

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00687

研究課題名(和文)ビッグデータを体感するマルチモーダル構造化インタフェースの構築

研究課題名(英文)A Study of Multi-modal Immersive Interface to Feel the Structure of Big Data

研究代表者

賀川 経夫 (Kagawa, Tsuneo)

大分大学・理工学部・助教

研究者番号：90253773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、画像などの非構造化データを含むビッグデータの解析において、視覚化だけでなくVR技術を応用した没入型のインタフェースの構築に関する検討を行った。音を用いた医用画像診断支援ツールについて、学生と放射線科医に利用してもらい、その効果を検証するとともに、没入型インタフェースに関する考察を行った。その結果、モダリティ間の連携に検討の余地はあるものの、没入型インタフェースの有効性に関する示唆を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have investigated immersive interface using VR technology for analyzing big data including nonstructural data such as images. We have experimented to medical imaging diagnosis support tools using sound information with students and radiologists, and we have verified the effect. As a result, although there is room for discussion between modality cooperation, we obtain suggestions on the effectiveness of immersive interface.

研究分野：マルチモーダルインタフェース

キーワード：ビッグデータ解析 マルチモーダルインタフェース Immersive Analytics

## 1. 研究開始当初の背景

近年、高速な小型計算機を環境内に多数配置することにより、大規模なセンサネットワークが形成され、それらのセンサを通して様々な環境情報が獲得され膨大な高精細データが生成されている。さらに、特定環境を対象として構造化されたデータだけでなく、インターネット上では、SNS（Social Network Service）などを通してテキストだけでなく画像や動画、音声のような非構造的なデータが常に大量に発信されている。このようなデータを収集し、有益な知見や情報を抽出するという、いわゆるビッグデータ解析に対する関心が高まってきている。ビッグデータ解析においては、データ規模が格段に大きく高速な処理体系が要求されるだけでなく、画像などの非構造化データが多量に含まれる多種多様なデータを扱う処理形態を構築する必要がある。

しかしながら、ビッグデータから有益な情報を抽出するために、視覚化手法を検討する際に、通常的手法では、読み手であるユーザがデータ構造を見つけることができるように、人間の識別能力を考慮して、より小さな次元で表現しなければならない。例えば、数百次元のデータであっても3次元まで落とす必要があり、実際には多数の3次元グラフを応用することにより、データの構造表現が試みられている。また、種類を表現するために色を利用しても、せいぜい人間が識別できる色数程度にしか表現できない。したがって、より分かりやすく視覚化を行おうとすると、その過程において、そのデータの多様性に含まれる本質を見失ってしまう恐れがある。従来型の視覚化手法では、表面的な構造を単純化して表現するため、多様なデータを含むビッグデータの解釈をする際に、データに含まれる本質的な知見に関する解析を行うことは容易ではない。

そこで、膨大なデータを可視化するだけでなく、聴覚や触覚などの視覚以外のモダリティを用いて表現することにより、データの中に没入することができれば、視覚化とは異なる観点でデータを見ることができ、多様なデータに含まれる曖昧な内容を直観的に把握し、さらに有用な情報を容易に抽出することが可能となると考える。

## 2. 研究の目的

本研究では、図1に示すようにバーチャリアリティ（VR、Virtual Reality）技術を応用して音や触覚などの様々なモダリティによる表現を利用することにより、ビッグデータを

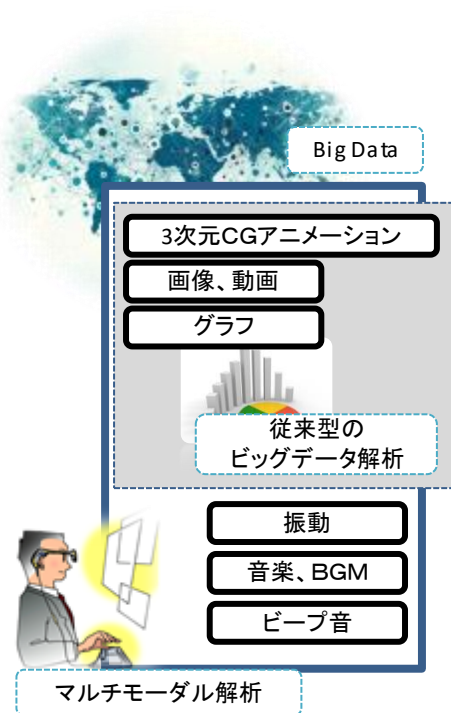


図1：ビッグデータのマルチモーダル解析

「体感」し、データに含まれる新しい知見を容易に得ることのできるインタフェースの構築を目的とする。そこで、ヘッドマウントディスプレイ（HMD、Head Mounted Display）を用いて、ビッグデータを視覚化することにより眺めるのではなく、データを表現する特徴空間内へ没入する感覚でデータ処理を実行できるインタフェース環境を設計する。

## 3. 研究の方法

ビッグデータのように多様性をもつデータの一例として、医用画像とそれらに関する診断データを対象としてインタフェースの検討を進める。この際に、グラフやコンピュータグラフィクス（CG、Computer Graphics）などの視覚的な表現だけでなく、VRにおける可聴化や可触化技術を応用して、膨大なデータの特徴に対応した効果音や触感すなわち振動をリアルタイムに自動生成することにより、利用者がデータを体感できるインタフェースを構築する。このことにより、医用画像に関する知識があまりなくてもデータの特徴を把握してもらうことのできるマルチモーダルインタフェースの構築を目標とし、以下の3点に焦点をあてて研究を進める。

### (1) 直観的に識別可能な音や触感の表現手法に関する検討

利用者がインタフェースを利用する際には、各モダリティで表現される画像や音、触感の対応関係が正しく識別されなければならない。例えば、音に変化しても利用者がそれを認識できなければ、音で表現する意味がなくなっ

てしまう。そこで、各モダリティの利点、欠点を詳細に分析し、データ内容に適した表現ができるような方法論に関して検討を行う。

### (2) 適正に表現するモダリティのデザイン手法に関する検討

様々なモダリティを利用した表現の感じ方については、利用者の経験や知識、感性によって個人差が生じてしまう。そこで、利用者が使いやすいようにカスタマイズが可能なインタフェースを設計する。そこで、各モダリティ間のインタラクションを考慮しながらカスタマイズを行うためのインタフェースデザインの手法について検討する。

### (3) 没入型インタラクションを実現するインタフェース

大型スクリーンとは異なり、没入型HMDを用いることにより、データの中に没入することができ、データの多次元的な構造を理解しやすくなる。しかし、没入型HMDを利用する際には、ジェスチャ認識や音声認識を利用して様々な操作をすることが多いが、それらが不安定だとナビゲーションの妨げとなり、没入感が阻害されてしまう。そこで、没入感を損なわずにデータとのインタラクションを実現するインタフェースデザインに関して検討する。

## 4. 研究成果

(1) 本課題により、音声や振動データを伴うユーザインタフェースの設計と構築を行い、それを用いて実験を行った。

CT (Computed Tomography) 画像を閲覧する際に、その画像に含まれる異常状態をいち早く発見するために、画像特徴を強調して提示する手法を構築する場合、原画像を大きく変換してしまうと、CT 画像を通常より閲覧している放射線科医にとって、逆に重要な情報を見落としてしまうことがある。また、画像検査を行う場合、CT Scan の特性だけでなく、画像処理の特徴も理解して画像を見る必要が生じるため、初心者にとっても検査の負担を増やすことになる恐れがある。そこで、画像特徴を音で表現することにより、視覚的な情報(原画像)の特徴を見てもらいながら、特徴的な情報を示すという手法を構築した。

本システムについては、複数の画像を重畳して畳み込みを行うことにより3次元ボリュームデータを2次元に投影する Partial MIP (Partial Maximum Intensity Projection) 画像を構成し、その画像の幾何特徴を求めることにより、異常部分の抽出を行った。通常、診断者は画像を一枚ずつ見ることによって、頭の中で3次元構造を再構成しているため、そこ

で得られる特徴に客観性が損なわれることがある。そこを補助することにより、画像データ利用の支援を進めていくものである。

本課題では、このようなシステムを実際の放射線科医8名(3年以上の経験あり)に利用してもらい、一連の画像からあらかじめデータをとっておいた異常部分を正しく指摘するまでの診断時間を計測することにより、音の利用の効果を計測した。その結果、特定の状況でのみ音による支援の効果があるが、通常の画像診断においては、診断時間に有意差は確認できなかった。また、同じ実験を経験の浅い本学医学部学生に行ってもらったが、こちらも同様に音による支援の効果は確認できなかった。同時に行ったインタビューに基づいて、効果が得られなかった理由として、以下のことが挙げられる。

- ・放射線科医については、意識内に再構成される画像によって構築されるモデルの精度が高いため、異常部位に関して提供される音情報については、画像を眺めるだけで、容易に得られる。

- ・学生については、画像診断においては、1枚ずつ丁寧に調べる傾向がある。異常部位については、連続的な画像を考える必要があり、音による支援もそのことを考慮してデザインしているため、学生に対しては大きな効果が得られなかった。

- ・音の感じ方に対する個人差が想定以上に大きかったため、あらかじめ設定された支援のための音があまり快く感じられない人もいた。

以上のことより、支援のための音が画像中の異常部位との結びつきを明確にすることが、没入型のデータ解析を行う際には、非常に重要であるとの知見が得られた。また、個人差への対応も非常に大きな問題であり、音色だけではなく音をだすタイミングなども利用者が設定可能とする必要がある。さらに、上記の画像特徴と音との関連も利用者がデザインできるようにする必要があると考える。また、振動については、文献[2]に示すようにピアノ練習支援システムにおいて振動提示する方法を検討した。現段階では、音と同様にタイミングや振動のパターンの好みに関する個人差が非常に大きいとの結果が得られている。

### (2) 統計情報の利用に関する検討

画像データを分析するための手法として、画像に潜在的に存在する幾何特徴や色特徴だけでなく新たな特徴量として他の診断者による閲覧に関する統計情報の導入を検討した。つまり、ビッグデータの特徴として、

構造的なものや非構造てきなものが混合しているということが挙げられるが、本て一までも同様に特徴データの量ではなく種類を増やし、それらのデータを解析する手法を検討した。その際に、上記の実験システムにおいて採取したログデータを利用した。閲覧時間を計測すると(1)で示した通り、経験のある放射線科医については、ほぼむらなく全ての画像を一様に同じ時間で眺め、異常部位を発見していることが分かった。ただし、1枚あたりにかかる時間は数ms~1秒と非常に短い時間であった。対照的に初心者は、1枚あたりの調査時間が数秒と一様に長くかかっていた。同様に初心者のログデータを解析したところ、医師らとは対照的に、1枚あたりにかかる時間が長く一様的であった。また、前述の Partial MIP による特徴と画像調査時間の長さの合計との相関を調べたところ、弱い相関はあったものの、特に顕著な関係性は見られなかった。モダリティによる情報提供を検討する際には、他のモダリティの利用を阻害せず、モダリティ間の関係が明確に分かるような連携を深く考慮する必要がある。

これらの実験・検討を通して、画像のような非構造データを多く含むビッグデータの解析において、VR 技術の応用は、モダリティ間の連携に検討の余地が多くあるものの従来の Visual Analytics に比べ有効な手段であるとの示唆が得られた。今後は HMD を用いた画像データ解析とその利用について検討する。

#### 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 3件)

- [1] Hiroyasu Inoue, Hiroaki Nishino and Tsuneo Kagawa, Foot-Controlled Interaction Assistant Based on Visual Tracking, Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), 査読あり, pp.124—125, 2015.
- [2] Satoru Miura, Hiroaki Nishino, Tsuneo Kagawa and Toshiyuki Haramaki, A Color Layout Exploration Method for Artwork Production, Proceedings of 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan(ICCE-TW2016), 査読あり, pp.27—29, 2016.
- [3] Tsuneo Kagawa, Shuichi Tanoue and Hiroaki Nishino, Log Data Visualization and Analysis for Supporting Medical Image Diagnosis, Proceedings of Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, 査読あり, pp.785~794, 2017.

[学会発表] (計 0件)

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者  
賀川経夫 (Tsuneo Kagawa)  
大分大学理工学部 助教  
研究者番号：90253773

(2) 研究分担者  
なし

(3) 連携研究者  
なし

(4) 研究協力者  
なし