

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА

Атрощенко В. А., Тишковский Д. В.

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия, e-mail: adm@kgtu.kuban.ru

В статье представлено математическое обеспечение информационной системы предприятий хлебопекарной промышленности Краснодарского края (на основании проведенных исследований информационных систем). Наиболее эффективным способом является использование унифицированных систем с возможностью синтеза по их функциональному назначению. Синтез оптимальной логической структуры распределенной базы данных (РБД) рассматривается как процесс поиска оптимального варианта отображения канонической структуры РБД в логическую, обеспечивающего оптимальное значение заданного критерия эффективности функционирования корпоративных информационных систем и удовлетворяющего основным системным, сетевым и структурным ограничениям.

В качестве основных критериев эффективности используются:

- минимум общего времени последовательной обработки множества запросов (транзакций);
- минимум общего времени параллельной обработки множества запросов пользователей, в т.ч. при наличии многопроцессорных серверов.

Предложен обобщенный алгоритм решения задачи синтеза оптимальной логической структуры РБД, минимизирующей максимальное время реализации множества запросов и транзакций, инициируемых различными классами пользователей.

Ключевые слова: информационные системы, распределенные базы данных, оптимизация синтеза, базы метаданных.

MATHEMATICAL SOFTWARE INFORMATION SYSTEM BAKING INDUSTRY REGION

Atroschenko V. A., Tishkovsky D. V.

Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: adm@kgtu.kuban.ru.

The article presents a software information system of baking industry of Krasnodar Krai (on the basis of research information systems). The most effective way is to use a unified synthesis with the possibility of their functional purpose. Optimal synthesis of the logical structure of a distributed database (DDB) is considered as the process of finding the optimal variant of the canonical structure mapping DDB to logic, which provides an optimal value of the specified performance criteria of corporate information systems and the main system, network, and structural constraints.

The main performance criteria are used:

- A minimum total time to process through a set of queries (transactions);
- A minimum total time of the parallel processing of multiple user requests, including in the presence of multi-processor servers.

A generalized algorithm for solving the optimal synthesis of the logical structure of DDB that minimizes the maximum realization of the set of queries and transactions initiated by different classes of users.

Key words: information systems, distributed databases, optimization of the synthesis, database metadata.

Введение. В результате проведенного исследования [2] была определена структура информационной системы предприятия хлебопекарной промышленности региона. В настоящее время отсутствуют информационные системы, которые могли бы реализовать весь необходимый функционал в рамках единого пространства. В свою очередь стоимость работ по созданию такой информационной системы с необходимым функционалом достаточно высока.

Наиболее эффективным способом является использование унифицированных систем с возможностью синтеза по их функциональному назначению.

Основная цель интеграции различных подсистем на предприятии – создание единого информационного пространства предприятия для объективной и оперативной оценки текущей ситуации, оперативного принятия оптимальных управленческих решений, ликвидации, наконец, информационных и организационных барьеров между управленческим и технологическим уровнями.

Синтез оптимальной логической структуры распределенной базы данных (РБД) рассматривается как процесс поиска оптимального варианта отображения канонической структуры РБД в логическую, обеспечивающего оптимальное значение заданного критерия эффективности функционирования корпоративных информационных систем и удовлетворяющего основным системным, сетевым и структурным ограничениям. При отображении канонической структуры в логическую группы данных объединяются в типы логических записей с одновременным распределением их и локальных баз метаданных (ЛБМД) репозитария по узлам вычислительных систем (ВС). Сложность решения задач синтеза определяется их большой размерностью, связанной с необходимостью учета большого числа параметров и характеристик хранимой в РБД и ЛБМД репозитария информации, запросов и транзакций.

Результаты, полученные на этапе синтеза оптимальной логической структуры РБД, являются исходными для проектирования физической структуры БМД репозитария, а также логических структур локальных и сетевых БД, эффективного использования сетевых протоколов, обеспечивающих предотвращение взаимоблокировок и появления тупиковых ситуаций при функционировании корпоративных информационных систем.

Логическая структура РБД и структура размещения БМД репозитария должны обеспечивать сохранение семантических свойств информационных элементов и связей между ними, зафиксированных в канонической структуре РБД с учетом ограничений, накладываемых параметрами СУРБД и локальных СУБД, аппаратных средств передачи данных, топологией ВС и требованиями различных режимов функционирования корпоративных информационных систем.

Можно выделить следующие характеристики систем:

1. Стоимостные характеристики функционирования РБД.
2. Объемные характеристики функционирования РБД.
3. Временные характеристики функционирования РБД.

Содержательная постановка задачи синтеза оптимальной логической структуры РБД формулируется следующим образом: по известным характеристикам P_U , P_Q , P_D , P_3 , P_K , P_0

соответственно, множеств пользователей РБД, узлов ВС, групп данных канонической структуры РБД, детерминированных запросов и транзакций, а также локальных баз метаданных (ЛБМД) репозитария необходимо определить:

а) логическую структуру РБД в виде множества типов логических записей $H=\{h_i\}$ и отношений между ними $A^{3П} = \|\|a_{ii}^{3П}\|\|$;

б) размещение типов записей $\Psi^{3П} = \|\|\psi_{ir}^{3П}\|\|$ и ЛБМД репозитария $\Psi^{МО} = \{\psi_{jr}^{МО}\}$ по серверам узлов ВС, которые обеспечивают оптимальное значение заданного критерия эффективности функционирования АИУС при сетевых, системных и структурных ограничениях, т.е. выполнить преобразование [1]

$$IM \langle P_U, P_Q, P_D, P_3, P_K, P_O \rangle \xrightarrow{\xi^{ND}(F \rightarrow opt)} ND \langle P_{DDB}, P_{DBM} \rangle \quad (1)$$

Где $\xi^{ND}(F \rightarrow opt)$ – оператор синтеза, обеспечивающий оптимум заданной целевой функции; P_{DDB} – множество характеристик оптимальной логической структуры РБД, P_{DBM} – оптимальная структура размещения ЛБМД репозитария по узлам ВС.

Результаты решения задач синтеза позволяют определить:

- состав, структуру, характеристики типов логических записей отношения между ними;
- размещение типов записей в ВС и использование их процедурами обработки данных;
- структуру размещения ЛБМД репозитария по узлам ВС.

В качестве основных критериев эффективности используются:

- минимум общего времени последовательной обработки множества запросов (транзакций);
- минимум общего времени параллельной обработки множества запросов пользователей, в т.ч. при наличии многопроцессорных серверов.

Задача синтеза по критерию минимума общего времени последовательного выполнения множества транзакций формулируется следующим образом [1]:

$$\min_{\{z_{ir}, \gamma_{ir}\}} \sum_{k=1}^{K_0} \sum_{s=1}^{S_0} z_{ks}^k \cdot \phi_{ks}^k \cdot \left\{ \sum_{r=1}^{R_0} \gamma_{r1} \cdot \left[\sum_{i=1}^{R_0} 1 - z_{rs}^M \cdot \delta_{rs}^k \cdot (t^i + t_{r13}^{iM}) + \sum_{i=2}^{R_0} z_{rs}^2 \cdot (t^{iB} + t_{r12}^{iB} + t_{r12}^{iP}) \right] + \sum_{i=1}^{R_0} \sum_{j=1}^{t_0} z_{rs}^j \cdot (t_{r2}^i + t_{r2}^j + 2 \cdot t_s^i) \right\} \quad (2)$$

Задача синтеза по критерию минимума общего времени параллельной реализации множества запросов пользователей формулируется следующим образом [1]:

$$\min_{\{z_{ir}, \gamma_{ir}\}} \left(\sum_{k=1}^{K_0} \sum_{p=1}^{P_0} z_{kp}^k \cdot \phi_{kp}^k \cdot \left\{ \sum_{r=1}^{R_0} \gamma_{r1} \cdot \left[\sum_{i=1}^{R_0} 1 - z_{rs}^M \cdot \delta_{rs}^k \cdot (t^i + t_{r13}^{iM}) + \sum_{i=2}^{R_0} z_{rs}^2 \cdot (t^{iB} + t_{r12}^{iB} + t_{r12}^{iP}) \right] + \max_{\{z_{r2}\}} \left(z_{r2} \cdot t_{r2}^{iP} + \sum_{i=1}^{t_0} z_{r2}^i \cdot (t_{r2}^{iP} + f_{r2} \cdot (t_{r2}^i + t_{r2}^j)) \right) \right\} \right) \quad (3)$$

Ограничениями задачи синтеза ИС ПХП являются:

–количество размещаемых в сети копий логических записей

$$\sum_{r1}^{R_0} y_{ir} \leq k_i^{kon}; \quad (4)$$

–количество размещаемых в сети копий ЛБМД репозитария

$$\sum_{r1}^{R_0} y_{jr} \leq k_j^{kon}. \quad (5)$$

В случае проектирования ИС ПХП необходимо обеспечить гарантированный уровень качества проектных решений для заданного множества пользователей (классов пользователей). Для проектирования логических структур РБД в этом случае целесообразно использовать минимаксные критерии. Задача синтеза логической структуры РБД, минимизирующей максимальное время реализации множества запросов и транзакций, инициируемых различными классами пользователей, формализуется следующим образом [1]:

$$\min_{\{x_{it}, y_{ir}, z_{pr}^M, z_{sr}^M\}} \max_{u \in U} T_{u_v}(x_{it}; y_{ir}; z_{pr}^M; S_{sr}^M), \quad (6)$$

где T_{u_v} – время выполнения "рабочей нагрузки" u_v -го класса пользователей ($u_v \in U$).

Выражение для T_{u_v} представляет собой логическую компоновку выражений 2 и 3.

Задачи синтеза оптимальных логических структур РБД и БмД являются нелинейными задачами целочисленного программирования, относящиеся к классу NP-сложных. Анализ комбинаторных особенностей сформулированных задач позволил разработать эффективные точные и приближенные алгоритмы их решения.

Необходимость двухшагового решения задачи обусловлена отсутствием на каждом шаге построения дерева поиска S_ϕ^ψ информации, позволяющей определить оптимальное количество копий размещаемой логической записи в ВС. Такая информация, формализованная в виде матрицы размещения $\Psi^{3П} = \|\psi_{ir}^{3П}\|$, является результатом построения полного дерева S_ϕ^ψ . Анализ матрицы $\Psi^{3П}$ позволяет оценить каждый тип записи и разместить их копии с учетом частоты использования территориально распределенными пользователями.

Обобщенный алгоритм решения задачи синтеза оптимальной логической структуры РБД, минимизирующей максимальное время реализации множества

запросов и транзакций, инициируемых различными классами пользователей (задача (6) при ограничениях(4)- (5)), приведен на рисунке 1.

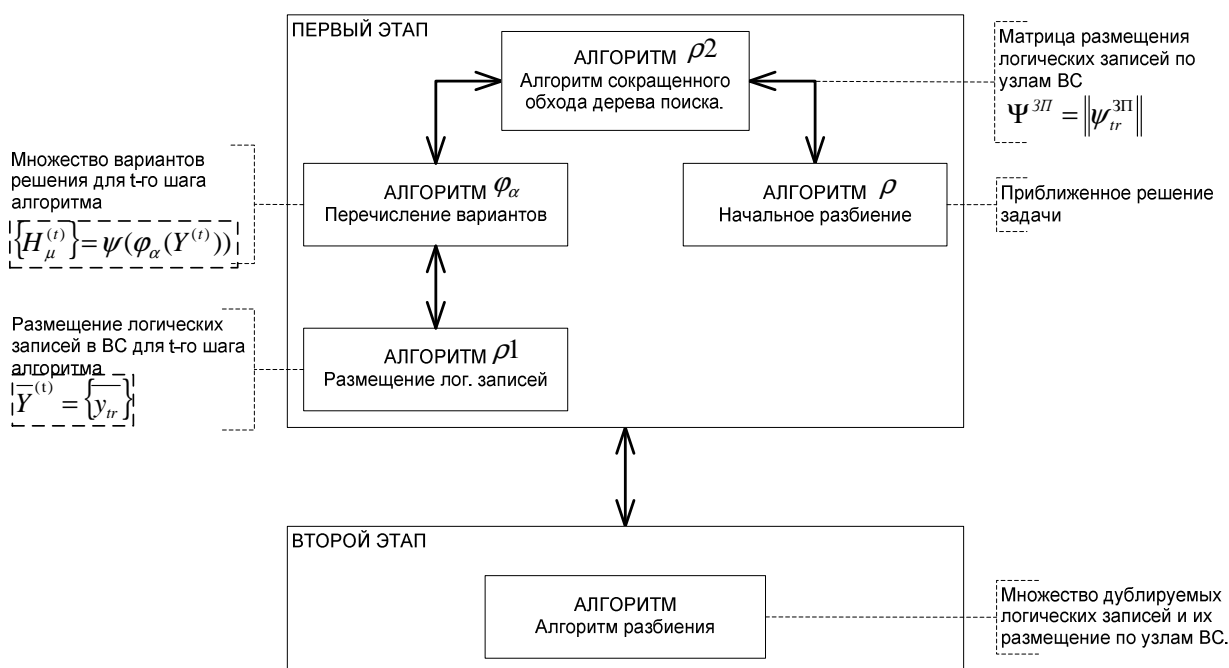


Рисунок 1. Алгоритм решения задачи синтеза оптимальной логической структуры РБД

Для решения этих задач применяются модифицированные методы решения комбинаторных задач, учитывающие специфику их графовой интерпретации. Практическое применение приближенных алгоритмов при решении задач средней размерности (количество групп данных порядка 60, количество узлов – 6) дало результаты, отличающиеся менее чем на 10–15 % от результатов, полученных точными методами.

Результаты от реализации ИС ПХП $P_{ит}$ складываются из суммы эффектов от внедрения i -х локальных ИС ПХП и эффекта их взаимодействия (синергизма), которые можно определить по следующему выражению [1]:

$$P_{ит} = \sum_{i=1}^K P_{ли} + P_{Взт} \frac{1}{(1 + E_c)^t}, \quad (7)$$

где K – количество i -х локальных АИСУ;

$P_{Взт}$ – эффект взаимодействия (синергизма) от реализации i -й ИС ПХП в t -м году по определенным ступеням интеграции.

E_c – ставка дисконта на t -м интервале времени инвестиционного периода.

В условиях ИС ПХП эффект синергизма образуется за счет следующих факторов:

- использования единого организационного, информационного, технического, программного, правового и лингвистического обеспечения;

- использования единой перерабатывающей и передающей среды;
- согласованного функционирования i -х локальных ИС ПХП по определенным критериям и показателям;
- повышения степени достоверности переработанной информации;
- сокращения времени документооборота;
- синхронизации проведения работ по переработке информации;
- согласования во времени обмена информацией между различными уровнями иерархии управления;
- ускорения передачи управляющей информации;
- возможности одновременного доступа к единым БД (хранилищу информации).

Заключение. Таким образом, используя выбранный математический аппарат, возможно построение оптимальных информационных систем в условиях их специфических ограничений, позволяющих обрабатывать большие объемы данных в минимально короткое время.

Список литературы

1. Атрощенко В. А., Тишковский Д. В. К вопросу выбора методов синтеза оптимальных структур распределенных баз данных на предприятиях хлебопекарной промышленности // Труды международной научной конференции. Технические и технологические системы. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2008.
2. Колотова А. А. Стратегическое управление организационно-экономической устойчивости фирмы. Логистикоориентированное проектирование бизнеса / А. А. Колотова, И. Н. Омельченко. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 600 с.
3. Кульба В. В., Ковалевский С. С., Косяченко С. А., Сиротюк В. О. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределённых баз данных. Серия «Информатизация России на пороге XXI века». М.: СИНТЕГ, 1999. 660 с.
4. Маклаков С. ВРwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем / С. Маклаков. М.: Диалог МИФИ, 2000. 256 с. Акулич И. JT. Математические методы и компьютерные технологии решения оптимизационных задач./ И. Л. Акулич, В. Ф. Стрельчонок. Рига, 2000.
5. Мыльник В. В., Титаренко Б. П., Волочиенко В. А. Исследование систем управления: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект, Деловая книга, 2003. 352 с.

6. Старовойтов М. К., Фомин П. А. Практический инструментарий организации управления промышленным предприятием: Монография / М. К. Старовойтов, П. А. Фомин. М.: Высшая школа, 2002. 352 с.
7. Щиборщ К. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий России / К. В. Щиборщ. М.: Д и С, 2003. 320 с.

Рецензенты:

Шевцов Юрий Дмитриевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.

Ключко Владимир Игнатьевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар.