

## 熱のモデルを利用したネットワーク構造のマルチフォーカスブラウザ

5K-9

大澤 範高

文部省 メディア教育開発センター

## 1. はじめに

多くの情報構造は、ネットワーク構造すなわちノード-リンクグラフによって表現できる。Webのハイパーテキスト構造、シンボリックリンクを含んだファイルシステム構造、プログラムの手続きの呼出しグラフ等がその例である。

データを限られた領域に上に表示し、理解しやすくするためには、興味のある部分(フォーカス付近)を拡大して(詳しく)示し、そうでない部分は縮小することが望ましい。このような変形技法は、focus+context 技法として知られている。これまでに、fish-eye view、stretchable rubber sheetなどが提案され、利用されている[1]。

本稿では、ネットワーク構造のブラウジングにおいて重要な複数フォーカスを持つ可視化技法を提案する。この技法は、force-directed レイアウト技法[2]と熱モデルを統合したものである。熱モデルを利用することによって、従来の正のフォーカスだけではなく、負のフォーカスを置くことが可能である。

## 2. 熱モデル

Force-directed レイアウトに単純なばねモデルを利用した場合を説明する。ノードとリンクは、それぞれ、物体とその間のバネによって表される。物体を離すために物体間には距離の自乗に反比例した斥力が働き、リンクはフックの法則に従う。

本提案の熱モデルでは、フォーカスに仮想的な温度を与える、それが、他のノードやリンクの温度に影響を与え、温度はノードの大きさなどの属

性やノード間の力に反映される。リンクの自然長は、リンクの熱膨張率と両端の温度によって決まるとする。熱輸送は、伝導と輻射によってモデル化できる。

## 2.1. 熱伝導モデル

熱伝導モデルでは、リンクを熱が伝わり、ノードで放熱する。単純化のために、リンクは熱を発生させないとする。周囲の温度(気温)を  $T$  とすると、正のフォーカスは  $T$  よりも高い温度を持つ。リンクの熱伝導率とノードの放熱率がノード集中の程度を決める。

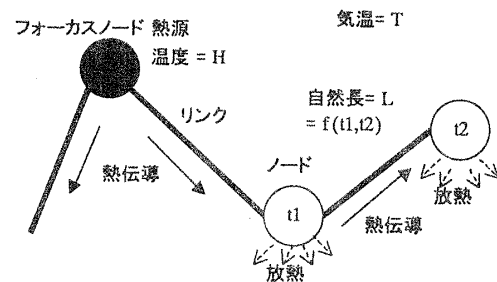


図 1: 熱伝導モデル

放熱がなければ、すべてのノードの温度は安定状態において等しくなり、リンクの熱膨張率が一定であれば、すべてのリンクの自然長は等しくなる。この場合は、フォーカスを置かない従来のforce-directed レイアウトと同じである。放熱率が0でなければ、ノードの温度は一般に異なる。放熱率に対する熱伝導率の比が小さければ、リンクされているノード間の温度差は大きくなる。このモデルを利用すると、フォーカス周辺を拡大できる(図 2(a))。

また、本モデルでは、フォーカスを複数設定で

きる(図 2 (b))。複数のフォーカスに関連した部分は、単一のフォーカスに関連した部分よりも拡大される。複数のフォーカスに関連した部分は、単一のフォーカスに関連した部分よりも拡大される。複数フォーカスは、関連したノードとそうでないノードの区別を容易にする。

さらに、負のフォーカス(T より低い温度)を置くことが可能である。負のフォーカスの周りは縮小して表示される。正のフォーカスに加えて、負のフォーカスを活用することによって、正のフォーカス近くの興味のない部分を目立たなくすることができる(図 2(c))。たとえば、Web ドキュメントの類似性の関係がグラフとして表現されている場合には、多数の関連があるなかで適切なドキュメントを見つけ出すために役立つことができる。

## 2.2. 熱輻射モデル

熱輻射モデルでは、熱源から熱エネルギーが輻射される。輻射熱がノードの温度を決める。温度は、ノードと熱源との距離に応じて決まる。

## 3. プロトタイプシステム

グラフブラウザのプロトタイプシステムを Java 言語と Java3D を用いて実装している。ユーザは、マウスとキーの操作によって物理的シミュレーションのパラメータ(注目点の温度)を制御でき、視点も指定できる。

紙面の関係から示していないが、3次元表示も

可能である。3次元ビューでは、cone-tree 状の配置を得るために重力を働かせることもできる。

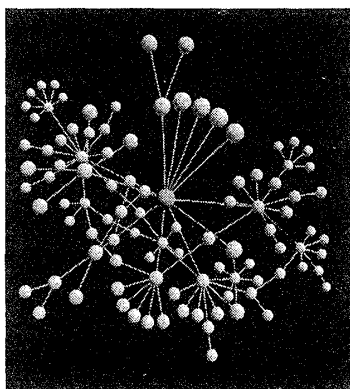
## 4. おわりに

熱モデルを利用したマルチフォーカス可視化技法を提案した。提案の技法は、単独の正のフォーカスだけではなく複数の正および負のフォーカス設定を許す。

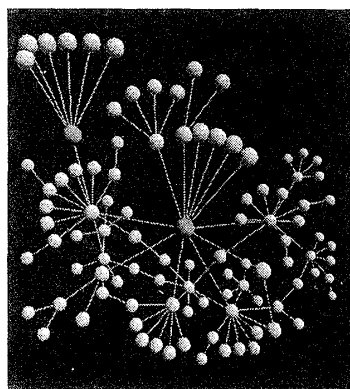
実装中のプロトタイプシステムのブラウジング機能、性能を高める予定である。また、メディア教育開発センターに設置されている多面投影技術を使用した没入型仮想現実感システム(TEELeX)において、仮想現実感技術を用いたグラフブラウジングシステムを実現する予定である。TEELeX は、振動および熱フィードバックを有するセンサー付きグローブを有しており、それを利用することによって、身体の動きによるナビゲーションができ、ノードの重要度を温度、振動によって知ることができる。

## 参考文献

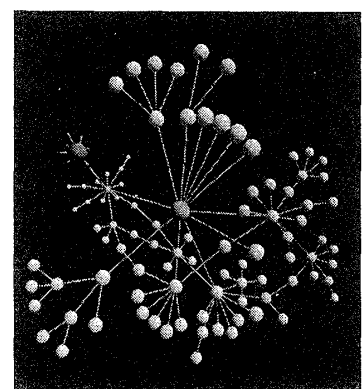
- [1] Leung, Y.K. and M. D. Apperley, "A Review and Taxonomy of Distortion-Oriented Presentation Techniques," *ACM Trans. on Computer-Human Interaction*, Vol.1, No.2, pp.126-150, 1994.
- [2] Giuseppe Di Battista, Peter Eades, Roberto Tamassia and Ioannis G. Tollis, *Graph Drawing: Algorithms for the visualization of graphs*, Prentice Hall, 1999.



(a) 1個の正フォーカス



(b) 2個の正フォーカス



(c) 正と負のフォーカス

図2: 2次元上でのネットワーク構造可視化例(ノード数 100、リンク数 105)。フォーカスは中央と左上部分(2個の場合)にある。フォーカスノードは、白黒画像では少し暗い。