

グラフモデルによる大規模データの表現法

稲田 徹悟, 大野 義夫

慶應義塾大学 大学院理工学研究科 計算機科学専攻

〒 223-0061 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

E-mail: inada@on.cs.keio.ac.jp, ohno@on.cs.keio.ac.jp

大規模なデータを視覚化する場合には、ユーザの混乱を招くことのないように、的確な視覚化を行う必要がある。グラフによる視覚化では、2次元平面に描画する場合と、3次元空間に描画する場合とに分けられる。それぞれ、2次元では、見やすいけれども描画空間が大きくない、3次元では、見にくいながらも描画空間が大きい、という特徴を持つ。本研究では、基本的に2次元での描画を基調としながら、複数の描画平面を用いることで、見やすさと大きな描画空間との両立を目指した視覚化手法を提案する。

キーワード: 部分木, グラフ描画, 描画空間, 視点

A graph-model Representation for huge data

Tetsugo Inada, Yoshio Ohno

Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology,
Graduate School of Keio University.

3-13-1 hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama, Kanagawa 223-0061, Japan.

E-mail: inada@on.cs.keio.ac.jp, ohno@on.cs.keio.ac.jp

When a large amount of data are visualized, proper way of visualization must be chosen so that the information is correctly transmitted to the viewer. Visualization based on graph structure can be divided into two methods: drawing as a 2D planar graph and drawing as a 3D space graph. 2D planar graph is easily understandable, but the drawing space is limited; and 3D space graph has opposite characteristics. In this paper, we propose a visualization method which has advantages of 2D planar graph and 3D space graph. The method utilizes two drawing spaces for two subsets of the graph nodes.

Keywords: graph drawing, subtree, drawing space, viewing point

1 背景

データの構造関係の視覚化手法として、最も一般的な方法はグラフによる視覚化である。グラフはノードと辺を持ち、それぞれノードがデータの実体を、辺が実体同士の関係を表す。しかし、ノード数が非常に大きい大規模なデータの場合では、的確な視覚化を行わない限り、徒に混乱を招くだけであり、ユーザの構造理解の助けとはならない。

一度に全体を表示できないような大きな情報を扱う場合に、ユーザの必要としている部分だけを表示するために用いられる道具として、スクロールバーがあるが、全体における1部分を表示するこのスクロールバーの考え方を踏襲しつつ、同時にデータ構造全体をも表示する、という考え方が Focus+Context である。

Focus+Context は、ユーザの視点付近は詳細な描画を行い、視点から遠い部分では簡単な描画ですます、という考え方であり、これまでに、FisheyeView[4]、HyperbolicTree [3] H3[5] などが提案されてきた。しかし、視点付近を強調するあまりにグラフがゆがんでしまったり、多数のノードを表示するために、描画空間を3次元に拡張したとしても、逆に煩雑になって見にくくなってしまふ、という欠点があった。

見やすさと描画空間との両立を考えた場合、3次元グラフは、広大な描画空間がある一方で、グラフの構造が複雑で理解しにくくなってしまふ。そもそも、3次元グラフとはいっても、ユーザが実際に目にするのは、『2次元化された投影図』[2]なのである。2次元グラフは、3次元グラフに比べて描画空間では劣るものの、ディスプレイ自体が2Dであることもあり、見やすさの点では3Dよりも優れていると言える。そこで、本研究では、2次元グラフの見やすさを活かしつつ、描画平面を多重化することで、大きな描画空間を実現する手法を提案する。

2 基本アルゴリズム

2.1 初期配置

本研究では、描画する対象を木構造とする。初期段階での描画アルゴリズムには、木構造の特徴を効果的

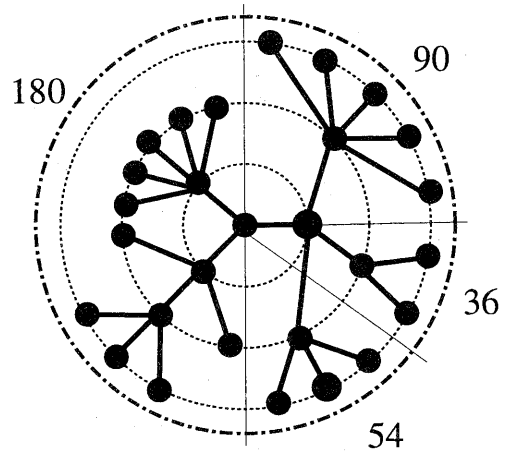


図 1: 基本となる円形配置のグラフ

に利用した Wills [6] の手法を用いる。

これは、各ノードを頂点を中心にした同心円上に配置していく手法であり、各ノードの位置は、そのノードが持つ部分木の葉の数に対応して決定される。

図 1 に、簡単な描画例を示す。まず、頂点が中央に描かれ、頂点を持つ葉の数が 20 だったとする。頂点の子供の部分木が持つ葉の数が、それぞれ 10, 5, 5, だったとすれば、その 3 つの子供には、180 度、90 度、90 度の描画空間が与えられる。同様に、10 の葉を持つノードが、さらに葉の数が、5, 2, 3, である子供を持つならば、90 度、36 度、54 度の描画空間が与えられる。

このアルゴリズムでは、多数のノードであっても互いの辺が交わることなく、かつ高速に描画することができ、各ノードが同心円上に配置されるため、比較的整った全体像を表示する事ができる。

2.2 グルーピング

2.2.1 分割

比較的多数のノードを持つグラフの場合、1枚の平面上に全てのノードを描画したのでは、ノード1つあたりに与えられる描画空間は、非常に狭くなってしま

う。部分木をクラスタ化することによって描画するノードの量を減らす事は、解決法のひとつではあるが、部分木に含まれるノードの情報量は失われてしまう。

本研究では、描画空間として2つの平面を用いる。ノードを、その2つの平面に振り分けて描画することで、描画空間を縮小する。

あるノードが、描画空間を縮小する要求を受けると、そのノードの子供を、上の平面に描画するグループと、下の平面に描画するグループとに分割する。分割の基準は、その子供が持つ部分木の葉の数(描画空間)である。葉の数が多い子供から選んでいき、選んだ子供の葉の数の合計が、要求を受けたノードの葉の数の過半数以上になれば終了する。ここで選んだ子供の葉の数の合計が、分割の後で、その親に与えられる描画空間となる。

例えば、あるノードの葉の数が10で、子供の葉の数がそれぞれ5, 4, 1であった場合、5のグループと、4, 1のグループとに分割される。ノードの描画空間が30度であれば、分割後の描画空間は、15度ずつになる(図2)。

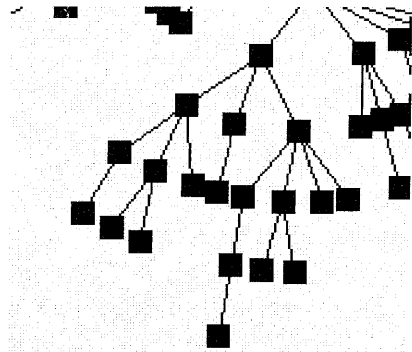
2.2.2 描画空間の割り当て

2つのグループに分割された子供は、それぞれ異なる平面に描画される。しかし、例えば、2つのグループが全く同じ構造だった場合、そのまま描画したのでは、一方が他方を隠してしまう。そのため、2つのグループは、それぞれ位置をずらして描画する必要がある。

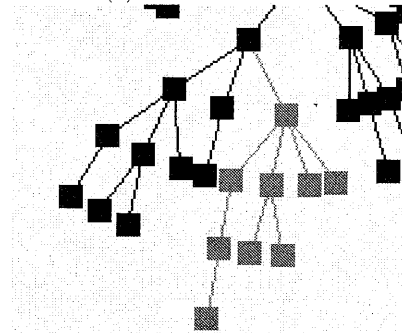
まず、 θ_0 を分割前にノードに与えられていた描画角、 $\theta_0^{(1)}, \theta_0^{(2)}$ を分割されたそれぞれのグループの描画角(ただし、 $\theta_0^{(1)} \geq \theta_0^{(2)}$)とすれば、以下の式が成り立つ。

$$\theta_0 = \theta_0^{(1)} + \theta_0^{(2)}$$

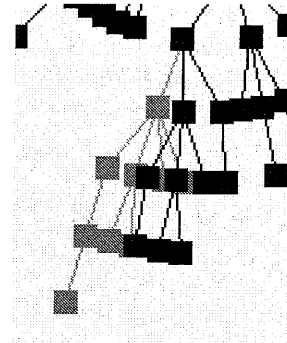
分割後は、ノードの描画角は、 $\theta_0^{(1)}$ に設定され、それぞれのグループの描画角は、図3のように、 $\theta_0^{(1)}$ をわずかに縮小し、スライドして設定され、ノードが重なるの防ぐ。



(a) グラフ中の部分木



(b) 2つのグループに分割された部分木



(c) 実際の描画

図2: グルーピング

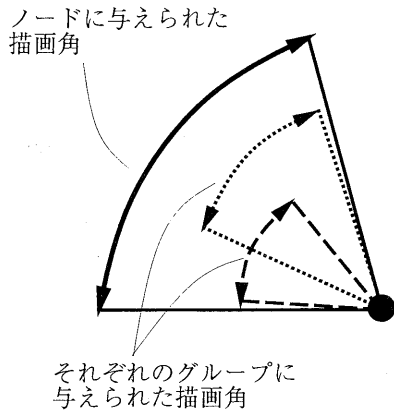


図 3: 描画角の割り当て

2.2.3 部分木全体の縮小

あるノードの部分木に対して全体の縮小要求がされた場合、指定された部分木の頂点だけではなく、各階層について、グルーピングを行う。これにより、描画空間を著しく縮小することができる(図 4)。

また、全ての階層ではなく、例えば、ひとつおきの階層についてグルーピングを行うことによって、縮小レベルを調整することもできる。

3 インタフェース

描画されたグラフは、ユーザの要求に応じて再描画される。ユーザは、描画されたグラフに対して、不要な部分木を縮小することができ、また、視点を設定し、それ以外の部分を縮小して描画することで、ユーザが重要だと判断した部分を拡大して描画することができる。このように、ユーザは、視点を与えるだけでなく、直接、各ノードに対して縮小と解除とを要求する事が出来るので、ユーザは全体の構造を見つても、複数の視点を持つ事が可能となっている。

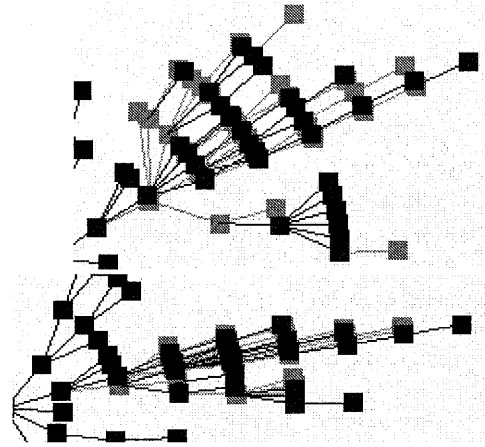


図 4: グルーピングを、頂点だけに適用した場合(上)と、各階層に適用した場合(下)

3.1 視点を設定する

ユーザが、自分が重要としている部分を、視点として明示的に指定できる。ここでは、視点はノードに対して与えられ、そのノードの部分木がユーザの興味の対象として、大きく描画される。あるノードが視点として設定されると、そこから親をたどって行き、その各階層において、自分の兄弟に対して部分木縮小を行う。この作業を、木構造の根本まで(親がいなくなるまで)続ける。

図 5は、ノード数が 1000 であるグラフの描画例である。右上の、やや色が薄い部分が、ユーザが見たい部分木であり、実際にそこを視点として再描画したものが図 6である。部分木は、拡大された形で図の上部に描画されている。また、部分木から、グラフの根本までの経路も明確に示されている。

3.2 視点が複数になる場合

ユーザが、グラフの離れた部分について、同時に情報を得たいと感じたとき、視点は複数になる。その場合、まず視点を一つ設定し、描画を行なった後、もう

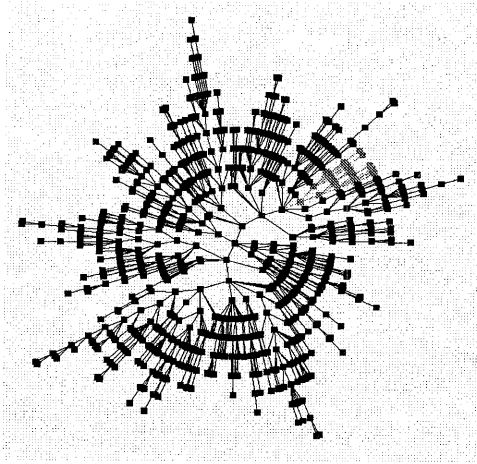


図 5: ノード数 1000 のグラフ

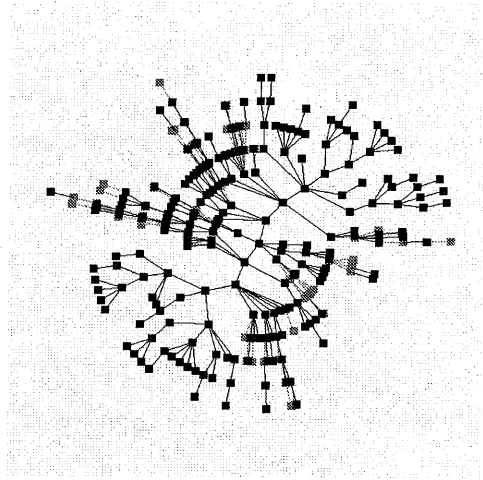


図 7: 視点が複数ある場合 (右上と左下)

ひとつの視点のノードを指定する。そして、そのノードの部分木について、縮小の解除がなされることで、描画空間が拡大される。図 7は、複数の視点を持つ場合の例である。右上と左下とに視点が設定されている。

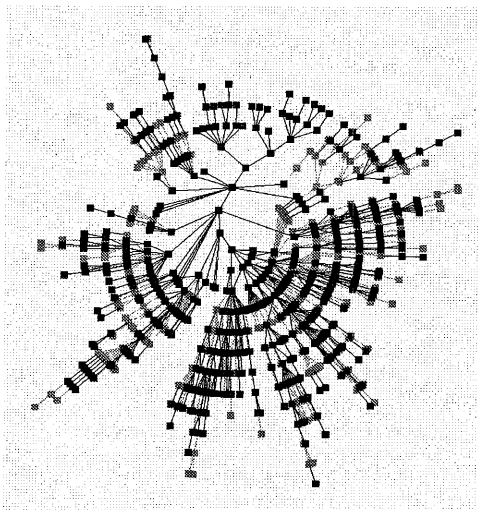


図 6: 視点 (図上部) を設定した場合

4 まとめと今後の課題

本研究では、大規模データのグラフモデルによる視覚化において、大きな描画空間と見やすさとの両立のために、複数の描画平面を用いた描画アルゴリズムを提案した。グラフは、360度全方位に向かって描画されるので、家系図のなどのように、上から下へ表示する必要のあるデータを表現することには向いていないが、表示する方向を考慮する必要の無い対象においては、一部分の詳細な描画と全体像とを同時に表示することができる。具体的には、動植物の分類データや地名の検索などへの適用が考えられる。

ラベルを表示する場合には、ラベルとノードとの重なりが気にならないようにするために、そのラベルの描画空間を考慮した配置を行なうべきであり、なおかつ、重なった場合の効果的な表示法が必要となる。また、ノード自身が、最初から色分けされている場合に

は、そのノードの色の濃淡によって、上下の描画平面を区別するべきであろう。

本研究のアルゴリズムでは、ノードに描画空間を与える手段として、葉を用いているため、ループ経路を持つような一般的なグラフでは、適切な描画をすることができない。視覚化の対象を拡張するためには、葉に依存することなく、かつ高速にノードを配置する描画アルゴリズムが必要となる。

謝辞

本研究の一部は日本学術振興会平成9年度未来開拓学術研究推進事業「システム生命を有する知的システムの構築」(JSPS-RFTF97I00103)の援助を受けている。

参考文献

- [1] Nahum Gershon, Stephen Eick. Guest editors' introduction: Information Visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 17, No. 4, pp. 29-31, July/August 1997.
- [2] M. Sheelgah T. Carpendale, David J. Cowperthwaite, F. David Fracchia. Extending Distortion Viewing from 2D to 3D. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 17, No. 4, pp. 42-51, July/August 1997.
- [3] John Lamping, Ramana Rao, Peter Pirolli. A Focus+Context Technique Based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies. In *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'95)*, pp. 401-408, May 1995.
- [4] Manojit Sarkar, Marc H. Brown. Graphical Fish-eye Views. *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 12 pp. 71-73, July 1997.
- [5] Tamara Munzer. H3: Laying out large directed graphs in 3D hyperbolic space. In *Proceedings of*

the IEEE Symposium on Information Visualization, pp. 2-10, October 1997.

- [6] Graham J. Wills. NicheWorks - Interactive Visualization of Very Large Graphs. *Proceedings of the Symposium on Graph Drawing '97*, pp. 403-414, September 1997.