

研究課題別研究評価

1. 研究課題名：位相空間データモデルの時空間データへの応用

2. 研究者名：黒木進

3. 研究のねらい

時間とともに位置や形が変わる図形データを時空間データという。時空間データをデータベースでうまく格納・検索するためのデータ表現とデータモデルを中核として研究を行う。研究を進めるにあたっては、図形のつながり方を表すための基本概念である位相空間を図形表現の基盤に置く。位相空間を基盤としたデータモデルを作り、それを機能拡張することにより時空間データ、図形データそのものである空間データおよび時間データを表すデータモデルをそれぞれ構築する。

4. 研究結果及び自己評価

研究結果

- (1) 位相空間の表現として凸胞複体を用いて、位相空間を格納・検索するためのデータモデルである位相空間データモデルを構築した。凸胞複体は互いにそれらの辺でのみ交わる(接する)凸胞の集合として表されるので、凸胞のつながりに関するオペレーションを持つ。これらのオペレーションには凸胞および凸胞複体の隣接関係や、凸胞を元と見たときの集合演算、凸胞複体の境界演算が含まれる。凸胞複体に対する単項演算はもちろん、二つの凸胞複体が共通の凸胞に分解されているときにはこれらの演算は閉じている。
- (2) このようにして構築された位相空間データモデルにおいて、位置や時刻に関する検索を行うことができない。なぜなら頂点の座標値を定義できないからである。これを克服するために、0 自由度の凸胞である点に対して座標を定義する。ここで定義する座標は、これから表現しようとするデータの種類によって異なる次元と性格を持つ。例えば、空間データであれば2つあるいは3つの空間座標値、時間データなら時間座標値、時空間データであればこれらの両方により記述される。点に付与された座標値の意味を解釈し、位置あるいは時刻に関する検索を行うために、位相空間データモデルに座標データとそれらの関係の意味を解釈するための部分を機能拡張として定義した。
- (3) 位相空間データモデルを機能拡張して得られる空間データモデルや時間データモデルにおいて求められるオペレーションを実装した。空間データモデルにおいては二つの図形の交わりや包含関係を計算する場合、二つの図形が内部表現レベルにおいて共通の凸胞に分解されている場合は凸胞の関係を見ればよく、座標データは必要ない。しかし位置に関する検索や共通の凸胞分割を持たない場合は、点に与えられた座標値をもとに演算を行う。時間に関しても同様である。Allen の定義する temporal relationship のうち、時区間の交わりや包含関係に関しては位相的な関係だけで計算を行える。しかし、時区間の前後関係に関する演算にはどうしても座標値が必要である。これらのことを踏まえて時間データや空間データ、時空間データに関する演算を定義した。
- (4) 時間データや空間データ、時空間データは最も抽象度の低いレベルでは位相空間として表現されていたので、座標値に関する解釈をすると凸な図形の集合となった。この性質を利用して、二つの時間データや空間データ、時空間データの演算を高速化するためのメソッドとして R*-tree など

のインデックスが自然に導入される。これは多数の時間データや空間データ、時空間データのなかから所望のものを見つけるのみならず、二つのデータ間の演算にも利用できる。

- (5) 画像データベースの内容検索を例題として、モデルの記述能力を確かめた。画像データに現れる被写体を切り出して格納し、その形状や大きさ、連結成分の数など計量的あるいは位相的な特徴量を計算して画像に付加した。これらのデータから画像を分類し、利用者の閲覧を支援するシステムを開発した。

自己評価

- (1) 時間データベース、空間データベース、時空間データベースに関する研究を広く概観し、その内部表現から検索、インタフェースまで勉強する良い機会となった。時空間データベースを実現してゆくための技術課題や構成法について理解を深めることができた。この次にこのようなデータベースシステムを開発するときには役立つ知識を得たと思う。
- (2) 時間や空間を表す座標にはそれぞれ連続性がある。これを手がかりとしてそれぞれの座標のもつ意味を捨象して時間データ、空間データ、時空間データを統一して取り扱うことは抽象度の低い内部表現の部分ではうまくいったが、それらデータ固有の性質に関する検索、特に位置や時刻、図形の面積などに関する検索については位相空間という考えだけで押し通すことはできなかった。そのためにデータの種類に応じた機能拡張をすることとなった。
- (3) データモデル論に関する理解が不十分で、モデル論と内部表現に関して誤解があるなかで研究を進めたために、何度か後戻りが必要になったことを反省せねばならない。
- (4) 研究の申請を行う際に研究項目を盛り込みすぎてしまい、私個人の能力を超えてしまっていた。このために、当初計画した研究項目のうちインタフェースに関する部分については全く成果が得られなかった。この課題については今後また一から考え直していきたいと思っている。

5. 領域総括の見解：

時間経過とともに位置や形が変化する図形をデータベース化することに成果をあげた。さきがけ研究開始時は、研究推進のアプローチに不安な面があったが、なんとか目標に達したと言える。データベースを中心とした研究内容であり、当領域には、他にも研究者がいたが、全体会議などで積極的な議論への参加や意見交換などがあまり見られなかったのは惜しまれる。

6. 主な論文等

[1] 黒木進、牧之内顕文：位相空間データモデル Universe の凸胞と凸胞複体クラスの拡張、DEWS1999、1999 .

*[2] A. Makinouchi and S. Kuroki: Enhancing Databases by Introducing Spatial Data Types for Non-Geographical Applications, Advances in Multimedia and Databases for the New Century (Y. Masunaga and S. Spaccapietra (Eds.)), pp.96 105, World Scientific, 2000.

*[3] 尾下真樹、長野英彦、中野裕也、金子邦彦、黒木進、牧之内顕文：時空間データ表現モデル Universe のプロトタイプ開発、DEWS2000、2000 .

[4] 前迫隆志、黒木進、佐藤聡、北上始 クラスタ分析木を用いた対話的画像検索のためのインタフェース、DEWS2001、2001 .