

ラベルつきノードを含むネットワークのVR可視化の一手法

理学専攻 情報科学コース 1840660 佐々日向子 (指導教員: 伊藤貴之)

1 はじめに

ネットワークの可視化において、ネットワークの接続構造とラベル情報を同時に可視化したい場合や、一つのノードに複数のラベルを付与して可視化をしたい場合がある。例えばソーシャルネットワークでは、ユーザ間の友人関係が複雑なネットワークを形成している。多くの場合において、それぞれの人物は、職場、親戚、趣味などの多種多様なコミュニティに同時に身を置いている。このコミュニティと友人関係との相関を可視化することで、ソーシャルネットワークの分析に大いに役に立つことが期待される。また、コミュニティの関係を分析することで、ソーシャルネットワークにおける情報の拡散の分析やレコメンド機能の精度の向上に利用できること期待される。

ネットワーク上のラベルと接続構造を同時に可視化するために、本研究では以下の3種類の可視化を組み合わせた手法を提案する。

- ネットワークをVR空間に配置して対話的な視点操作とともに可視化する手法。
- ネットワークの接続構造にもとづいたクラスタリングを適用せず、ノードにあらかじめ付与されたラベル情報にもとづいてノードの集合を可視化する手法。
- ブラッシング機能を用いることで、集合可視化では見られない個々のノードのラベルの可視化する手法。

ブラッシングとは、VR空間内に描画されたネットワークに任意のラベル軸を近づけると、対応しているノードとラベル軸の間にエッジ(以下ラベルエッジと呼ぶ)が引かれ、ネットワークとラベルの相関を可視化する機能である。これにより、複数のラベルを所持したノードの表現を可能にする。さらにVRデバイスとしてHMDを用いることで、一般的なディスプレイを用いた可視化よりも一度に多くの情報を表現できる。これにより、多数のノードを有する大規模なネットワークに対して視認性の高い可視化を実現できる。

本論文ではノードに複数のラベルを付与できること、そして各々のラベルには特徴量ベクトルが実数で与えられていることを想定する。言い換えれば、 m 種類のラベルがあるデータにおいて、個々のノードには各々のラベルへの特徴量ベクトルが m 次元ベクトルで付与されているとする。

本論文では、我々が提案した手法をVR可視化ツールImAxes[1]を改良することで実装した事例を報告する。

2 関連研究

ImAxes[1]はCordeilらによって開発された没入型可視化ツールである。VR空間内にデータセットから生成された軸を置き、それらをユーザが操作することでVR空間内に任意の可視化結果が得られる。例えば、任意の二軸を平行に組み合わせれば平行座標プロット

(PCP)が、直角に組み合わせれば散布図が描画される。このImAxesでは、軸の置き方によって2次元可視化や3次元可視化、散布図行列など、単一のツールで多種多様な可視化手法を試すことができる。我々はこのツールにネットワークの3次元可視化機能を新たに付け加える形で実装を進めている。

3 提案手法

本手法は大きく分けて4つの工程がある。まず1つ目の工程は分析したいデータを整形し、入力する。2つ目がそのデータをもとに軸を生成する。3つ目は、軸の配置から可視化結果を計算しそれを描画する。このとき、ネットワークの描画と凸包の描画を行う。最後に、ブラッシングが必要な場合はエッジを描画する。この2つ目から4つ目の工程は、ユーザがVR空間内の軸を動かすたびに自動的に更新される。3.1節でラベル軸の生成について、3.2節では可視化結果の描画について、3.3節ではブラッシングについて説明する。

3.1 ラベル軸の生成

入力されたデータからラベル軸を生成し、配置をする。このときラベル軸はデータの変数の種類と同数生成する。各ラベル軸の右側には変数値の分布をヒストグラムとして描画する。また、ラベル軸の左側には変数名と変数値の最小値と最大値が表示される。各ラベル軸はコントローラで掴む、離す、投げるなどの物理的な操作をすることができる。本手法において、ユーザは主にこのラベル軸を移動させたり、組み合わせることで分析をする。これにより、単純な操作で多彩な可視化結果を得ることができる。

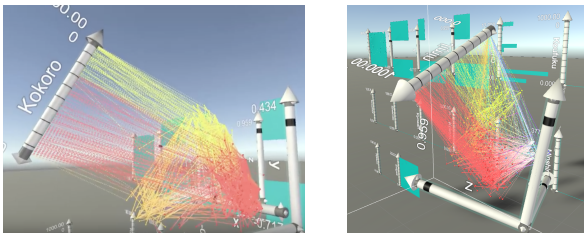
3.2 可視化結果の描画

配置された座標軸の位置にもとづいて可視化結果を描画する。このとき、可視化結果の座標は全て $-0.5 < x, y, z < 0.5$ の正規化モデル座標で描画を行う。これにより、可視化結果が座標軸の間に描画されるようにする。各ノードの色をノードが所持する特徴量ベクトルの中で最も大きいラベルに対応した色で着色する。エッジの色は両端のノードの色のグラデーションで描く。

本手法ではラベルを凸包で表現する機能を実装している。凸包は対象となる全てのノードを囲む最小の凸多角形である。本手法では、ユーザが選択したラベルを少しでも所持しているノードを対象として囲む。また、複数の凸包の描画を想定している。凸包同士の重なりが見やすいように、全ての凸包はアルファブレンディングをし、透過させる。

3.3 ブラッシング

可視化結果の描画を終えたのち、描画されているネットワークとの距離が閾値以下のラベル軸がある場合、ラベル軸に描画されていたヒストグラムは消してブラッシングを行う。また、ネットワークのエッジと区別をするためにブラッシングで描画されるラベルエッジは破線で表現される。ラベルエッジは接続先のノードと



(a) 日本のところ (b) 自由民主党

図 1: ブラッシングの可視化結果

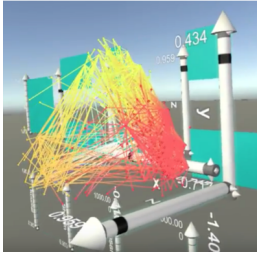


図 2: 凸包を描画する前のネットワーク

同じ色で描画される。

4 実行結果

本手法はゲームエンジン Unity および VR デバイス HTC Vive を用いて実装した。HTC Vive はヘッドマウントディスプレイに加えて二本のコントローラがあるため、操作の自由度が高い。本手法では VR 空間上の可視化結果を掴む操作をするため、HTC Vive を採用した。

本実験では Twitter から取得したデータセットを使用して可視化の実験を行った。ランダムに選出された 1000 人のユーザをノード、各ユーザが RT したツイートの政党をラベル、そして各ユーザのフォロー関係をエッジとする。政党のツイートは Twitter 社から公式のアカウントであることを認証されたアカウントのツイートのみを採用する。各ノードは所持する特徴量ベクタのなかで最も値の大きいラベルの色で着色されている。どのラベルも所持しないノードは白色で着色している。

図 1(a) は日本のところのラベル軸で、図 1(b) は自由民主党でブラッシングを行ったときの可視化結果である。本実験において赤色は自由民主党を、黄色は日本のところを表す。日本のところから伸びているエッジに着目すると、黄色と赤色が多い。黄色は日本のところを表しているため、軸の上部に黄色のエッジが集中していることは自然だ。しかし自由民主党を示す赤色が軸の下半分を占めている。さらに自由民主党のラベル軸でブラッシングをしたときにも同様の結果が出ている。これらの結果から、自由民主党のツイートを多く RT しているユーザは日本のところのツイートも RT していることが多いこと、反対に、日本のところを多く RT しているユーザは自由民主党のツイートも RT していることがわかる。これにより、自由民主党と日本のところには相関が高いことが推測される。実際にこの 2 党を調査したところ、日本のところは自民党に吸収合併されており、政策も近いことが原因と思われる。

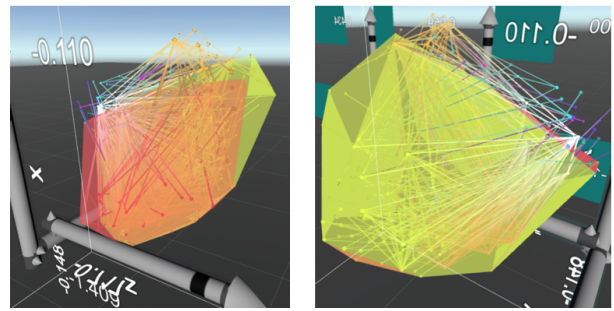


図 3: 複数の角度から見た凸包によるラベル可視化

図 2 は凸包を描画する前のネットワーク、図 3 は凸包を描画した後のネットワークを複数の角度から撮影した画像である。赤色の凸包は自由民主党を表している。凸包を描画する前のネットワークでは赤色のノードは一部分に固まっている。そのため、自由民主党を RT したユーザが全体の 3 分の 1 程度だと認識しやすい。しかし凸包をかけたあとでは凸包がネットワークの半分以上を覆っており、自由民主党を RT したユーザが想定よりも多かったことがわかる。

現状の問題点として、凸包でのラベル表現では対象外のノードを多く囲んでしまい、あまり正確な可視化とはいえない。また、凸包の重なりが見えるようにアルファブレンディングを使用し凸包を透過させているが、現状ではうまく透過がされておらず、凸包同士の重なりが視認しにくい。他の 2 つのラベルを可視化したときでは重なりが見やすい場合もあることから、この問題の原因として図 3 の凸包は形が近すぎたことが考えられる。

5 まとめ

本研究では、VR 可視化と集合可視化、ブラッシングによってネットワークの接続構造とラベル分布を同時に可視化する手法を提案した。

今後の課題として、ラベルの集合可視化を全面的に改善していきたい。具体的には、ラベルの集合可視化を凸包ではなく 3 次元の non-convex hull で実装することを検討している。non-convex hull は凹みを考慮して描画をするため、凸包よりも複雑な形状を描画することが可能である。これにより、対象外のノードを含んでしまう問題を解決できると考える。さらに、ラベルの集合が複雑な形になることで集合同士の形が近すぎて透過がうまく描画されない問題も避けることができると考える。

さらに、ネットワークの専門家によるユーザテストを行うことで本手法の評価をしていくことを検討している。

謝辞：本研究に協力を頂いた Maxime Cordeil 氏と吉田光男氏に感謝の意を表す。

参考文献

- [1] M. Cordeil, A. Cunningham, T. Dwyer, B. M. Thomas, K. Marriott “ImAxes: Immersive Axes as Embodied Affordances for Interactive Multivariate Data Visualisation,” Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 71–83, 2017.