへ応用され、新しい局面、そして複合的な分野へと発展していることから、今後はそのシミュレーション手法だけにとどまらず、情報可視化技術を含め複合的な新しい知見を見出していくことは重要であるという認識を再確認できた。

専門家から研究分野としての可視化というものをご紹介いただき、その解説と重要性、さらには幅広い応用がわかりやすく強調されており、特にシミュレーション結果の比較やデータの理解において、専門外の研究者・技術者にとって大変有意義になるご講演であった。

【ご経歴】

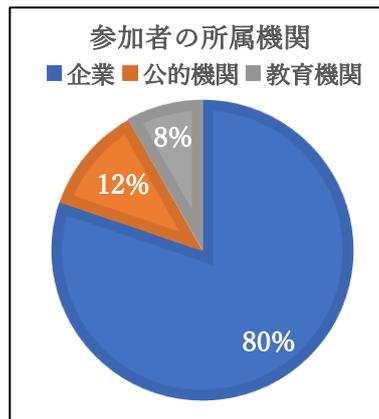
1992年 早稲田大学 大学院理工学研究科 修士課程修了
 1992年 日本アイ・ピー・エム (株) 東京基礎研究所

研究員
 科学技術シミュレーション、CAD、コンピュータグラフィックス、分散処理システムなどの研究に従事

1997年 早稲田大学にて博士 (工学)
 2003年 京都大学大学院 COE 研究員 (助教授相当) 兼職
 2005年 お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 助教授
 2011年 お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 教授

参加者

申込者は125名、当日の参加者は86名であった。参加者の内訳は、企業が69名、公的機関が10名、教育機関が7名であった。主な業種は、「ソフトウェア/システム」、「材料/素材」、「機械/機械部品」、「大学/教育機関」であった。



参加者のご意見

- 先生のご講演は、ポイントの説明や実例を使った分かりやすい講演で、よく理解できました。結果から派生したデータの可視化、結果の集合に対する可視化の2つの観点は参考になりました。
- シミュレーションにおける可視化技術の活用について知見を深めることができ、大変有意義な時間を過ごせた。特にスポーツ会場における人流可視化の事例が興味深かった。

公開資料

ご講演のYouTube動画は、右のQRコードからご覧いただくことができます。



ご講演の資料は、右のQRコードの「資料をダウンロードする」からログイン後、ダウンロードすることができます。ログインアカウントをお持ちでない方は、「資料をダウンロードする」から新規メンバー登録後、ログインしてダウンロードすることができます。



右のQRコードから過去のアドバンス・シミュレーション・セミナーのYouTube動画をご覧いただくことができます。



今後の開催予定

アドバンス・シミュレーション・セミナー

2024 の開催要領

<https://www.advancesoft.jp/seminar/20299/>

| No. | 日程 受付状況 | 内容 | テーマ |
|------|---|---|----------------------|
| 第1回 | 4月19日(金) 終了 | 「 ロケットと宇宙機に係るさまざまな自由表面流 」 東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授 姫野 武洋 様 | 自由表面流の予測 と管理 |
| 第2回 | 5月17日(金) 終了 | 「 ペプチド創薬を加速する分子動力学シミュレーションと深層学習 」 東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 教授 秋山 泰 様 | バイオ・計算科学 |
| 第3回 | 6月28日(金) 終了 | 「 DETネーションエンジン開発状況とシミュレーション事例の紹介 」 慶應義塾大学 理工学部 機械工学科 教授 松尾 亜紀子 様 | 航空宇宙エンジン |
| 第4回 | 7月12日(金) 終了 | 「 シミュレーションのための情報可視化 」 お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科(兼) 文理融合 AI・データサイエンスセンター長 教授 伊藤 貴之 様 | 可視化・AI |
| 第5回 | 8月23日(金) 終了 | 「 シミュレーション技術のリスク評価への適用 」 東京大学大学院 工学系研究科 原子力国際専攻 教授 高田 孝 様 | 原子力・リスク評価 |
| 第6回 | 9月20日(金) 終了 | 「 ポスト・エクサ、ポストムーア時代の HPC と AI 」 神戸大学大学院 理学研究科 惑星学専攻 特命教授 牧野 淳一郎 様 | HPC・AI |
| 第7回 | 10月11日(金) 受付中 お申込みはこちら  | 「 建築・都市の新たな風環境デザイン 」 千葉工業大学 創造工学部 建築学科 元教授 森川 泰成 様 | 建築・都市の新たな 風環境デザイン |
| 第8回 | 11月22日(金) 受付中 お申込みはこちら  | 「 極低温超伝導コンピュータアーキテクチャ技術とその新展開 」 九州大学大学院 システム情報科学研究院 情報知能工学部門 主幹教授 井上 弘士 様 | 計算機アーキテク チャ |
| 第9回 | 12月17日(火) 準備中 | 「 (準備中) 」 東京科学大学 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所 特任教授 浅野 浩志 様 | (調整中) |
| 第10回 | 2025年 1月17日(金) 準備中 | 「 (準備中) 」 東北大学 未来科学技術共同研究センター 特任教授 柿本 浩一 様 | (調整中) |

【お問い合わせ先】

アドバンスソフト株式会社 出版事業部
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台四丁目3番地 新お茶の水ビルディング 17階西
TEL: 03-6826-3971 FAX: 03-5283-6580 E-mail: office@advancesoft.jp
<https://www.advancesoft.jp/>

Advancesoft



当社では随時人材の募集も行っております。

<https://www.advancesoft.jp/recruit/>