

多階層有向グラフの自動配置について 2*

1 L-5

嶋谷良人†

松田郁夫‡

日本工業大学§

1 はじめに

われわれは、構造分析の手法の一つである ISM 法 [1] の出力形式である多階層有向グラフを、計算機を用いて自動的に見やすい形に描画することを目的としている。この多階層有向グラフの自動配置問題は、大きく 2 つの問題から構成される。多階層有向グラフの頂点の配置順序を決定する配置順序決定問題と、頂点の描画座標を決定する描画座標決定問題である。われわれは、配置順序決定問題を遺伝的アルゴリズムを用いて解決する方法 [2] を提案した。しかし、もう一つの問題である描画座標決定問題は解決していない。そこで本研究は、描画座標決定問題の解決を目的とする。

本研究は、描画座標決定問題の解決に描画規則を設定し、この規則に基づいた多階層有向グラフを解とする。しかし、利用者の要求する多階層有向グラフの描画座標は、グラフの表現する構造等のさまざまな要因からなる利用者の好みによって変化する。そこで本研究は、利用者の好みを描画座標決定に反映するために、規則に利用者の主観に基づく優先度を設定し、規則の利用に重みを付けることで、この問題に対処する。本研究では、利用者の主観に基づく優先度の定量化に、AHP (Analytic Hierarchy Process) [4] を用いて、利用者の好みを優先度に反映させる。

2 システムの構成

本研究で構築するシステムを、図 1 に示す。図中の矢印は、情報の流れを示す。また、AAS (Automatic Analysis System) は ISM 法による構造解析を、ALS (Automatic Layout System) は配置順序決定を、ADS (Automatic Drawing System) は描画座標決定を、それぞれ行う。本研究の対象となるのは、ADS である。

AAS の入力は、構造解析の対象を構成する要素の一対比較を行った隣接行列である。

AAS に入力された隣接行列は、ISM 法によって構造分析され、多階層有向グラフとして出力される。ALS は、AAS から出力された多階層有向グラフを、頂点か

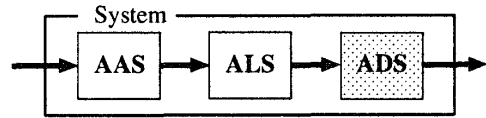


図 1: System の構成図

ら出る枝の交差が少なくなるように頂点の配置順序に並べ換え、それを出力する。

ADS は、ALS から出力された多階層有向グラフに、実際に計算機の画面上に表示するための描画座標情報を追加し、それを出力する。

3 描画座標決定問題

描画座標決定問題は、利用者が解析対象の構造の把握が容易な多階層有向グラフの描画座標を求める問題である。

3.1 描画規則

描画座標決定問題において、構造を把握しやすいグラフは、以下に述べる描画規則 [3] に基づくグラフとする。

最小分離：隣り合う頂点が、一定の距離 d 以上離れている。

配置順序保持：頂点の配置順序が、ALS によって配置された順序を保持している。

直線性：2 階層以上を超える枝が、直線である。

近接性：関係のある頂点が、近接する座標に存在する。

バランス性：親頂点は、子頂点の重心の存在する。

これら描画規則は、2 つに分類できる。最小分離、配置順序保持は、利用者の主観に影響されない、トポロジカルな規則である。直線性、近接性、バランス性は、利用者の主観に影響される、幾何学的な規則である。

3.2 ADS

図 2 の ADS を提案する。

*Study of automatic layout of hierarchy digraph 2

†Yoshihito SHIGIYA

‡Ikuo MATSUDA

§Nippon Institute of Technology, 4-1, Gakuendai, Miyashiro-machi, Minamisaitama-gun, Saitama-ken, 345-8501

3.2.1 優先度

構造の把握が容易な多階層有向グラフの頂点の描画座標は、グラフが示す構造等のさまざまな要因からなる利用者の好みによって変化する。したがって、ADSは、多階層有向グラフの描画座標決定に利用者の好みを反映する必要がある。利用者の好みに影響を受ける規則は、実際の描画に関する規則である幾何学的な規則である。

そこで本研究では、幾何学的な規則に優先度を設定することを提案する。優先度は、利用者の主観に基づいて設定される。ADSは、規則の優先度に応じて多階層有向グラフの描画座標を決定することで、利用者の好みを描画に反映する。

3.2.2 AHPの利用

利用者の主観に基づいた優先度は、利用者自身で定量化しなければならない。しかし、主観をそのまま優先度に反映させた場合は、客観性に乏しく、ときに矛盾を生じる。そこで、本研究は、定量化の作業に客観性を持たせ、優先度の数値に信頼性を持たせるために、AHPの利用を提案する。

ADSは、AHPの評価基準を「幾何学的な規則」とし、代替案を「利用者の主観に基づいた優先度によって描画された多階層有向グラフ」として階層構造の要素を定め、優先度を決定する。

3.2.3 描画規則の適用

ADSは、優先度の高い幾何学的な規則の影響を残すために、優先度の低い規則から順に、多階層有向グラフの描画座標決定に適用する。図2では、バランス性の優先度が最も高く、次いで近接性、直線性となっている。

また、幾何学的な規則は、他の幾何学的な規則に対し独立している。したがって、ADSは、幾何学的な規則の適用による他の幾何学的な規則への影響を考慮せずに、描画座標を決定する。

また、トポロジカルな規則は、その性質上すべての頂点で満たされるべき規則である。したがってADSは、トポロジカルな規則と幾何学的な規則の双方の規則に基づいた描画座標を決定する。

3.2.4 フィードバック

ADSによって描画された多階層有向グラフの描画座標は、利用者が納得できない座標となる可能性がある。その場合、利用者は、再びAHPによる優先度決定プロ

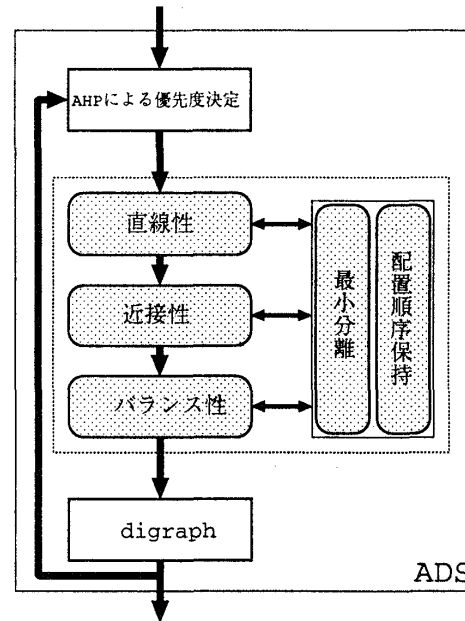


図2: AHPを利用した Automatic Drawing System

セスに戻り、優先度の定量化し直す。ADSは、その際に前回描画した多階層有向グラフをフィードバックすることで、グラフの再描画の効率化を図る。

4 最後に

本研究の目的は、ISM法によって得られる多階層有向グラフの自動配置を行う一貫したシステムの構築にある。現状は、問題を解決するプログラムが、単独で存在しているに過ぎない。今後は、これらのプログラムを統合し、一つのシステムとして完成させることを目的とする。

参考文献

- [1] 田村担之:構造モデリング 理論とアルゴリズムを中心に、計測と制御 vol.18 No.2,1979
- [2] 鳴谷良人, 松田郁夫:多階層有向グラフの自動配置に関する研究, PP.272-273, 第57回情報処理学会全国大会講演論文集(1), 情報処理学会, 1998
- [3] 杉山公造:グラフ自動描画法とその応用 ビジュアルヒューマン インタフェース, 計測自動制御学会, 1993
- [4] 木下栄蔵:孫氏の兵法の数学モデル 最適戦略を探る意思決定法 AHP, 講談社, 1998