

複雑ネットワークの 3D 可視化に対するジェスチャ操作

亀井貴行*1

熊野雅仁*1

木村昌弘*1

Takayuki Kamei

Masahito Kumano

Masahiro Kimura

1. はじめに

複雑ネットワーク科学の分野においては、より大規模なネットワークの可視化法を実現するための描画レイアウトの質の向上や、計算速度の向上など表現技術や描画技術の研究が盛んに行われている[1]。しかし、計算機による自動レイアウトの結果が人にとって必ずしも直感的に理解しやすいとは限らない。Dwyer[2]らは、2D 平面上での計算機による複雑ネットワークの自動レイアウト結果と、人がマルチタッチパネルでノードを操作したレイアウトの結果を比較し、人の操作によるレイアウトが理解しやすい場合があることを示している。また、情報爆発時代の到来にともない、大量のデータを分析する必要性が高まっており、直接的には見えないネットワーク上のデータを可視化し、その可視化の結果から、さらに次段のマイニングを行うための可視化情報の直接的な操作を行う、直感的なインタフェースの開発が期待される。

Shneiderman[3]は、可視化された情報の操作について主要な七つの基本操作の概念を提案している。しかし、直感的になじむ操作感を実現する手法については言及されていない。大規模化し続ける複雑ネットワークの可視化において、従来のマウスなどの操作では効率が悪く、直感的で効率的なインタフェースが望まれる。そこで、本研究では、ユーザの手のジェスチャ操作という直感的で効果的な操作法の探究を目指し、複雑ネットワークの 3D 可視化されたノードをジェスチャにより操作する、試作システムを構築し、応答性やノードの操作感について検証を行った。

2. ジェスチャ操作

2.1 システム構成

ジェスチャ操作を認識するシステムとしては、まず、ジ

ェスチャ操作法の探究を目標とするため NaturalPoint 社のモーションキャプチャシステム OptiTrack を利用して試作システムを構築した。これは、赤外線反射マーカが反射する赤外線 LED の反射光の動きを 100Hz という高フレームレートの赤外線カメラで捉えることのできるモーションキャプチャシステムであり、ジェスチャの比較的早い動作の認識にも対応できる。図 1 に本研究での試作システムの構成図を示す。

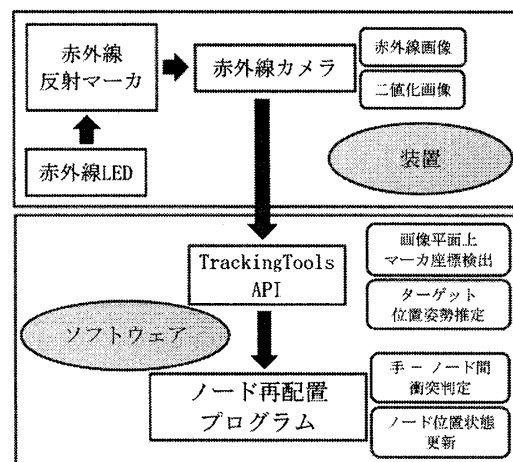


図 1. ジェスチャ操作システム構成図

試作システムでは、モーションキャプチャシステムが捉えた 3D 実空間上の手の位置姿勢パラメータを利用して、1)3D 可視化空間上に投影する手モデルと複雑ネットワークの描画、2)手モデルとノードの衝突判定、3)手モデルを通じたノードの再配置・フィルタリング(除去)、4)可視化空間の視点変更、などの操作感を検証した。

ユーザは、ディスプレイに表示された 3D 複雑ネットワークに向かってマーカを取り付けた手を動かすことにより、可視化空間上の手のモデルが連動して動き、ノードへの操作や視点の移動操作を体感することができる。

*1 龍谷大学理工学部電子情報学科

2.2 ジェスチャ認識

ジェスチャ認識を行う具体的な方法の流れを示す。赤外線カメラを通じて得られた画像は、閾値処理により 2 値化され、画像平面上のマーカー座標が求められる。次にキャリブレーション済みカメラパラメータとトラッキング対象に関する事前登録情報を用いてトラッキング対象の位置と姿勢が推定される。このとき、対象の奥行を含む位置と姿勢を推定する際の拘束条件として 1 つの対象につき 3 つのマーカーを設置しておく必要がある。本研究において、トラッキングの対象は、ユーザの手であるため、時間軸で変化する位置姿勢のパラメータをジェスチャ操作とする。

2.3 ノード操作

ジェスチャ認識によって得られたユーザの手の状態を可視化空間に反映させ、データノードとの衝突判定を行うことでノード位置を更新し、ノードの操作を行った。

3. 実験

3.1 実験データ

複雑ネットワークデータには Wikipedia 人物ネットワークを用いた。ノード数 9,481 有向リンク数 254,044 である。

3.2 実験設定

反射マーカーをユーザの両手に装着し、それらをトラッキング対象とした。実験では CPU: Intel 2.73GHz, メモリ: 3.0GB RAM | 1.5GB VRAM の計算機を使用した。

3.3 操作例

図 2 は本研究の試作システム上で Wikipedia の可視化ネットワークを直接操作する様子を示したものである。

図 2 の例は、フィルタリング機能を実行している際のものであり、ユーザの操作によって同じクラスのノードのみが中央に集められていく様子を示している。

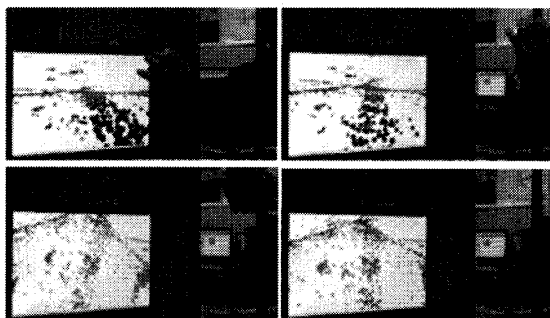


図 2. ネットワークノードの操作例

3.4 考察

ユーザのジェスチャ操作により、ネットワークノードの再配置が可能となり、視点移動も可能なことから、Shneiderman の提唱する七つの基本操作のうち Overview, Zoom, Filter の 3 点の機能を検証した。機能として実現はされ、9,481 個のノードが描画された状態においても、個々の操作機能の応答性で良好な結果が得られたが、異なる機能間でのシームレスな切り替えができず、応答性の面での課題となった。また、マウスやキーボードなどの従来入力デバイスと比較して操作時の優位性を定量評価する必要がある。基本操作を実装するだけでなくストレスのない操作機能の切り替えを可能とする手法の実現がユーザの操作時の直感性を向上させるとものと考えられる。

4. まとめ

3D 空間上で可視化された複雑なネットワークのノードが従来の入力デバイスではなくユーザのジェスチャ操作によって再配置可能なシステムを構築した。これにより、従来 2D 平面上で行われていたユーザによるネットワークノードの再配置が 3D 空間上でも同様の操作が行えることを示した。今後の課題として、より多くの操作機能の実現と、容易な機能の切り替えを実現する手法を探究する予定である。また、3D 立体視による可視化を行うことで、手のモデルを経由せず、疑似的に直接データを操作する感覚を与えるインタフェースの実現についても検討している。

参考文献

- [1] 三木和男, ネットワーク可視化技術—大規模ネットワークと動的ネットワークへの挑戦—, 信学論, Vol.92, No.2, pp.112-117 (2009).
- [2] Tim D, Bongshin L, Danyel F, Kori I.Q, Petra I, George R, and Chris N: A Comparison of User Generated and Automatic Graph Layouts: IEEE Trans. Vis. Comput. Graphics. Vol.15, No.6, pp-961-968 (2009).
- [3] Shneiderman, B.: The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualization, Proc. IEEE Symposium on Visual Languages, pp.336-343 (1996).