

УДК 629.78.018

М.А. ЕЛЕНЕВИЧ, П.А. ЛУЧШЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУБД ACCESS В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Рассматривается проблема обеспечения производительности СУБД ACCESS в задачах обработки телеметрической информации космических аппаратов. Представлена модель системы хранения телеметрических данных и приведена модель базы данных, которая может быть использована в данной задаче. Проведены экспериментальные исследования на производительность СУБД ACCESS. Показано, что производительность существенно не зависит от размера базы данных и количества обрабатываемых файлов телеметрической информации. Определена зависимость размера базы данных от количества данных. Определено время сохранения и поиска данных в зависимости от их структуры.

Ключевые слова: телеметрическая информация, СУБД, БД РВ, производительность, модель базы данных.

Введение

Телеметрия – дословно означает измерение на расстоянии. Целевым назначением систем телеметрии является оперативный сбор данных о состоянии каждого объекта, отображение этого состояния (или происходящего процесса) в реальном времени в наиболее удобном для восприятия управляющего персонала виде и обеспечение своевременной передачи команд управления. В зависимости от специфики объектов возможен и ряд других функций, например, программное управление, ведение архивов, формирование отчетов и прочее. В последнее время стали активно разрабатываться системы автоматизированной обработки ТМИ [1], которые обязательно включают в себя системы хранения. Для хранения ТМИ целесообразно использовать базы данных реального времени (РВ), так как процесс приема и обработки телеметрических данных осуществляется в режиме РВ и имеет непрерывный характер, а объемы потоков данных могут иметь большой размер. Для приложений, в которых требуется обработка потоков данных большого объема в реальном времени, одним из основных требований является гарантия детерминизма и реактивности, как ключевых требований к системам РВ, что не всегда могут гарантировать традиционные схемы обработки данных.

1. Анализ проблемных вопросов обеспечения производительности БД РВ в задачах обработки ТМИ КА

Система обработки информации космического аппарата – совокупность программных и аппаратных средств, позволяющих передавать информацию

между космическим аппаратом (КА) и центром управления полётом этого космического аппарата. Передаваемую информацию можно разделить на три основных типа: научная информация (КА-Земля), служебная и телеметрическая информация (КА-Земля), командно-программная информация (Земля-КА).

Управление полётом космического аппарата осуществляется автоматизированной системой управления, состоящей из двух основных частей: бортовой и наземной. Бортовой комплекс управления космическим аппаратом состоит из двух главных систем: управления движением и управления ориентацией.

Основной задачей системы управления космическим аппаратом является управление ориентацией космического аппарата и движением его центра масс. Для этого необходимы системы обработки телеметрической информации. Системы обработки командно-программной информации (КПИ) и ТМИ используют цифровую форму представления сообщений в виде равномерного двоичного кода [2].

Процессы преобразования информации в телеметрической системе можно представить в виде структурной модели с несколькими уровнями, которые позволяют описать ТМИ различными уровнями представления. Каждый уровень представления соответствует одному из этапов обработки (рис. 1). Под моделью ТМИ будем понимать некоторую стандартную форму представления информации о сигнале или группе сигналов:

$$TMI = (Signals, Definitions),$$

где множество сигналов *Signals* описывается соответствующим множеством атрибутов *Definitions*. На по-

следнем этапе обработки телеметрическую информацию необходимо сохранять в специальную систему хранения. В задачах обработки ТМИ для этой цели используются базы данных реального времени.

База данных РВ (БД РВ) – база данных, обработка данных в которой, происходит с учетом огра-

ничений реального времени [3]. БД РВ применяется в системах промышленной автоматизации АСУ ТП. БД РВ должна обеспечивать синхронизацию, репликацию данных и обеспечивать резервирование для обеспечения отказоустойчивости в реальном масштабе времени.



Рис. 1. Этапы обработки ТМИ

Для приложений, в которых требуется обработка потоков данных большого объема в реальном времени, традиционная схема обработки данных не всегда приемлема из-за невозможности гарантировать детерминизм и реактивность, как ключевые требования к системам РВ. Под детерминизмом будем понимать возможность системы реального времени отвечать на внешние события в специфицированное время. Под реактивностью будем понимать свойство системы, определяемое через способность системы выдерживать минимальные интервалы времени между внешним событием (в том числе и запуском программы) и получением результата (управляющего воздействия). Дополнительно к общим требованиям, предъявляемым к любой СУБД, СУБД РВ должна [4]:

- содержать встроенные механизмы, обеспечивающие устойчивость к "дефектам" потоков данных, среди которых выделим отсутствие и нарушение порядка данных в потоке;
- гарантировать предсказуемые и повторяемые результаты;
- обеспечивать высокоскоростное чтение и выборку данных;
- обеспечивать динамическую оптимизацию объема записываемой информации в реальном вре-

мени и разбиение данных на тома;

- обеспечивать автоматическое восстановление данных после сбоя;
- выполнять статистическую обработку архивных данных;
- выполнять раздельное архивирование групп данных (например, быстро меняющиеся параметры и сводные показатели);
- управлять архивированием в реальном времени;
- иметь развитые средства отладки и формирования SQL-запросов.

Для представления ТМИ в БД РВ необходимо учесть, что стандартная форма представления информации о сигнале или группе сигналов разбивается на 2 составляющие: статическую и динамическую.

Статическая составляющая содержит справочную информацию, необходимую, например, для описания правил первичного декодирования сигналов пакетной телеметрии, описания формата вывода, граничных значений и пр. Динамическая часть содержит информацию о состоянии сигналов, полученных с объекта наблюдения, сохраненную с учетом ограничений реального времени, которые определяются интенсивностью поступления ТМИ.

2. Цели исследования

Для эффективного применения БД РВ в системах обработки ТМИ необходимо гарантировать соответствие пропускной способности системы накопления информации ограничениям РВ, поэтому целью данного исследования является экспериментальная оценка возможности применения выбранной СУБД ACCESS для хранения телеметрической информации и оценка ее производительности.

СУБД ACCESS в этом случае выбрана как легкодоступный прототип БД РВ только для решения исследовательских задач.

3. Результаты исследования

3.1. Модель системы хранения телеметрической информации

Производительность системы хранения телеметрической информации может зависеть от количества информации, которое уже хранится в базе данных. Кроме этого представляет интерес зависимость размера базы данных от количества записей в ней [5]. Производительность системы хранения ТМИ определяется следующими параметрами:

- количество операций записи параметров ТМИ в секунду;

- количество операций чтения параметров ТМИ в секунду;

- зависимость времени выполнения операций чтения/записи от размера БД.

В процессе исследований необходимо в процессах чтения-записи N тегов базы данных измерять и регистрировать для последующей обработки затраты времени на выполнение этих операций в различных режимах работы. В операциях записи необходимо реализовать цикл генерации случайных значений для записи в БД, а в операциях чтения – цикл выборки полученных значений из БД.

На рис. 2 представлена модель системы хранения ТМИ, где РМО – рабочее место оператора.

3.2. Модель базы данных

База данных (рис. 3) состоит из двух логически взаимосвязанных частей:

- конфигурационной (с достаточно редкими изменениями в правилах обработки и преобразования данных);
- результатов обработки и преобразования данных (телеметрической информации).

В конфигурационную часть входят таблицы:

- Digestory – справочник файлов и интервалов времени в этих файлах;

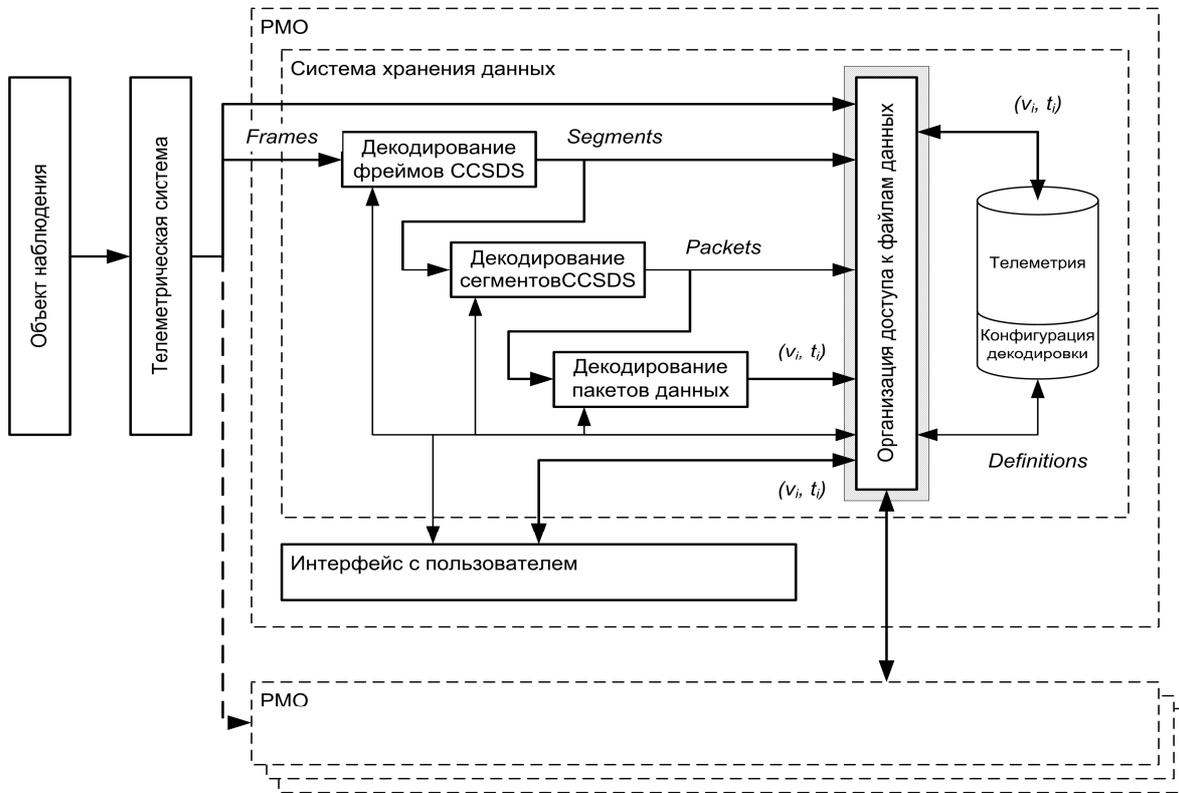


Рис. 2. Модель системы хранения телеметрической информации

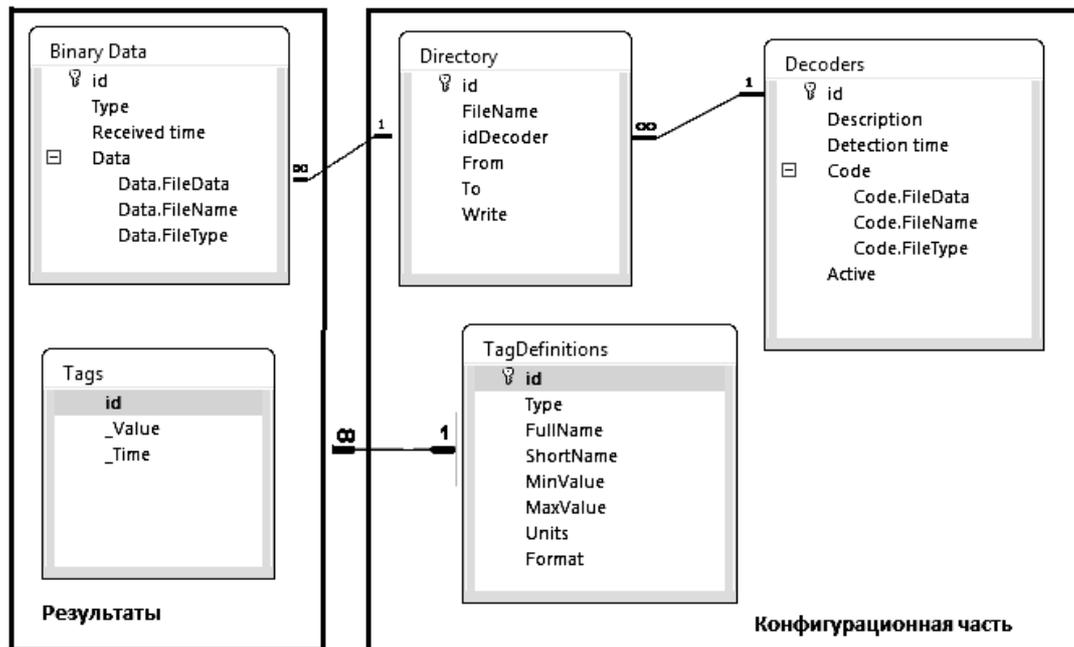


Рис. 3. Модель базы данных для хранения ТМИ

– Decoders – таблица предназначена для хранения DLL с декодером, который преобразует из пакетного формата (пакеты, сегменты, фреймы; BinaryData) в обычный (в виде "время-значение");

– TagDefinitions – таблица с описанием параметров.

В часть, отвечающую за результаты, входят такие таблицы:

– Binary Data – пакетная телеметрия без дешифрования;

– Tags – результаты дешифровки телеметрических данных, включающие значения и отметки времени получения телеметрических сигналов;

3.3. Обработка и анализ данных

Для проведения исследований использован программно-аппаратный комплекс со следующей конфигурацией:

– Windows(R) XP Professional x64 Edition, Version 5.2.3790 Service Pack 2 Build 3790;

– System Type x64-based PC с процессором EM64T Family 15 Model 4 Stepping 1 Genuine Intel ~2542 Mhz;

– Total Physical Memory - 4 606.79 MB;

– Available Physical Memory - 3.29 GB;

– Total Virtual Memory - 12.12 GB;

– Available Virtual Memory - 11.40 GB;

– Page File Space - 7.98 GB.

Результаты измерений (рис. 4, 5) позволяют сделать следующие выводы.

1. Затраты времени практически не зависят от того, сколько записей уже находится в БД.

2. При решении практических задач нецелесообразно применение большого количества файлов для сохранения телеметрической информации, при этом в одном файле следует хранить не более одного миллиона записей ТМИ. Тем не менее, необходимость увеличения количества файлов для сохранения телеметрической информации может возникнуть для преодоления ограничений, свойственных конкретной СУБД (в MS ACCESS есть ограничение на размер БД в 2ГБ).

3. Во время операции обмена данными клиент и сервер проводят в режиме пользователя более 95 % общего времени, что свидетельствует об общей управляемости системы и ее готовности отреагировать на внешние воздействия с должной оперативностью.

4. Пропускная способность на операциях записи в систему хранения телеметрической информации заметно ниже, чем на операциях чтения. С точки зрения практических потребностей более желательна обратная зависимость, так как сохранение информации в БД имеет приоритетный характер.

5. Время выполнения операций, как чтения, так и записи практически не зависит от количества информации, уже имеющихся в БД, что является положительным моментом, так как не приводит к деградации характеристик системы в процессе длительной эксплуатации.

6. Использование более современных и мощных технических средств может повысить производительность системы в несколько раз.

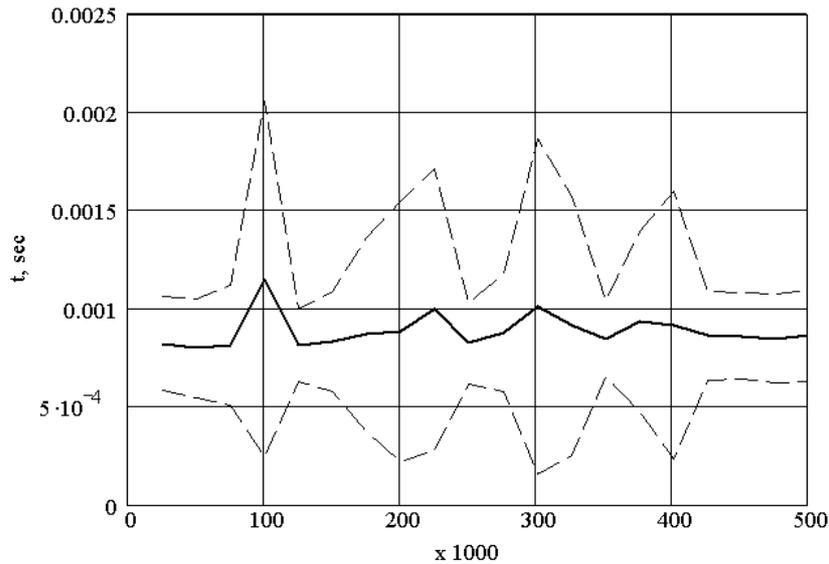


Рис.4. Затраты времени на выполнение одной операции чтения в зависимости от размера базы данных

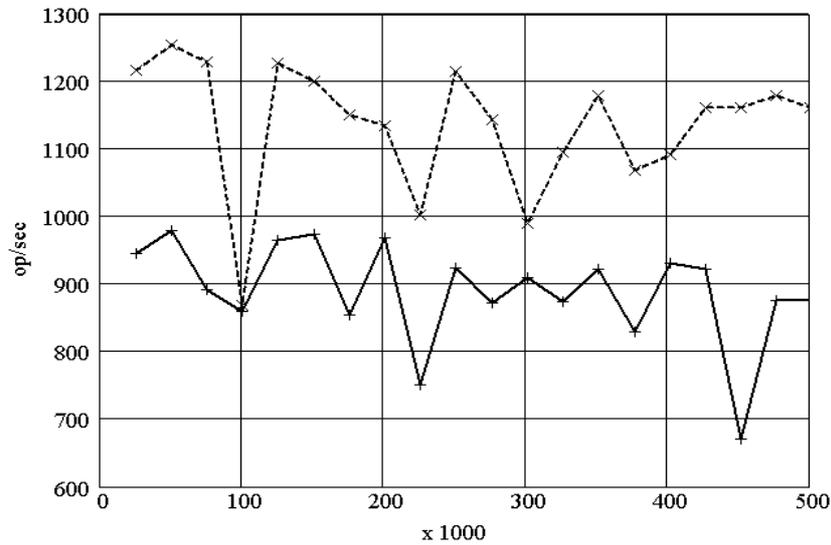


Рис. 5. Производительность системы в зависимости от количества записей в БД

Выводы

В результате проведения исследования были определены основные характеристики системы хранения телеметрической информации, определена зависимость размера базы данных от количества данных, время сохранения и поиска телеметрических данных в зависимости от объема и структуры данных.

Результаты исследования планируется использовать при разработке автоматизированного программного комплекса для хранения ТМИ.

Литература

1. Сайт [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry>. – 30.12.2011 г. – Заголовок с экрана.
2. Каргин, В.А. Особенности обработки телеметрической информации ракет-носителей в реальном масштабе времени [Текст] / В.А. Каргин, Н.В. Нездоровин, Д.А. Николаев // *Информация и космос*. – 2009. – № 4. – С. 77 – 82.
3. Управление базами данных в системах реального времени и встроенных системах [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/birdstep/ubdv.htm>. – 17.02.2012 г.

4. Сайт citforum.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://citforum.ru/database/articles/stream_8_req/. – 30.12.2011 г. – Заголовок с экрана.

5. Priority Inheritance in Real-Time Databases [Text] / J. Huang et al. – Real-Time Systems J., Sept. 1992. – 334 p.

Поступила в редакцію 17.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. зав. каф. економіки і маркетингу В.М. Варталян, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СКБД ACCESS В ЗАДАЧАХ ОБРОБКИ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

М.О. Єленевич, П.О. Лучшев

Розглядається проблема забезпечення продуктивності СУБД ACCESS в задачах обробки телеметричної інформації космічних апаратів. Представлена модель системи зберігання телеметричних даних і приведена модель бази даних, яка може бути використана в даній задачі. Проведено експериментальні дослідження на продуктивність СУБД ACCESS. Показано, що продуктивність істотно не залежить від розміру бази даних і кількості оброблюваних файлів телеметричної інформації. Визначено залежність розміру бази даних від кількості даних. Визначено час зберігання та пошуку телеметричних даних в залежності від їх структури.

Ключові слова: телеметрична інформація, СКБД, БД РВ, продуктивність, модель бази даних.

RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE DBMS ACCESS PRODUCTIVITY IN TASK OF SPACECRAFT'S TELEMETRY INFORMATION PROCESSING

M.A. Ielenevych, P.A. Luchshev

The performance problem of the DBMS ACCESS in tasks of processing spacecraft's telemetry data was investigated. The model of the storage system for telemetry data and the model of a database for using in this task are produced. The performance of the DBMS ACCESS have been studied experimentally. It is shown that the performance does not significantly depend on the size of the DBMS ACCESS and the processed files with telemetry data. The dependence of the size of the database on number of data is defined. Time of saving and search of telemetered data depending on size and data structure is defined.

Key words: telemetry information, DBMS, DB RT, productivity, database model.

Єленевич Марія Александровна – аспірант кафедри програмної інженерії Національного аерокосмічного університету ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: mari.yelen@rambler.ru.

Лучшев Павел Александрович – канд. техн. наук, доцент кафедри програмної інженерії Національного аерокосмічного університету ім. Н.Е. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: lpa@ai.kharkov.com.