

オブジェクト指向データベースによる 時区間データモデルの試作

鈴木 邦彦 天笠 俊之 有次 正義 金森 吉成

群馬大学工学部情報工学科

1 はじめに

我々は実世界の事象の時間的な側面をモデル化するため、時区間概念モデル^[2]を提案している。このモデルを実現することにより、どのような時間的データに対してもその時間属性を統一的に扱うことが可能となる。本稿ではこのモデルを実現するために、時区間クラスの定義、時区間の収集クラスの定義、複合時区間クラスの定義、インデックス手法の説明をする。これにより、オブジェクト指向データベース上で時区間概念モデルを実現し、種々の時間データを汎用的に扱うことが可能となる。

2 時区間概念モデルの概要

時区間概念モデルは、実世界に存在する複雑な時間構造を正確に表現するためのモデルである。時区間概念モデルでは、時間の履歴を表現するための以下の三項目の基本的な概念が定義されている。

- i) 時区間 … 開始時刻、終了時刻、事象から構成される。
- ii) 時区間の収集 … 任意の時区間の順序集合。
- iii) 複合時区間 … 任意の時区間が互いに meets(Allen による) の関係を持つ収集。

これらの三項目については、種々の時間的な問合せを記述するための単項演算及び二項演算が定義されている。

時区間概念モデルの利用例として、図1のような時間の履歴を考える。図1は、ある患者に対する投薬履歴を表しており、縦軸は患者に投与される薬の種類(事象)を表し、横軸は時間軸を表す。長方形で表されているものが時区間であり、斜線のものは事象が存在している実時区間、白ぬきのものは事象が中断している空時区間を表す。

3 時区間クラス

3.1 クラス定義

時区間概念モデルは、時区間だけを用いて構成されているので、時区間を表現することができるいかなるデータベースにおいても実現可能である。ここでは、オブジェクト指向データベース上に試作した時区間クラスについて説明する。これは時区間概念モデルに基づいて、時区間クラス、収集クラス、複合時区間クラスから構成されている。

A Prototype on Object-Oriented Databases based on the Time-Interval Data Model

Kunihiko Suzuki, Toshiyuki Amagasa,
Masayoshi Aritsugi, Yoshinari Kanamori
Dept. of Computer Science, Gunma Univ.

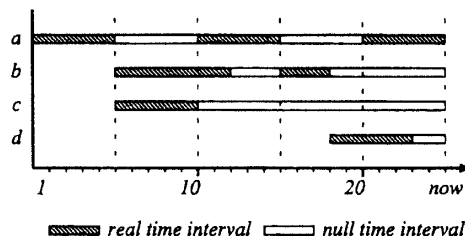


図1: 患者に対する投薬履歴

時区間クラス (TimeInterval) 時区間概念モデルの時区間に相当するクラス。属性とメソッドとして以下のものを持つ。

- 属性: 開始時刻、終了時刻、事象の集合
- メソッド: 時区間の持つ属性をそのまま返すメソッド。すなわち、開始時刻を返す startime、終了時刻を返す endtime、事象の集合を返す event を持つ。これらのメソッドに加えて、時区間の期間を返す duration、実時区間 / 空時区間を判定する real/null、事象がその時区間に含まれているかを判定する include、2つの時区間を引数に取り、その共通部分を返す intersection、2つの時区間を一つの収集にまとめる cover、Allen の 13 種の時間的関係を持つ。

収集クラス (TimeCollection) 時区間概念モデルにおける収集に相当する。収集は時区間の順序集合である。属性とメソッドとして以下のものを持つ。

- 属性: 時区間の順序集合を持つ。ObjectStore の List クラスを用いて実現する。
- メソッド: 基本的に、時区間の持つメソッドと同名のメソッドを持つ。実際の処理としては、時区間における同名のメソッドを収集の全ての要素に繰り返し適用する。これらのメソッドに加えて、収集に固有のメソッドも持つ。すなわち、収集に含まれる要素の数を返す cardinality、任意の順番の時区間を抽出する selection である。

複合時区間クラス (TimeComposite) 複合時区間は実時区間と空時区間が交互に接合した収集の特別な場合である。そこで、複合時区間クラスは収集のサブタイプとして定義し、時区間の挿入のメソッドに上記の制約を取り込むことによってこれを実現する。従って、複合時区間クラスの属性とメソッドは収集クラスのそれと同一である。

3.2 時区間クラスの実例の利用例

時区間クラスの実例の利用方法を、図1を例として考える。まず患者クラスが存在すると仮定する。患者クラスで

は属性として患者名、生年月日などがあり、それに加えて投薬履歴がある。前節で定義した時区間の収集クラスを患者クラスの部品となるように定義する。これにより、患者に対する医療履歴を表現することができる。ここでは紙面の都合上詳しい説明は省略するが、詳細は文献^[3]を参照して頂きたい。

4 事象を考慮した Time Index

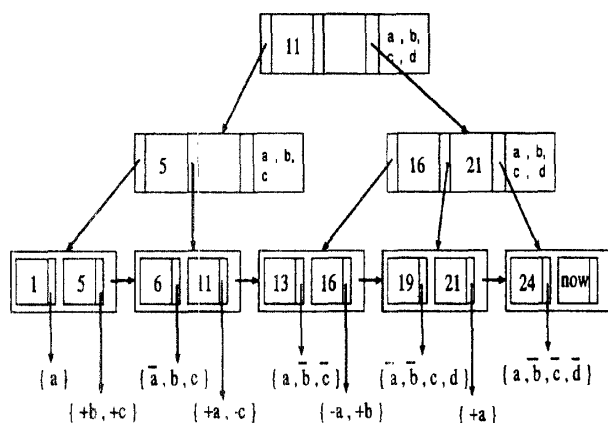


図 2: 時区間モデルのためのインデックス

4.1 Time Index の概要

本モデルを実装する際のインデックス手法として、Elmasri 等によって提案された Time Index^[1]を採用する。

Time Index では、事象の変化が起こった時刻のみを記録する。B⁺-tree の構造を用い、木構造のノードの要素となる時間データは時区間の変化時刻である。木構造のリーフノードには時区間のデータへのポインタを含むバケットへのポインタが含まれている。一つのリーフノードからたどることが可能なバケットは二種類あり、一つはある時刻の事象の状態を表し、もう一つはその時刻に起こった事象の変化を表す。後者のバケットの状態は、前者と後者の差分により導出することが可能である。事象の変化では、事象 *a* という属性の時区間が誕生したことを $+a$ と表し、時区間が消滅したことを $-a$ と表す。

Time Index を導入する理由は二つある。一つは時間的なデータに対するインデックス手法として既に深く研究がなされているということであり、もう一つは本モデルの扱う時区間の表現と Time Index で扱う時区間の表現が類似しているからである。

4.2 事象を考慮した Time Index

Time Index を本モデルに適用するために、いくつかの変更が必要である。時区間データモデルの特徴である、実時区間と空時区間の違いや、事象を Time Index で扱うことができるように変更する。

以下に変更点を示す。

- i) 二つのバケットの先頭のバケットは、実時区間と空時区間の両方の事象を含む。表記上、 a 、 \bar{a} とする。
- ii) 二つのバケットの二番めのバケットで表現する事象の変化 $+a$ 、 $-a$ を、次のように定義する。

- $+a$ は、事象 a を持つ時区間が誕生、または事象 a を持つ時区間が空時区間から実時区間へ変化したことを示す。
- $-a$ は、事象 a を持つ実時区間が空時区間へ変化したことを示す。

iii) 内部ノードの要素は、時刻だけでなくそのノードの子ノードで扱う事象も含む。

ii) の変更により、時区間概念モデルの特徴の一つである空時区間を表現することが可能である。

また、iii) の変更により事象に関する検索についても、リーフノードまでたどらずに内部ノードで判別可能となる場合もあるので効率的となる。

これらの変更の結果のインデックスを図 2 に示す。図 2 は図 1 の履歴をインデックスで扱ったものである。図の内部ノードでは左の内部ノードのデータでは a, b, c の事象だけであるが、右の内部ノードのデータでは d の事象も含んでいる。これにより事象 d についての検索を行うときは、 d を含んでいるノードの子ノードのみを調べれば良いこととなる。

例として、“薬 d を投薬した期間は”という問合せを考える。Elmasri 等の提案した Time Index では、このような問合せでは全てのリーフノードを走査する必要がある。これに対し本研究の Time Index では、事象 d に着目してノードを調べる。図 2 の Time Index においてこのような探索が行われると、まず根ノードを調べる。根ノードでは d は存在するので、次にその子ノードを調べる。すると右のノードには d が含まれているが、左のノードには含まれていない。そこで右のノードの子ノードのみ探索する。この結果、薬 d を投薬した期間は (18, 23) という結果を得る。つまり、左側のリーフノードを探索する必要が無いので、Elmasri 等の提案した Time Index より高速に検索することができる。

5 おわりに

本稿では、時区間データモデルをオブジェクト指向データベース上で実現するために、オブジェクト指向分析をし、時区間クラスおよび時区間の収集クラス、複合時区間クラスの定義をした。また、インデックス手法として事象を考慮した Time Index を提案した。

謝辞

本研究の一部は、文部省科研費重点領域研究「高度データベース」(課題番号 08244101) による。

参考文献

- [1] Ramez Elmasri, Gene T.J. Wu and Yeong-Joon Kim “The Time Index: An Access Structure for Temporal Data” The 16th VLDB Conference, Brisbane, Australia 1990
- [2] T. Amagasa, M. Aritsugi, Y. Kanamori, and Y. Masunaga, “Interval-Based Modeling for Temporal Representation and Operations,” Submitted for Pub. 1997.
- [3] 天笠俊之, 鈴木邦彦, 有次正義, 金森吉成 “試作した時区間クラスの適用例” 第 55 回情報処理学会全国大会, 1997.