

地理情報における汎用グラフィック処理環境の開発

3C-6

林 英明† 大沢 裕‡ 坂内 正夫†
東京大学生産技術研究所† 埼玉大学‡

1 はじめに

地理情報処理の分野においては、対象となるデータの種類と量は常に膨大である。そこで、それらを効率よく管理できる空間データ構造が望まれている。また、地理情報の応用分野が広がっているため、様々な応用に対して、開発しやすい環境の提供が必要になる。本研究においては、多次元空間データ管理構造 GBD 木をベースにおき、地理情報処理で現れる様々な対象物を分類し、それぞれのデータ構造と演算をオブジェクト指向の枠組で整理し、地理情報の応用システムのための環境の開発を行なう。

2 IFO オブジェクト指向データモデル

図形データの記述に対して、従来の関係データモデルでは、表現しにくいとよく指摘されている。本システムは、IFO(Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects)[1] というオブジェクト指向データモデルを採用し、図形データを記述する。IFO データモデルで、Is-a relationships は、オブジェクト指向の継承 (inheritance) の概念を表現する。また、オブジェクト間のコミュニケーションは、データ実体とカプセル化された関数によって行なわれる。このようなオブジェクト同士の動的な関係を functional relationship と呼ぶ。これらの関数は、一価関数に限られているが、同時に複数のオブジェクトを届け先のオブジェクトに渡したい場合には、それらをリストや集合などの結合子 (aggregator) で一つの複合オブジェクトに収めることによって、表現もできる。IFO では、一つのオブジェクトに対する完全な記述を fragment と呼ぶ。fragment は、また構成要素として、他のオブジェクトを定義することができる。これによって、オブジェクト指向で最も重要な概念の一つ、複合オブジェクト (complex object) の

表現ができる。本システムは、この IFO データモデルに基づき、図形を記述する幾何的な情報とそれを扱う演算を一体化し、抽象データ (abstract data) を定義する。これらの抽象データを C++ 言語で、クラスライブラリーを構成し、応用システムに提供する。

3 基本図形オブジェクト

図形処理の分野で、単純な点、線、ポリゴンから複合ポリゴンや、曲線、ネットワークなどの複雑な図形まで、色々な種類の図形データがある。適当な分類法を選ぶことにより、これらを比較的少種類におさえることができる。本システムでは、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。全ての図形は、entity という共通的な親クラスを継承し導出される。entity には、図形オブジェクトの属する種類、中心点座標、識別子の情報が記録される。結合子として、リストがサポートされている。単純な図形オブジェクトを結合することにより、複合ポリゴンやネットワークのような複雑な図形オブジェクトの定義ができる。

基本図形クラスの定義は、汎用的で、色々な図形処理の分野に適用できるものである。各応用分野毎に特化した図形オブジェクトの導出について、いわゆる差分プログラミングの機能があり、基本データ型との異なる部分のみを定義すればよい。これによって、既存の定義や演算を再利用することが容易になる。

4 地理情報オブジェクト

地理情報処理で現す様々な対象物は、上述の基本図形クラスで簡単に表現できる。例えば、湖にいくつの島があり、また島にいくつの池かあるという自然地形に対して、上述の複合ポリゴンで明示的な表現ができる。以下は、地理情報処理でよく要求される対象物の表現とその処理を例として、地理情報オブジェクトの導出について説明する。

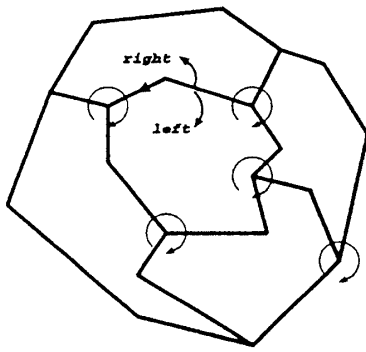


図 1: DIME 構造

4.1 DIME 構造

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 [2] 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、これを dime-edge という構造で記述する。各 dime-edge には、その方向に対して、左、右側の領域へのポイントが記録されている。dime-polygon は、dime-edge を部品として、構成される。また、各交点は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、任意の一点が与えられる時、それを含む領域は、その点に最も近い dime-edge の検出によって、判定できる。

4.2 ネットワーク

地理情報の様々なアプリケーションで、ネットワークの応用は、最も重要だとも言える。電気、ガス、水道の供給網や、交通、通信などのネットワークの管理は、地理情報の典型的な応用である。本システムでネットワークは、ノードとパスにより構成される。パスは、折れ線であり、その両端はノードである。また、ノードは点であり、それを共有するパスを時計回りにリスト連結子で記録する。

5 図形オブジェクトの管理

図形処理の分野で扱うデータの量は非常に膨大である。そのため、データの挿入や削除などの動的な処理と静的な検索を効率よく実現できる管理構造が必要になる。本システムは、多次元空間データ構造 GBD 木 [3] を用い、図形オブジェクトを点、線分などの単純な図形要素に分解し管理する。

図形処理の様々な演算を支援するため、GBD 木のメソッドとして、ボロノイ領域 (Voronoi polygon) とドロネーネーバ (Delaunay neighbors) を求める処理が提供されている。ボロノイ図 (Voronoi diagram) とその双対グラフドロネー網 (Delaunay net) は、計算幾何学の中心であり、多くの図形演算とつながっている [4]。しかしながら、大規模な母点群に対して、そのボロノイ図 (あるいはドロネー網) の全体を記録するため、大量の記憶スペースが必要である。また、母点の削除や挿入に際して、ボロノイ図の更新も大変になる。そこで、本システムでは、ボロノイ図全体を記録することの代わりに、指定された母点だけのボロノイ領域やドロネーネーバを動的に算出するというアプローチ [5] をとっている。これに基づき、種々な幾何演算を効率よく実現することができる。

6 おわりに

本稿では、地理情報の応用システムのための開発環境について述べた。より複雑な図形オブジェクトの表現と処理は、今後の課題として、拡張していきたい。また、上述の開発環境は、地理情報処理に提供することを目的としているが、オブジェクト指向の差分プログラミング機能を用いれば、色々な図形処理の分野でも容易に応用できる。

参考文献

- [1] M.F.Worboys, H.M.Hearnshaw, D.J.Maguire : Object-oriented data modelling for spatial database, *Int. J. Geographical Information Systems*, Vol.4, No.4, pp.369-383, 1990.
- [2] J.Star, J.Estes : *Geographic Information Systems - An Introduction*, Prentice-Hall Inc., 1990.
- [3] 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.
- [4] F.P.Preparata, M.I.Shamos : *Computational geometry - An Introduction*, Springer-Verlag, 1985.
- [5] 林、大沢、坂内：大規模母点群に対するドロネー網の算出、1993年電子情報通信学会秋季全国大会 (D-57)