Программный пакет

Дмитрий Заборов
(ИТЭФ)

Дубна, 2006

- Вычислительный GRID – форма распределенной вычислительной сети, предполагающая совместное координированное использование различными географически распределенными организациями вычислительных мощностей, программ, данных и систем их хранения, а также сетевых ресурсов.

Преимущества GRID

- ... перед простым набором независимых вычислительных кластеров
  - ✔ Автоматическое распределение нагрузки между кластерами
  - ✔ Доступ к системам хранения данных не зависит от географического положения за исключением потребления сетевых ресурсов
  - ✔ Унифицированная среда приложений и др.

Преимущества GRID

- ... перед одним большим “супер-кластером”
  - ✔ Б**о**льшая гибкость в плане организации и финансирования
  - ✔ Отсутствие необходимости выбора места строительства

Что такое gLite

- “Lightweight Middleware for Grid Computing”
- Программный пакет для организации географически распределенных вычислительных сетей
- Позволяет объединять в единую систему:
  - вычислительные кластеры
  - системы хранения данных
- www.glite.org

Происхождение gLite

- gLite – программное обеспечение GRID, разрабатываемое в рамках проекта EGEE (www.eu-egee.org), финансируемого Евросоюзом
- В пакете gLite использованы наработки, полученые в проектах
  - LCG (LHC Computing GRID)
  - EDG (European DataGrid)
  - Globus
  - и др.

Задействованные технологии

- Condor (входит в gLite WMS)
- Системы хранения данных CASTOR, dCache, и др.
- Базы данных Oracle, MySQL
- Языки XML, WSDL
- Axis, Tomcat (для Web-сервисов)
- и прочие

Web-сервисы

- Многие сетевые протоколы gLite определены с помощью языка WSDL (Web Service Definition Language)
  - WSDL – XML формат для описания сетевых сервисов как набора конечных точек (endpoints), оперирующих над сообщениями
  - Операции и сообщения описываются абстрактно и могут быть физически реализованы с использованием различных протоколов (SOAP, HTTP, и др.)
  - Существует взаимно однозначное соответствие между WSDL описанием сервиса и java-описанием его интерфейса
  - http://www.w3.org/TR/wsdl

gLite 3.0

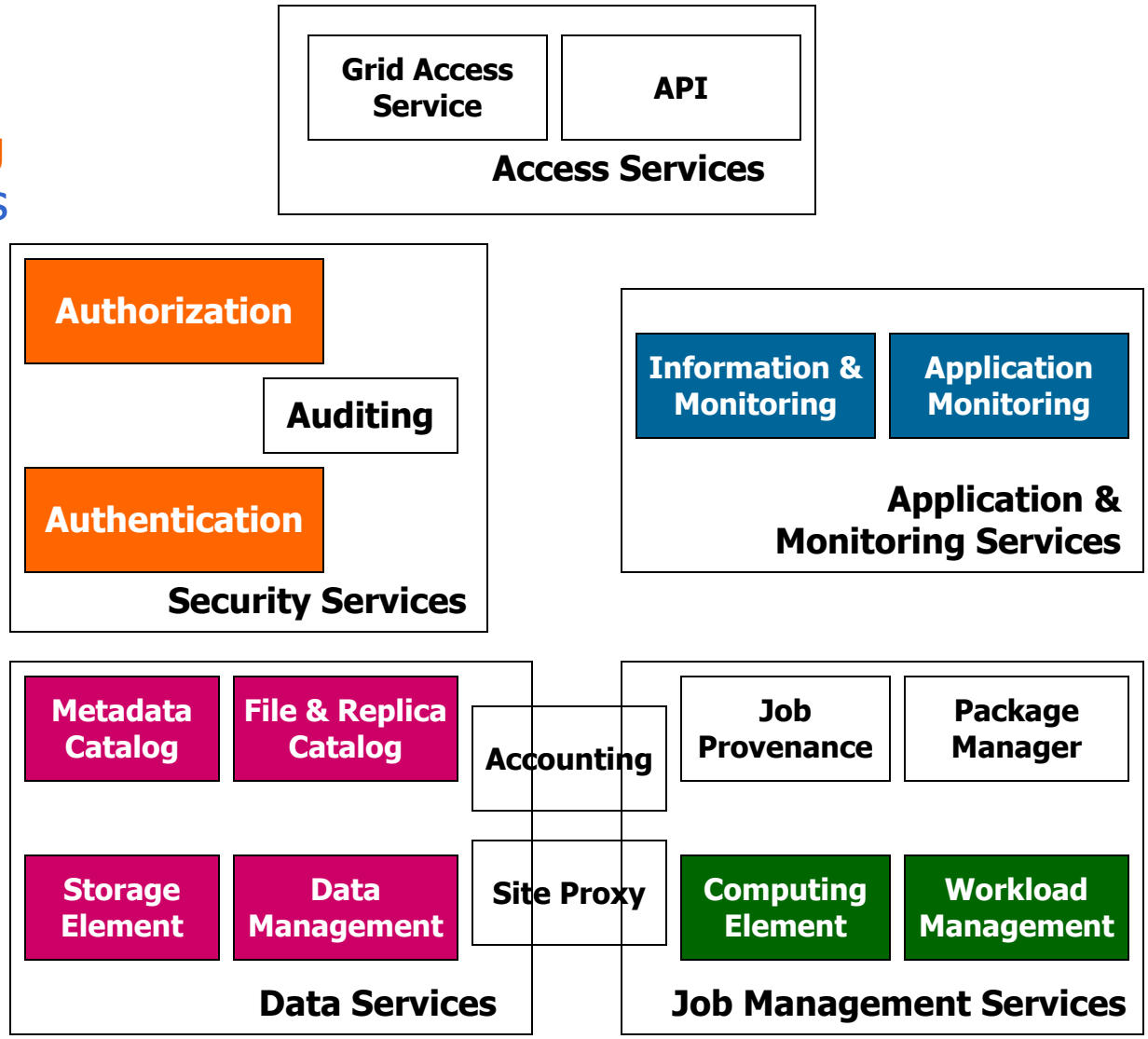
- gLite 3.0 в большей степени основан на LCG 2.7, чем на gLite 1.5 (предыдущая версия gLite)
- Некоторые разработанные в рамках EGEE компоненты, в том числе gLite FireMan Catalog, не вошли в релиз gLite 3.0.
- Некоторые другие разработанные в EGEE компоненты, в том числе информационная система R-GMA, напротив, уже ранее были включены в пакет LCG

Где используется gLite

- gLite 3 в настоящее время является стандартом для WLHC/EGEE GRID (старое название - LHC Computing GRID)
- Переход с пакета LCG на gLite официально состоялся в мае 2006

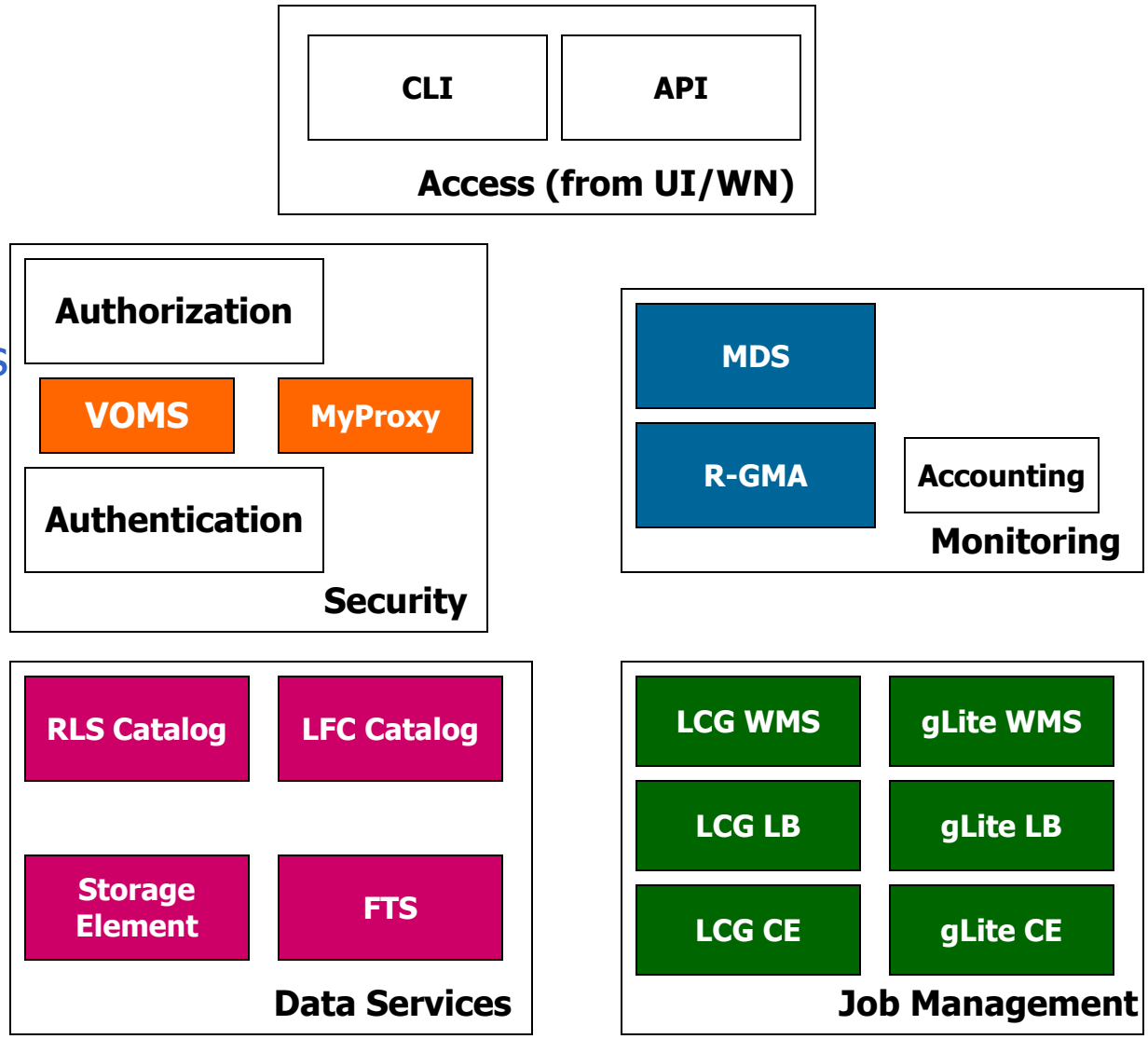
Архитектура gLite 1.0

- Job management Services
  - Workload Management
  - Computing Element
  - Logging and Bookkeeping
- Data management Services
  - File and Replica catalog
  - File Transfer and Placement Services
  - gLite I/O
- Information Services
  - R-GMA
  - Service Discovery
- Security
- Deployment Modules
  - Distribution available as RPM's, Binary Tarballs, Source Tarballs, APT cache



Сегодняшнее устройство gLite 3.0

- Job management Services
  - LCG WMS
  - LCG Computing Element
  - LCG L&B Service
  - gLite WMS
  - gLite Computing Element
  - gLite L&B Service
- Data management Services
  - Storage Element
  - “old” RLS catalog
  - “new” LFC catalog
  - File Transfer Service
- 2 Information Systems
  - Globus MDS
  - gLite R-GMA
- Security Services
  - VOMS Server
  - MyProxy Server



GRID Security Infrastructure (GSI)

- Инфраструктура безопасности gLite 3.0 в целом соответствует принятой во многих GRID-проектах т.н. GRID Security Infrastruture (GSI)
- Новизна связана с использованием VOMS-сервиса (Virtual Organisation Membership Service), хранящего информацию о принадлежности пользователей к определенным группам и виртуальным организациям и о роли в них

Аутентификация

- Аутентификация = опознавание пользователя
- Аутентификация в GRID основана на использовании асимметричной криптографии и цифровых сертификатов стандарта X.509 v3
- Обычно аутентификация осуществляется при установке соединения (с сервером)
- В качестве имени пользователя используется текстовая строка определенного формата (Distinguished Name, DN)
- Максимальная длина ключей в gLite 3.0 ограничена 2048 битами (ограничение Java 1.4.x)

Криптография с публичным ключом

- Криптография с публичным ключом, или асимметричное шифрование – форма криптографии, позволяющая обмениваться зашифрованными сообщениями не имея доступа к секретному ключу корреспондента
- Реализуется асимметричная криптография с помощью пары математически связанных друг с другом ключей: приватного и публичного
- Для расшифровки данных, зашифрованных публичным ключом, необходим соответствующий приватный ключ
- Асимметричное шифрование может использоваться для создания цифровых подписей и в процедурах аутентификации

Сертификаты

- Сертификат является «цифровым паспортом» пользователя (или ресурса) GRID
- Сертификаты выдаются специальными органами (“Certification Authority”)
- При создании запроса на получение сертификата пользователь генерирует пару ключей
- Физически сертификат представляет собой файл, содержащий информацию о пользователе, его публичный ключ, период действия сертификата и цифровую подпись выдавшей его Certification Authority
  - Цифровую подпись невозможно подделать простым копированием, т.к. процедура «подписывания» включает в себя шифрование тела сертификата с использованием приватного ключа CA.
  - С другой стороны, для проверки подписи достаточно иметь копию сертификата CA (которая содержит ее публичный ключ)

Пример сертификата (начало)

```
Certificate:
    Data:
        Version: 3 (0x2)
        Serial Number: 1365 (0x555)
        Signature Algorithm: sha1WithRSAEncryption
        Issuer: C=CH, O=CERN, OU=GRID, CN=CERN CA
        Validity
            Not Before: Jul 13 15:16:30 2005 GMT
            Not After : Jul 13 15:16:30 2006 GMT
        Subject: C=CH, O=CERN, OU=GRID, CN=Dmitry Zaborov 9003
        Subject Public Key Info:
            Public Key Algorithm: rsaEncryption
            RSA Public Key: (1024 bit)
                Modulus (1024 bit):
                    00:a9:60:44:9b:ae:91:13:1b:6b:40:bf:ad:11:66:
                    7b:65:09:f4:e4:a1:c1:56:05:8c:80:2e:44:7c:a9:
                    81:df:33:89:ac:a5:08:43:fc:88:91:71:07:f2:13:
                    8e:49:6f:56:5c:75:56:91:4f:c0:f4:f8:f9:34:0c:
                    20:cd:3a:14:f9:05:a8:e6:f7:d9:91:94:40:11:5b:
                    4c:d4:b9:10:f3:07:d3:8c:4e:5f:eb:6a:64:21:4c:
                    4f:69:85:86:21:7a:ea:0b:f8:8c:81:73:9f:84:b3:
                    db:32:4e:dc:32:c4:4e:37:4a:d7:24:4c:28:8c:a3:
                    ad:97:37:37:17:a3:b0:af:d7
                Exponent: 65537 (0x10001)
        X509v3 extensions:
...
```

Пример сертификата (продолжение)

```
Signature Algorithm: sha1WithRSAEncryption
        94:42:0f:a4:38:63:0a:6b:da:fb:3f:2b:0e:41:38:14:cf:be:
        9c:13:b1:41:cb:7a:99:9d:bd:1d:4e:20:5c:7f:e3:f4:58:e2:
        b8:26:af:c9:05:d5:de:9e:76:ae:7b:21:25:68:50:f5:b6:29:
        f3:2c:f2:ae:11:68:5b:2e:18:bf:2c:05:f4:52:5
        48:ba:db:67:c5:67:e3:c8:d3:cb:5f:d6:2b:4d:6
        84:a2:4c:11:52:52:06:c2:d5:a8:70:25:d7:95:6
        dd:5e:cd:8b:32:87:29:3a:4d:ca:ca:3f:7a:56:2
        0e:de:54:e5:82:f8:87:5d:4c:7a:0b:ff:cf:d5:d
        98:a2:6c:83:09:ee:a6:7f:bd:c8:01:d2:3e:5d:0
        c6:13:bc:fb:76:f3:02:43:e6:ba:30:79:b8:d2:5
        04:0e:3e:14:dd:4f:5c:e1:14:3f:14:b1:e3:27:0
        c4:ab:b4:c2:76:0d:a3:b6:5c:33:d4:cc:06:3e:5
        f3:87:89:5e:a7:aa:87:65:03:d5:a0:7d:e2:28:e
        8c:a9:01:ca:0f:b0:02:b9:46:b1:10:55:34:27:f
        cc:b5:5b:fe
```

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDyjCCArKgAwIBAgICBVUwDQYJKoZIhvcNAQEFBQAwPTELMAkGA1UEBhMCQ0gx
DTALBgNVBAoTBENFUk4xDTALBgNVBAsTBEdSSUQxEDAOBgNVBAMTB0NFUk4gQ0Ew
HhcNMDUwNzEzMTUxNjMwWhcNMDYwNzEzMTUxNjMwWjBJMQswCQYDVQQGEwJDSDEN
MAsGA1UEChMEQ0VSTjENMAsGA1UECxMER1JJRDEcMBoGA1UEAxMTRG1pdHJ5IFph
Ym9yb3YgOTAwMzCBnzANBgkqhkiG9w0BAQEFAAOBjQAwgYkCgYEAqWBEm66RExtr
QL+tEWZ7ZQn05KHBVgWMgC5EfKmB3zOJrKUIQ/yIkXEH8hOOSW9WXHVWkU/A9Pj5
NAwgzToU+QWo5vfZkZRAEVtM1LkQ8wfTjE5f62pkIUxPaYWGIXrqC/iMgXOfhLPb
Mk7cMsRON0rXJEwojKOtlzc3F6Owr9cCAwEAAaOCAUowggFGMAwGA1UdEwEB/wQC
MAAwHQYDVR0OBBYEFHqSoEV9fse57FCzdJqLIpn5K8sUMB8GA1UdIwQYMBaAFPJK
7op946p5B4vW3TvdoaVyMn5qMA4GA1UdDwEB/wQEAwID+DBSBgNVHR8ESzBJMEeg
RaBDhkFodHRwOi8vc2VydmljZS1ncmlkLWNhLndlYi5jZXJuLmNoL3NlcnZpY2Ut
Z3JpZC1jYS9jZ2ktYmluL2dldENSTDAiBgNVHREEGzAZgRdzZXJ2aWNlLWdyaWQt
Y2FAY2Vybi5jaDAXBgNVHSAEEDAOMAwGCisGAQQBYAoBAgMwEQYJYIZIAYb4QgEB
BAQDAgWgMEIGCWCGSAGG+EIBAgQ1FjNodHRwOi8vc2VydmljZS1ncmlkLWNhLndl
Yi5jZXJuLmNoL3NlcnZpY2UtZ3JpZC1jYS8wDQYJKoZIhvcNAQEFBQADggEBAJRC
D6Q4Ywpr2vs/Kw5BOBTPvpwTsUHLepmdvR1OIFx/4/RY4rgmr8kF1d6edq57ISVo
UPW2KfMs8q4RaFsuGL8sBfRSUrmhVUi622fFZ+PI08tf1itNaVv3x4SiTBFSUgbC
1ahwJdeVZTCas91ezYsyhyk6TcrKP3pWIND7iA7eVOWC+IddTHoL/8/V1q8CrJii
bIMJ7qZ/vcgB0j5dAu5Ec8YTvPt28wJD5rowebjSUWieLAQOPhTdT1zhFD8UseMn
Dnvw6sSrtMJ2DaO2XDPUzAY+WzfHSvOHiV6nqodlA9WgfeIo54wFaIypAcoPsAK5
RrEQVTQn9qcsf8y1W/4=
-----END CERTIFICATE-----
```

Proxy Сертификаты

- Основной сертификат пользователя (точнее его приватный ключ) для повышения безопасности защищен паролем
- При работе в GRID пользователь создает Proxy-сертификат
  - Proxy-сертификат не защищен паролем, что позволяет использовать его для делегирования полномочий пользователя запускаемым от его имени процессам
  - Proxy-сертификат имеет сравнительно короткий период действия (по умолчанию 12 часов)
  - При создании proxy-сертификата (команды типа grid-proxy-init или voms-proxy-init) необходимы основной сертификат пользователя и его приватный ключ (для подписи)
  - Обладание proxy-сертификатом дает права его обладателя (на период его действия)

MyProxy

- Иногда периода действия proxy-сертификата может оказаться недостаточно (например при запуске очень «долгих» задач)
- Для таких случаев пользователю предоставляется возможность поместить долгоживущий сертификат в защищенное хранилище MyProxy
- Использование сертификата, хранящегося на MyProxy-сервере, требует знания пароля, заданного при помещении сертификата на сервер
- MyProxy используется при копировании файлов с помощью FTS-сервера

Авторизация

- Авторизация = проверка наличия прав на совершение запрошенной операции
- В gLite 3.0 существуют два механизма авторизации:
  - grid-mapfile механизм
  - Использование VOMS сервиса (Virtual Organisation Memebership Service)
- Права пользователя могут устанавливаться в зависимости от его принадлежности к той или иной виртуальной организации, группе и роли (с помощью VOMS)

Особенности системы безопасности gLite

- При выполнении задач на рабочих нодах производится “отображение” DN пользователя на локальный User ID, а его группы на локальный Group ID. Эти id используются также при доступе к файлам по незащищенной версии протокола rfio (если таковая поддерживается близлежащим SE).
- В подсистемах каталогов и управления данными вместо DN могут фактически использоваться так называемые виртуальные id

User Interface

- User Interface (UI) – компьютер, служащий в качестве точки доступа к GRID
- Чтобы сделать из компьютера UI достаточно установить и настроить соответствующее программное обеспечение
  - Предусмотрен вариант установки в пользовательскую директорию, не требующий прав администратора
- UI позволяет:
  - Запускать и отменять «задачи»
  - Получать информацию о ресурсах GRID, статусе запущенных задач, их «истории» и т.п.
  - Копировать, реплицировать и удалять файлы из GRID

Working Node

- Working Node (WN, Рабочий Нод) – компьютер, служащий для выполнения вычислений (задач) в GRID
- Рабочие ноды объединяются в кластеры с помощью одной из batch-систем (таких как LSF или PBS), образуя единый вычислительный элемент (Computing Element, CE)
- По составу установленного клиентского программного обеспечения GRID WN весьма близок к UI

CLI и API

- В распоряжении пользователя имеются все необходимые для работы в GRID команды, которые можно запускать как с UI из командной строки (Command Line Interface, CLI), так и использовать в скриптах
- Также существуют различные инструменты, обладающие графическим интерфейсом или Web-интерфейсом
- Кроме того, взаимодействие с GRID может осуществляться посредством различных API (программных интерфейсов приложений), т.е. «изнутри» программы пользователя

Задачи

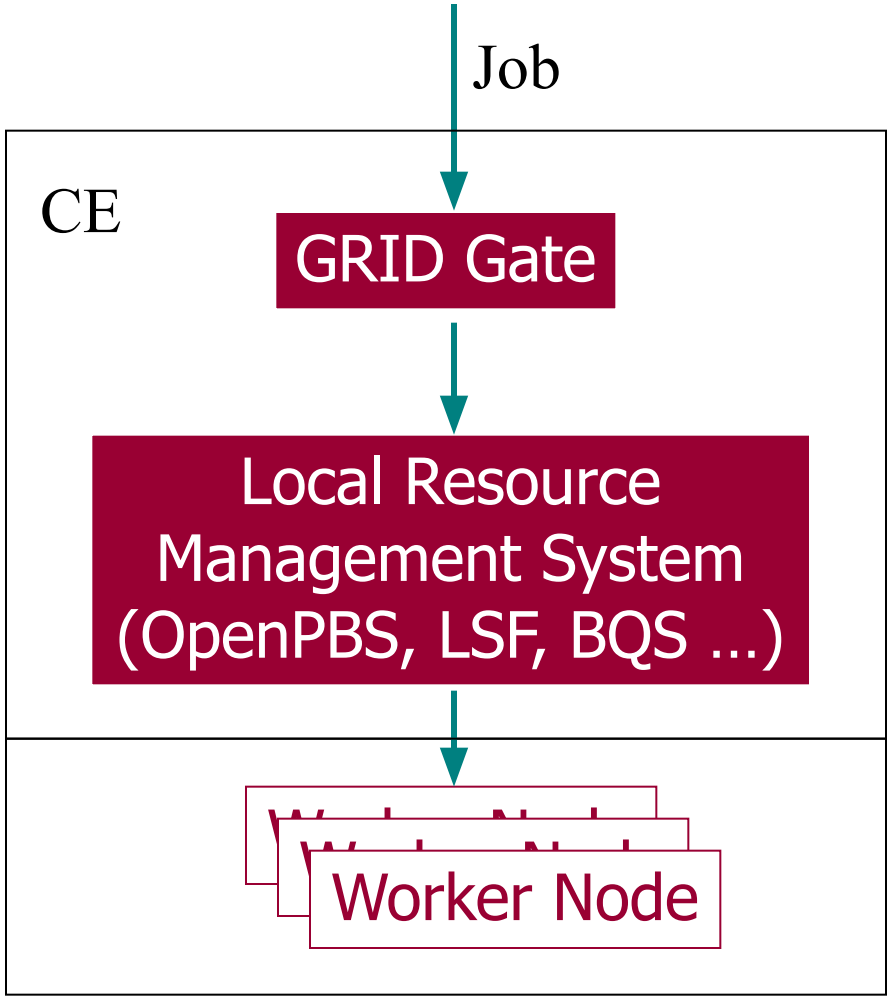
- Задача (англ. Job) – совокупность действий по обработке и передаче данных, рассматриваемая в комплексе в качестве единицы вычислительной работы
- С точки зрения пользователя запуск задачи представляет собой запуск программы с помощью соответствующих средств GRID
- В настоящее время официально поддерживается лишь единственный тип задач – простая пакетная задача (batch job)
- Предусмотрены средства для запуска интерактивных, “checkpointable-” и MPI-задач

Job Description Language

- Задача должна быть описана на языке описания задач JDL
- JDL файл служит аргументом команды запуска задачи
- Язык JDL, используемый в LCG/gLite GRID, основан на языке ClassAd (Classified Advertisement), разработанном проектом Condor
- Синтаксис языка JDL представляют собой выражения типа

  attribute = value;
- Язык чувствителен к количеству пробелов и символам табуляции

Computing Element

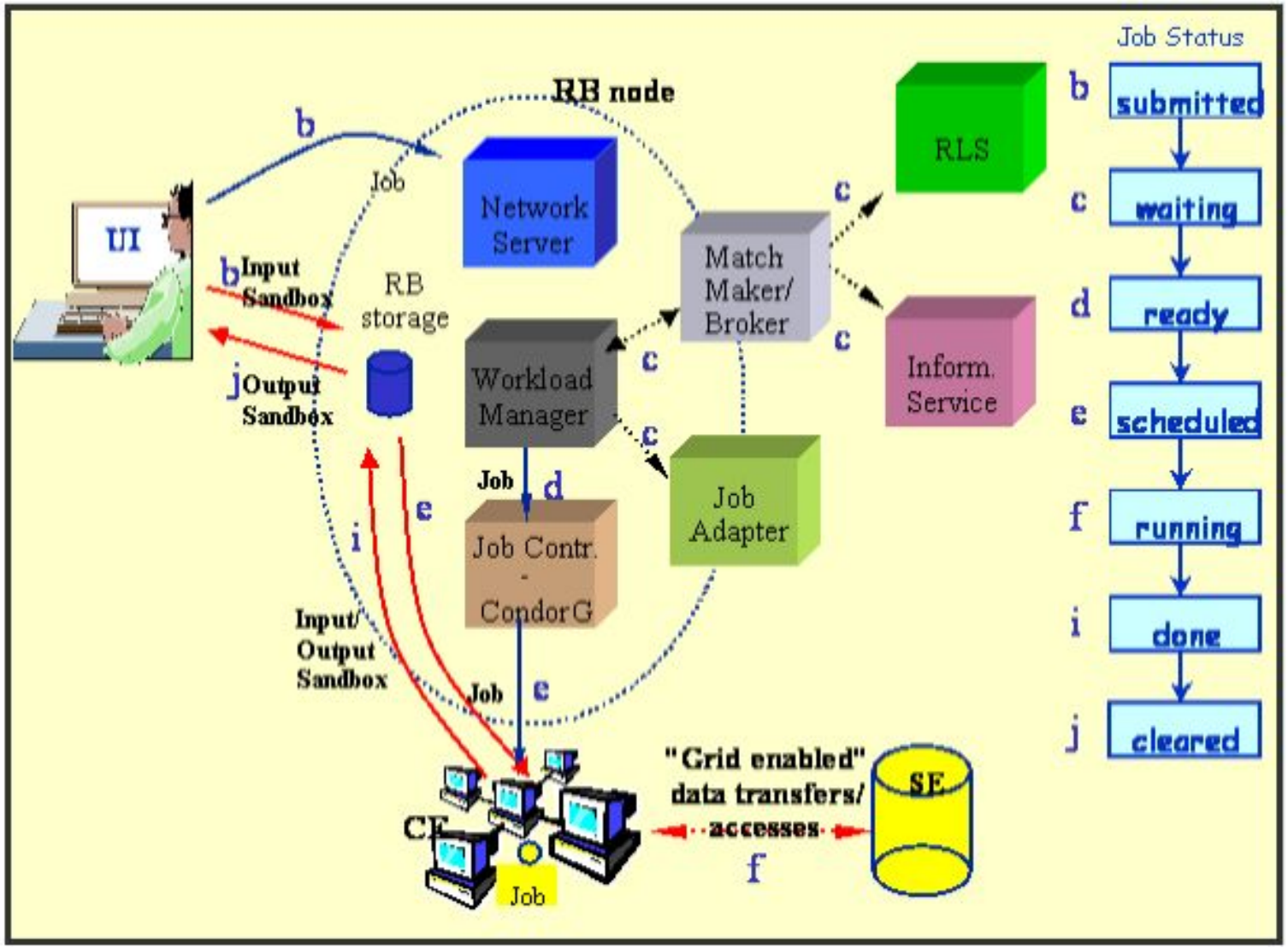


- CE – совокупность вычислительных ресурсов, локализованных в одном месте (“сайте”)
- В gLite 3.0 существуют два типа CE: LCG CE и gLite CE
  - В LCG CE роль GRID Gate выполняет Globus Gatekeeper
  - gLite GRID Gate происходит из CondorC
- В информационной системе gLite каждый CE фактически соответствует одной очереди LRMS

Workload Management System

- WMS - Система Управления Рабочей Нагрузкой - отвечает за:
- Принятие запросов на постановку задач
- Выбор CE, наилучшим образом подходящего для выполнения задачи
- Передачу файлов, составляющих т.н. Input и Output Sandbox (небольшие файлы параметров и т.п., не файлы данных!)
- Отслеживание состояния задач
- Ведение логов

Workload Management System



Компоненты gLite WMS

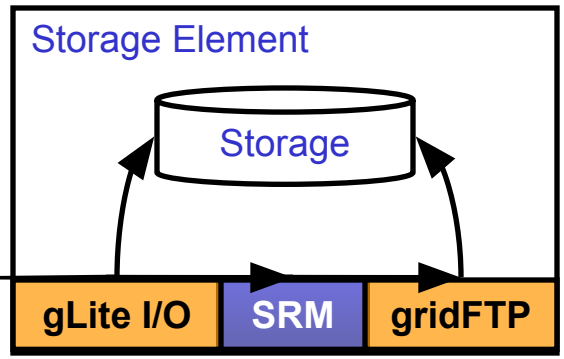
- WMProxy/Network Server – интерфейс к функциональности WMS
- Workload Manager – главный компонент системы
- Resource Broker – вспомогательный компонент
- Information SuperMarket (ISM) – хранит информацию необходимую для сопоставления ресурсов задачам (или наоборот)
- Job Controller & Job Adapter – ответственны за CondorC submission file и wrapper script, передачу input/output sandbox'ов
- CondorC – постановка, удаление задач
- DAGMan – DAG Manager
- Logging and Bookkeeping – мониторинг задач
- Log Monitor – просмотр лог-файлов CondorC для активных задач и т.п.

LCG vs. gLite WMS

- В gLite 3.0 две системы WMS: LCG WMS и gLite WMS
- LCG WMS может направлять задачи лишь на LCG CE, в то время как gLite WMS способна работать с обоими типами CE
- gLite WMS является более новой и более совершенной разработкой по сравнению с LCG WMS
- Преимущества gLite WMS в эффективности должны быть особенно велики при запуске массивных параллельных вычислений

Виды SE в gLite 3.0

- Classic SE
  - состоит из GridFTP сервиса и “небезопасного” RFIO сервиса, дающих доступ к единственному диску или дисковому массиву
  - Не имеет SRM (Storage Resource Manager) интерфейса
  - не рекомендуется к установке
- Mass Storage System (такие как CASTOR)
  - Доступ по GrigFTP и/или rfio
- dCache Disk pool manager
  - Помимо dCache сервера может включать несколько машин с дисковыми массивами
  - Доступ по GrigFTP и/или dcap/rfio
- LCG Disk pool manager (DPM)
  - Более легкая альтернатива dCache, разработан для LCG
  - Рекомендуется в качестве замены Classic SE



Имена GRID файлов

- GUID (Grid Unique ID)
  - Уникальный идентификатор файла
- LFN (Logical File Name)
  - “Human-readable” псевдоним для GUID
  - Файл может иметь несколько имен
- SURL (Storage URL)
  - URL физической копии файла (реплики)
  - Включает в себя адрес SE
  - Файл может иметь несколько реплик
- TURL (Transport URL)
  - URL, готовый для обращения по одному из транспортных протоколов (например GridFTP)
  - Является производным от SURL

Способы доступа к GRID файлам

- GSIFTP/GridFTP
  - Позволяет помещать файлы на SE и получать/скачивать их с SE
  - Поддерживается всеми типами SE
  - Аутентификация по сертификату
  - Из командной строки или через API
- Прямой доступ
  - secure rfio (с аутентификацией по сертификату)
  - insecure rfio (аутентификация в пределах локальной сети по uid)
  - dCache Access Protocol (gsidcap)
  - Различные типы SE могут поддерживать один или несколько протоколов
  - только через API (GFAL, rfio API, …)

Права доступа к GRID файлам

- Права доступа к файлам в WLCG/EGEE GRID определяются с помощью списков управления доступом (Access Control List, ACL)
- ACL состоит из базовой и расширенной частей
- Базовая часть полностью аналогична стандартным правам UNIX (пользователь, группа, другие)
- Расширенные ACL позволяют задать права для дополнительных пользователей и групп
- У директорий помимо собственного ACL есть также т.н. default ACL. Новые файлы и директории автоматически получают default ACL родительской директории

Права на использование ресурсов GRID

- Различные сайты (операционные центры) GRID могут поддерживать или не поддерживать те или иные VO
- В частности, могут существовать CE и SE, зарезервированные для конкретной виртуальной организации

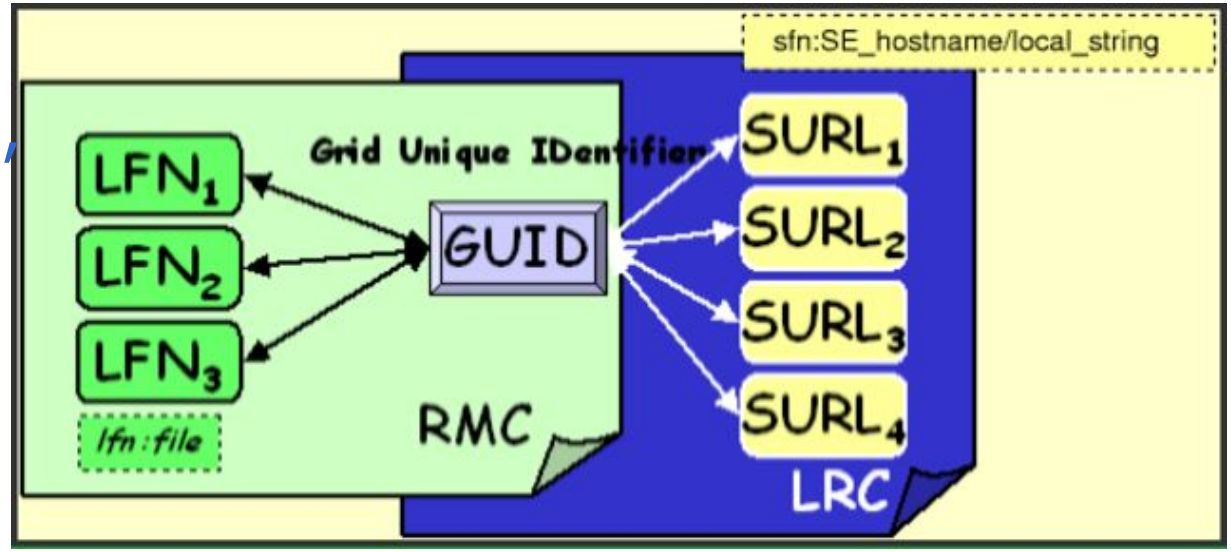
Службы Каталогов

- Файлы хранящиеся на различных SE объединяются в единую “файловую систему” путем ведения их каталога
- В gLite 3.0 две службы каталогов:
- старый RLS Каталог (Replica Location Server)
- и новый LFC каталог (LCG File Catalog)
- Эти два каталога не синхронизованы
- Пользователь вынужден выбирать с каким из этих двух каталогов он будет работать
- Рекомендуется выбирать LFC

RLS Catalog

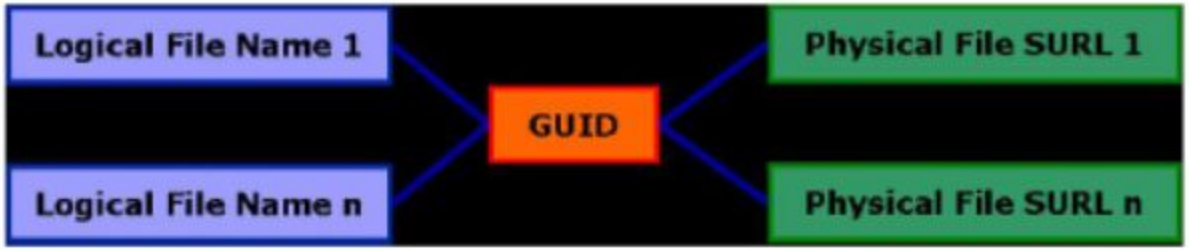
- RLS каталог состоит из двух сервисов:
- Local Replica Catalog (LRC)
  - Хранит список реплик GRID файла, т.е. Связывает GUID и SURL
  - Также хранит системные метаданные (размер файла и т.п.)
- Replica Metadata Catalog (RMC)
  - Хранит список имен файла, т.е. связывает GUID с LFN
  - Также позволяет хранить пользовательские метаданные

Недостаток RLS каталога в том, что он допускает неавторизованный доступ



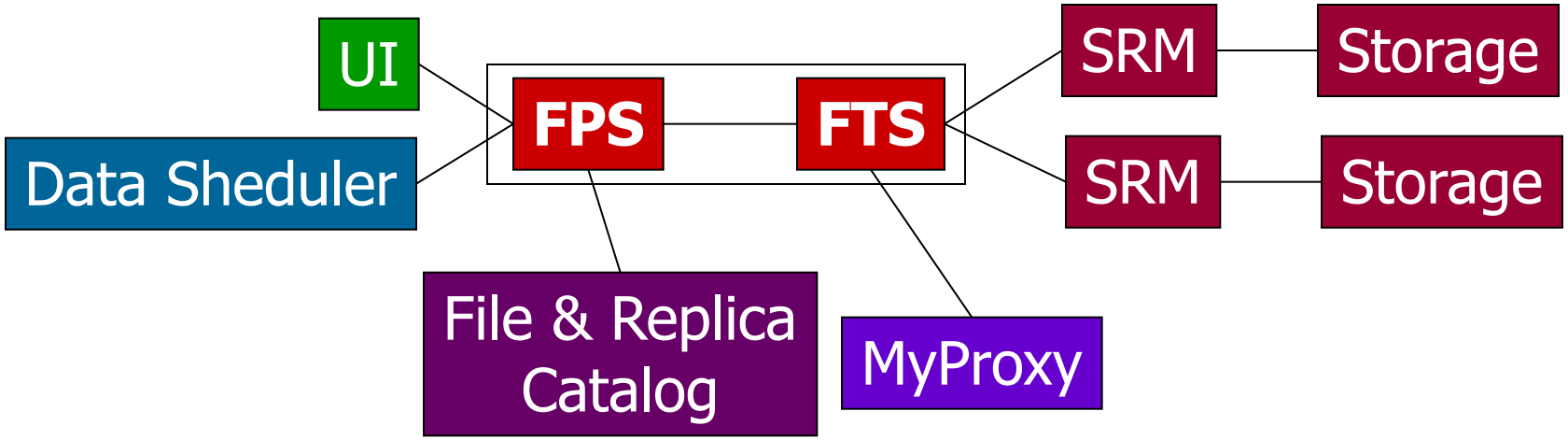
LFC Catalog

- LCG File Catalog (LFC) объединяет в себе функции файлового каталога и каталога реплик, т.е. обеспечивает связь между GUID, LFN и SURL файлов
- В LFC любой файл имеет основное имя (main LFN), а также может иметь псевдонимы (аналогично символическим ссылкам в UNIX)



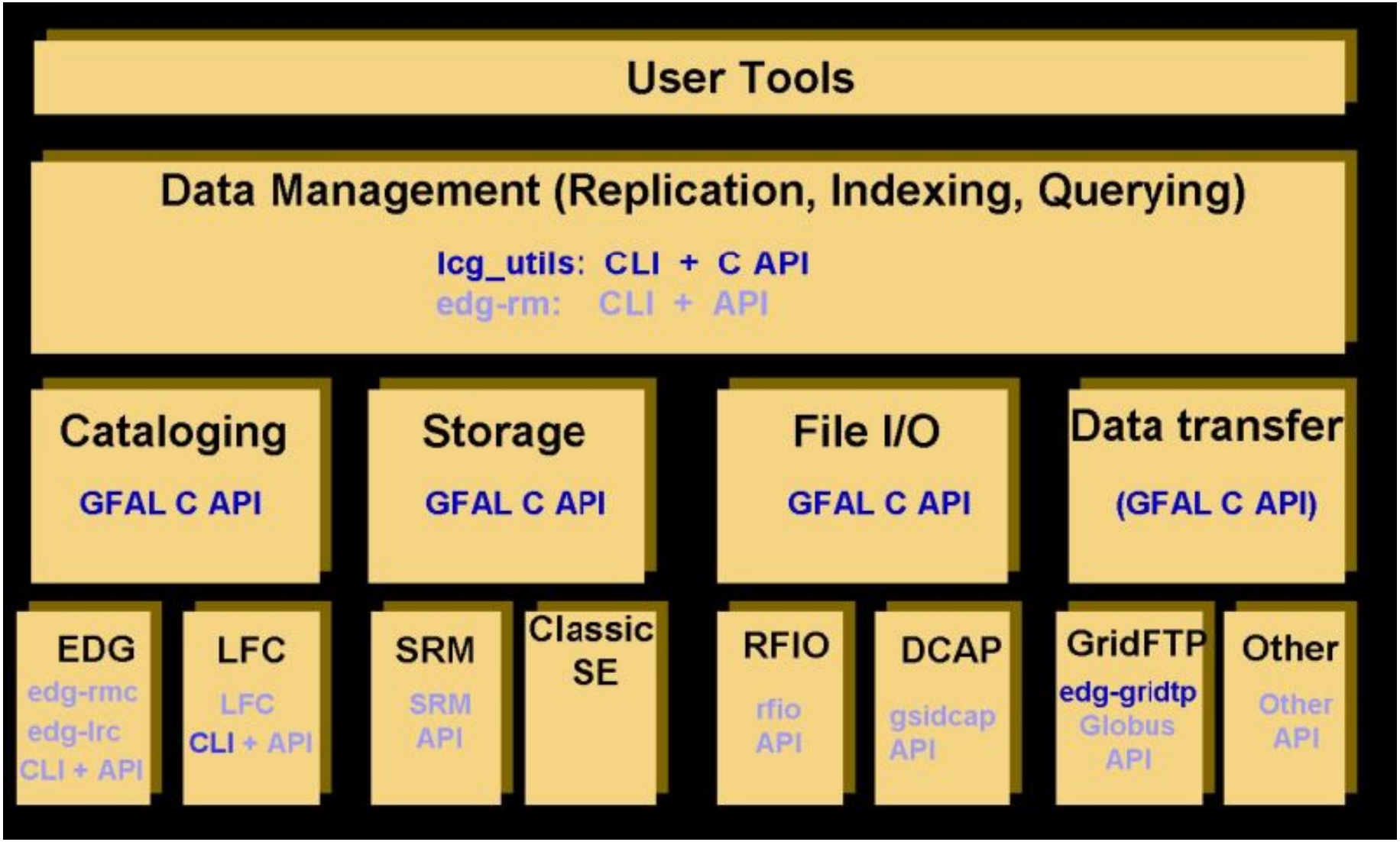
- Файлы организуют древовидную структуру (по их основным LFN)
- Поддерживаются системные метаданные и краткое описание файла (одна строка)
- Безопасность обеспечивается в полном объеме

- File Transfer Service – низкоуровневый сервис, используется для копирования файлов между системами хранения данных
- File Placement Service также ответственен за регистрацию скопированных файлов в каталоге

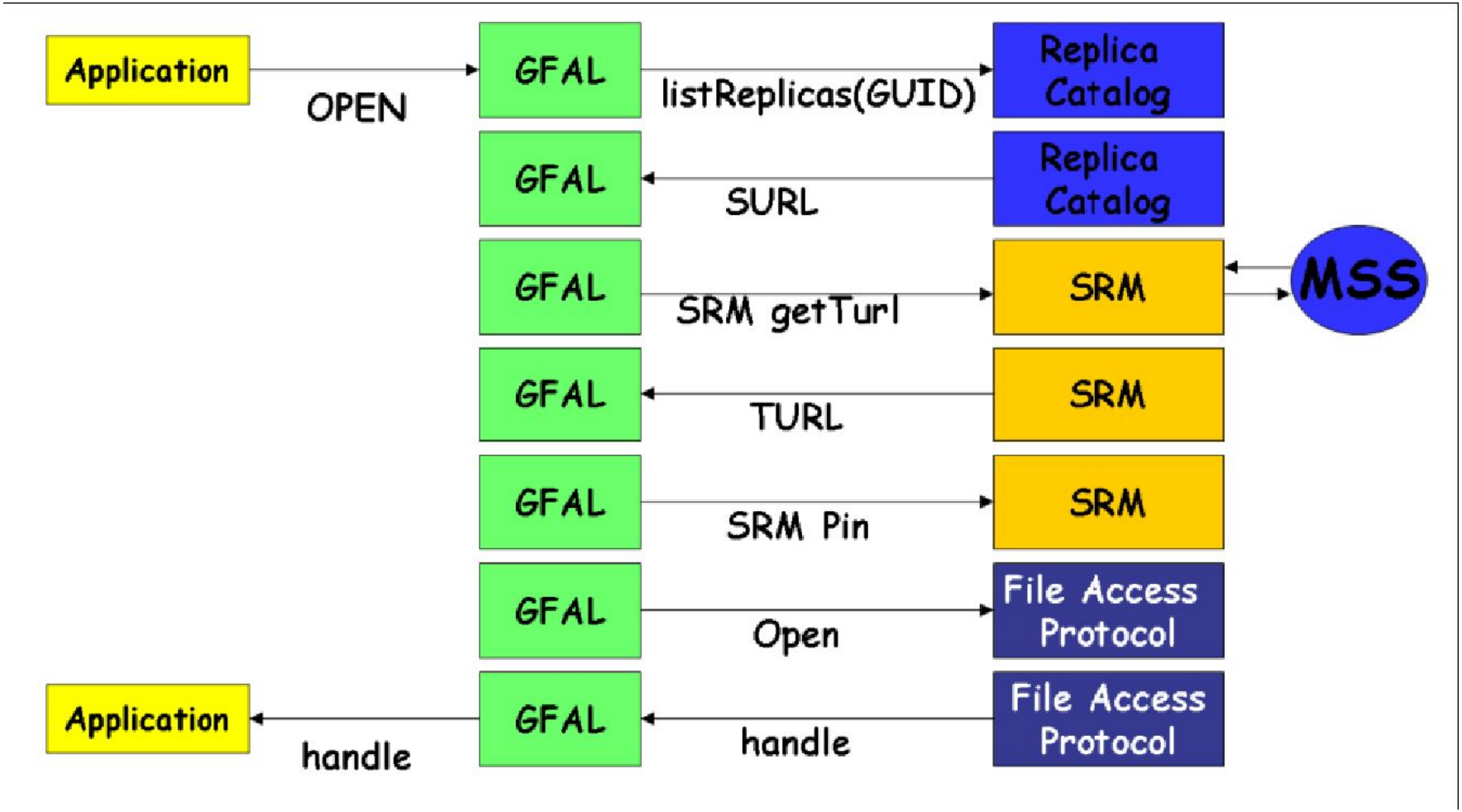


* FPS не вошел в релиз gLite 3.0

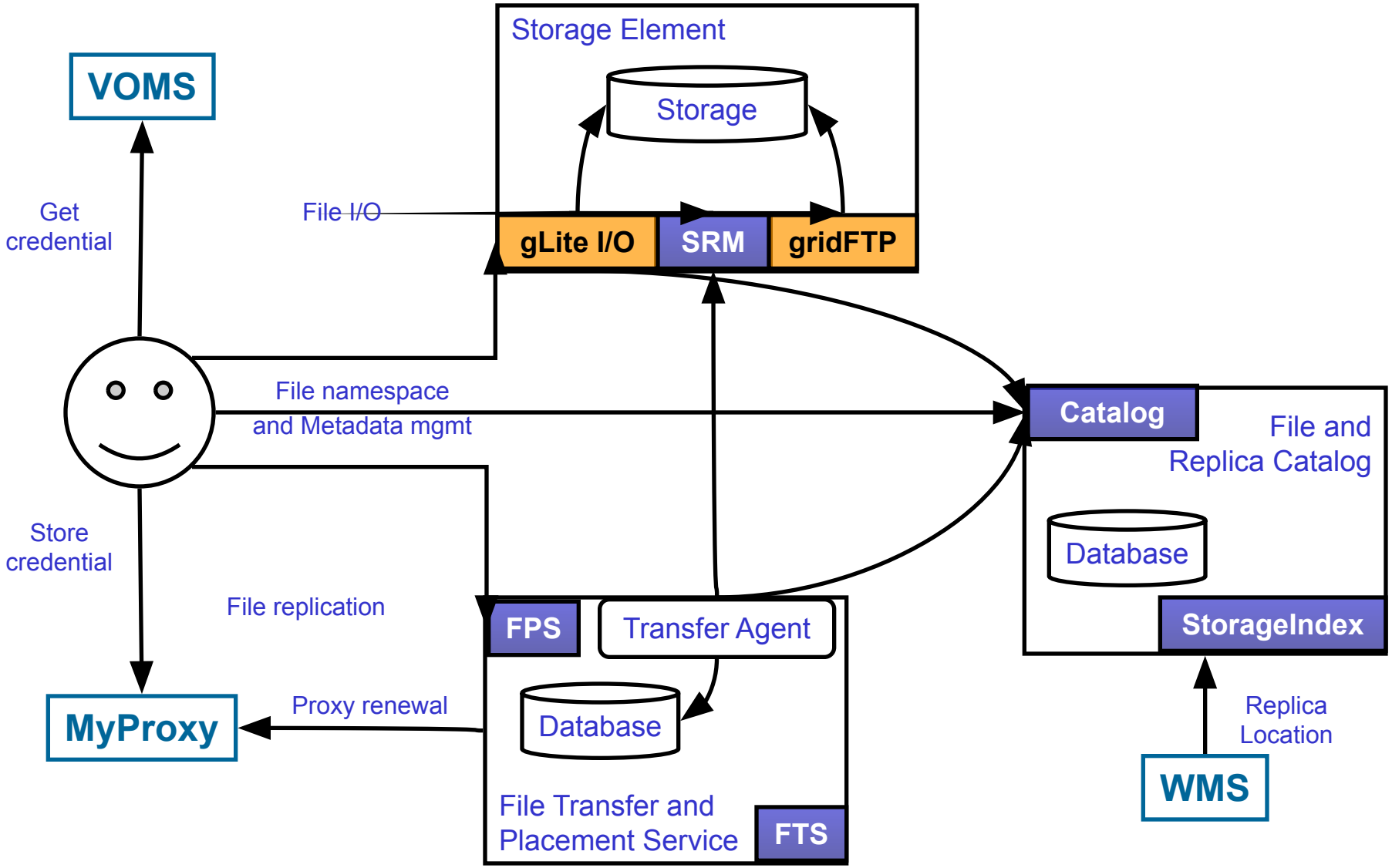
Data Management API



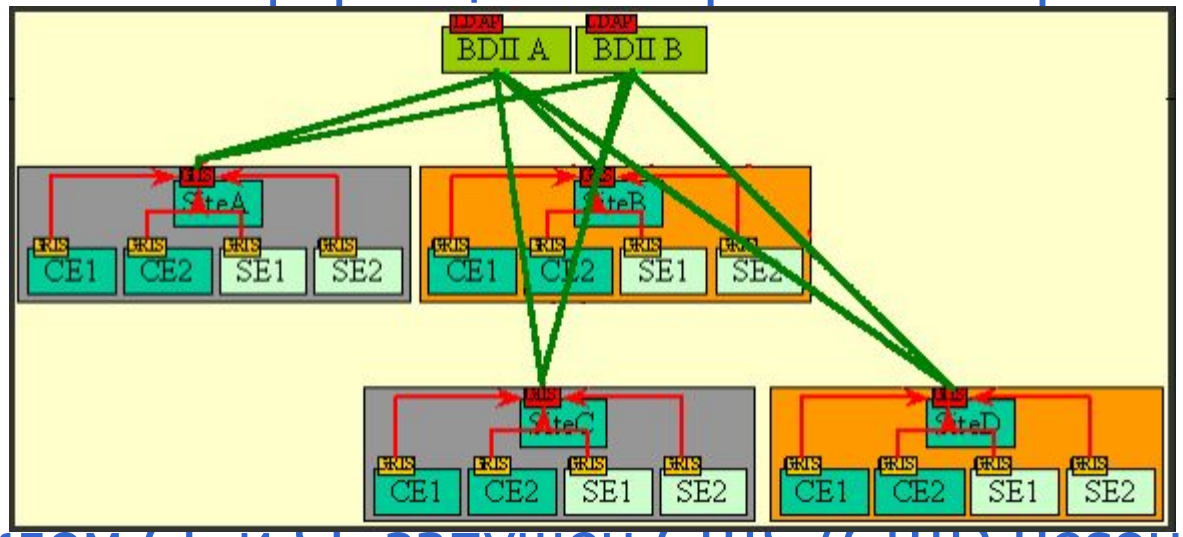
GRID File Access Library (GFAL)



gLite Data Management System

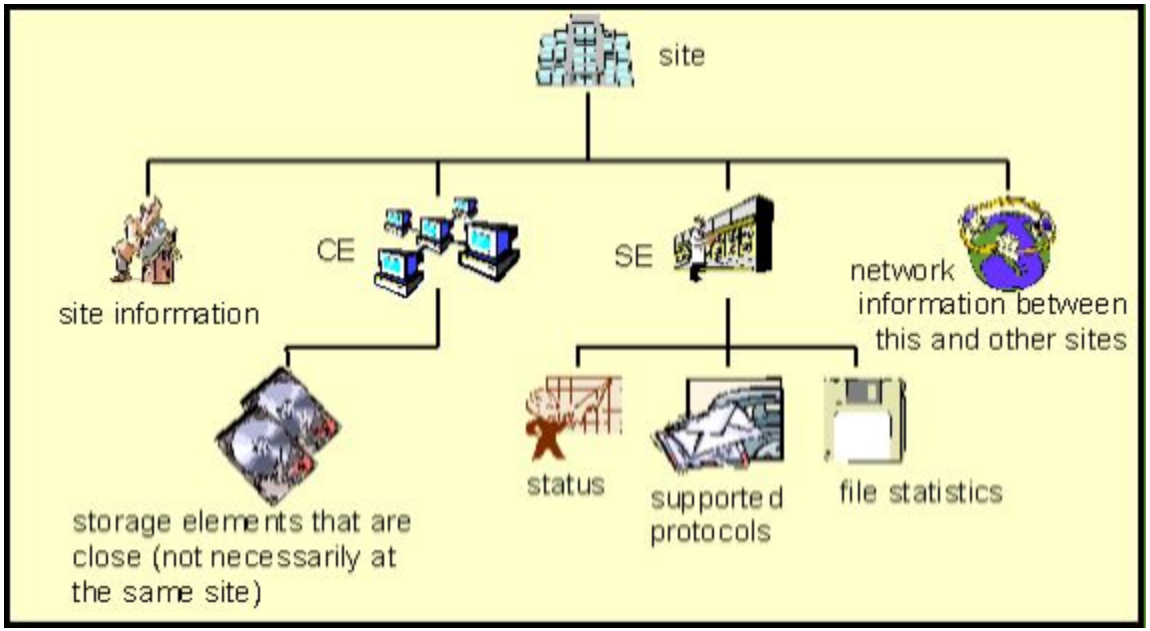


- MDS представляет собой централизованную систему, в которой вся информация собирается от краев к центру



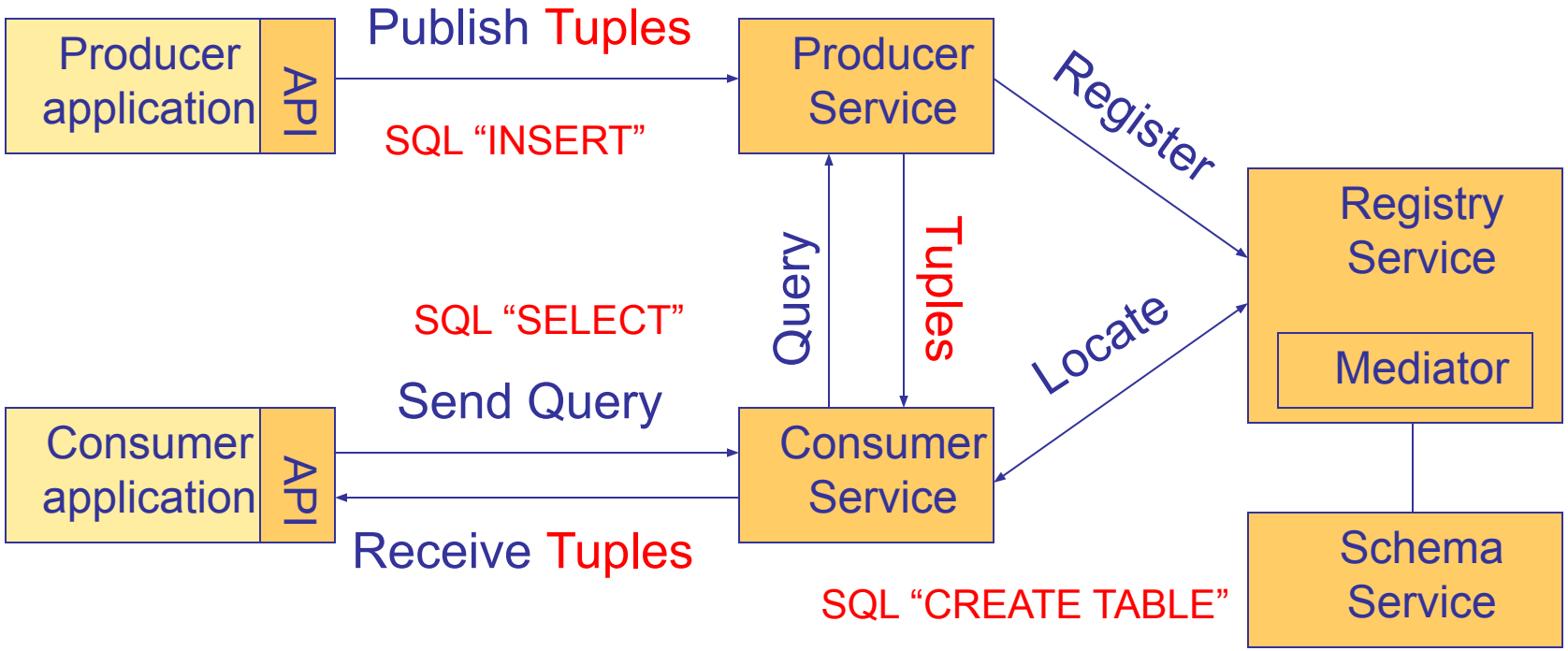
- На каждом CE и SE запущен GRIS (GRID Resource Information Server), в котором публикуется информация о ресурсе
- Информация со многих GRIS собирается другими сервисами, GIIS (GRID Index Information Server)
- Роль центральных GIIS обычно выполняет Berkley Database Information Index (BDII)

- Информация, публикуемая в MDS, организована в соответствии с определенными правилами (GLUE Schema) и образует древовидную структуру (Directory Information Tree)



- MDS основана на использовании OpenLDAP, “open source” реализации протокола LDAP – Lightweight Directory Access Protocol

- R-GMA (Relational Grid Monitoring Architecture) – реализация предложенной GGF (Global GRID Forum) архитектуры мониторинга GRID
- Основана на разделении субъектов на производители данных, потребители данных и *единый* реестр



Особенности R-GMA

- Хотя R-GMA и является централизованной системой, данные в ней не собираются на одном сервере, а образуют распределенную базу данных, объединяемую в одно целое Реестром
- Предусмотрена возможность дублирования Реестра (для повышения надежности)

MDS vs. R-GMA

- R-GMA обладает большей гибкостью чем MDS
- Главным недостатком MDS является то, что безопасность доступа к информации в ней не обеспечивается
- В настоящее время в WLCG/EGEE GRID для обнаружения ресурсов и публикования их статуса используется MDS, а для мониторинга, подсчета использованных ресурсов (Accounting) и публикования пользовательской информации – R-GMA. Также R-GMA дублирует информацию MDS
- В будущем должен произойти полный переход на R-GMA

Компоненты gLite 3.0 и их происхождение

- Computing Element
  - Grid Gate (Globus/Condor)
  - Condor-C (Condor)
  - Local batch system (PBS, LSF, Condor, …)
- Workload Management
  - LCG WMS (LCG, EDG)
  - gLite WMS (EGEE)
  - Logging and bookkeeping (EDG, EGEE)
  - Condor-C (Condor)
- Storage Element
  - GridFTP (Globus)
  - File Transfer/Placement (EGEE)
  - SRM: Castor (CERN), dCache (FNAL, DESY), DPM (LCG)
- Catalog
  - RLC Catalog (EDG, LCG, Globus)
  - LFC Catalog (LCG)
- Information and Monitoring
  - MDS (Globus)
  - R-GMA (EDG, EGEE)
- Security
  - GSI (Globus)
  - VOMS (DataTAG, LCG, EDG, EGEE)
  - GSI Authentication for C and Java based (web) services (EDG)

Отличия gLite 3.0 от LCG 2.7

- Новые компоненты:
- gLite WMS/LB
- gLite CE
- gLIte/LCG WN
- gLite/LCG UI
- FTS
- FTA

Отличия gLite 1.5 от LCG-2

- Workload Management System works in push and pull mode
- Computing Element moving towards a VO based scheduler guarding the jobs of the VO (reduces load on GRAM)
- Re-factored file & replica catalogs
- Secure catalogs (based on user DN; VOMS certificates being integrated)
- Scheduled data transfers (FTS)
- SRM based storage
- Information Services: R-GMA with improved API, Service Discovery and registry replication
- Move towards Web Services

Заключение

- gLite 3 является логическим продолжением и развитием технологий LCG-2 и gLite 1.5
- Отличия gLite 3.0 от LCG 2.7
  - Новые подсистемы gLite WMS, LB и CE
  - Смешанные LCG/gLite UI и WN
  - Новые сервисы FTS и FTA
- gLite 3 должен стать важным шагом к полному переходу LHC Computing GRID от LCG-2 к gLite