

令和 3 年 5 月 20 日現在

機関番号：30115

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00151

研究課題名（和文）複数時空間情報を相補的に用いたイベント探索のための3次元可視化連携基盤技術の開発

研究課題名（英文）Coordinated Multiple 3D Visualizations for Events Exploration using Multiple Spatio-temporal Information

研究代表者

伊藤 正彦（Itoh, Masahiko）

北海道情報大学・情報メディア学部・准教授

研究者番号：60466422

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、様々な種類の物理センサおよびソーシャルセンサから取得された多変量データ、テキストおよび画像データを相補的に用いた時空間情報探索のための対話的3次元情報可視化基盤技術を実現することを目標とする。この目標を達成するために、以下の3つの研究課題を実現した。（1）多変量データだけでは得られないイベント抽出および状況探索を可能にする時空間テキストおよび画像データの可視化・探索基盤技術の確立。（2）複数の3次元時空間情報を統合した相補的な情報探索空間を実現する複数時空間可視化の連携表示および対話的探索基盤技術の確立。（3）都市空間分析などを行う上での重要な基盤技術となることを検証。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の地図基盤および時空間可視化技術では、都市空間で発生する複雑なイベントの実態を理解することは困難である。本研究では、様々な種類のセンサから得た数値、テキスト、さらには画像データまでもを3次元可視化時空間において統合する対話的可視化基盤を実現する点を大きな特徴とする。3次元可視化時空間および探索部品を自在に生成および連携する仕組みにより、様々な時空間探索システムを構築可能にする技術は新規性の高いオリジナルの研究である。応用システムはレジリエントな都市基盤の設計、イベント・観光における行動支援などに役立つと確信している。

研究成果の概要（英文）：This research aims to develop an interactive 3D information visualization technology for Spatio-temporal information exploration using complementary multivariate, textual, and image data acquired from various types of physical and social sensors. To achieve this goal, the following three research topics have been achieved. (1) Development of visualization and exploration technologies for Spatio-temporal text and image data that enables events extraction and situation exploration that cannot be achieved only with multivariate data. (2) Development of technology for coordinated multiple Spatio-temporal visualizations and interactive exploration infrastructure that integrates multiple 3D Spatio-temporal information. (3) Verification of the developed technology.

研究分野：情報可視化

キーワード：情報可視化 時空間情報 3次元情報可視化 ソーシャルメディア

1. 研究開始当初の背景

地震やゲリラ豪雨のような自然災害、交通事故やテロのような事故・事件、およびコンサートなどの大規模集客イベントなどが日々発生している。大規模イベント・交通システム・人々の行動は相互に大きな影響を与え合っており、これらにより生じる混乱は、大きな経済的な損失を生む。レジリエントな都市基盤システムの構築が望まれるが、そのためには、これらの間の相互の影響を分析・理解する仕組みが求められる。GPS などの物理センサから得られる実世界の事象をとらえた数値データおよび画像はますます増加し、ツイッターなどのソーシャルセンサを通して人々の意見・行動を表す文章や画像は大量に流通し続けている。しかしながら、個別のセンサ情報のみでは、実世界で起こったイベントの詳細を理解することは依然困難である。物理センサから異常を発見し、ソーシャルセンサからそのイベントの詳細を調査する、あるいは、ソーシャルセンサからイベントを抽出し、物理センサからインフラに与える影響を調査するなど、社会事象の詳細分析には物理センサとソーシャルセンサから得られるデータの相補的な利用は不可欠であると考えられる。多様で大量のセンサデータを解析し、それを人間が理解し他者にメッセージとして伝えるために情報可視化は極めて有用な手段である。多種多様なデータの中には、降雨強度データのような緯度経度および高度情報をもつ 3 次元データのようなものまで、ユーザが理解するために 3 次元の可視化が求められるものも多い。この様に、各種物理およびソーシャルセンサから得られる位置および時間情報を含む多変量データ、テキストおよび画像データを相補的に用いた、大規模イベント・交通システム・人々の行動の相互の影響を分析し理解するための対話的時空間探索のための 3 次元可視化環境が強く求められている。

2. 研究の目的

本研究は、物理およびソーシャルセンサから得られる数値、テキストおよび画像データなど多様な大規模時空間データを連携探索するための対話的 3 次元可視化基盤技術を実現することを目標とする。大都市空間では、災害などが生じるたびに交通障害などの混乱が発生し、分析のための環境が求められている。しかしながら、GPS などの物理センサおよびツイッターなどのソーシャルセンサデータを相補的に用いた異常・要因分析のための対話的時空間探索環境に関する研究は未だ未発達である。複数の時空間データを自在に組み合わせた相補的分析のための 3 次元可視化基盤技術は申請者の独創的研究成果であり、応用システムはレジリエントな都市基盤の設計等に寄与できると考える。

3. 研究の方法

本研究では、実世界で起きた様々なイベントを抽出し理解をするために、多様な物理およびソーシャルセンサから得られた多変量データ、テキストおよび画像情報を 3 次元可視化時空間で自在に統合し、対話的な比較連携を行うための基盤技術を確立することを目標とし、以下の 3 項目の課題を実現する。

1. 時空間テキストおよび画像データの可視化・探索基盤技術の確立：既に確立済みのセンサデータ可視化基盤技術群に加えて、テキストおよび画像を統合的に用いた時空間可視化探索基盤を確立し、多変量データだけでは得られないイベント抽出および状況探索を可能にする。
2. 複数時空間可視化の連携表示および対話的探索基盤技術の確立：確立された可視化基盤群に対して共通のインタフェースを与えることによる連携統合基盤技術を確立し、複数の時空間情報を 3 次元可視化空間において統合した相補的な情報探索空間を実現する。
3. 課題(1)及び(2)により確立された技術の応用：実データを用いた応用システムを構築し、大規模イベントの分析に応用できることを示し、都市空間分析および大規模イベント・観光における行動支援を行う上での重要な基盤技術となることを検証する。

4. 研究成果

本研究では、様々な種類の物理センサおよびソーシャルセンサから取得された多変量データ、テキストおよび画像データを相補的に用いた時空間情報探索のための対話的 3 次元情報可視化基盤技術を実現することを目標とする。この目標を達成するために、以下の 3 つの研究課題を実現した。(1) 多変量データだけでは得られないイベント抽出および状況探索を可能にする時空間テキストおよび画像データの可視化・探索基盤技術の確立。(2) 複数の 3 次元時空間情報を統合した相補的な情報探索空間を実現する複数時空間可視化の連携表示および対話的探索基盤技術の確立。(3) 都市空間分析などを行う上での重要な基盤技術となることを検証。

時空間テキストおよび画像データの可視化・探索基盤技術に関して、イベントの文脈情報を探索可能にする時空間テキスト可視化の検討を行った。また、応用事例としてソーシャルメディアからゲリラ豪雨の発生に伴う交通や人々の反応の変化を抽出および可視化することで豪雨リスクをよりの確に把握するための技術を開発した。ソーシャルメディアから得られた豪雨による影響情報の地理空間ワードクラウドと、複数のレーダから得た豪雨の警戒情報、降雨状況の可視化を統合可視化し、実際に台風やゲリラ豪雨が発生した場所日時を事例として用いたプロ

トタイプを実現した。さらに、時空間情報の可視化手法に関して3次元可視化手法を中心にさまざまな手法の調査を行った。それぞれの手法には長所・短所があり、目的により使い分けることが求められる。それらの長所および短所とそれらの解決法をまとめ、分類した。

時空間可視化画面や探索インタフェース画面を自在に組み合わせるダイナミッククエリなどの機能を自在に実現するための連携の仕組みを検討した。また、複数の時空間情報を連携もしくは比較するための可視化空間の組み合わせ手法についても技術的な課題の解決方法を検討した。特に、Immersive Analytics に関する国際的に著名な研究者が集まる研究合宿において、技術的な課題について議論を重ねた。さらに、ソーシャルメディアから得られた豪雨による影響情報の地理空間ワーククラウドと、複数のレーダから得た豪雨の警戒情報、降雨状況の可視化を統合可視化する基盤技術を開発した。実際に台風やゲリラ豪雨が発生した場所日時を事例として用いた応用事例を作成しその有用性を示した。ソーシャルメディアからゲリラ豪雨の発生に伴う交通や人々の反応の変化を抽出および可視化することで豪雨リスクをよりの確に把握することが可能になる。また、人々の行動や考えの変化を視覚的に探索するための3次元情報可視化アプリケーション群とそれらを用いた探索事例を整理し発表を行った。

さらにここまで確立した基盤技術を用いた応用研究のためのデータ準備と予備実験を中心に行った。特にツイッター上の言語表現とレーダーによって観測された降雨強度レベルの関係性を分析し発表を行った。提案した手法は降雨強度レベルの推定以外にも応用を検討しており、得られた情報を提案システムにより連携可視化する。ソーシャルメディアデータ、実世界イベントデータおよび画像データ、さらには実世界物体データに関して応用研究のためのデータ整備を進めた。また、地理的制約および時間変化を考慮した大量画像可視化の研究に関し、複数の手法の実装を開始し有効性の検討を行っている。さらに、AR および VR を用いた時空間情報連携可視化のための基盤に関しても実装に着手した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 佐野仁美, 伊藤正彦, 生駒栄司, 喜連川優, 小口正人	4. 巻 J102-D(9)
2. 論文標題 SNSを用いた言語表現パターン分析による降雨強度レベル推定手法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会和文論文誌D	6. 最初と最後の頁 585-596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2019JDP7010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊藤正彦	4. 巻 vol.63, No.1
2. 論文標題 時空間イベント探索のための3次元情報可視化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ	6. 最初と最後の頁 42-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 伊藤正彦
2. 発表標題 人々の行動や考えの変化を探索するための3次元情報可視化
3. 学会等名 第46回可視化情報シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiko Itoh, Takeshi Sagara, Ukyo Suzuki, Kazutoshi Umemoto, Masashi Toyoda, Koji Zettsu, Yutaka Kidawara
2. 発表標題 Information Integrated Visualization System for Heavy Rainfall Risk Analysis
3. 学会等名 IEEE PacificVis 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masahiko Itoh, Yuto Honma
2. 発表標題 Prototype for Visualizing Point Clouds by Using Voxels with Different Resolutions Depending on the Distance
3. 学会等名 IEEE Information Visualization (InfoVis2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間優音, 伊藤正彦
2. 発表標題 フォトグラメトリとソーシャルメディアを用いたデジタル雪像アーカイブの構築
3. 学会等名 令和2年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関