

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的な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る可視化は、あらゆる学術分野で必要不可欠な方法論として既に定着している。しかし、現状は依然として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、「XR (Extended Reality)」を用いて多次元時系列の科学技術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「視考基盤」(visual thinking infrastructure) ソフトウェアを開発する。さらに、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」傘下の「XR ベース協働可視化小委員会」が中心となり、同分科会委員の協力も仰ぎ、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

本構想で提案する視考基盤ソフトウェアは、利用者の主体的な可視化への介入を許すだけでなく、可視化結果の定量的分析や知見獲得に向けて先端的な深層学習も効果的に採り入れた、データ駆動型サイエンス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である。

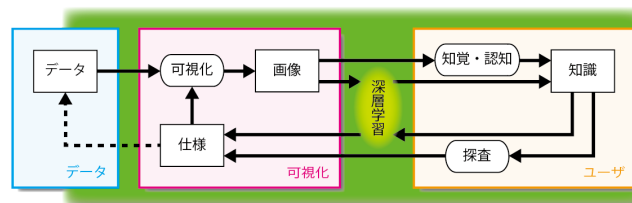


図1 視考基盤のアーキテクチャ

視考基盤ソフトウェアは、XRを通じて、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XRベース可視化の技法やパラメータ値をin-situで推薦可能にする。

⑤ 学術的な意義

VRC (Visualization Research Challenge) レポート (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すること』により『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」の技術であると再定義し、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、今世紀の最も価値ある挑戦的課題の一つに位置づけている。

VRC レポートは、対話的可視化の計算理念（パラダイム）として、データと可視化、利用者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「視覚アナリティクス」（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利用者の知識となり、その拡充を求めて、利用者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段階的に変更する「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、この視覚分析論の枠組みを与える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、深層学習を適用し利用者の認識や探索を経由しないバイパス処理を実現し、利用者以上の代替案を提示する。

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 駆動型可視化」(AI-Driven Vis) と「可視化駆動型 AI」(Vis-Driven 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層を追加しており、まさに前者を代表するアーキテクチャである。また、対象データの生成問題が深層学習に依存している場合は、後者の重要な要素技術として、「説明可能 AI」(Explainable AI) の切り札ともなり得る。なお、一人称的な視点による対象観察により知識発見を促進させようとする、「没入的視覚アナリティクス」(immersive visual analytics) が 2019 年に提案されているが、視考基盤が利用する XR ベース可視化はその最先端の取組みに他ならない。

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、数学や統計学と同様に、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 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国内・国際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」(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、24-25 期)ならびに「XR ベース協働可視化小委員会」(委員長: 藤代一成、26 期)における議論をベースとしている。現在の小委員会は、科学技術可視化、ビジュアルコンピューティング、高性能計算、自然科学、心理学の各分野で国内を代表する専門家 20 名から構成されており、本構想全体を牽引する主要な役割を果たす。

また、24-25 期には、可視化分科会傘下の「ICT 時代の文理融合研究を創出する可視化小委員会」(委員長: 田中 覚) (委員数: 19 名、24-25 期)とも積極的な意見交換を行ってきており、視考基盤プラットフォームを利活用して、人文・社会科学応用への拡充に向けて協働を視野に含める。

以上の経緯に基づいて、本構想は駒澤大学(藤代)と立命館大学(田中)を二大研究開発拠点とする。駒澤大学に新たな専門研究センターを立ち上げ、実施本部とする。

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> 500, 000 千円

- ・駒澤大学 [担当] 視考基盤を用いた科学技術データ可視化 [経費] 300, 000 千円 (設備費 45, 000 千円、人件費 150, 000 千円、旅費 30, 000 千円、謝金等 15, 000 千円、その他 60, 000 千円)
- ・立命館大学 [担当] 視考基盤を用いた人文・社会科学データ可視化 [経費] 100, 000 千円 (設備費 15, 000 千円、人件費: 50, 000 千円、旅費 10, 000 千円、謝金 5, 000 千円、その他 20, 000 千円)
- ・XR ベース協働可視化小委員会委員および可視化分科会委員の所属機関 [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] 100, 000 千円 (設備費 40, 000 千円、人件費 20, 000 千円、旅費 20, 000 千円、謝金等 10, 000 千円、その他 10, 000 千円)

⑨ 連絡先

藤代 一成 (駒澤大学)