

## グラフ問題視覚化支援のためのアルゴリズムアニメーション\*

4U-10

関下浩正†

中森眞理雄‡

東京農工大学 工学部 電子情報工学科§

## 1 はじめに

アルゴリズムアニメーションは、アルゴリズムの動作を視覚的に表現するもので、アルゴリズムの動作の理解、作成したプログラムが正しく動作しているか否かの確認を支援するのに有用である。

アニメーションでは場面を連続した動作として表現することができるため、いくつかの図を用いて説明するよりも直感的に理解しやすいものになる。

本稿では、アルゴリズムの動作を視覚的に表現し、アルゴリズムの理解の支援、アルゴリズムの動作の確認が容易に行えるアルゴリズムアニメーションとして筆者らが試作したシステムについて報告する。

## 2 アニメーションシステムの試作

## 2.1 対象とするアルゴリズム

アルゴリズムアニメーションといっても、アルゴリズムによって表現方法が異なってくるため、存在するすべてのアルゴリズムに対して汎用的に対応できるシステムを実現することは難しい。本研究ではグラフに関するアルゴリズムに特定したアルゴリズムアニメーションシステムを実現した。

## 2.2 対象とする利用者

一般に、プログラムをアニメーション化することは、ある程度のプログラミングの知識とアルゴリズムに関する知識を必要とするため、まったくの初心者には向いていないと言われている。

本研究では、アルゴリズムデータベースにおいてアルゴリズムの視覚的な情報を追加したい場合や、デモンストレーション用のアニメーション化したアルゴリ

ズムの作成を目的とした利用者を対象として、容易なアニメーション作成の環境を与える。

## 2.3 システムの構成

目標としているアルゴリズムアニメーションシステムは、ユーザプログラムの一部を変更するだけでアルゴリズムをアニメーション表示できるというもので、できる限り簡単な操作で扱えるシステムを目指している。

システムの動作は、ユーザプログラムを実行することでアニメーションのためのデータを出力し、その出力データをもとにアニメーションを表示するというものである。また、グラフの作成を支援する環境としてグラフエディタを提供する。

システムは、大きく分けて三つの部分、アニメーション関数、アニメーション実行部、グラフエディタから構成される。

**アニメーション関数** ユーザプログラムをアニメーション化するために、利用者がユーザプログラムに追加する関数である。アニメーション関数は、アニメーション表示のためのデータを出力する機能を持つ。

**アニメーション実行部** アニメーション関数が出力したデータをもとにグラフを表示してアニメーションを実行する部分である。簡単な操作でファイルの読み込みからアニメーションの実行までができるような環境を与える。アニメーションの実行では、一時停止や1ステップごとの実行、逆向きの実行、ブレークポイントの設定を行うことができる。

**グラフエディタ** ユーザプログラムで利用するためのグラフのデータを作成することを支援するエディタである。さまざまなグラフアルゴリズムが扱えるように、無向グラフ、有向グラフ、重みつきグラフが簡単に作成できるような環境を与える。

\* An Algorithm Animation for Visualization of Graph Algorithms

† Hiromasa Sekishita

‡ Mario Nakamori

§ Tokyo A&T University

利用者はまず、ユーザプログラムにアニメーション関数を追加してプログラムを実行し、その結果出力されたデータファイル（図 1）をアニメーション実行部で読み込ませることで、アニメーション表示ができる。

```
vertex 1 A ... 値（ラベル）A の頂点
vertex 2 B
vertex 3 C
vertex 4 D
//
edge 1 2 1 2 ... 始点1, 終点2, 重み1の無向枝
edge 1 3 1 2
edge 2 3 1 2
edge 3 4 1 2
//
move 1 2 ... 頂点1から頂点2への探索点の移動
move 2 3
move 3 4
```

図 1: アニメーションファイル例

## 2.4 システムが扱うデータ

本システムでは、頂点の持つ情報として頂点の値、頂点の画面上での座標、枝の持つ情報として隣接する頂点、枝の重み、枝の向きを持たせるようにしている。

本稿では、頂点と枝の情報から構成されるデータのことをグラフデータ、頂点の座標のデータのことを座標データ、アニメーションを実行するときに必要なデータのことをアニメーションデータと呼ぶ。

## 2.5 データファイル

データファイルは、アニメーション関数、アニメーション実行部、グラフエディタとの間でグラフの構造や表示座標を受け渡すためのファイルである。

データファイルには、グラフファイル、アニメーションファイル、座標ファイルがある。

**グラフファイル** グラフエディタから出力されるファイルで、グラフデータと座標データから構成される。グラフファイルを読み込むアニメーション関数を使って、ユーザプログラム中でグラフデータを利用することができる。

**アニメーションファイル** ユーザプログラムに追加したアニメーション関数が出力するファイルで、グラフデータとアニメーションデータから構成される（図 1）。

**座標ファイル** アニメーションファイルと同様に、ユーザプログラムに追加したアニメーション関数が出力するファイルで、座標データが含まれる。アニメーション実行部がアニメーションファイルとともに読み込む。

## 3 アニメーションシステムの実現

実現したアニメーションシステムを用いてグラフの深さ優先探索と幅優先探索のアルゴリズムのアニメーション表示を行った。

深さ優先探索では、グラフエディタで作成したデータを読み込む関数 ANIM\_load\_adj、再帰を用いて頂点を探索することを示す関数 ANIM\_recursive\_search、戻ることを示す関数 ANIM\_recursive\_back の三つの関数をプログラム中（ユーザプログラムは C 言語）の適切な位置に追加することによって、アニメーション表示のためのデータを得ることができる。

アニメーションの結果、同じグラフに対してアルゴリズムの動作の違いを直感的に確認できるという効果を得た。

## 4 おわりに

本稿では、グラフ問題を対象としたアルゴリズムアニメーションシステムについて説明した。アルゴリズムをアニメーションで表現することによってアルゴリズムの理解がより容易になるものと考えられる。システムの機能の充実とより多くのアルゴリズムへの対応が今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 曾田忠之他, : “アルゴリズム研究のための環境におけるアルゴリズムアニメーション”, 情報処理学会研究報告 AL-93-32, pp.73-80, 1993
- [2] R. セジウィック著, 野下浩平・星守・佐藤創・田口東共訳 : “アルゴリズム 第3巻=グラフ・数理・トピックス”, 近代科学社, 1993
- [3] 島内剛一, 有澤誠, 野下浩平, 浜田穂積, 伏見正則 : “アルゴリズム辞典”, 共立出版, 1994