

オブジェクト指向プログラミングによるグラフデータ構造の記述とその応用

Description of Graph Data Structure by Object-Oriented Programming, and its Application

飯嶋孝史, 石田憲治, 松森堅治, 嶺田拓也

IJIMA Takashi, ISHIDA Kenji, MATSUMORI Kenji and MINETA Takuya

1. はじめに

グラフとは、ノード(点)とそれらを結ぶエッジ(辺)からなる図形である。流域や水利システムなど、相互に何らかの関係を持つ要素から構成されるシステムを処理対象とするプログラムを作成する場合、そのシステムをグラフとしてモデル化することが、グラフの性質に基づく既知のアルゴリズムの利用などの面で有効なことが多いと考えられる。筆者らは、オブジェクト指向プログラミング(以下「OOP」と言う)を取り入れて任意のシステムのモデル化に応用可能なグラフデータ構造構築用のクラス群を作成した。使用言語はC++である。本報では、流域を単位とした環境情報データベースの開発、農業水利システムにおける水理現象の解析、農村地域の生態系ネットワークの評価など広範にわたる応用を念頭におき、当該クラス群の概要とその応用例を報告する。

2. OOP とグラフクラス群の概要

オブジェクトとは、事物の属性(データ)とその操作手続き(メソッド)をひとつの組織体として捉えたものであり、クラスとは、オブジェクトのデータとメソッドを定義するプログラムの構成要素である。OOPには様々な側面があり定義も一様ではないが、本報では、クラスに基づいてコンピュータのメモリ上に実体化したオブジェクトの操作によって処理を行うことを基本とし、クラス階層と継承機構を利用するプログラミング手法をOOPと呼ぶ。

OOPの視点からグラフを見た場合、ノードとエッジ、及びそれらの集合としてのグラフ全体をそれぞれオブジェクトとして捉えるのが自然である。そこで、グラフデータ構造を表すために、各オブジェクトを表すノードクラス(tnode_base)、エッジクラス(tedge_base)、グラフクラス(tgraph_base)を作成した。それらの要点は次のとおりである。

(1) ノードとエッジの接続：エッジの両端を"head"と"tail"として識別する。エッジクラスは両端で接続するノードを指すポインタをデータとして持つ。ノードクラスは、"head"側で接続するエッジを指すポインタ(任意個数)と"tail"側で接続するエッジを指すポインタ(任意個数)それぞれのリストをデータとして持つ。ノードとエッジの双方が接続先オブジェクトのポインタをデータとして持つことにより、双方向のアクセスが可能である。

(2) グラフにおけるノード、エッジの格納：グラフクラスは、ノードクラス、エッジクラスのポインタを格納するコンテナをデータとして持つ。これにより、任意の個数のノード、エッジをグラフの構成要素とすることができる。

(3) グラフデータ構造の基本操作：グラフクラスは、ノードの追加、ノードの削除、エッジの追加とノード間の接続、エッジの削除など、グラフデータ構造構築に関する基本操作を行うためのメソッドを持つ。

(4) 任意のシステムへの応用方法：C++では、あるクラスの派生クラスは前者(「基本クラ

農業工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：オブジェクト指向プログラミング, グラフ, データ構造, C++言語

ス」と呼ぶ)のデータ, メソッドを継承できる. また, 基本クラスのポインタは全ての派生クラスのオブジェクトを指すことができる. これらが OOP の特徴であるクラス階層と継承機構である. 任意のシステムをグラフとしてモデル化する場合には, この機構に基づき当該システムのノード, エッジのクラスを前述のノードクラス, エッジクラスの派生クラスとして定義することにより, グラフクラスのメソッドによって当該システムのグラフデータ構造を構築することができる.

3. グラフクラス群の応用例 - 有向グラフデータ構造による流域の空間構造のモデル化 -

流域は, それを構成する個々の単位流域をノードとすれば, 上下流の方向を表すエッジによってそれらを連結した有向グラフデータ構造としてモデル化できる(Fig.1). このことに着目し, 一定の加工を施した単位流域界ポリゴンデータ(Shape ファイル形式)に基づき, 前述のグラフクラス群を応用して流域の有向グラフデータ構造を構築するとともに, 任意の支川流域部分の単位流域界ポリゴンデータファイルを作成するプログラムを作成した. Fig.2 に当該プログラムにおけるクラス間の関係を示す. BasinNode, BasinConnector は, ノードクラス, エッジクラスの派生クラスであり, 単位流域, 上下流の方向を表す. これらと BasinSystem(グラフクラスの別名)によって流域の有向グラフデータ構造が構築される(図中, 破線枠内). Fig.3 には, 有向グラフの性質を利用して流域全体のポリゴンデータから特定の単位流域より上流域のデータを抽出する手順を示した.

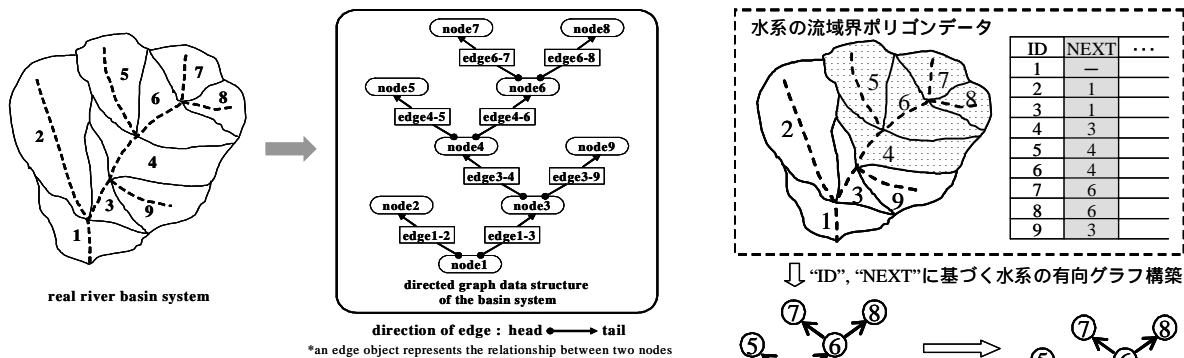


Fig.1 有向グラフによる流域のモデル化のイメージ

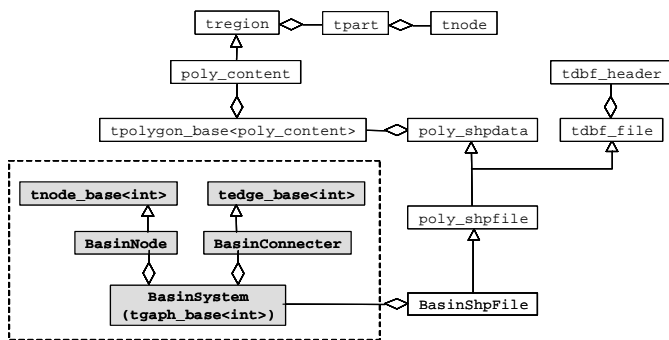
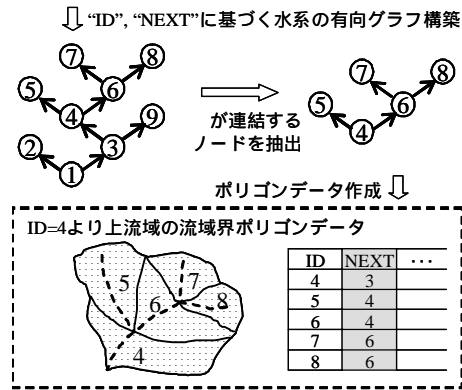


Fig.2 クラス間の関係



単位流域ID=4より上流域を抽出する場合の例
ID: 単位流域固有の番号, NEXT: 下流接続先のID

Fig.3 支川流域データ抽出の手順

4. まとめ

- (1) 任意のシステムについてグラフデータ構造を構築するためクラス群を作成した.
- (2) 流域の空間構造のモデル化に応用することにより, その機能を確認した.
- (3) グラフ理論を応用した汎用アルゴリズムを実装するなどの拡張が課題である.

なお, 3.で述べた応用例は, 農林水産省委託プロジェクト研究「流域圏における水環境・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発」の成果の一部である.