

時空間OQLにおける時空間述語の定義

5 A C - 3

黒木進, 石塚健作, 牧之内顕文
九州大学大学院システム情報科学研究科

1. はじめに

時間的に変化する空間データを時空間データと呼ぶ。例えば、地図データベースにおける地形や道路のルートの変遷、建物の建築や取り壊しを記述するデータが時空間データである。また、コンピュータアニメーションやバーチャルリアリティにおける登場物の位置や姿勢の変化を記述するデータが時空間データである。

時空間データをデータベースに格納・検索するためのデータベースの研究が行なわれている[1, 2, 3]。これらの研究はデータの表現と格納に主眼が置かれていたが、われわれはこれらの結果をうけて、時空間データを検索する方法についても研究を始めた[4]。

ここでは、時空間データの検索の際に必要な時空間条件を記述するための述語のうちのいくつかの定義を述べる。

2. 問い合わせ言語時空間OQL

われわれは上で述べた時空間データを格納・検索するためのデータベースシステムHawksの研究・開発を行なっている。このシステムにおいては時空間データや時空間オブジェクトに関する問い合わせはINADA/ODMGというデータベースプログラミング言語の提供するOQLによって記述される。INADA/ODMGの提供するOQLはODMG-93 Release 1.2に準拠している。この問い合わせ言語OQLに空間的なオペレータ、時間的なオペレータ、時空間的なオペレータを導入して時空間OQLを定義し、Hawksでの問い合わせ記述に役立てるのがわれわれの目的である。

Hawksにおいては、時空間データはUniverse[1]というデータ表現モデルの提供する方法で記述された内部表現を持つ。この内部表現は、単体複体という概念に基づいていて、空間データ(例えば、 (x, y, z))と時間 t の直積として定義される位相空間 T を定義し、単体複体で表現された T での図形によって時空間データを表現する。

例えば、ある3角形 $\text{Triangle}(t)(0 \leq t \leq 1)$ が並進運

動をすると仮定する。この時、3角形 $\text{Triangle}(t)$ の動きは位相空間 T における3角柱 Pentahedron として表現される。同時に、ある時刻 $t = t(0)$ での3角形 $\text{Triangle}(t)$ の位置は、 Pentahedron と超平面 $t = t(0)$ との交わりとして求められる。

この図形に関する問い合わせ言語(これをUniverseOQLと呼び、われわれはOQLに単体複体表現された図形に関するオペレータを導入して定義する)を用いて、時空間問い合わせを位相空間 T における図形に関する幾何学的な問い合わせとして表現し、検索を行なうことで時空間問い合わせを実現できる。

しかし、実際には時空間問い合わせを図形に関する問い合わせに焼き直して表現することは利用者にとって負担である場合が多いと考えられる。そのため、利用者には時空間データの内部表現にとらわれず、日常言語と同程度の抽象度で時空間問い合わせを記述できるように、時空間条件を記述するためのオペレータや述語を提供する必要がある。

これを実現するためにわれわれが定義しようとしているのが時空間OQLである。以下で、OQLに導入する空間述語、時間述語、時空間述語を説明する。

3. 時空間述語

時空間問い合わせの条件としては空間的な条件、時間的な条件(これはhistoricalな意味での時間)、時空間的な条件があり、これらを記述するための述語とはどのようなものであるか述べる。

3.1 空間述語

空間的な条件を記述するための述語は2つに分類される。それらは、位相的な関係を記述するための位相関連述語と距離的な関係を記述するための計量関連述語である。位相関連述語とは、例えば、2つの時空間オブジェクトの交差(intersect)、包含(contained)、または非交差(disjoint)という関係を記述する。これは2つの時空間オブジェクトを点集合と考えると、その関連を点集合の間の関連として考えるものである。

一方、計量関連述語とは、例えばある時空間オブジェクトから最も近い(nearest neighbour)時空間オブジェクトや、距離 d 以内にある(within)時空間オブジェクトを検索するための条件を記述するためのものである。この述語は空間オブジェクトの定義される空間によって異なる。

これら空間オブジェクトの間の関連を記述する

Definition of spatiotemporal predicates in a spatiotemporal OQL

Susumu Kuroki, Kensaku Ishizuka, and Akifumi Makinouchi

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

6-10-1 Hakozaki, Higashi, Fukuoka 812-81, Japan

述語は従来より研究されてきたものと同一のものを導入・定義する。

3.2 時間述語

時空間オブジェクトの時間関係を記述するのが時間述語である。例えば、2つの時空間オブジェクトの生存期間が等しいか(equal)や、ある空間オブジェクトが消滅した直後に生成される時空間オブジェクトであるか(next)という述語がある。これらの述語は、区間論理(interval logic)[5]に基づいており、ここではそれらをそのまま取り入れる。

3.3 時空間述語

時空間オブジェクトの間の時空間的な関係について記述する述語を時空間述語と呼ぶ。この時空間述語として、われわれは次のものを考えている。

(1) 時間オペレータと空間オペレータの組み合わせ

A. P. Sistla ら[6]は時空間オブジェクト間の関連を時間オペレータと空間オペレータの組み合わせで表現している。彼らは例えば時間オペレータとして、Until, Nexttime, Eventually, Alwaysをとりあげ、これらを空間述語と組み合わせで述語を定義している。eventually_withinがその例である。われわれもこれらの時間オペレータを用いて時空間述語を定義するのみならず、あらたに定義もしたい。たとえば、Sometimeという時間オペレータを「ある時刻にある与えられた条件が成り立つ」と定義し、これと空間述語を組み合わせであらたに時空間述語を定義する。例えば空間述語intersectと組み合わせで得られるSometime_intersectという時空間述語によって、「2つの時空間オブジェクトが具体的な時刻は問わないが交差する」という意味の関連を定義することができる。

(2) 時空間関連述語

上のように時間オペレータと空間述語を組み合わせるだけでなく、時空間的な概念を一語にまとめたものも定義する。例えばmergeやsplitという述語を用いることをわれわれは考えている。ここで、mergeというのは「2つの時空間オブジェクトの関連が当初はdisjointであるが、その後intersectし続ける」というものであると定義する。また、splitとはmergeとは逆に、「2つの時空間オブジェクトの関連が当初はintersectであるが、その後disjointし続ける」と定義する。

4. 問い合わせの具体例

これらの関連を記述する述語を用いると4.2の時空間問い合わせが可能になる。但し、以下のようなスキーマを持ったデータベースを想定する。

4.1 スキーマ

下記のスキーマによって表現される都市と道路のデータベースを考える。

```
class City
d_string Name;          % 都市の名前
```

```
spatiotemporal Area;   % 時空間データ
class Road
```

```
d_string Name;        % 道路の名前
spatiotemporal Area   % 時空間データ
```

これは、都市と道路のクラスに関する定義で、都市と道路の領域の時間変化をspatiotemporalクラスの変数Areaに格納する。

4.2 問い合わせ例

このときに次のような時空間問い合わせを考えることができる。

Query

```
select (city.name, road.name)
from city in city_database, road in road_database
where merge(city.spatiotemporal, road.spatiotemporal)
```

この問い合わせは都市のデータベースcity_databaseと道路のデータベースroad_databaseから、時空間属性spatiotemporalに関して、mergeという述語が成り立つ都市と道路の名前の組を求めるものである。この例に即して考えると、mergeという述語によって条件指定されるこの問い合わせは、ある都市を通過する道路であって、データベースに表現されている期間の途中に通過するようになったもの、つまり新たに市を通過することになった道路を検索するものであると解釈できる。

5. おわりに

時空間問い合わせの時空間条件を記述するための時空間述語の定義について述べた。今後の課題として、これらの述語の実装と評価があげられる。

謝辞

この研究は一部、文部省科学研究費補助金重点領域研究(課題番号08244105)の補助を受けている。

参考文献

- [1] 黒木進, 牧之内顕文: 単体複体を用いた時空間データモデルUniverseの設計, 情報処理学会データベース研究会資料109-37, 1996.
- [2] 増永良文: 4次元時空間データベースのためのブロックワールドデータモデルとその実現, 情報処理学会データベース研究会資料113-59, 1997.
- [3] 有澤博: リアルワールド・モデリングについての考察, 電子情報通信学会技術報告DE96-4, 1996.
- [4] 黒木進, 石塚健作, 牧之内顕文: 時空間データベースシステムHawksにおける時空間質問の表現, 情報処理学会データベース研究会資料113-58, 1997.
- [5] J. Allen: Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, CACM Vol. 26, No.11, pp.832-843, 1997.
- [6] A. P. Sistla, O. Wolfson, S. Chamberlain and S. Dao: Modeling and Querying Moving Objects, Proc. ICDE97, pp. 422-432, 1997.