

# 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

佐々 日向子\*    Maxime Cordeil†    吉田 光男‡    伊藤 貴之\*

**概要.** ネットワークの可視化に関する研究は数多く発表されてきたが、大規模なデータに対する可視化結果の複雑さを回避するための課題はまだ残っている。一方で、近年では複合的なデータから構築されたネットワークの可視化が増えており、例としてノードに1個以上のラベルが付与されたネットワークの可視化が課題となっている。この問題を解決するために、我々はネットワークの接続構造とラベル情報の関係を表現するために二つの手法を組み合わせることで描画するネットワークの可視化手法を提案する。一つ目はVR空間に三次元で構築されたネットワークを配置し、視点移動のための回転操作によって、ユーザが興味をもつ部分に対話的かつ効果的に可視化する手法。二つ目はブラッシング機能を用いることでネットワークとラベルの相関関係を可視化する手法である。

## 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、ユーザをノード、ユーザ間の友人関係をエッジ、ユーザの所持する属性（例えば所属するコミュニティや趣味など）として可視化することが多い。しかし、複数のラベルをネットワーク構造とともに可視化することは難しく、現在も研究が続いている。

一方、近年ではバーチャルリアリティ(VR)の普及が進み、VRを使った3次元可視化の研究も進められている。VRを使った可視化ではいくつかのメリットがあげられる。マウスやタッチパネルを用いた従来の可視化環境では物体操作と視点移動の両方を手の操作に頼る必要があった。それに対してヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いたVRシステムでは、首の動きを視点移動に反映できるため、物体操作と視点移動を同時並行できる点で操作性の向上が見込まれる。加えて、一般的なディスプレイよりもHMDの方が視野角が広いことから、より広大な空間を情報表示に用いることが可能である。

本報告では、ラベルの分布とネットワークの相関の可視化を実現するために、VR空間での3次元ネットワーク可視化手法と、ブラッシング機能を用いたラベルの可視化手法を組み合わせる新たな可視化の一手法を提案する。我々の実装では、VR空間内に構築されたネットワークにラベルの特徴量ベクトルが付与された軸をかざすことでその軸とネットワーク内のノード間にエッジが表示される。この機能をブラッシング機能と呼ぶ。この機能により、ネットワーク

とラベルの相関関係を可視化することができる。

## 2 関連研究

近年ではViveやOculusといった安価なVRデバイスの普及により、可視化の研究開発にも手軽にVRデバイスを適用できるようになった。さらに、UnityをはじめとするゲームエンジンソフトウェアがVRデバイスを用いたシステム開発をサポートようになったことで、VRを使った可視化システムの研究開発が以前よりも容易になっている。Cordeilらにより開発されたImAxes [1]は、VR空間内にデータセットから生成された軸を置き、それらをユーザが組み合わせることでVR空間内に平行座標プロット(PCP)や散布図を描画する可視化ツールである。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。また、VR空間内で構築した可視化結果に任意の軸をかざすことでその可視化結果と軸の相関関係を見ることができる。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 処理手順

### 3.1 ネットワークの3次元可視化

本手法では与えられたノード、エッジ、ラベルのデータセットからネットワークを構築し、これを3次元空間に配置する。また、本手法では扱うラベルの種類が $m$ 個ある場合、各ノードに $m$ 次元の特徴ベクトルを実数で与える。これにより、各ノードに複数のラベルを与えることができる。本手法では伊藤ら [2]の手法に実装されている特徴量ベクトルに基づくノード間距離の計算方法を用いてノード間距離を算出している。これにより、ラベルの付与を表す

Copyright is held by the author(s).

\* お茶の水女子大学

† Monash University

‡ 豊橋技術科学大学

特徴ベクトルの値が近いノードが近くに配置され、集合を視認しやすくする。続いて、このネットワークに多次元尺度構成法 (MDS: Multi-Dimensional Scaling) を適用することで、各ノード間の3次元空間上の位置を算出する。

### 3.2 VR 空間上での可視化

本研究では、Cordeilらの開発したImAxes [1] を拡張する形で実装を進めている。まず入力データをもとに軸を生成する。各ノードに与えられている情報はID、座標値、接続されているノードの配列、与えられている特徴量ベクタ、そしてその特徴量ベクタの値から算出されたノードの色である。ネットワーク内のラベルが  $m$  個のとき、各ノードには  $m$  次元の特徴量ベクタを実数として与えられる。ノードの色はノードが所持するラベルの中で、最も帰属度の高いラベルに対応している。また、エッジがどのノードに接続されているのかを明確にするために、両端においてノードの色と同一になるようなグラデーションでエッジを着色する。本システムでは、ブラッシング機能を用いることでネットワークとラベルの相関を可視化する。例えば、 $a$  のラベルの軸をネットワークに照らし合わせることで、対応したノードと軸の間にエッジが表示される。これにより、 $a$  の特徴量ベクタを多く持つノードがネットワークのどこに固まっているかを見ることができる。

## 4 実行結果

我々の現時点での実装ではゲームエンジン Unity および VR デバイス HTC Vive を用いている。

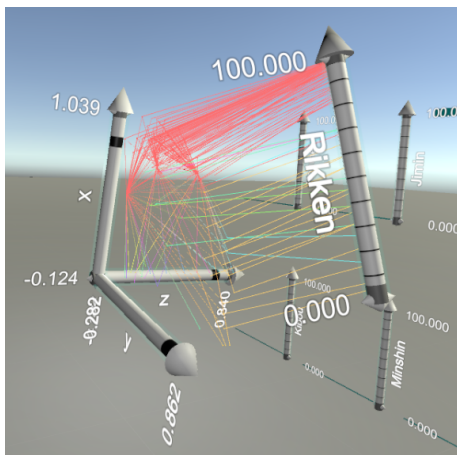


図 1. ネットワークに軸をブラッシングしている図

本実験では Twitter のユーザのフォロー関係と、各ユーザがリツイート (RT) した政党ツイートを可視化した。ノードは Twitter のユーザ、エッジはフォロー関係、そしてラベルは各ユーザが RT した政党

の公式アカウントによるツイートである。ノードは約 500 個、ラベルは全 13 個である。

図 1 は、VR 空間内に構築したネットワークに立憲民主党 (Rikken) のラベル軸をブラッシングしたときのものである。ネットワークは上の方にエッジが集中しており、フォローが少数のユーザに固まっているのがわかる。また、軸から伸びているエッジが軸の上部に偏っていることから、立憲民主党のみを RT したユーザが多いことがわかる。他にも、軸から他の政党に対応した色のエッジが伸びていることから、他政党を多く RT したユーザの中で立憲民主党を RT したユーザが複数存在したこともわかる。これらから、立憲民主党は多くのユーザから関心を持たれていることが推測される。立憲民主党は Twitter での広報活動に力をいれており、フォロワー数も 10 万人を突破している。このことから、ユーザの関心を集めていたことが実際にわかる。

## 5 まとめと今後の課題

我々はネットワークの VR 可視化とブラッシング機能を組み合わせた手法を用い、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開発している。本報告では、VR システム “ImAxes” を適用した 3 次元可視化について報告した。

現在の実装ではエッジが平坦で遠近感が掴めないため、エッジに影をつけて視認性を向上したいと考えている。また、ネットワークのエッジとブラッシングで表示されるエッジが同様に描画されることで混乱を招くため、破線などを用いて視覚的に区別したい。

## 参考文献

- [1] M. Cordeil, A. Cunningham, T. Dwyer, B. H. Thomas, and K. Marriott, “ImAxes: Immersive axes as embodied affordances for interactive multivariate data visualisation,” in Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. pp.71-83, 2017.
- [2] T. Itoh, K. Klein, “Key-node-Separated Graph Clustering and Layout for Human Relationship Graph Visualization,” IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 35, No. 6, pp. 30-40, 2015.