

Модель и технология интеграции online-сервисов эксперимента ATLAS на Большом Адронном Коллайдере (БАК) и сервисов ГРИД-инфраструктуры

В.В. Кореньков, В.М. Котов, Н.А. Русакович, А.В. Яковлев

Объединенный институт ядерных исследований

В статье рассмотрены модель и технология интеграции сервисов реального времени из набора online-сервисов в ATLAS Control Room и сервисов передачи данных FTS (File Transfer System) ГРИД-инфраструктуры. Прототип системы удаленного доступа реального времени (СУДРВ), разработанный в ОИЯИ, обеспечивает доступ к данным, поступающим в ATLAS Control Room для проведения экспресс-анализа качества данных в ГРИД-системе обработки для экспериментов на Большом Адронном Коллайдере (БАК). Описаны структура и алгоритмы работы интегрированного комплекса, методы организации и управления распределенными потоками данных.

1. Введение

Основной проблемой современных крупномасштабных интернациональных проектов в области фундаментальной науки является географическая распределённость участников проектов, которым необходимо обеспечить удаленный доступ к экспериментальным установкам и информационно-вычислительным ресурсам для обработки экспериментальных данных.

Важной составляющей такого участия в обработке и анализе данных, получаемых в экспериментах на БАК является создание в Объединённом институте ядерных исследований (ОИЯИ) г. Дубна системы удалённого доступа реального времени (СУДРВ) и интеграция ее в глобальную сервис-ориентированную архитектуру ГРИД-системы сбора и обработки данных экспериментов на БАК.

Функционал СУДРВ должен обеспечивать не только удаленный мониторинг к процессам сбора и обработки данных, но и предоставлять условия для участия физиков ОИЯИ в географически распределенной системе анализа качества данных, полученных в ходе экспериментов на БАК.

СУДРВ должен удовлетворять следующим критериям:

- предоставлять безопасный и защищенный доступ к информации как в ATLAS Control Room (ACR), так и в других операционных центрах ATLAS в ЦЕРНе (Satellite Control Room (SCR));
- обеспечивать контроль доступа в режиме реального времени и управления ресурсами, для того, чтобы предотвратить любое вмешательство удаленного доступа в операционную деятельность системы сбора и обработки данных эксперимента ATLAS в ЦЕРНе;
- предоставлять инструментарий для совместной работы, как удаленных операторов в ACR, так для участия в распределенной системе анализа качества данных, полученных в ходе эксперимента ATLAS;

Кроме того, данный сервис может быть использован при обучении и предварительной подготовке сотрудников ОИЯИ для работы в эксперименте ATLAS в ЦЕРНе.

2. Модель композитного сервиса

СУДРВ как композитный сервис использует технологии и сервисы, входящие в состав мониторинга и управления обработкой на разных стадиях сбора и обработки данных эксперимента ATLAS, а также ГРИД сервисы доступа к данным и их передачи в СУДРВ ОИЯИ.

Модель композитного сервиса представлена на рис.1.

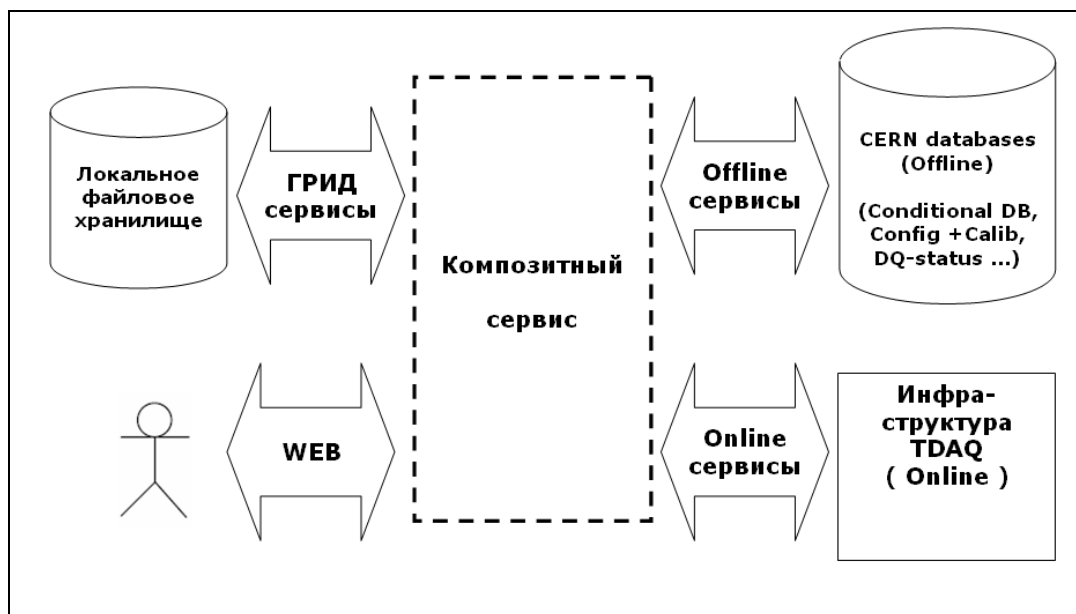


Рис. 1. Модель композитного сервиса

В качестве источников экспериментальных данных, получаемых в ходе текущего сеанса, поступающих в АСР в режиме реального времени выступают online - сервисы системы сбора и обработки данных TDAQ ATLAS, и прежде всего сервис WebIS, который обеспечивает удаленный доступ в режиме реального времени. Для доступа к данным об условиях проведения сеанса: конфигурации детекторов и подсистем, поправок магнитного поля, данные калибровки используются сервисы баз данных эксперимента ATLAS (ConfDB, ConditionDB),

Для передачи данных измерения в СУДРВ ОИЯИ для анализа их качества используются сервисы ГРИД (FTS), поэтому интеграция сервисов реального времени TDAQ и сервисов ГРИД является одной из основных функций и особенностью СУДРВ как композитного (составного) сервиса и позволяет организовать объединение вычислительных и программных ресурсов для решения задач в форме композитных приложений, необходимых для дальнейшей обработки и анализа качества данных измерения в оперативном режиме, близком к режиму реального времени.

3. Технологии композитного сервиса Remote Data Aggregator (RDA)

Основным содержательным элементом композитного сервиса представленной модели является Remote Data Aggregator(RDA). Технологии и сервисы, используемые при создании RDA, можно условно разделить на внешние и внутренние.

3.1 Внешние сервисы

В качестве внешних сервисов RDA используются сервисы системы сбора и обработки данных TDAQ ATLAS и сервисы ГРИД инфраструктуры экспериментов на БАК ЦЕРН.

File Transfer Service (FTS) – сервис передачи данных, реализованный в рамках проекта WLCG (ГРИД). Сервис FTS обеспечивает надёжность передачи данных и взаимодействие между остальными сервисами управления передачей данных ГРИД – инфраструктуры экспериментов, необходимых для передачи данных экспресс-анализа качества из ЦЕРНа в локальное файловое хранилище СУДРВ ОИЯИ.

Схема взаимодействия RDA с сервисами FTS приведена на рис.2.

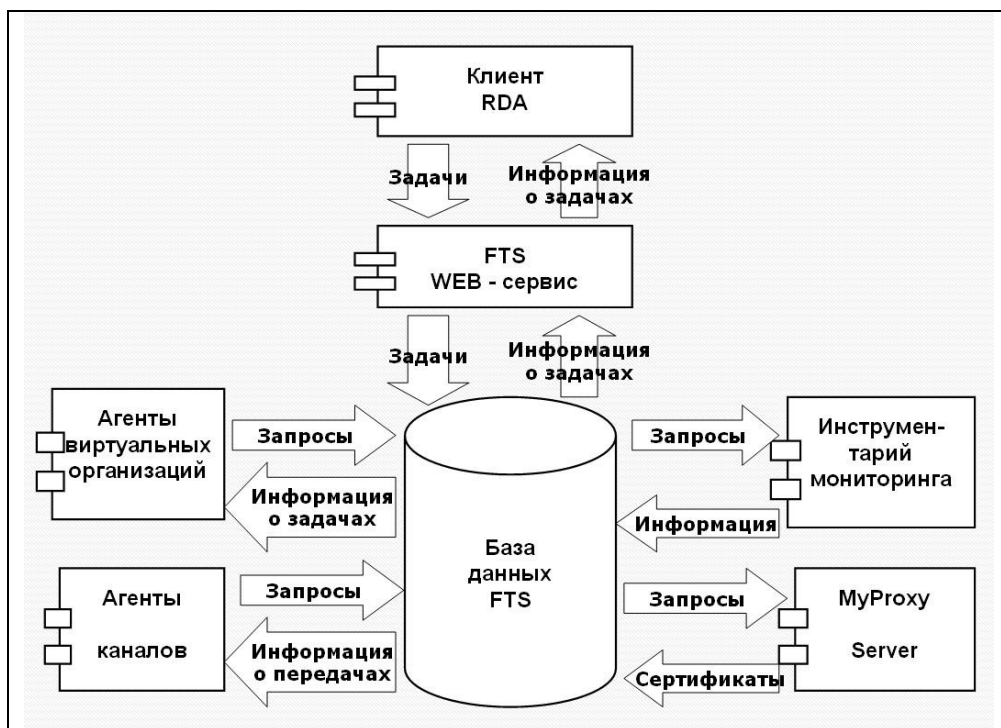


Рис. 2. Схема взаимодействия RDA с сервисами FTS

WebIS - сервис удаленного мониторинга обеспечивает доступ к сервису информационного обмена (Information service (IS)) online-сервисов системы сбора и обработки данных TDAQ ATLAS и предназначен для передачи в режиме реального времени информации о процессах сбора и обработки данных. IS является информационной шиной межпроцессорного обмена специализированного промежуточного программного обеспечения TDAQ.

Сервис WebIS позволяет удаленному пользователю осуществлять интерактивные запросы для доступа к информации, поступающей с внутренних IS-серверов TDAQ, и является эффективным средством при разработке композитных приложений удаленного мониторинга.

Data Quality Monitoring Framework (DQMF) - является инструментарием для разработки композитных приложений по анализу качества данных в рамках TDAQ ATLAS. DQMF взаимодействует с сервисами online мониторинга и сервисами конфигурирования и управления инфраструктурой TDAQ ATLAS.

RDA использует DQMF для формирования запросов на выборку и получение данных необходимых удаленному пользователю для проведения анализа качества данных, обеспечивая их полноту и непротиворечивость.

Взаимодействие компонентов DQMF с сервисами TDAQ приведено на рис.3.

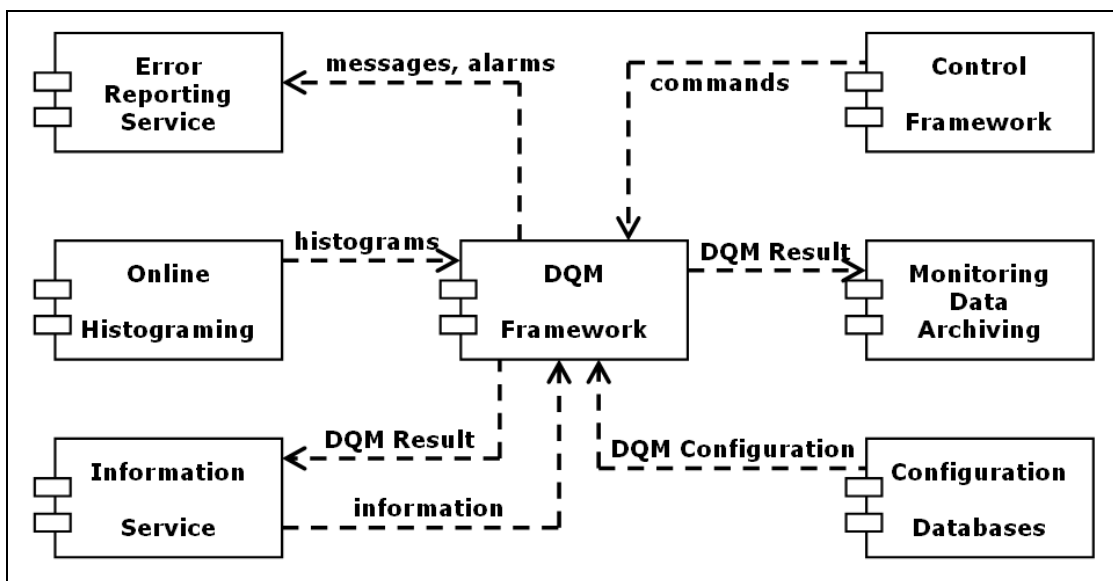


Рис. 3. Взаимодействие компонентов DQMF с сервисами TDAQ

3.2 Внутренние модули (сервисы)

Внутренними модулями (сервисами) являются программные компоненты, разработанные непосредственно для RDA.

Планировщик заданий

Планировщик заданий является центральным модулем сервиса RDA и обеспечивает координацию взаимодействия модулей и сервисов RDA. Планировщик осуществляет маршрутизацию заданий (запросов), полученных от пользователя и сопровождение их в течение всего хода обработки запросов. Планировщик установлен на аппаратном обеспечении инфраструктуры СУДРВ в ОИЯИ.

Сервис обработки запросов

Задачей данного сервиса является взаимодействие с пользователем. Сервис предоставляет пользователю web-интерфейс, позволяющий осуществлять запрос (выбор) требуемых данных для последующей передачи. Сервис установлен на аппаратном обеспечении инфраструктуры СУДРВ в ОИЯИ.

Сервис сбора данных

Обеспечивает сбор данных из различных источников инфраструктуры эксперимента на БАК ЦЕРН, предварительную обработку и их упаковку для передачи при помощи сервисов ГРИД в СУДРВ ОИЯИ. Сервис сбора данных установлен на аппаратном обеспечении, находящемся в общедоступной сети в ЦЕРНе (CERN Public Network).

Сервис обработки данных

Задачей данного сервиса является взаимодействие с сервисом FTS распаковка данных и запись локальное в файловое хранилище СУДРВ, для дальнейшей обработки. Сервис обработки данных установлен на аппаратном обеспечении инфраструктуры СУДРВ в ОИЯИ.

Сервис-ориентированная архитектура компонентов RDA, интегрированная в структуру СУДРВ приведена на рис.4.

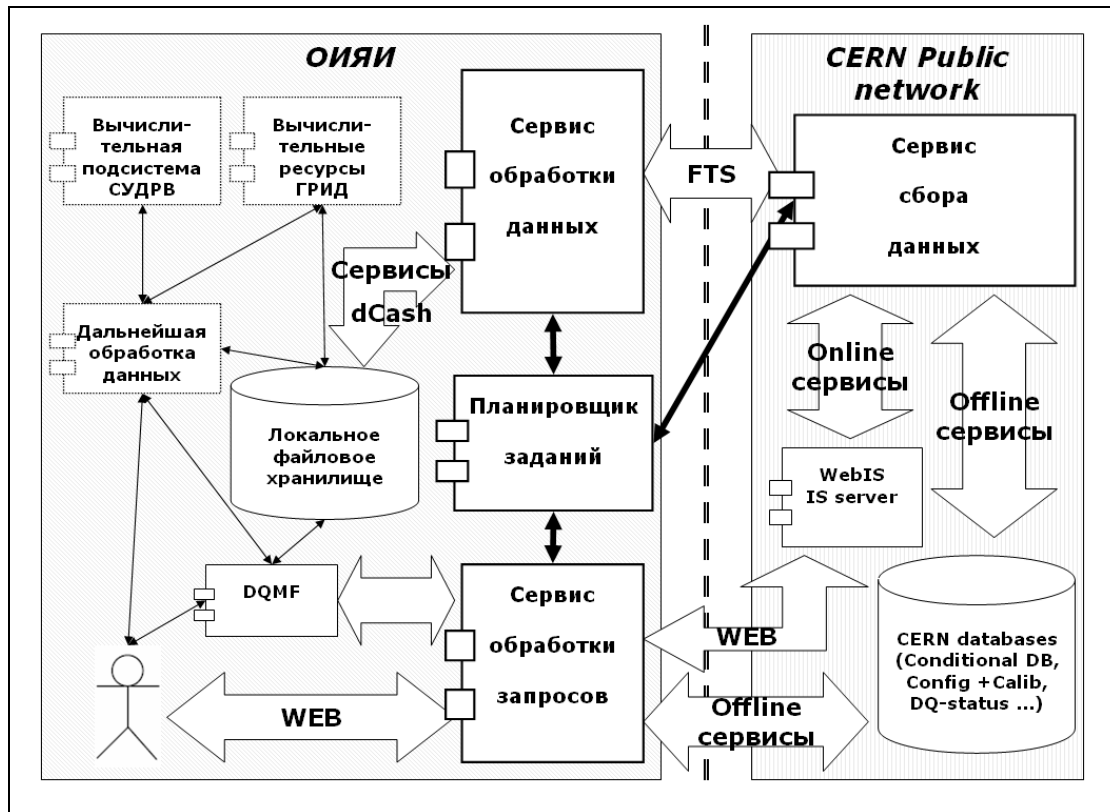


Рис. 4. Сервис-ориентированная архитектура компонентов RDA, интегрированная в структуру СУДРВ

3.3 Алгоритм работы композитного сервиса RDA

Пользователь через web-интерфейс обращается к сервису обработки запросов для выбора необходимых данных. При формировании запроса задается конфигурация набора данных (Dataset configuration) – список всех данных, которые соответствуют определенному событию или группе событий эксперимента ATLAS, необходимых для последующей обработки в СУДРВ ОИЯИ. Каждый вид обработки требует определенного набора данных, и при этом возможна ситуация, когда одному событию данных измерения будут соответствовать несколько разных наборов данных. Необходимость тех или иных дополнительных данных в наборе зависит от типа обработки, для которой этот набор подготовлен. Поэтому конфигурация содержит также и описание параметров источников данных, форматов, местонахождения данных, а также способов доступа к ним. При формировании запроса, данные, включенные в конфигурацию, проверяются с помощью сервисов DQMF на полноту и непротиворечивость.

Сформированный запрос поступает в очередь заданий Планировщика и передается в Сервис сбора данных. Пользователь через web-интерфейс может контролировать ход его выполнения.

Сервис сбора данных, в соответствии с заданной в запросе конфигурацией, осуществляет сбор данных из различных источников, а также обработку и упаковку полученных данных. Для доступа к данным, поступающим в режиме реального времени в ACR, используется сервис WebIS, который обеспечивает интерактивный доступ к этим данным в режиме реального времени. Для доступа к offline -данным (данные о конфигурации детекторов и подсистем, данные об условиях проведения сеанса) используются сервисы баз данных (ConfDB, ConditionDB). Упакованные данные передаются при помощи сервисов ГРИД (FTS) в Сервис обработки данных.

Сервис обработки данных осуществляет обработку данных, распаковку и подготовку к записи в локальное файловое хранилище. Для записи полученных данных в локальное файловое хранилище используются сервисы dCash.

4. Заключение

Сервис-ориентированная архитектура композитного сервиса интегрирует основные сервисы инфраструктуры СУДРВ (online - сервисы TDAQ Software и сервисы ГРИД), обеспечивая удаленного пользователя эффективным инструментом для дальнейшей обработки и анализа качества данных, получаемых в эксперименте ATLAS. Такой подход полностью соответствует концепции удаленного мониторинга эксперимента ATLAS, и обеспечивает участие физиков ОИЯИ в географически распределенной системе мониторинга и анализа качества данных в режиме реального времени.

Успешное выполнение данной работы было бы невозможно без поддержки и помощи: Livio Mapelli CERN Serguei Kolos, CERN, Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI); Igor Soloviev, CERN, Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), и сотрудников ATLAS DAQ Group CERN Physics Dept.

Литература

1. Mapelli L. The ATLAS Data Acquisition system: Why and How we did it like that. // XXII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing NEC'2009. –P.44.
2. V. Kotov, N. Russakovich. Development of the SYSTEM REMOTE ACCESS REAL TIME (SRART) at JINR for monitoring and quality assessment of data from the ATLAS LHC experiment // XXII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing NEC'2009. –P.37.
3. А. Ужинский, В. Кореньков. Архитектура сервиса передачи данных в grid // Журнал "Открытые системы", 2008 г. N2, URL: <http://www.osp.ru/os/2008/02/4926522/>
4. В.В. Кореньков, В.М. Котов, Н.А. Русакович, А.В. Яковлев. Система удаленного доступа реального времени (СУДРВ), как композитный сервис распределенной ГРИД-системы обработки данных экспериментов на Большом Адронном Коллайдере (БАК) // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010): Труды международной научной конференции (Уфа, 29 марта – 2 апреля 2010 г.) [Электронный ресурс] – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – с. 668.