

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：32612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540045

研究課題名(和文)ビッグデータ時代の環境可視化 - 半構造映像データの抽象化階層表示

研究課題名(英文) Ambient Visualization in the Big Data Era - Abstract Hierarchy Browsing of Semi-Structured Imagery Data

研究代表者

藤代 一成 (Fujishiro, Issei)

慶應義塾大学・理工学部・教授

研究者番号：00181347

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ビッグデータ時代に向けた環境可視化システムのラピッドプロトタイピングを実施した。そこでは、実社会で日夜生成され続けている映像データに隠されている半構造情報に着目し、その抽象化階層を入れ子グラフ構造に変換する。そして、オーディエンスの視線やジェスチャを深度付きカメラを用いて追跡し、そこから情動の変化を無意識的に捉え、レイヤを上下移動する人称変換の適応的制御を可能とする。この階層的ブラウジングと簡易立体視表示を利用すれば、デジタルサイネージ前やSNS越しにいるオーディエンスに対しても、的確に対象世界の全体像を把握し、即時に効果的な行動を起こせるような強力な支援を実現できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, a rapid prototyping was conducted to develop an ambient visualization system towards the big data era. We focused our attention to semi-structured information embedded in a set of imagery datasets produced routinely, to convert its abstraction hierarchy to the corresponding nested layered graph. Then we employed a depth camera to keep track of the gaze and gesture of a viewer to detect changes in his/her affect in an unconscious way, in order to make it possible to adaptively transform his/her person view through the up-and-down movement over the layers in the abstraction hierarchy. By taking full advantage of this hierarchical browsing together with simple naked-eye stereovision functions, a strong support can be provided for audience in front of digital signage or through SNS to comprehend a given universe of discourse wholly for subsequent prompt and effective actions.

研究分野：ビジュアルコンピューティング

 キーワード：環境可視化 ビッグデータ 半構造映像データ 抽象化階層 人称変換 深度付カメラ 裸眼立体視
情動

1. 研究開始当初の背景

本研究が対象とする**環境可視化 (Ambient Visualization: AV)**とは、先端的な ICT を活用し、日常生活環境において、行動する人々を視覚的に支援する可視化技術を総称したものである。研究代表者は、先行する**挑戦的萌芽研究「データ可視化技術から見た計算報道学の体系化と課題抽出」(H23～24年度、課題番号：23650052)**で、説明責任を負った事実伝達の方法論を活用し、インフォームド consent やパンデミック発生時の情報開示等を通じて大衆支持を得るメディア報道手順の確立を目指す**計算報道学 (Computational Journalism: CJ)**の特長を組織的に分析してきた。その結果、AVこそがCJを支える有力な方法論の一つであるという確信に至った。**ビッグデータ (big data)**という用語が近年各所で叫ばれているが、その本質は、日常的に生成されるデータの量的問題だけでなく(これだけならば、情報爆発という用語で語り尽くせる)、その**半構造化性 (semi-structure property)**にあると考えられる。実際、各種のセンサや携帯デバイスが既に人間社会の至るところに入り込んでおり、そのプロトコルや使用形態に起因する微妙な差が、取得データに**特異体質 (idiosyncrasy)**をもたらしている。そのため、様々なデータベース抽象化を用いて管理しようとしても、クラスの個数すら爆発してしまうという社会問題に直面している。この傾向は、特に静止画・動画(以下、映像と略す)等のメディアデータに対して顕著に現れており、多くの人々がスマートフォンやコンパクトデジタルカメラを通して、社会の諸相をタイムリーに報じることができるようになったとしても、大量のデータが緩く束ねられて流通するだけで、報道する**対象世界 (Universe of Discourse)**の**全体像 (atmosphere)**や**世界観 (world perspective)**を、デジタルサイネージ前やSNS越しにいるオーディエンスに的確に伝達できていたとは言えなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究課題では、映像データがもつ半構造化性を、**抽象化階層 (abstraction hierarchy)**とよばれる表現に変換し、オーディエンスの反応に即応して適応的に表示内容を変更するAVシステムのプロトタイプを開発する。抽象化階層の各レイヤは映像をノード、その意味的関連を重み付きリンクで表現したグラフに変換されるが、各ノードは、対応する視覚オブジェクトの包含関係を反映し、入れ子状に展開される層状構造をもつ。一方、オーディエンスの反応は、視線追跡や情動推定を通して数値化され、レイヤを上下する**人称変換 (person view transformation)**へのトリガとする。さらに、コンテンツの理解を促進する上で、没入度を高める裸眼立体視機能を簡便な仕組みにより新規開発する。

さらに、このようにして実現される**Human-in-the-Loop**処理によって大衆の環境理解を促進するAVシステムの効用を、具体的な適用事例の分析を通じて検証する。

3. 研究の方法

視線追跡・情報計測に基づくメディア処理に多数の業績をもつ茅 暁陽(山梨大)を研究分担者に迎え、代表者と合わせ2名の研究者および慶應大の大学院生3名による2年間の研究体制をとる。

研究期間はおよそ3期に分割される。H25年度前半は、コンテンツベース探索によってインターネット映像間の明示的関係を求める関連研究を調査し、それに基づいて目的システムの基本設計を行う。それを受けて、同年度後半から1年間で同システムを実装する。H26年度後半は、具体的なデータを対象とし、システムの効果を評価する。得られた研究成果は、関連する国内外の有力雑誌や会議に投稿・発表する。さらに、国内学術誌への総説の寄稿等を通じ、成果の公開・普及も積極的に実施する。

4. 研究成果

(1) 定められた対象世界の映像コンテンツ間の関係を求め、組織的に対象世界の特徴を要約し、効率的かつ効果的にコンテンツをブラウジングする手法やシステム開発に関連する国内外の先端的研究事例について詳細に調査した。その結果の一部は、日台情報可視化・グラフ描画国際ワークショップの招待講演として公表した(学会発表⑫)。

(2) 開発したAVシステムの機能は大きく、内部処理部、入力部、出力部に三分割することができる。

まずAVシステムの中核的処理を担う内部処理部として、Web上に存在する画像データの半構造化性を利用する形で、各画像をその撮影範囲(スコープ)によって抽象化階層を表現する層状グラフに分類し、この層状グラフの構造に則して、オーディエンスにスコープの異なるレイヤ間を往来させる、マルチスコピックブラウジング機能を開発した。図1左に、このブラウジング機能における抽象化階層と人称変換の概要を示す。

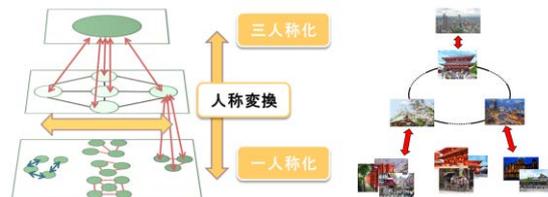


図1 マルチスコピック映像ブラウジング
抽象的階層と人称変換(左)
観光写真閲覧への応用例(右)

このブラウジング機能は、例えば観光写真の閲覧に応用可能である(図1右)。実際、個人の所有する画像を手掛かりとして、未訪問スポットや未訪問の季節の映像を検索する機能を追加実装し、観光映像の選択的時空間ブラウジング応用における有効性を確認した。本機能により、属性が不均一な半構造映像データセットに対しても、ユーザは認知地図を混乱させることなく閲覧することができる。以上の成果は、2件の国内学会発表(学会発表⑦②)にまとめられている。

次に入力部として、上記の人称変換を実行する際、深度付カメラを利用して、オーディエンスの視線やジェスチャを無意識的に計測し、映像コンテンツに対するオーディエンスの情動の変化をリアルタイムに推定する、AVシステム固有の特徴的機能を実現した。これに関しては、学会ポスタ展示におけるコンテンツの見えを、機械学習を通じて逐次部分的に人称変換するパイロット応用スタディを実施し、その具体的効果を検証している(図2)。対応する成果は、国際会議論文2件(雑誌論文⑤③)および国際学術誌論文1件(雑誌論文②)として公表している。

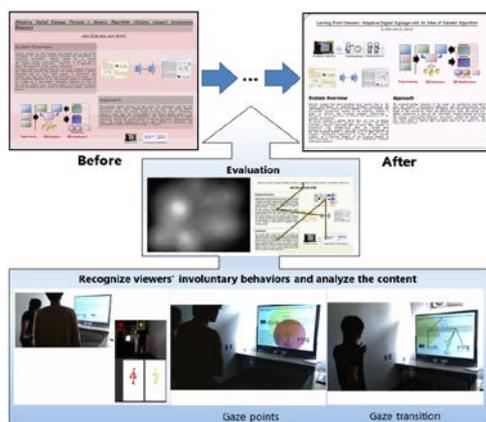


図2 オーディエンスのリアルタイム情動推定機能

最後に出力部として、運動視差立体視やトリックアート原理に基づく簡易裸眼立体視に基づき、情報呈示における没入感を増強する補助機能を実装し、その初期的成果を複数の国内学会で発表した(学会発表⑩⑥⑤④)。

図3に、単一画像から視点を変更した画像を生成する手法であるTIP(Tour into the Picture)における透視投影制御パラメータを、汎用のウェブカメラによるユーザの顔追跡によってリアルタイムに再設定することで、運動視差立体視映像を生成した実例を示す。



図3 運動視差に基づく裸眼立体視機能

特に、トリックアート原理による裸眼立体視環境のもつ可能性は高く、後続の挑戦的萌芽研究「トリックアート原理に基づくマルチディスプレイ3次元映像表示環境の開発」(H27~28年度, 課題番号: 15K12034)においてさらに研究を推進する予定である。

以上3点の機能を擁するAVシステムは、KEIO-TECHNOMALL(慶應科学技術展)で2年間続いて実機によるデモ展示を行い(学会発表⑩③)、多くの来場者に対して成果を披露するとともに、来場者からも研究を進めるうえで貴重なフィードバックを多数得て、上記の成果公刊に役立てることができた。

(3) これら以外にも、人間の情動推定により**アフェクティブ(affective)**な映像生成や集団行動制御に資する有力なAV応用として音楽演奏や鉄道車両の混雑度の可視化、対話型ペイントシステム等も採り上げた。その研究成果は、国際学会発表(雑誌論文④)及び国内学会発表(学会発表①⑧⑨)に含まれる。

(4) このようなAVを基軸に据え、さらにコンピュータネットワークやハイパフォーマンスコンピューティング、データベース管理等の援用を受けて、事実伝達における説明責任を果たす、報道本来の在り方を模索するCJに関する総説を、画像電子学会英文論文誌の招待論文(雑誌論文①)として刊行した。

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計5件)

- ① **Issei Fujishiro**: “Computational Journalism: Promising scenarios of big data visualization,” *IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing*, 2(2): 134-137, December 2014 (invited)
<http://www.iieej.org/eng/journal.html>
- ② **Ken Nagao and Issei Fujishiro**: “Mood-Learning Public Display: Adapting content design evolutionarily through viewers’ involuntary gestures and movements,” *IEICE Transactions on Information and Systems*, **E97-D(8)**:1991-1999, August 2014 (査読有)
DOI: 10.1587/transinf.E97.D.1991
- ③ **Ken Nagao and Issei Fujishiro**: “Improving structured content design of digital signage evolutionarily through utilizing viewers’ involuntary behaviors,” *Proceedings of Cyberworlds 2013*, pp. 108-115, October 2013 (査読有)
DOI: 10.1109/CW.2013.68
- ④ **Masaki Omada, Daisuke Kanuka, and Xiaoyang Mao**: “Emotion estimation from biological signals and its application to an emotional painting tool,” *Proceedings of Cyberworlds 2013*, pp. 240-246, October 2013 (査読有)
DOI: 10.1109/CW.2013.35

- ⑤ Ken Nagao and Issei Fujishiro: “Understanding viewers’ involuntary behaviors for adaptive digital signage,” *Proceedings of ACM Symposium on Perceptive Psychology 2013*, p. 145, August 2013 (査読有)
DOI: 10.1145/2492494.2501903

[学会発表] (計 12 件)

- ① 小林 杏理, 藤代 一成: 「アフェクティブな映像生成による音楽演奏支援」, 口頭発表, 査読無, 情報処理学会第 77 回全国大会, 京都大学吉田キャンパス (京都府京都市左京区), 2015 年 3 月 19 日
- ② 佐野 昂洋, 藤代 一成: 「マルチスコピックビューアとその選択的空間ブラウジングへの応用」, 口頭発表, 査読無, 映像表現・芸術科学フォーラム 2015, 早稲田大学国際会議場 (東京都新宿区), 2015 年 3 月 14 日 [前刷: 映像情報メディア学会技術報告, 39 巻, 14 号, 23-26 頁, 2015]
- ③ 藤代 一成, 佐野 昂洋, 井阪 建: 「次世代画像ハンドラ」, ポスタ発表・展示, 査読無, KEIO TECHNO-MALL2014 (第 15 回慶應科学技術展), 東京国際フォーラム (東京都千代田区), 2014 年 12 月 5 日
- ④ 井阪 建, 藤代 一成: 「マルチディスプレイによるインタラクティブ 3D トリックアート」, 口頭発表, 査読無, 画像電子学会ビジュアルコンピューティングワークショップ 2014, ホテルおかだ (神奈川県足柄下郡箱根町), 2014 年 11 月 28 日 [要旨: 画像電子学会誌, 45 巻 1 号, 126-127 頁]
- ⑤ 井阪 建, 藤代 一成: 「IFWB: 没入型映像インスタントメカ」, 口頭発表, 査読有, 芸術科学会 NICOGRAPH2014, 愛知工業大学八草キャンパス (愛知県豊田市), 2014 年 11 月 4 日 [優秀論文賞受賞]
- ⑥ 井阪 建, 藤代 一成: 「単一画像からの運動視差立体視の実現」, ポスタ発表, 査読無, Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2014, 早稲田大学国際会議場 (東京都新宿区), 2014 年 6 月 29 日
- ⑦ 佐野 昂洋, 藤代 一成: 「3×3 パネル分割法を用いた環境可視化システム」, ポスタ発表, 査読有, Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013, 青森市民会館 (青森県青森市), 2014 年 6 月 22-23 日
- ⑧ 芳賀 直樹, 中山 雅紀, 藤代 一成: 「基礎的リズムパターンにおけるグループの可視化」, ポスタ発表, 査読有, Visual Computing/グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013, 青森市民会館 (青森県青森市), 2014 年 6 月 22-23 日
- ⑨ 鈴木 涼平, 藤代 一成: 「鉄道車両編成における混雑度の画像計測と可視化～シミュレーションによる予備検討～」, 口頭発

- 表, 査読無, 情報処理学会第 76 回全国大会, 3ZC-2 東京電機大学東京千住キャンパス (東京都足立区), 2014 年 3 月 12 日
- ⑩ 井阪 建, 藤代 一成: 「単一画像を用いた運動視差立体視」, 口頭発表, 査読無, 情報処理学会第 76 回全国大会, 2ZC-7, 東京電機大学東京千住キャンパス (東京都足立区), 2014 年 3 月 11 日
- ⑪ 藤代 一成, 長尾 建: 「ビューアの無意識的行動で評価する遺伝的アルゴリズムによる適応的デジタルサイネージ」, ポスタ発表・展示, 査読無, KEIO TECHNO-MALL2013 (第 14 回慶應科学技術展), 東京国際フォーラム (東京都千代田区), 2013 年 12 月 13 日
- ⑫ Issei Fujishiro: “Visualizing world perspective form semi-structured imagery,” invited by 2013 *Japanese-Taiwanese Workshop on Information Visualization and Graph Drawing*, NTU (Taipei, Taiwan), May 23, 2013.

[その他]

ホームページ等

- ① 慶應義塾大学理工学部情報工学科藤代研
<http://www.fj.ics.keio.ac.jp/>
- ② 藤代 一成: 「計算報道学のすゝめ」, 慶應義塾大学理工学部学問のすゝめ〈サイエンス編〉, 2013 年 4 月
<http://www.st.keio.ac.jp/learning/1301.html>
- ③ 山梨大学大学院総合研究部茅&豊浦研
<http://www.vc.media.yamanashi.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤代 一成 (FUJISHIRO, Issei)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号: 00181347

(2) 研究分担者

茅 暁陽 (MAO Xiaoyang)
山梨大学・総合研究部・教授
研究者番号: 20283195