

ページ単位の履歴管理機能を用いた

5W-6

時制オブジェクト管理システムの開発*

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、版管理や履歴管理等データの時間変化の管理を行ないたいという要求 [KTOS93] が高まっている。データベースの履歴管理については、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於ける多様なオブジェクトの履歴管理を行なう為の一つのアプローチとして、ディスク中のページを単位として統一的な履歴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時間変化をページ単位で管理する機能を持たせたシステムの設計について報告する。

2 永続オブジェクト管理システム

一般のプログラミング言語では、仮想記憶上のヒープ領域に確保されたオブジェクト(一時オブジェクト)のみを扱うことができる。永続オブジェクト管理システムは一時オブジェクトに加えて、永続ヒープ領域に確保されたオブジェクト(永続オブジェクト)を扱うことができる。本稿における時制オブジェクト管理システムは、C++ に基づく永続オブジェクトを対象とし、そのベースとなる基本システムとして Texas [SKW92] を用いる。Texas では、2 次記憶上に Persistent Store と呼ばれる永続ヒープ領域を用意し、その領域にオブジェクトを確保することによりオブジェクトに永続性を持たせている。アプリケーションは、C++ に Texas のライブラリを組み込むことにより永続オブジェクトを扱うことができる。Persistent Store に対する処理(永続オブジェクトの作成・解放・参照・更新)は、オープン処理からクローズ処理を行なうまでの期間に行なう。Persistent Store は複数作成し同時に使用することが可能であり、それらは全て作成時に付けられた名前で識別される。Texas では永続オブジェクトを格納したページは仮想記憶空間にマップして操作される。したがって、永続オブジェクトは永続性を除いては通常の操作は一時オブジェクトと同様に扱うことができる。

3 時制オブジェクト管理モデル

3.1 概要

一般に、永続オブジェクトの更新は永続ヒープ領域のオブジェクトを上書きすることにより行なわれる。従って、更新後は更新前のオブジェクトの状態に対して処理を行うことはできない。時制オブジェクト管理モデルでは、永続オブジェクトの更新の履歴を管理することにより過去(更新前)の永続オブジェクトの状態を扱うことができる。

永続オブジェクトの更新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行う。ある永続オブジェクトの状態の有効期間とは、そのオブジェクトを生成(または現在の状態に更新)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を意味する。更新トランザクションのコミットは、Persistent Store に対するチェックポイント処理によって行なわれる。チェックポイントは、トランザクションによる永続オブジェクトの更新を Persistent Store に書き込む。チェックポイント時には障害からの回復処理を行なう為にログファイルが作成される。

3.2 アプリケーションインタフェース

アプリケーションからの Persistent Store に対する処理として、次の関数を用意する。これらは、Texas が提供するインタフェースを拡張したものである。PStore クラスは、ある時点での Persistent Store の状態を管理するオブジェクトであり、1 つの PStore オブジェクトが 1 つの Persistent Store の状態に対応している。[...] は省略可能を意味する。

- PStore* open_pstore(name [, time])
Persistent Store をオープンし、トランザクションを開始する。時刻(time)を指定した場合、その時刻における Persistent Store の状態を再現する(内部の永続オブジェクトに対する更新はエラーとなる)。PStore オブジェクトへのポインタを返し、以後のアクセスはその PStore を介して行なう。
- void close_pstore(PStore*)
トランザクションをコミットし、Persistent Store をクローズする
- void close_pstore_without_commit(PStore*)
トランザクションをアボートし、Persistent Store をクローズする。
- PStore->checkpoint()
Persistent Store に対するチェックポイント処理を行なう。トランザクションをコミットする。

*Development of a Temporal Object Management System Based on the Page Level History Management Function

Yoshiyuki HAYASHI†, Takayuki SUZUKI‡ and Hiroyuki KITAGAWA††
University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

- Class* pnew(PStore*, Class)
Persistent Store 中に Class クラスの永続オブジェクトを1つ確保する。確保したオブジェクトへのポインタを返す。

4 時制オブジェクト管理システムの設計

Persistent Store に関する情報は複数のファイルに格納される。現在の Persistent Store 中の永続オブジェクトを格納したのが現在ファイルである(図1参照)。現在ファイルはページ単位で管理されており、各ページには同じ大きさの永続オブジェクトが格納される。

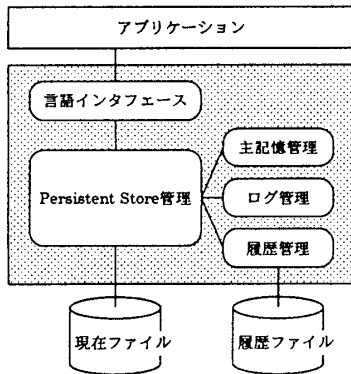


図 1: 本システムの構成

4.1 履歴管理の基本モジュール

履歴管理は現在ファイルのページ単位 [SKO93] で行う。一般にオブジェクトの現在のページイメージ(ページの内容)に対するアクセス要求と比較して過去のページイメージに対するアクセス要求は少ない。そこで、過去のページイメージは履歴ファイルと呼ばれるファイルにディスク中のページ単位で格納する(図1参照)。過去のページイメージはイメージ間の差分を抽出し、WBS(White Block Skipping) コーディング [Cha89] で圧縮して格納する(図2参照)。

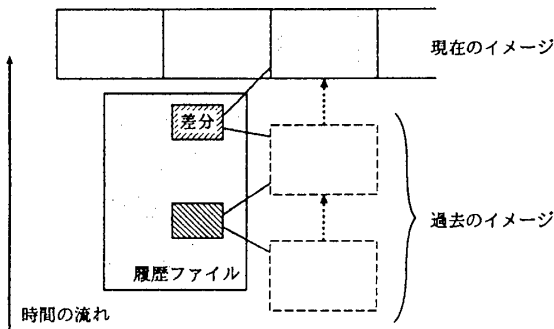


図 2: 過去のページイメージの管理

履歴管理モジュールの機能を、以下に挙げる。

- ページイメージの書き込み
チェックポイント時に更新前と更新後のページイメージから差分を抽出し履歴ファイルに格納する。

- ページイメージの読み出し
システムからある時刻のページイメージの読み出し要求があった場合、履歴ファイルからその時刻が有効期間に含まれるページイメージを再現する。

4.2 処理の流れ

アプリケーションによる Persistent Store に対する処理が行なわれた場合、どのような処理が行なわれるかを主な関数について説明する。

- PStore* open_pstore(name [, time])
ログファイルを調べ必要ならば回復処理を行なう。時刻が指定されている場合、履歴管理モジュールを用いて Persistent Store 用履歴ファイルと現在ファイルからその時刻の Persistent Store の状態を読み出し、スナップショットファイルとして再現する。対象となる Persistent Store 用ファイルを開き、その管理を行なう PStore オブジェクトへのポインタを返す。
- PStore->checkpoint()
トランザクション中で更新された永続オブジェクトを含むページイメージを検出し、ログファイルに書き込む。履歴管理モジュールでそのページイメージの更新前と更新後の差分を履歴ファイルに格納し、Persistent Store 用現在ファイルに更新後のページイメージを書き込む。

5 まとめ

本稿では、ページ単位の履歴管理機能を用いた時制オブジェクト管理システムの設計とその概要について述べた。現在、本システムは実装作業を行なっている。今後の課題としては、本システムの処理性能と履歴管理の方法(差分の格納効率など)の評価や機能拡張について検討することが挙げられる。

参考文献

[SA85] R. Snodgrass, I.Ahn, "A Taxonomy of Time in Database" *Proc. of ACM SIGMOD Conf.*, pp. 236-246, 1985.

[KTOS93] 北川博之, 田中肇, 大保信夫, 鈴木功, "履歴データ型を用いた版管理データモデルの提案" *情報処理学会論文誌*, Vol. 34, No. 5, pp. 1031-1044, 1993.

[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.

[SKO93] 鈴木孝幸, 北川博之, 大保信夫, "履歴管理機能をもったファイルマネージャの設計" *データベースシステム*, 96-9, pp. 75-84, 1993.

[Cha89] Shi-Kuo Chang, "Principles of Pictorial Information System Design" *Prentice-hall International, Inc.*, pp. 109-110, 1989.