

有向グラフの自動配置に関する考察*

3 L - 4

鳴谷良人[†] 松田郁夫[‡]日本工業大学[§]

e-mail: e932255@stu.nit.ac.jp

1 はじめに

人があるアイデアを考えると、何らかの方法で図を用いる。これらの図は、頭の中で整理されたものであれ、また何かに投影された物であれ、アイデアの把握と理解を簡単にする効果をもたらす。

このような、アイデアを図によって表現する手法の中に、ISM (Interpretive Structural Model) 法が存在する。

ISM 法は構造モデリング手法の一つであり、要素と要素の関係を重視しその関係を階層有向グラフとして図示するものである。

従来の ISM 法の計算システムは、計算された結果、つまり階層有向グラフの表示に関して考慮されていない。本研究の目的は、ISM 法の階層有向グラフをコンピュータによって認識性を高める配置とし、コンピュータディスプレイ上に提示する事で利用者がアイデアを理解する支援を行う事である。

2 「見やすさ」の基準

見やすいグラフを提示する事は、利用者がアイデアを理解する助けとなる。しかし、見にくいグラフを提示した場合、かえって思考の混乱を招くと予想される。従って、コンピュータによるグラフの自動配置を行う場合には、見やすさの程度を測定し、それが良い値のグラフを提示しなければならない。しかし、見やすさは感性に訴えるものであり、現在の技術ではこの種の測定は困難を伴う。また、仮に測定可能であるとして、見やすさは人それぞれ異なる美的基準があるため一概に決める事はできない。従って、見やすいグラフを提示するための規約・規則を定め、これらに則ったグラフを提示する。これらの規約・規則 [1] は、40 個ある。本研究において最も重要であると思われるのは、枝交差数を最小にする、である。

3 階層有向グラフの最適化

一般有向グラフの最適化を行うアルゴリズムとして、4 つのステップから成る杉山 [1] のアルゴリズムがある。以下に、それらのステップを示す。

STEP1 一般有向グラフの非閉路化

STEP2 非閉路有向グラフの階層割り当て

STEP3 各階層における頂点の配置順序決定

STEP4 各階層における頂点の配置位置決定

このアルゴリズムの STEP1 は、閉路を有するグラフの掃選辺数を最少にし認識性を高めるが、ISM 法の有向グラフは非閉路であるので、適用する必要はない。STEP2 は、頂点が STEP1 によって配置された（もしくは、初めから配置された）階層では美しさを損なう場合に、その頂点の階層を変更する。ISM 法の有向グラフへの STEP2 の使用は、階層構造に意味を持つ ISM 法の特徴を失う結果となり得る。従って、STEP2 は使用しない。上記の理由により、本研究では杉山のアルゴリズムの STEP3、STEP4 のみを適用する。

階層有向グラフの最適化問題は NP 完全問題を含むことが知られており、最適なグラフを描画するためには、現在のところ総当たりの方法を用いるしかない。しかし、総当たりの方法では、STEP3 を実行するために n 個の要素を持つ有向グラフの場合に単純計算で $n!$ 回の計算を必要とし、実用的とはいえない。従って本研究は、NP 完全問題に比較的良い結果をもたらしている遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, 以下 GA) を STEP3 に使用する事で、計算量の問題の解決を計る。

GA による解の探索は、そのアルゴリズムの性質上、最適な解を選られるとは限らない。GA の使用で、最適なグラフの提示は困難になる。しかし、本研究の目的は、より認識性の高いグラフの提示であり、最適なグラフの提示ではない。従って、本研究においてこの問題点は、考慮しなくとも良い。

また STEP4 は、杉山 [1] で説明している、優先度法を用いる。

*study of automatic layout of directed graph

†Yoshihito SHIGIYA

‡Ikuro MATSUDA

§Nippon Institute of Technology

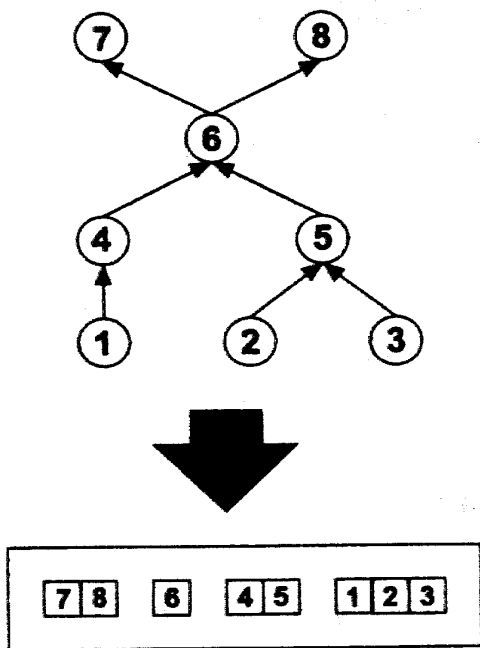


図 1: 階層有向グラフの遺伝子の構造

4 GA の導入

4.1 遺伝子構造

GA は、生命の進化の過程を模倣した最適値探索のアルゴリズムであり、伊庭 [3] に詳しく述べられている。

GA は、探索を行うデータ群を遺伝子とし、進化の操作を繰り返し行い、初期のデータ群を環境に適合したデータに進化させる。

本システムでは、遺伝子の構造を図 1 の様な、頂点を染色体として配置順に並べた形とする。また、グラフの階層を遺伝子座と捉える。従って、 l 階層の階層有向グラフは、 l 個の遺伝子座を持つ遺伝子になる。

4.2 GA オペレータ

GA の生殖の操作に、以下の 2 つの GA オペレータを採用する。

- 交叉オペレータ
- 逆位オペレータ

通常交叉オペレータは、遺伝子座を無視し染色体の単位で行われる事が多い。しかし、本研究では、遺伝子の構造上、染色体の単位で操作は、致死遺伝子の発生を助長する結果となり、再操作による計算量の増加を伴う。従って、本研究では遺伝子座単位での交叉を行う。

逆位オペレータは、現在の GA の評価では突然変異オペレータに比べその効果を認められていない。しかし、本システムの遺伝子の特徴を考慮すると、突然変異オペレータの採用は、交叉と同様に、致死遺伝子を増やし計算量の増加をまねく。従って、本研究では突然変異オペレータの代わりに、逆位オペレータを用いる。

以上の操作の使用は、プログラム上での遺伝子・染色体の操作を簡単にし、プログラムの単純化と、計算量の軽減が可能であると予想される。

4.3 適合度

本研究では、個体の適合度の計算に、階層有向グラフ中の交差辺の数を用いる。従って、交差数の少ない個体が、より適合度が高い個体である。一般にグラフ理論では、階層構造を持つ有向グラフの場合、上の階層は、下の階層に比べ重要度が高いとされている。そこで、本研究では、適合度にウェイト（重要度）を導入する。ウェイトは、重要度の高い階層の適合度に対する影響力を強くし、重要度の低い階層の影響力を弱くする関数である。

ウェイトの導入によって、利用者にとってより視認性の高いグラフの提示が可能となると予想される。

5 おわりに

GA による階層有向グラフの自動配置について述べた。現在、この本研究の自動配置プログラムは開発中である。従って今後の課題は、本研究の有効性を確認と、研究の一般有向グラフへの拡大である。

参考文献

- [1] 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—, 自動計測制御学会, 1993
- [2] 杉山, 田川, 戸田: 構造情報の視覚表現に関する研究 階層構造モデルの自動平面描画アルゴリズムとその応用, 国際情報社会科学研究報告, 富士通株式会社国際情報社会科学研究所, 1981
- [3] 伊庭斉志: 遺伝的アルゴリズムの基礎—GA の謎を解く—, オーム社, 1995