

Для этих коэффициентов все $\text{Re} \lambda < 0$, что обеспечивает сходимость процесса. Кроме того, можно определить время установления $\tau = \max \frac{1}{|\text{Re} \lambda|} = 6,39$ ч,

за которое амплитуда самой медленной гармоники уменьшается в e раз.

В сложных химико-технологических установках, состоящих из ряда соединенных аппаратов и имеющих систему потоков взаимодействия их сред, параметры которых чувствительны к возмущениям, все более важным становится построение высокоэффективных систем контроля и управления. Однако прежде чем создавать такие системы управления, полагая основным ее звеном управляемый объект, необходимо улучшить статические и динамические характеристики этого объекта.

В данной статье предложен подход к решению задачи моделирования нестационарных режимов объектов с рециркуляцией взаимодействующих потоков

(ректификационных установок), основанный на математическом аппарате, содержащем дифференциальные уравнения в частных производных. Для исследования процессов установления применялся метод стоящих волн, который позволяет получить сведения не только о качестве и характере процессов установления, но и определить важные характеристики времени установления, резонансные свойства системы и выявить области неустойчивости в пространстве параметров системы.

Библиографические ссылки

1. Демиденко Н. Д., Потапов В. И., Шокин Ю. И. Моделирование и оптимизация систем с распределенными параметрами. Новосибирск : Наука, 2006.
2. Демиденко Н. Д. Управляемые распределенные системы. Новосибирск : Наука, 1999.
3. Лаврентьев А. М. Методы теории функций комплексного переменного. М. : Наука, 1973.

N. D. Demidenko

INVESTIGATION OF STATIC AND DYNAMIC REGIMES OF MASS TRANSFER PROCESSES

A mathematical model for mass transfer process in rectification columns of poppet type is obtained. At the result of the investigation the ordinary differential equations system is obtained with the transition to equations in partial derivatives. Investigations of processes of detection establishment of mass transfer processes in dynamic regimes are performed. Static and dynamic characteristics for industrial rectification columns are calculated.

Keywords: static and dynamic regimes, the transients, transient periods, method of superposition of standing waves, asymptotics.

© Демиденко Н. Д., 2011

УДК 004.652.4

Д. В. Жучков

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ НАСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО OLAP-АНАЛИЗА*

Описан подход к обеспечению возможности ретроспективного OLAP-анализа путем реализации механизмов наследования для аналитических измерений многомерных OLAP-кубов. Предлагаемый подход основан на использовании полей периода действия, журналов изменений и ретроспективных представлений.

Ключевые слова: OLAP-анализ, ретроспективный анализ, измерение, наследование, период действия.

Многомерная модель данных в технологии оперативной аналитической обработки (On-line Analytical Processing, OLAP) оперирует двумя базовыми понятиями: таблицами фактов и таблицами измерений. Таблицы фактов включают в себя описания некоторых событий реальной жизни (фактов) в разрезе показателей (Measures) и измерений (Dimensions), а таблицы измерений содержат шкалы, по которым анализируются показатели [1]. Как правило, таблицы измере-

ний состоят из редко изменяемого набора значений, исчерпывающе описывающего отдельный признак исследуемого объекта предметной области. Частота модификации измерений при этом может меняться в широком диапазоне. Например, измерения «месяцы», «пол» не изменяются никогда, измерения «страны», «города» изменяются очень редко, измерения «подразделения», «виды деятельности» – довольно редко, а измерения «клиенты», «проекты» – сравнительно часто.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (ГК № 02.740.11.0621 от 29 марта 2010 г.).

В тех случаях когда измерения подвержены периодическим изменениям, возникает задача представления таких измерений, чтобы обеспечить возможность ретроспективного анализа данных [2; 3]. Для решения этой задачи необходимо, чтобы все факты, относящиеся к разным периодам времени, при анализе ссылались именно на то состояние измерения, которое было на момент возникновения факта. Кроме того, нужно обеспечить возможность плавного перехода от одного периода времени к другому, с прозрачным для пользователя преобразованием изменяющихся во времени значений измерения.

В ходе решения этой задачи автором были разработаны методы и средства для поддержки темпоральной (временной) целостности и реализации механизмов наследования в справочниках и классификаторах, используемых в качестве аналитических OLAP-измерений для оперативной аналитической обработки больших объемов многомерных данных.

Суть методики поддержки темпоральной целостности состоит в следующем. В структуру справочника, представляющего таблицу измерения, вводятся *поля периода действия* (Validity Fields) и для каждого измерения создается *журнал изменений* (Log Table), отражающий полную историю модификации данных в измерении. С использованием журнала изменений строится специализированное *ретроспективное представление* (Retrospective View), отражающее состояние измерения в различных временных периодах. Это представление замещает собой оригинальное измерение при анализе данных, а механизмы аналитического OLAP-инструмента модифицируют запросы к данным таким образом, чтобы из представления выбирались записи, соответствующие заданному периоду времени.

Реализация механизмов наследования данных в аналитических измерениях основана на использовании *идентифицирующих полей* (Identity Fields), т. е. полей, изменение которых является достаточным условием для прекращения действия записи и создания на ее основе новой записи с установкой наследственной связи между этими двумя записями. Наследственные связи, возникающие между записями измерения в ходе модификаций, фиксируются в специальной *таблице истории преобразования* (History Table). Эта таблица также используется при создании ретроспективного представления для определения взаимосвязей между записями разных периодов времени и обеспечения прозрачного перехода между ними.

Поддержка темпоральной целостности. Для обеспечения временной целостности данных в структуру каждого аналитического измерения вводится семь служебных полей, отвечающих за хранение периода действия записи:

- дата и основание введения записи в действие;
- дата и основание прекращения действия записи;
- дата и основание последней модификации записи;
- дата фактического создания записи.

Средствами автоматизированной системы, отвечающей за управление измерениями, обеспечивается

контроль заполнения этих полей соответствующими значениями в течение времени жизни записи. Все перечисленные поля, кроме полей прекращения действия, обязательны для заполнения в каждой записи. Дата и основание прекращения действия записи, как правило, остаются пустыми для действующих записей. Если же срок и основание прекращения действия записи становятся известными заранее, то они также могут быть указаны.

Введение в структуру измерения сведений о периоде действия записи позволяет отслеживать область видимости каждой записи на шкале времени. Благодаря этому становится возможной автоматическая фильтрация записей измерения в зависимости от установленной даты.

Для каждого измерения создается служебная таблица – журнал изменений, который предназначен для хранения сведений обо всех модификациях данных в измерении. Журнал изменений включает в себя все поля таблицы измерения, в том числе поля периода действия, а также содержит дополнительные поля: «Тип операции» и «Автор операции». В поле «Тип операции» фиксируется характер операции: Insert, Update, Delete. В поле «Автор операции» сохраняются данные о пользователе, которые выполнил указанную операцию. Фиксация данных в журнале изменений производится полностью автоматически с помощью соответствующих триггеров базы данных. В результате в журнале накапливается исчерпывающая информация обо всех изменениях аналитического измерения, начиная с момента его создания.

Система разделения прав доступа обеспечивает защиту журналов от любых операций, кроме вставки новых данных и чтения. Таким образом, данные, содержащиеся в журнале изменений, могут использоваться не только для ретроспективного анализа данных, но и для контроля и анализа изменений, производимых пользователями.

Наследование данных в измерениях. Вторым элементом рассматриваемой задачи является хранение информации о переходе одной записи в другую с течением времени, т. е. реализация механизмов наследования записей. В этом случае для записей аналитического измерения вводятся термины «потомок» и «предок». Запись считается потомком другой записи, если необходимо обеспечить наследственную преемственность анализируемых данных. Для этого должен быть зафиксирован факт наследственного перехода одной записи в другую.

Для одной записи измерения теоретически возможно существование разного числа предков и потомков в границах от 0 до N . Таким образом, в зависимости от условий перехода, т. е. от числа предков и числа потомков, насчитывается $3^2 = 9$ вариантов наследственных переходов (см. таблицу и рис. 1).

Представленные варианты наследственных переходов являются исчерпывающим списком, и их реализация позволит обеспечить любые практические потребности наследования данных в аналитических измерениях.

Варианты наследственных переходов

№ п/п	Число предков	Число потомков	Описание перехода
1	0	0	Редактирование существующей записи
2	0	1	Создание новой записи
3	1	0	Прекращение действия записи без наследника
4	0	N	Создание нескольких новых записей
5	1	1	Прямое наследование – прекращение действия записи с указанием потомка-наследника
6	1	N	Множественное наследование – прекращение действия записи с указанием нескольких наследников
7	N	0	Прекращение действие записей без наследников
8	N	1	Слияние записей – прекращение действия нескольких записей с указанием одного прямого наследника для всех записей
9	N	N	Прекращение действия нескольких записей с указанием нескольких наследников для каждой записи

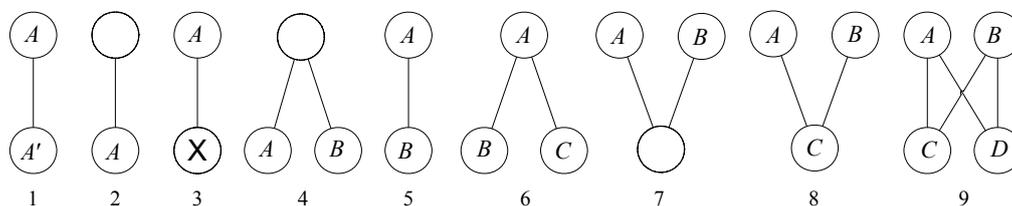


Рис. 1. Графическое представление наследственных переходов (кружками с прерывистой линией границы обозначены не существовавшие ранее записи, а также записи, прекратившие действие)

Механизмы наследования данных. Для хранения информации о наследственных переходах записей измерения создается еще одна служебная таблица – таблица истории преобразования, имеющая следующую структуру:

- ключевое поле;
- ссылка на предка;
- ссылка на потомка;
- дата создания записи в истории.

При необходимости таблица истории преобразования может быть расширена дополнительными атрибутивными полями. Средства автоматизированной системы, управляющей аналитическими измерениями, должны обеспечивать фиксацию в истории преобразования информации о наследственных переходах между записями.

Для автоматизации контроля наследственных переходов записей вводятся идентифицирующие поля. Как мы уже отмечали выше, идентифицирующим называется поле записи измерения, при изменении которого необходимо прекратить действие текущей записи, оставив значение поля неизменным, и создать новую запись с новым значением поля. При этом вновь созданная запись назначается прямым потомком записи, прекратившей действие, т. е. в таблицу истории преобразования добавляется соответствующая запись.

Предлагаемая структура таблицы истории преобразования позволяет реализовать хранение данных о любом варианте наследственных переходов, описан-

ных выше. При этом необходимо отметить, что варианты 6 и 9 со множественным наследованием представляют определенную сложность при аналитической обработке данных. При появлении таких вариантов следует тщательно контролировать результаты обработки данных.

Ретроспективное представление и его использование. Заключительным шагом методики поддержки темпоральной целостности данных является создание специализированного ретроспективного представления, отражающего все изменения записей измерения во времени. Главной задачей этого представления является замещение оригинального измерения при выполнении аналитических запросов к данным.

Для построения ретроспективного представления определяются ключевые точки в жизни каждой записи измерения. Это такие моменты, как создание записи, изменение неидентифицирующих полей и прекращение действия записи (как с объявлением наследника, так и без него).

В результате соединения основной таблицы измерения, журнала изменений и истории преобразования формируется выборка данных, в которой каждая из записей оригинального измерения представлена одной или несколькими строками в зависимости от количества ключевых точек (рис. 2). Для каждой строки в этом представлении обязательно заполняются поля «Дата начала действия» и «Дата окончания действия записи».

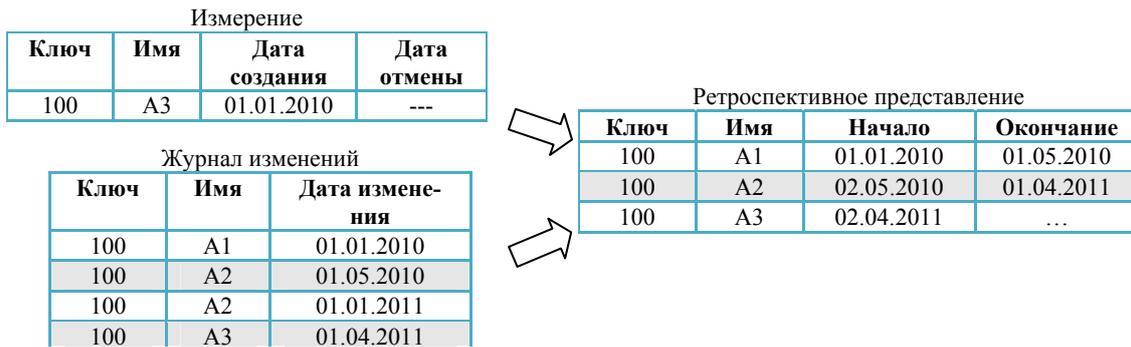


Рис. 2. Пример формирования ретроспективного представления

Таким образом, в результате проведенного исследования в аналитический OLAP-инструментарий добавлена возможность использовать данные о периоде действия записей для соединения данных таблиц фактов с соответствующими строками ретроспективного представления.

Плавность и прозрачность просмотра результатов анализа обеспечивается за счет использования информации о наследственных переходах между записями измерения.

Библиографические ссылки

1. Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling. 2nd ed. N. Y. : Wiley Computer Publishing, 2002.
2. Slowly Changing Dimension [Electronic resource]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Slowly_changing_dimension (date of visit: 30.10.2011).
3. Change Data Capture [Electronic resource]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Change_data_capture (date of visit: 30.10.2011).

D. V. Zhuchkov

REALIZATION OF INHERITANCE MECHANISMS FOR CONFIRMATION OF RETROSPECTIVE OLAP-ANALYSIS

The approach to confirmation of the retrospective OLAP-analysis by means of realization of mechanisms of inheritance in analytical dimensions of multidimensional OLAP-cubes is described. The suggested approach is based on the usage of fields of validity period, log tables and retrospective views.

Keywords: OLAP, retrospective analysis, dimension, inheritance, validity period.

© Жучков Д. В., 2011

УДК 625.084/085:625.855.3

В. И. Иванчура, А. П. Прокопьев

ОПТИМИЗАЦИЯ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Проведено исследование следящей системы автоматического управления. Рассмотрена динамическая система рабочего органа асфальтоукладчика с гидроприводом. Задача разработки имитационной модели системы автоматического управления рабочим органом укладчика решена с помощью программы Matlab&Simulink. Предложен метод моделирования адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами на примере следящей системы укладчика с учетом динамики процессов в приводе, в которых имеет место уменьшение ошибки регулирования.

Ключевые слова: автоматическое управление, следящая система, структурно-параметрическая оптимизация, устойчивость системы.

Создание эффективной системы автоматического управления (САУ), построенной на основе априорной информации о нелинейных динамических объектах управления, развитие следящих САУ на основе внедрения результатов теоретических и эксперименталь-

ных разработок, а также современных информационных технологий, с учетом динамики подсистем привода являются актуальными научными задачами.

Проведем исследование следящих систем автоматического управления на примере следящей