

ビッグデータから科学的知見を獲得する分野横断的視考基盤の開発

① ビジョンの概要

本構想では、ビッグデータから高精度かつ高速度で科学的知見を獲得する、分野横断的な視覚分析の枠組みとして「視考基盤」ソフトウェアを開発し、諸科学への応用により学術全般のお一層の進展に資する。

② ビジョンの内容

高性能計算/計測環境/インターネットの普及に伴い、様々な科学技術分野で、大規模かつ複雑なデータ（ビッグデータ）の分析に基づく現象解明の必要性がより一層叫ばれている。ビッグデータに潜在する物象の特徴的な構造や挙動を効果的に捉えようとする可視化は、あらゆる学術分野で利用されているが、現状は分野毎にポスト处理的な視覚分析が行われているに過ぎず、科学的知見獲得のチャンスを少なからず逃してしまっている。そこで本構想では、分野横断的な「視考基盤」(visual thinking infrastructure)を開発するとともに、このソフトウェアの利活用を諸科学の最新成果に繋げる立場から、データ駆動型サイエンスを実現する。

本構想は、「総合工学委員会・科学的知見の創出に資する可視化分科会」の「可視化の新パラダイム策定小委員会」が中心となり、傘下の「ICT時代の文理融合研究を創出する可視化小委員会」と「社会に資する可視化の小委員会」の協力も仰ぎ、人文・社会科学への拡充による文理融合も視野に入れる。

③ 学術研究構想の名称

ビッグデータから科学的知見を獲得する分野横断的視考基盤の開発

④ 学術研究構想の概要

提案する視考基盤ソフトウェアは、ユーザが主体的に可視化に介入できるだけでなく、可視化結果の定量的分析や知見獲得に向けた可視化の推奨に先端的な深層学習を効果的に採り入れた、データ駆動型サイエンスのプラットフォームを構成する(図1)。その利活用を諸科学の最新成果に繋げる応用側との協働も重要な特長となる。

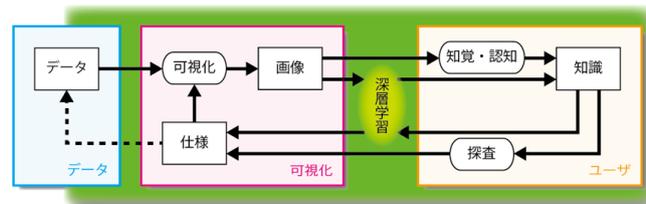


図1 視考基盤のアーキテクチャ

提案する視考基盤ソフトウェアは、科学技術分野の多様な「実空間」とそれに関連する「データ空間」との間の双方向視覚分析を支援する。そのために、データの特徴抽出と視覚解析を定式化した、普遍的な多次元時系列可視化モデルを基礎におく。そのうえで、視覚分析系列群を代数的に取り扱い、個々の状態と遷移(分岐・併合を含む)の正当性が数理的に保証された、記録・追跡・再利用可能性を特長とする出自管理機能を実現する。最新の深層学習器を利活用し、システムレポジトリに恒久的に管理されている過去の視覚分析の成功事例を学習することにより、類似する先行視覚分析系列から、効果的な知見獲得につながる可能性の高い、後続の可視化技法やパラメタ値を in-situ で推薦可能にする。

⑤ 学術的な意義

可視化技術の黎明を告げた ViSC (Visualization in Scientific Computing) レポート(米国・ACM SIGGRAPH/NSF、1987)の冒頭には、『可視化は計算(computing)の方法である』という象徴的な定義が示されている。Computing は四則演算(calculation)と異なり、considerationにも通じる人間の高度な知能全般をさす。続く VRC (Visualization Research Challenge) レポート(米国・NSF/NIH、2006)では、可視化を『人間の空間的な推論・決定能力を比喩的に増強』し『パターンを検出や状況の的確な把握、タスクの優先順位付け』を可能にする「知能増幅」の技術と再定義し、過剰で複雑なビッグデータを効果的に理解・利用するための可視化技術の開発を、今世紀に人類が挑戦すべき最も価値ある課題の一つに位置づけている。

VRC レポートは、対話的視覚化の計算理念(パラダイム)として、データと可視化、ユーザが三位一体となった「可視化発見プロセス」を提唱している。これは、高度な対話的視覚インタフェースを用いた解析的推論を築く科学として登場した「視覚分析論」(Visual Analytics)の枠組みを与えている。実際、可視化によって知覚・認知されたデータはユーザの知識となり、その拡充を求めて、ユーザはさらに進んだアルゴリズムや特定のパラメタ値等の仕様を変更する Human in the Loop がモデル化されている。

図1に示した視考基盤は、この可視化発見プロセスに、深層学習層を加えたものと位置づけられる。可視化

結果からの知識獲得や、知識を基点として視覚分析の仕様を再変更する際に、深層学習を適用しユーザの認識や探索を経由しないバイパス処理を実現し、専門家以上の代替案を提示する。さらに、視考の過程を追跡するとともに、先行成功事例を類似検索し、後続の視覚分析の仕様を推薦する出自管理機能も提供する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

深層学習が学术界に与えたインパクトの大きさは可視化分野も例外ではなく、「Vis Meets AI」という概念に結実している。Vis Meets AI は、「AI 駆使型可視化」(AI-enhanced Vis) と「可視化駆使型 AI」(Vis-enhanced AI) の両面に分かれ、依存関係の点で対称をなしている。本構想の中心的概念である視考基盤は、従来の視覚発見プロセスに深層学習レイヤを追加した点にあり、まさに前者を代表するものである。また、対象データの生成が深層学習に依存する場合は、後者の「説明可能 AI」(Explainable AI) の切り札ともなり得る。

⑦ 社会的価値

M. Jern (1997)によれば、『可視化の利用人口は1億人のオーダに達し』、その社会的価値は計り知れない。本構想は、可視化を専門家のツールとしてだけでなく、数学や統計と同様に、一般人の教養として幅広く普及させることが最終の目標である。その点では、SDGsの目標「質の高い教育をみんなに」に直截的に関わる。さらに、可視化が奏功する場面は日常に遍く見られ、可視化はSDGsの全ての目的達成に大きな影響を与える。

⑧ 実施計画等について

【実施計画・スケジュール】本構想の実施計画は下記の通り4期に分かれる。

第I期(1-2年目): 様々な可視化応用から提供される典型的な視考の例題に現れる共通の技術的課題を策定し、視考基盤技術のゴールとタスクを設定する。

第II期(3-5年目): 第I期の設定に基づき、視考処理ライブラリならびにプロトタイピング環境を開発し、可視化成功事例の学習データを幅広く収集する。共通課題解決を通じて応用サイドとの協働を開始する。

第III期(6-8年目): 第II期のライブラリ・プロトタイピング環境を活用して、さらに具体的な問題解決を図り、視考基盤の効果を実証する。諸課題の解決と処理環境の機能拡充により、共通基盤技術を体系化する。

第IV期(9-10年目): 実施期間を通して各種の集会を開催すると同時に「視考コンソーシアム」(仮称)を設立し、産業誘導も積極的に実施する。これらの活動の晶化として、専門の学会組織を創設する。

【実施機関と実施体制】本構想は、「総合工学委員会・科学的知見の創出に資する可視化分科会」(委員長: 萩原一郎。以下「可視化分科会」)傘下の「可視化の新パラダイム策定小委員会」(委員長: 藤代一成)における議論をベースとしている。当小委員会は、同分科会に所属する「ICT時代の文理融合研究を創出する可視化小委員会(委員長: 田中覚、立命館大学)」および「社会に資する可視化の小委員会(委員長: 伊藤貴之、お茶の水女子大学)」とも密接に連係を進めてきた。本構想ではこれまでの経緯に基づいて、これら3小委員会の委員長が所属する機関の関連研究部局を研究開発拠点とする。申請者が兼担する慶應義塾大学知的環境研究センター内に暫定的に実施本部をおくが、採択時には新たな専門研究センターを立ち上げる。

本構想の成果を国内向けに発信する場所としては、可視化情報学会や、情報処理学会コンピュータグラフィックスとビジュアル情報処理研究会、画像電子学会ビジュアルコンピューティング研究会等が活用できる。

【総経費】1,000,000千円

- ・ 慶應義塾大学 [担当] 視考基盤を用いた科学技術データ可視化 [経費] 200,000千円(設備費30,000千円、人件費100,000千円、旅費20,000千円、謝金等10,000千円、その他40,000千円)
- ・ 立命館大学 [担当] 視考基盤を用いた人文科学データ可視化 [経費] 200,000千円(設備費30,000千円、人件費:100,000千円、旅費20,000千円、謝金10,000千円、その他40,000千円)
- ・ お茶の水女子大学 [担当] 視考基盤を用いた社会科学データ可視化 [経費]200,000千円(設備費30,000千円、人件費100,000千円、旅費20,000千円、謝金等10,000千円、その他40,000千円)
- ・ 可視化の新パラダイム策定小委員会委員の所属機関 [担当] 視考基盤ソフトウェア開発とその応用実証研究 [経費] 400,000千円(内訳:設備費60,000千円、人件費200,000千円、旅費40,000千円、謝金等20,000千円、その他80,000千円)

⑨ 連絡先

藤代 一成 (慶應義塾大学)