

データバイアスを俯瞰するための階層型データ可視化 ～空調の温感の男女差への応用

中井 祐希* 伊藤 貴之* 高橋 秀和† 中島 哲† 山本 哲†

概要. データのバイアスがもたらす新たな社会問題が近年注目されている. 本報告では, 複数の属性がもたらす交差バイアスを発見するための可視化手法を提案する. 複数の属性によってデータを分類することによって階層構造を生成し, 帯グラフを搭載した階層型データ可視化手法を適用することで, データ全体を俯瞰しつつ, データ中の特定の部分集合に見られるバイアスを発見しやすい可視化を実現する. 本報告では空調の温感の男女差に関する一例を紹介する.

1 はじめに

機械学習やデータサイエンスの普及にともない, データのバイアスがもたらす問題が注目されるようになった. 例えば機械学習に用いる訓練データにバイアスがあることで, 学習結果にもバイアスが生じることがある. データのバイアスを発見するには, データが有する属性ごとの数値分布の違いを観察することが重要である. ここでいう属性とは例えば, 性別, 地域, 人種, 世代などを含む. そして特定の属性に起因する不利益を解消することは, 公平性の高い社会の構築のためにきわめて重要である.

本報告では多数の人物を対象としたデータから, データの分布のバイアスを可視化する一手法を提案する. データを構成する人物群を属性で階層的に分割し, 著者らが提案している「平安京ビュー」[1]という階層型データ可視化手法を用いて可視化する. ここで階層を表現する長方形領域を複数の帯グラフで塗りつぶし, その帯グラフによって所定の属性値に関する数値分布を表現することで, 特定の属性に起因する数値分布の違いを可視化する.

本報告では, 空調の温感に関する評価値の男女差を可視化した事例を報告し, 本手法の有効性を議論する.

2 関連研究

2.1 データのバイアスの可視化

CabreraらによるFairVis[2]は, センシティブな属性を複合的にグループ化し, グループ間で発生する交差バイアスに注目する可視化解析システムである. AhnらによるFairSight[3]は, 機械学習の各フェーズを可視化することで, 公平性に着目した可

視化を実現する. また栃木ら[4]は, 推薦システムにおける機械学習のバイアスを可視化している.

2.2 階層型データ可視化手法「平安京ビュー」

伊藤らによる「平安京ビュー」[1]は, 階層型データの葉ノードを長方形のアイコンで, 枝ノードを長方形の枠で表現し, 階層構造を2次元の長方形群の入れ子構造で表現し, これらをできるだけ小さい画面空間に配置することで, 階層型データ全体を一画面にする. 図1に「平安京ビュー」による可視化例を示す.

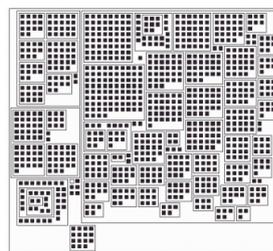


図 1. 「平安京ビュー」による階層型データの可視化

3 階層型データとしての偏りの可視化

提案手法では以下のデータが与えられることを前提とする. ここで A は人物集合によるデータ全体を表し, a_i は i 番目の人物を表し, n はデータ中の人数を表す.

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$$

また, i 番目の人物に相当する a_i は以下の変数を有するものとする. ここで e_i は可視化の対象となる実数値, g_i は i 番目の人物の性別, r_{ij} は j 番目の実数型変数の属性値, c_{ik} は k 番目のカテゴリ型変数の属性値である.

$$a_i = \{e_i, g_i, r_{ij}, \dots, c_{ik}, \dots\}$$

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* お茶の水女子大学

† 富士通

提案手法では、属性値 r_{ij} または c_{ik} のうちユーザが選んだ複数の属性値を用いて人物群を階層的に分類し、木構造を構成する。この木構造の特定のノード配下の実数値 e_i の偏りが見られるようであれば、その偏りはユーザが選択した複数の属性値がもたらす交差バイアスに起因する偏りであることが示唆される。提案手法ではこの木構造を「平安京ビュー」によって可視化する。

「平安京ビュー」では葉ノードを正方形のアイコンで表現したのに対し、提案手法では葉ノード群に相当する人物群が有する e_i の分布を複数の帯グラフで表現する。男女間のバイアスの可視化を例にして、図2に帯グラフの例を示す。左側が男性の e_i の数値分布、右側が女性の e_i の数値分布を示す。帯グラフの各領域の色算出は HSI 表色系を採用し、

- 色相 (H): 属性ごとに値を割り当てる。図2の例では、男性を青で固定、女性を赤で固定。
- 彩度 (S): 平均値に近いほど低く、最大値/最小値に近いほど高く
- 明度 (I): 値が大きいほど高く。

という原則に沿って算出する。

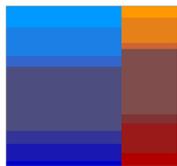


図2. 複数の帯グラフによる属性間のバイアスの表現

4 空調温感データでの適用事例

本報告では空調の温感に関するオープンデータ [5] を適用した事例を示す。このデータから著者らは 32,373 人を対象として以下の属性値を抽出した。

TS: 温感に対する評価値。0 がちょうどよい、正値が暑い、負値が寒い、という回答を表す。

Sex: 生物学的な意味での性別。「男性」「女性」以外で回答した人物は本事例では対象外とした。

Age: 年齢

Cloth: 服装の厚さの実数値。大きいほど厚い。

Metab: 代謝量に関する実数値。

Season: 春夏秋冬の4種類のカテゴリ値。

Building: オフィス・教室・住居・高齢者施設・その他の5種類のカテゴリ値。

Strategy: エアコン・換気・混合の3種類のカテゴリ値。

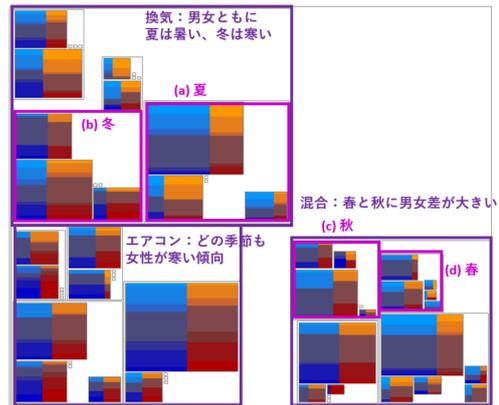


図3. Strategy, Season, Building の順に人物を分類した例

図3は Strategy, Season, Building の順に属性値を参照して人物を分類した可視化結果である。可視化画面左上部にあたる換気の枠の内側をみると、夏に対応する (a) の枠では水色や橙色の領域が濃い青や濃い赤の領域よりも軒並み大きく、男女ともに「暑い」と判断している人が多いことがわかる。逆に、冬に対応する (b) の枠では水色や橙色の領域よりも濃い青や濃い赤の領域のほうが軒並み大きく、男女ともに「寒い」と判断する人が多いことがわかる。可視化画面左下部にあたるエアコンの枠の内側をみると、ほぼ全ての帯グラフにおいて濃い青より濃い赤の領域のほうが大きく、季節や場所を問わず女性のほうが「寒い」と判断する人が多いことがわかる。可視化画面右下部にあたる混合の枠の内側をみると、秋に対応する (c) の枠と春に対応する (d) の枠において濃い青より濃い赤の領域のほうが大きい帯グラフのほうが多く、女性のほうが「寒い」と判断する人が多いことがわかる。一方で夏と冬では男女間の判断の差が小さい傾向があることから、夏と冬ではエアコンと換気の混合が望ましいことが示唆される。

5 まとめ・今後の課題

本報告では多数の人物を対象としたデータ中に潜む交差バイアスを階層型データとして可視化する一手法を提案した。データを構成する人物群を属性に沿って階層的に分類し、「平安京ビュー」を用いて可視化する。この際に、階層構造の特定のノード配下に属する人物群が有する数値を複数の帯グラフで表現することで、数値分布のバイアスを表現する。本報告では空調の温感データを題材として可視化結果を示し、その有効性に就いて議論した。

今後の課題として、非常に多くの属性を有するデータにおいて、可視化する価値のある属性の組み合わせを自動選出する手法の開発や、空調の温感以外の多様なデータへの適用が挙げられる。

参考文献

- [1] T. Itoh, Y. Yamaguchi, Y. Ikehata, Y. Kajinaga, Hierarchical Data Visualization Using a Fast Rectangle-Packing Algorithm, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 10, No. 3, pp. 302-313, 2004.
- [2] W. Epperson, F. Hohman, M. Kahng, J. Morgenstern, D. H. Chau, FairVis: Analytics for Discovering Intersectinal Bias in Machine Learning, IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology, 2019.
- [3] Y. Ahn, Y. Lin, FairSight: Visual Analytics for Fairness in Decision Making, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 26, No.1, pp. 1086-1095, 2020.
- [4] A. Tochigi, T. Itoh, X. Wang, Visualization of Bias of Machine Learning for Content Recommendation, IEEE VIS, Posters, 2021.
- [5] ASHRAE Global Thermal Comfort Database II, <https://www.kaggle.com/datasets/claytonmiller/ashrae-global-thermal-comfort-database-ii>

未来ビジョン

本研究は可視化技術と社会問題解決の両面において未来ビジョンを有するものである。

本研究の未来ビジョンの一つに「俯瞰性の高い可視化の追求」という点がある。忙しいデータ分析者が短時間で有益な知見を得るためには、最初の一画面で一定の知見を見出し、最小限の操作工程で結論に導けるようなシステムを構築することが一手段である。可視化技術の開発にあたって我々は、インタラクションを減らすこともインタラクションの研究であり、できるだけ操作より視覚に頼って知見を導出することもインタラクションの研究であると考えている。この観点から俯瞰性の高い可視化手法の開発を続け、データのバイアスに限らず多くの分析業務分野において、俯瞰性の高い可視化手法の有用性を実証したい。

もう一つの未来ビジョンとして「社会課題解

決のための意思決定支援」という点がある。本研究の題材となったデータのバイアスはその発見自体は可視化に頼らなくても数理的な手法をもって実現できる。一方で、その解決手段は一意に定まるものではない。発見されたバイアスはどれくらい是正されるべきものなのか、どのような手段で是正されるべきものなのか、といった点は人間の意思決定によって定まるべきものである。我々の長期的な目標は、社会問題解決のための意思決定には人間がデータを理解することが重要であり、データの理解だけでなく意思決定の促進に貢献できる可視化技術を構築することである。この観点から、データのバイアスに限らず、幅広い社会課題の解決手段を定めるための意思決定を支援するツールとして、可視化技術の研究開発に努め、社会的幸福度向上への貢献を目指したい。