

DSO'2000

**Выбор оптимальной стратегии
вытеснения страниц
в параллельной СУБД Омега
для мультипроцессорной системы
МВС-100**

М.Л. Цымблер, Л.Б. Соколинский
Челябинский государственный университет

mzym@cgu.chel.su, sokolinsky@acm.org

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 00-07-90077

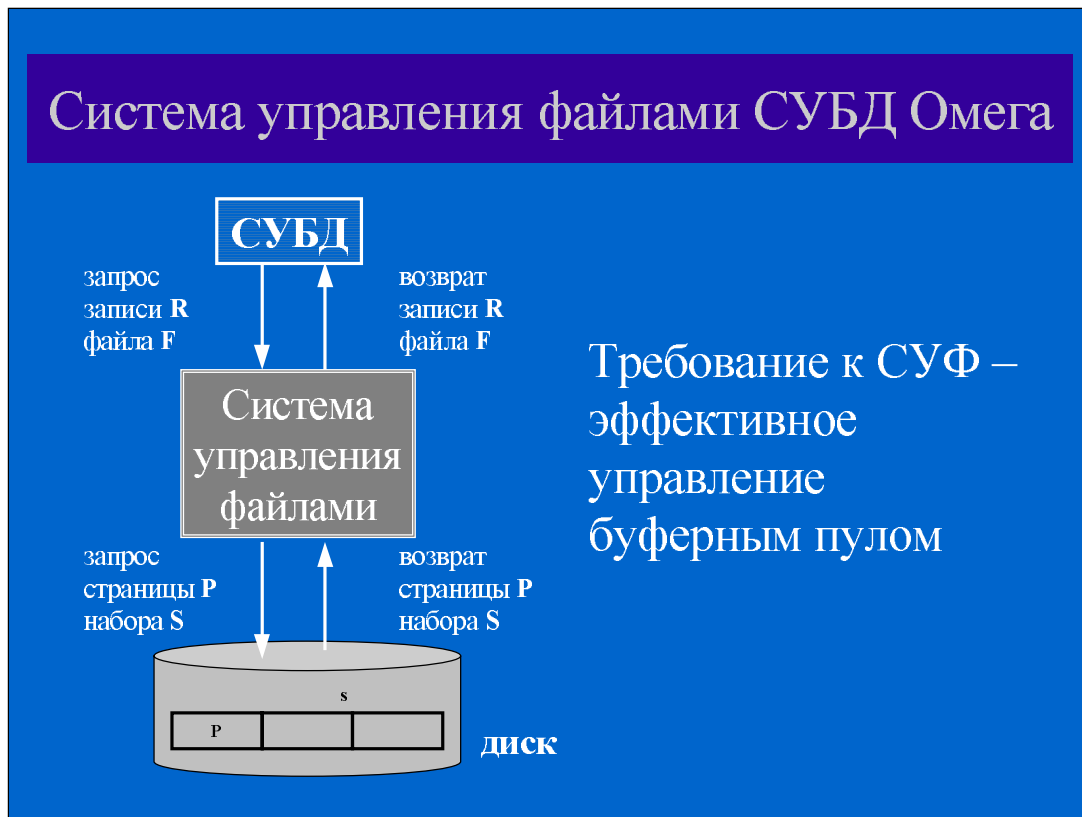
Предметом моего доклада является выбор оптимальной стратегии вытеснения страниц в параллельной СУБД Омега для мультипроцессорной системы МВС-100.

Содержание

- Проект Омега
- Проблематика управления буферным пулом в СУБД
- Выбор стратегии вытеснения в СУБД Омега
- Заключение

В своем докладе я затрону следующие вопросы:

- Проект Омега
 - Проблематика управления буферным пулом в СУБД
 - Выбор стратегии вытеснения в СУБД Омега
- Затем будет сделано небольшое заключение.



Проект Омега выполняется в Челябинском госуниверситете и посвящен разработке прототипа параллельной СУБД для отечественной мультипроцессорной системы МВС-100.

Одной из подзадач проекта является разработка Системы управления файлами для СУБД Омега.

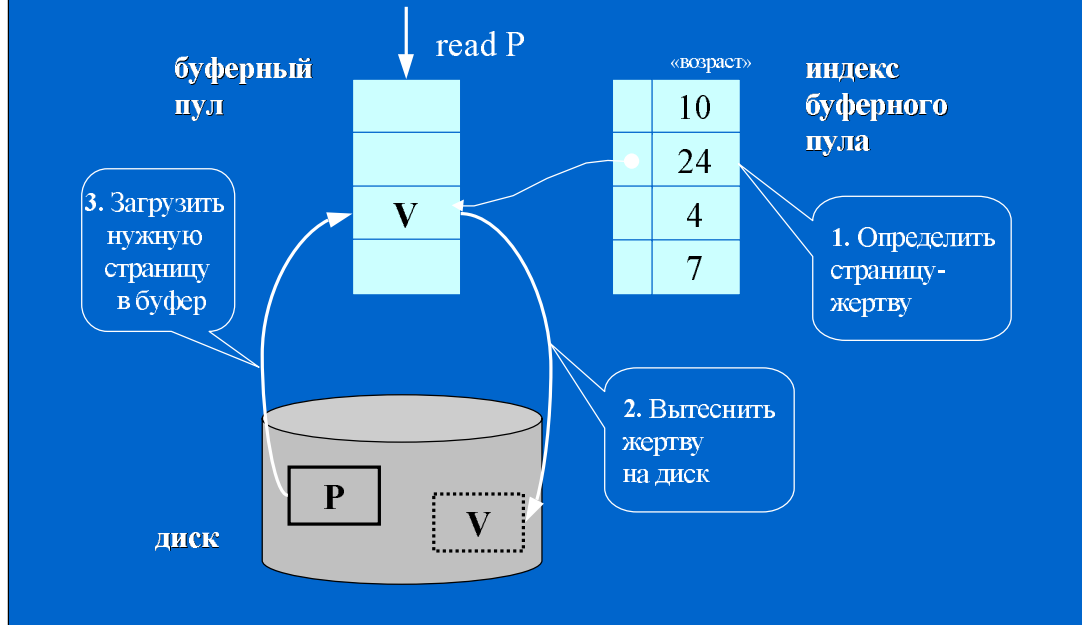
Необходимость разработки такой подсистемы обусловлена тем, что аналогичные сервисы СУФ из контекста операционной системы в силу ее универсальности являются либо медленными, либо не совсем пригодными для нужд СУБД.

Система управления файлами является связующим звеном между ядром СУБД и дисковой подсистемой.

Система управления файлами реализует представление файла как набора записей фиксированной длины. Система управления файлами инкапсулирует представление файлов как наборов страниц фиксированной длины.

Основное требование, предъявляемое к Системе управления файлами СУБД Омега – эффективное управление буферным пулом.

Управление буферным пулом



Современные СУБД обеспечивают буферный пул в основной памяти. Все операции ввода-вывода с диском используют этот пул.

Операция чтения с диска возвращает данные непосредственно из буфера, если страница уже находится там.

В противном случае необходимо выбрать некоторую страницу буфера – «жертву», которая будет вытеснена на диск, чтобы освободить место для запрошенной страницы.

Стратегия вытеснения задает принцип, по которому страницы вытесняются из буфера. В качестве критерия вытеснения стратегии обычно используют время нахождения страницы в буфере или число обращений к ней, и информация об этом хранится в индексе буферного пула.

Цель стратегии вытеснения – минимизировать число неудач при поиске в буфере требуемой страницы.

Задача программиста – выбрать наилучшую с точки зрения специфики СУБД стратегию вытеснения.

Общие стратегии вытеснения

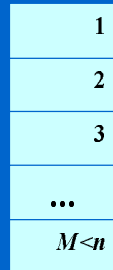
<i>Стратегия</i>	<i>Страница-жертва</i>
RANDOM	Случайная
LRU (Least Recently Used)	К которой дольше всех не было обращений
LFU (Least Frequently Used)	С наименьшим числом обращений
FIFO (First In First Out)	Первой помещенная в буфер
LIFO (Last In First Out)	Последней помещенная в буфер
...	...
OPT	К которой дольше всех не будет обращений

Известны следующие общие стратегии вытеснения страниц:

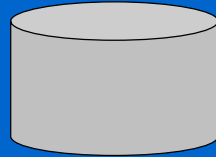
- RANDOM., когда страница-жертва выбирается случайным образом.
- LRU, вытесняющая страницу, к которой дольше всех не было обращений
- LFU, вытесняющая страницу с наименьшим числом обращений
- FIFO (очередь) – вытесняется страница, помещенная в буфер первой
- LIFO (стек) – вытесняется страница, помещенная в буфер последней
- OPT, когда вытесняется страница, к которой дольше всего не будет обращений. Применение этой стратегии равносильно тому, что заранее известен порядок обращения к страницам диска. На практике реализовать стратегию OPT, как правило, не удастся. Она используется в численных экспериментах для сравнения эффективности других стратегий.

Общая стратегия может быть наихудшей (пример)

буферный
пул



диск



Для доступа к страницам
вида

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n,$

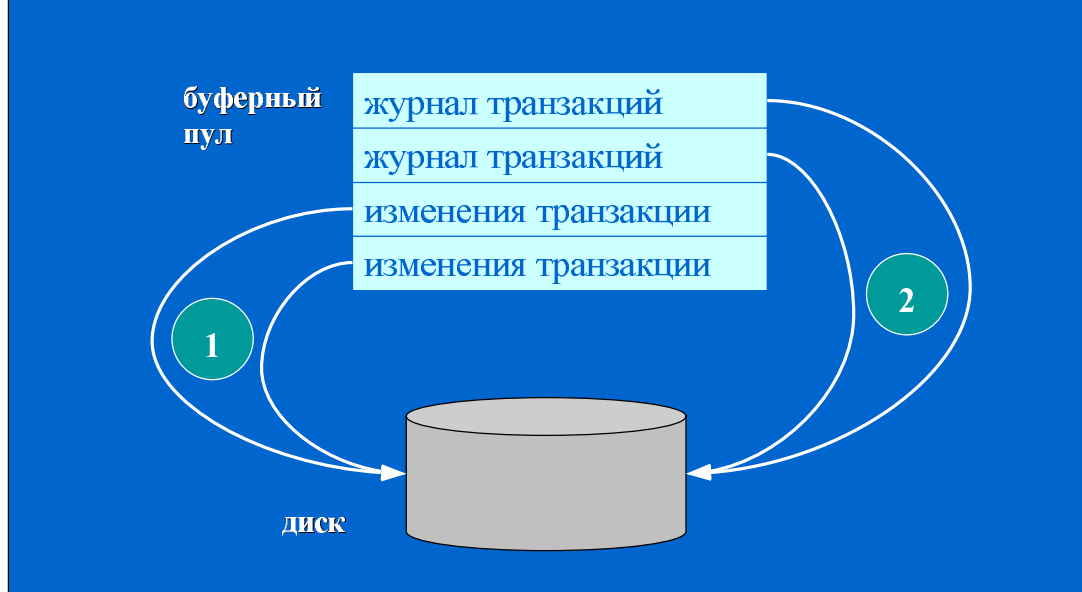
$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n,$

...

LRU – наихудшая
стратегия

С использованием общих стратегий вытеснения связаны две проблемы. Во-первых, общая стратегия может быть наихудшей в отдельных случаях доступа к страницам диска. Например, стратегия LRU (которая вытесняет самую «старую» страницу буфера), наиболее часто используемая в операционных системах общего назначения, является наихудшей стратегией при последовательном доступе к набору страниц, повторяющемуся в цикле. Наилучшей в этом случае будет стратегия, которая вытесняет страницу сразу после ее использования. Между тем такой вид доступа к страницам диска типичен в СУБД при выполнении запросов.

Необходимость избирательного вытеснения страниц (пример)



Вторая проблема, связанная с использованием общих стратегий состоит в том, что общая стратегия не поддерживает избирательного вытеснения страниц. Под избирательным вытеснением понимается необходимость явно задавать определенный порядок вытеснения страниц, безотносительно к выбранной стратегии.

Примером необходимости избирательного вытеснения страниц может служить порядок вытеснения страниц для обеспечения восстановления базы данных после сбоя. Страницы журнала транзакций, содержащие флаги "зафиксировано", должны вытесняться на диск строго после страниц, которые были зафиксированы в ходе транзакций.

Механизм вытеснения страниц в СУБД Омега

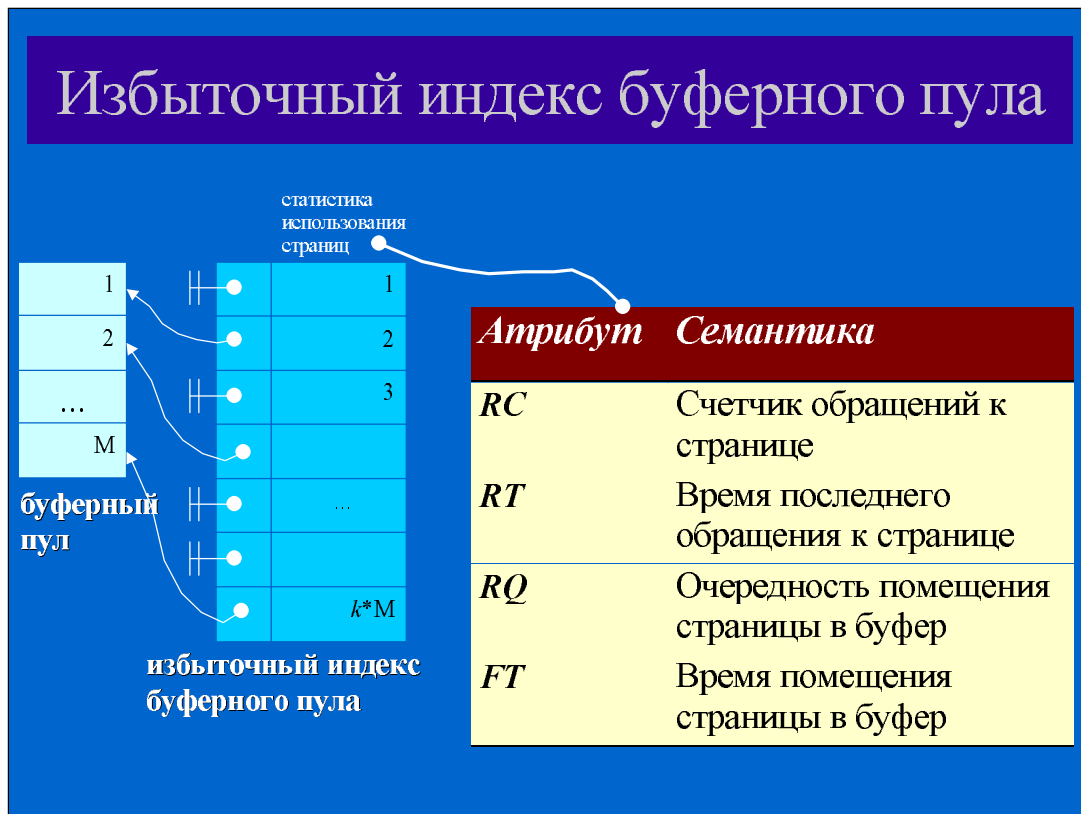
- Поддерживается практически *любая* *общая стратегия* вытеснения
- Поддерживается *динамическое* *изменение* стратегии вытеснения
- Поддерживается *избирательное* вытеснение страниц

Попытки улучшения выбранной стратегии вытеснения приводят, как правило, к созданию концептуально более сложных алгоритмов, зависящих от большого числа параметров.

В СУБД Омега используется другой подход. Механизм вытеснения страниц СУБД Омега поддерживает практически любую общую стратегию вытеснения.

В СУБД Омега динамически выбирается наилучшая для данного набора страниц стратегия вытеснения.

Также поддерживается избирательное вытеснение страниц.



Эти принципы реализуются на базе двух концепций. Первая – это использование избыточного индекса буферного пула. Размер избыточного индекса превышает размер буферного пула в страницах в некоторое число раз (точное значение определяется экспериментально).

В избыточном индексе хранится статистика использования страниц, которые находились или находятся в буфере. Основные статистические атрибуты и их семантика представлены на слайде.

Анализ избыточного индекса используется для поиска и оптимизации циклов вытеснения страниц. Найдя такой цикл, Менеджер буферного пула динамически изменяет стратегию вытеснения на ту, которая является наилучшей в данной ситуации.

Статические рейтинги страниц

Статический рейтинг страницы

- целое число от 0 до 20
- назначается программистом при помещении страницы в буфер
- остается неизменным, пока страница в буфере
- реализует избирательное вытеснение страниц

Вторая концепция – это введение для образов страниц статических и динамических рейтингов.

Статический рейтинг страницы – это целое число из от 0 до 20.

Статический рейтинг назначается программистом при помещении страницы в буфер.

Статический рейтинг страницы остается постоянным все время нахождения страницы в буфере и теряется после вытеснения страницы из буфера.

Механизм статических рейтингов реализует избирательное вытеснение страниц. Страницы, имеющие больший статическим рейтинг, будут оставаться в буфере независимо от выбранной стратегии вытеснения.

Динамические рейтинги страниц

Динамический рейтинг страницы

- функция от статистических атрибутов страницы:
dynamic_rating: {RQ, RC, RT, FT, ...} → [0;1[
- может меняться во время нахождения страницы в буфере
- используется для имитации общих стратегий вытеснения

Динамический рейтинг – это функция от вышеупомянутых статистических атрибутов страницы, возвращающая вещественное число из интервала [0;1[.

Динамический рейтинг изменяется в процессе работы системы.

Динамический рейтинг используется для имитации общих стратегий вытеснения.

Имитация общих стратегий вытеснения с помощью динамических рейтингов

<i>Стратегия</i>	<i>Подсчет динамического рейтинга</i>
<i>RANDOM</i>	<i>random()</i>
<i>LRU</i>	$RT/(1 + system_time())$
<i>LFU</i>	$RC/(1 + \max_{i=1;PAGES\ IN\ BUFFER}\{RC_i\})$
<i>FIFO</i>	$RQ/(1 + PAGES_IN_BUFFER)$
<i>LIFO</i>	$1/(1 + RQ)$

Задавая способ подсчета динамического рейтинга, можно имитировать практически любую стратегию вытеснения страниц.

На данном слайде представлены формулы подсчета динамического рейтинга для имитации общих стратегий вытеснения.

Заключение

- Разработан механизм вытеснения страниц, поддерживающий:
 - » Практически все общие стратегии вытеснения
 - » Динамический выбор стратегии вытеснения страниц
 - » Избирательное вытеснение страниц
- Механизм реализован в параллельной СУБД Омега для МВС-100

В представленной работе был предложен механизм выбора оптимальной стратегии вытеснения страниц в параллельной СУБД Омега.

Механизм поддерживает практически все общие стратегии вытеснения страниц и возможность динамического изменения стратегии вытеснения. Механизм также поддерживает избирательное вытеснение страниц. Предложенный механизм основан на использовании избыточного индекса буферного пула и введении для страниц статических и динамических рейтингов.

Данный механизм реализован для мультипроцессорной системы МВС-100 на языке программирования Си.