

# Sphere Anchored Map : 大規模 2 部グラフの 3D 描画手法

Sphere Anchored Map : Drawing Technique for Large-scale Bipartite Graphs in 3D Space

伊藤 隆朗 三末 和男 田中 二郎\*

**Summary.** アンカーマップは、2 部グラフの一部のノードを 2D の円周上に配置することで関係構造の把握を助ける描画手法である。スフィアアンカーマップは、より大規模な 2 部グラフの描画に対応できるよう 2D のアンカーマップを 3D に拡張したもので、一部のノードを球面上に配置する描画手法である。この際、ノードの球面への配置方法や、3D 構造を読み取るための閲覧方法が問題となる。そこで、スプリングモデルの力の制御を利用した球面へのノードの配置方法を開発した。また、閲覧者の 3D 構造の把握を支援するため、レイアウトしたグラフを回転できるようにし被写界深度を用いた奥行き表現を行った。

## 1 はじめに

2 部グラフは現実世界の様々な場面で現れ、これらを視覚化することは関係構造の把握を助ける。そのため、効果的な描画手法の研究が盛んに行われており、特に大規模グラフの描画手法の開発が望まれている。アンカーマップ [1] は、一部のノードを 2D の円周上に等間隔に配置して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、2D 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。開発したスフィアアンカーマップ (Sphere Anchored Map) は、アンカーマップを 3D 空間へと拡張し、一部のノードを球面上に並べることでより大規模な 2 部グラフを効果的に描画する手法である (図 1)。3D 空間上にレイアウトすることで、大規模 2 部グラフにおいても可読性を維持できると考えられる。

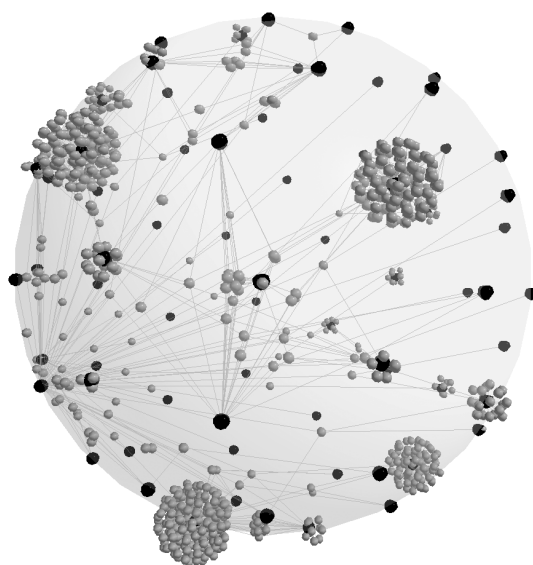


図 1. スフィアアンカーマップの描画例

## 2 スフィアアンカーマップ

### 2.1 2 部グラフ

$G=(A \cup B, E)$  を 2 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。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」と呼ぶ ( $A$  と  $B$  は交換可能)。

### 2.2 アンカーマップ表現

2D のアンカーマップは、アンカーを円周上に固定し、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との関係において適切な位置に配置するものである。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

る効果がある。しかし、グラフの規模が大きくなると空間が狭くなり、関係のないフリーノードが近くに配置されることやクラスタ同士が混合することが増え、可読性が低下してしまう。

### 2.3 3D 空間への拡張

スフィアアンカーマップは、アンカーマップを 3D に拡張したもので、アンカーを球面上に配置する。2D 空間から 3D 空間へと拡張することで広い空間をレイアウトに使うことができるため、より大規模なグラフの描画に対応できる。また、一般的にグラフレイアウトにおいて問題となるエッジの交差もほぼ無くすることができる。3D 空間へ拡張する際、球面上のアンカーの配置方法が問題となる。また、3D 空間上にレイアウトしたグラフの構造を把握するための閲覧方法が必要となる。

Copyright is held by the author(s).

\* Takao Ito, 筑波大学第三学群情報学類, Kazuo Misue and Jiro Tanaka, 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

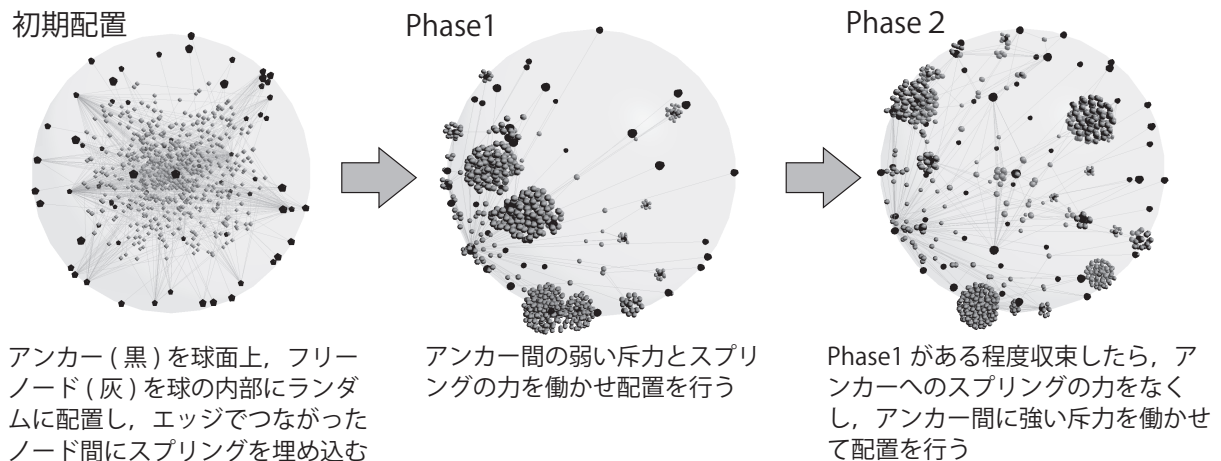


図 2. アンカーの配置手順

## 2.4 アンカーの配置方法

以下の基準を満たすよう，図 2 の手順でアンカーの配置を行った。

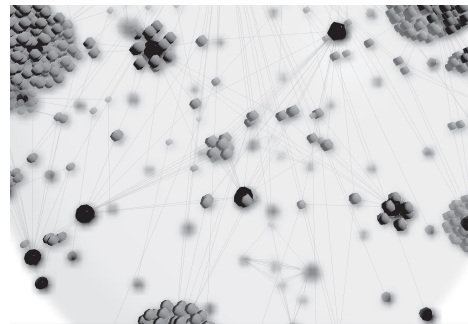
- 同じフリーノードを共有するアンカー同士を近くに配置する
- アンカーを球面上にできるだけ均等に配置する

アンカーの配置は 2 つの Phase に分けてノード間の力の制御することで行われる。Phase1 では，フリーノードを共有するアンカーは近くに配置される。Phase2 では，Phase1 で決定した位置関係のある程度保ったまま球面上にできるだけ均等に配置される。スプリングの影響がなくなるためアンカーはフリーノードから動かせないものとなる。つまり，アンカーが固定された状態となる。

以上の手順により，関係の近いアンカー同士が近くに配置され，フリーノードも関連のあるアンカーの近くに配置される。また，アンカーを均等に並べることが方角のような役割を果たし，アンカーを基準としたフリーノード位置の把握に役立つと考えられる。

## 2.5 閲覧方法

3D 空間上にレイアウトしたグラフの構造を読み取るには，閲覧者が奥行き関係を把握する必要がある。そこで，閲覧者がマウスをドラッグすることによってレイアウトしたグラフを回転させ，様々な角度から眺められるようにした。さらに，被写界深度を用いて焦点から離れたノードをぼかして表示できるようにした。図 3 は被写界深度を適応した描画の例である。これは，描画したグラフの奥行き関係の把握を助けると考えられる。



手前のノードに焦点を合わせて描画を行った例。遠くのノードがぼけて表示されている。

図 3. 被写界深度を用いた描画の例

## 3 まとめ

本研究では，大規模な 2 部グラフを 3D 空間上に描画する手法スフィアアンカーマップを開発した。アンカーを球面に配置する手法として，スプリングモデルの力の制御を利用してアンカーの配置を決定する手法を考案し，実装を行った。また，閲覧者が 3D 構造を把握できるよう閲覧方法の実装を行った。

## 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