

БАЗОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПОНЕТЫ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ

Юрий Пономарев, Татьяна Борисенко, Леся Медведева, Виктор Борисенко

Аннотация: в работе определены принципы построения и методы реализации основных интеллектуальных компонент корпоративной системы управления бизнес-процессами (КСУ БП). В качестве базовой интеллектуальной информационной компоненты КСУ БП было разработано и внедрено интеллектуальное структурно-инвариантное объектно-ориентированное ядро интегрированного распределенного банка данных, одной из наиболее важных характеристик которого является его унифицированная стандартизованная саморасширяемая структура, позволяющая включать (изменять) метаинформацию о новых сущностях (объектах предметной области) и их атрибутах без добавления новых таблиц, столбцов и отношений между ними. Вторая компонента представляет собой интеллектуальную агентную технологию синхронизации (репликации) данных.

Ключевые слова: интеллектуальная компонента, корпоративная система управления бизнес-процессами, структурно-инвариантное объектно-ориентированное информационное ядро, метаданные, репликация данных, адаптивная технология

ACM Classification Keywords: J/1 Administrative data processing

Conference: The paper is selected from International Conference "Intelligent Information and Engineering Systems" INFOS 2008, Varna, Bulgaria, June-July 2008

Введение

Разработка и внедрение корпоративных систем управления бизнес-процессами ориентировано на высокий уровень информационной поддержки принятия управленческих решений, что позволяет обеспечить высокие уровни управляемости, прибыльности и, в конечном итоге, капитализации компании. Перспективным направлением повышения качества и эффективности работы таких систем является использование при их построении современных интеллектуальных компонент и технологий.

В составе современных коммерческих (покупных) корпоративных систем управления бизнес-процессами класса Enterprise Resource Planning (ERP) интеллектуальные технологии все еще находят существенно ограниченное применение.

Поэтому исследования по проблематике создания и внедрения интеллектуальных компонент в составе крупномасштабных бизнес-систем являются весьма важными и актуальными работами.

1. Интеллектуальное структурно-инвариантное объектно-ориентированное ядро интегрированного распределенного банка данных

В качестве базовой интеллектуальной информационной компоненты корпоративной системы управления бизнес-процессами было разработано и внедрено в государственной газотранспортной компании "Укртрансгаз" интеллектуальное структурно-инвариантное объектно-ориентированное ядро (ИЯ) интегрированного распределенного банка данных (ИРБД). Работа проводилась в отраслевом институте транспорта газа (г. Харьков, Украина).

Одной из наиболее важных технических характеристик ИЯ ИРБД, существенно повышающих эффективность сопровождения и развития системы, является его унифицированная стандартизованная саморасширяемая структура, которая позволяет включать (изменять) метаинформацию о новых сущностях (объектах предметной области) и их атрибутах без добавления новых таблиц, столбцов и

отношений между ними. Способность к структурно-инвариантному информационному саморасширению является весьма важным интеллектуальным механизмом, характерным, например, для естественных биологических систем, обладающих достаточно развитым мозгом. Для реализации данной возможности ИЯ ИРБД содержит в едином структурированном виде как метаданные, так и фактографическую информацию, разделяемую несколькими распределенными приложениями.

Область метаданных является реализацией формализованного представления в реляционной базе данных структурно-семантических знаний о предметной области и интеллектуальной корпоративной системе управления бизнес-процессами. Основу метаданных составляют описание классов объектов, их типов (категорий), типовых (базовых) отношений между классами, различных иерархий функционально-семантического группирования классов, формируемых разработчиками и расширяемых системными администраторами по мере развития ИРБД. К метаданным относится и метасистемная служебная информация о конечных пользователях системы, их привилегиях и правах доступа к данным ИРБД, а также информация о функциональных подсистемах корпоративной системы управления бизнес-процессами, реализующих их приложениях и разработчиках. Метаданные вносятся в ИРБД на этапе разработки или развития системы.

Фактографические данные описывают конкретные статические или динамические свойства элементов объекта автоматизации либо являются нормативно-справочной информацией, необходимой для единообразного представления нормативных характеристик объекта. Фактографические данные вносятся в ядро ИРБД как на этапах разработки, внедрения, так и во время эксплуатации системы.

Понятия классов объектов и их свойств лежат в основе предлагаемого подхода, т.к. на их основе строится вся система знаний об объектах автоматизации. Класс объекта является базовым унифицированным *информационным семантическим шаблоном*, в котором представлен набор общих свойств, а также данные о типовой внутренней структуре конкретных сущностей (экземпляров, объектов), относящихся к данному классу. Метаинформация структурно-категорного типа, содержащаяся в классе, определяет общие особенности подмножества его экземпляров и правила построения отношений между ними, а также связей между экземплярами одного либо разных классов.

Для каждого класса определен расширяемый набор свойств и, возможно, типовых состояний объектов класса, а также множество допустимых семантических отношений объектов данного класса с другими объектами.

Свойства классов по видам делятся на *нормативные, статические и динамические*. *Нормативные* свойства определяются для промышленных изделий и представляют собой номинальные характеристики всех экземпляров объектов данного типа (марок). Значения нормативных свойств класса задаются для каждой марки промышленного изделия, относящейся к этому же классу. *Статические* свойства представляют неизменяемые во времени или редко изменяемые характеристики экземпляра объекта, такие, например, как километр расположения крана на трубопроводе. Значения статических свойств задаются для каждого экземпляра объекта отдельно. *Динамические* свойства отражают режимные характеристики экземпляра объекта, изменяющиеся во времени (например, выходной ток катодной установки). Значения динамических свойств задаются для каждого экземпляра объекта и имеют связь с описанием его состояния, в результате перехода объекта в которое они были зарегистрированы. Каждое состояние характеризуется информацией о дате и времени перехода объекта в это состояние и выхода из него. Состояния объектов могут быть объединены причинно-следственными связями и сгруппированы для отражения детализации сложных состояний. Одной из важнейших характеристик свойства является тип данных, который определяется в унифицированном универсальном формате, не привязанном к особенностям конкретной СУБД.

Среди классов выделено несколько семантических категорий (понятия, технологические объекты, организационные объекты и др.). Категория (тип), к которому принадлежит класс, определяет допустимое подмножество видов свойств, которыми он может характеризоваться.

Разработчик может в виде дерева определить иерархическое группирование классов объектов, которые будут использованы в его приложениях, по какому-либо признаку (например, функциональному). Вершины дерева представляют собой семантические группы классов и классы объектов (конечные вершины), а ветви - отношения вида "тип - подтип". Корневой вершине такого дерева присваивается наименование всей иерархической семантической группы. Иерархическое семантическое дерево классов в интеллектуальной корпоративной системе управления бизнес-процессами используется, например, для упрощения задания сложных составных условий фильтрации или организации сложного концептуального поиска информации.

Кроме того, для классов допустимы *отношения наследования* (для объектов в данной реализации они не предусмотрены). Отношение наследования устанавливается в том случае, если возникает необходимость уже существующий класс разделить на два или более классов в связи появлением новых свойств, которые присущи только некоторому подмножеству объектов данного класса. В этом случае уже существующий класс (родительский) автоматически становится абстрактным с сохранением у него общих для всех объектов свойств, а новыми свойствами, присущими только части объектов класса, наделяется новый наследованный подкласс.

2. Интеллектуальная адаптивная технология синхронизации данных

Все известные способы и системы синхронизации (репликации) данных между распределенными серверами баз данных, встроенные в современные промышленные СУБД, имеют ряд существенных недостатков, основными среди которых являются следующие:

- неудобная, сложная, негибкая настройка механизмов распределенной репликации данных;
- ненадежная работа встроенных систем репликации при наличии сегментов корпоративной сети с невысокой пропускной способностью (в газотранспортной системе – это удаленные пункты сбора данных с устройств линейной телемеханики, газораспределительные станции и т.п.);
- неэффективная работа встроенных механизмов репликации со сложными, гибкими распределенными базами данных, имеющими в составе развитые концептуально-семантические метаданные (к ним и относится ИЯ ИРБД. [Борисенко, 2004]).

В целях преодоления вышеуказанных недостатков в отраслевом институте транспорта газа была разработана, апробирована и внедрена интеллектуальная технология репликации (синхронизации) данных (ИТРД).

Разработанная технология имеет адаптивный характер и базируется на процедурном методе представления знаний, необходимых для организации эффективного, надежного и качественного обмена данными между удаленно расположенными информационными серверными узлами ИРБД.

Предлагаемая технология базируется на следующих основных принципах реализации:

- изменения данных должны распространяться по древовидной структуре сначала на подчиненные информационные узлы (серверы), а потом на вышестоящий узел. Информация обо всех узлах ИРБД и о подключении их друг к другу, должна храниться в специальной таблице ядра ИРБД на каждом узле;
- изменения данных ИРБД, выполненные на конкретном узле должны накапливаться в промежуточном буфере обмена (при помощи триггеров регистрации), после чего передаваться на другие узлы, подключенные к данному серверу;
- промежуток времени, за который выполняется попытка передачи изменений на смежный сервер, должен задаваться администратором ИРБД в настройках информации. При этом для каждого смежного сервера этот промежуток может быть задан отдельно;
- при записи изменений текущего сервера в буфер обмена необходимо помечать данные, относящиеся к одному непрерывному логическому блоку информации маркерами начала и конца;

- после того, как изменения текущего сервера будут переданы на все смежные серверы, данные из буфера обмена должны быть удалены и сохранены в архиве. Время хранения данных в архиве должно задаваться адаптивными параметрами настройки;
- передача данных на удаленный сервер должна производиться также в промежуточный буфер обмена. Каждая удачно переданная строка буфера обмена должна подтверждаться операцией commit;
- данные буфера, переданные с других серверов, могут быть развернуты только в том случае, если были выявлены непрерывные логические блоки (найлены маркеры начала и конца блоков);
- должен быть реализован контроль работы системы синхронизации данных путем введения обратной семантико-событийной связи по выбранному каналу (удаленный режим контроля).
- должна быть реализована возможность удаленного управления процессом репликации по выбранному каналу (удаленный командный режим);
- должна существовать возможность семантической пометки блока изменений как требующего подтверждения при успешной передаче с указанием почтового ящика, на который потом должны прийти письма-подтверждения со всех серверов. Письма должен высылать почтовый робот удаленного управления серверами ИРБД.
- должна существовать гибкая система разграничения прав пользователей на внесение изменений в различные объекты ИРБД; Каждый пользователь должен иметь права изменять свое подмножество данных, определенное системным интегратором или разработчиком;
- права на изменение, добавление и удаление данных должны быть двух видов - права с полной ответственностью и права с ограниченной ответственностью. Права с полной ответственностью присваиваются пользователям на непересекающиеся подмножества данных (интеллектуальная процедура раздачи прав должна это строго контролировать). Права с ограниченной ответственностью могут быть даны на пересекающиеся подмножества данных;
- должна быть обеспечена возможность запрета репликации данных об объектах заданных классов;
- должна существовать интеллектуальная процедура передачи изменений структуры объектов ИРБД только заданного типа в рамках общих потоков данных.

Предлагаемая интеллектуальная адаптивная система синхронизации данных реализует четыре основных режима функционирования:

— *автоматический широковещательный режим* (изменения затрагивают все сервера ИРБД и передаются от сервера к серверу в реальном масштабе времени автоматически);

— *автоматический режим с адресными метками* (изменения пишутся в историю изменений с указанием адресов серверов, на которых они должны быть развернуты);

— *принудительный широковещательный режим* (изменения передаются всем серверам автоматически, но данные разворачиваются по команде интегратора);

— *принудительный режим с адресными метками* (изменения разворачиваются по команде интегратора на заданных серверах).

Основные интеллектуальные программные средства поддержки синхронизации данных ИРБД реализованы в виде настраиваемого параметризованного пакета хранимых процедур СУБД Oracle и удаленной службы (интеллектуального агента) обслуживания узлов ИРБД. Интеллектуальный агент реализует все описанные выше алгоритмы синхронизации данных, а также выполняет ряд дополнительных системных функций, требующих периодического вызова и самовосстановления после сбоев при возникновении нештатных ситуаций, таких как: перезагрузка сервера, сбой питания, обрыв канала передачи данных, критическая перезагрузка ресурсов сервера, временная нехватка оперативной памяти и т.п..

В качестве дополнительного модуля была разработана служебная программа, которая предназначена для удаленного выполнения SQL-запросов к информационным серверным узлам, а также для получения и просмотра результатов их выполнения в асинхронном режиме. Она может быть также использована для удаленного обновления и перекомпиляции хранимых процедур, триггеров, пакетов и других объектов ORACLE одновременно на нескольких узлах. Кроме того, был разработан web-базируемый программный модуль для администратора узлов ИРБД, который выполняет следующие основные функции:

- отображение в удобном для пользователя виде значений контролируемых параметров на основе информации последнего опроса;
- сигнализация о наличии аварийных значений параметров при помощи цветового выделения соответствующего аварийного узла и параметра;
- изменение значений управляющего набора параметров и отсылку соответствующего SQL-запроса;
- отображение статуса параметра (дата последнего опроса, наличие и характер ошибки опроса);
- добавление новых контролируемых и управляющих параметров.

Выводы

В работе было представлено описание двух современных интеллектуальных технологий, используемых для построения базовых информационно-процедурных компонент корпоративной системы управления бизнес-процессами.

Опыт разработки и внедрения рассмотренных интеллектуальных технологий показывает, что данное направление развития современных систем управления бизнес-процессами является актуальным, практически целесообразным и весьма перспективным подходом к решению более общей проблемы существенного повышения уровня капитализации, эффективности и рентабельности современных крупномасштабных промышленных предприятий.

Библиография

[Борисенко, 2004] В. Борисенко, Т. Борисенко. Процедурно-семантическая модель представления знаний и ее реализация в виде адаптивного объектно-ориентированного ядра корпоративной системы управления газотранспортной системой. - В кн. "Трубопроводные системы энергетики: Управление развитием и функционированием". - Новосибирск: Наука, 2004, с. 312-321.

Информация об авторах

Юрий Пономарев – заместитель директора по научно-исследовательским работам, к.т.н., Научно-исследовательский и проектный институт транспорта газа, ул. Маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина; e-mail: ponomar@itransgaz.com

Татьяна Борисенко – ведущий инженер-программист, к.т.н., Научно-исследовательский и проектный институт транспорта газа, ул. Маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина; e-mail: tiboris@itransgaz.com

Леся Медведева – директор департамента информационных ресурсов и технологий, Национальная акционерная компания (НАК) "Нефтегаз Украины", ул. Богдана Хмельницкого, 6, г. Киев, 01001, e-mail: medvedeva@naftogaz.net

Виктор Борисенко – начальник ИТ-отдела, ученый секретарь Совета института, к.т.н., Научно-исследовательский и проектный институт транспорта газа, ул. Маршала Конева, 16, г. Харьков, 61004, Украина; e-mail: vborisenko@itransgaz.com