

平成 22 年 5 月 28 日現在

研究種目：若手研究 (A)

研究期間：2007～2009

課題番号：19680005

研究課題名 (和文) 可視化技法オントロジーの導入による

高可用性データ視覚解析環境の開発

研究課題名 (英文) Development of highly-available visualization environments  
by the introduction of a visualization ontology

研究代表者

竹島 由里子 (TAKESHIMA YURIKO)

東北大学・流体科学研究所・助教

研究者番号：20313398

研究成果の概要 (和文)：計測や数値シミュレーションの解析において、視覚解析は必要不可欠である。しかし、解析者が必要とする視覚解析結果を得るのは容易ではないため、対象とするデータや視覚解析の目的を指定することにより、適切な視覚解析結果を提示する環境を構築した。これにより、利用者は独自に視覚解析のためのアプリケーションを作成することなく、視覚解析を行うことが可能となった。また、一連の視覚解析処理を一括管理する機構も実現した。

研究成果の概要 (英文)：Visualization has played an important role in effective analysis of datasets which is obtained by measurements and numerical simulations. We developed an environment which provides effective visualizations by specifying the visualization goals and datasets, because it is difficult for users to get appropriate visualized images. Our environment allows the users to visualize their datasets without constructing visualization applications originally. Furthermore, the users can save and reuse their visualization process.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	10,900,000	3,270,000	14,170,000
2008 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：情報科学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：可視化情報学、視覚解析

## 1. 研究開始当初の背景

視覚解析は、計測や数値シミュレーションによって得られるデータの解析に幅広く用いられている。視覚解析では、可視化

画像から得られる知見が大変重要であり、これを利用した更なる視覚解析や、計測や数値シミュレーションの条件の改良などに反映することもできる。可視化画像がも

つ情報量は、どのような可視化技法を用いて、どのように表示するかによって大きく異なってくる。しかし、主たるユーザである科学者や技術者は可視化の専門家でない場合がほとんどであるため、利用可能なすべての可視化技法を把握することは困難であり、必ずしもユーザの可視化目的や対象データに対して最適な可視化を行っているとは限らない。また、同じ可視化技法を用いても、可視化パラメタ値によって結果画像がもつ情報量が異なるため、より最適な可視化パラメタ値の選択を行う必要があり、従来法の試行錯誤的な手法では限界がある。

一方、視覚解析環境として、データフローパラダイムに基づくビジュアルプログラミング環境を提供するモジュール型可視化環境（Modular Visualization Environment：MVE）が広く利用されている。MVEは、ユーザがモジュールとよばれる組み込み関数を選択し、それらを接続することによって可視化アプリケーションを構成することができる。しかし、モジュール間の接続の整合性はデータ型だけでしか判別できないため、可視化の専門家ではないユーザが一から可視化アプリケーションを構成することは容易ではない。

近年、国外では同一データを異なる可視化技法および可視化パラメタ値で可視化した結果を同時に表示するシステムの開発や、可視化処理過程をモデル化する研究、国内では可視化における人間の作業や行動、可視化結果に対する分析、認識までを考えた知的可視化の概念などが提案されているが、ユーザの可視化目的を直接指定し、視覚解析を行う統合的な環境は開発されていない。

## 2. 研究の目的

可視化の専門家ではないユーザが、効率かつ効果的に視覚解析を行うために、視覚解析の目的やデータ型などから自動的に適切な可視化技法を選択し、提示する環境を開発する。このとき、提示した可視化技法による可視化アプリケーションや適切な可視化パラメタ値をも提供することにより、可視化の専門家の知識を反映した高可用性データ視覚解析環境を構築する。また、これまで解析対象データと視覚解析結果、可視化パラメタ値などは別々に管理されていたが、これらを一括管理することにより、研究の進捗状況の把握や、視覚解析処理の再利用および他の研究者との共有を可能にする。

## 3. 研究の方法

高可用性データ視覚解析環境の構築のため、

大きく以下の4項目について研究を行う。

(1) 可視化技法オントロジーの構築  
視覚解析の目的および対象データの特性から、適切な可視化技法を提示するために、それぞれの可視化技法がどのような目的で利用されているかの分類を行う必要がある。そこで本研究では、従来の可視化技法分類に加えて、独自に現在の視覚解析における動向を調査し、可視化技法オントロジーを構築する。

(2) 可視化技法選択のための知識ベースの作成

(1)で作成した可視化技法オントロジーによって得られた語彙で表現される可視化目的とデータ特性から適切な可視化技法を選択するための知識ベースの作成を行う。ここで、同一の可視化技法であっても、データ型やフィルタ処理、表示方法に応じて可視化アプリケーションが異なることから、これらを考慮した知識ベースを設計する。可視化システムには、幅広い分野で利用されているAVS/Expressを利用し、構築した知識ベースに格納された各可視化技法に対して、可視化アプリケーションプロトタイプを作成する。必要に応じて、(1)で調査を行った研究者に視覚解析に有効であった可視化アプリケーションを提供していただく。作成した可視化アプリケーションプロトタイプは、対応する可視化技法に関連付けて知識ベースに格納する。

(3) 適切な可視化パラメタ値設定機能

可視化画像の情報量を左右する可視化パラメタ値設定問題は、視覚解析においてもっとも重要な問題のひとつである。適切な可視化パラメタ値設定のための機構として、既に関済済みのスカラ場における位相解析ツールの組み込みや、ベクトル場における特徴解析ツールの開発を行う。

(4) 視覚解析におけるデータの一括管理

視覚解析処理におけるデータを一括管理するために、解析対象データ、可視化目的、選択した可視化技法、可視化パラメタ値、可視化結果画像、視覚解析処理に関するメモ書きを関連付けてデータベースに格納する。同一データにおいて複数回視覚解析を行う場合や、類似データに同様の視覚解析処理を施す可能性があるため、ユーザごとに視覚解析履歴を保存する機構を構築する。

## 4. 研究成果

本研究では、ユーザが視覚解析の目的および対象データを指定することにより、適切

な可視化技法を提示する環境を構築した。図1に構築した視覚解析処理の流れを示す。

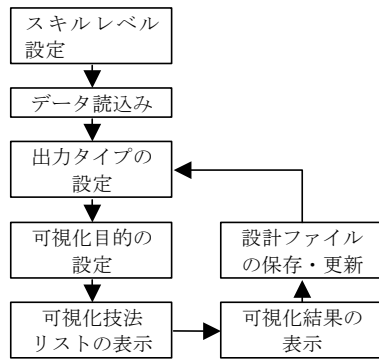


図1: 提案環境における視覚解析処理の流れ

本環境では、ユーザがスキルレベルを指定することにより、そのユーザのレベルに合わせた視覚解析支援を行う。具体的には、レベルが初心者の場合、詳細な情報はカプセル化し、最終的な結果だけを提示した。一方、上級者の場合は、自由にカスタマイズ可能にするよう、詳細部分の変更も可能にした。

まず、ユーザは視覚解析を行う対象データを読み込む。システムは、データのヘッダから、データの次元、格子構造、格子点数などの情報を獲得する。これは、データの次元や格子構造によって利用できる可視化技法が異なること、また、同一の可視化技法であっても、使用する可視化アプリケーションが異なるためである。

次に、ユーザは出力データのタイプが静止画であるかアニメーションであるかを選択する。

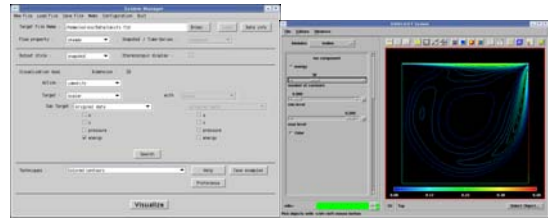
続いて、ユーザは、どのようなデータ成分をどのように可視化するかといった可視化目的をあらかじめ用意された語彙の組み合わせにより特定する。

以上の情報から、データの特性或視覚解析目的に適した可視化技法をシステムが提示する。提示される可視化技法は1つとは限らないため、ユーザは好みのものを選択する。このとき、可視化技法選択の指標になるように過去の視覚解析結果を事例集として表示することも可能である。

システムは、ユーザが選択した可視化技法を実現するための可視化アプリケーションを起動し、視覚解析結果画像を表示する。このとき、初心者のユーザであっても可視化パラメタ値の変更が可能な環境を提供するようにした。

最後に、一連の視覚解析処理を視覚解析設計ファイルとして保存する。これにより、視覚解析処理の再利用が可能となり、研究効率の向上が期待できる。

図2に提案システムの操作画面の一部を示す。ユーザがシステムを起動すると、図2(1)のシ



ステム画面が立ち上がり、この画面から、解析対象データの指定や視覚解析目的の入力を行う。システム側が提案した可視化技法を選択し、「可視化」ボタンを押すことにより、図2(2)の視覚解析結果が起動する。視覚解析結果では、対象データに指定した可視化技法を適用した結果が自動的に表示される。

本研究により、ユーザは独自に可視化アプリケーションを作成することなく、目的の視覚解析結果を容易に得ることが可能となった。また、生成される可視化結果に多大な影響を与える可視化パラメタ値を、データの特徴を考慮して半自動的に作成する機構を導入したことにより、従来の試行錯誤的な作業を行うことなく、適切な視覚解析結果を得ることができる。また、視覚解析におけるデータを一括管理することにより、視覚解析処理の再利用などが可能となった。実データをを用いた試用実験により、容易に適切な可視化技法を利用した視覚解析結果が得られたことから、視覚解析経験の浅いユーザや視覚解析を専門としないユーザにおいて、本環境の有効性が高いと考えられる。

近年、本研究で提案したような視覚解析支援環境は国外でも重要視されており、同一データを異なる可視化技法および可視化パラメタ値で可視化した結果を同時に表示するシステムや、可視化処理過程をモデル化する研究、可視化処理過程を検索、改良するための環境などが開発されている。しかし、これらの環境は主に視覚解析を専門とするユーザを対象としている。提案した視覚解析を専門としないユーザを対象とする環境は教育の現場などで特に有効であると考えられる。また、視覚解析処理の一括管理は、プロジェクトなど多人数で解析を進める際に効果的である。

提案システムは、現在、視覚解析部分に特化しており、数値計算や計測処理などの情報は一括管理しているものの、直接的なフィードバック処理は行っていない。今後、これらの機構を備えることにより、データ生成部分からの解析処理を支援する統合環境の構築を行う予定である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

- [1] 竹島 由里子, 藤代 一成, 高橋 成雄, 早瀬 敏幸:「微分位相強調型ボリュームレンダリングのための照明配置設計」, 画像電子学会誌, 38 巻, 2009 年, pp.459-470. 査読有
- [2] 竹島 由里子, 藤代 一成:「GADGET/FV:流れ場の可視化アプリケーション設計支援システム」, 画像電子学会誌, 36 巻, 2007 年, pp.769-806. 査読有

〔学会発表〕(計9件)

- [1] Yuriko Takeshima, Issei Fujishiro, Shigeo Takahashi, and Shigeru Obayashi: “Topologically-Based Haptization and Visualization of Wake Turbulence Datasets,” IIEEJ Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010, 2010.3.6, フランス.
- [2] Issei Fujishiro, Yuriko Takeshima, Shigeru Obayashi, and Toshiyuki Hayase: “Realizing Scalable Visualization Through Hierarchical Provenance Management,” The Ninth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2009.11.5, 仙台.
- [3] Yuriko Takeshima, Yosuke Hoshi, Yuichi Maki, Issei Fujishiro, Shigeo Takahashi, Takashi Misaka, and Shigeru Obayashi: “Topologically-Accentuated Realization of Wake Turbulence Datasets,” The Ninth International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Integration, 2009.11.5, 仙台.
- [4] Issei Fujishiro, Yuriko Takeshima: “On the recordability and traceability of visualization-centered knowledge discovery,” Fifth International Conference on Fluid Dynamics, 2008. 11.18, 仙台.
- [5] 竹島 由里子, 藤代 一成:「VIDELICET:流動可視化オントロジーの基本設計」, 日本機械学会2008年度年次大会, 2008.8.5, 横浜.
- [6] Yuriko Takeshima, Issei Fujishiro, Toshiyuki Hayase: “GADGET/FV: Ontology-supported design of visualization workflows in fluid

science,” The first International Workshop on Super Visualization, 2008.6.7, ギリシャ.

- [7] 藤代 一成, 竹島 由里子:「協調的可視化環境のプロトタイピングと流体融合研究への適用」, 機械学会創立110周年記念2007年度年次大会, 2007.9.11, 大阪.
- [8] 藤代 一成, 竹島 由里子:「協調的可視化環境:(1) 基本コンセプトとアーキテクチャ」, 第35回可視化情報シンポジウム, 2007.7.24, 東京.
- [9] 藤代 一成, 竹島 由里子, 早瀬 敏幸:「協調的可視化環境:(2) 流体融合研究におけるケーススタディ」, 第35回可視化情報シンポジウム, 2007.7.24, 東京.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹島 由里子 (TAKESHIMA YURIKO)  
東北大学・流体科学研究所・助教  
研究者番号: 20313398