

オブジェクト指向による空間データ管理

1 G-4

- 地理情報処理への適用例 -

林 英明† 大沢 裕‡ 坂内 正夫†

1 はじめに

地理情報処理や図面自動入力などの分野で、常に扱うデータの量は、非常に膨大である。そのため、範囲検索や、最近点検索などの空間検索に応じる効率の良い管理構造が望まれる。また、様々な図形データに対して、各応用毎にデータの型とそれを扱う処理が異なるが、図形処理で必要となる基本的な演算は似通っている。これらの共通のデータ型と演算をオブジェクト指向の枠組で整理することにより、異なる応用で共通に用いることができる。¹ 本稿では、GBD木と呼ぶ多次元データ管理構造を中核におき、その上での演算をオブジェクト指向の枠組で統合した、汎用幾何図形情報処理のための環境について述べる。その適用例として、地理情報処理への応用についても検討する。

2 図形オブジェクトの記述

本システムは、オブジェクト指向言語C++で開発しているもので、C++でサポートされるオブジェクト指向の基本的な概念(class, composite object, inheritance, polymorphism)に基づく次のデータモデルを用いて、図形オブジェクトを記述する。

各図形オブジェクトは、その形の成す境界とそれに含まれる内部で唯一に定義される。図形オブジェクトの形状を表現するため、図形オブジェクトを構成する最小単位として、点(point)、折れ線(polyline)、ポリゴン(polygon)が定義されている。これらのクラスを基本図形クラス(primitive graphic class)と呼ぶ。

基本図形クラスは、entityという親クラスから導出される。さらに、基本図形クラスを継承し、より複雑な図形クラスを導出する。従って、entityは全ての図形クラスの共通的な親クラスである。entityには、図形オブジェクトの属す種類、中心点座標、識別子の情報が記録される。

図形オブジェクト同士の包含や、隣接などの相互関係を記述するため、1対1(llink)と1対多(llist)の二種類の連結子(connector)がある。1対多の関係は、常にある順序(時間順や、時計回りなど)によって、llistに記録される。

llistを親クラスとして、集合演算のメソッドを追加す

ることによって、図形オブジェクトの成す集合体を記述するクラスが導出される。

既存のオブジェクトの属性とそれを扱う演算を継承(inherit)することによって、IS-Aの関係を表現する。また、他の図形オブジェクトを部品として、集めることにより、PART-OFの関係が実現できる。

3 図形情報の管理

全ての図形オブジェクトは、GBD木[1]という多次元空間データ構造で管理している。GBD木は、点やベクトル、長方形の様な単純な形状のデータの管理に適したデータ構造であるが、これを折れ線や、ポリゴンなど複雑な図形の管理に拡張するために、これらの対象を一本一本のベクトルに分解し、それを単位として管理している。また、GBD木の各ノードに固定長のビット列が置かれ、各ビットは、一つ一つの図形種類に対応している。GBD木への登録時に下位の構造にその種類の図形オブジェクトが存在するノードは、対応するビットの値を1にする。検索に際しては、探査パス上のノードでまずこのビット列を調べ、検索対象の図形に対応するビットが0であれば、そのノードを含めて下位に置かれている部分木をたどらない。これにより無駄にアクセスされるノード数を低く抑えている。

4 地理情報への応用

4.1 ネットワークの表現

ネットワークは、ノード(net-node)とパス(polylink)により構成される。polylinkは、パスに繋いでいるノードをllink連結子で結び、パスの形状を記述するpolylineへのポインタを持つ。またnet-nodeには、それを共有するpolylinkを時計回りにllist連結子で記録する。また、このようなnet-nodeをllist連結子で結び、ネットワークの全体を構成する。

4.2 領域の探査

地理情報処理では、行政界や土地の使用用途界のように領域分けされた地図を扱うことも多い。このようなデータの表現として、DIME構造がある。

領域境界を交点から交点迄を結ぶ有向経路に分割し、dime-edgeという構造で記述する。dime-edgeはpolylink

Object-Oriented Spatial Data Management - A Case Study on Geographical Information System

†Institute of Industrial Science, University of Tokyo

‡Saitama University

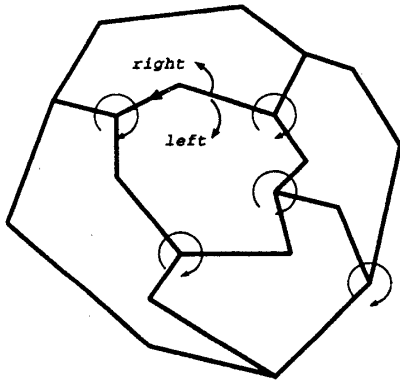
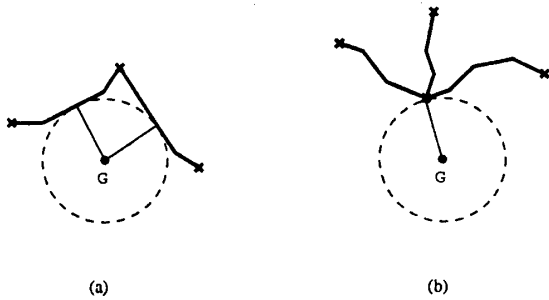


図 1: DIME 構造

図 2: 点 G に最も近い dime-edge 群

を継承し、その方向に対して、左、右側の領域へのポイントをそれぞれ left-polygon と right-polygon に記録する。dime-polygon は、dime-edge を部品として、構成される。また、各交点は、net-node で、それを端点として共有する dime-edge を記録する (図 1)。DIME 構造で表現された地図で、任意の一点 G が与えられる時、その点を含む領域は、次のように決定される [2]。

1. GBD 木で、点 G に最も近い dime-edge を探す。これらの dime-edge の成す集合を S とする。集合 S の dime-edge 群と点 G との位置関係は、図 2 のような二つの可能性がある。
2. 点 G から、ある dime-edge に最も近い点が端点でなければ (図 2a)、その dime-edge の進行方向に対して点 G が右側に存在すれば、 G は、right-polygon に指されている領域に含まれる。また左側に存在すれば、 G は left-polygon に属す。

3. 点 G から、 S の dime-edge までの最近点は、全てが端点であれば (図 2b)、外側にある dime-edge を一つを選び、ステップ 2 と同じように、領域を決定する。

5 おわりに

本稿では、空間検索機能を持つ、オブジェクト指向による図形データの管理について述べた。今後の課題として、まず、大型の図形に対する検索効率を向上するため、よりシステマティックな分割手段が必要となる。また本システムを多種類のアプリケーションに適用することにより、汎用データ構造として必要となる機能の充実も今後の課題である。

参考文献

- [1] Y.Ohsawa, M.Sakauchi : A New Type Data Structure with Homogeneous Nodes Suitable for a Very Large Spatial Database, Proc. of 6-th Int. Conf. on Data Eng., pp.296-303, Feb. 1990.
- [2] 大沢, 林, 坂内 : 空間検索を重視した幾何情報処理環境, TV学技報, ICS92-35, pp.13-18, May 1992.
- [3] 林, 大沢, 坂内 : 空間検索を重視した幾何情報処理環境の開発, 情報処理第 4 5 回全国大会論文集 (3), pp.321-322, Oct. 1992.