

時制オブジェクト管理システムにおける履歴管理機構の設計と実装

5G-8

林 恵将[†]

鈴木 孝幸[‡]

北川 博之^{††}

[†]筑波大学 理工学研究科

[‡]筑波大学 工学研究科

^{††}筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

データベース利用の高度化に伴い、データの時間変化の管理を行ないたいという要求が高まっている。データの時間変化の管理については、これまで主に関係データベースを対象として時制データベース [SA85] の分野で多くの研究が行なわれてきた。しかし、今日研究が盛んに行なわれているオブジェクト指向データベースシステム、永続プログラミング言語システム等では、より複雑な構造を持つ多様なオブジェクトの時間変化を管理する必要がある。これらのシステムにおける多様なオブジェクトの時間変化の管理を行なう為の一つのアプローチとして、オブジェクト単位の時間変化の管理を行なうことが考えられる。

本稿では、プログラミング言語 C++ のオブジェクトに永続性を持たせると共にその更新に伴う状態変化を管理する機能を持たせたシステムにおける履歴管理機構の設計と実装について述べる。

2 時制オブジェクト管理モデル

2.1 時制オブジェクト

一般のオブジェクト指向データベースシステム、永続プログラミング言語システムでは、トランザクションと呼ばれる一連の処理を単位として以下の様な特徴を持つオブジェクトを扱うことができる：

1. トランザクション終了後も存在する
2. オブジェクト識別子 (OID) で一意に識別する
3. 最新の状態のみを表現し、過去の状態は失われる

本モデルではオブジェクトの更新に伴う状態変化を管理する機構を持たせることにより、これらのオブジェクトに加えて上記の 1.2. の特徴を持ちオブジェクトの最新および過去の状態を扱うことができるオブジェク

ト(これを、時制オブジェクトと呼ぶ)を扱うことができる。

時制オブジェクトの現在の状態を現在オブジェクト、そのオブジェクトが作成されてから現在に至るまでの全てのオブジェクトの状態を履歴オブジェクトと呼ぶ。

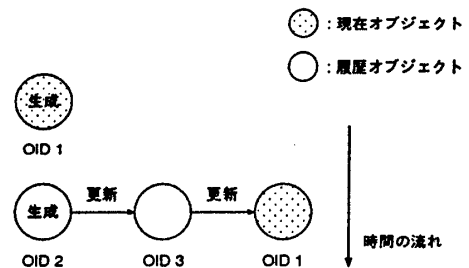


図 1: 時制オブジェクト

通常オブジェクトとの整合性を取る為に、時制オブジェクトの生成時に付与される OID は常に現在オブジェクトを識別するのに用いる。現在オブジェクトの更新時に作成される履歴オブジェクトには新しい OID が付けられる (図 1 を参照)。

2.2 時制オブジェクトの操作

時制オブジェクトは、通常オブジェクトに対する処理に加えて以下の様な操作を行なうことができる：

- ・ 現在オブジェクトの過去の状態を再現した履歴オブジェクトを得る
- ・ 履歴オブジェクトの有効期間を得る
- ・ 履歴オブジェクトに対応する現在オブジェクトを得る
- ・ 履歴オブジェクトの直前や直後の履歴 (現在) オブジェクトを得る

オブジェクトの有効期間とは、そのオブジェクトを作成 (または状態を更新) したトランザクションのコミット時刻からそのオブジェクトを新しい状態に更新したトランザクションのコミット時刻までの期間である。

3 時制オブジェクト管理システムの設計

本システムを設計する際の基本的アーキテクチャとして、メモリマップ方式 [SKW92][WD94] を採用する。システムの構成は図 2 の様になる：

Design and Implementation of the History Management Function in a Temporal Object Management System

Yoshiyuki HAYASHI[†], Takayuki SUZUKI[‡] and Hiroyuki KITAGAWA^{††}

[†]Master's Degree Program in Science and Engineering, Univ. of Tsukuba

[‡]Doctral Degree Program in Engineering, Univ. of Tsukuba

^{††}Institute of Information Sciences and Electronics, Univ. of Tsukuba

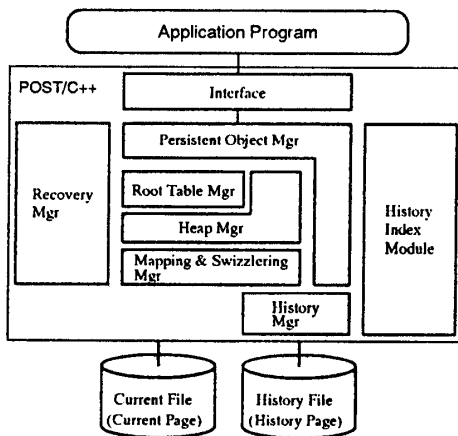


図 2: システムの構成

3.1 オブジェクトの管理

OID はオブジェクトを格納している 2 次記憶上のファイルの物理アドレスとする。時制オブジェクトは、現在オブジェクトと履歴オブジェクトを関連付ける為に現在オブジェクトの OID と時刻をキーとして履歴オブジェクトの OID を得ることができ、各履歴オブジェクトについてその直前と直後の履歴 (現在) オブジェクトを検索することができるインデックスを用意する。

3.1.1 オブジェクトの格納

現在オブジェクトと履歴オブジェクトの性質の違い (表 1 を参照) を考慮して、永続オブジェクト (現在オブジェクト) と履歴オブジェクトはそれぞれ別のファイルに格納することにする。また、コミット時のオブジェクトの更新の検出を高速に行なうためにオブジェクトを格納する 2 次記憶上のある 1 ページにはオブジェクトの大きさが同じものを格納する。

現在オブジェクト	履歴オブジェクト
アクセスが頻繁	アクセスは少ない
高速なアクセス	適度な高速性
読み書き	量が膨大
OID は作成時に決定	読み出しのみ
	OID は更新時に決定

表 1: オブジェクトの性質の違い

3.2 時制オブジェクトの履歴管理

時制オブジェクトの履歴管理は、あるトランザクション中で更新されたオブジェクトの更新前の状態を履歴オブジェクトとして保持しておくことにより行なう。オブジェクトの更新は UNIX システムコールの `mprotect()` を用いてトランザクションのコミット時にオブジェクトが格納されたページ単位で検出し、その履歴管理を各

オブジェクト単位で行なう。`mprotect()` はページ内の更新された位置までは検出できないので、ページ内の全てのオブジェクトについて更新前 (2 次記憶上) のオブジェクトと更新後 (メモリ上) のオブジェクトのビットパターンを比較することにより更新されたオブジェクトを検出する。

3.2.1 時制オブジェクトの格納

オブジェクトはトランザクションのコミット時に 2 次記憶上に格納される。履歴管理機構は格納するオブジェクトが時制オブジェクトならばその更新前の状態を履歴オブジェクトとして同時に 2 次記憶上に格納する。システムはコミット処理が呼ばれると、オブジェクトの格納処理を履歴管理機構に移す。履歴管理機構は、以下の手順でオブジェクトの格納処理を行なう:

1. トランザクション中で更新されたページをログファイルに書き出す。
2. データベースが履歴管理をする場合、更新されたページについて履歴管理 (履歴オブジェクトの作成および格納) を行なう。
3. ログファイルに履歴管理が終了したというマークをつける
4. 更新されたページを 2 次記憶上に書き出す。
5. ログファイルを削除する

4 まとめ

時制オブジェクト管理システムの概要およびその履歴管理機構の設計と実装について述べた。現在、本システムの基本部分の実装は終了している。

今後の課題として、長大オブジェクトの扱いとオブジェクトの効率的な格納方法の検討を行なうことが挙げられる。

参考文献

- [SA85] R. Snodgrass, I.Ahn, "A Taxonomy of Time in Database" *Proc. of ACM SIGMOD Conf.*, pp. 236-246, 1985.
- [SKW92] V.Singhal, Sheetal V.Kakkad, and Paul R.Wilson "Texas: An Efficient, Portable Persistent Store" *Proc. Fifth Int'l. Workshop on Persistent Object Systems*, September 1992.
- [WD94] S. J. White and D. J. DeWitt "QuickStore: A high Performance Mapped Object Store" *Proc. of ACM SIGMOD Conf.*, pp. 395-406, 1994.