

大規模二部グラフにおける球状三次元アンカーマップの 描画とインタラクティブな閲覧手法

伊藤 隆朗[†] 三末 和男[‡] 田中 二郎[‡]

[†] 筑波大学情報学類

[‡] 筑波大学大学院コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

二部グラフは現実世界の様々な場面で現れ、これを可視化することは関係構造の把握を助ける。アンカーマップ[1]は、二部グラフの一部のノードを二次元の円周上に等間隔に配置し固定することで関係構造の把握を助ける描画手法である。しかし、二次元のアンカーマップでは、大規模グラフを描画した際に可読性が低くなる問題が生じる。本研究では、大規模グラフの描画の際に広い空間を確保するため、アンカーマップを三次元空間に拡張し、一部のノードを球面上に配置する描画手法「スフィアアンカーマップ」を開発した(図 1)。

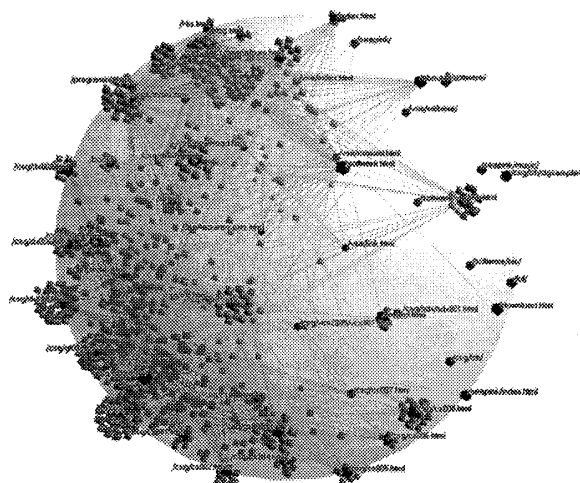
2 スフィアアンカーマップ

2.1 アンカーマップ表現

$G=(A \cup B, E)$ を二部グラフとする。集合 A と集合 B は共通要素を持たないノードの有限集合で、エッジの有限集合 E は $A \times B$ の部分集合である。二次元のアンカーマップでは、 A の要素を「アンカー」、 B の要素を「フリーノード」と呼び (A と B は交換可能)、アンカーを円周上(正多角形の頂点上)に固定し、フリーノードをスプリングモデル[2]を利用して隣接するアンカーの関係において適切な位置に配置する(図 2)。アンカーを基準としたフリーノードの把握とフリーノードクラスタの把握を助けるという特徴がある。

2.2 三次元空間への拡張

二次元のアンカーマップで大規模グラフを描画する場合、空間が狭くなり、可読性が低下してしまう。そこで、スフィアアンカーマップではアンカーを球面上に配置することで三次元空間へ



Web ページと訪問者の関係を可視化した例
アンカー(黒のノード)が Web ページ, フリーノード(灰色のノード)が訪問者を表す

図 1 スフィアアンカーマップの描画例

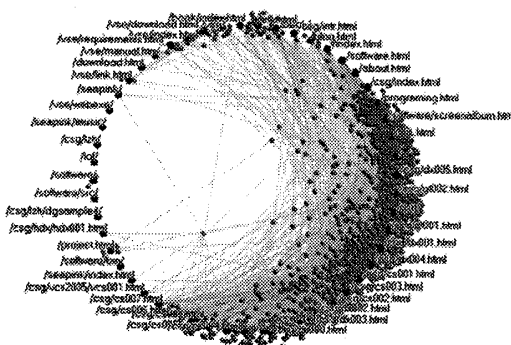


図 2 二次元アンカーマップの描画例

と拡張する。広い空間をノードの配置に利用できるように大規模グラフの描画に対応できると考えられる。三次元拡張の際に、球面上のアンカーの配置方法と、三次元空間上に配置したグラフの構造把握のための閲覧手法の開発が必要となる。

2.3 アンカーの配置方法

アンカーマップではアンカーの配置が重要となる。そこで、以下のようにアンカー配置の美的基準を定めた。

Drawing of Spherical Anchored Map in 3D Space for Bipartite Graphs and Interactive Browsing Techniques

[†] Takao Ito, College of Information Sciences, University of Tsukuba

[‡] Kazuo Misue and Jiro Tanaka, Department of Computer Science, University of Tsukuba

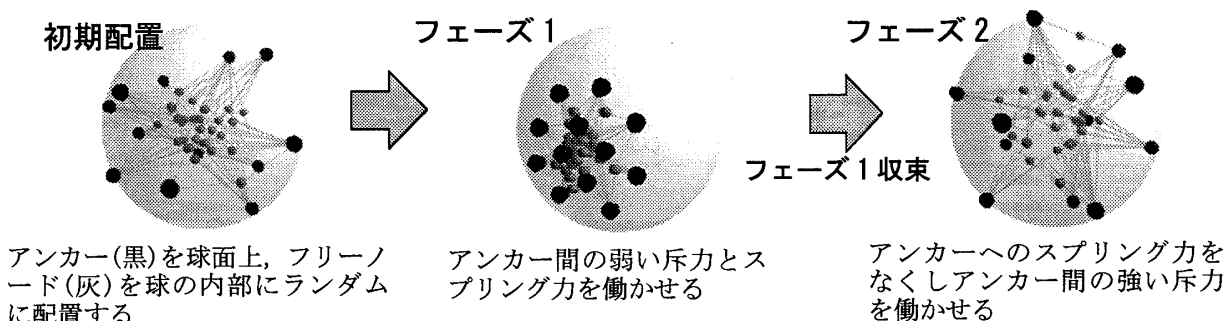


図3 アンカーの配置手順

- I. 同一のフリーノードを共有するアンカーを近くに配置
- II. アンカーを球面上に一様に配置

アンカーの配置は図3のようにスプリングモデルの力の制御によって行う。フェーズ1は美的基準Iを満足するような位置関係を求めるもので、フリーノードを共有するアンカーは近くに配置される。フェーズ2は美的基準IIを満足するような配置を求めるもので、アンカーはフェーズ1で求めた位置関係のある程度保ったまま球面上に一様に配置される。このフェーズではフリーノードの位置もある程度求められる。アンカーの配置を行った後、フリーノード間の斥力を働かせ最終的なスフィアアンカーマップの配置を行う。この配置方法によって、二次元アンカーマップの特徴を維持しつつ三次元への拡張が行える。

2.4 閲覧手法

三次元空間にグラフを配置しても人間に対しては二次元での表示となるため、そこから情報を把握するには三次元構造を把握する必要がある。三次元配置の構造把握には回転アニメーションが有効である[3]。そこで、閲覧者がマウスドラッグによってスフィアアンカーマップの回転をインタラクティブに行えるようにした。また、焦点から離れたノードをぼかして表示する被写界深度用いた描画を行った(図4)。焦点と被写界深度は閲覧者が調節できるようにした。

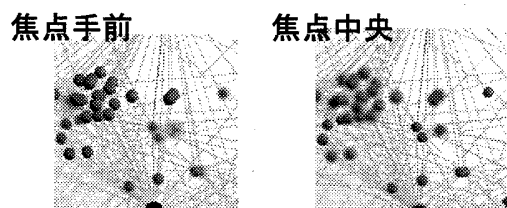


図4 被写界深度描画の例

3 考察

図1と図2にWebページと訪問者との関係をスフィアアンカーマップと二次元のアンカーマップを用いて可視化した結果を示す。ここでは、52個のアンカー、1137個のフリーノードを配置している。二次元のアンカーマップではアンカーの間隔が詰まり可読性が低下してしまっているが、スフィアアンカーマップではアンカー間に十分な間隔が空いており、可読性が維持できていると考えられる。

スフィアアンカーマップは表示しただけでは情報の読み取りは難しいが、回転させることで三次元構造を把握することができる。また、焦点と被写界深度を調節することで奥行き方向に関して注目したい部分をインタラクティブに選びながら閲覧することができると考えられる。

4 まとめ

本研究では、二部グラフを三次元空間上に描画する手法スフィアアンカーマップと、三次元構造把握のためのインタラクティブな閲覧手法を開発した。これによって、二次元のアンカーマップで問題であった大規模グラフ描画時の可読性の低下を抑えられると考えられる。

参考文献

- [1] K. Misue. Drawing Bipartite Graphs as Anchored Maps. In *Proceedings of Asia-Pacific Symposium on Information Visualization (APVIS2006)*, pp. 169-177, 2006
- [2] P. Eades. A heuristic for graph drawing. *Congressus Numerantium, Vol.42*, pp. 149-160, 1984.
- [3] C. Ware, G. Franck. Evaluating Stereo and Motion Cues for Visualizing Information Nets in Three Dimensions. In *ACM Transactions on Graphics*, pp. 121-140, 1996