

Технология интеграции online-сервисов эксперимента ATLAS на Большом адронном коллайдере и сервисов грид-инфраструктуры

В.В. Кореньков¹, В.М. Котов¹, Н.А. Русакович², А.В. Яковлев¹

¹Лаборатория информационных технологий ОИЯИ, Дубна

²Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

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 Большом адронном коллайдере (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.

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.

В качестве источников экспериментальных данных, получаемых в ходе текущего сеанса, поступающих в ACR в режиме реального времени выступают online - сервисы системы сбора и обработки данных TDAQ (Trigger and Data Acquisition) 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 грид-сервисы (FTS), поэтому интеграция сервисов реального времени TDAQ и грид-сервисов 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.

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.

Внешние сервисы

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

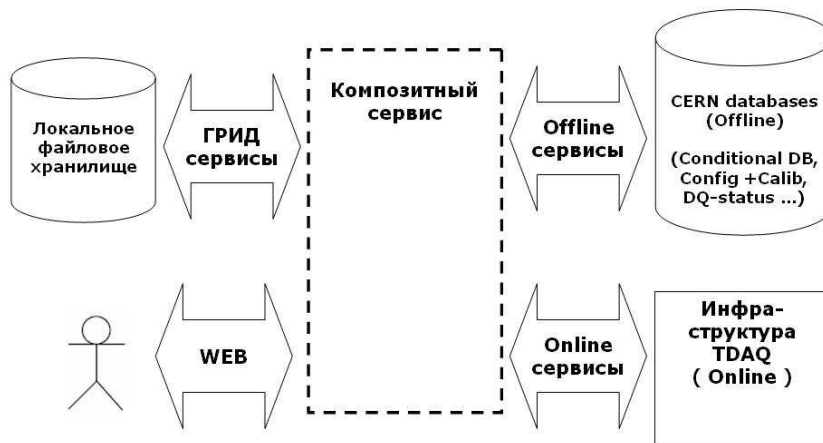


Рис. 1: Модель композитного сервиса

File Transfer Service (FTS) - сервис передачи данных, реализованный в рамках проекта WLCG (грид). Сервис FTS обеспечивает надёжность передачи данных и взаимодействие между другими сервисами управления передачей данных грид-инфраструктуры экспериментов, необходи-

мых для передачи данных экспресс-анализа качества из ЦЕРНа в локальное файловое хранилище СУДРВ ОИЯИ.

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

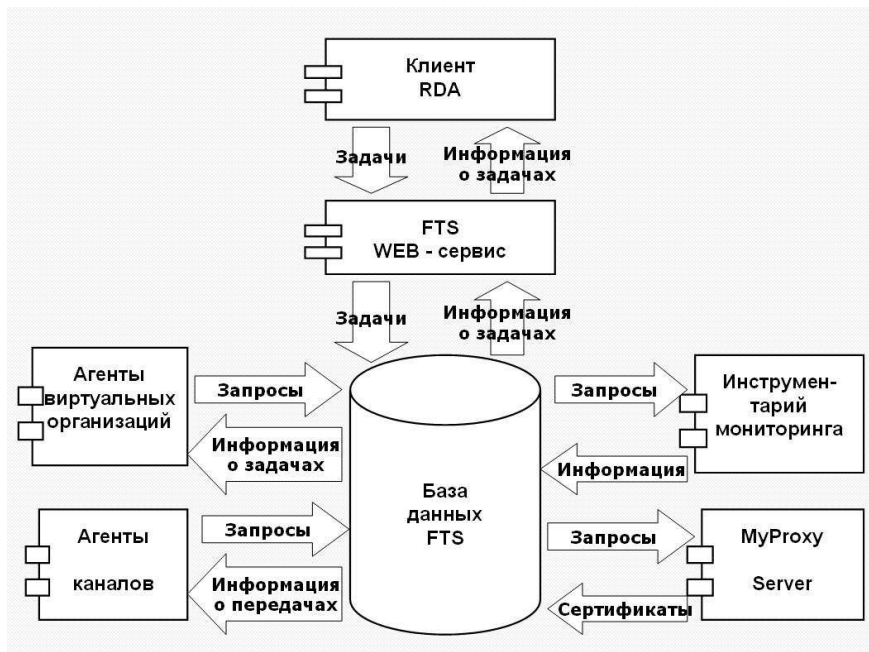


Рис. 2: Схема взаимодействия RDA с сервисами FTS

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 специализирован-

ного 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 инфраструктуры 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.

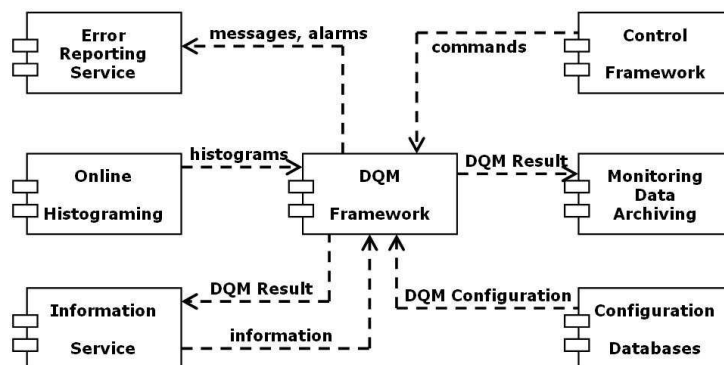


Рис. 3: Взаимодействие компонентов DQMF с сервисами TDAQ

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 грид-сервисов 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 взаимодей-

ствие с сервисом FTS, распаковка данных и запись в локальное 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.

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.

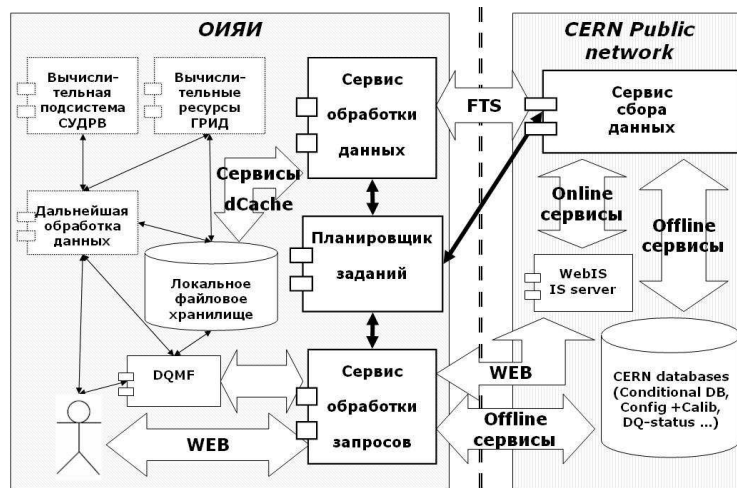


Рис. 4: Сервис-ориентированная архитектура компонентов RDA, интегрированная в структуру СУДРВ

Сформированный запрос поступает в очередь заданий Планировщика и передается в Сервис сбора данных. Пользователь через веб-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 грид-сервисов (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 dCache.

Заключение

Сервис-ориентированная архитектура композитного сервиса интегрирует основные сервисы инфраструктуры СУДРВ (online - сервисы TDAQ Software и грид-сервисы), 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, ПИЯФ; Igor Soloviev, CERN, ПИЯФ, и сотрудников ATLAS DAQ Group CERN Physics Dept.

Список литературы

- [1] Mapelli L. The ATLAS Data Acquisition system: Why and How we did it like that. // XXII International Symposium on Nuclear Electronics and 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 and 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.
- [5] В.В. Кореньков, В.М. Котов, Н.А. Русакович, А.В. Яковлев. Модель и технология интеграции online-сервисов эксперимента ATLAS на Большом Адронном Коллайдере (БАК) и сервисов ГРИД-инфраструктуры // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2011): труды международной научной конференции (Москва, 28 марта - 1 апреля 2011 г.) [Электронный ресурс] - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, с. 516-521, 2011. <http://omega.sp.susu.ac.ru/books/conference/PaVT2011>